

Julie E. Bjørnstad  
Cecilie M. Madsen

# Barrierer ved praktisering av 4D i norsk byggesektor

Masteroppgave i bygg- og miljøteknikk

Veileder: Eilif Hjelseth

Medveileder: Øyvind Kjøllesdal

Juni 2021



Julie E. Bjørnstad  
Cecilie M. Madsen

# **Barrierer ved praktisering av 4D i norsk byggesektor**

Masteroppgave i bygg- og miljøteknikk  
Veileder: Eilif Hjelseth  
Medveileder: Øyvind Kjøllesdal  
Juni 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden





# Forord

Denne masteroppgaven er skrevet i emnet *Prosjektledelse, masteroppgave (TBA4910)* ved institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim våren 2021. Den er skrevet som et tverrfaglig samarbeid av to studenter, Julie Ekensteen Bjørnstad og Cecilie Marie Sundset Madsen, som har fordypning innen henholdsvis «Bygg og anlegg» og «Veg, transport og geomatikk». Oppgaven markerer avslutningen på et 2-årig masterprogram og tilsvarer 30 studiepoeng.

Valg av tema for oppgaven er gjort basert på vår interesse for hvordan digitalisering kan bidra til å gjøre byggebransjen mer produktiv. Vi ønsket å forske på hvorfor 4D ikke har slått an i norske byggeprosjekter. Oppgaven har gjennom hele semesteret gitt oss ny og innsiktsrik kunnskap innenfor temaet, og vi har fått god nytte av tidligere tillært kunnskap og forskningsmetoder fra studieløpet.

Prosjektgruppen ønsker å rette en stor takk til eksterne veiledere hos AF Gruppen, Øyvind Kjøllesdal og Stian Schjølberg, som har gitt oss gode råd i forbindelse med faglige spørsmål og god veiledning gjennom hele semesteret. Videre vil vi takke alle intervjuobjekter som tok seg tid til å dele sine erfaringer med oss. Avhandlingen ville ikke vært mulig å gjennomføre uten deres verdifulle innsikt. Vi vil også takke vår interne veileder ved NTNU, Eilif Hjelseth, for gode innspill om oppgavens innhold og struktur.

Trondheim 04. juni 2021



Cecilie M. S. Madsen



Julie E. Bjørnstad

# Sammendrag

Det blir stadig viktigere for byggenæringen å omstille seg etter og dra nytte av det digitale skiftet. 4D vil kunne bidra til at byggebransjen tar det neste steget mot digitalisering. I Norge har 4D allerede eksistert i flere år, likevel er det fortsatt lite anvendt blant bedrifter. Hensikten med masteravhandlingen er derfor å undersøke årsaken til at 4D ikke er et mer attraktivt verktøy å benytte blant virksomheter i den norske byggebransjen.

Masteravhandlingen bygger videre på en av forfatterens tidligere publiserte bacheloroppgave fra 2019 innen samme tematikk. Prosjektgruppen etablerte kontakt med AF Gruppen for å utforme en aktuell problemstilling for bransjen som helhet. Covid-19 har imidlertid begrenset muligheten til å gjennomføre fysiske intervjuer, casestudie og programvarekurs.

For tilstrekkelig å belyse problemstillingen, og underliggende forskningsspørsmål, er det gjennomført en omfattende, vitenskapelig litteraturstudie for å avdekke eksisterende teori innen digitalisering, planlegging, BIM og 4D-modellering, samt data- og erfaringslære. I tillegg er det gjennomført kvalitative dybdeintervjuer med personer i bransjen med ulike roller og erfaring innen bruk av 4D, ettersom det tilfører de empiriske dataene et bredere spekter av perspektiver.

Praktisering av 4D oppleves som ressurskrevende for intervjuobjektene. Det fremheves at det ikke eksisterer et sømløst 4D-verktøy på markedet. Videre foreligger det konservative holdninger mot endring av etablert arbeidsmetodikk, ettersom dagens praksis anses effektiv nok. Det eksisterer også utydelighet og mangler knyttet til virksomheters strategi, kultur og kompetanse for praktisering av slike omfattende verktøy. For at 4D skal være attraktivt å bruke må det foreligge metodisk fleksibilitet både i programvare og hos brukerne. Bransjen trenger å etablere tydeligere strategier for implementering av 4D, og være mer mottakelig for endringer. Det virker som et kortsiktig perspektiv begrenser utbyttet 4D kan føre til. Derfor vil det være avgjørende å betrakte 4D som et mer omfattende rammeverk, for å oppnå ytterligere nytte i et langsiktig perspektiv.

# Abstract

The construction industry's capability to adapt and benefit from the digital shift is becoming increasingly important for value creation. 4D can contribute to assist the construction industry into taking the next step towards digitalization. It has already existed in Norway for several years, yet it is barely used among companies. Therefore, the purpose of this master thesis is to review the reasons why 4D is not a more attractive tool used by the companies in the Norwegian construction industry.

The master thesis builds on a previously written bachelor's thesis from 2019 within the same subject. The project group established close contact with AF Gruppen to define a main thesis connected to the key challenges regarded 4D in the industry. However, Covid-19 has to some extent limited the ability to accomplish physical interviews, case study and software courses.

To adequately illuminate the thesis statement and underlying research questions, a scientific literature study has been conducted to uncover existing theory within digitalization, scheduling, BIM and 4D modeling, as well as computer and empiricism. In addition, qualitative in-depth interviews have been conducted with people in the industry with different roles and experiences within the use of 4D, since it provides a wider range of perspectives on the empirical data.

Practical use of 4D is perceived as resource-intensive for the interviewees. It is emphasized that there are no seamless 4D tools available on the market. Furthermore, there are conservative postures towards changing established working methods, as current practice is considered effective enough. There are also shortcomings related to companies' strategy, culture and competence for practice of such comprehensive tools. For 4D to be attractive to use, methodical flexibility must exist in both software and among users. The industry must establish clearer strategies for implementing 4D and be receptive to change. It seems that a short-term perspective limits the benefits that 4D can lead to. Therefore, it will be crucial to consider 4D as a more comprehensive framework in order to achieve further benefits in a long-term perspective.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>I</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>II</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	<b>IV</b>
<b>Figurliste</b> .....	<b>VI</b>
<b>Tabelliste</b> .....	<b>VII</b>
<b>Forkortelser</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 Introduksjon</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn for valg av oppgave .....	1
1.2 Prosjektbeskrivelse og formål .....	1
1.3 Problemstilling .....	2
1.4 Valg av metode .....	2
1.5 Omfang og begrensninger .....	2
1.6 Ekstern samarbeidsorganisasjon: AF Gruppen .....	3
1.7 Oppgavens struktur og leserveiledning .....	3
<b>2 Metode</b> .....	<b>5</b>
2.1 Forskningsmetode .....	5
2.2 Troverdighet til resultatene .....	6
2.3 Innsamling av data .....	7
2.4 Evaluering av egen metode .....	11
<b>3 Digitalisering i virksomheten</b> .....	<b>13</b>
3.1 Hva er digitalisering?.....	13
3.2 Digitalisering i byggebransjen .....	13
3.3 Digital transformasjon .....	15
3.4 Digital strategi .....	18
3.5 Barrierer for digitalisering .....	19
3.6 Endring i virksomheter .....	22
3.7 Endringsledelse .....	23
<b>4 Fremdriftsplanlegging</b> .....	<b>27</b>
4.1 Planleggingens rolle i byggeprosessen .....	27
4.2 Planleggingsmetodikk.....	33
<b>5 Bygningsinformasjonsmodellering (BIM)</b> .....	<b>47</b>
5.1 Hva er BIM? .....	47
5.2 Åpen BIM .....	48
5.3 Modell modenhets indeks (MMI) .....	49
5.4 Tverrfaglig samarbeid.....	49

<b>6</b>	<b>4D-modellering</b> .....	<b>51</b>
6.1	4D-modellering .....	51
6.2	4D-verktøy.....	54
<b>7</b>	<b>Data- og erfaringslære</b> .....	<b>60</b>
7.1	Datalagring .....	60
7.2	Erfaringsoverføring .....	60
7.3	Variabilitet og standardisering.....	60
7.4	Kunstig intelligens og maskinlæring .....	61
<b>8</b>	<b>Dybdeintervju</b> .....	<b>63</b>
8.1	Presentasjon av intervjuobjektene.....	63
8.2	Digitalisering i virksomheten.....	64
8.3	Praktisering av 4D .....	71
8.4	Utvikling og innovasjon .....	80
<b>9</b>	<b>Diskusjon</b> .....	<b>87</b>
9.1	Digitalisering av byggebransjen .....	87
9.2	Implementering og praktisering av 4D.....	89
9.3	Planleggingsprinsipper og brukergrensesnitt.....	91
9.4	Barrierer for bruk av 4D.....	93
9.5	4D som digital og autonom samlingsplattform .....	96
<b>10</b>	<b>Konklusjon</b> .....	<b>99</b>
<b>11</b>	<b>Til ettertanke</b> .....	<b>101</b>
<b>12</b>	<b>Videre arbeid, forskning og utvikling</b> .....	<b>102</b>
	<b>Referanseliste</b> .....	<b>103</b>
	<b>Vedleggsliste</b> .....	<b>110</b>

# Figurliste

Figur 3-1: McKinsey Global Institute industry digitaliseringsindeks; 2015 eller siste tilgjengelige data (Agarwal, Chandrasekaran og Sridhar, 2016) .....	14
Figur 3-2: Digital modenhetsmodell (Azhari et al., 2014).....	17
Figur 3-3: Endring som forskjell mellom to ulike tidspunkter (Jacobsen, 2018, s. 18) ...	22
Figur 4-1: Produktivitetsutvikling i byggenæringen (Statistisk Sentralbyrå, 2019) .....	27
Figur 4-2: Byggeprosessen (Eikeland, 2001) .....	28
Figur 4-3: Milepælstyring (Kalsaas, 2017).....	31
Figur 4-4: Eksempel på arbeidsstruktur (WBS) (Eliassen, 2017) .....	32
Figur 4-5: Eksempel på AOA-nettverk (Rolstadås et al., 2014) .....	34
Figur 4-6: Eksempel på AON-nettverk (Rolstadås et al., 2014) .....	34
Figur 4-7: Aktivitetsavhengigheter i presedensnettverk (Rolstadås et al., 2014) .....	35
Figur 4-8: AON-nettverk med kritisk vei markert med rødt (Rolstadås et al., 2014).....	35
Figur 4-9: Eksempel på skråstrekdiagram (Halleraker, 2014) .....	37
Figur 4-10: Last Planner System (Richert, 2017).....	41
Figur 4-11: LPS i praksis (Fosse, 2019a) .....	42
Figur 4-12: Eksempel på Gantt-diagram (Eikeland, 2009).....	43
Figur 4-13: Volumfremdrift med prognose (Rolstadås et al., 2014) .....	44
Figur 5-1: Livssyklusen til en bygning og BIM (Heikkilä et al., 2018) .....	47
Figur 5-2: Åpen BIM (Statsbygg, 2010).....	48
Figur 5-3: Prosess for MMI (Fløisbonn et al., 2018) .....	49
Figur 6-1: Prosessen til 4D-modellering basert på BIM (Eastman et al., 2011).....	53
Figur 6-2: 4D Review i Synchro (Hester, 2020).....	55
Figur 6-3: Synchro Field (Virtuosity, 2020) .....	56
Figur 6-4: Gantt View i VisiLEAN (Dr. Dave, 2019) .....	57
Figur 6-5: Scheduler i VisiLean (Dr. Dave, 2019) .....	58
Figur 6-6: 4D Layout split i VisiLean (Dr. Dave, 2019) .....	58
Figur 6-7: Dashboardmodus i VisiLean (VisiLean, 2021) .....	59
Figur 7-1: Samhandling mellom kunstig intelligens og maskinlæring (Microsoft Azure, 2021, avsnitt 5) .....	62
Figur 8-1: Nøkkelord for ny teknologi.....	65

# Tabelliste

Tabell 2-1: Liste over intervjuobjekter .....	9
Tabell 3-1: Lewins tre faser og Kotters åttetrinnsmodell .....	24
Tabell 4-1: Sammenlikning av Lean mot tradisjonelt system (Ballard, 2000) .....	40
Tabell 8-1: Liste over intervjuobjekter .....	63

# Forkortelser

3D	3 dimensjoner (x,y,z)
4D	4 dimensjoner: 3D + tid
AF	AF Gruppen
AOA	Activity on Arc
AON	Activity on Node
API	Application Programming Interface
BIM	Bygningsinformasjonsmodell / -ering
CPM	Critical Path Method
CSV	Comma-Separated Values
FV	Faktisk Verdi
FoU	Forskning og Utvikling
GUI	Graphical User Interface: grafisk brukergrensesnitt
ICE	Integrated Concurrent Engineering: samtidig prosjektering
IDM	Information Delivery Manual: datakommunikasjonsprosess
IFC	Industry Foundation Classes: datamodell
IFD	International Framework for Dictionaries: dataordbok
IMRAD	Introduksjon, Metode, Resultat og Diskusjon
IV	Inntjent Verdi
KI	Kunstig Intelligens
LBS	Location-based service/structure
LC	Lean Construction
LOB	Line of Balance
LPDS	Lean Project Delivery System
LPS	Last Planner System
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing
NTNU	Norges Tekniske-Naturvitenskapelige Universitet
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PPU	Present Plan Utført. Eng. PPC
PV	Planlagt Verdi
VDC	Virtual Design and Construction
WBS	Work Breakdown Structure
XML	Extensible Markup Language



# 1 Introduksjon

*I introduksjonskapittelet presenteres bakgrunnsinformasjon og formålet med oppgaven for å sette tematikken i kontekst. Videre introduseres formulering av problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål, valg av metode, forutsetninger og avgrensninger, ekstern samarbeids-partner og til slutt en kort beskrivelse av avhandlingens struktur med leserveiledning.*

## 1.1 Bakgrunn for valg av oppgave

Det er et paradoks at forventningene til 4D ennå ikke har innfridd. Til tross for at 4D har vært i vinden i Norge i flere år allerede, er det fortsatt lite praktisert fullt ut blant norske bedrifter. For det er en bred enighet om at 4D kan føre til store besparelser av både tid og ressurser i teorien, men oppfatningen er at det er ressurskrevende og utfordrende å praktisere i samspill med næringens tradisjonelle metodikker. Ettersom det digitale skiftet stadig blir viktigere for byggenæringen å omstille seg etter og dra nytte av, ville det å få til praktisering av 4D kunne ta byggebransjen ordentlig inn i det 21. århundre. Allerede har BIM, LEAN og VDC gjennom de siste tiårene lagt et viktig grunnlag for utvikling av nye innovative og digitale løsninger, som har vært med på å rette interessen videre mot 4D-modellering. Etter flere interessante og konstruktive samtaler med Øyvind Kjøllesdal, forretningsutvikler i AF Gruppens avdeling for digital byggeplass, ble det dannet et inntrykk av at digitale løsninger av denne typen står overfor flere tekniske og metodiske utfordringer. Dette, sammen med tidligere publisert bacheloroppgave av lignende tematikk av medvirkende student, dannet grunnlaget for denne oppgaven som fokuserer på hvilke barrierer 4D-praktiseringen står overfor.

## 1.2 Prosjektbeskrivelse og formål

Den aktuelle masteravhandlingen er skrevet i samarbeid med AF Gruppen ASA, men er rettet mot alle ledere, funksjonærer og teknikere i byggenæringen. Avhandlingen tar for seg identifisering og kartlegging av eksisterende barrierer og prosesser tilknyttet praktisering av 4D, som den norske byggenæringen står overfor i dag. Fokuset vil derfor være på bransjens digitale utvikling og holdning relatert til ny teknologi og følgelig 4D. Ytterligere vil det forskes mer utdypende på hvorfor gapet mellom tiltenkt og faktisk bruk av 4D er tilsynelatende vidt.

Hensikten med oppgaven er å belyse de underliggende forhold om hvorfor 4D ikke har blitt et mer etablert verktøy i norske prosjekter. Målet er derfor å avdekke barrierene en står overfor, for deretter å analysere bakenforliggende rotårsaker. Det er ønskelig at endelig produkt skal kunne bidra til å øke bransjen sin forståelse av hvorfor 4D ikke praktiseres i større grad og hvilke hindringer som obstruerer en smidig prosess og optimale resultater. Videre er det ønskelig å bidra til større innsikt i digitalisering av byggevirksomheter med tanke på 4D og den langsiktige gevinst-realiseringsprosessen dette kan medføre ved potensiell bruk og utvikling over tid.

## 1.3 Problemstilling

Avhandlingens problemstilling er valgt på bakgrunn av formålet som er beskrevet i kapittel 1.2 Prosjektbeskrivelse og formål og formulert slik:

### «Hvorfor er ikke 4D mer attraktivt å praktisere i dagens byggeprosjekter?»

For å videre kunne besvare problemstillingen er det definert fem tilhørende forskningsspørsmål:

- I. Hvordan tilrettelegger virksomheter i byggenæringen for digitalisering?
- II. Hvilke vurderinger knyttes til implementering og praktisering av 4D i prosjekt?
- III. Hvordan ivaretar 4D tradisjonelle planleggingsprinsipper og brukergrensesnitt?
- IV. Hvilke barrierer står praktiseringen av 4D overfor i dag?
- V. I hvilken grad kan det ligge nytte i å ta i bruk 4D til videre utvikling av autonome samlingsplattformer?

Prosjektgruppen har valgt å utarbeide fem forskningsspørsmål som følge av avhandlingens omfang og kompleksitet. Det er ansett som et formålstjenlig antall for å dekke nødvendig innhold, slik at problemstillingen kan besvares med ønskelig bredde og dybde. Forskningsspørsmålene danner videre grunnlag for innhold og oppbygningen av den aktuelle oppgaven.

## 1.4 Valg av metode

Informasjonen som innhentes til oppgaven kan hovedsakelig deles i to deler: en teoretisk og en empirisk. Den teoretiske delen baserer seg på et litteraturstudium og innhentes for å danne forståelse og kunnskapsgrunnlag for den empiriske analysen. Empirien er gjennomført ved hjelp av kvalitative dybdeintervjuer ettersom masteravhandlingens problemstilling omfatter bransjens erfaring og oppfatning i stor grad. Utdypende beskrivelse av oppgavens metode er å finne i kapittel 2 *Metode*. Resultatene fra empirien er presentert i Del III *Empiriske resultater*.

## 1.5 Omfang og begrensninger

Masteravhandlingen bygger videre på en av de medvirkende studentene sin tidligere publisert bacheloroppgave fra 2019 med følgende tittel: «4D-verktøy i den norske byggebransjen». Det betyr at grunnleggende innsikt om fremdriftsplanlegging og 4D-programvare med tilhørende teori allerede foreligger. Forberedelsene for den aktuelle avhandlingen innebar derfor å gjennomgå tidligere arbeid for så å innhente oppdatert innsikt. Deretter ble det etablert kontakt med ekstern veileder for å identifisere og utforme en aktuell problemstilling med tilgang på relevante ressurser. Ettersom masteravhandlingen er tidsbegrenset, medfører det prioriteringer i metodisk innsamling av data og antall dybdeintervjuer. For øvrig utgjør Covid-19 et uforutsigbart risikomoment som kan, innenfor avsatt tidsrom, begrense mulighetene for fysiske intervjuer og programvarekurs. For å bevare forutsigbarhet ble det derfor tidlig valgt å avholde intervjuene digitalt. Primærdataene kan derfor være limitert ettersom fysiske møter gir en ekstra dimensjon.

I tillegg er det valgt å fokusere på to utvalgte 4D-programvarer, VisiLean og Synchro, basert på utbredelsen i Norge og tekniske spesifikasjoner fra tidligere empiri og analyser. Avgjørelsen er tatt med den hensikt om å spisse oppgaven inn mot dypere, mer målrettet og aktuell forskning. Utbredelse av 4D i norske byggeprosjekter er derimot begrenset i

praksis. Det kan derfor være intrikat å oppdrive tilstrekkelig med intervjuobjekter som besitter erfaring med ett eller flere 4D-verktøy.

Ytterligere ble det bestemt å analysere bruk av hovedsakelig Synchro i AF Gruppen og VisiLean i Veidekke. Dette forankres i AF Gruppens satsing på digital byggeplass og Veidekkes erfaring med VisiLean som kun et mindretall norske aktører har testet. Ved å begrense innsiktsarbeidet til de ovennevnte bedriftene, vil det trolig sikre et relativt lignende sammenlikningsgrunnlag for de ulike programvarene, praktisering og digitaliseringsstrategi knyttet til 4D. Det ettersom AF Gruppen og Veidekke anses som to av de største entreprenør-aktørene i Norge (Byggeindustrien, 2019).

## 1.6 Ekstern samarbeidsorganisasjon: AF Gruppen

AF Gruppen ASA, heretter omtalt som AF, er et norsk entreprenør- og industrikonsern som ble opprettet i 1985 (AF Gruppen, 2021a). Det er et av landets største og har hovedkontor i Oslo (Store norske leksikon, 2020). Selskapet omsatte for cirka 22,6 milliarder kroner i 2019 med cirka 5700 ansatte i Norge, Sverige, Litauen og Tyskland. Selskapet satser på 6 ulike virksomhetsområder: Anlegg, Bygg, Eiendom, Energi, Miljø og Offshore. (AF Gruppen, 2021a)

AF tar sitt samfunnsansvar gjennom å være et bærekraftig entreprenørselskap. De ønsker å drive bedriften på en ansvarlig måte, slik at de gjennom innovasjon og utvikling av tjenester kan bidra til å løse de store miljø- og samfunnsutfordringene som eksisterer i vår tid. Å fremme innovasjon, nyskaping og kompetanseutvikling er AF sine viktigste virkemidler for å drive et bærekraftig entreprenørselskap. Innovasjon for AF er å forbedre eksisterende prosesser og tjenester. Videre omhandler nyskaping å utvikle nye muligheter og tjenester det er behov for i samfunnet. For å få til god innovasjon og nyskaping, er det sentralt å bygge opp samlet kompetanse som over tid kan føre til nye standarder i byggebransjen. Det er avgjørende for å få til en langsiktig og bærekraftig verdiskaping. (AF Gruppen, 2021b)

## 1.7 Oppgavens struktur og leserveiledning

Rapportens oppbygning tar utgangspunkt i den tradisjonelle IMRAD-modellen. For å tydeliggjøre innholdet til de respektive kapitlene er fire overordnede hoveddeler etablert. Det er valgt å vektlegge Del III: *Empiriske resultater* og DEL IV: *Diskusjon og konklusjon* i størst grad, ettersom Del II: *Teoretisk grunnlag* hovedsakelig er inkludert for å danne et utgangspunkt for lesere uten faglig kompetanse for tematikken. Oppgavens struktur og innholdet i hvert kapittel presenteres kort nedenfor.

### **Del I: Introduksjon og metode**

- ◆ Kapittel 1 *Introduksjon* – Presenterer bakgrunn og formålet med oppgaven. Det blir gjort rede for valgt problemstilling, tilhørende forskningsspørsmål, valg av metode, omfang og begrensninger og ekstern samarbeidsorganisasjon.
- ◆ Kapittel 2 *Metode* – Forskningsmetode, troverdighet av metode, innsamling av data og evaluering av egen metode presenteres i dette kapitlet.

### **Del II: Teoretisk grunnlag**

- ◆ Kapittel 3 *Digitalisering i virksomheten* – Presenterer teori tilknyttet digitalisering og endringsledelse i virksomheter.
- ◆ Kapittel 4 *Planleggingsmetodikk* – Omhandler planleggingens rolle i byggeprosessen og teori tilknyttet fremdriftsplanlegging og -oppfølging.

- ◆ Kapittel 5 *Bygningsinformasjonsmodellering* – Beskriver teorien rundt BIM, åpne standarder og modell modenhet.
- ◆ Kapittel 6 *4D-modellering* – Inneholder redegjørelse for 4D-modellering generelt og de 4D-verktøyene som studeres i denne rapporten.
- ◆ Kapittel 7 *Data- og erfaringslære* – Presenterer teori tilknyttet datalagring, erfarings-overføring, variabilitet og fremtidige, digitale løsninger med maskinlæring og kunstig intelligens.

### **Del III: Empiriske resultater**

- ◆ Kapittel 8 *Dybdeintervju* – I dette kapitlet presenteres resultatene fra kvalitative intervjuer.

### **Del IV: Diskusjon og konklusjon**

- ◆ Kapittel 9 *Diskusjon* – Kapitlet omhandler drøfting av resultater funnet i både teoretisk og empirisk del. Dette knyttes opp mot forskningsspørsmålene.
- ◆ Kapittel 10 *Konklusjon* – Besvarelse av problemstilling og forskningsspørsmål ved bruk av innhentet data.
- ◆ Kapittel 11 *Videre arbeid, forskning og utvikling* – Presenterer hvordan arbeidet som er utrettet i avhandlingen kan videreføres. Fokuserer på forskning og utvikling av 4D i årene som kommer.

## 2 Metode

*Ved utarbeidelse av en vitenskapelig avhandling er valg av metode vesentlig for å sikre et godt resultat og etterprøvbarhet. Påfølgende kapittel forklarer og begrunner av den årsak hvilke metodikker som er ansett hensiktsmessig å benytte basert på oppgavens karakter og formål.*

### 2.1 Forskningsmetode

Fremgangsmåter som benyttes i vitenskapelig forskning kalles forskningsmetoder. Det utgjør de systematiske og planmessige fremgangsmåtene som ofte brukes for å kunne etablere pålitelig og gyldig kunnskap og fornuftige teorier. Forskningsmetoder inneholder prinsipper og regler som brukes til drøfting av teori og argumentasjon, til dels prosedyrer og teknikker for oppsett og gjennomføring av empiriske undersøkelser. Det eksisterer utallige systematiske metoder for valg av oppsett og gjennomføring av empiriske undersøkelser. De er basert på ulike prinsipper og retningslinjer, teknikk for problemformulering, utvelgelse av objekter og informasjonstyper, undersøkelsesopplegg, datainnsamling, analyse og tolkning av analyse. Problemstillingens karakter vil være avgjørende for hvilke metoder som er godt egnet til å bruke i denne konkrete undersøkelsen. (Grønmo, 2020a)

#### 2.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode

Kvalitativ metode er en forskningsmetode der det innhentes og analyseres data i form av tekst. Metoden kan eksempelvis utarte seg i form av: deltakende observasjon, ustrukturerte intervjuer eller kvalitativ innholdsanalyse. Objekter i slike studier er gjerne et fåtall og kan være blant annet individer eller organisasjoner. Formålet med kvalitative studier vil være å oppnå dybde-kunnskap og helhetlig forståelse av spesifikke kontekster. (Grønmo, 2020b) Kvalitativ metode er en induktiv tilnærming (Jacobsen, 2015, s. 31). Det vil si at en går fra empiri til teori, som betyr at teorien dannes ut fra informasjon innhentet fra virkeligheten (Jacobsen, 2015, s. 29).

Kvantitativ metode er derimot en forskningsmetode der det innhentes og analyseres data i form av tall. Slike studier dekker gjerne mange objekter og innholdet er basert på en begrenset mengde data om hvert objekt. Metoden baserer seg på strukturerte skjema for registrering av informasjon. Det samme skjemaet blir således brukt for alle objektene i undersøkelsen. De ulike metodene kan være: strukturert observasjon, strukturert utspørring eller kvantitativ innholdsanalyse. Slike metoder benyttes til å lage en representativ oversikt over generelle forhold og til å teste hypoteser og teorier. (Grønmo, 2020c) Kvantitativ metode er en deduktiv tilnærming (Jacobsen, 2015, s. 31; Grønmo, 2020c). Det vil si en metode der en går fra teori til empiri, og følgende skal søket etter empiri være styrt av teoretiske antakelser. Forventningene dannes dermed på bakgrunn av tidligere teorier og empiriske funn. (Jacobsen, 2015, s. 25)

Metodene har hver sin ulike tilnæringsmåte til innhenting av empiriske resultater. I dette tilfellet er det lite kunnskap om temaet som skal studeres, og derfor er kvalitative data mest nyttig for å kunne utvikle nye teorier og hypoteser. Det er ønskelig å gå i dybden av dataene, og gjerne fra et fåtall personer som har kunnskap rundt tematikken. Fordelen med denne metoden er at en får ønsket dybde og en god forståelse overfor detaljene. I tillegg vil det danne en helhetlig forståelig av situasjonen og fleksibilitet i innsamlingen av data. Ulempene med denne fremgangsmåten er derimot at det kan bli uoversiktlig fordi informasjonen blir for detaljert. En kan også risikere at undersøkelsen aldri blir helt ferdig,

ettersom fleksibiliteten blir for stor. Analysearbeidet kan derfor bli omfattende ved bruk av denne metoden. Ved at en utfører dybdeintervjuer, kan også kvaliteten på dataene være usikre på grunn av gjennomføringsmodellen. (Jacobsen, 2015, s. 137) Likevel er det ansett hensiktsmessig for prosjektgruppen å benytte en kvalitativ fremgangsmåte ved innhenting av informasjon. Årsaken til dette er at dybdeintervjuer vil være egnet for å kunne svare på oppgavens problemstilling og forsknings spørsmål.

## 2.2 Troverdighet til resultatene

Det er helt avgjørende at resultatene som innhentes i denne forskningen er troverdige for å være kvalitetssikret til å kunne brukes i ettertid. Gyldighet og pålitelighet er viktig for å påse at informasjonen som brukes i denne oppgaven er av tilfredsstillende kvalitet. Derfor er det hensiktsmessig å sørge for at kilder fra litteraturstudie og empiriske data har reliabilitet og validitet slik at det kan brukes i forskningen.

### 2.2.1 Reliabilitet

Reliabilitet er å vurdere datagrunnlagets stabilitet. Det er ønskelig at en henter inn data som viser at forskjeller eller sammenhenger er signifikant. (Svartdal, 2020) For at forskningen skal kunne være egnet til å løse problemstillingen, er en avhengig av at datagrunnlaget er pålitelig (Everett og Furuseth, 2004). Ved bruk av kvalitativ metode, vil en være avhengig av hvor pålitelige intervjuobjektene er. Flere elementer spiller derfor inn for å vurdere dette. Påliteligheten til kildene kan blant annet avhenge av individuelle erfaringer og hvor avhengig objektene er av hverandre. En vil oppnå reliabilitet dersom flere kilder gir noe av de samme resultatene. Av den grunn er det valgt å ha flere intervjuobjekter med samme stillingstittel og rollefunksjoner. I tillegg ble det valgt å inkludere flere bedrifter for å betrakte korrelasjoner i intervjuobjektene uttalelser på tvers av sektoren. Arbeidet med denne rapporten er tidsbegrenset, og intervjuobjektene ble derfor valgt ut etter gjennomtenkte kriterier for å sikre påliteligheten til resultatene.

### 2.2.2 Validitet

Validitet assosieres gjerne med gyldighet innen forskning. I hovedsak betyr det i hvilken grad en kan trekke gyldige slutninger om det en har satt seg som formål å undersøke, basert på resultater fra en studie. (Dahlum, 2020) Målet er å innhente et utvalg av relevante data som er godt egnet til å kunne svare på oppgavens problemstilling og inkludere alt av data som faktisk er av betydning. (Everett og Furuseth, 2004) For å sikre gyldigheten til dataene er det valgt å benyttes seg i så stor grad som mulig av akademiske databaser. I tillegg har relevante kilder blitt vurdert etter TONE-prinsippet for å ytterligere påse validitet og kvalitet. Det har vist seg å være utfordrende å innhente tilstrekkelig oppdatert informasjon om på visse områder. Blant annet har fremdriftsplanlegging og -oppfølging en del utdatert stoff, ettersom byggesektoren ikke har utviklet seg nevneverdig de siste tiårene. På den andre siden har det også vært nødvendig å innhente nyere teori, for å danne et kunnskapsgrunnlag for oppgavens moderne og digitale tematikk. Spesielt omhandler dette kapitlene om 4D, kunstig intelligens og maskinlæring til planlegging i byggesektoren. Derfor har det blitt benyttet en del ikke-akademiske databaser for å i det hele tatt få tilgang på aktuell informasjon. Imidlertid er det påsett at informasjonen i de nyere kildene korrelerer med hverandre til tross for ulikt opphav, slik at gyldigheten sikres.

## 2.3 Innsamling av data

Ved utarbeidelse av vitenskapelige rapporter, artikler og avhandlinger kreves datainnsamling. For å belyse tematikkens ulike aspekter og besvare problemstillingen er det essensielt å ta i bruk egnede informasjonsinnhentingemetoder for å oppnå tilfredsstillende resultater. På bakgrunn av oppgavens karakter og problemstilling, er det ansett hensiktsmessig å benytte litteraturstudie og kvalitativ undersøkelse i form av intervju. Årsaken til dette forankres primært i at kunnskap og informasjon om emnet hovedsakelig er erfaringsbasert.

### 2.3.1 Litteraturstudie

Litteraturstudie er en systematisk metode som omhandler velorganisert søk blant eksisterende publisert data. Dette utføres for å identifisere et bredt spekter av referanser av god kvalitet innenfor et bestemt emne. (Rau, 2004) Ved å gjennomgå og vurdere et stort utvalg litteratur og forskning opparbeides en bred forståelse og et fundamentalt kunnskapsgrunnlag om tematikken. Dette i kombinasjon med innhentet empiri vil være vesentlig for å oppnå en troverdig og transparent diskusjon for å besvare problemstillingen.

Store deler av litteratursøket er allerede gjennomført i tidligere arbeider. Følgelig fordi masteroppgaven bygger videre på en av de medvirkende studentene sin bacheloroppgave fra 2019 av samme tematikk. Dog er det gjennomført en ny litteraturstudie for å oppdatere og supplere med nødvendig informasjon. Dette for å sikre relevans og opparbeide ytterligere kompetanse på både repetitive og nye områder. Litteratursøkene baserer seg på samme prinsipp og vurderingsmetodikk, og forklares derfor samlet i påfølgende avsnitt. Avsnittene nedenfor om *Databaser* og *Vurderingsmetode* er hovedsakelig basert på tidligere arbeid om litteratursøk, med noen modifikasjoner, og gjengis derfor i store helheter i disse delkapitlene. Årsaken til gjengivelsen er fordi innholdet er ansett som like aktuelt i denne oppgaven som i tidligere arbeid. Derimot er nøkkelord og søkeord rettet mot den aktuelle oppgaven. (Bjørnstad, 2020)

#### **Databaser**

IGLC, Oria og Google Scholar er de akademiske databasene som er benyttet i oppgaven. Alle de benyttede databasene er kjent og anbefalt fra tidligere gjennom ansatte ved institutt for Bygg- og miljøteknikk og biblioteket på NTNU. For å finne relevant litteratur begynte søket i Google Scholar med et utvalg nøkkelord som: 4D, implementering av 4D, endringsledelse, LEAN Construction og fremdriftsplanlegging. Dette for å kartlegge hvor mange treff som potensielt dukker opp og om søket må avgrenses eller åpnes mer med trunkering eller andre synonymer (VIKO, 2021). Ved avgrensninger i søk ble boolske operatører som *and* og *or* inkludert, i tillegg til et begrenset tidsrom fom 2010 til i dag. Dette for å prøve å fremskaffe noe av den nyere forskningen på området. Likevel viste det seg at noen søkeord ga relativt mange treff, så det ble fattet en beslutning om å selektere ut med andre avgrensninger etter anbefalinger fra veiledere og tidligere kjennskap til nøkkelpersoner på det aktuelle fagområdet.

Det ble også valgt å benytte et selektert utvalgt av ikke-akademiske databaser på bakgrunn av tidligere erfaringer innenfor tematikken 4D. Derfor ble blant annet buildingSMART og CIFE inkludert. Disse publiseringsplattformene anses som høyst relevant for å finne hensiktsmessig informasjon om valgt tema, og kan potensielt gi nyere innsikt enn publikasjonene i de akademiske databasene. Etersom søkeområdet er snevrere hos de utvalgte databasene ble kun nøkkelordet 4D i all hovedsak benyttet. Utover dette ble det kun nødvendig å avgrense søket ytterligere i CIFE, og det ble gjort etter forfatter.



Grunnen til at Fischer ble benyttet forankres i hans presedens og erfaring innenfor fagfeltet. Både norske og engelske søkeord har blitt benyttet i de akademiske og ikke-akademiske databasene. Dette for å inkludere informasjon og forskning rettet mot det norske markedet, men likevel påse bredde og nye innfallsvinkler ved internasjonale publikasjoner.

Citation chaining, også kalt snowballing, er en søketilnærming for å identifisere nyttig litteratur gjennom allerede utvalgte publikasjoners referanser i tillegg til databasesøk. Det skilles mellom forward citation chaining, som tar for seg hvem som har sitert den aktuelle kilden, og backward citation chaining som går ut fra referanselisten. (Jalali og Wohlin, 2012) Begge tilnærmingene er benyttet i hver sin grad med hensyn på om det har vært aktuelt å finne nyere publikasjoner (forward) eller eldre mer grunnleggende litteratur (backward).

### **Vurderingsmetode**

For å tilstrebe akademisk redelighet og troverdighet har kilder og informasjon blitt evaluert gjennom TONE-prinsippet etter anbefaling fra VIKO (VIKO, 2021). TONE er et akronym basert på fire hovedkriterier, opplistet under, og består av en kritisk gjennomgang av aktuelle funn for å vurdere om kilden er sikker og relevant med tilstrekkelig kvalitet (Overland, 2018).

Troverdighet går ut på hvor pålitelig informasjonen til kilden er. Her vurderes kildens opphav etter reliabiliteten av forfatteren(e) eller organisasjonen som har skrevet litteraturen, og plattformen den er publisert gjennom. (Overland, 2018) Benyttede parametere for å sikre troverdigheten er: forfatteren(e), organisasjonen eller institusjonens kompetanse og kredibilitet innenfor det aktuelle fagfeltet, siteringer, fagfelle vurderinger og publiseringsplattformens omdømme og innhold.

Objektivitet sier noe om kildens nøytralitet. Upartiskhet i kilden er viktig for å påse at all relevant informasjon om saken blir belyst, og ikke bare det som gagnar forfatteren synspunkt. Dette er vurdert gjennom å se på hvordan dataene er presentert, forfatterens hensikt og overenstemmelser med tidligere kjent informasjon om tema. (Overland, 2018)

Nøyaktighet omhandler forskningsmetodikken, og hvor presis og detaljert litteraturen er. Gjennom å se etter skrivefeil, oppbyggingsstruktur (IMRaD), når kilden sist ble oppdatert, hvilke kilder er benyttet i litteraturen og om innholdet bekreftes av minst to andre sikre kilder vil en kunne avdekke tilstrekkelig grad av nøyaktighet kilden inneholder. (Overland, 2018)

Egnethet vil si i hvilken grad kilden passer tiltenkt formål. For å finne ut om kilden er egnet har det vært fokus på målgruppe (språk og detaljer), formål, vinkling, og tilgjengelighet (publiseringskanal og -år). (Overland, 2018)

### **2.3.2 Intervju**

Som beskrevet innledningsvis i kapittel 2.1.1 *Kvalitativ og kvantitativ metode* ble kvalitativ metode ansett mest hensiktsmessig å innhente data på for å oppnå dybdekunnskap og helhetlig forståelse av problemstillingens kontekst. Dette medfører at dybdeintervju vil være den primære kilden for oppgavens resultater. Ved å utføre intervjuer av en slik karakter innhentes erfaringer fra bransjen og tilhørende arbeidsstokk noe som er nødvendig for å besvare oppgaven. Etter at funnene er bearbeidet vil det være mulig å betrakte om resultatene er ekvivalent med hverandre eller korrelerer med annen vitenskapelig litteratur.



## Valg av intervjuobjekter

For å belyse ulike aspekter vedrørende oppgavens problemstilling er det viktig å finne gode og relevante intervjuobjekter. I samarbeid med Stian Schjølberg, Øyvind Kjøllesdal og Tore Rausand ble et utvalg personer i AF Gruppen utnevnt som det kunne være av interesse å knytte kontakt med. De ulike kandidatene ble deretter strategisk- og variasjonsutvalgt etter bakgrunn og rolle, for å innhente et spekter av ulike erfaringer, kunnskaper og synspunkter om tematikken (Dalland, 2017, s. 142). Det ble i tillegg gjort søk etter andre potensielle intervjuobjekter i egenregi som det var grunn til å tro hadde interessant innsikt å bidra med til oppgaven. Utvelgelsesprosessen var tidkrevende, men intervjuobjekter med riktig innsikt i forhold til valgt problemstilling vil ha essensiell innvirkning når resultatene skal drøftes. Utvalgte intervju-objekter er presentert i Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Liste over intervjuobjekter

Nr.	Navn	Bedrift	Stilling
1	Tore Rausand	AF Gruppen	BIM-tekniker
2	Erland Sveipe	AF Gruppen	Prosjektleder
3	Mats Helland	AF Gruppen	Prosjektleder
4	Kjetil Nygård	AF Gruppen	Anleggsleder
5	Tobias Martinsen	AF Gruppen	Anleggsleder
6	Jørgen Løvold	AF Gruppen	Anleggsleder
7	Eirik Kristensen	Veidekke	Leder for digital forretningsutvikling
8	Nils Andrew Mogstad	Veidekke	Prosjektleder
9	Patrik Oreman	Veidekke	Anleggsleder
10	Magnus Jacobsen	Betonmast	VDC og BIM ansvarlig
11	Fredrikke Kirkevollen	LAB Entreprenør	Anleggsleder

## Struktur og forberedelser

For å innhente etterspurt data, men samtidig påse at nye perspektiver og uforutsett, sentral informasjon skal fanges opp er det valgt å gjennomføre semistrukturerte intervjuer (Saunders, Lewis og Thornhill, 2015). Det betyr at en følger en overordnet intervjuguide med utarbeidet spørsmål og tematikker, men rekkefølgen av spørsmålene i større grad kan variere basert på intervjuobjektets besvarelse (Dalland, 2017, s. 148). Dette for å bedre bevare flyt i samtalen og komme med relevante oppfølgingsspørsmål tilpasset responsen på spørsmålet.

Godt forarbeid er avgjørende for å oppnå ønsket resultat fra intervjuene. Derfor er det viktig å ha tilstrekkelig med innsikt om temaet som skal diskuteres, slik at spørsmålene som stilles er åpne men gjennomtenkte, og gjenspeiler hvilken informasjon en vil hente fra intervjuobjektene. Ettersom en av medstudentene i prosjektgruppen har skrevet om 4D-verktøy tidligere forelå det allerede en basiskunnskap om tematikken. Videre ble

relevant litteratur gjennomgått av hele prosjektgruppen for å skaffe oppdatert og større innsikt i den nye problemstillingen denne oppgaven ville omfatte. Deretter ble det utarbeidet en intervjuguide for å gi en faglig og mentalt forberedes til intervjuobjektene før gjennomførelsen av intervjuet (Dalland, 2017, s. 167). Intervjuguiden ble i første omgang utarbeidet av prosjektgruppen, etterfulgt av innspill og revidering med veileder fra NTNU, Eilif Hjelset, og AF Gruppen, Øyvind Kjøllesdal. Dette for å sikre at spørsmålene er tilstrekkelig dekkende i forhold til oppgavens intensjon og eliminere misforståelser. Intervjuguidene som ble utformet kan betraktes i sin helhet i vedlegg 1A og 1B.

### **Gjennomførelse**

For at intervjuobjektene skulle få en indikasjon på hvilke temaer og type informasjon som var ønskelig å få ut av møtet ble intervjuguiden sendt ut på epost ca. én uke før den respektives intervju. Ved å gjøre dette fikk de også mulighet til å reflektere noe dypere rundt sine besvarelser, og på den måten minimere forhastede svar og lite utfyllende respons. Ulempen ved dette er at en kan miste litt av de impulsive og ubevisste svarene, som kan være vel så viktig, hvis intervjuobjektet får for god betenkningstid. Oppfølgingsspørsmål ble derfor benyttet som et viktig virkemiddel for å fremme spontanitet og intuisjon i intervjuobjektens besvarelser. Selv om prosjektgruppen kom med spontane oppfølgingsspørsmål knyttet til responsen, var det også utarbeidet noen oppfølgingsspørsmål på forhånd som vist i vedlegg 1B *Intervjuguide for intern bruk*. Grunnen til at disse forhåndsførte oppfølgingsspørsmålene ikke ble presentert og vedlagt i Vedlegg 1A *Intervjuguide for respondenter*, var for at intervjuobjektene ikke skulle bli påvirket av eller forberede seg på de aktuelle spørsmålene.

Alle intervjuene ble gjennomført over digitale videokommunikasjonsplattformer grunnet Covid-19 og uforutsigbarheten den medførte. Ettersom intervjuobjektene allerede benyttet seg av slike samtaleplattformer i arbeidssammenheng ble ikke dette ansett som nevneverdig hemmende for kommunikasjonsflyten. Samtalene startet med en introduksjon av masteroppgavens problemstilling og hensikt, kort om de medvirkende i prosjektgruppen, samtykke om lydopptak og sitering, etterfulgt av opplysningsspørsmål om intervjuobjektet som stilling, erfaringstid i bransjen og lignende. Dette ble gjort som et strategisk valg for raskt å etablere kjennskap, samtidig som samtalen kommer lett i gang. På den måten vil intervjuobjektet føle mer trygghet i situasjonen. (Kvale og Brinkmann, 2015) Lydopptak ble benyttet for å ivareta informasjonens og dens kvalitet, og det ble informert om at opptakene ville bli slettet etter oppgavens ferdigstilling. Deretter ble intervjuguiden fulgt i varierende rekkefølge og oppfølgingsspørsmål stilt etter beste hensikt. I etterkant av intervjuet ble lydfilen transkribert, sammenfattet og bearbeidet fortløpende for å tydeliggjøre de viktigste momentene.

### **Analyse**

For å påse at informasjonen var blitt tolket korrekt ble intervjuet sendt til de respektive intervjuobjektene for godkjennelse sammen med en samtykkeerklæring som vist i vedlegg 3 *Samtykkeerklæring*. På den måten ble dataene kvalitetssikret og feilsiteringer, mistolkninger eller ugunstige formuleringer luket ut. En slik bearbeidelsesprosess er nødvendig for å mer hensiktsmessig benytte seg av informasjonen som er innhentet og sikre at betydningen av intervjuobjektets uttalelse er ivaretatt. Den er derimot svært tidkrevende som limiterer antall intervjuobjekter på bakgrunn av oppgavens avgrensning i tid. Videre ble intervjuene sortert og sett i sammenheng med hverandre for å finne korrelasjoner eller motstridende argumenter. De mest sentrale poengene og sitatene ble deretter benyttet i oppgaven. Intervjuene kan imidlertid leses i sin helhet i vedlegg 2 *Intervjuer*.

## 2.4 Evaluering av egen metode

Opggaven inneholder ulike begrensninger både i tid og omfang som potensielt kan generere feilkilder i valgte metodikker. Derfor er det vesentlig å være bevisst på hvilke typer feilkilder som kan oppstå for å minimere påvirkningen de har på resultatet. Ettersom det er foretatt en litteraturstudie med samme metode i forbindelse med tidligere skrevet litteratursøk, anses feilkildenes aktualitet som like gjeldende for dette litteraturstudiet. Av den grunn er det valgt å gjengi denne informasjonen i det respektive delkapittelet. (Bjørnstad, 2020)

### 2.4.1 Feilkilder litteraturstudier

Valg av metode innvirker på kvaliteten til litteraturstudiet, og avgjør i hvilken grad resultatene er til å stole på (Busch, 2013). Derfor er det vesentlig å være observant på hvilke svakheter valgte metodikker kan føre med seg for å minimere den negative påvirkningen. For å besvare problemstillingen objektivt har det vært fokusert på å unngå såkalt «cherry-picking», som baserer seg på konsekvent utplukking av de fakta som støtter en bestemt hypotese eller oppfatning. For å forhindre bruk av feilkilder har førstehåndskilder blitt benyttet så langt det har latt seg gjøre, samt etterprøving av kilden i annen litteratur for å påse bredde og pålitelighet. En annen potensiell risiko kan være at informasjonen blir for ensidig gjennom metodikken citation chaining. Ettersom forfattere ofte siterer egen forskning fra tidligere arbeider av samme tema, vil ensidighet i større grad forhindres ved databasesøk. (Jalali og Wohlin, 2012)

Når det kommer til søk i ikke-akademiske databaser vil fallgruvene for upålitelig informasjon og usikkerheten knyttet til faglig kvalitet være større enn i akademiske databaser. Grunnen til at slike databaser er inkludert er for å sikre et overblikk over ny, relevant informasjon som kan ha kommet gjennom artikler eller nærings sider som ennå ikke har akademisk akkreditering. Det betyr ikke direkte at kilden ikke er pålitelig, men det setter større krav til håndtering og granskning av kildens innhold og formål gjennom TONE-prinsippet med tanke på faglig kompetanse og partiskhet.

### 2.4.2 Feilkilder intervju

Det kan også foreligge feilkilder i den kvalitative metoden. Primært er det knyttet til tvetydig tolkning av spørsmålene i intervjuguiden og om intervjuobjektene er av tilstrekkelig representativt utvalg. For å redusere misforståelser er intervjuguiden gjennomgått med både ekstern og intern bistand fra AF Gruppen og NTNU. Det har bidratt til å sikre entydige og velformulerte spørsmål slik at det skal være klarhet i hva det spørre om, uten å legge for mye føringer. Det har vært ønskelig å få intervjuobjektet selv til å reflektere rundt spørsmålene og ikke fremprovosere forhåndstenkte resultat ved å legge ord i munnen på informantene. Ved uklarheter eller der intervjuerne har sett at ikke spørsmål og svar samhandler har spørsmål blitt omformulert. En annen fallgruve er spørsmål der erfaringsunderlaget til informanten er mangelfullt, noe som kan føre til synsing eller feilinformering. Da er det relevant å ha et semistrukturert intervju som gir muligheten til å vinkle spørsmålene på nye måter for å avdekke hva og hvorfor den manglende erfaringen foreligger. Det kan være vel så verdifullt.

Ettersom resultatene i oppgaven hovedsakelig baseres på empiri fra et utvalg intervjuobjekter innenfor den norske byggenæringen kan de ikke betraktes som absolutte. Personlige erfaringer og holdninger vil ikke være fullstendig representativ på bakgrunn av at menneskers oppfattelse av situasjoner varierer. Det kan derfor være grunn til å tro at

det eksisterer flere tolkninger og motstridene meninger både innad og i ulike prosjekter, bedrifter eller aktørroller. Dette bør leseren av oppgaven være klar over ved betraktning av oppgavens empiri og resultat. I tillegg kan partiskhet og interessemoment påvirke uttalelsene til intervjuobjektene basert på egen rolle eller stilling i bedriften. Av den grunn er det ansett hensiktsmessig å ha flere intervjuobjekter med tilnærmet lik rollebeskrivelse for å identifisere om det er gjentakende trender i uttalelsene eller ikke.

### 2.4.3 Feilkilder om programvare

Når det kommer til informasjon om programvarene, har andelen av praktisk erfaring vært begrenset. Det betyr at store deler av informasjonsgrunnlaget til programvarene er innhentet gjennom produsenter og andre brukere. Da det er varierende utbredelse og erfaringsgrunnlag med programvarene har det vært utfordrende å lokalisere intervjuobjekter som besitter all ønsket informasjon om programvaren. Derfor har de aktuelle blitt utvalgt etter beste evne og gjennom nettverksoppsporing i miljøet for å dekke spekteret så godt det lar seg gjøre. Det må også tas høyde for at informasjon innhentet av produsentene ikke er fullstendig objektivt, dersom spørsmålene ikke dreier seg om rene tekniske funksjoner. I tillegg utvikles programvarene kontinuerlig slik at det stadig forekommer nye oppdateringer. Leser bes derfor være oppmerksom på at intervjuede brukere ikke alltid har utbredt kunnskap om programvarenes nyeste funksjoner. Det samme gjelder for gyldigheten til produsentinnhentet informasjon som beskrives i denne oppgaven.

## 3 Digitalisering i virksomheten

*Påfølgende kapittel tar for seg digitalisering i byggenæringen. Formålet er å etablere en forståelse overfor hvilke digitale utfordringer som eksisterer i bransjen, betydningen av digital transformasjon, samt viktigheten av digital strategi og endringsledelse.*

### 3.1 Hva er digitalisering?

«Digitalisering handler om å bruke teknologi til å fornye, forenkle og forbedre. Det handler om å tilby nye og bedre tjenester, som er enkle å bruke, effektive og pålitelige. Digitalisering legger til rette for økt verdiskaping og innovasjon, og kan bidra til å øke produktiviteten i både privat og offentlig sektor.» (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2014, avsnitt 1). Digitalisering handler om mer enn overgangen fra manuelle systemer til digitale løsninger. Det er viktig at IT ikke kun er et hjelpemiddel i digitaliseringsprosessen, men en del av virksomheter sitt DNA. Økning av det digitale kompetansenivået internt vil være avgjørende for virksomheter som ønsker å være ledende innenfor sin sektor. Det er viktig at ledelsen i organisasjoner forstår potensialet som ligger i ny teknologi, slik at en får utnyttet mulighetene som eksisterer. Dersom det er på plass, vil digitale løsninger bidra til videutvikling av virksomheter og legge til rette for vekst og god sikkerhet. For å digitalisere, må bedrifter gjennom en omstillingsprosess. Prosessen fører til at nye eller eksisterende digitale løsninger blir brukt på andre måter, noe som resulterer i at virksomheter må endre seg. De som tilpasser sin strategi, slik at den samsvarer med endringen som den nye teknologien påfører virksomheten, vil lykkes best med omstillingsprosessen. (Haraldseth, 2021)

### 3.2 Digitalisering i byggebransjen

Selv om byggesektoren har vært sen med å ta i bruk innovasjon innen prosess og teknologi, eksisterer det også vedvarende utfordringer når det gjelder grunnleggende faktorer i utførelsen. Eksempelvis forblir prosjektplanlegging ukoordinert mellom prosjekterende og entreprenør, og papir brukes fortsatt ofte på byggeplass. Kontrakter inkluderer ikke insentiver for risikodeling og innovasjon; resultatstyring er utilstrekkelig, og forsyningskjedepraksis er fremdeles enkel. Ifølge en rapport fra McKinsey tar store prosjekter typisk 20 prosent lenger tid å fullføre enn planlagt, og kostnadene er opptil 80 prosent over budsjett. Bransjen har ennå ikke omfavnet ny digital teknologi som trenger forhåndsinvesteringer, selv om de langsiktige fordelene er betydelige. (Agarwal, Chandrasekaran og Sridhar, 2016)

FoU-utgifter i bygg- og anleggssektoren ligger bak andre næringer med mindre enn 1 prosent av inntektene. Til sammenlikning er andelen i bil- og luftfartssektoren 3,5 til 4,5 prosent. Dette er også tilfellet for IT-utgifter, som står for mindre enn 1 prosent av inntektene i byggebransjen, selv om det er utviklet en rekke nye programvareløsninger for bransjen. (Agarwal, Chandrasekaran og Sridhar, 2016) Figur 3-1 viser at byggebransjen er blant de minst digitaliserte sektorene.



Figur 3-1: McKinsey Global Institute industry digitaliseringsindeks; 2015 eller siste tilgjengelige data (Agarwal, Chandrasekaran og Sridhar, 2016)

Tekniske utfordringer som er spesifikke for byggebransjen spiller en rolle i den lave hastigheten til digitaliseringen. Det er ingen enkel oppgave å lansere løsninger på tvers av byggeplasser, for flere sektorer, som er geografisk spredt. Sannsynligvis vil det også være utfordrende å skape nye muligheter i stor skala for små byggefirmaer, som ofte fungerer som underleverandører, der det varierer i hvilken grad virksomhetene er i stand til å bruke teknologi og digitale produkter. Imidlertid vil ikke noe av dette bli lettere. Prosjekter blir stadig mer komplekse og større i skala. Den økende etterspørselen etter miljøvennlige konstruksjoner betyr at tradisjonell praksis må endres. Mangelen på faglært arbeidskraft og tilsynspersonell vil bare bli større, og dette er områder som krever nye måter å tenke og jobbe på. Tradisjonelt har sektoren hatt en tendens til å fokusere på å gjøre trinnvise forbedringer. Det kommer av at mange mener at et hvert prosjekt er unikt, at det ikke er mulig å skalere opp nye ideer og at å omfavne ny teknologi er upraktisk. (Agarwal, Chandrasekaran og Sridhar, 2016)

### 3.2.1 Utfordringer i byggebransjen

I byggenæringen eksisterer det flere utfordringer som gjør digitaliseringen krevende å implementere. Forskning i bransjen har spesielt fokusert på å kartlegge barrierer og utarbeide løsninger for læring og innovasjon. Prosjekter i næringen er komplekse og unike slik at det eksisterer rom for nye, kreative løsninger som fører til muligheter for videre

læring. I tillegg involverer prosjektene mange aktører med ulik kunnskap, og dermed vil en potensielt kunne ta viktig lærdom av andres erfaringer. Utfordringen vil være at store deler av kunnskapen som skapes ute i prosjektene, og mellom aktørene, ikke lagres internt i virksomheten. Den tilhører prosjektet lokalt og ved ferdigstilling forsvinner læringen, ettersom prosjektdeltakerne går videre til nye prosjekter. Å se på prosjekter som en mulighet til praktisering av nye løsninger og derav ny lærdom er en fin tanke, men prosjektformen kan også vanskeliggjøre erfaringsoverføring på tvers av organisasjonen. Hvert individuelle prosjekt krever mye læring i utgangspunktet, og den kunnskapen som etableres er til en viss grad spesifikt for det respektive prosjektet. Derfor vil det være krevende å føre den tilbake til virksomheten og videre nyttiggjøre seg av den i nye prosjekter. (Bygballe og Goldeng, 2012)

Forskning på læring og innovasjon i næringen har primært fokusert på intern læring i virksomheter, og hvordan kunnskap kan overføres mellom prosjekter og fra prosjekter tilbake til bedriften. Bransjen må håndtere et nettverk av komplekse grensesnitt, og konkurransedyktigheten avhenger av et effektivt nettverk av bedrifter og ikke kun den enkelte bedriften. Læring foregår mellom aktører, og den fragmenterte byggenæringen gjør dette utfordrende. Varierende organisatoriske og økonomiske forhold tilknyttet kontraktsforhold og ulike verdiskapningslogikker, gjør det krevende å dele kunnskap i bransjen og komme frem til løsninger sammen i prosjekter. Virksomheter i byggenæringen nyttiggjør seg ikke av hverandre i stor nok grad (Dubois og Gadde, 2001). Sett i lys av konkurransesituasjonen i bransjen basert på markedet, der det primært er fokus på pris og kontrakter, er relasjoner ofte begrenset til enkeltprosjekter. Det fører til kortsiktig produktivitet og lite læringsoverføring. Følgende blir det krevende å realisere innovasjon på grunnlag av at det ikke er nok gjentakelser som legger til rette for læring med økonomisk gevinst. (Bygballe og Goldeng, 2012)

### 3.3 Digital transformasjon

«Digitalisering er hovedårsaken til at drøyt halvparten av selskapene på Fortune 500 har forsvunnet siden år 2000» (Leipzig *et al.*, 2017, som sitert av Nanterme, avsnitt 1). Digitalisering har fått mye trekkraft og på den måten fullstendig endret kundeatferd og forventninger. Organisasjoner og forretningsmodeller trues med å transformeres helt. Leipzig *et al.* (2017, som sitert av Nuttall, avsnitt 1) mener at: «[...] dersom du ikke fornyer virksomheten din, vil sjansen være stor for at noen andre gjør det». Bedrifter i alle bransjer føler seg presset til å bli digitale, og vet at de trenger å gjøre det raskt før de blir etterlatt av innovative og digitalt fokuserte konkurrenter og nye aktører. (Leipzig *et al.*, 2017)

«Digitalisering av eksisterende prosesser er en forutsetning for en vellykket digital transformasjon, men ikke tilstrekkelig.» (Storehaug, 2018, avsnitt 19). Digital transformasjon foregår når virksomheter bruker digitale teknologier til å øke effektiviteten. Det handler om å benytte seg av teknologi på en måte som fører til forvandling av virksomhetens tjenester til noe bedre, og ikke bare for å gjenskape en eksisterende tjeneste i digital form. Digital transformasjon påvirker alle nivåer av virksomheten. Teknologi, ansatte, prosesser og styring må gjennom en slik transformasjon i møte med nye teknologier og krav fra fremtidens kunder. (Storehaug, 2018)

#### 3.3.1 Digitale barrierer

De fleste virksomheter har innsett behovet for digitalisering, men likevel hindrer ulike utfordringer dem i å starte eller å dra nytte av digital transformasjon (Leipzig *et al.*, 2017).



Utfordringene kan forekomme i alle tre faser av den digitale transformasjonen, nemlig innledningsfase, utførelsesfasen og koordineringsfasen (McAfee *et al.*, 2011). Typiske barrierer, nevnt av selskapene selv, i blant annet McAfee *et al.* (2011) sin undersøkelse, inkluderer utilstrekkelige IT-strukturer, mangel på tekniske ferdigheter, utilstrekkelige forretningsprosesser og høy implementeringsrisiko og -kostander (Leipzig *et al.*, 2017). Albrecht (2015) poengterer muligens den viktigste kulturelle barrieren som ofte er undervurdert og vanligvis ikke anerkjent av selskaper. Det er folks manglende vilje til å endre seg, og deres likegyldighet overfor nødvendigheten av en radikal endring som digitalisering (Albrecht, 2015).

### 3.3.2 Digital modenhet

Digital modenhet defineres av Deloitte (2021a, avsnitt 3) som «Organisasjoner som bruker digitale arbeidsmåter og teknologier for å forbedre prosesser, engasjere arbeidsstyrken og drive frem nye forretningsmodeller.». Digital modenhet presenteres ofte som forskjellige nivåer i en modenhetstrapp som kan angis for både virksomheten og for individer. Azhari *et al.* (2014) presenterer en modenhetsmodell for den digitale transformasjonen som tydelig viser dybden av digitalisering. Modellen fremstilles i Figur 3-2 og består av åtte dimensjoner av digitalisering: strategi, ledelse, produkter, operasjoner, kultur, mennesker, styring og teknologi. Disse dimensjonene kan oppfylles i varierende omfang. Videre er det definert fem nivåer av digital modenhet der selskaper kan klassifiseres. Det første nivået er *uvitende*. Det beskriver selskaper som ikke har noen strategi for digital transformasjon, og det er heller ingen digital kompetanse tilgjengelig. Et slikt selskap vil foreløpig ikke tilby digitale løsninger for produkter eller tjenester, og mangler en generell bevissthet i organisasjonen for behovet for digital transformasjon. Bedrifter som er klassifisert etter *konseptuelt* nivå, er de som tilbyr noen få digitale løsninger for produkter eller tjenester, men er fremdeles uten digital strategi. De med et *definert* digitaliseringsnivå er i stand til å konsolidere erfaringer fra pilotimplementeringer i delvise strategier. På dette stadiet har en kultur av digital tenkning fått rot i selskapet. Lønnsomheten til disse delstrategiene og effekten av pilotimplementeringene blir vurdert og brukt til å utvikle en overordnet digital strategi. Når det utvikles en klar digital strategi, faller selskapet inn i det *integreerte* modenhetsnivået. Først når denne strategien er implementert på tvers av alle produkter og forretningsprosesser, kan selskapet klassifiseres som *transformert*. Den definerte digitale strategien vil ha transformert forretnings- og driftsmodellene til selskapet. (Leipzig *et al.*, 2017)



	Unaware	Conceptual	Defined	Integrated	Transformed
Strategy	Strategic vision, transformation roadmap				
Leadership	Management methods, sponsorship, resources				
Products	Business model, innovation capabilities, digital value chain				
Operations	Channels & business practices, processes, agility				
Culture	Customer centricity, hierarchy vs. network, openness				
People	Roles, expertise, capabilities				
Governance	Communication & collaboration rules, KPIs, alignment				
Technology	Software tools, cloud architecture, ICT infrastructure, industry 4.0				

Figur 3-2: Digital modenhetsmodell (Azhari et al., 2014)

Modenhetsmodellen er en måte for bedrifter å klassifiseres seg i en kategori av digital modenhet. Likevel gir ikke modellen veiledning for å øke modenhetsnivået. Mange selskaper har et stort ønske om å digitalisere, men det eksisterer ikke en korrekt eller tydelig definert metode for suksess. Det er krevende å reagere og være innovativ i et dynamisk miljø, der digitalisering har en enorm forstyrrende effekt på alle bransjer og gjør hele forretningsmodeller overflødige. Utfordringene eksisterer ikke kun i omfanget av forstyrrelsen en kan forvente, men snarere i virksomhets manglende evne til å fungere utenfor sitt normale driftsmiljø. Det antyder at faktorer som manglende IT-strukturer eller tekniske ferdigheter, som antas å være begrensende, faktisk ikke er de viktigste hindringene for digitalisering. Fokuset rettes heller mot mangel på ledelse og digital smidighet i selskapet. Ekspertene er enige om at digitalisering ikke bare handler om teknologier, men heller at det kreves en radikal, strategisk og kulturell endring fra bedriften. Virksomheter burde derfor se mot strategiske styringsmodeller for en transformasjonsmetode for digitalisering. (Leipzig et al., 2017)

Rapporten fra Deloitte er basert på en undersøkelse av 158 ledere i store organisasjoner i både privat og offentlig sektor i Storbritannia. Hele 90 prosent av ledere i digitalt modne organisasjoner er trygge på egne ferdigheter til å kunne lede virksomheten i den digitale økonomien. Kun 41 prosent av ledere i tidligere faser opplever det samme. Det gir en indikasjon på at det eksisterer en sammenheng mellom digital modenhet og digital trygghet blant lederne som deltok i undersøkelsen. Ledere som er trygge på egen kompetanse, er bedre på å søke hjelp til å videreutvikle egne digitale ferdigheter sammenliknet med usikre ledere. Det indikerer et økende gap i ferdighetsnivå og digital trygghet mellom ledere som er trygge på egen digital kompetanse og de som ikke er det. Videre viser det seg at 81 prosent av ledere i organisasjoner med nødvendige ressurser for utvikling av digital kompetanse opplever å være trygge. I virksomheter der ressursene ikke er tilstrekkelige, opplever kun 34 prosent av ledere trygge på egne evner. Digitalt modne bedrifter legger bedre til rette for digital utvikling i egen organisasjon. (Deloitte, 2021a)

### 3.3.3 Virksomheters forberedelse på digital endring

Den globale rapporten «Digital Business Global Executive Study» fra 2016 viser at nesten 90 prosent av ledere forventer en stor eller moderat digital disruptiv endring. Mindre enn halvparten av disse gir uttrykk for at de forbereder seg tilstrekkelig for en slik endring. Organisasjoner oppretter roller med digitalt fokus eller endrer tradisjonelle roller til å ha en digital orientering for å tilpasse seg et økende digitalt markedsmiljø. Til tross for dette mener de fleste ledere at virksomheten ikke forbereder seg i tilstrekkelig grad på denne transformasjonen de selv forventer at vil skje som et resultat av digitale trender. (Deloitte, 2021b)

Det er krevende å forberede seg på en digital fremtid. En må utvikle digitale evner som krever at virksomhetens aktiviteter, ansatte, kultur og struktur samsvarer med hverandre på tvers av organisasjonen, og i tillegg er tilpasset det overordnede målet til bedriften. De fleste virksomheter er midlertidig hindret av mangel på ressurser, talent og presset på prioriteringer. Det fører til at ledere må styre digitale initiativer som prosjekter innen gitte divisjoner. Noen klarer til tross for dette å overgå begrensningene og oppnår digitale evner på tvers av hele virksomheten. Nesten 90 prosent av digitalt modne organisasjoner integrerer deres digitale strategi med selskapets overordnede strategi. I digitalt modne organisasjoner har digital teknologi omformet prosesser, rekruttering og forretningsmodeller. Studien innehar et nøkkelfunn som er at digitalt modne virksomheter har fellestrekk knyttet til sine organisatoriske kulturer. Utvidet appetitt for risiko, hurtig eksperimentering, høy investering i talent og rekruttering, samt utvikling av ledere som utmerker seg med tanke på «myke» egenskaper, er fellesnevnerne for digitalt modne organisasjoner uavhengig av industri. (Deloitte, 2021b)

## 3.4 Digital strategi

Digital suksess handler ikke bare om teknologi. MIT Sloan Management Review og Deloitte identifiserer strategi som den viktigste driveren på den digitale arenaen. En global studie av digitale virksomheter fra 2015 viste at deres modning er fokusert på å implementere digitale teknologier i tjenesten for å transformere hvordan virksomhetene fungerer. Virksomhetene som er av mindre størrelse er fokusert på å løse diskrete forretningsproblemer med individuell digital teknologi. Evnen til å digitalt forestille seg virksomheten, er i stor grad bestemt av en klar strategi støttet av ledere som fremmer en kultur som er i stand til å endre seg og oppfinne det nye. Selv om denne innsikten er i samsvar med tidligere teknologiutviklinger, er det unikt for digital transformasjon at risikotaking blir en kulturell norm ettersom mer digitalt avanserte selskaper søker nye nivåer av konkurransefortrinn. Like viktig er det at ansatte i alle aldersgrupper ønsker å jobbe for virksomheter som er dypt forpliktet til digital fremgang. Ledere av virksomheter burde ha dette i bakhodet for å tiltrekke seg og beholde de beste talentene. (Kane *et al.*, 2015)

Et av hovedfunnene fra studien er at digital strategi driver digital modenhet. Kun 15 prosent av respondentene fra selskaper i de tidlige stadiene av det som kalles digital modenhet, en organisasjon der digital har transformert prosesser, talentengasjement og forretningsmodeller, sier at deres organisasjoner har en klar og sammenhengende digital strategi. Blant virksomhetene som er digitalt modne gjør mer enn 80 prosent det. Et annet hovedfunn fra studien er at kraften til digital transformasjonsstrategi ligger i omfanget og målene. Mindre digitalt modne organisasjoner har en tendens til å fokusere på individuelle teknologier og har strategier som er bestemt med fokus på at det skal være funksjonsdyktig. Digitale strategier i de mest modne organisasjonene er utviklet med tanke

på å transformere virksomheten. Et tredje hovedfunn fra studien er at digitale organisasjoner som er i modning, bygger ferdigheter for å realisere strategien. Det er fire ganger større sannsynlighet for at organisasjoner som modnes digitalt gir ansatte de nødvendige ferdighetene, enn organisasjoner i andre enden av spekteret. Evnen til å konseptualisere hvordan digital teknologi kan påvirke virksomheten, er en manglende ferdighet i mange selskaper i de tidlige stadiene av digital modenhet. (Kane *et al.*, 2015)

Et fjerde hovedfunn fra studien er at ansatte ønsker å jobbe for digitale ledere. På tvers av aldersgrupper fra 22 til 60 år, vil de aller fleste respondenter jobbe for digitalt aktiverte organisasjoner. Ansatte vil være på utkikk etter de beste digitale mulighetene, og bedrifter må kontinuerlig øke sitt digitale spill for å beholde og tiltrekke dem. Et femte hovedfunn fra studien er at det å ta risiko blir en kulturell norm. Digital modne organisasjoner er mer komfortable med å ta risiko enn de som er mindre digitalt modne. For å gjøre organisasjonene mindre motvillig til å ta risiko, må bedriftsledere omfavne nederlag som en forutsetning for suksess. De må også anerkjenne sannsynligheten for at ansatte kan være like motvillig til å ta risiko som ledere og vil derfor trenge støtte for å bli dristigere. Et sjette hovedfunn fra studien er at den digitale agendaen ledes fra toppen. Det er nesten dobbelt så sannsynlig at modne organisasjoner, sammenliknet med mindre digitalt modne, har en enkelt person eller gruppe som leder innsatsen. I tillegg er ansatte i organisasjoner som modnes digitalt, veldig trygge på ledernes digitale flyt. Digital flyt krever imidlertid ikke mestring av teknologiene. I stedet krever det evnen til å formulere verdien av digitale teknologier for organisasjonens fremtid. (Kane *et al.*, 2015)

## 3.5 Barrierer for digitalisering

KPMG trekker frem bygg- og anleggsbransjen som en av de minst digitaliserte i en rapport fra 2014. Rapporten presenterer resultater fra en undersøkelse blant ti ulike bransjer som viser at standardisering er det viktigste hinderet for digitalisering. Videre rangeres det organisatoriske og kompetanse som de to nest viktigste hindrene, og det er disse områdene som har størst spredning i rangering. Mange opplever ovennevnte hindringer som de av størst betydning, mens andre anser dem som mindre viktige. Respondentene har rangert de viktigste hindringene fra 1–8, der 8 er viktigst. Rundt 30 prosent har gitt standardisering, kompetanse- og organisatoriske hindre rangering 6 eller høyere. Alle tre er viktige for en stor andel av bedriftene. (KPMG, 2014)

### 3.5.1 Manglende standardisering

Over halvparten av alle respondentene har rangert standardisering som et hinder over middels (5-8). Standardisering er viktig for å gjøre digitalisering enklere. Det omfatter i denne sammenhengen både standardisering av tekniske formater, semantikk og prosesser. Standardisering nasjonalt og internasjonalt vil gjøre digital samhandling enklere ettersom behovet for adaptering av systemer avtar. Ved standardisering av prosesser vil det enklere kunne utvikles felles digitale løsninger for prosesser, og de kan enklere og billigere implementeres i ulike virksomheter. Effektiv bruk av digitale løsninger hindres likevel der aktører benytter felles tekniske og semantiske standarder. Det er noen aktører som ønsker mer informasjon enn andre, eksempelvis bedrifter eller myndigheter. KPMG stiller en hypotese om mangel på standardisering gjør at prosesser er krevende å digitalisere på en god og effektiv måte. Om det er tilfelle, vil det være vanskelig å kunne få optimal utnyttelse av digitalisering i virksomheters samhandling med andre parter. Tilbakemeldingen fra respondentene viser at mangel på standardisering er en utfordring mot både offentlig sektor, leverandører og kunder. Virksomheter med høy grad av

digitalisering rangerer manglende standardisering som viktigere enn i mindre digitaliserte bedrifter. I undersøkelsen kommer det frem at det er en klar sammenheng mellom kompleksitet i forretningsprosesser og standardisering som hinder for digitalisering. Større bedrifter har gjerne mer omfattende og komplekse systemer og forretningsprosesser. Store bedrifter har i mange tilfeller hatt en ledende rolle ved utarbeidelse av bransjestandarder. Det er ofte motivert av virksomhetens egne behov for standardisering og følgende et stort potensial for gevinst. (KPMG, 2014)

### 3.5.2 Kompetanse

Det er kompetanse som rangeres som det nest høyeste hinderet for digitalisering. I de minst digitaliserte bransjene og de største bedriftene oppleves dette som viktigst. Det eksisterer mangler på kompetanse knyttet til alle områder som er relatert til digitalisering. Over 30 prosent opplever i høy grad manglende kompetanse om hvilke løsninger som eksisterer, manglende kompetanse til å anskaffe, ta i bruk og drifte løsningene. Blant de fra bygg og anlegg mener 40 prosent det samme. Det er likevel store forskjeller knyttet til kompetanse blant respondentene og hvor viktig dette er for digitalisering i ulike virksomheter. Opplevelse av manglende fokus på IT i bedriftens styringsprosesser, samvarierer i stor grad med manglende kompetanse om hvilke løsninger som finnes. NAV sin bedriftsundersøkelse fra 2013 viser at det innen ingeniør- og IKT-fag mangler 4600 personer med rett kompetanse. Kunnskap og IT-kompetanse i virksomheter som helhet, og hos de ansatte, er antakelig avgjørende for graden av digitalisering og muligheten til å nyttiggjøre seg av ny teknologi. (KPMG, 2014)

Det er bransjene med lavest grad av digitalisering som i større grad opplever utfordringer med kompetanse. De ansattes manglende kompetanse til bruk av digitale løsninger er det viktigste hinderet innenfor dette området. Rundt 38 prosent rangerer manglende kompetanse til bruk av løsninger som relevant eller svært relevant. Blant de fra bygg og anlegg mener 59 prosent det samme. En tredjedel av alle respondentene mener også at mangel på kunnskap om løsninger som vil passe for bedriften er relevant eller svært relevant. Funn gjort av VOX, Nasjonalt fagorgan for kompetansepolitikk, viser at det er behov for å styrke digital kompetanse i arbeidslivet. Hele 80 prosent av alle yrkesaktive bruker IKT i jobben. 74 prosent av disse føler at de trenger å lære mer IKT. Andelen som har behov for å styrke egne digitale ferdigheter øker med høyere utdanningsnivå. (KPMG, 2014)

Manglende kompetanse oppleves som en større utfordring i store enn i små bedrifter. 47 prosent i virksomheter med over 250 ansatte mener at ansattes manglende kompetanse er relevant eller svært relevant. Sammenliknet med mellomstore og mindre virksomheter, er tallene henholdsvis rundt 35 og 32 prosent. Dette resultatet kan skyldes at større virksomheter i større grad opplever kompetanseutfordringer i bruk av sine systemer, og at mindre virksomheter har bedre oversikt over sin kompetanse og ikke ønsker å anskaffe systemer de ikke er sikre på at de er i stand til å benytte. Bak muntlig kommunikasjon på norsk og skriftlig formidlingsevne på norsk, kommer bruk av IT-verktøy som den tredje viktigste kompetansen ved nyansettelse ifølge NHOs kompetansebarometer. (KPMG, 2014)

### 3.5.3 Organisatoriske og kulturelle hindre

Organisatoriske hindre rangeres relativt likt med kompetansehindre og får den tredje høyeste gjennomsnittsverdien. Det er store forskjeller i opplevelsen av organisatoriske hindre og derfor er det god spredning av rangeringene over hele skalaen. Kulturelle hindre rangeres litt lavere enn organisatoriske hindre, og rangeringene er i større grad fordelt

rundt den nedre delen av skalaen. Begge disse hindrene samsvarer i stor grad med utfordringer knyttet til kompetanse. (KPMG, 2014)

Prosesser, struktur, forretningsmodell og måter å operere på, definerer virksomhetens organisering. Det påvirker graden av digitalisering gjennom evnen til å lære seg ny teknologi og nyttiggjøre seg av den. Innføring av nye løsninger kan være risikofyllt, og tid- og kostnadskrevende, grunnet komplekse prosesser og verdikjeder med fastlåste rutiner, arbeidsformer og praksiser. Virksomhetens innstilling til digitalisering, kulturen, og de ansattes endringsvilje er en sentral intern faktor som vil påvirke virksomhetens evne til å ta i bruk ny teknologi. Grunner til at digitalisering ikke prioriteres hos ledelsen og ansatte kan være manglende tro på nytten av digitale løsninger, oppfatninger av at digitalisering ikke er passende for bedriften eller fokus på dag-til-dag virksomhet. (KPMG, 2014)

Det er komplekse forretningsprosesser som utgjør det største hinderet under organisatoriske hindre. Hele 38 prosent av alle respondentene opplever at kompleksitet i forretningsprosesser er relevant eller svært relevant som et hindre for digitalisering i virksomheter. Videre anses interne rutiner som det nest viktigste hinderet. At digitalisering ikke passer med forretningsmodellen til virksomheten oppgis i liten grad blant respondentene. Det er virksomheter med over 250 ansatte som i størst grad opplever at komplekse forretningsprosesser hindrer digitalisering. Over halvparten av bedriftene av slik størrelse rangerer kompleksitet i forretningsprosesser som viktig eller svært viktig. Jo mindre virksomhetene er, desto mindre er viktigheten av dette hinderet. På lik linje oppgir disse også at standardisering er en viktig utfordring. Dette kan komme av at større virksomheter har mer komplekse verdikjeder som går på tvers av bedriften, mot andre aktører og underleverandører. Et stort antall forretningsprosesser og kompleksitet gjør det krevende å harmonere teknologikrav og løsninger for forskjellige prosesser. I bygg og anlegg mener 18 prosent at digitalisering ikke er passende med deres forretningsmodell. Manglende kunnskap om sammenhengen mellom digitalisering og forretningsprosesser hindrer digitalisering på en hensiktsmessig måte. Virksomheter er i stor grad av en oppfatning om at digitalisering kun er en digital versjon av en manuell prosess, slik det gjennomføres i dag. I virkeligheten er det likevel behov for mer omfattende implementeringer og endringer av prosesser tilknyttet digitalisering. Konsekvensene kan være at muligheten til interne forbedringer og innovasjon gjennom digitalisering overses. (KPMG, 2014)

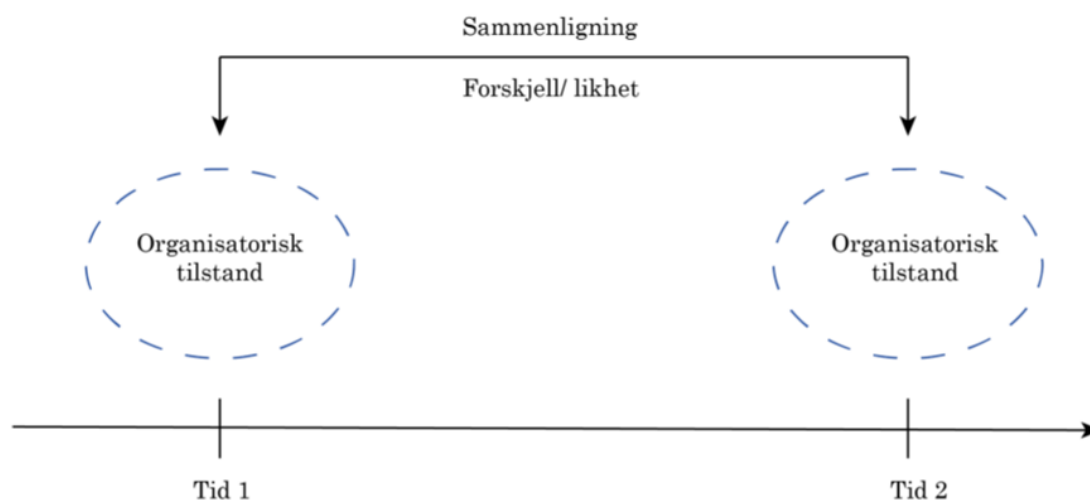
Det er sentralt med hindre relatert til prioritering hos de ansatte. Manglende prioritering av digitalisering blant de ansatte er en større utfordring enn motstanden mot digitaliseringen. 40 prosent av alle respondentene mener at ansattes manglende prioritering av ressurser og tid til digitale løsninger er relevant eller svært relevant. Til sammenlikning opplever 32 prosent at manglende støtte til- eller motstand mot digitalisering hos de ansatte er like relevant. Antakeligvis er manglende prioritering av digitalisering hos ledelsen sannsynligvis i realiteten er en større utfordring enn det som kommer frem i resultatene. Det er i stor grad ledere som har svart på undersøkelsen og det kan forklare hvorfor. Innen bygg- og anleggssektoren siteres en person fra Hedmark på at: «Ansatte har ikke blitt bedt om å fokusere på kompetanse innenfor IKT. Vi tenker derfor ikke over dette i hverdagen». (KPMG, 2014, s. 47)

Det er bransjer som selv oppgir å ha lav grad av digitalisering som har størst kulturelle utfordringer. Hele 57 prosent av respondentene fra bygg og anlegg mener at de ansatte ikke prioriterer tid og ressurser til digitalisering. Sammenliknet med andre bransjer som eksempelvis IT, viser det seg at ingen oppgir at det er et hinder med manglende prioritering av eller motstand mot digitalisering. Igjen siteres en person fra bygg og anlegg

i Hordaland: «[...] mitt inntrykk er at teknologien går fort og det er vanskelig å få med seg alt nytt midt i en travel hverdag, for levering av ditt eget arbeid er det som er viktigst. Derfor blir det en fritidssysse å oppdatere seg på alle nyvinninger». (KPMG, 2014, s. 48) Det er flere årsaker til at det eksisterer manglende prioritering hos de ansatte. I stor grad er det sammenfallende mellom respondenter som oppgir at ansatte mangler kompetanse om bruk av digitale løsninger og de som opplever motstand eller manglende støtte til digitalisering. Manglende prioritering hos de ansatte samsvarer med ledelsens prioritering av digitalisering. Det er tydelig ut fra denne undersøkelsen at digitaliseringstiltakene ikke er godt nok forankret hos de ansatte, og dermed vil det være utfordrende for dem å se verdien av tiltakene. Det at de ansatte ikke opplever å ha tid til å arbeide med digitalisering i en travel hverdag tilsier i realiteten at ledelsen prioriterer det bort. (KPMG, 2014)

### 3.6 Endring i virksomheter

De fleste definisjoner av organisasjonsendring inneholder en eller annen variant av ulike tilstander. Det er spesielt to elementer som er sentrale i endring. *Tid* er avgjørende for å kunne sammenlikne situasjoner på to ulike tidspunkter. Endringen må i tillegg kunne knyttes til *et objekt, et fenomen eller en tilstand*. I denne sammenhengen fokuseres det på endring av en virksomhet. For å kunne fastslå om endring har funnet sted må en organisasjon kunne beskrives på to tidspunkt over en periode. Det vil gi sammenlikningsgrunnlag og fremstilles i Figur 3-3. (Jacobsen, 2018, s. 18)



Figur 3-3: Endring som forskjell mellom to ulike tidspunkter (Jacobsen, 2018, s. 18)

Organisasjonsendring kan forstås som en kontinuerlig prosess, der små endringer fortløpende vil føre til trinnvise endringer i organisasjonen. Et slikt perspektiv vil ta utgangspunkt i at endring ikke er et resultat av et bevisst endringsarbeid. (Hennestad og Revang, 2017) Planlagt endring er et annet perspektiv på organisasjonsendring (Hennestad og Revang, 2017; Jacobsen, 2018). Det er en prosess som er iverksatt på bakgrunn av et ønske om en forbedret situasjon. En eller flere kartlegger behovet for endring som vil definere veien til en fremtidig ønsket situasjon. (Jacobsen, 2018, s. 32)

Videre må endring ses i sammenheng med en kontinuerlig prosess som er krevende å forutse (Jacobsen, 2018, s. 34). Det er mange sammenhengende prosesser i en organisasjonsendring, og derfor er det utfordrende å kunne forutsi hvordan prosessen vil se ut og hvordan utfallet vil være. Begrepet planlagt endring presiseres av Klev og Levin (2021) at ikke betyr styring og kontroll med forhåndsprogrammerte resultater. En planlagt



endring er i praksis tilretteleggelse for læring og utvikling, der aktiviteter og arbeidsformer kan planlegges. Resultatet avhenger av prosessens forløp og kan derfor ikke planlegges. (Klev og Levin, 2021)

## 3.7 Endringsledelse

Ifølge Levin ble endringsledelse introdusert i Norge i 1995 (Klev og Levin, 2021). Jacobsen mener at endringsledelse er overflødig, ettersom ledelse skal inneholde tilretteleggelse for kontinuerlig endring (Jacobsen, 2018). Endringsledelse defineres likevel som styrte og planlagte endringsprosesser i denne oppgaven.

Planlagt endring er mulig å gjennomføre dersom to forhold er tilfredsstillende: (1) at det er valgt riktig endringsstrategi, det vil si at endringsprosessen er tilpasset den typen endring en har planer om å gjennomføre, og (2) at endringen ledes på riktig måte, det vil si at lederstilen er egnet til endringsprosessen og konteksten. Det eksisterer ulike strategier for å oppnå endring i virksomheter. Jacobsen (2018) trekker frem to hovedtyper strategier: *strategi E* og *strategi O*. I strategi E er endringen drevet frem av toppledelsen, der en liten gruppe mennesker har vurdert at det foreligger et behov for endring. Løsninger for å møte utfordringer organisasjonen står overfor utarbeides og implementeres nedover i virksomheten. Dette kalles en «top-down»-tilnærming innen endringsledelse. I strategi O, derimot, ses endring på som en kontinuerlig og interaktiv prosess. Den har ikke et klart definert start- og sluttunkt, og er definert som en *deltakende* tilnærming til endring. I stedet for å se på prosessen som et lineært prosjekt, blir den heller satt i sammenheng med en sirkel, der endring fører til stadig nye endringer. Sammenliknet med strategi E, foretas det ikke her en fullstendig analyse av problemer og utvikling av løsninger før endringsprosessen settes i gang. Usikkerhet og tvetydighet gjør det viktigere å eksperimentere og lage systemer som sikrer lærdom av eksperimenter. I denne strategien er ikke betydningen av toppledelsen redusert, men rollen er forskjellig fra strategi E. Det legges mer vekt på at det skal skapes engasjement blant de ansatte i virksomheten, i stedet for at ledelsen skal utvikle og gjennomføre endringer. Dette kalles en «bottom-up»-tilnærming innen endringsledelse. (Jacobsen, 2018, kap. 6)

### 3.7.1 Lewins faser

Kurt Lewin sine teorier om endringsledelse tar for seg planlagt endring (Jacobsen, 2018, s. 120). Hans teorier er basert på en antakelse om at mennesker og sosiale systemer søker stabilitet og forutsigbarhet. Han observerte at både individer og sosiale systemer endrer seg, og at det dermed er mulig å initiere og implementere planlagt endring i virksomheter. (Jacobsen, 2018, s. 178) Teorien baserer seg på en modell bestående av tre ulike faser: opptinningsfasen, endringsfasen og institusjonaliseringsfasen. Opptinningsfasen handler om å gjøre organisasjonen klar for endring, slik at motstand reduseres gjennom å skape forståelse for behovet av endringen. Endringsfasen går ut på å legge fra seg den etablerte måten, og praktisere det nye. Institusjonaliseringsfasen handler om å stabilisere de nye atferdsmønstrene. Denne fremstillingen er forenklet og det eksisterer flere teorier som bygger videre på Lewins teori innen endringsledelse. (Jacobsen, 2018, s. 179)

### 3.7.2 Kotters åttetrinnsmodell

Det er bred enighet blant forskere om at endringer i virksomheter burde ledes gjennom ulike faser. John P. Kotter har latt seg inspirere av Lewins teori og utarbeidet en fase-teori for en vellykket organisasjonsendring. Klev og Levin (2021) beskriver Kotter som den mest refererte forfatteren innenfor endringsledelse etter utgivelsene hans i 1996 (Leading

Change) og 2002 (The Heart of Change). Bøkene har en sentral tematikk og han har derfor vært en internasjonal bestselger i mange år (Kotter, 2012). Kotter (2012) presenterer en åttetrinnsmodell for vellykket endring. Den baserer seg på hans egen studie av cirka 100 selskaper med ulik størrelse over en tiårsperiode. Han oppsummerer de viktigste årsakene til at mange av virksomhetene ikke lykkes, og deretter snur han disse erfaringene om til råd om hva bedrifter skal gjøre for å lykkes. Dette oppsummeres i det som kalles Kotters åttetrinnsmodell. (Klev og Levin, 2021) Tabell 3-1 viser Lewins tre faser sett i sammenheng med Kotters åttetrinnsmodell.

Tabell 3-1: Lewins tre faser og Kotters åttetrinnsmodell

Lewin (1951)	Kotter (1995)
Opptiningsfasen (Unfreeze)	1. Skape en følelse av nødvendighet for endring/forståelse for endring
	2. Etablere en maktkoalisjon med myndighet til å gjennomføre endringen
	3. Utvikle en endringsvisjon og -strategi
	4. Kommunisere endringsvisjonen og strategien ned i organisasjonen
Endringsfasen (Change)	5. Fjerne hindringer for å nå visjonen
	6. Synliggjøre kortsiktige resultater
	7. Endre systemer og atferdsmønstre som ikke samsvarer med visjonen
Institusjonaliseringsfasen (Freeze)	8. Skape forankring i organisasjonen

De fire første fasene av Kotters modell tilsvarer opptiningsfasen i Lewins modell. De tre neste fasene samsvarer med endringsfasen til Lewin og er en introduksjon for den planlagte endringen og hvordan denne skal implementeres. Den åttende fasen skal institusjonalisere endringen og tilsvarer derfor Lewins tredje og siste fase. (Sander, 2020)

Ifølge Kotter (2012) hopper mange organisasjoner over de fire første fasene og går rett på fase fem. Det kan føre til motstand mot endring blant ansatte fordi behovet for endring ikke forstås som hensiktsmessig i virksomheten. De fire første fasene brukes på å forberede de ansatte på hvorfor en endring vil være positivt for organisasjonen sammenliknet med å fortsette med eksisterende praksis. På den måten vil en unngå å introdusere en brå endring i virksomheten. Alle de åtte fasene må følges i oppsatt rekkefølge for å lykkes med endringsledelse, ifølge Kotter (2012). (Sander, 2020)

Det første trinnet går ut på at ledelsen skaper en følelse av hastverk. Det iverksettes en rekke handlinger for å kommunisere med kritiske interessenter hvorfor endring må skje og hvorfor det må skje nå. En måte å se dette trinnet på, er å se det som et innledende argument. Endringsledere må bruke informasjon og fakta for å få de ansattes oppmerksomhet og presentere relevante forretnings- og bransjedata som effektivt overbeviser om at rask endring i organisasjonen er riktig. Når ledelsen er effektiv med å skape en følelse av hastverk, forstår og aksepterer kritiske interessenter forekomsten av



organisasjonsendringen enklere. De forstår at status quo ikke er akseptabelt, og at det er på tide å gjøre en endring. (Tanner, 2021)

Det andre trinnet går ut på at ledelsen etablerer en styringsgruppe. Trinnet innebærer en rekke tiltak for å identifisere dyktige, innflytelsesrike og kritiske allierte for å bli en del av deres team for endringstilsyn. Etter at en endringsleder har lykket med å få oppmerksomheten til denne talentfulle og troverdige gruppen, må vedkommende videre styrke dette teamet med høy ytelse for å få endringen til å skje. Nøkkelen til dette trinnet er først å identifisere de rette menneskene, som kan bli engasjerte partnere sammen med endringslederen gjennom endringslanseringen og implementeringen. Deretter må endringslederen sørge for at medlemmene av styringsgruppen er villige til å samarbeide med endringslederen for å få til organisasjonsendringen. Dette innebærer mer enn å tilordne folk til å jobbe med endringsprosjektet som medlemmer av styringsgruppen. Når ledelsen er effektiv med å etablere en styringsgruppe, får de et prosjektlederteam som presterer godt der medlemmer både har tro på og er forpliktet til å se endringen skje i organisasjonen. (Tanner, 2021)

Det tredje trinnet går ut på at ledelsen og styringsgruppen utvikler en endringsvisjon og strategi. Dette innebærer en rekke tiltak for å gi organisasjonen et bilde av hvordan fremtiden ser ut etter at endringen er implementert. Bildet av hvordan organisasjonen kan bli, er en fremtid som ser både tiltalende og fornuftig ut. Dersom det ikke er tilfelle, vil det være krevende for ledelsen å opprettholde organisatorisk forpliktelse til endringsinnsatsen. I dette trinnet må ledelsen vedlikeholde en balanse mellom å sette en uavhengig organisatorisk retning og samtidig samarbeide med styringsgruppen i dette arbeidet. Ved å effektivt utvikle en endringsvisjon og -strategi, vil de ha identifisert endringsområdene, gitt klare og realistiske mål for måling av suksess og appellert til de langsiktige interessene til organisatoriske interessenter. (Tanner, 2021)

Det fjerde trinnet går ut på at ledelsen og styringsgruppen kommuniserer endringsvisjonen. Trinnet innebærer en rekke tiltak for å kommunisere endringsvisjonen bredt til organisasjonen for å fremme forståelse og engasjement for den nye retningen. Målet for ledelsen i dette trinnet i endringsprosessen er å fange hodet og hjertene til de ansatte, noe som er nødvendig for å implementere denne endringen. Med enkle meldinger som gjentas effektivt i forskjellige formater, kan ledelsen hjelpe resten av organisasjonen til å både forstå og akseptere behovet for endring. Ved å effektivt kommunisere endringsvisjonen ut i organisasjonen, vil ikke de ansatte bare akseptere behovet for endring, men også ønske at det skal skje. (Tanner, 2021)

Det femte trinnet går ut på at ledelsen og styringsgruppen styrker handlinger på tvers av organisasjonen. Dette innebærer en rekke tiltak for å fjerne hindringer som ikke støtter endringsvisjonen. På dette tidspunktet har ledelsen og styringsgruppen kommet til implementeringsfasen. De jobber aktivt med resten av organisasjonen for å gjøre endringer i den eksisterende organisasjonsinfrastrukturen (prosesser, prosedyrer og organisasjons-strukturer), for å sette endringshjulene i bevegelse. Ved å effektivt arbeide med å styrke handlinger på tvers av organisasjonen, reduseres organisatorisk motstand mot endring, og den eksisterende organisasjonsinfrastrukturen samsvarer nærmere med målene for endrings-innsatsen. (Tanner, 2021)

Det sjette trinnet går ut på at ledelsen og styringsgruppen genererer kortsiktige gevinster. Trinnet innebærer en rekke tiltak for å opprettholde endringsarbeidet på lang sikt ved å generere velvilje gjennom synlige organisatoriske kortsiktige gevinster. Ofte jobber ledelsen og deres organisasjoner hardt for å få til endring, men det oppstår utfordringer knyttet til oppnåelse av komplekse mål. Når dette skjer, er ikke resultatet som forventet

og det oppstår frustrasjon i organisasjonen. Ledelsen kan unngå dette resultatet ved å opprettholde langsiktig momentum for endringsinnsats. Det er to måter å oppnå dette på: (1) implementere synlige organisatoriske forbedringer på kortere tid, eller (2) sørge for at forbedringene er tydelig knyttet til endringsinnsatsen. Ved å effektivt generere kortsiktige gevinster, opprettholder de momentum for endring noe som er avgjørende for enhver vellykket endringsinnsats. (Tanner, 2021)

Det syvende trinnet går ut på at ledelsen og styringsgruppen konsoliderer gevinster og implementere ytterligere endring. Dette innebærer en rekke tiltak for å forhindre at organisasjonen glir inn i selvtilfredshet og for å fortsette organisatorisk momentum for endring. I dette trinnet ser ledelsen utover de kortsiktige gevinstene for å takle andre prosjekter i endringsarbeidet for implementering. Dette trinnet tjener to formål: (1) hindrer organisasjonen i å gå tilbake til sin gamle måte å gjøre ting på, og (2) bekjemper fortsatt motstand mot endring. Når ledelsen er effektiv med å konsolidere gevinster og implementere ytterligere endring, fjerner de unødvendige prosesser, interne forbindelser og tverrdepartementale prosedyrer som hindrer fremdriften i endringsinnsatsen. (Tanner, 2021)

Det åttende trinnet går ut på at ledelsen og styringsgruppen forankrer endring i kulturen. Trinnet innebærer en rekke tiltak for å gjøre endringer i organisasjonen som samsvarer med den nye endringsinnsatsen. Målet med dette trinnet er å iverksette tiltak for å sikre at endringsinnsatsen blir godt etablert i organisasjonen. Ledelsen og styringsgruppen gjør endringer i organisasjonens normer og verdier, menneskelige ressursprosesser og prosedyrer, belønnings-programmer, opplæring og utvikling og andre infrastrukturområder for å tilpasse disse områdene til selskapets nye retning. Ved å effektivt forankre endring i kulturen, blir endringsinnsatsen er varig del av organisasjonskulturen. (Tanner, 2021)

### 3.7.3 Begrensninger ved modellen

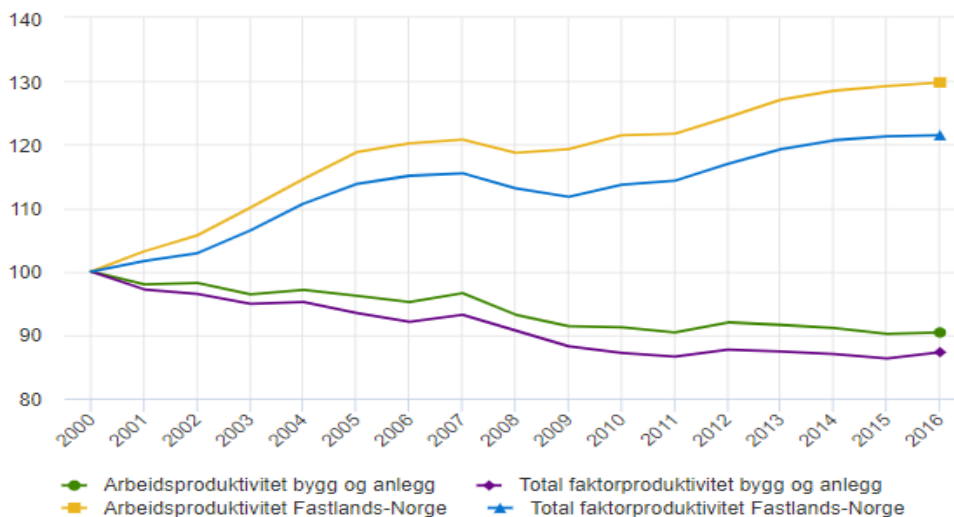
Kotters åttetrinnsmodell er en god plan for å gjennomføre endring i organisasjoner. Likevel er den, på lik linje med alle andre lederskapsmodeller, ikke perfekt. Et utvalg forskere har påpekt at endring er en flytende prosess som ikke nødvendigvis følger en lineær, trinnvis progresjon. I tillegg tar det tunge fokuset på lederskap i modellen til Kotter, ikke tatt fullstendig hensyn til de økonomiske, politiske og eksterne kreftene som påvirker suksessen til en endringsinnsats. Selv om kritikken har noe gyldighet, kan disse bekymringene løses ved å innlemme verktøy som Lewins Force Field Analysis gjennom de åtte trinnene i endringsprosessen. Force Field Analysis er et grunnleggende verktøy for rotårsaksanalyse, som kan bidra til å iverksette tiltak når grunnårsaken er identifisert. Bruken av verktøyet kan bidra til å identifisere støttende og motstandsdyktige krefter som er imot en endringsinnsats, og til å utvikle passende organisatoriske svar for å fremme eller redusere disse kreftene. Det er viktig å ha tålmodighet når en skal vurdere begrensninger av hvilken som helst ledermodell. Kotters endringsmodell har bestått tidstesten av en enkel grunn; den er praktisk og den fungerer. (Tanner, 2021)

## 4 Fremdriftsplanlegging

Påfølgende kapittel er hentet fra «4D-verktøy i den norske byggebransjen» av Bjørhusdal, Westerlund og Bjørnstad (2019) og utdyper hvilken rolle planlegging spiller i byggeprosessen og hvordan fremdriftsplanlegging og -oppfølging praktiseres. Årsaken til at kapittelet gjengis i denne oppgaven er basert på at gyldighet og innhold vil være like relevant, ettersom tematikken er sammenfallende. Videre presenteres teorien for å danne et kunnskapsgrunnlag for å bedre forstå tidsaspektet i den fjerde dimensjonen av 4D.

### 4.1 Planleggingens rolle i byggeprosessen

Byggebransjen har lenge blitt kritisert for lav produktivitet, og har siden 2000 falt med 10 prosent som illustrert i Figur 4-1 (Statistisk Sentralbyrå, 2019). Sammenliknet med andre bransjer som opplever økning i produktivitet, som følge av blant annet teknologiske nyvinninger, har ikke byggenæringen den samme utviklingen. Byggekostnadsprogrammet (Eiken *et al.*, 2010, s. 19) fastslår at opptil 30 prosent av kostnader i et prosjekt er et resultat av sløsing. Cnudde, Bezelga og Brandon (1991) kom frem til at 5-10 prosent av prosjektsummen var fra endringer og omarbeid, og ifølge Ballard (2000) sin doktorgradsavhandling om Last Planner System, er det bare 35-65 prosent av aktiviteter som utføres som planlagt på ukentlig nivå (Cnudde, Bezelga og Brandon, 1991; Ballard, 2000). Det kan være mange grunner til en slik utvikling, men det er tydelig at for å skape god drift i prosjekter er fremdriftsplanlegging en av de mest fundamentale aspektene ved prosjektgjennomføringen. Det er i dag mange måter å planlegge et prosjekt på, men grunnlaget er likt for de fleste og det krever mye arbeid for å lage en god og funksjonell fremdriftsplan.



Figur 4-1: Produktivitetsutvikling i byggenæringen (Statistisk Sentralbyrå, 2019)

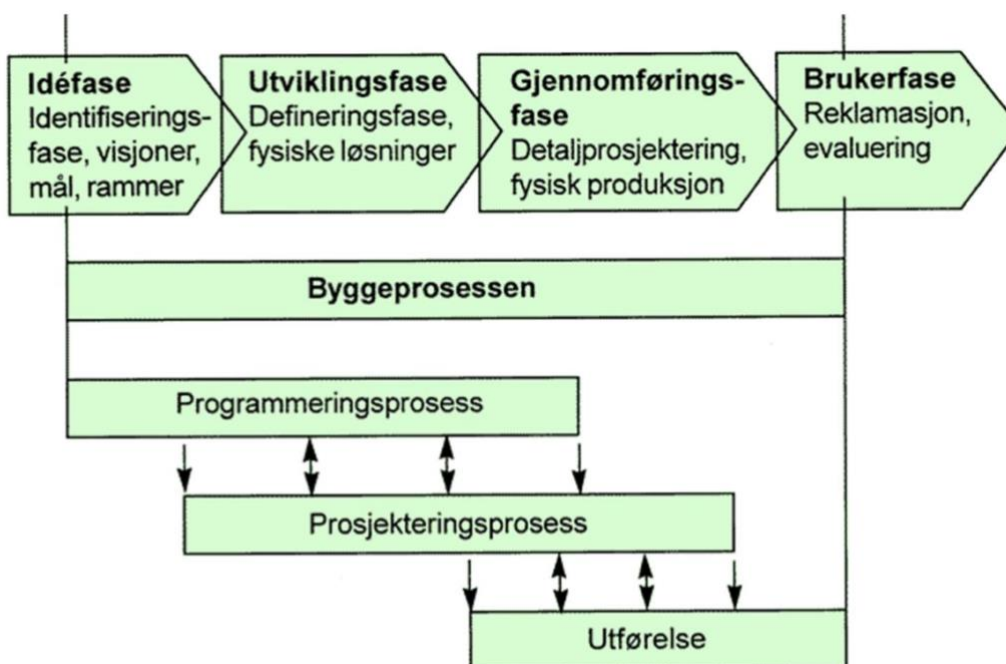
«Det er utvilsomt mye forbedringspotensial i byggeprosessen, og en av de sentrale mekanismene er hvordan vi ved fremdriftsplanlegging strukturerer arbeid både i støttende prosesser og produksjon på byggeplass»

- Roar Fosse, daværende avdelingsjef BIM & VDC, Skanska

### 4.1.1 Byggeprosessen

Et prosjekt gjennomgår ulike prosesser og faser før resultatet er en ferdig konstruksjon. Fasene deles inn i idé-, utvikling-, gjennomføring- og brukerfase som illustrert i Figur 4-2. Disse gjenspeiler livssyklusen og verdiskapningen i et prosjekt, der hver fase inneholder en start, et sett med leveranser og en slutt. (Statsbygg, 2019) Kjerneprosessene omfatter programmering, prosjektering og utførelse. Programmeringsprosessen identifiserer krav som byggverket skal tilfredsstillere, mens prosjekteringsprosessen beskriver utvikling, utforming og beskrivelse av byggets fysiske egenskaper. Sammen gir disse to prosessene grunnlaget for utførelsen på byggeplassen i produksjonsprosessen. (Eikeland, 2001, s. 26) Figur 4-2 illustrerer byggeprosessen.

Hvilken fase et prosjekt befinner seg i, avgjør hvordan fremdriftsplanleggingen utføres med tanke på omfang og detaljeringsgrad. Det vil også være svært ulikt hvilke aktører i prosjektet som er involvert i utarbeidelse av planen, og hvem som er mottaker av planen.



Figur 4-2: Byggeprosessen (Eikeland, 2001)

### 4.1.2 Planleggingstrinn

I et byggeprosjekt er det involvert forskjellige aktører som alle har ulike behov for informasjon om og styring av prosjektet. Derfor utarbeides det som regel en plan ut fra hvilke faser prosjektet er i, og hvem som skal utvikle den. Cooke og Williams (2009) presenterer dette med fire planleggingstrinn, basert på hvilke aktører som utvikler planen og hvilken hensikt den har. (Cooke og Williams, 2009, s. 135-136)

#### Hele prosjektet (Byggherre)

Byggherrens representant utvikler en fremdriftsplan med et bredt rammeverk for prosjektet. Fremdriftsplanen skal inneholde nøkkeldatoer for prosjektets start og slutt, samt for prosjektering, kontrahering og produksjon. Dette vil være en overordnet fremdriftsplan for hele prosjektet, i tillegg til en grov inndeling av prosjektets faser. Hensikten med denne planleggingen er:

- ◆ Å etablere et realistisk grunnlag for valg av rådgivere og entreprenører
- ◆ Å identifisere nøkkeldatoer og/eller kritiske stadier i prosjektet
- ◆ Å legge til rette for kontroll av prosjektering- og kontraheringsfasen
- ◆ Å identifisere potensielle risikoer for progresjon i prosjektet og unngå forsinkelser
- ◆ Å legge til rette for kostnads- og budsjettstyring
- ◆ Å etablere et realistisk tidsperspektiv for produksjonsfasen
- ◆ Å overvåke faktisk fremdrift og eventuelle tiltak ved avvik

### **Før Anbud (Anbyder)**

I kontraheringsfasen blir en fremdriftsplan gjerne utviklet av entreprenøren idet de mottar anbudet som et hjelpemiddel i prosessen. Prosessen vil bidra til å estimere pris på metoderelaterte elementer i anbudet og kontraktforberedelsene, som i stor grad består av tidsrelaterte kostnader. Dette trinnet tar med andre ord for seg planleggingen av anbudet, der det utarbeides et estimat som regnes om til et kommersielt bud. Rollen til entreprenøren i denne prosessen innebærer derfor mye mer enn bare å lage en fremdriftsplan. Det er mange faktorer som må vurderes, blant annet avtaler med underleverandører, logistikk på byggeplass og risikoevaluering. Alt dette inngår i avgjørelsen om det skal gis anbud. Hensikten med denne planleggingen er:

- ◆ Å etablere en realistisk kontraktperiode som anbudet kan baseres på
- ◆ Å identifisere og bestemme byggemetoder
- ◆ Å vurdere elementer som påvirker anbudsprisen
- ◆ Å hjelpe oppbygging av den foreløpige kontrakten og anleggsutgifter

### **Etter kontrahering (Hovedentreprenør)**

Etter at kontraheringen er ferdig og anbyderen (hovedentreprenøren) har blitt tildelt byggeprosjektet, begynner arbeidet med å utvikle en hovedplan for prosjektet. Denne består ofte av en sammenføring av planene utarbeidet i de foregående trinnene<sup>1</sup>. Byggherren benytter denne fremdriftsplanen til å overvåke hovedentreprenørens fremgang i gjennomføringsfasen. Hovedplanen vil ofte vise hvilken informasjon som er nødvendig for entreprenøren, eksempelvis når utbetalinger skal foregå og lignende. Mange entreprenører utvikler i tillegg en intern fremdriftsplan for å kunne spare tid og penger. Denne planen er en effektivt komprimert versjon av hovedplanen basert på kritisk vei, noe som gjør den svært sensitiv for uforutsette hendelser. Med andre ord er det ikke alltid at en slik plan fungerer til fordel for entreprenøren.

For å kunne hjelpe hovedentreprenøren med organisering og ledelse av byggeprosjektet, må den interne planen utarbeidedes mer detaljert. Her kan flere av hovedarbeidspakkene være forbeholdt underleverandører avhengig av hovedentreprenørens egne ressurser. Disse pakkene vil bli utarbeidet på et høyere detaljnivå av underleverandørene. Likevel er det vanlig at hovedentreprenøren lager en innkjøpsplan for hver av underentreprenørene for å sikre og kontrollere fremdriften. Denne planen viser både positiv og negativ tid. Negativ tid er den tiden som trengs før produksjonen kan starte. Dette er nødvendig for å organisere rigging og prosjektering av arbeidspakken, eller for nødvendige forhåndsbestilte

---

<sup>1</sup> Denne prosessen er basert på en tradisjonell gjennomføringsmodell, og kan variere dersom andre modeller benyttes.

materialer som har lang bestillingstid. Positiv tid er tiden underentreprenøren trenger for å utføre arbeidet. Hensikten med planleggingen er:

- ◆ Å utarbeide et utkast til en plan og en strategi for prosjektet
- ◆ Å overholde kontraktsvilkårene
- ◆ Å etablere en konstruksjonssekvens som hovedplanen kan baseres på
- ◆ Å identifisere nøkkeldatoer for prosjektet
- ◆ Å utheve viktige informasjonskrav
- ◆ Å tilrettelegge for kostnadsanalyse
- ◆ Å planlegge nøkkeldatoer med tanke på material- og underentreprenørleveranser

### **Produksjon (Hovedentreprenør og underentreprenør)**

I løpet av dette trinnet blir hovedplanens detaljeringsgrad utarbeidet videre. Hovedentreprenøren kan eksempelvis lage faseplaner eller en rekke fremdriftsplaner som går over kortere perioder helt ned til dag til dag-aktiviteter. Produksjonsplanlegging blir gjort av hovedentreprenøren for å opprettholde kontrollen, og sikre at prosjektet blir ferdig til riktig tid innenfor fastsatt budsjett i kontrakten. Underleverandørene deltar aktivt i planleggingen gjennom diskusjon med hovedentreprenøren, eller ved å utvikle egne planer som blir sendt til godkjenning.

Idet produksjonen settes i gang, endrer fremdriftsplanen karakter. Det oppstår forsinkelser, endringer i designet og andre avvik. Fremdriftsplanen blir derfor et dynamisk hjelpemiddel for oppfølging av prosjektet. Endringer i planen som følge av uforutsette hendelser, eller forandringer i prosjekteringsgrunnlaget, er det hovedentreprenøren som må imøtekomme. Endringene fører til at fremdriftsplanen blir konstant oppdatert og revidert. Hensikten med denne planleggingen er:

- ◆ Å overvåke hovedplanen – månedlig, ukentlig og daglig
- ◆ Å planlegge aktiviteter i detalj på kort sikt
- ◆ Å optimalisere og evaluere ressurser
- ◆ Å holde prosjektet under evaluering og rapportere avvik

### **4.1.3 Planleggingsnivåer**

Planleggingsnivåene i et prosjekt er som regel organisert i et planhierarki. Det skal være samsvar mellom planene for de ulike nivåene, og det er mange måter å dele inn disse på, avhengig av hvilket system som benyttes. Derfor har flere av de store entreprenørene egne metoder for planinndeling som bedriften anser hensiktsmessig. Nedenfor følger de planleggingsnivåene som det i denne oppgaven er valgt å fokusere på, og som baserer seg på «The Last Planner System». (Kalsaas, 2017, s. 44)

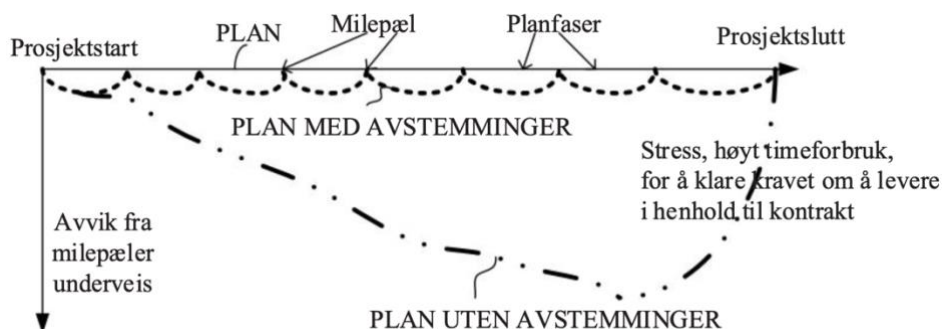
#### **Hovedplan**

Hovedplanen omfatter milepælene og de grove aktivitetene for hele prosjektet. Det er en overordnet presentasjon over hva som skal gjøres (Kalsaas, 2017, s. 45). Planen bygger på en kontrakt mellom utførende entreprenør og byggherre, og er en avtale om hvordan prosjektet skal utføres for at byggherren skal få ønsket produkt. Hensikten med en slik overordnet fremdriftsplan er:

- ◆ Å vise at arbeidet kan gjennomføres innen en bestemt tid
- ◆ Å etablere og identifisere milepæler som er viktige for både entreprenør og byggherre
- ◆ Å avgjøre når de ulike arbeidsoppgavene skal gjennomføres
- ◆ Å utvikle en plan for gjennomføringen av prosjektet



Milepæler er et viktig redskap for å lettere holde prosjektgjennomføringen stabil og forutsigbar, samt unngå stress og høyt timeforbruk slik at produktet leveres til avtalt tid i henhold til kontrakten (Kalsaas, 2017, s. 47). Figur 4-3 illustrerer milepælstyring.



Figur 4-3: Milepælstyring (Kalsaas, 2017)

### Faseplan

Faseplanen utvikles i starten av et prosjekt, og forteller hva som bør gjøres. Detaljeringsgraden avhenger av prosjektets størrelse, og bør vurderes for hvert enkelt tilfelle. Ved utarbeidelse av faseplan, brytes den ned til aktiviteter i mindre størrelser slik at de kan avstemmes i fremdriftsmøter. Dette kan eksempelvis være aktiviteter som gipsing eller støping av gulv. Faseplanen fungerer som en avtale mellom alle de ulike utførende entreprenørene, og inneholder en plan på hvordan en på best mulig måte kan gjennomføre prosjektet innenfor den gitte tiden, og i hvilken rekkefølge arbeidspakkene<sup>2</sup> skal utføres i. Den beskriver tidlig hva som bør skje, og det er kun meningen å gjøre justeringer ved større endringer i prosjektet. (Kalsaas, 2017, s. 45, 47)

I faseplanlegging benyttes gjerne bakoverplanlegging (eng: «pull» *planning*) for å klargjøre avhengigheter mellom fagene, noe som er viktig desto mer komplekst prosjektet er. Bakoverplanlegging tar utgangspunkt i en milepæl, som eksempelvis «tett bygg». Deretter ser en på hva som må til for å nå den milepælen, og planlegger ut ifra det. (Kalsaas, 2017, s. 48)

En kan også faseplanlegge ved bruk av ulike lappeteknikker. Ved bruk av en slik teknikk festes post-it lapper i en rutetabell, der hver farge representerer et fag. Tid indikeres horisontalt, og lokasjon vertikalt. Lappene beskriver aktiviteter som skal gjøres innenfor en gitt tidsperiode. I produksjon kan en aktivitet være noe som skal utføres eller en milepæl som skal nås. (Redman, 2017, s. 33)

### Utkikksplan

Detaljer i aktivitetene fra faseplanen skal verifiseres i en utkikksplan. Utkikksplanen har som funksjon å systematisk fjerne hindre før produksjonen, slik at arbeidet er mulig å gjennomføre innenfor milepælene. Dette gjøres ved å stemme av de 7 forutsetningene for sunne aktiviteter. (Kalsaas, 2017, s. 45) En utkikksplan beskriver hvilke aktiviteter som skal foregå tre til ni uker frem i tid, og skal forbedre koblingen mellom hva som bør og hva som kan gjøres.

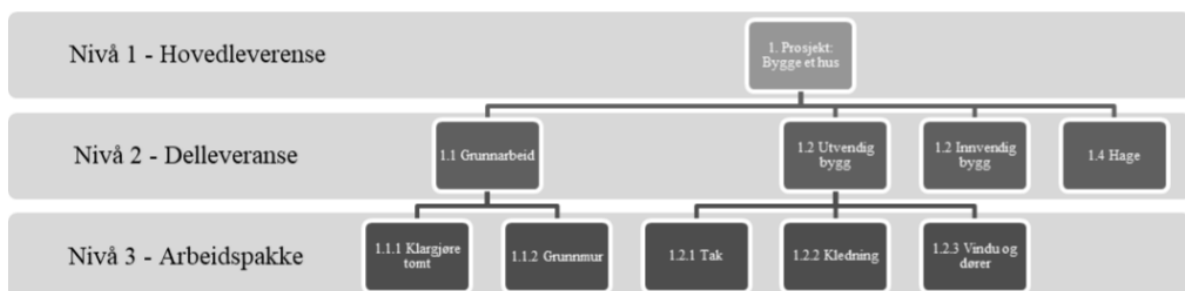
<sup>2</sup> En arbeidspakke er en detaljert og utvetydig aktivitet med relativt kort varighet gjerne tildelt en bestemt ansvarsperson

## Ukeplan

En ukeplan er en avtale om hva som vil bli gjort, gjerne innenfor et tidsrom på en til tre uker. Slike planer sikrer at de ulike fagene vet hvor og når de skal inn i prosessen. Når det utformes en ukeplan bør både formenn og baser være involvert, slik at en sikrer at planen stemmer overens med reelle forutsetninger som ressurser, utstyr og materialer. (Kalsaas, 2017, s. 51)

### 4.1.4 Prosjektnedbryting

For å kunne gjennomføre et prosjekt er det viktig å identifisere og planlegge de arbeidsoppgavene som må utføres. Denne prosessen starter ofte med prosjekt- eller arbeidsnedbryting. Dette dreier seg om å bryte prosjektet ned i mindre, håndterbare arbeidsenheter. En slik type nedbrytning kalles Work Breakdown Structure (WBS). (Karlsen, 2013, s. 79) Utarbeidelsen av WBS skjer ved at prosjektet blir suksessivt brutt ned i mindre enheter, nivå for nivå. Antall nivåer som et prosjekt brytes ned i, avhenger av behovet for detaljering. (Karlsen, 2013, s. 80) WBS kan betraktes som et produktorientert familietre med inndeling av verktøy, tjenester og informasjon som kreves for å få produsert et sluttprodukt. Den bør struktureres i sammenheng med hvordan arbeidet skal utføres, og reflektere måten prosjektkostnader og informasjon blir summert og rapportert. (Kerzner, 2017, s. 365) WBS fungerer som den innledende kontrollen som all planlegging stammer fra, og danner grunnlaget for kommunikasjon og drift i alle prosjektets faser. (Eliassen, 2017, s. 27-28)



Figur 4-4: Eksempel på arbeidsstruktur (WBS) (Eliassen, 2017)

Hvert nivå i en WBS gir større grad av definering og detaljering. Det er ingen standard metode for utforming av WBS, og det kan være utallige løsninger for et prosjekt. Ofte brytes prosjekter ned i tre nivåer; hovedleveranse, delleveranse og arbeidspakker som vist i Figur 4-4. Arbeidspakkene bør være detaljerte og utvetydige. De burde ha bestemte ansvarspersoner og relativt kort varighet. Detaljeringsgraden bør være slik at kostnads-, tids- og ressursbruk kan bestemmes under planlegging, og følges opp og kontrolleres under gjennomføring. (Eliassen, 2017, s. 28)

### 4.1.5 Hvorfor fremdriftsplanlegge?

I et byggeprosjekt er det mange ulike aktører som skal jobbe sammen. For at ønsket resultat skal oppnås, er en avhengig av et godt samarbeid. For at alle skal vite hvem som skal inn i prosessen til riktig tidspunkt, må det foreligge en god fremdriftsplan slik at byggeplassen er klar når en ny arbeidsoppgave skal påbegynnes. Uten en fremdriftsplan er det vanskelig for aktørene å vite når deres del av arbeidet skal utføres.



### 4.1.6 Fallgruver i forbindelse med fremdriftsplanlegging

Det er ulike parametere som gjør at planleggingen av et prosjekt ikke blir god nok. I samtale med Roar Fosse (Fosse, 2019a) trekker han frem følgende punkter som sentrale fallgruver:

- ◆ Feil detaljnivå til feil tid. Medfører at en bruker verdifull tid på planlegging som viser seg å ikke stemme overens med virkeligheten.
- ◆ Uklare planleggingsroller. Det gjelder som regel mellom prosjekt-, anlegg-, og produksjonsledere. Dersom det ikke er et godt samarbeid mellom ovennevnte roller, eller at de ikke holder seg til sitt planleggingsnivå, kan det medføre uorden og diversitet.
- ◆ Bakoverplanlegging med dårlige forberedelser. Dersom øktene med bakoverplanlegging har dårlig styring, eller bærer preg av dårlige forberedelser, kan det gi feilaktige faseplaner. Det kan bli kritisk for prosjektet å følge en slik plan over en lengre tidsperiode.
- ◆ Ikke tilstrekkelig egnet planleggingsverktøy. Det eksisterer flere gode programmer til hovedplanen, men som ikke gir stor verdi på ukenivå, og motsatt. Kun et fåtall av planleggingsverktøyene som finnes er adekvat for å knytte de ulike plannivåene sammen.

I tillegg kan det være verdt å nevne fallgruver tilknyttet planleggingsoptimisme når det kommer til ressurser som tid og kostnad. Det kan bidra til stor frustrasjon blant de berørte, og medføre store ekstrakostnader i prosjektet (Aalmo, Eggen og Lewis, 2014, s. 15-16).

## 4.2 Planleggingsmetodikk

God planlegging fremtrer som fundamentet for et vellykket prosjekt. For det første er det viktig for å sikre at rett produkt leveres til avtalt tid, innenfor gitt kostnadsramme og med riktig kvalitet. For det andre vil det bidra til en vesentlig reduksjon av aktivitetskollisjoner, usikkerhet og andre uforutsigbare hendelser. Planlegging handler også om å estimere varighet på aktiviteter som skal gjennomføres, samt se avhengighetene mellom dem. Disse opplysningene organisert i en plan, danner grunnlaget for en fremdriftsplan. (Halleraker, 2014, s. 39)

### 4.2.1 Tradisjonell fremdriftsplanlegging

Dette delkapittelet tar for seg de klassiske metodikkene for å organisere og planlegge et arbeid. Tradisjonelt sett er det to overordnede planleggingsteknikker som har vært brukt i byggebransjen: Gantt-diagram og nettverksdiagram (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 156).

#### **GANTT**

Gantt-diagram, utviklet av Henry Gantt i 1917, er den mest benyttede måten å presentere en fremdriftsplan på. Det ble raskt populært grunnet det enkle, oversiktlige designet (Karlsen, 2013, s. 327). Et slikt diagram fremstiller et nettverk av aktiviteter, og deres varighet knyttet opp mot en overordnet, lineær tidslinje ved hjelp av barer. På denne måten blir starten og slutten til hver enkelt aktivitet lett synlig. I tillegg kan diagrammet inneholde informasjon om ressursbruk knyttet til hver aktivitet, men det krever manuell input.

Et digitalt Gantt-diagram er enkelt å oppdatere, og det er muligheter for å legge inn faktisk fremdrift i løpet av prosjektperioden. Diagrammet er derfor godt egnet for oversiktlig fremdriftsoppfølging. I dag er det vanlig å kombinere Gantt-diagram med

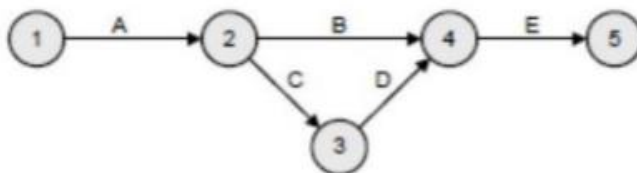
nettverksdiagram for å illustrere linken mellom avhengige aktiviteter. Ulempen med betingede aktiviteter i Gantt, er at det fort kan bli en rotete fremstilling som øker med antall aktiviteter. Det forekommer heller ingen avstemming av forutsetninger for aktivitetene. For å sikre at det planlagte arbeidet i det hele tatt kan utføres, kreves alle de 7 forutsetningene for sunne aktiviteter tilfredsstillende. Sunne aktiviteter er tydeligere beskrevet under The Last Planner System i kapittel 4.2.2 *Nyere fremdriftsplanlegging*.

### Nettverksdiagram

Nettverk presenteres ved hjelp av knutepunkter og linjer, som representerer hendelser og/eller aktiviteter, samt relasjonene mellom dem. Nettverksplanlegging er en teknikk som er mye benyttet ved planlegging av store prosjekter. Det er en enkel måte å håndtere avhengigheter mellom aktiviteter på, med hensyn til rekkefølgen de gjennomføres i. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 177-178) Det er hovedsakelig to måter å fremstille et nettverksdiagram på: AOA- og AON-nettverk.

#### AOA-nettverk

AOA-nettverk står for «Activity on Arc», og benytter linjer til å representere aktivitetene, mens knutepunkter blir følgelig hendelser (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 158). Figur 4-5 viser et eksempel på AOA-nettverk.

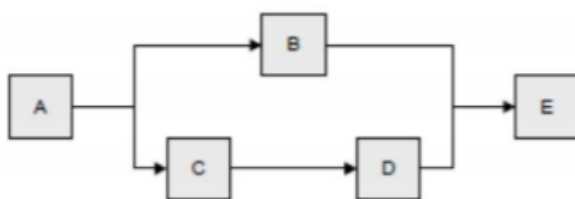


Figur 4-5: Eksempel på AOA-nettverk (Rolstadås *et al.*, 2014)

I praksis er det ikke AOA, men AON som er mest utbredt og benyttet i dag. Av den grunn fokuseres det videre på denne nettverkstypen når nettverksteknikker skal presenteres. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 159)

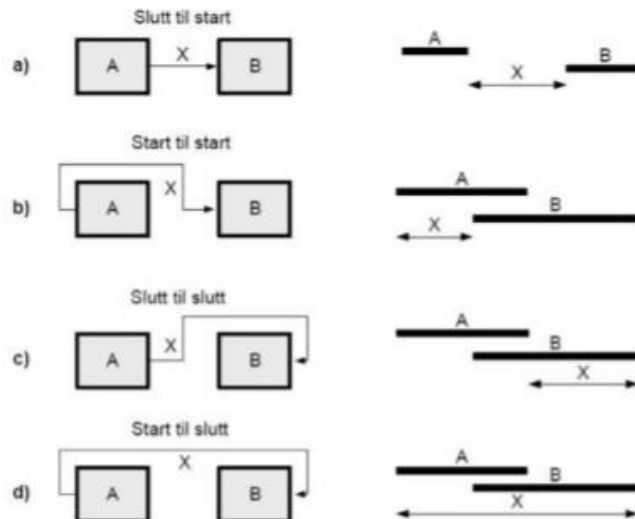
#### AON-nettverk

AON-nettverk står for «Activity on node», hvorav aktivitetene representeres ved knutepunkter, mens linjer angir rekkefølgerelasjoner (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 158). Et slikt nettverk er vist i Figur 4-6.



Figur 4-6: Eksempel på AON-nettverk (Rolstadås *et al.*, 2014)

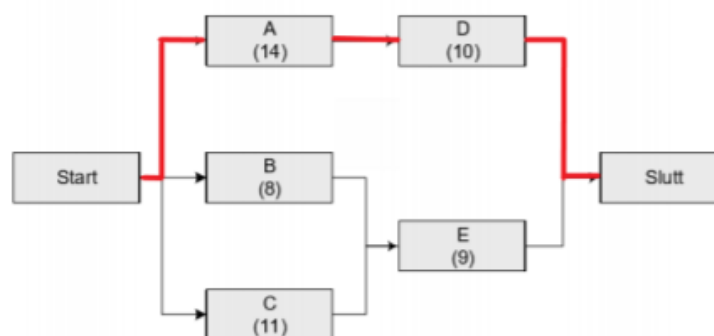
Mellom aktivitetene i et nettverk finnes det ulike typer avhengigheter. De nettverkene som er representert til nå, har vært av typen «B kan starte når A er ferdig», men i virkeligheten kan det tenkes at aktivitet B kan starte når A er 20 prosent ferdig. I praksis er slike situasjoner veldig vanlig, da det ofte skjer overlapping mellom de forskjellige aktivitetene. Et AON-nettverk som kan representere slike «overlappinger», blir kalt et presedensnettverk. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 159) Det er fire ulike typer avhengigheter som fremkommer i et slikt presedensnettverk. Disse er oversiktlig illustrert i Figur 4-7.



Figur 4-7: Aktivitetsavhengigheter i presedensnettverk (Rolstadås et al., 2014)

### CPM

Critical Path Method (CPM) er en metode for å bestemme prosjektets sluttdato, samt hvilke aktiviteter som direkte påvirker prosjektets varighet, det vil si den kritiske veien. For å benytte seg av CPM må tidsanslaget for varigheten til hver aktivitet være deterministisk. Det vil si at aktivitetene må være vel definert, og en burde fra før ha kjennskap til dem. For å gjennomføre en nettverksberegning må en derfor kjenne til hvilke aktiviteter som inngår, avhengighetene mellom dem, og varigheten til hver enkelt aktivitet. (Rolstadås et al., 2014, s. 162) Ut fra denne informasjonen kan det settes opp et nettverksdiagram, som illustrert i Figur 4-8.



Figur 4-8: AON-nettverk med kritisk vei markert med rødt (Rolstadås et al., 2014)

Deretter foretas en fremover- og bakoverberegning som angir aktivitetenes tidligste start (ES), tidligste slutt (EF), seneste start (LS), seneste slutt (LF) og til slutt flyt (Rolstadås et al., 2014, s. 165). Den kritiske veien fremkommer etter denne prosessen hvorav flyten, som er fleksibiliteten til aktiviteten, angir hvilke aktiviteter som er kritiske og direkte kan påvirke prosjektets totale varighet. Der flyten er lik null anses aktiviteten som kritisk, og sammenhengen mellom flere slike aktiviteter danner den kritiske veien. Denne metoden er i dag automatisert og innebygd i flere moderne programvarer. En slik digital prosess forenkler og muliggjør bruken av elektroniske Gantt-diagram slik at den manuelle metoden som benyttes ved nettverksdiagram utgår. (Ramselien, 2018) Svakheten med CPM er at varighetene er oppfattet som deterministiske størrelser, mens de i virkeligheten er usikre størrelser (Rolstadås et al., 2014, s. 184).

## PERT

Program Evaluation and Review Technique (PERT) ble utviklet på slutten av 1950-tallet, på grunn av et økende behov for hjelpemidler som knytter planer og fremdriftsrapporter på ulike nivåer, opp mot det overordnede målet i store komplekse prosjekter. De grunnleggende konseptene for PERT ble utarbeidet av en egen gruppe i 1957 og omfattet:

- ◆ Grundige tidsestimater for alle aktiviteter
- ◆ Tidsestimatenes eksponering for usikkerhet
- ◆ Nøyaktig kjennskap til den rekkefølgen aktivitetene må utføres i

PERT tar utgangspunkt i at varighetene følger en statistisk fordeling med kjent forventningsverdi og varians. For å beregne ovennevnte er en avhengig av tre estimater: den korteste tenkelige varighet (optimistisk), den mest sannsynlige varighet (realistisk) og den lengste tenkelige varighet (pessimistisk). Disse estimatene legges til grunn for å beregne forventningsverdien som angir varighet, samt de ulike sannsynlighetene for å gjennomføre prosjektet innen tidsfristen. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 11, 184-186)

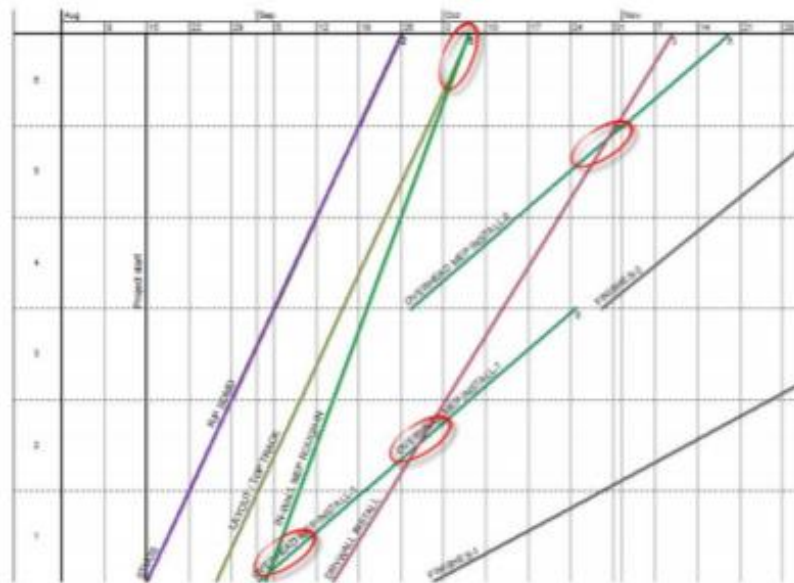
Utenom dette er beregningsmetoden for prosjektets totale varighet og fleksibilitet, lik som CPM. Den største forskjellen mellom disse to teknikkene er dermed hvordan aktivitetenes varighet beregnes ut fra stokastiske eller deterministiske anslag. På grunn av dette egner CPM seg best der en har sikker erfaringsdata å bygge anslagene for varigheten på, mens PERT benyttes der varigheten er vanskelig å forutsi. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 12)

### 4.2.2 Nyere fremdriftsplanlegging

De tradisjonelle planleggingsteknikkene har i mange år dominert byggebransjen, men med et økende behov for ytterligere presisjon, fremkommer svakheter i disse etablerte teknikkene. Blant annet oppstår det problematikk rundt ressursfordeling kontra arbeidslokasjon, noe som ikke fremstilles i de tradisjonelle metodene. Av den grunn har en annen planleggingstilnærming blitt ansett som hensiktsmessig; lokasjonsbasert planlegging. (Kenely og Seppänen, 2010, s. 81-82) I tillegg har teknikker som «trimmet bygging», bedre kjent som Lean Construction, blitt mer implementert i dagens planleggingsteknikker for å effektivisere produksjonsprosessen og minimere sløsing.

#### Skråstreksplanlegging

Skråstreksplanlegging, også kalt Line of Balance (LOB), er en mye brukt lokasjonsbasert planleggingsteknikk. Teknikken fokuserer på produksjonseffektiviteten, ettersom arbeidet forflyttes gjennom ulike lokasjoner. (Kenely og Seppänen, 2010, s. 123) Konstruksjonen deles inn i hensiktsmessige soner, både vertikalt og horisontalt, og fremdriftsplanen utarbeides med hensyn til denne inndelingen. I et skråstrekdigram går én aktivitet over flere lokasjoner, mens i et Gantt-diagram er det én aktivitet for hver lokasjon. Visuelt sett er de horisontale barene fra Gantt-diagrammet erstattet med streker som strekker seg både gjennom tid og rom, derav navnet skråstreksplanlegging. Dette er illustrert i Figur 4-9,. (Eikeland, 2009, s. 20, 22)



Figur 4-9: Eksempel på skråstrekdigram (Halleraker, 2014)

Et slikt diagram inneholder i tillegg oversiktlig informasjon om produktionsrate, kollisjoner, samt tids- og stedsbuffer. Produktionsraten vises i stigningen til hver enkelt skråstrekk som illustrerer hver aktivitet. Jo brattere den er, desto høyere rate. Kollisjoner fremkommer der én eller flere linjer krysser hverandre, noe som er lett identifiserbart i et slikt diagram. Konflikter er markert med røde sirkler som vist i Figur 4-9. Her kan det oppstå konflikt mellom arbeidslag som jobber på samme sted til samme tid med forskjellige aktiviteter. Tids- og stedsbuffer er avstanden mellom diverse tiliggende aktiviteter enten på tids- eller stedaksen, og indikerer den planlagte bufferen mellom dem. Sammenliknet med Gantt-diagrammet vises for eksempel Start-to-start og Finish-to-finish-relasjonene på en bedre måte ved en slik fremstilling av planen. Hva som er den kritiske veien, er derimot vanskeligere å identifisere ved bruk av skråstreker, og en må derfor tenke at alle aktivitetene er kritiske. (Halleraker, 2014, s. 51)

Lokasjonsbasert planlegging håndterer jevnt arbeid for arbeidslagene eksplisitt, i tillegg til å beskytte og optimalisere produksjonen. Det er den første planleggingsteknikken som inneholder både organisering av aktivitetenes sekvenser, samt sekvensarbeid for produksjonseffektivitet. Lokasjonsbasert planlegging benytter seg av to type definisjoner, oppgaver og aktiviteter, der en oppgave består av en rekke aktiviteter i forskjellige soner. Det blir benyttet ekstern logikk fra CPM for å definere koblingen mellom de ulike aktivitetene innenfor sonene de forekommer i. Deretter betraktes den interne logikken tilknyttet oppgaven. Dette gjøres ved å kalkulere varighet basert på enheter, og tillater dermed planleggeren å planlegge sonesekvensen og produktionsraten slik at jevn produksjon kan tilfredsstilles. (Kenely og Seppänen, 2010, s. 123-124)

### Taktplanlegging – når skråstrekene går helt parallelt

Bruken av taktplanlegging i byggebransjen har sin opprinnelse fra (Lean) fabrikkproduksjon, der produktionsraten er satt lik etterspørselsraten (Frandsen, Seppänen og Tommelein, 2015, s. 4). Taktplanlegging blir sett på som en metode for å strukturere arbeid. Det legger grunnlaget for å utarbeide et produksjonssystem som har sammenhengende og jevn flyt i arbeidsutførelsen. Hovedfunksjonen er å skape en produktionsplan som kan styre og kontrollere arbeid både på og utenfor byggeplassen, samt sørge for balansert arbeidsflyt for et bestemt omfang arbeid i det tildelte tidsrommet.

Omfanget spenner seg gjerne over en byggefase, det vil si en periode der  $n$  antall fag må utføre interrelatert arbeid. «Balansert» refererer til ønsket om stabil arbeidshastighet som samsvarer med etterspørselsraten for hvert arbeidslag gjennom en sekvens av soner. En nøkkelkarakteristikk for taktplanlegging er at hvert arbeidslag må ferdigstille sitt arbeid innenfor den respektive gitte sonen og til avsatt tid, også kalt takt-tiden. Denne designparameteren, når den er bestemt, vil være konstant gjennom hele fasen. For å oppnå og sikre pålitelig ferdigstilling, benyttes kapasitetsbuffer. Det vil si at produksjonsehetene må underbelastes slik at hvert arbeidslag kun jobber 70-80 prosent av full kapasitet. (Frandsen, Seppänen og Tommelein, 2015, s. 5)

Når en sammenlikner skråstreksplanlegging mot taktplanlegging, vil de ha flere likheter enn forskjeller. De to metodene varierer mest ved kontroll av tidsplanen. Skråstreksplanlegging har en «ovenfra og ned»-tilnærming, der funksjonærer følger opp fremgangen, kjører prognoser og identifiserer problemer som deretter løses basert på tverrfaglig samarbeid. Derimot baserer taktplanlegging seg på en visuell arbeidsplass som gjør det klart for alle involverende hvem og hvor respektive arbeid utføres, for så å distribuere kontrollen. Selv om underentreprenørene oppdaterer fremdriften til anleggslederen fortløpende, kan de fortsatt jobbe så lenge de ferdigstiller avtalt arbeid, innenfor tildelt tid og rom. Det fremkommer også noen forskjeller ved hvordan metodene distribuerer ressurser. Skråstreksplanlegging fokuserer på å kjøre full kapasitet på produksjon, og bruke den samme størrelsen på arbeidslaget kontinuerlig gjennom hele fasen. Varigheten ved full kapasitet antar optimal<sup>3</sup> produksjonsrate. Produksjonsoppgavene får deretter tidsbuffer for å sikre produktiv bruk av ressursene. I motsetning velger taktplanlegging å underbelaste arbeidslagene for å opprettholde betimelig og forutsigbar overlevering til neste arbeidslag. Dermed forventes ferdigstilling av arbeidet før takt-tiden, og de kan deretter jobbe «off takt» som vil si at laget utfører andre nødvendige arbeidsoppgaver. Det kan eksempelvis være forberedelser og befaring til neste takt-sekvens, «workable backlog», arbeid som er blitt utelatt på grunn av tidsmessige årsaker eller forbedre sitt arbeid. Hvis arbeidslaget jobber alt for raskt i forhold til takt-tiden, kan det anses nødvendig å redusere bemanningen. (Frandsen, Seppänen og Tommelein, 2015, s. 8-9)

### **Leanbaserte arbeidsmetoder**

Konseptet Lean stammer fra bilproduksjon i Japan der Toyota produserte biler på samlebånd med små buffer, sammenliknet med det som på den tiden var vanlig i amerikansk og europeisk bilproduksjon. Etter andre verdenskrig måtte japanerne finne en måte å møte konkurranse utenfra på, gitt de betingelsene som forelå. Med politisk vilje til å beskytte en umoden industri, god tilgang på flinke folk fra krigsindustrien, mangel på kapital og behov for mange typer kjøretøy, lærte japanerne seg å bruke samme maskiner til mange oppgaver og teknikker for å få til raske omstillinger. Ved å sikre kontinuerlig flyt i produksjonen og solid omstillingsevne, klarte japanerne å kjempe mot de store vestlige bilprodusenter. Filosofien til Lean er å identifisere og eliminere sløsing, altså fjerne ikke-verdifulle aktiviteter. Denne tankegangen har senere blitt et utbredt begrep som i dag ofte blir brukt om en generell tilnærming til produksjon, kontinuerlig forbedring og om et spesifikt produksjonssystem for serieproduksjon. (Kalsaas, 2017, s. 20)

---

<sup>3</sup> «Optimal» er her definert som fri for eventuelle årsaker til interferens



### Lean Construction

Lean Construction (LC) er en samlebetegnelse for teorier og praktiske planleggingsverktøy knyttet til byggeplassproduksjon (Skinnarland og Moen, 2010, s. 13). LC er basert på Lean Production som ble utviklet for å skape økt flyt og unngå sløsing, og er tilpasset byggeplassens særegne produksjon og logistikk (Kenely og Seppänen, 2010, s. 107).

Den viktigste forskjellen fra tradisjonell logistikkstyring, er at det ikke er planleggeren som er sentral i bedriftsorganisasjonen, men basene og arbeidslagene selv. «The Last Planner», altså den siste planleggeren, skal trekke arbeidsoppgaver til bygget når de er klare for utførelse. (Skinnarland og Moen, 2010, s. 13)

Tradisjonelt sett har det i bygg- og anleggsbransjen vært fokus på effektivisering av hver enkelt arbeidsoperasjon for å bedre produktiviteten. LC hevder at en best kan øke prosessens samlede effektivitet ved å rette oppmerksomheten mot styringen av samspillet mellom aktivitetene. Prosjektstyringens viktigste oppgave blir derfor ikke å sørge for at hver faggruppe eller underentreprenør utfører arbeidet på kortest mulig tid, men å legge til rette for jevn flyt i den samlede produksjonsprosessen. (Skinnarland og Moen, 2010, s. 13)

Det er også flere viktige faktorer i LC som skiller seg ut fra tradisjonell planlegging. Blant annet er det to dimensjoner som vektlegges i LC når det er snakk om produktivitet: fysisk og sosial. Den fysiske logistikken legger vekt på produktivitet som et koordineringsproblem, mens den sosiale fokuserer på produktivitet som et kollektivt samhandlingsproblem. Den sosiale logistikken er vel så viktig som den fysiske for å oppnå det overordnede målet; mest mulig effektiv leveranse. Alle aktørene i byggeprosessen må oppleve at det lønner seg å handle og tenke kollektivt, i stedet for å se seg selv isolert fra de andre aktørene i byggeprosjektet. En annen sentral faktor i LC, er at planlegging og problemløsning skal foregå på et så lavt nivå som mulig, både i prosjektorganisasjonen og i den daglige produksjonen. Tradisjonelt sett har en bas henvendt seg til sin formann, som videre har forholdt seg til prosjektleder for å løse et oppstått problem mellom ulike fag. I LC praktiseres et tettere samspill mellom de ulike aktørene direkte ved at basene for hvert fag løser problemene internt seg imellom, uten å ta det gjennom byggeplassledelsen. Dette resulterer i endring av lederroller, slik at deler av beslutningsmyndigheten flyttes nedover i prosjektorganisasjonen. Derfor vil byggeplass-ledelsen fungere mer som tilretteleggere og et bindeledd for kollektiv samhandling. (Skinnarland og Moen, 2010, s. 14-15)

LC bygger på fem sentrale prinsipper: verdiidentifisering, kartlegging av verdistrøm, flyt, «pull»-prinsippet og kontinuerlig forbedring (Kalsaas, 2017, s. 44).

- ◆ Verdiidentifisering omhandler definering og spesifisering av hva som er verdi for kunden. Påfølgende skal også målet til sluttproduktet defineres. (Crawford, 2016)
- ◆ Deretter kartlegges verdistrømmen, bedre kjent som «Value Stream Mapping». Her kartlegges det bestemte produktets forsyningskjede fra råmateriale til ferdig produkt. Målet er å identifisere og eliminere steg i prosessen som ikke tilfører verdi. (Womack og Jones, 1996)
- ◆ Neste steg er å skape flyt gjennom verdistrømmen slik at resten av prosessen får en jevn kontinuitet uten forstyrrelser, forsinkelser eller flaskehalser. Dette steget krever tverrfaglig samarbeid, og det er en stor endring fra tradisjonell prosessgruppering. (Crawford, 2016)
- ◆ Forbedret flyt tilrettelegger for raskere levering av produkter og tjenester når det er bruk for dem, eller «just in time». Målet er å frigjøre materialer eller igangsette aktiviteter basert på den pågående prosessen, istedenfor forhåndsbestemte

tidspunkt. (Crawford, 2016) I «pull»-planlegging er et av prinsippene at en skal starte på de ulike aktivitetene basert på den faktiske tilgjengeligheten til ressursene (Olsen, 2015, s. 31).

- ◆ Det siste, og kanskje viktigste, prinsippet er å tilstrebe kontinuerlig forbedring (Crawford, 2016). Fundamentet i Lean er å levere feilfrie tjenester og produkter gjennom å produsere verdi for kunden og gjøre det så effektivt som mulig (Lean Communication, 2019). Det vil si at arbeids- og produksjonsprosessen til stadighet kan forbedres, og at det er viktig å ta lærdom av tidligere erfaringer. Som Albert Einstein en gang sa: «Galskap er å gjøre det samme om og om igjen og forvente et annet resultat» (Lean Communication, 2019).

Når en sammenlikner Lean mot et mer tradisjonelt system, fremkommer denne nye tilnærmingen som en radikal avstikker fra foregående praksis. Ballard (2000) har utarbeidet en oversiktlig tabell der disse sammenliknes, som vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Sammenlikning av Lean mot tradisjonelt system (Ballard, 2000)

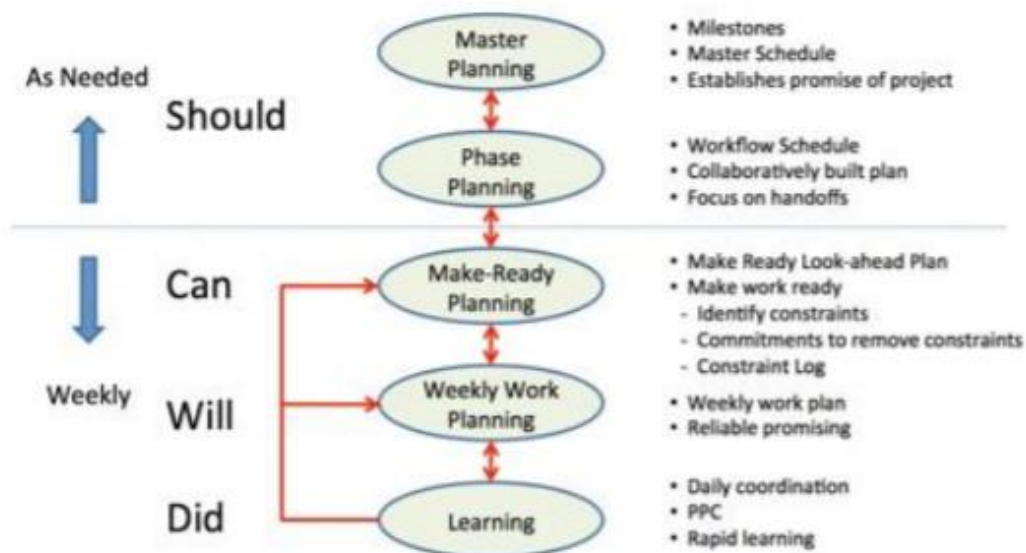
Lean	Tradisjonelt
Fokus på produksjonssystemet	Fokus på transaksjoner og kontrakter
TFV <sup>4</sup> mål	T mål
«Downstreams»-aktører er involvert i avgjørelser	Avgjørelser er tatt sekvensielt av spesialister og «kastet over muren»
Produkt og prosess er designet parallelt	Produktdesign er ferdigstilt før prosessdesign starter
Alle stadiene i produktets livssyklus er vurdert i designet	Noen av stadiene i produktets livssyklus er vurdert i designet
Aktiviteter er utført i siste ansvarlig øyeblikk	Aktiviteter er utført så fort som mulig
Systematiske tiltak er implementert for å redusere forsyningskjedens ledetid	Separate organisasjoner linkes sammen gjennom markedet, og tar det markedet tilbyr
Erfaringsbasert læring er implementert i prosjektet, firmaet og forsyningskjedens ledelse	Erfaringsbasert læring forekommer sporadisk
Aksjonærs interesser er vel bevart	Aksjonærens interesser er ikke vel bevart
Buffere er dimensjonert og lokalisert for å utføre deres funksjon av å absorbere systemvariabilitet	Involverte oppsamler store lager for å beskytte sine egne interesser

<sup>4</sup> TFV: Transparency, flow and value



### The Last Planner® System (LPS)

Upålitelige planer er et kritisk problem i byggebransjen. Ballard og Howell (1994) foreslo at skjermet produksjon og stabilisering av arbeidsflyt er mulige løsninger på problematikken. Disse to, i samarbeid med andre LC-researchere, utviklet på grunnlag av denne forskningen The Last Planner System for å stabilisere arbeidsflyt og sikre større planpålitelighet. LPS har etter hvert etablert seg til å bli et svært ettertraktet verktøy i bransjen for planleggingsformål. LPS er et planleggings-, oppfølgings- og kontrollverktøy som følger LC prinsipper. Det er strukturert gjennom et planhierarki der hvert nivå medfører forskjellige tilnærminger til fremdriftsplanlegging. Siden byggeprosjekter har stor kompleksitet, anses det som mest hensiktsmessig å utføre detaljplanleggingen så nærme utførelsen som mulig, det vil si «just in time». Hovedfunksjonen til LPS er å utvikle planer som direkte er tilknyttet de faktiske arbeidsoppgavene som skal gjennomføres i kort tid før utførelse. (Porwal *et al.*, 2010, s. 548-549) Disse detaljerte arbeidsplanene utarbeides ofte av basene på byggeplassen som fungerer som «The Last Planner» før produksjonen igangsettes.



Figur 4-10: Last Planner System (Richert, 2017)

LPS er organisert i fem deler: Hovedplan, faseplan, utviklingsplan (eng: *lookahead schedule*), ukeplan og læringsutbytte. I tillegg er disse igjen delt inn i: BURDE, KAN, VIL og GJORT. Inndelingen er illustrert i Figur 4-10. Disse begrepene indikerer altså hva som BURDE gjøres, hva som KAN gjøres, hva som VIL gjøres og til slutt hva som ble GJORT. De to første delene i LPS kan sees på som strategiske, og fokuserer på å identifisere arbeidet som BURDE utføres for å oppnå et suksessfullt Lean-prosjekt. LPS benytter et «pull»-system i kontrast med tradisjonell prosjektplanlegging som baserer seg på «push». Dette benyttes spesielt ved utforming av faseplanen. Tilnærmingen følger en sentral Lean-praksis for å utvikle flyt ved å starte med den endelige tilstanden som kreves for å fullføre en fase. Videre utarbeides en sekvens av arbeidsoppgaver. Denne sekvensen er preget av kundeforespørsler og tydelig definering av hvordan arbeid vil bli frigjort fra en operasjon til en annen. Faseplanleggingen er vesentlig slik at teamet kan planlegge riktig tempo for arbeidet, for å videre kunne oppnå jevn flyt og begrenset variasjon. (Richert, 2017)

Den tredje delen av LPS fokuserer på å sikre at arbeidet KAN utføres. Her kartlegges begrensninger for de kommende aktivitetene identifisert under faseplanleggingen (Richert, 2017). Det er viktig at forutsetningene for å kunne gjennomføre aktivitetene er tilrettelagt. Skinnarland og Moen (2010) oppgir i «Mot en mer inkluderende byggeplassproduksjon i Kruse Smith» 7 forutsetninger for sunne aktiviteter, og de lyder som følger (Olsen, 2015, s. 27):

1. *Forutgående aktiviteter* må være ferdigstilt og av riktig kvalitet for at det skal være mulig å starte på neste aktivitet
2. *Prosjekteringsgrunnlag* må inneholde korrekt data. Underlag som tegninger, beslutninger og beskrivelser må inneholde nøyaktig informasjon
3. *Utstyr* som er tilfredsstillende med tanke på effektivitet, sikkerhet og belastning må være tilgjengelig
4. *Bemanning* med riktig kompetanse og kapasitet til å utføre arbeidet er nødvendig
5. *Materiell* som skal brukes må være til stede med riktig kvalitet og mengde
6. *Tilstrekkelig plass* til å utføre aktiviteten. Det må være ryddet og klargjort plass før arbeidet påbegynnes
7. *Ytre forhold* må være tatt høyde for. Eksempler på ytre forhold kan være alt fra vær til offentlige tillatelser

Den fjerde delen av LPS omhandler hva «siste planlegger» skal gjøre for å oppfylle løftene som ble gjort under faseplanleggingen. Det utarbeides en ukeplan der oppgavene hvert lag SKAL fullføre, hver dag den påfølgende uken, identifiseres. Pålitelighet er viktig i utviklingen av disse delte planene. (Richert, 2017) De planlagte aktivitetene er detaljert beskrevet og optimalisert i henhold til produktivitet. Videre benyttes ukeplanen til å utforme en oversiktlig fremstilling av konkrete aktiviteter som presenteres i et lappeformat. En lapp representerer en aktivitet som SKAL utføres, og som fjernes når arbeidsoppgaven er utført. Lappene er plassert i et rutenett med en kronologisk tidslinje, og henger gjerne på veggen på prosjektkontoret slik som illustrert i Figur 4-11. En slik planleggingsmetodikk bidrar til en mer kontrollert og effektiv arbeidsflyt. (Ramselien, 2018, s. 19)



Figur 4-11: LPS i praksis (Fosse, 2019a)

Femte og siste del av LPS, fokuserer på å ta lærdom fra erfaringene teamet opplevde gjennom planleggingsprosessen. LPS gir to konkrete muligheter for læring. Den ene er gjennom det korte, daglige koordinasjonsmøtet der de «siste planleggerne» bekrefter om deres lag utførte det planlagte arbeidet den dagen. Hvis ikke, avtales tilpasninger som kreves for å holde planen for uken. De daglige tilpasningene er avgjørende siden disse er enklere å foreta enn ukentlige, og ikke minst månedlige, justeringer. Den andre er gjennom analyser av noen utvalgte parametere, der en av dem er Prosent Plan Utført (PPU,

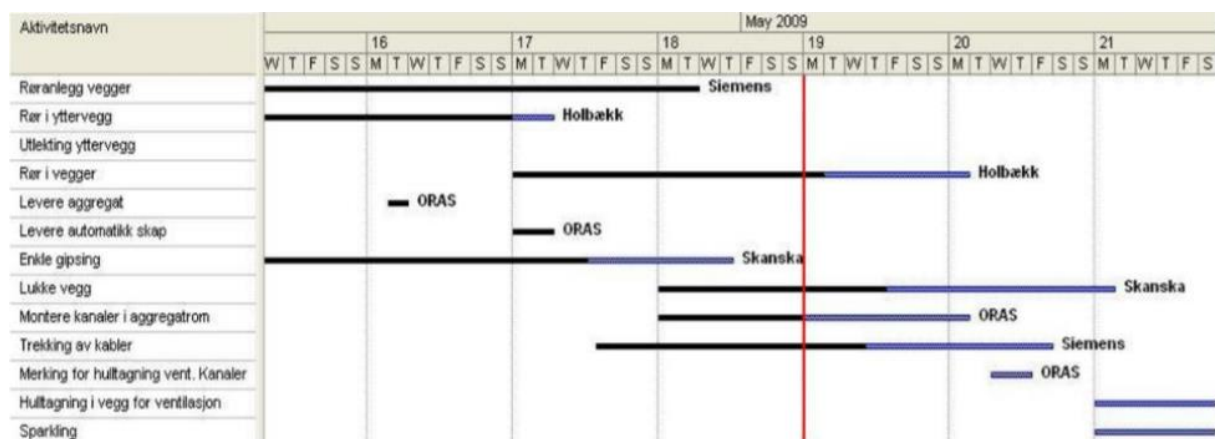
eng: *PPC*). Det er en måling av prosentandelen av ukentlige planlagte oppgaver som ble gjennomført som planlagt. En annen er «Tasks Made Ready», som er en måling av prosentandelen oppgaver identifisert under faseplanlegging som var klar til påbegynnelse som planlagt (Richert, 2017). Måling av ytelse på LPS-nivå betyr ikke at endring i planlegging kun skal skje på dette nivået. Bakenforliggende årsaker til dårlig plankvalitet eller manglende gjennomføring av planlagt arbeid, kan eksistere på alle organisatoriske nivå, prosesser eller funksjoner. Derfor kan en analyse av slike parametere være elementært for utvikling av gjennombruddsinitiativer. (Ballard, 2000, s. 3-4)

#### 4.2.3 Måling og oppfølging av utført arbeid

Byggebransjen er notorisk kjent for å være dårlig til å tallfeste data som beskriver produktiviteten og fremgangen i prosjekter grunnet uforutsigbarhet og kompleksitet (Ramselien, 2018, s. 60). Prosjekt fremdrift er et kvantitativt uttrykk for hvor langt et prosjekt har kommet i forhold til estimatet (av ressurser, tid og kostnad) det arbeides mot. Fremdrift registreres både i volum og tid. For å kunne utføre prosjektoppfølgning må det også etableres et felles kvantitativt uttrykk for omfanget av arbeidet. En nærliggende måte er å benytte fysiske enheter, men i praksis er ulempen at ulike arbeidsoppgaver bruker ulik måleenhet. Et alternativ er derfor å benytte standard timeverk eller kroner, ut fra en etablert estimeringsnorm. For alle arbeidsintensive oppgaver vil disse være adekvate fellesmål. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 326, 342)

#### Tradisjonell fremdriftsoppfølging

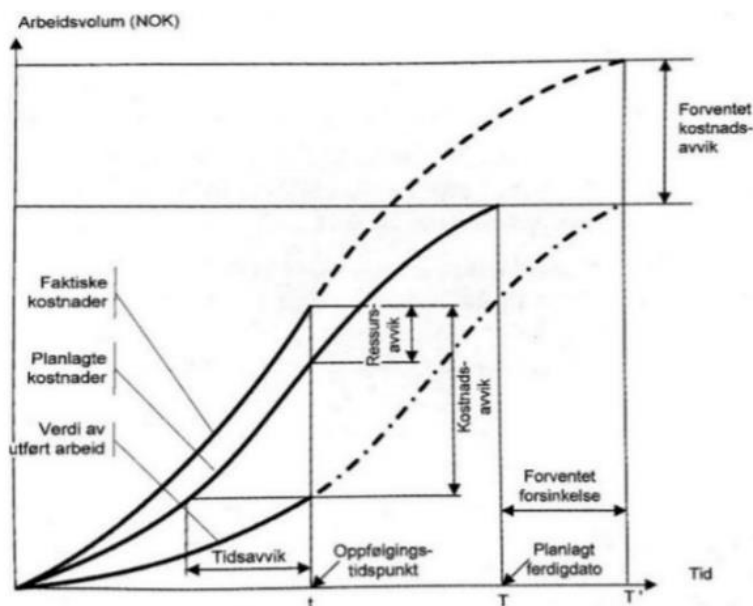
Tradisjonelt sett deles fremdriftsoppfølgingen inn i tid og volum. Tidsfremdrift oppgir utført arbeid i prosent ferdig, og registreres med frontlinjediagram i Gantt eller mot et nettverk. Dette illustreres med prosentvis skraverte eller fargede barer som tilsvarer det utførte arbeidet hos hver enkelt aktivitet, som vist i Figur 4-12. Her fremkommer hvilke aktiviteter som ligger foran eller etter planen, samt det eventuelle avviket i kalendertid som måtte forekomme. Dette er en enkel og oversiktlig måte å fremstille tidsfremdrift på, og egner seg godt på overordnet nivå når det ikke er mange aktiviteter som vises. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 348)



Figur 4-12: Eksempel på Gantt-diagram (Eikeland, 2009)

Volumfremdrift baserer seg på prinsippet for inntjent verdi. Her skiller det mellom planlagt (PV), faktisk (FV) og inntjent verdi (IV), der enhetene kan uttrykkes enten gjennom arbeidsvolum eller kostnad. Kurven for PV, også kalt S-kurven, kan lages så snart prosjektoppfølgingsreferansen (tid, ressurs og kostnad) er etablert. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 328, 331, 351) S-kurven viser akkumulerte arbeidstimer, eller kostnader, for

prosjektet langs den vertikale akse, og tid langs den horisontale. Formen til kurven fremkommer fordi ressursbruket målt i timer eller kroner, som oftest er lavest i begynnelsen av prosjektet, når en topp i gjennomføringsfasen og avtar ved prosjektavslutning. Når prosjektet er påbegynt, kan S-kurven benyttes som oppfølgingsverktøy ved at de to andre kurvene også kan beregnes. (Karlsen, 2013, s. 401-402) FV utgjør arbeidsvolumet eller kostnadene som har påløpt i prosjektet ved oppfølgingspunktet, slik som innkomne fakturaer og timelister. Det som imidlertid ikke fremkommer så tydelig i diagrammer med kun PV og FV, er fremdriften med hensyn til leveranser og verdiskapning. Prinsippet for IV går derfor ut på å måle hva som faktisk er utført, opp mot hva som var planlagt utført. Dette vil gi et reelt mål på hvor langt prosjektet har kommet i forhold til planen. For å beregne IV må informasjon om den faktiske fremdriften foreligge, altså hvor langt hver aktivitet har kommet og hvilke aktiviteter som er avsluttet. Dersom det anses vanskelig eller ressurskrevende å estimere prosentvis fremdrift for hver aktivitet, kan det etableres standardiserte beregningsregler for IV. I praksis vil innhenting av data for vurdering av IV ofte være det mest utfordrende ved bruk av denne metoden. Dette gjelder spesielt dersom store deler av arbeidet utføres utenfor egen organisasjon. Det anses likevel svært verdifullt å innsamle denne informasjonen, da det bidrar sterkt til at prosjekt- og anleggsleder kan ha kontroll på fremdriften i prosjektet. Når alle tre kurvene er generert, utarbeides prognoser for ferdigstillestid og -kostnad, samt at produktiviteten i prosjektet vurderes. (Rolstadås *et al.*, 2014, s. 332-335)



Figur 4-13: Volumfremdrift med prognose (Rolstadås *et al.*, 2014)

### Moderne fremdriftsoppfølging

PPU har de siste årene, i takt med implementering av Lean og LPS, blitt fremhevet som et godt verktøy innen kontroll og oppfølging. Det er ansett som et enkelt og mer brukervennlig mål i kontrast til de tradisjonelle som ofte er tunge, teoretiske og reaktive. Grunnen til dette ligger i tankegangen når planen utformes. Ifølge Ballard og Howell (1994) tydet funn på at et stort flertall av feil for å fullføre planlagt arbeid, ligger forankret i planens kvalitet. Dette kan forbedres ved å optimalisere tilbudet eller kvaliteten på planleggingsinformasjonen, samt avklare og modifisere direktiver og lignende. (Ballard og Howell, 1994, s. 8). Problemet med tradisjonelle planer er at de er utformet med utgangspunkt i en top-down-tilnærming, uten å involvere de som gjør selve jobben. Det

gjør de lite lesbare, og planleggeren har en tendens til å fokusere for mye på selve produksjonsaktiviteten og mindre på forutsetningene om den faktisk er realistisk å utføre.

PPU benyttes som et standardisert målesystem hos de fleste som har innført LPS, og sier noe om hvordan produksjonen går i henhold til den planlagte fremdriftsplanen. Det vil si at den forteller noe om planens pålitelighet. PPU fremkommer ved å dividere antall utførte aktiviteter på totalt antall planlagte aktiviteter, og viser en prosentvis planoppnåelse. (Skinnarland og Moen, 2010, s. 18) Et prosjekt med lav planoppnåelse har i stor grad avviket fra den opprinnelige planen. PPU blir dermed en avgjørende faktor når kontroll utøves på produksjonsnivå, og utledes fra et ekstremt kompleks sett av direktiver som prosjektplaner, utførelsesstrategier, budsjettenhetsrater og lignende. (Ballard, 2000, s. 3-4) Flere opplever at PPU vanskelig å følge opp, men det anses hensiktsmessig å gjennomføre en ukentlig måling (Skinnarland og Moen, 2010, s. 18). Først og fremst reduseres risikoen for variabilitetsutbredelse til flyt og oppgaver, som forekommer i underliggende planer ved fokus på planrealisering (Koskela, 2000, s. 191). For det andre gir det en nødvendig statistikk, som videre kan avdekke systematiske feil som oppstår. Dette åpner muligheter for å implementere korrigerende tiltak, slik at feil kan lukes ut tidlig i prosjektets livsløp. Denne typen oppfølging legger også til rette for å lære underveis, ved å undersøke hvorfor det forekom avvik fra planen. Det som tilsynelatende er årsaken til at arbeidsoppgaven ikke ble gjennomført, kan ved å spørre flere ganger, avdekke den reelle årsaken til avviket. (Skinnarland og Moen, 2010, s. 18).

*«Kontinuerlig forbedring en av de viktigste faktorene i Lean. Så når du begynner å måle vil du ikke kun måle for kortsiktige grunner, en ønsker å måle for å generere analyser for å forstå hvorfor ting går galt. Det vil si, finne rotårsaken til problemet som oppstår slik at en kan unngå liknende situasjoner i andre prosjekter»*

*- Dr. Bhargav Dave, CEO VisiLean*

Det første som trengs er å identifisere grunner til at planlagt arbeid ikke ble gjort, helst av frontlinjeveiledere, funksjonærer eller fagarbeidere som er direkte ansvarlige for plangjennomføring. Årsaker til dette kan ifølge Ballard (2000, s. 3-4) være:

- ◆ Feilrettet informasjon eller direktiver ble gitt til «siste planlegger». For eksempel at informasjonssystemet feilaktig indikerte at informasjon var tilgjengelig, eller at forutsettende arbeid var fullført.
- ◆ Svikt i bruken av kvalitetskriterier for arbeidsoppgaver. Eksempelvis at for stor mengde arbeid var planlagt.
- ◆ Svikt i samkoordinering av delte ressurser. For eksempel mangel på en datamaskin eller plotter.
- ◆ Endring i prioritet. For eksempel at arbeidstakere flyttet midlertidig til en mer hastende oppgave.
- ◆ At design- eller leverandørfeil ble oppdaget i forsøket på å utføre en planlagt aktivitet.

Dette gir de første dataene som trengs for å analysere og forbedre PPU, og dermed øke prosjektets ytelse (Ballard, 2000, s. 3-4).

#### 4.2.4 Digitale verktøy for fremdriftsplanlegging

Ved å bruke digitale verktøy kan fremdriftsplaner enklere visualiseres på en oversiktlig måte. Det har med tiden blitt utviklet en rekke slike verktøy som formidler informasjon på en enkel måte (Quach, 2018, s. 26). Likevel er det viktig å huske at selv om programmet er tilstrekkelig, er en avhengig av riktig input for å få utbytte av verktøyet. I dette



delkapittelet presenteres noen av de vanligste programvarene som benyttes av byggebransjen til fremdriftsplanlegging i dag.

### **Excel**

Microsoft Excel er et dataprogram i Office-pakken som kan benyttes for å fremstille et regneark. Programmet har kolonner og rader som danner celler. Hver celle har et navn representert av en bokstav og et tall, og cellen inneholder et datapunkt. I Excel kan en utføre beregninger ved hjelp av avanserte matematiske formler og funksjoner.

I byggebransjen benyttes Excel mest til enkle planleggingsarbeider, for eksempel ved utarbeidelse av en ukeplan. En slik oversikt er lett forståelig, og det er enkelt å tilpasse hvilken informasjon en ønsker å vise. En annen fordel med Excel er at det kreves lite forkunnskaper til å bruke programmet. (Quach, 2018, s. 26)

### **Microsoft Project**

Når det kommer til fremdriftsplanlegging, er Microsoft Project det mest brukte programmet i dagens byggebransje. Opptil 95 prosent bruker dette verktøyet til planlegging. (Kalsaas, 2017, s. 63) Programmet har et intuitivt oppsett med et tradisjonelt Gantt-diagram som gjør det enkelt å bruke. Microsoft Project kan synkroniseres med blant annet kalender, rapportering, ressursplanlegging og budsjett. I programmet kan en også finne ut hvorfor forsinkelser oppstår, og hvilke aktiviteter som påvirkes av forsinkelsen.

### **Primavera Project Planner**

Primavera er et program konstruert for å kunne planlegge store, sammensatte prosjekter. Programmet har flere funksjoner enn Microsoft Project, og på hvert enkelt prosjekt kan det kjøre opptil 100 000 aktiviteter. I tillegg har Primavera egenskaper som muliggjør det å følge opp fremdriften i prosjektet. I Norge brukes programmet primært på anleggsprosjekter, fordi det er best egnet i prosjekter der få er inne for å gjøre endring. (Halleraker, 2014, s. 53-54)

### **Vico Control**

Vico Control er et verktøy som er basert på lokasjonsplanlegging, og benytter derfor flytfremstilling. Programmet er utviklet av Olli Seppänen, som regnes som en av de største autoritetene innenfor stedsbasert planlegging og taktplanlegging. Vico Control er godt egnet for generering og visualisering av taktplaner, fremfor Microsoft Excel som benyttes i dag. Det er et verktøy spesielt utviklet med taktplanlegging som formål, og vil kunne bidra positivt i utarbeiding av planer, samt oppfølging underveis i prosjekter som planlegger etter lokasjoner. (Vatne, 2016, s. VIII, 33)

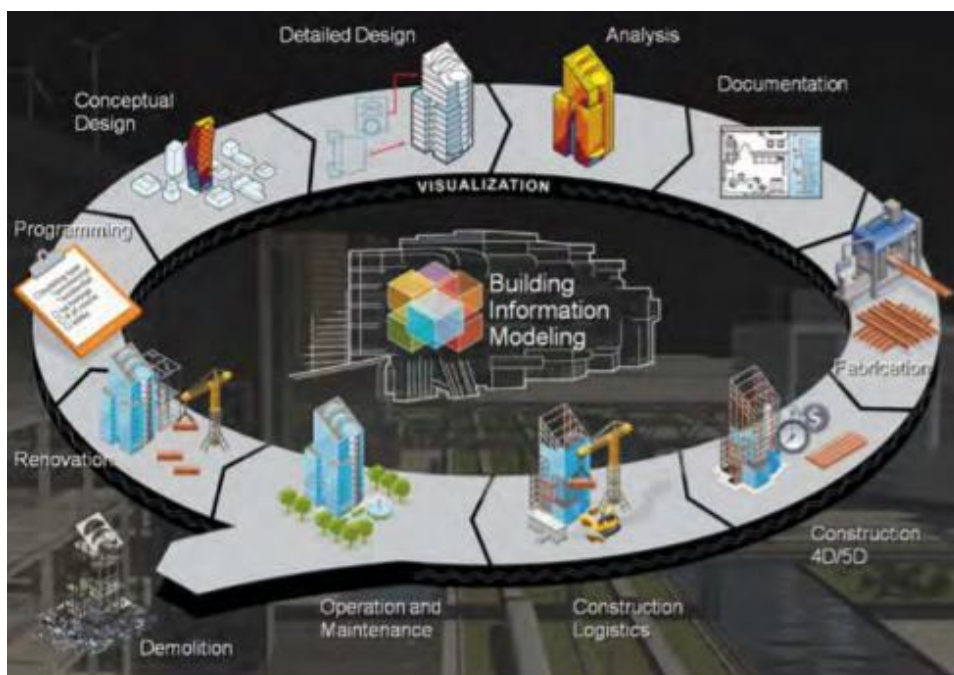
## 5 Bygningsinformasjonsmodellering (BIM)

*BIM har blitt et velbenyttet produkt og en kjent prosess i norske byggeprosjekter. Den visuelle informasjonsplattformen er, sammen med fremdriftsplanen, en av de viktigste komponentene i 4D. Kapittel 5 omfatter derfor en beskrivelse av hva, hvordan og hvorfor BIM brukes i bransjen.*

### 5.1 Hva er BIM?

Byggenæringen har de siste tiårene hatt en akselererende utvikling innen informasjons- og kommunikasjonsteknologi, som har åpnet opp for nye verktøy. Bygningsinformasjonsmodellering eller -modell (BIM) er et av de verktøyene det har vært knyttet store forventninger til gevinstene av å ta i bruk. (Bråthen *et al.*, 2016, s. 6) Allerede i 2010 kom det et nasjonalt krav om å implementere BIM i byggenæringen. Kravet ble innført for å redusere feil, forbedre samordning og øke energieffektiviteten til bygninger, for å stimulere effektiviteten i bransjen. (Heikkilä *et al.*, 2018, s. 24)

BIM er en forkortelse for «Building Information Model / Modeling». Begrepet BIM varierer betydning og henviser enten til hva som produseres eller arbeidsprosessene som utføres. (Moen og Moland, 2010, s. 6) BIM har blitt et sentralt verktøy for å drive utveksling av informasjon gjennom en visuell 3D-plattform til involverte parter gjennom et prosjektforløp. Modellen er en digital representasjon av fysiske og funksjonelle egenskaper til en bygning. Den fungerer som en sammenkoblet kunnskapsressurs, med informasjon egnet for beslutningstaker og aktører gjennom hele verdikjeden. Figur 5-1 illustrerer dette. (Heikkilä *et al.*, 2018, s. 20-21)



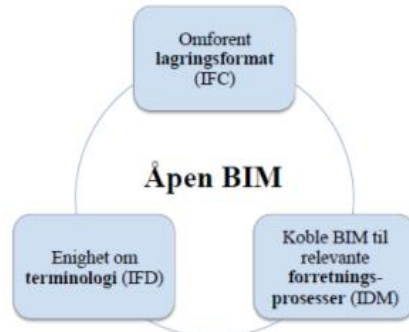
Figur 5-1: Livssyklusen til en bygning og BIM (Heikkilä *et al.*, 2018)

BIM er en av de mest lovende utviklingene innenfor arkitektur-, prosjektgjennomføring- og konstruksjonsbransjen. Ved hjelp av teknologi som BIM konstrueres en eller flere deler av en bygning digitalt. Programmene som brukes støtter design gjennom de ulike fasene, noe om gir bedre analyser og kontroll enn tradisjonelle manuelle prosesser. Når en slik

modell er ferdigstilt inneholder den presis geometri og data, som er nødvendig for å gjennomføre prosjektet. (Eastman *et al.*, 2011, s. 1)

## 5.2 Åpen BIM

Statsbygg uttalte i 2010 at BIM åpner for en ny måte å samhandle på innenfor byggebransjen (Statsbygg, 2010). Fra tradisjonell praksis med fagoppdelte arbeidsmåter og -plattformer, vil BIM bidra til et mer helhetlig produkt og i større grad øke samhandlingen. I det ligger det ikke bare at teknologien endres, men også roller, oppgaver, rutiner og samarbeidsformer. Forenklet kan verktøyet kategoriseres i fire hovedgrupper: objektinformasjon, visualisering, databaser og interoperabilitet. BIM muliggjør oppbygningen av en flerdimensjonal modell av bygget, der modellerte elementer har en parametrisk relasjon seg imellom med tilhørende informasjon og egenskaper. Applikasjonene gir videre mulighet til å visualisere og simulere eksempelvis kollisjonskontroller, brannscenarier, energiberegninger, hente ut mengder og mer fra modellen. I tillegg kan databaser og andre systemer som byggherrens kravspesifikasjon, FM-systemer og ulike produkt- og varedatabaser tilkobles programvaren, og på den måten samle en større andel vesentlig informasjon. For å nyttiggjøre seg av objektinformasjonen mellom og innenfor de ulike hovedgruppene, må en sørge for full interoperabilitet samt pålitelig og konsistent flyt. (Bråthen *et al.*, 2016, s. 29-30) De åpne standardene som; omforent lagringsformat (IFC), enighet om terminologi (IFD) og kobling av BIM for relevante forretningsprosesser (IDM) ivaretar sømløs informasjonsflyt på tvers av alle aktører og faser i et byggeprosjekts livsløp. Til sammen defineres slike åpne, ikke-proprietære og standardiserte formater for «åpen BIM», og vises i Figur 5-2. (Bråthen *et al.*, 2016, s. 30; Statsbygg, 2010)



Figur 5-2: Åpen BIM (Statsbygg, 2010)

De åpne standardene er den digitale grunnmuren. Hvis de benyttes, spiller det ingen rolle i hvilken database masterdata eller transaksjonsdata ligger i. Det er mange gode intensjoner og tiltak i bransjen innen både digitalisering og industrialisering, men de er ikke koordinert eller dekker bare deler av næringen. (Tiltnes, 2019, s. 35) «Det er normalt å skille mellom fag-BIM og åpen BIM, hvorav fag-BIM er en proprietær BIM-løsning innenfor et fag eller programsuite, som har små muligheter til utveksling av informasjon med andre fagsystemer. Dette kalles også lukket BIM.» (Bjørhusdal, Westerlund og Bjørnstad, 2019, s. 39) I denne avhandlingen vil ordet BIM videre være synonymt med åpen BIM.



## 5.3 Modell modenhets indeks (MMI)

En av forutsetningene for god samhandling gjennom BIM-plattformen er at de involverte partene forstår hverandres bidrag og leveranser. Ettersom ferdiggraden av objekter fra de ulike fagene varierer i løpet av prosjekteringsprosessen, er det nødvendig med et felles standardisert språk. Modell modenhets indeks (MMI) fungerer som en kommunikasjonsmetodikk for å formidle modningsgraden til objektene i BIM på en entydig måte. Ved å planlegge når objekter i hele eller deler av prosjektet skal ha en gitt MMI-verdi, vil det være mulig å styre prosjekteringsforløpet på en måte som henger mer i tråd med verktøyene som er tilgjengelig gjennom bruk av BIM. (Fløisbonn *et al.*, 2018, s. 2-3)



Figur 5-3: Prosess for MMI (Fløisbonn *et al.*, 2018)

MMI baserer seg på en prosess som illustrert i Figur 5-3. Her vises prosjekteringsaktivitetene som leder frem til de ulike MMI-verdiene. Fløisbonn *et al.* (2018, s. 4) har beskrevet MMI-nivåene som følger:

**MMI 100:** Skisse Prosessen frem mot MMI 100 innebærer å etablere ett eller flere forslag til løsning. Objekter ved MMI 100 er å anse som et skisseforslag. Dette innebærer at det kan være modellert flere alternative forslag til løsninger og at det kan skje større endringer i design på kort tid. I prosessen frem mot MMI 200 velges løsninger og konsepter.

**MMI 200:** Ferdig konsept Objektene er å anse som gjennomarbeidet med tanke på design av konseptuell løsning. Det forutsettes at det ikke forekommer større endringer i konseptene som påvirker andre fag etter MMI 200.

**MMI 300:** Klar for tverrfaglig kontroll Ved MMI 300 skal objektene være koordinerte innen enkeltdisipliners modeller. Objekter relevant for tverrfaglig koordinering skal være modellert og ikke være i konflikt med andre objekter i samme disiplin. Objektene skal ha riktig størrelse og plassering.

**MMI 350:** Utført tverrfaglig koordinering Ved oppnådd MMI 350 skal objektene være tverrfaglig koordinert med hensyn til alle objekter i tilgrensende disipliner. Tverrfaglig koordinering vil ofte være en iterativ prosess, først ved slutført koordinering mellom alle tilgrensende disipliner oppnår objektene denne statusen.

**MMI 400:** Produksjonsunderlag Status som produksjonsunderlag forutsetter at objektene er kontrollert og godkjent for bygging. Eventuelle konflikter eller innspill til endring av design sendes til prosjekterende disipliner for gjennomgang. Ved utsjekk av alle tilbakemeldinger, er objektet klar for produksjon, MMI 400.

**MMI 500:** Som bygget Avhengig av krav til «som bygget»-dokumentasjon oppdateres modellene i henhold til denne statusen av de prosjekterende.

## 5.4 Tverrfaglig samarbeid

BIM er et sentralt element i Virtual Design and Construction, bedre kjent som VDC. «VDC er ikke et nytt verktøy eller teknikk, men altså kjente, effektive teknikker og moderne verktøy satt i system.» (Fosse, 2019b, avsnitt 2) Det består av tre elementer: BIM,

involverende planlegging og møtemetodikken ICE. Rammeverket er basert på LC og fokuserer i stor grad på arbeids-prosesser som verktøy, teknologi og samarbeid.

Prinsippene er enkle og gjelder for alle i prosjekt, både innenfor prosjektering og produksjon, og spesielt mellom disse. Prosjektdeltakere reduserer misforståelser og gjør riktig første gang ved at de tydelig kommuniserer sine behov, utfordringer og løsninger med visuelle verktøy som lappeplaner og BIM. ICE-møter er svært nøye planlagte og deltakere godt forberedt, så man får aktiv problemløsning i såkalte BIG ROOM, som er store møterom med god veggplass til lappeplanene, touchskjermer til BIM-modellene og annen viktig informasjon. (Fosse, 2019b, avsnitt 5)

## 6 4D-modellering

*Dette kapittelet omhandler 4D-modellering og er hentet fra «4D-verktøy i den norske byggebransjen» av Bjørhusdal, Westerlund og Bjørnstad (2019), med tilhørende tredjeparts-referanser. Årsaken til at det er valgt å gjengi denne teorien baserer seg på gyldigheten og aktualiteten til innholdet, med unntak av kapittel □*

*4D-verktøy, der nye programvare-oppdateringer er hensyntatt. Kapittelet inneholder følgelig en beskrivelse om hva 4D er, hvorfor tid er en essensiell dimensjon og hvilke funksjoner 4D-verktøyene Synchro og VisiLean inkluderer.*

### 6.1 4D-modellering

4D-modellering går ut på å koble bygningselementer fra en 3D-modell til sine respektive aktiviteter i fremdriftsplanen. Dette gir en visuell fremstilling av fremdriften til prosjektet. Konseptet rundt 4D-modellering har eksistert lenge, men det har vært store utfordringer på grunn av manglende digitale verktøy og tilstrekkelig god programvare. Til tross for den digitale utviklingen er ikke 4D-modellering brukt aktivt i dagens byggebransje, og implementerings-arbeidet er for mange entreprenører fortsatt i startfasen.

*«I dag snakker en mye mer om integrerte strategier, enn enkeltstående systemer»*

*- Dr. Bhargav Dave, CEO VisiLean*

#### 6.1.1 Definisjon

4D-modellering, også kalt 4D-planlegging, er en tredimensjonal CAD-modell som er koblet opp mot en fjerde dimensjon, tid (Basu, 2007). Professor Martin Fischer fra Stanford University er en av grunnleggerne av VDC, og definerer 4D på denne måten:

*«3D + tid. Vi definerer 4D så rett frem som det»*

*- Prof. Martin Fischer, Stanford University*

Prof. Fischer har vært involvert i utvikling av 4D siden starten av 90-tallet, og poengterer:

*«Feilen vi gjorde, mener jeg, var å kalle det 3D + tid, istedenfor tid + 3D. På det tidspunktet var ikke tid noe nytt, i motsetning til 3D, så vi fokuserte på det nye først. [...] jeg lurer stadig på om 4D ville fått flere tilhengere hvis det var definert som tid + 3D»*

*- Prof. Martin Fischer, Stanford University*

#### 6.1.2 Hvorfor implementere tid?

Ifølge Quach (2018) og undersøkelser gjort til masteroppgaven hennes «Vurdering av 4D som planleggingsverktøy i Veidekke», mener intervjuobjektene at bruk av 4D-modeller medfører bedre prosjektplanlegging og mer involvering. De mener at det bidrar til å enklere forstå et byggeprosjekt gjennom visualisering av blant annet omfang, aktiviteter og hinder. Det er en generell oppfatning blant intervjuobjektene i den nevnte oppgaven, at en visuell fremstilling vil hjelpe alle prosjektinvolverte med å se utviklingen i en byggeprosess. I tillegg vil det være enklere å forstå avhengighetene mellom de ulike fagene og aktivitetene. Visualisering bidrar også til mindre forvirring rundt hva det snakkes om i fremdriftsmøter, da de ulike bygningsdelene kan vises ved hjelp av en 4D-modell. Med andre ord, 4D øker forståelsen for hvor det foregår arbeid til enhver tid, slik at en enklere kan se parallelle aktiviteter, rekkefølger og potensielle HMS-risikoer. Videre reduseres sannsynligheten for tid-sted-konflikter, og uheldig rekkefølge på aktiviteter som kan skape forsinkelser. Dette

kan være vanskelig å se i tradisjonelle fremdriftsplaner. (Quach, 2018, s. 62-63) I en case fra Skanska, gjenfortalt av Fosse, opplevde de følgende ved bruk av 4D-modellering på et vannbehandlingsanlegg:

*«Sånn som fremdriftsplanen så ut skulle en vegg bli støpt 1-2 uker før noen store rør skulle transporteres inn gjennom denne åpningen. Dette var vanskelig å oppdage i et Gantt-diagram hvor de to aktivitetene lå 10-15 sider unna hverandre. I 4D-modellen derimot lå disse objektene rett ved siden av hverandre, og det var dermed enkelt å se at planen viste at veggen var planlagt før rørene. En slik feil er det avgjørende at en oppdager i tide, noe 4D bidro til i dette tilfelle»*

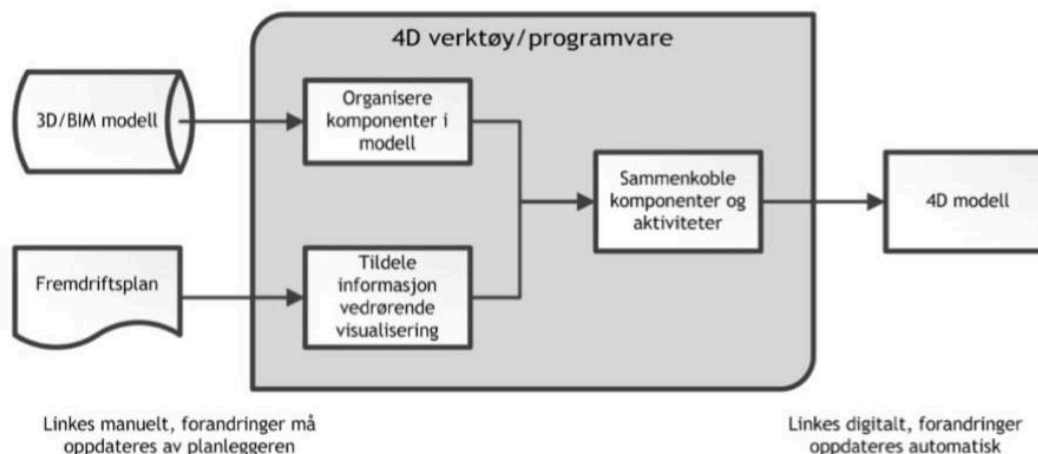
*-Roar Fosse, daværende avdelingssjef BIM & VDC, Skanska*

### 6.1.3 Oppbygging av 4D

Bruken av 4D i BIM bygger på den opprinnelige 3D-modellen som gjør det mulig å utføre kollisjonskontroll, mengdeuttak og visualisering. Videre er det nødvendig med en fremdriftsplan med aktiviteter som kan kobles med objektene i modellen. Eastman *et al.* (2011, s. 286) mener det i hovedsak er tre forskjellige fremgangsmåter for oppbygging av en 4D-modell:

- ◆ Manuell metode ved bruk av 3D- eller 2D-verktøy
- ◆ Innebygde 4D-funksjoner i 3D- eller BIM-verktøy
- ◆ Eksportere 3D/BIM til et 4D-verktøy for så å importere en fremdriftsplan

Den manuelle fremgangsmetoden har blitt brukt i flere tiår med markeringstusj og tegninger. Der ble det benyttet ulike farger på sekvensene for å illustrere og anskaffe oversikt over fremdriften. Denne måten å gjøre det på ble også overført til 2D- og 3D-verktøy ved å benytte farge- og skyggelegging på forskjellige arbeidslag. Det som begrenser bruken av fremgangsmåten, er dersom det forekommer endringer i fremdriftsplanen. Da må de reviderte aktivitetene på nytt knyttes til objektene. Dette er ressurskrevende, og ofte lite hensiktsmessig i en produksjonsfase. Innebygde 4D-funksjoner i et 3D- eller BIM-verktøy gir mulighet til å generere 4D-snapshots, men bare gjennom den mest elementære funksjonen der en knytter objekter til faser av byggeprosessen, og benytter filtrering for å vise objektene i en bestemt fase. De fleste BIM-verktøy har ikke mulighet til å implementere fremdriftsplanen, og egner seg derfor ikke til stort mer enn å vise de grunnleggende fasene. Med egne 4D-verktøy legges det til rette for produksjon og redigering av 4D-modeller. Det gir planleggerne tilgang til flere funksjoner for tilpassing og automatisering ved produksjon av modellen. Typisk lages modellen ved å importere relevant data fra en 3D-modell og aktivitetsplan, før de tilegnes ytterligere informasjon. Dette gjør at 4D-modellen enklere kan tilpasses prosjektets behov. Figur 6-1 viser en forenklet prosess for denne fremgangsmetoden. (Eastman *et al.*, 2011)



Figur 6-1: Prosessen til 4D-modellering basert på BIM (Eastman et al., 2011)

### Detaljnivå

Detaljnivået påvirkes av størrelsen på prosjektet og modellen, i tillegg til tidsforløpet og hvilke kritiske elementer som skal formidles. Det er også avhengig av hvilke fagdisipliner som skal benytte seg av modellen, da de ulike aktørene har forskjellige behov og formål i henhold til detaljnivå og fokusområde. En arkitekt kan produsere en 3D-modell, der det er fokus på det estetiske for å oppnå ønsket visualisering, mens en entreprenør ønsker en modell der detaljerte operasjoner er i fokus. Ettersom bygningsdeler og elementer må kobles til fremdriften, er det hensiktsmessig å ha et detaljnivå som beskriver tydelig hva som skal gjøres, når det skal utføres, hvor lang tid prosessen tar, og hvilken bygningsdel/seksjon eller aktivitet det representerer. En enkel bygningsdel kan kreve flere aktiviteter og prosesser for å fullføres. For eksempel vil et plass-støpt betongdekke være avhengig av blanding av betong, forskalingsarbeid, plassering av armering, utstøping og herdetid. Derfor er det viktig å klarere hvilket detaljnivå, og følgelig MMI, som kreves i hver fase før oppstart (Eastman et al., 2011, s. 291).

En 4D-modell kan brukes til å gi et helhetlig og forståelig bilde av hele prosessen for de involverte. Modellen kan benyttes på alle nivå, men på et høyt detaljeringsnivå kreves det mer arbeid i planleggingsfasen. Grunnen til dette er økt datamengde og detaljrike spesifikasjoner som må utarbeides. Ved å øke detaljeringsgraden vil modellen kunne benyttes på de ukentlige fremdriftsmøtene, og der kan en vise arbeidsteamet og fagarbeiderne hva som er planlagt i nærmeste fremtid. Det fører til god oversikt over involverte aktører og planlagte aktiviteter. Dette kan forenkle koordineringen av aktivitetene på byggeplassen, samt effektivisere den helhetlige flyten. Resultatet er å få bedre kontroll over hele prosessen. (Edwards, 2011)

#### 6.1.4 Vurderingskriterier ved valg av 4D-programvare

Ved valg av programvare er det flere faktorer som burde bli hensyntatt. Eastman et al. (2011, s. 290) har utarbeidet en liste med vurderingskriterier og lyder som følgende:

- ◆ Importeringsmuligheter BIM: Hvilke formater aksepterer verktøyet?
- ◆ Importmuligheter fremdriftsplan: Hvilke formater aksepterer verktøyet?
- ◆ Mulighet for å slå sammen og oppdatere BIM/3D-modell: Kan brukeren slå sammen flere filer til en modell og oppdatere deler av, eller hele, modellen?
- ◆ Omorganisering: Kan brukeren omorganisere data etter at den har blitt importert?

- ◆ Midlertidige komponenter: Kan brukeren legge til eller fjerne midlertidige komponenter?
- ◆ Animasjoner: Er det mulig å simulere f.eks. detaljerte kranbevegelser eller byggets prosjektforløp?
- ◆ Analyse: Har programmet analyseverktøy som kollisjonstester?
- ◆ Output: Kan brukeren eksportere 4D-videoer med forutsatte synsvinkler og tidsperioder? Eksisterer det en enkel måte for andre å spille av simuleringene?
- ◆ Autokobling: Kan brukeren autokoble bygningsobjekter med aktiviteter i fremdriftsplanen?

## 6.2 4D-verktøy

Byggebransjen er i stadig endring. Den økte etterspørselen etter effektivitet, kortere leveringstider og høyere kvalitet presser byggherrer og entreprenører til å adoptere nye forretningsmodeller og teknologier som gir dem konkurransefortrinn. (Bjørhusdal, Westerlund og Bjørnstad, 2019) I dette delkapittelet presenteres to utvalgte programvarer: Synchro og VisiLean. Bakgrunnen for valget av akkurat disse programvarene forankres i utbredelse i byggenæringen, samt verktøyets potensiale og egenskaper hentet fra Bjørhusdal, Westerlund og Bjørnstad (2019) evaluering fra kapittel 6.3 *Planleggingsprinsipper i 4D-verktøy*.

### 6.2.1 Synchro

Synchro er en plattform som består av flere moduler som til sammen utgjør et svært avansert verktøy til å planlegge og lede prosjekter i et 4D-miljø. Ved å muliggjøre sammenkobling av individuelle objekter fra en BIM med tilhørende arbeidsoppgaver til en fremdriftsplan, blir det mulig å visualisere konstruksjonsfasene i produksjonsretning. I tillegg kan en se på sporing av materialer og resursfordeling, samt utføre analyser basert på tid, risiko og kostnad. Synchro PRO kan brukes med Microsoft Project og andre planleggingsverktøy, men fungerer også som et selvstendig CPM-planleggingsverktøy og er ikke avhengig av å importere fremdriftsplaner. (Synchro Ltd, 2018) Videre kommer en nærmere forklaring av de forskjellige modulene som inngår i plattformen (Bogen, 2018).

#### **Modellering**

Synchro 4D PRO (Synchro 4D professional) ble lansert som et nytt produkt i 2020, og tar dermed den tidligere versjonen, Synchro PRO, et steg videre. 4D PRO inneholder de samme funksjonene som PRO, men inkluderer også en Control 4D-skytjeneste for å styrke visjonen om samarbeidende 4D-planlegging, fremdriftsplanlegging og visualisering. (Chen, 2020) Modulen omfatter visuell prosjektstyring, som vil si at fremdriftsplanen kan utarbeides og følges opp, samt knyttes til en 3D-modell innad i programmet som resulterer i en dynamisk 4D-modell. I Synchro 4D PRO er det mulig å importere 3D-modeller fra ulike programmer, da Synchro støtter mange filformater. Det er også mulig å lage enkel geometri som bokser eller sylindere inne i programmet, hente ut mengder, samt splitte objekter i modellen slik at de passer ønsket aktivitet i planen, for eksempel ved støping av betonggulv i flere trinn. (Synchro Ltd, 2018) For å koble tilhørende element og aktivitet benytter Synchro auto-matching gjennom objektets navn eller brukerfelt. Hvis brukerfeltet er tomt, vil den søke til den lokaliserer et overordnet objekt i tilhørende objekttré. Dersom dataene er utelatt, må aktivitet og objekt kobles manuelt. (Chen, 2020)

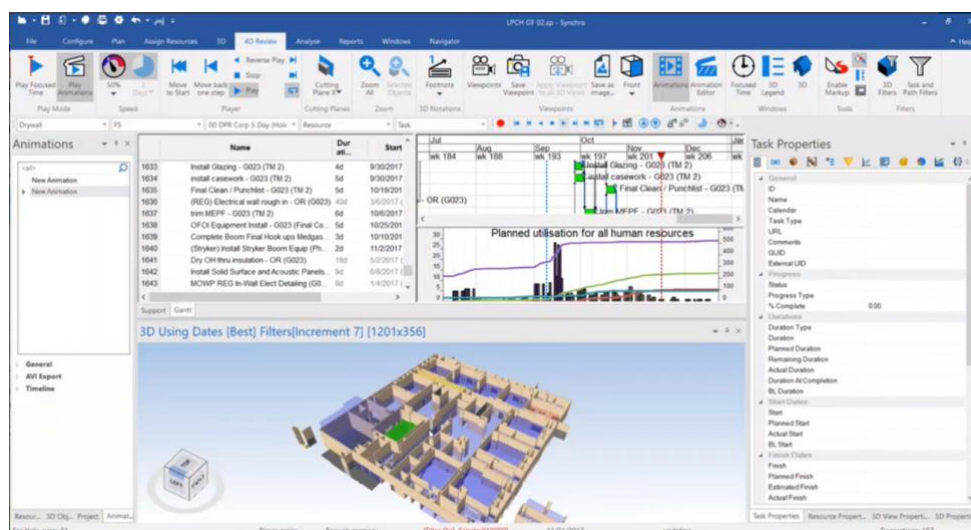


## Fremdriftsplan

Synchro SCH (Synchro Scheduler) er et rent planleggingsverktøy. Visuelt sett ligner fremdriftsplanen i Synchro på et klassisk Gantt-diagram. I denne modulen kan fremdriftsplaner fra forskjellige kilder importeres, for eksempel underentreprenørene sine planer, så lenge filformatet støttes. Det er også mulig å legge til aktiviteter direkte i Synchro for å tilføre flere detaljer, eller gjøre planen mer hensiktsmessig for bruk av 4D. Synchro SCH er et kraftfullt planleggingsverktøy med all funksjonalitet som trengs for fremdriftsplanlegging. Modulen gjør det enklere for tradisjonelle planleggere å samhandle med de som planlegger i Synchro 4D PRO, og det eliminerer behovet for bruk av andre tradisjonelle fremdriftsverktøy. Planen som utarbeides kan også eksporteres og synkroniseres med planer i andre programmer, slik som Microsoft Project. Modulen muliggjør beregninger av varigheter ved gitt produksjonsrate og mengder, og inneholder også en «CPM-maskin» som kalkulerer start- og sluttdatoer, samt kritisk vei. (Synchro Ltd, 2018) I tillegg er det tilrettelagt for å opprette flere kalendere med forskjellige fremdrifter, for sammenlikning og vurdering av den mest lønnsomme fremdriften gjennom «hva-hvis» scenarier (Synchro Ltd, 2018).

## 4D-modellen

Gjennom sammenkoblingen av tidsaspektet og BIM kan en enkelt visualisere byggeprosessen over ønsket tidsrom. For å oppdage og forhindre kollisjoner mellom objekter, utstyr og arbeidsområder før faktisk utførelse, har 4D modulen plasskoordineringstester. Det muliggjør identifisering av potensielle kollisjoner, slik at arbeidet kan omstruktureres før igangsettelse og dermed hindre kostbare konflikter. Gjennom produksjonsperioden kan en sammenlikne planlagt fremdrift med faktisk fremdrift i 4D, noe som gir en god visuell kontroll over produksjonen. Her kan en også lage rapporter med daglig/ukentlig/månedlig oversikt over planlagt og faktisk progresjon. (Synchro Ltd, 2018) I tillegg kan Synchro generere avviksrapporter, vise til fargekoder for objektenes status og simulere ønsket produksjonsretning på elementene (Synchro Ltd, 2020). Det er også mulig å lage simuleringer av konstruksjonssekvenser som kan benyttes i tilbudsfasen eller på andre arenaer hvor det vil være hensiktsmessig. Med Synchro OVR (Synchro Open Viewer) er det mulig å dele og se 4D-modellen gratis. I denne modulen kan prosjektdeltagere, interne og eksterne, se gjennom modellen på hvilket som helst tidspunkt i prosjektet. (Synchro Ltd, 2018)



Figur 6-2: 4D Review i Synchro (Hester, 2020)

## Oppfølging

Synchro tilbyr modulen Synchro Field som er en applikasjon tilpasset smarttelefoner og nettbrett, slik at fremdriftsoppfølging kan skje kontinuerlig ute på byggeplassen. Den gjør det mulig å følge opp og sammenlikne aktiviteter og ressurser opp mot 4D-modellen i sanntid. (Virtuosity, 2020) Med mobilvennlige skjemaer og arbeidsflyt kan du finne og få tilgang til all informasjon som er dokumentert i den nettbaserte tjenesten Synchro Control. Synchro Control er en ny modul for Synchro 4D PRO. Denne nettsiden inneholder en dashboard-funksjon som gir byggeledelsen oversikt og tilgang til å administrere, samarbeide og analysere konstruksjonsdata på ett sted. (Virtuosity, 2020; Hester, 2020)

Ved hjelp av geolokalisering og automatiserte værdata, kan en enkelt finne prosjektdata og plasseringsnøyaktighet på tvers av alle prosjekter. Uansett hvor stort eller komplekst prosjektet er kan de involverte visualisere hver geolokaliserte felthandling ved hjelp av et kart eller en 3D-modell. Field muliggjør dermed rask identifisering av modellstatus, den respektives oppgaver, forsinkelser eller problemer tidlig. I tillegg kan det bidra til forenklet koordinering med annet mannskap, kommunisere nye prosesser eller gjeldende feltdirektiver, og oppdatere prosjekteiere om daglig fremdrift i sanntid med ett brukergrensesnitt og prosjektkontekst-visninger. (Virtuosity, 2020)



Figur 6-3: Synchro Field (Virtuosity, 2020)

## 6.2.2 VisiLean

VisiLean er en skybasert prosjektledelsestjeneste som støtter Lean Production-planlegging, kontrollert arbeidsflyt og direkte integrasjon med BIM. Programmet er utviklet i samarbeid med noen av bransjens ledende eksperter innenfor BIM, LC og synergien mellom dem. Det gjør at VisiLean er en teoretisk basert programvare med stort fokus på planleggingsmetodikk som LPS, og har derfor moduler som støtter alle faser fra hovedplan til ukentlig plan. Programmet har ni overordnet funksjoner i verktøylinjen: Layout, Dashboard, Gantt view, Scheduler, 3D models, Notifications, Table view, Eksport og Filter. VisiLean gjør også sanntidsoppfølging av planene ved hjelp av en mobilapplikasjon mulig, der arbeidsteam kan rapportere inn fremgang, ta bilder og legge inn notater. (VisiLean, 2019b)

### Modellering

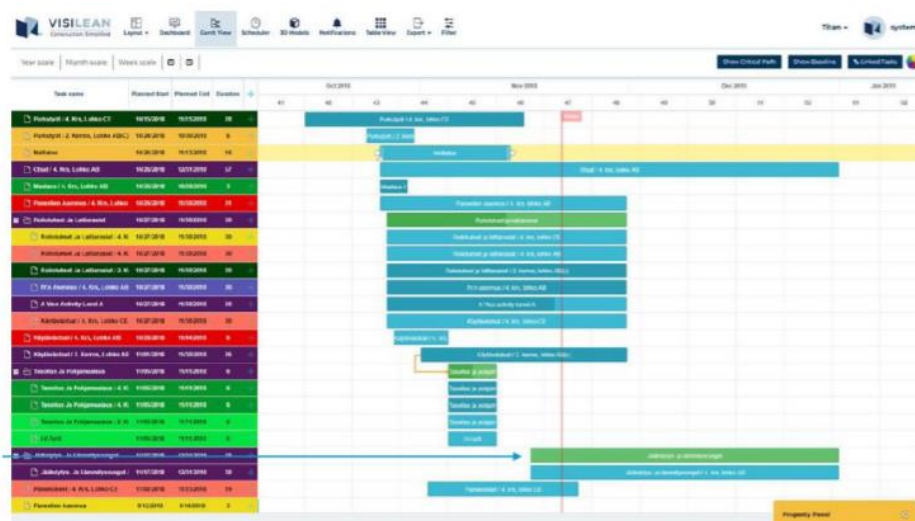
VisiLean har en 3D modul med en integrert Autodesk-funksjon som muliggjør import av alle sammenfallende filformater (Lota, 2021). Model view for modellen støtter mange funksjoner som blant annet muligheten til å gjøre målinger, visning av et modellutvalgstre og snitt. Det er også mulig å importere flere typer modeller og fortsatt beholde linker i planen. Modellene er versjonskontrollert, slik at det er mulig å sammenlikne to modeller med tanke på elementer som er lagt til, slettet og endret. (VisiLean, 2019c) Når det



kommer til å sammenkoble aktiviteter til modellen, kan det utføres på to måter; enten linke en aktivitet til et element eller et element til en aktivitet (Selmar *et al.*, 2019). VisiLean har også mulighet til å importere modell opplinket til fremdriftsplan fra Synchro (Lota, 2021).

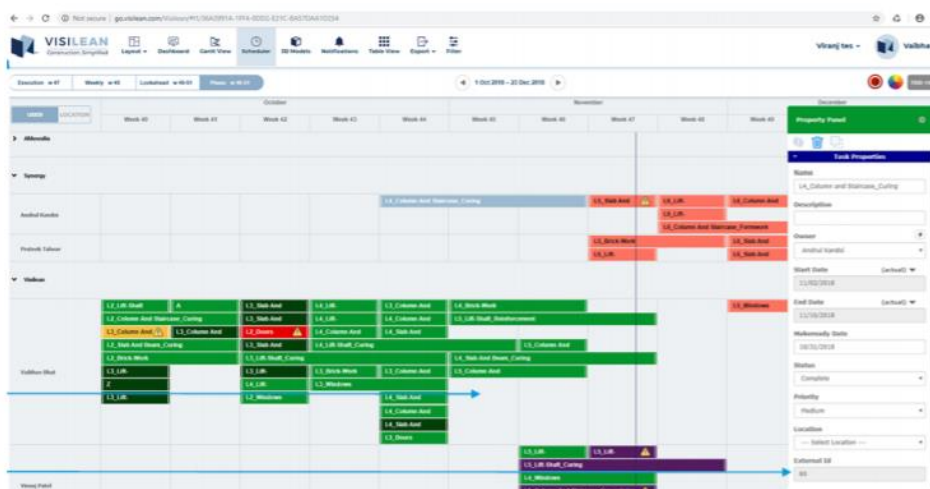
### Fremdriftsplan

I programmet kan en opprette eller importere eksisterende fremdriftsplaner med XML- eller CSV-filtyper fra andre systemer som Primavera, Microsoft Project og Vico Control (Lota, 2021). Den importerte planen vil beholde alle avhengigheter og lokasjonsinformasjon. Progresjonsovervåkingen holder alle plannivåene oppdatert når aktiviteter endres, legges til eller slettes. Programmet kan i tillegg eksportere de samme formatene tilbake igjen til ovennevnte planleggingsverktøy. (VisiLean, 2019c) Videre kan arbeidslagene få adgang til arbeidspakker og milepæler, og endre, opprette eller importere underaktiviteter for sine fag. På den måten forener VisiLean «push» og «pull» tilnærmingen, noe som kan øke arbeidsflyten. (VisiLean, 2020) Selve planen fremstilles som et Gantt-diagram, med mulighet til å vise aktivitetene innenfor de forskjellige plannivåene. Oversikten viser alle filtrerte aktiviteter med tilhørende informasjon om ansvar, tid og omfang. Programmet viser grunnlinjen og beregner kritisk vei. Det er derfor enkelt å overvåke og kontrollere faktisk fremdrift sett opp mot planlagt fremdrift. (VisiLean, 2019a) Fargekoder benyttes for å definere aktivitetenes status og simplificere hvilke aktiviteter som er ferdig eller kritiske i forhold til planen som vist i Figur 6-4 (Dr. Dave, 2019).



Figur 6-4: Gantt View i VisiLEAN (Dr. Dave, 2019)

Scheduler er en annen funksjon som illustrerer aktiviteter knyttet opp mot tid, bruker eller lokasjon. Denne fremstillingen fungerer som en digital lappeplanlegger, og er tilpasset møter der flere parter skal samarbeide om planleggingen. En kan enkelt dra og droppe aktiviteter, samt filtrere faseplan, utkikksplan eller ukeplan etter ønske. Et panel over egenskapene til aktiviteten kan vises i dette moduset, som illustrert i Figur 6-5. På den måten er det raskt å finne elementær informasjon knyttet til aktiviteten på en oversiktlig måte. (Dr. Dave, 2019)



Figur 6-5: Scheduler i VisiLean (Dr. Dave, 2019)

Siste modus for fremstilling av fremdriftsplanen er Table View. Den etterligner et Excel-skjema, og går ofte ned på aktivitetsnivå fra dag til dag. Her fremkommer hvilket arbeidslag eller hvilken underentreprenør som er satt på aktuelle aktiviteter, samt dager det planlagte arbeidet skal foregå. Det er en svært enkel oversikt som kan eksporteres eller utstedes som en rapport eller CSV-fil.

#### 4D-modellen

4D-modellen til VisiLean er simplifisert og gir ingen mulighet for dynamisk simulering av prosjektet, modellering eller innsetting av midlertidige komponenter i selve programmet (Selmar *et al.*, 2019). Brukeren kan kun linke aktiviteter til modellelementer og visualisere fremgangen i øyeblikksbilder, som vist i Figur 6-6. Ved å bruke modellutvalgstreet, kan en direkte lage flere linker mellom aktiviteter og elementer. Videre muliggjør programmet enkelt og oversiktlig filtrering av aktiviteter og elementer basert på status, underleverandører eller hver enkelt fagarbeider. Avhengig av detaljeringsgraden til planen får en god oversikt over prosjektfremgangen. Ved hjelp av fargekodene, som representerer aktivitetenes status, kan en enkelt visualisere og kontrollere om en holder fremdrift i henhold til planen. (VisiLean, 2019d)

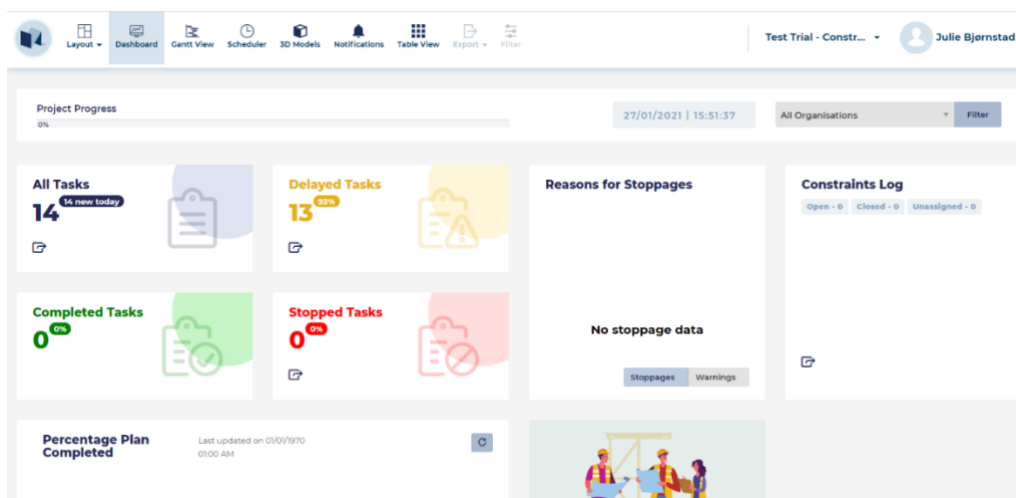


Figur 6-6: 4D Layout split i VisiLean (Dr. Dave, 2019)

## Oppfølging

Ved å benytte smarttelefon eller nettbrett, kan arbeidsteam på byggeplassen hele tiden ha tilgang til sine oppgaver, samt oppdatere fremdrift til prosjektkontoret. VisiLean sin LifeSite applikasjon gir mulighet til å avstemme aktiviteter som ferdig, påbegynt, forsinket, ikke ferdig og lignende. I tillegg er det mulig å rapportere prosentvis fullført arbeid og gi beskjed når arbeidet er klart for inspeksjon. Den inneholder også en sjekkliste over dagens arbeidsoppgaver, og de 7 forutsetningene som må være tilrettelagt for at aktiviteten kan påbegynnes. Videre eksisterer det et internt varslingsystem som informerer om problemer eller forsinkede aktiviteter, og en chattefunksjon der også bilder og filer kan deles. (Dr. Dave, 2019) De forskjellige arbeidsteamene har kontinuerlig tilgang til sine arbeidspakker, og kan bidra i planleggingen ved å lage utkviks- og ukeplan for sine respektive fag. Programmet kan også enkelt produsere rapporter med eksempelvis PPU, forsinkede oppgaver og lignende. (VisiLean, 2019c)

I Scheduler finnes det en fane som heter Execution som viser brukeren hva som skal foregå den kommende uken, samt status for de aktuelle aktivitetene etter hvert som progresjon rapporteres inn. Det er her en begynner å følge opp fremdriften, og kartlegger hva som er i rute. Dashboard-funksjonen viser en oversiktlig oppdatert statistikk over aktiviteter som er stoppet, forsinket eller ferdigstilt, samt PPU for de siste fire ukene. Dette er illustrert i Figur 6-7. Alle oppdateringer foregår i sanntid og på den måten kan alle parter være fullstendig informert over prosjektets fremgang til enhver tid. (Selmar *et al.*, 2019) VisiLean kan også sammenkobles med BIM360. Issues med tilhørende informasjon vises ved aktuell lokasjon i 3D modulen. (Lota, 2021; Selmar *et al.*, 2019)



Figur 6-7: Dashboardmodus i VisiLean (VisiLean, 2021)

## 7 Data- og erfaringslære

*Følgende kapittel presenterer teori tilknyttet datalagring, erfaringsoverføring, variabilitet og fremtidige, digitale løsninger med maskinlæring og kunstig intelligens. Formålet med kapitlet er å danne et kunnskapsgrunnlag for videre diskusjon rundt de aktuelle tematikene.*

### 7.1 Datalagring

Tradisjonelt lagres det meste av prosjektdata og -dokumenter i ulike systemer med varierende oppsett og innhold. Med andre ord er den største andelen med tilgjengelig data i byggenæringen i et ustrukturert format med flere datakilder. Det begrenser bruksverdien, ettersom de enorme datamengdene som byggeindustrien genererer stort sett blir ineffektive med en slik struktur. For å bedre nyttiggjøre seg av disse dataene må det konverteres til et maskinlesbart, interoperabelt og strukturert format slik at maskiner og algoritmer kan prosessere inputen. (CoBuilder, 2017) Linked data er en slik måte og egner seg til sammenkobling av all informasjon i en felles graf-database som muliggjør bruk av høy kunstig intelligens, noe den neste PC-generasjonen er rettet mot. (Reisvang, 2019a) Ved å konvertere databasene, og samtidig øke mengden og tilgangen på dataene gjennom 5G og skytjenester, vil informasjonsflyten effektiviseres nevneverdig (Reisvang, 2019b).

### 7.2 Erfaringsoverføring

Den potensielle betydningen av å håndtere kunnskap har fått stor oppmerksomhet de siste årene. Imidlertid er det relativt nylig at det spesielt har blitt rettet mot mulighetene og begrensningene ved å håndtere kunnskap i prosjektmiljøer. Det er utfordrende med kunnskapsstyring i en sammenheng der læring i utgangspunktet er prosjektbasert. Følgelig fordi prosjekter skiller seg vesentlig fra hverandre, og har betydelige diskontinuiteter i strømmer av personell, materiale og informasjon. Dermed blir det vanskelig å utvikle seg for å øke effektiviteten i kunnskapen og fange opp læring fra ett prosjekt til det neste. Nylige studier av kunnskapsadministrasjon og organisasjonslæring i prosjektmiljøer har lagt vekt på vanskeligheter ved å lære av prosjekter – ikke bare internt, men også på tvers og mellom prosjekter. Utviklingen av evnen til å håndtere kunnskap blir ansett som en viktig kilde til konkurransefortrinn for organisasjoner. Prosjektbaserte organisasjoner står overfor hindringer som må overvinnes ved å fange opp kunnskap og resirkulere prosjektbasert læring. (Bresnen *et al.*, 2003)

### 7.3 Variabilitet og standardisering

Variabilitet er en måling av forskjellen mellom resultater og uttrykker et datasett som er gruppert. Risikopåvirkning forårsaker variasjon, ettersom høyere risiko motiverer et bredere spenn av potensielle utfall. Konsekvensene av variasjon i produksjonsprosesser i byggebransjen er velkjente og bevist gjennom forsinkelser, kostnadsoverskridelser og reduksjon i produktiviteten. Prosjekter er utsatt for variasjon forårsaket av risiko. På den ene siden krever den naturlige kortvarige produksjonen av prosjekter manipulering av arbeidskraft for å kontrollere produksjonen. Imidlertid er det utfordrende å korrelere variasjon til arbeidskraft. Arbeidskraft er en fremtredende menneskelig faktor i byggeprosjekter og en primær kilde til usikkerhet, noe som gir økning i risikosannsynlighet. På den andre siden bidrar produksjons-konsentrasjonen av gjennomsnittskostnaden til en økende risikopåvirkning. Derfor påvirkes begge faktorene, sannsynlighet og innvirkning, av den forventede risikoverdien. Ved forekomst av en risikohendelse, vil en høyere

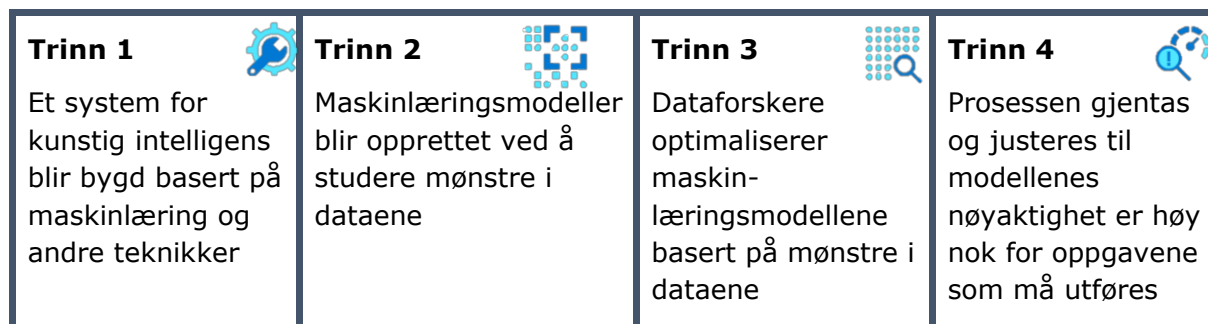
forventet risikoverdi innebære en høyere forskjell mellom planen og det faktiske resultatet, det vil si høyere variabilitet. (Antunes og Gonzalez, 2015)

Standardisering brukes som et virkemiddel for å få gjort arbeidsoppgaver mer effektivt og hensiktsmessig. Selv om prosjekter er en engangsoppgave med gitt tids- og kostnadsramme, vil det alltid være en rekke felles komponenter som går igjen i prosjekt etter prosjekt. Komponentene er repeterbare og dermed egnet for standardisering. Imidlertid består prosjekter av to motstridende deler som kan motarbeide hverandre. Den ene delen er byråkratiseringen, og der inngår standarder og rutiner for gjennomføring. Den andre er den kreative siden, der spontanitet og innovasjon inngår. Begge delene vil påvirke hverandre og gi prosjektet en balanse som vil bidra til et optimalt resultat. Dersom standarden er utformet slik at en unngår tap av fleksibilitet i prosjektet og prosjektstyringen, samtidig som prosjektets repeterbare momenter blir effektivisert, vil optimal standardisering oppnås. (Johansen, 1996)

For å ha fri informasjonsflyt er byggebransjen avhengig av å ha et felles «digitalt språk» ifølge Byggebransjen (2021). Det er hensiktsmessig å ha en felles måte for digitalisering og utveksling av data mellom alle interessenter i bransjen. Data må være standardisert slik at det «digitale språket» kan forstås av både mennesker og maskiner. I Norge er et slikt språk allerede tilgjengelig gjennom standardiserte datastrukturer, også kalt produktdata. Det er en forutsetning for ombruk, gjenbruk og sirkulær økonomi i byggebransjen. Utførende aktører kan til enhver tid sjekke og validere at det som blir bygget samsvarer med prosjektkravene ved hjelp av digitalisert og standardisert data. Det er mulig å sammenlikne og velge produkter på bakgrunn av deres ytelse, tekniske og miljømessige egenskaper ved bruk av digitale produktdata. «Informerte beslutninger bygger på en helhetlig tilnærming, og det er store gevinster å hente. Felles bruk av standardiserte, maskinlesbare data er selve nøkkelen til reduserte kostnader, bedre effektivitet og økt bærekraft.» (Byggeindustrien, 2021, avsnitt 8).

## 7.4 Kunstig intelligens og maskinlæring

«En *intelligent* datamaskin bruker kunstig intelligens til å tenke som et menneske og utføre oppgaver på egen hånd. Maskinlæring er måten datasystemet utvikler intelligensen sin på.» (Microsoft Azure, 2021, avsnitt 3). Samhandlingen mellom dem presenteres i Figur 7-1. KI kan på betydelige måter bidra til å utvide rekkevidden og kraften til konvensjonelle dataverktøy for prosjektledelse. Det betyr at det kan gi god støtte til prosjektplanlegging, alternativanalyser, prognoser og kontroll. (Levitt, Kunz og Kartam, 1987) Imidlertid vil opprettelsen av algoritmer for KI i byggeprosjekter være en utfordring gitt volum, kompleksitet og mangfold av bygnings-kategorier og deres bestanddeler. På grunn av denne variasjonen, må det foreligge en robust kunnskapsbase av algoritmer som kan utvikle KI ytterligere gjennom hver iterasjon. Transformasjonen over til KI-prosjektkontroller vil derfor foregå gradvis, forankret i det at teknologien anlegger kunnskap gjennom adopsjon. Følgelig vil graden av suksess basere seg på input fra prosjektering og produksjon, samt fremgang og investering i plattformene. Forventningen er at når verdien av CPM-planlegging med KI kan realiseres på et tilfredsstillende nivå, vil det være merkbart og verdifullt for delaktige aktører. (Graham, 2017)



Figur 7-1: Samhandling mellom kunstig intelligens og maskinlæring (Microsoft Azure, 2021, avsnitt 5)

Ved bruk av 4D-modellering, som har en tettere sammenkobling mellom fremdriftsplan og BIM, vil lagret data ha samme digitale språk. Gjennom konsistent og presis 4D-modellering, innsamlet og utsatt for maskinlærende algoritmer, vil KI opplæres til mønstergjenkjenning, endringsdeteksjon og prediktivt vedlikehold. Den kunstige intelligensen kan dermed bidra til å realisere mer verdifull data. (Hangar Technology, 2018) Økende bredde, dybde og tilgang på disse dataene åpner muligheten for å bedre analysere smartere avgjørelser basert på erfaringsgrunnlaget fra tidligere prosjekter. Slike analyser kan bidra til å endre beslutnings-grunnlaget fra kun erfaringsbaserte antakelser til et større nettverk av datadreven innsikt. (Nordlie, 2015, s. 5-6)

## 8 Dybdeintervju

I dette kapittelet presenteres informantene og funn fra dybdeintervjuene. Resultatene er sammenfattet og strukturert ut fra vedlegg 1A Intervjuguide for respondenter, 1B Intervjuguide for intern bruk og vedlegg 2 Intervjuer.

### 8.1 Presentasjon av intervjuobjektene

Det ble gjennomført 11 intervjuer av personer i byggenæringen med ulike bakgrunn og erfaringer. Det har bidratt til å anskaffe innsikt og kunnskap om holdninger, implementering og digital modenhet overfor ny teknologi, samt praktisering og fremtidig utvikling av 4D. Intervjuobjektene er listet opp i Tabell 8-1 og påfølgende presenteres innhentet materiale.

Tabell 8-1: Liste over intervjuobjekter

Nr.	Navn	Bedrift	Stilling	Erfaring	Program
1	Tore Rausand	AF Gruppen	BIM-tekniker	Ca. 11 år	Synchro VisiLean
2	Erland Sveipe	AF Gruppen	Prosjektleder	Ca. 11 år	Synchro
3	Mats Helland	AF Gruppen	Prosjektleder	Ca. 6 år	Synchro VisiLean
4	Kjetil Nygård	AF Gruppen	Anleggsleder	Ca. 33 år	Synchro
5	Tobias Martinsen	AF Gruppen	Anleggsleder	Ca. 3 år	Synchro
6	Jørgen Løvold	AF Gruppen	Anleggsleder	Ca. 7 år	Synchro VisiLean
7	Eirik Kristensen	Veidekke	Leder for digital forretningsutvikling	Ca. 18 år	Synchro VisiLean
8	Nils Andrew Mogstad	Veidekke	Prosjektleder	Ca. 40 år	Synchro VisiLean
9	Patrik Oreman	Veidekke	Anleggsleder	Ca. 16 år	Synchro VisiLean
10	Magnus Jacobsen	Betonmast	VDC og BIM ansvarlig	Ca. 17 år	Synchro
11	Fredrikke Kirkevollen	LAB Entreprenør	Anleggsleder	Ca. 3 år	Synchro



## 8.2 Digitalisering i virksomheten

### 8.2.1 Holdning til ny teknologi

Generelt sett har intervjuobjektene en positiv holdning til ny teknologi. Helland er selv veldig positiv, men synes det er viktig å påpeke at han ikke bare vil digitalisere for å digitalisere. Han legger vekt på at det er viktig at de digitale planleggingsverktøyene er involverende. Videre forteller han at en ikke skal miste noe av det en gjør i dag, men at det skal tilføre noe mer. Dette understøttes av Løvdal sin positive holdning. Han opplever at kollegaer på tvers av hele bedriften har et ønske om å benytte seg av ny teknologi, men selv er han ikke en ubetinget teknologientusiast. Det er ingenting som er verdt noe så lenge det ikke gir merverdi. Martinsen på sin side er personlig åpen for ny teknologi, men er litt tilbaketrukket. Han prøver å se hvilke erfaringer som andre kollegaer eller forretningsenheter i AF gjør fra bruk av ny teknologi. Selv opplever han at Bygg Oslo er hakket mer konservative. De bruker verktøy som de vet fungerer og som gir resultater uten noe særlig innsats. De fleste oppgavene Rausand gjennomfører i arbeidshverdagen er gjennom digitale løsninger. Han har derfor en positiv holdning til ny teknologi, siden hans arbeidsoppgaver omfatter å se etter mer effektive måter for folk i prosjektene til å utføre sine arbeidsoppgaver på. En stor del av jobben til Jacobsen innebærer også å finne ønskede prosesser eller verktøy, og teste de ut i reelle prosjekter. Han er på grunnlag av dette fremoverlent til å ta i bruk ny teknologi i prosjektene. Mogstad støtter oppunder de positive holdningene. Han mener ny teknologi må brukes for alt det er verdt for å få rasjonell drift. Videre gir han uttrykk for at det er hensiktsmessig å kutte ut doble bokføringer og sendinger slik at digitale verktøy må brukes der det er mulig. Sveipe er også positiv og forsøker å lære seg litt og følge med på utviklingen, men han synes ikke det alltid er like enkelt å holde seg oppdatert selv om han forsøker.

Kristensen sin holdning er at det finnes et stort uforløst potensial. Han legger spesielt vekt på to sentrale faktorer: standardisering og digitalisering. For å standardisere faller det på sin egen urimelighet å ikke ta med digitalisering samtidig. Videre mener han at en må få datamaskinene til å jobbe mer for dem, enn at de kun jobber når de trykkes på. Selv mener han at en ikke trenger å være positivt innstilt, men at det er en nødvendighet for å overleve i bransjen. Dette understøttes av Kirkevollen. Hun er veldig positiv til å bruke ny teknologi i egen arbeidshverdag. Videre gir hun uttrykk for at hun tror byggenæringen har mye å tjene på å prøve ut diverse teknologiske nyvinninger. Det uttrykkes derimot bekymring over at bransjen har eksistert i så lang tid, slik at det er krevende å få implementert nye løsninger og metodikker. Oreman bygger videre på Kirkevollens meninger. Personlig har han en frempå og åpen holdning til ny teknologi, men han tror byggebransjen generelt er for tilbakeholden. Han legger vekt på at det kan være utfordrende å se fordelene når det kun prates om, men når en får vist og testet det i prosjekt og ser at det virkelig fungerer, kan det åpne noen dører videre. Avslutningsvis tror han at en må innse at kostnaden forbundet med ny teknologi som oftest er litt dyrere. Nygård legger vekt på andre negative sider. Han er veldig positiv selv, men ikke til alt. Fokuset hans rettes mot at det er viktig å ha kunnskapen om bygging når en skal implementere ny teknologi. Han er redd det fort blir glemt. Videre forteller han at det å eksempelvis markere tegninger for hånd under planleggingsprosessen gir en større forståelse for tegningene. Han er redd for å miste den forståelsen når han ser på en 3D-modell. En positiv side er at det er nyttig i etterkant for å kunne oppdage kollisjoner, kryssninger og lignende for prosjektering og tekniske fag.



## Nøkkelord

Intervjuobjektene ble spurt om å gi tre nøkkelord som må ligge til grunn for at dem selv eller de ute i prosjektene skal ta i bruk ny teknologi. Det ble gjort for å enklere kunne systematisere det viktigste de ønsket å trekke frem. Figur 8-1 viser hvilke ord som det ble lagt størst vekt på blant respondentene. Merverdi ble nevnt flest ganger, etterfulgt av intuitivt, effektiviserende og involvering.



Figur 8-1: Nøkkelord for ny teknologi

## Endring av arbeidsmetodikk

Flere poengterer at villigheten til å endre arbeidsmetodikk avhenger av hva som presenteres. Kirkevollen er positiv dersom det er mer effektivt og intuitivt enn hva hun gjør i dag. Selv stiller hun store krav til verktøyet. Det følges opp av Sveipe. Han gir uttrykk for at han i utgangspunktet er litt skeptisk til det i starten, men dersom det har en effekt, så er det absolutt nyttig. Helland understøtter disse meningene. Han legger vekt på noen grunnprinsipper som han ønsker at en programvare skal oppfylle. Dersom han føler at han må forkaste noen av de for å kunne bruke programvaren, så er det uaktuelt. Det er ønskelig å finne en programvare som kan understøtte den eksisterende effektive arbeidsmetodikken som en føler seg komfortabel med. Løvold følger opp dette, og krever en grunnleggende forståelse av den nye teknologien. Han legger vekt på at det må ha verdi, og at han ikke er villig til å endre arbeidsmetodikk helt grunnløst. Dersom han kan se for seg hvordan ting skal skje, er han derimot åpen for å gjøre justeringer på måten han jobber. Han kan godt være blant de første til å gjøre noe, men da må han forstå hvorfor og hvordan det vil påvirke sluttbrukeren. Deretter må han betrakte hvordan det vil fungere i praksis opp mot deres arbeidsprosesser og resten av det eksisterende programvaresystemet. Han påpeker at det er mange faktorer som spiller inn, og trekker frem at de har funnet en solid måte å jobbe på som det skal mye til for at noe eller noen kan forandre.

Oreman forteller at de må se en vinning i det. Han opplever at mange finner det vanskelig å se for seg nytten i starten når den nye teknologien kommer, og poengterer at noen må

være først ute med testing. Det trekker også Mogstad frem som et poeng. Han er rimelig frempå selv, men forteller at de er opptatt av å få en teknologi som virker. Av og til er det ikke kjørt nok undersøkelser og tester på programvarer til at det har blitt vurdert godt nok om det er verdt å ta i bruk. Det blir mer nytte etter hvert som flere har prøvd det ut og alle feil forbedres og rettes opp i. Nygård og Martinsen er også positive, men Nygård trekker frem at det eksisterer utfordringer angående tilgjengelig tid til implementering og det å tørre å ta i bruk noe nytt. Likevel opplever han at en del teknologi gjør hans hverdag enklere og at tidsbruken reduseres betraktelig på prosesser som tidligere var tidkrevende.

Rausand mener de er støttende i prosjektorganisasjonen til å forsøke å bruke ny teknologi for å optimalisere arbeidsmetodikken. Det er som regel prosjektlederne som til syvende og sist beslutter hva som skal brukes, og det avhenger av hvor digitalt hode de har. Noen prosjektledere er fremoverlent og åpne, mens andre er mer tilbakeholden på å endre arbeidsmetodikk. Det kommer av at det de har brukt i mange år fungerer, og ønsker derfor ikke å endre den. Jacobsen har nokså lik oppfatning i sin bedrift. Han poengterer at det hovedsakelig er individuelt siden alle prosjekter er ulikt satt sammen av forskjellige personer hver gang. Likevel forteller han at det ofte er prosjekteringslederen som går foran og er den som er mest innovativ og har lyst til å finne andre måter å gjøre ting på. Produksjonslederen er den som ofte henger litt igjen og ikke er like villig, fordi vedkommende trives godt med gamle metoder og ofte ser problemer med å endre arbeidsmetodikk for ny teknologi.

### **Gevinst fra ny teknologi**

*«Teknologien må ha en større gevinst enn den terskelen det er å sette seg inn i det.»*

*- Erland Sveipe, Prosjektleder i AF Gruppen*

Utsagnet har hold i de fleste holdningene til intervjuobjektene. Sveipe legger vekt på viktigheten av å få alle med, ettersom ny teknologi berører flere ledd i et prosjekt. Det er ifølge Løvold vesentlig at programvareleverandørene forstår hvem sluttbrukerne er og deres arbeidsprosesser. Teknologien kan være en støtte til dagens arbeidsmetodikk, men programvarene må i større grad tilpasses hvordan vi arbeider. Det må passe inn i flyten og svare til ønskene våre. Han legger spesielt vekt på involvering av Last Planner og det å føle eierskap til planen. Det er krevende å finne gode digitale måter å gjennomføre involvering på som beholder den menneskelige faktoren.

Jacobsen forteller at det må tilføre nytte i form av enten tids- eller kostnadsbesparelse i prosjektet. Han ønsker at kommunikasjonen skal flyte bedre slik at de sparer inn tid fra de spør til de får svar. Videre poengterer han at prosjektene lever av penger og derfor vil programvare med høy kostnad eller liten effekt ofte være vanskelige å gjennomføre. Det kommer av at kostnaden blir lagt på prosjektet. Dette følges av Mogstad. Han legger vekt på at ny teknologi koster penger, slik at det kan ikke være verre enn et nullspill. Han presiserer at teknologien ikke må tilføre ytterligere oppgaver, men at de må være villige til å være med på utviklingen slik at de ikke blir liggende bak. Samtidig er han ikke villig til å være med på å betale for mye over tid for å være med på ny teknologi. Det må vise seg relativt raskt om dette er noe de får igjen for. Martinsen gir også uttrykk for at tid og kostnad er viktig. Han forteller at de blir målt i prosjekter på hvor lang tid de bruker og hvor mye penger de klarer å tjene. Dersom teknologien bidrar til reduksjon av tidsbruk og økt fortjeneste, så ser han stor gevinst. Det følges opp av Rausand som forteller at de tar i bruk ny teknologi dersom de ser at det er tidsbesparende. Hovedfokuset ligger der siden tid er penger i de fleste tilfeller.

Oreman på sin side gir uttrykk for at teknologien ikke trenger ha så stor gevinst. Han forteller at dersom en klarer å skape litt gevinst her og der så vil det være en større samlet gevinst over tid, noe som vil være til vesentlig nytte. I tillegg får teknologi ofte nye uventede bruksområder underveis. Videre poengterer han at han ville gått for den nye teknologien selv om gevinsten hadde vært tilnærmet lik null. Han mener kontorene i dag må bli mer digitalisert. De sliter fortsatt med at de har en del prosjekter som skal ha tegningskopier og -arkiv, og i 2021 synes han at de burde ha kommet lenger. Om teknologien ikke tilfører noen direkte besparelser, kan det likevel være hensiktsmessig å implementere den hvis datahistorikken kan lagres og struktureres digitalt, noe Rausand sier seg enig i. Avslutningsvis mener Oreman at det er mye annet i hverdagen som krever tid så det ville vært en gevinst i å få digitalisert mer.

Kirkevollen mener at det er så enkelt at det må bidra til en forbedring og da spesielt for hverdagen til anleggsarbeidere ute på byggeplassen. Dersom det betyr at hun får mer å gjøre inne på kontoret så er det overkommelig, men hun er opptatt av at det må bidra til effektivisering ute. Nygård er inne på noe av det samme. Han mener en må se det over tid, men at en også må se på det som går på tidsforbruk til enkeltpersoner som bruker det i sitt arbeid. Erfaringen vil komme etter hvert når en opplever at det gjør hverdagen enklere og bedre. Helland understøtter deres meninger. Han krever at den nye teknologien må forenkle arbeidsprosessen på en eller annen måte, og så vil eventuelle kvantitative resultater, som eksempelvis kostnadsbesparelser, komme som en bonus. Videre legger han vekt på viktigheten av det å tro på at den nye teknologien kan tilføre noen grunnleggende forbedringer for deres arbeidsmetodikk. Forhåpentligvis kan den effektivisere eksisterende prosesser og bidra til et bedre resultat i form av kostnadsbesparelser, HMS-statistikk eller lignende.

### 8.2.2 Initiativtakere

Samtlige påpeker at det er flere som tar initiativ til bruk av ny teknologi. Det kan være alt fra konsernledelsen til de ute på byggeplassen. Løvold nevner blant annet en avdeling i AF som heter Innovasjon og Digital som er frempå og pløyer ny mark. Rausand har samme oppfatning og forteller at avdelingen gir mye støtte og ser på løsninger fra andre prosjekter. De kommer deretter med innspill til hva som kan brukes og som kan være gunstig å iverksette i de ulike prosjektene. Han opplever at det er mange i sin avdeling med et digitalt hode. Flere i AF skryter av intervjuobjekt Tore for å være en pådriver til bruk av ny teknologi i AF Nybygg. Nygård forteller at de er i gang med en ny forretningsstrategi i AF der innovasjon er en sentral del. Ifølge Helland håndteres stort sett BIM-relaterte verktøy i forretningsenhetene, eksempelvis internt i Bygg Oslo og Nybygg. De er i stor grad selvstyrte, og ved vellykkede satsninger i enhetene er det ønskelig å iverksette samme implementering i andre prosjekter i organisasjonen. På den måten kan lærdom overføres fra prosjekt til prosjekt også på tvers av enhetene.

Kristensen fra Veidekke legger fokus på kultur. Han opplever at mange av hans kollegaer tar initiativ dersom det er forventet og en er invitert til å mene noe om forbedring, eller være fremoverlent overfor nye løsninger. Dersom en får bestemme fremgangsmåten til et ferdig produkt selv, så eksisterer det større frihet til å være innovativ. De som er mest innovative og fremoverlent er de som tør å stille spørsmål og være engasjert, nysgjerrig og interessert i å gjøre ting bedre. Oreman forteller at det i Veidekke er egne avdelinger som kun driver med slike ting. For å få det ut i prosjekt er en avhengig av å ha en prosjektleder som er frempå eller en funksjonær som er dreven i det å tørre og prøve. Han presiserer likevel viktigheten av å være litt forsiktig med å prøve alt mulig bare fordi noen

sier det fungerer. Derfor har han tillitt til at avdelingen som jobber med digitalisering i Veidekke finner ut hva de skal prøve, slik at de får frem riktig innovasjon etter deres behov. I LAB opplever Fredrikke at det er bedriftens digitaliseringsgruppe som er med på å initiere til implementering av ny teknologi. Videre påpeker hun at gruppen ikke hadde vært eksistert om ledelsen ikke hadde vært positiv til det. Hun legger også til at byggherrer i dag tar mye ansvar og initiativ til å gjøre byggenæringen mer effektiv, økonomisk og miljøvennlig.

Flere påpeker at det til slutt er prosjektene som selv bestemmer hva som skal iverksettes. Det er ofte prosjektlederen som er mest aktiv, men Løvold påpeker at teamet er aktivt med ettersom det er de som praktiserer det. Mogstad og Sveipe opplever at det i stor grad er de ute i prosjektene som tar initiativ til bruk av ny teknologi. Alle ønsker en bedre hverdag, redusere feilproduksjon og komme raskere til resultat, og derfor oppfatter Mogstad det som forholdsvis jevnt hvem i prosjektene som tar dette initiativet. Det støttes av Jacobsen fra Betonmast som forteller at det ofte kommer innspill fra prosjektene dersom som har hørt eller lest om noe fra et annet prosjekt som de har lyst til å prøve. Likevel påpeker han at det er i prosjekteringen det primært blir initiert nye verktøy. Som VDC og BIM ansvarlig ser Jacobsen også på seg selv som en viktig initiativtaker, ettersom jobben hans er å delta på demonstrasjoner for å knytte kontakt med ulike systemleverandører som kan være av relevans.

Ved implementering av ny teknologi på tvers av organisasjonen nevnes ledelsen som en initiativtaker av flere intervjuobjekter. Helland kommer med økonomisystemer som et eksempel. Martinsen nevner at ved implementering av Dalux har hverdagen til de ansatte blitt mer digitalisert og dermed enklere. Gjennomføringer av SJA, RUH og tegningsdatabaser er nå i lommen i stedet for på papir. Han presiserer at det er store rom i AF for å presentere nye idéer for prosjektdirektør, konserndirektør eller avdelingen Innovasjon og Digital slik at det kan realiseres. Løvold opplever også at villigheten i organisasjonen er overraskende stor for praktisering av ny teknologi.

### **Tilrettelegging for implementering**

Mogstad forteller at de i Veidekke må spørre IT-avdelingen om tillatelse til å bruke ny teknologi. Tidligere har de funnet ut at det har eksistert flere programmer på forskjellige plasser i organisasjonen uten at noen har hatt kontroll på det. Som følge av det skal IT-avdelingen ha overordnet kontroll og vurdere om det eksisterer andre løsninger på behovet som de ønsker å dekke. Oreman opplever at bedriften har vært veldig positivt innstilt dersom en spør. Han tror det derimot er vanskeligere å få med prosjektlederen på å prøve ut noe nytt, eksempelvis om vedkommende er litt eldre og ikke ser nytten med hvorfor det skal brukes. Med utgangspunkt i 4D oppfatter også Kristensen at ledelsen har tilrettelagt for implementering, men mener leverandøren har slått beina under det. Flere av lederne på deres prosjekter har tidligere besluttet å ta i bruk 4D til planlegging, og således utviklet tydelige mål om å bli bedre på kompetanse, men det kommer nå til å bli nedprioritert ettersom Synchro sin nye lisensmodell ikke er tilfredsstillende.

Jacobsen formidler at i Betonmast følger de opp alle pilotprosjekter slik at de blir meldt opp i et system. Deretter blir det allokert ressurser fra staben som skal følge opp piloten som en eier. Eieren er enten Jacobsen selv, egne folk i HMS, KS eller andre stabsfunksjoner. Det foregår jevnlig kontakt med prosjektet og slik sørger de for at det blir gjort en skikkelig evaluering etter endt prosjekt.

Flere fra AF opplever at bedriften gir god støtte og spesielt avdelingen Innovasjon og Digital tilrettelegger godt. Rausand påpeker at de er med på å sette en del premisser, mens Løvold

poengterer at de likevel har stor frihet til å velge selv. Det ligger som en del av AF sitt konsept å ha beslutninger på lavest mulig nivå slik at prosjektene i stor grad er selvstyrte. Dette støttes av Martinsen som forteller at det er en del av AF å yte entreprenørånd og være nysgjerrig. Dersom en har en brennende god idé som kan digitaliseres eller forbedres, oppfordres det til å formidle det og alle forslag tas positivt imot. Videre opplever både Løvold og Rausand at ledelsen bidrar med støtte og hjelp slik at resultatet kan bli best mulig. AF som bedrift ønsker å fremme et større søkelys på det digitale og innovative. Rausand meddeler selv at hans ansettelse som BIM-tekniker var et eksempel på tiltak som er gjort for å fremme bruken av BIM og 4D.

Nygård opplever at AF er veldig positivt innstilt til implementering av ny teknologi. Dersom en prater med andre om nye produkter eller nye måter å gjøre ting på, møter en sjeldent negative holdninger. Dette gjelder både ute i prosjektene og oppover i konsernet. Ledelsen tilrettelegger for hele bedriften til bruk av programmer på tvers og innad i avdelingene. Dette støttes av Sveipe, men han presiserer at det ofte ikke er de som kommer med programvareforslag. Han opplever at de gjerne kunne vært mer engasjerte. Videre meddeler han at det muligens ikke er hensiktsmessig å endre på for mye samtidig. Noen er mer interesserte enn andre i å teste ut nye ting, og dersom en har friheten til å teste, så vil ledelsen legge til rette slik at det er mulig. Helland har den samme oppfattelsen. Han påpeker at siden prosjektene i AF er selvstyrte, får han stort sett lov til å bruke det han ønsker. Likevel er det ønskelig å ha en dialog slik at det er mulig å dokumentere i ettertid hva som fungerte bra og om det er noe som kan brukes i andre prosjekter. De er påpasselige med at det skal gjøres skikkelig på en systematisk måte slik at de kan ta lærdom av det.

I LAB opplever Kirkevollen at bedriften i stor grad tilrettelegger for at prosjektene kan teste ut det de måtte ønske. I tillegg har de ambisjoner om å standardisere visse typer programmer slik at de ansatte i bedriften er opplært i det samme og på den måten ikke må lære å arbeide i et nytt program for hvert nye prosjekt. Det vil også gi dem et fremskritt i arbeid med kontrakter.

### **Oppfølging av implementering**

Mogstad opplever at det følges opp i varierende grad i Veidekke. IT-avdelingen følger opp noe gjennom arbeidsmøter angående hvordan teknologien fungerer og sammenlikner det med andre programmer. Slik jobber de med videre utvikling. I andre tilfeller tar prosjekter direkte kontakt med pilotprosjektet for å innhente erfaringer og evaluere om de selv skal ta det i bruk. Oreman på sin side har en annen oppfatning. Han opplever at de ikke har hatt noen form for oppfølging eller sluttevaluering i det hele tatt. Derfor mener han at det foreligger et forbedringspotensial på dette området.

Jacobsen meddeler at det i Betonmast følges opp ved kontakt med prosjektet underveis. Enten er de delaktige i prosjektet selv, eller så er det løpende avstemninger, gjerne med prosjekt og leverandører samtidig. Gjennom prosjektforløpet har de evalueringer der det kartlegges hva som fungerer og ikke, og om det er noen brukerfeil eller mangler i programmet. Avslutningsvis avholdes en sluttevaluering og dette gjøres gjerne med leverandører til stede.

Rausand meddeler at prosjektene følges opp ved testing av et nytt program. Ledelsen engasjerer seg i hvordan de involverte opplevde at programmet fungerte og om arbeidsoppgavene ble mer effektivisert. Det foregår stort sett gjennom muntlig dialog. Dette bekreftes av Helland. Han forteller at de har prosjektevalueringer, men at de ikke har prosedyrer for det. De lager seg en egen evalueringsprosess og rapporterer fortløpende



ettersom det er hensiktsmessig i løpet av prosjektperioden. Nygård følger opp sine kollegaer. Han presiserer at prosjektevalueringene er en kortvarig prosess, og dersom konklusjonen er negativ blir det forkastet. Utfordringen kan derimot oppstå ved positivt utfall. Han legger fokus på hvor viktig det er å opprettholde trykket i ettertid. Videre formidler han at jo høyere opp i systemet han har med seg noen, desto lettere er det å få ting gjennom. Ledelsen er i utgangspunktet flinke til å følge opp, men det hender at det kunne vært gjort en bedre jobb på det området. Prosjektevalueringen ender i et dokument, og utfordringen oppstår når alle involverte etter prosjektslutt forsvinner hvert til sitt.

Sveipe forteller at det er frivillig å bruke ny teknologi. Ledelsen stoler på at prosjektene løser det på sin måte og han opplever at det er lite rapportering. Martinsen på sin side legger vekt på at det er for dårlig tid ute i prosjektene til at det blir fulgt opp skikkelig. På grunn av at AF Nybygg er en liten avdeling, meddeler Løvold at erfaringer deles og diskuteres fortløpende ved utprøving av nye programmer. Det er fri flyt av tilbakemeldinger gjennom et kontinuerlig samspill.

### 8.2.3 Støtte fra ledelsen

Mogstad synes det er viktig med støtte fra ledelsen og opplever dette i Veidekke. Dette underbygges av Oremann som mener ledelsen er både åpen og positiv, men poengterer at det også finnes mange andre aspekter i arbeidshverdagen som er viktigere enn teknologien. Kristensen gir uttrykk for at det er helt avgjørende at ledelsen har en tydelig og kommunisert forventning som gjør organisasjonen i stand til å prioritere riktig når det må prioriteres. Ved behov vil det dermed bli enklere for de ansatte å prioritere det ledelsen har uttrykt at er signifikant.

Jacobsen forteller at prosjektene og forretningsenhetene i Betonmast har stor grad av selvstyre innenfor gitte rammer. Derfor varierer det i hvilken grad de føler det er nødvendig med støtte fra ledelsen. Det gjør at de er på forskjellige nivåer av digitalisering siden det er individuelt i hvilken grad de tar i bruk nye systemer og verktøy. Han meddeler at det er ledelsen sin oppgave å vise til en form for strategi for veien videre. Selv opplever han at det er litt manglende.

Både Nygård og Rausand mener det er positivt med en støttende ledelse, og opplever dette i AF. Ettersom AF er opptatt av økonomien i prosjektene sine, gir Sveipe uttrykk for at det er avgjørende med støtte dersom det kommer til kostnadsspørsmål. Han synes det er vanskelig å skulle se for seg å spare flere hundre tusen på et nytt verktøy som må kjøpes eller leies. Da er de avhengige av støtte fra ledelsen også økonomisk. Martinsen mener at det er frihet under eget ansvar og han er derfor ikke like avhengig av støtte. Siden det er stor kompetanse i bedriften, påpeker han at det er lov til å spørre om råd dersom en vil realisere det en har tro på. Videre tror han mye handler om hvem du blir påvirket av; det er ikke nødvendig med påleggelse fra øverste hold for å få støtte. Løvold understøtter dette og presiserer at dersom det er snakk om planleggingsverktøy, er de ikke avhengig av støtte. Dersom det hadde vært behov så hadde de fått det. Derimot mener han at det er viktig med støtte ved strategiske valg av digitale verktøy som brukes til elementære prosesser og utvikling av ledelsessystemer i organisasjonen, som eksempelvis Dalux. Det eksisterer et sterkt selvstyre i prosjektene påpeker Helland. Han opplever at det ikke er noen som sier nei dersom han har en programvare han føler seg trygg på og har lyst til å bruke, med mindre det går på akkord med noen helt absolutte krav. Videre formidler han at om de derimot ønsker å bruke noe annet enn det som brukes på tvers av prosjektene i AF Nybygg, så er de avhengig av støtte fra ledelsen. I likhet med Løvold, nevner også

Helland Dalux som et eksempel på et strategisk programvarevalg som det er nødvendig med støtte for å ta i bruk og anskaffe lisenser.

Kirkevollen gir uttrykk for at det er veldig viktig med støtte fra ledelsen. Hun meddeler at LAB som firma har et stort fortrinn av å være med på den digitale bølgen for å vokse som selskap. Ledelsen har vært veldig opptatt av å følge med på den bølgen og gjerne være forut for den.

## 8.3 Praktisering av 4D

### 8.3.1 Forventninger

Samtlige intervjuobjekter hadde store forventninger til 4D; spesielt gjaldt det egenskapen om at 4D visuelt sett kunne bidra til intuitiv videreformidling av informasjon. Det å kunne simulere hvordan fremdrift og produksjon er planlagt overfor både underentreprenører og byggherrer nevnes også av flere. I tillegg ble det forventet at 4D skulle fungere som et sømløst hjelpemiddel til å utarbeide en rasjonell plan gjennom alternativoptimalisering og kollisjonseliminering, samt tilrettelegge for å måle planlagt arbeid opp mot faktisk utført. Ettersom uforutsette hendelser kan påvirke planlagt produksjon, ble 4D også tiltenkt hensiktsmessig for å replanlegge på en fornuftig måte ifølge Løvold. Helland forteller at han forventet at 4D skulle være aktuelt gjennom hele byggeprosessen, men justerte sine forventninger etter å ha tatt det i bruk. Flere intervjuobjekter påpeker det samme som Helland erfarte med at 4D ga mest verdi gjennom visualisering av de største elementene som forekommer ved råbygg og fasade. Utover det ga det minimalt med utbytte i fasene etter tett bygg.

En annen forventning var knyttet til det å synliggjøre HMS og logistikk på en ny måte i håp om bedre forutsigbarhet og sikkerhet. Ved å planlegge gjennom visualisering, forventes det å få en større forståelse og oversikt over prosjektets arbeidsoperasjoner enn ved tradisjonell metodikk. Det kan bidra til å redusere skader, byggefeil og ivareta god flyt av produksjon, transportmidler og materialer. Dette var et bruksområde Helland fikk økte forventninger til etter å ha prøvd programvaren. Det å kunne implementere midlertidige objekter gjorde det mulig å benytte 4D til riggplanlegging på en ny måte som han ikke hadde forventet på forhånd, men som har vist seg å være svært nyttig.

### 8.3.2 Involvert i bruken

Det viser seg å være relativt like stillingsroller som er involvert i bruken av 4D ifølge intervjuobjektene. De vanligste er funksjonærer med driftsroller som prosjektleder, driftsleder og anleggsleder, hvorav prosjektleder ofte er mer involvert i tidligfase før engasjementet videreføres til anleggslederen. Anleggslederen utarbeider og drifter planen, og besitter derfor det største eierskapet. Øvrige funksjonærer bruker derimot planen forholdsmessig til sine fag og sitt arbeid, men uten revideringsmuligheter. Når det kommer til involveringsgraden av BIM-teknikere, er variasjonen større både mellom bedrifter og prosjekter. BIM-teknikerne bistår ofte i arbeidet med å koble plan og modell for anleggslederen enten helt eller delvis, og fungerer videre som støttefunksjon gjennom hele 4D-forløpet. Der anleggslederen besitter tilstrekkelig med kompetanse om programvaren kobles plan og modell på egen hånd.

### 8.3.3 Motivasjon

For å motivere er det viktig å være tett på drift for å fange behov og videreformidle erfaringer på tvers. Dette gjøres for å stimulere til ønsket bruk av nyvinninger. Kristensen forteller derimot at 4D har vært et av de tyngste verktøyene, koblet opp mot BIM, som er rullet ut i bedriften. Årsaken er rett og slett at det ikke gir en åpenbar effekt gjennom prosjektførløpet. Det er med på å eliminere kollisjoner og åpenbare feil i tidlig planlegging, men programmet er tungvint å bruke utover det. Kirkevollen sitter med det samme inntrykket og forteller at hos dem var 4D et krav fra byggherre. Der er, så vidt henne bekjent, svært sjeldent. 4D ble benyttet i begynnelsen av prosjektet, men ble etter hvert for ressurskrevende og komplisert for en delt entrepris til å arbeide på samme plattform. Dette har betraktelig påvirket motivasjonen til de involverte. I likhet med Kristensen mener Kirkevollen at grunnen er at de involverte ikke har sett fordelene med å ta det i bruk sett i lys av forventningene. Dette støttes også av Løvold som selv påpeker at han ikke ser nok nytte i 4D til å ønske å bruke for mye tid på det.

Når det kommer til motivering utover det å få tilbud om kurs, opplæring og støtte underveis, foreligger det i liten grad ytterligere tiltak. Det er som regel opp til hvert enkelt prosjekt om de ønsker å ta det i bruk, og da må det foreligge en intern motivasjon i prosjektorganisasjonen fremfor å belage seg på ytre virkemidler for å skape motivasjon. Et viktig poeng som Oreman belyser for å få til dette, er det å få tillatelse til å avsette tilstrekkelig med tid til å lære seg programvaren. Det å mestre programmet er med på å stimulere driv og øke kompetansen for hvilke bruksområder 4D kan tilføre merverdi. For det foreligger både krav og forventninger om å levere i henhold til tid og budsjett i en hektisk prosjekthverdag, og om en ikke har programvaren under kontroll kan det innvirke negativt på motivasjonen.

### 8.3.4 Opplæring

Ifølge Jacobsen var en av hindringene ved implementering av 4D det digitale kompetansenivået. Ettersom Synchron er et relativt avansert program krever det litt av brukeren og det ble derfor initiert kurs for nye brukere i AF. Imidlertid belyser Rausand en viktig problematikk ved det at flere kursdeltakere glemmer de tillærte kunnskapene, fordi de ikke benytter dem i praksis omgående. For å unngå dette er det vesentlig at de som sender sine medarbeidere på kurs gjør det innen kort tid før planleggingsseanser, slik at kunnskapen opprettholdes gjennom praktisering. Til tross for kurs skulle Martinsen gjerne ønsket at det hadde vært enda mer innføring i programvare og metodikk. Per dags dato går AF sitt Synchron-kurs over to dager, men Martinsen mener det ville være verdt å bruke mer tid på opplæring. Han tror at en har tapt, dersom en ikke ønsker å lære seg nye ting i bransjen.

Det er imidlertid flere som opplever å ikke ha fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken før bruk. De er av den grunn primært selvært gjennom prøving og feiling med noe bistand fra enten andre tekniske støttefunksjoner i bedriften, leverandørkontakt eller manualer. Det kan påvirke inntrykket av programvaren i større eller mindre grad. Til tross for at grundig opplæring kan medføre raskere kompetanseheving, er Oreman oppmerksom på at kurs og lignende innføringer ofte skraper på overflaten av hva programmet egentlig inneholder. Nygård understøtter dette og følte seg ikke ferdig utlært etter kurset han gikk gjennom. Om han ikke hadde hatt bistand fra teknikere i bedriften til oppfølgingsspørsmål og oppkobling, ville det vært nødvendig med flere kurs og faglig påfyll for å øke egen kompetanse og holde det vedlike. Likevel trekker han frem viktigheten av det å bare hoppe i det og prøve seg frem på egen hånd.



### 8.3.5 Hensikt og målsetning

Hverdagen i byggebransjen har blitt mer teknologisk enn tidligere og Oreman tenker at hensikten med 4D er å tilrettelegge arbeidshverdagen både for funksjonærer og fagarbeidere. Kirkevollen har samme tankegang og trekker frem det å forenkle riktig planlegging gjennom det å kunne se kontekst og omfang til de ulike aktivitetene. Hun tenker at målet er å få hentet inn tid, slik at prosjektet kan gjennomføres raskere og derav spare kostnader. En annen faktor som også fremkommer fra respondentene, er formålet med å få simulert og visualisert den optimale produksjonsrekkefølgen og synliggjøre HMS og logistikk via samtidig produksjon. Det er på flere måter enklere å oppdage hull eller overlappinger i planen i en modell, enn ved tradisjonell fremstilling. Nygård antar derfor at målet med 4D er å avstemme planen og følge den opp gjennom å produsere riktig element til riktig tid, samt beregne og forstå fremdriften på en bedre måte enn tidligere. For ifølge Mogstad er det ikke alle som forstår en flat plan med streker. Derfor må formålet være det å få en plan som enklere kan videreformidles på en intuitiv måte gjennom en større grad av visualisering. 4D kan gi et godt overblikk på bare noen sekunder sammenliknet med en tradisjonell fremdriftsplan med flere hundre linjer.

Utenom det å betrakte de store linjene og bevare flyten, sliter Løvold med å forstå nytten av 4D. Han setter spørsmåltegn bak hvorfor det egentlig tas i bruk og uttrykker et behov for å se eller forstå mål og hensikt i større grad. Det kan trolig støttes av samtlige intervjuobjekter som selv har resonnert seg frem til oppgitt mål og hensikt. Kristensen mener at nettopp *hvorfor* alt for enkelt blir nedprioritert og i for liten grad vurdert når nye løsninger skal tas i bruk. Det å opparbeide og videreformidle en slik forståelse er helt vesentlig for å få det til å fungere. Det burde foreligge en grunn dersom en lurer på hvorfor en gjør noe, ellers er det bortkastet å fortsette med det. I tillegg, hvis en skal måle om en har lyktes med noe, er det essensielt å vite hva som er utgangspunktet; hvordan skal en ellers vite om det har gitt noen resultater mener Kristensen.

### 8.3.6 Bruk av 4D

#### **Synchro**

Ifølge Rausand er det ikke fastsatt noe spesielt bruksområde for hvor og når prosjektene skal benytte seg av Synchro. Løvold forteller at de færreste prosjektene hos dem i AF Nybygg bruker 4D fullt ut, og noen praktiserer det ikke i det hele tatt. For de fraværende brukerne handler det om at de ikke ser nytten i å ta det i bruk. Det viser seg å være mangelfullt på antall historier der det har vært nyttig gjennom et helt prosjektforløp uttrykker Løvold. Nygård forteller at de kun benytter Synchro som et planleggingsverktøy og kobler ikke modellen opp mot fremdriften. Begrunnelsen er at det er for tidkrevende, men Nygård har ingen god forklaring utover det. Han mener at hver enkelt funksjonær skal være såpass oppdatert i forhold til sine fag og datoene i planen, at de prioriterer å være fysisk til stede på plassen fremfor å visualisere det i programvaren. Derfor bruker han Synchro som en støtte i fremdriftsmøter ved siden av manuell lappeplanlegging.

Kristensen forteller at de hadde som mål å bruke 4D gjennom hele prosjektforløpet fra start til slutt, inkludert oppfølging. Synchro har moduler for å kunne gjennomføre dette, men han visste ikke at det i beste fall var betaversjoner. Det viser seg at Synchro stort sett har blitt benyttet til planlegging i tidligfase og frem til tett bygg. Samtlige uttrykker at 4D egner seg til å visualisere, oppdage hull i planen og identifisere aktivitetskollisjoner. Helland poengterer at det kan bidra til å gi en felles forståelse for det som skal skje, både for de på byggeplassen og involverte interessenter. I tillegg nevnes 4D som et verktøy der

riggplanlegging, logistikk og HMS-arbeid visuelt kan koordineres og dermed bidra til en smidigere gjennomføring og tryggere arbeidsplass.

Jacobsen gir derimot uttrykk for at 4D benyttes mest som en støtte til planleggingen, men at det faller litt gjennom når det kommer til oppfølging i etterkant. Dette støttes også av Kirkevollen som mener at det meste er mulig å få til i programvaren, men at det ikke finnes tid nok til å rekke å utføre eller følge det opp. Ifølge Jacobsen er det vanskelig å vite helt hvor langt ut i produksjonsforløpet 4D skal tas i bruk på en fornuftig måte, men at det har blitt naturlig å stoppe bruken etter tett bygg. Det baserer seg på håndterbarhet som følge av at flere linjer med aktiviteter kompliserer prosessen. Rausand er enig i at det er begrenset hvor mye lenger enn tett bygg det er hensiktsmessig å benytte 4D, før detaljeringsgraden hemmer effektiviteten og effekten av bruken.

### **VisiLean**

VisiLean har blitt lite brukt i praksis i Norge. Oreman benyttet programmet ukentlig som et planleggingsverktøy uten å ta i bruk 4D-funksjonalitetene. Det de hadde sett på som det store potensialet til programmet, var at det var visuelt godt. I tillegg til å ha en oppfølgingsapplikasjon som enkelt ga brukerne ute på byggeplassen mulighet til å markere og rapportere status på objekter de holdt på med. Det ville åpne for en ny og mer produktiv måte å følge opp fremdriften på ettersom prosent utført automatisk ville oppdatert seg i programmet, og funksjonærene hadde unngått å gå hyppig ut for å sjekke om alle aktivitetene var ferdigstilte.

## **8.3.7 Utfordringer med programvaren**

### **Synchro**

Når det gjelder Synchro mener Kristensen at utfordringen ligger i at programvaren aldri har fungert ordentlig bra. Det har i beste fall vært betaversjoner som har gjort at programvaren har virket tungvint og uklar overfor hva den egentlig skal løse, og da blir en egentlig aldri fornøyd. Tilbakemeldingene fra brukerne er at det virker noe komplisert og mindre intuitivt enn mange andre programmer, forteller Jacobsen. Det virker som det kreves litt innsats for å lære seg det og at terskelen derfor høynes for noen. Løvold sitter med lignende inntrykk og opplever at leverandøren ikke har tilpasset brukergrensesnittet godt nok til målgruppen av programvaren.

Flere opplever Synchro som tungvint og tidkrevende, ettersom programmet krever mange arbeidsoperasjoner for å fungere. Løvold skulle ønske at Synchro sin planleggingsmodul hadde lignet mer på Microsoft Project, slik at brukeren hadde fått større frihet til å gjennomføre endringer på en enklere måte. Det er viktig å beholde fleksibiliteten og der er han ikke tilfreds med Synchro. Dette støttes av Nygårds uttalelse om at ferdigstillingsfunksjonen til programmet er unødvendig innviklet, og at det burde vært mulig å avstemme prosentvis utført enn å lete etter start og sluttdato for å rapportere faktisk utført. Helland mener derimot Gantt-formatet, i likhet med både Synchro og Microsoft Project, er for utdatert. Programvaren legger ikke opp til noen god involvering av underentreprenører eller leverandører. Når andre programvareprodusenter får utviklet bedre BIM-funksjonaliteter slik som VisiLean, vil det være mer aktuelt på sikt dersom de er bygget opp med et Lean-tankesett enn gjennom et tradisjonell Gantt-format.

For å visualisere og nyttiggjøre seg av fordelene innen HMS og logistikk, har Kirkevollen erfart at det er tidkrevende å få lagt inn de midlertidige objektene som lastebiler, avsperrede arbeidssoner og lignende. Når dette skal synliggjøres dag for dag blir arbeidsmengden så stor at det blir nødvendig å jobbe konstant med modellen. Hun mener

programvaren rett og slett ikke egner seg til en så stor plan. Derfor endte de opp med å detaljere under hovedplan i et helt annet program fordi det ble for omfattende i Synchro. Det tar tid å koble opp alle objekter til planen og oppdatere på daglig basis for å få den ønskelige synliggjøringen av byggeplassen en ser for seg at en skal få. Kristensen fastslår også at linkingen er tungvint, spesielt hvis en får modeller av lav kvalitet der GUI ikke er riktig hver gang. Det medfører potensielt til en del ikke-produktivitetsfremmende aktiviteter som ikke er verdiskapende. Kirkevollen uttrykker at det hadde vært mulig å få tid til alt om alle kunne arbeidet i programvaren, men at det er utfordrende å samhandle i modellen. For det er mulig å jobbe flere aktører i den skybaserte løsningen til Synchro. Likevel foreligger det noen svakheter i programvaren, som gjør at hvis en oppdaterer sin modul blir plutselig filen ubrukelig for de som ikke har gjort det samme, ifølge Rausand. Kristensen forteller at de også har hatt problemer med denne serverløsningen. Produksjonen er avhengig av at det er opptid på planen til enhver tid, så det er vanvittig kritisk når serveren til leverandøren ikke virker. Det har skapt store utfordringer og resultert i at noen har kastet det ut døren der og da.

Når det kommer til innvendige arbeider nevner flere intervjuobjekter at den visuelle hensikten med å bruke 4D bortfaller. Helland forteller at det blir for mange små aktiviteter som ikke lenger kan visualiseres hensiktsmessig i modellen, slik at støtten fra BIM-funksjonaliteten uteblir. Da blir en egentlig sittende igjen med en Gantt-plan med utallige små aktiviteter som kan virke veldig uoversiktlig. Det støttes av Mogstad, som også synes det var utfordrende å få nytte av programmet på den innvendige drillen. De innvendige aktivitetene er ikke like brukbare å visualisere på samme måte som de store elementene slik programmet er i dag. Han mener at det derfor er enklere å lage taktplan i Excel der det er stor grad av repetisjon.

Kristensen uttrykker et savn overfor en god oppfølgingsfunksjon i Synchro. Han mener det forventes i dag at et planleggingsverktøy burde ha en eller annen mobiltilpasset funksjonalitet som muliggjør digitale rapporteringer, slik at planen kan følges opp på en ny måte. Han vet Synchro har prøvd seg på en oppfølgingsapplikasjon, men at det er viktig å anerkjenne kulturforskjellen mellom Norge og USA, hvor stort sett de løsningene som benyttes har sitt opphav. Han mener programmene i stor grad er formannsstyrte og ikke tilrettelagt for norsk organisasjonskultur der fagarbeiderne benytter seg av slike mobile enheter i arbeidshverdagen.

Kristensen forteller at deres største hindring med Synchro er forbundet med lisensmodellen som drastisk ble endret etter produktleverandørens eierskifte. Veidekke ønsket å satse på Synchro som et breddeverktøy og forhandlet seg til et flytende lisensopplegg med én prismodell for å få det ut i organisasjonen. Nå mener leverandøren at gevinsten tas ut fra første gang det brukes, i kontrast til å arbeide med det i større organisasjoner for å få bredde. De har derfor endret til enkeltlisenser som koster titalls tusen per hode per år. Kristensen mener det viser en mangel på markedsforståelse der leverandøren tilbyr sitt verktøy.

### **VisiLean**

Største utfordringen til VisiLean er trolig det at den ikke er ferdig utviklet. Oreman forteller at VisiLean hadde en del elementære programvarefeil, som gjorde at han etter ett års tid valgte å gi opp programvaren, selv om leverandøren rettet opp de ulike feilene det ble gitt tilbakemeldinger på. Det hang seg stadig opp og med økende detaljeringsgrad ble det enda mer utfordrende. Mogstad forteller at det ikke fungerte å redigere aktivitetene, det vil si dersom en skulle endre, flytte eller legge til noe. For å arbeide seg rundt dette ble løsningen å slette aktiviteter og bygge det opp igjen, noe som er tungvint og lite produktivt. Oreman

påpeker akkurat det samme, i tillegg til at han selv også fikk problemer med å slette aktiviteter. På den måten ble han nødt til å holde møter med en plan der deltakerne fikk beskjed om at flere aktiviteter måtte sees bort ifra ettersom han ikke fikk dem ut av planen. Med slike grunnleggende feilkoder og stadig nye tilbakemeldinger for å få rettet opp feilene, følte Oreman at han var med på å utvikle programvaren. Hans barriere for videre bruk baserer seg derfor på ønsket om å være en bruker og ikke en utvikler.

Helland forteller at en annen utfordring med VisiLean var forumet for å håndtere endringer og avvik i plan. Programvaren muliggjør at hvem som helst, når som helst, kan melde inn avvik og endre egne aktiviteter. Det gjør at en mister oversikt, kontroll og ansvar. Følgelig blir det enklere å fraskrive seg ansvaret for å ikke overholde planen sammenliknet med dagens praktisering, der statusrapportering foregår gjennom fysiske møter. I tillegg er det, ifølge Rausand, problematisk å spore og følge opp disse endringene. Han trekker også frem tekniske utfordringer med importeringsfunksjonen til 4D-modulen, der programvaren slet med å lese fullgeometri. Det resulterer i at importerte modeller ikke oversettes fullkomment og på den måten forsvinner flere objekter i transformasjonen inn til programmet.

### 8.3.8 Utfordringer ved praktisering

Det fremkommer flere utfordringer i forhold til praktiseringen av 4D. En av barrierene ifølge Helland er at programvarene ofte legger opp til bruk av hele systemet. Begrunnelsen forankres i det at ved delvis prosessrealisering vil bruken svekkes i større grad. Følgelig kan det medføre et behov for grunnleggende endringer i hvordan prosjektene styres. Dette var en av grunnene til at han ikke valgte å gå videre med VisiLean. Verktøyet hadde rom for tilpasning, men det var ikke nok til at det var noe han var komfortabel med å forplikte seg til.

Sveipe forteller at fremdriftsplanen trolig må detaljeres mer enn tiltenkt ved bruk av 4D. Det betyr at det blir en del jobb og i tillegg ligger det til sjeldenhetene at alt går som planlagt. Ved endringer vil derfor revideringsarbeidet bli altfor omfattende. En annen faktor er å få til korrekt produksjonsfremstilling når et objekt er delt i flere elementer og skal kobles til én aktivitet, men produksjonsretningen er elementvis. For å få visualisert det riktig må det opprettes en aktivitet per element, noe som blir svært tidkrevende sammenliknet med utbyttet. Det samme gjelder de innvendige arbeidene. Mogstad forteller at de slet med å finne tilstrekkelig gode løsninger ettersom det er mange små aktiviteter der ikke alt er tilegnet egne objekter i modellen. Det gjør det arbeidskrevende å koble opp, og for øvrig vil ikke aktivitetssimuleringen synliggjøres på samme måte ettersom aktivitetene foregår innenfor eksisterende bygningsdeler. Det hadde vært nødvendig å ha én dedikert ressurs som kontinuerlig arbeidet med Synchro om det skulle fungert, og det mener han det ikke er verdt i forhold til ressursbruken. Dette støttes også av Jacobsen. Selv om Mogstad ikke aktivt arbeidet med 4D, fikk han et bestemt inntrykk av at arbeidsmetodikken var krevende for de praktiserende. Det var mange koblinger som måtte til for å få nytte ut av 4D, og Løvold mener at mengden arbeid og tidsbruk er en hindring. Han begrunner dette ved at det må legges ned mye ressurser for å justere planaktiviteter og holde detaljeringsgraden oppdatert. Forutsatt at det er tilgjengelige ressurser må det likevel bli prioritert mener Løvold, og for at det skal skje må nytten belyses eller være til stede i større grad.

En annen utfordring som nevnes gjentatte ganger er detaljeringsnivå og MMI. Ifølge Mogstad er ikke modellen komplett når den kommer til entreprenøren og har ofte varierende kvalitet fra de ulike prosjekteringsfagene. Han mener det kanskje er der den

største motstanden ligger. Det kan by på utfordringer når det kommer til 4D-linkingen, der detaljeringsnivået og kvaliteten på modellen ikke sammenfaller med planleggingsnivået. Dette støttes også av Kristensen som understreker at prosjekteringen bare er opptatt av å utarbeide riktig element på riktig sted i verden, slik at det samvirker med resten av bygget. Når produksjonen kommer inn i bildet og skal utforme produksjonsrekkefølge og -retning, blir 4D-arbeidet mer komplisert ettersom prosjekteringen ikke har dette inkludert i sin leveranse. Om det hadde vært en enighet rundt hva 4D skulle brukes til og hvordan det skal løses mellom produksjon og prosjektering, kunne diskusjonen om hvem det hadde blitt mer eller mindre arbeid for i etterkant vært unngått. Det er veldig mange som snakker om og tar i bruk 4D som egentlig ikke forstår helt hva det er og hva de vil med det. Kristensen tenker at det delvis er grunnen til at så mange også mislykkes med 4D. Interessen for hvorfor det er ønskelig å bruke 4D ligger i det å få alle mer involvert, øke eierskapet til planen og arbeide med modellen som en del av planleggingen for å se sammenhengen mellom aktivitetene. Erfaringsmessig viser det seg at det er lite støtte for dette i 4D-programvarene som er utprøvd hittil, ifølge Kristensen. Inntrykket hans er at det er en misoppfatning mellom den norske byggebransjen og produktleverandørene knyttet til hvilke funksjoner 4D kan eller skal inneha.

Når planen blir for stor, og mange aktører er involvert, har det vist seg å være utfordrende å arbeide gjennom samhandling i den skybaserte serverløsningen. Kirkevollen forteller at i deres prosjekt, der det er delt entrepris, har hver part måttet sende inn deler av planen sin til byggherre som deretter har importert det til programvaren. Det er en krevende og tungvint arbeidsmetode. Løvold understreker nyttigheten av at flere parter hadde kunnet samarbeide om å detaljere prosjektet ned i mindre arbeidspakker, der hver underentreprenør hadde hatt mulighet til å eie sine egne aktiviteter og modeller. Det ville gitt en større bevisstgjøring av fremdriften og ivaretatt den involverende planleggingen, noe som trolig ville gitt merverdi. Han trekker en parallell mellom hvordan prosjektering arbeider med BIM i dag, og hvordan underleverandørene på samme måte kunne vært involvert i fremdriftsplanleggingen i produksjonsfasen gjennom 4D med skytjenester.

Jacobsen har ikke fått noen negative tilbakemeldinger på selve arbeidsmetoden, men opplever at brukerne ikke besitter tilstrekkelig kompetanse til å operere programvaren. Han mener at de som tar i bruk 4D umiddelbart ser de samme gevinstene gjennom det å visualisere aktivitetsrekkefølgen, problemet ligger i det at de ikke har nok kompetanse til å kunne gjøre noe mer med det. Tiden spises fort opp når en går dypere ned i materien og produksjonsarbeidet, noe som raskt går på bekostning av tiden en ellers ville brukt på et tyngre 4D-program. En annen faktor som Kristensen trekker frem, er at den som arbeider med planen også burde kunne operere 4D-modulen. Mange får i dag i stor grad bistand fra BIM-teknikere som linker plan og modell på vegne av prosjektet. Han har liten tro på at prosessen der en som ikke har utarbeidet planen kobler opp dette for planleggeren.

*«Vi mener programmet skal være for de som planlegger [...] altså fagarbeiderne planlegger sine aktiviteter, basene planlegger, formenn planlegger, det er jo det vi driver med; vi planlegger og utfører.»*

*- Eirik Kristensen, Leder for digital forretningsutvikling i Veidekke*

I tillegg går det for lang tid mellom hver gang 4D benyttes fra det ene til det andre prosjektet, noe som gjør at opparbeidet kunnskap forsvinner til neste gang. Rausand mener det samme gjelder ved utskiftninger i arbeidsstokken. Det å stadig lære opp nye ansatte til et grunnleggende nivå går utover den generelle praktiseringen og ytterligere kompetansebygging må skje over tid. Videre kan også utskiftninger medføre nedprioritert

bruk av 4D, forankret i det at det ikke stilles krav til praktisering ifølge Rausand. Nye arbeidstakere ønsker helst å fokusere på å gjøre en god jobb knyttet til eksisterende krav, istedenfor å lære noe nytt som egentlig ikke er håndspålagt. Dette mener Oreman også delvis gjelder prosjektlederne av den eldre garde, som heller initierer bruk av tradisjonelle programvarer de føler seg trygge på.

### 8.3.9 Grad av løsbarehet

Mogstad er overbevist om at det meste er løsbart med tanke på hvor mye teknologien har utviklet seg over de siste tiårene. Han har en forventning om at mye kommer til å skje i løpet av de neste 2-4 årene. Oreman er enig og mener at de fleste programvarefeil er både enkle og raske å rette opp i med dagens utviklere. Derimot belyser han også en potensiell bakside av å ta i bruk ny teknologi:

*«[...] det må testes såpass mye før sluttproduktet fungerer. Hverdagen i dagens byggebransje er hektisk, ettersom det er et økt fokus på å redusere både byggetid og kostnader enn hva som var normalt. [...] vi har ikke så mye tid å legge igjen her og der fordi programmet ikke fungerer. Da ender vi opp med å gå tilbake til det vi gjorde før.»*

*- Patrik Oreman, Anleggsleder i Veidekke*

Stadig flere leverandører ser betydningen av 4D og utvikler nye løsninger. Rausand trekker frem grunnen til at Synchro dominerer på markedet er fordi de lenge har vært alene om å tilby programvare for dette segmentet. Han mener den praktiske tilnærmingen Synchro har er for avvikende fra norsk arbeidsstruktur og -metodikk, som gjør at nye programvarer trolig vil være mer aktuelle i fremtiden om de er anpasset ønsket prosess. Helland belyser samme problematikk gjennom det å finne programvarer som tilfredsstillende de utallige arbeidsmetodene som praktiseres i bransjen verden over. Nye leverandører arbeider løpende med utvikling av programvarer gjennom tilbakemeldinger fra brukerne. Utfordringen ligger i å få lagd programmer som er fleksible for flere brukere med ulike metodikker og prosesser.

*«Det å finne balansegangen mellom å dekke våre behov slik som vi ønsker å drive og samtidig være fleksibel nok for andres prosesser er utfordrende. [...] vi har funksjonaliteten vi ønsker allerede i dag, men det harmonerer ikke med prosessen vår.»*

*- Mats Helland, Prosjektleder i AF Gruppen*

Han tror etter hvert som programvarene modner, så vil det være mulig å finne gode måter å løse det på, slik at de ivaretar flest mulig behov uten å gjøre programvaren for kompleks. Martinsen mener også mye er opp til programvareutviklerne. For om det skal være aktuelt å bytte et program, forutsatt at det fungerer, må det være like enkelt eller enklere å bruke ellers blir en usikker på om det er verdt å bytte. Kirkevollen tar også tak i utfordringen med praktiseringen. Hun forteller at i større prosjekt er det så mange rollefunksjoner at det å få alle disse planene og tankene inn på én plattform, er svært utfordrende for ett menneske å gjennomføre.

*«Hvis vi skal få det her til å fungere må det foreligge en fornuftig måte å få all denne informasjonen inn i programvaren, uten å miste eller ødelegge verdien av det. Da må det jobbes på en helt annen måte enn det som praktiseres i dag, noe som er veldig krevende.»*

*- Fredrikke Kirkevollen, Anleggsleder i LAB*



Hun tenker at det likevel ville vært til stor nytte å få 4D til å fungere. Ettersom grensesnittene mellom de ulike rollene er så sammensatt, ville det vært gunstig å kunne betrakte all denne informasjonen i én plattform. Kristensen bygger også opp under det å samle informasjon på ett sted, slik at kommunikasjonen blir tydeligere gjennom et visuelt og forståelig grensesnitt. Han mener at om 4D gjøres riktig og hensiktsmessig, har det et stort potensial til å kvalitetssikre planen bedre og skape en samstemt og uniform oppfattelse av hvordan utfordringer skal løses. Kristensen tror en hindring ligger i det å bli omforent med hva bruk av 4D egentlig innebærer. Tanken hans er at 4D må omtales som en oppgave som skal løses. Mange tror at 4D tilsynelatende skal løse alt og av den grunn mener han noe av nøkkelen ligger i det å forstå hva 4D omfatter og hva som skal oppnås ved å ta det i bruk.

Rausand påpeker at det trolig kreves en dedikert ressurs for å få 4D aktivt i bruk. Som oftest er det BIM-teknikere eller andre med høy grad av digital kompetanse som påtar seg ansvaret, så fremt det ikke blir en uoverkommelig mengde arbeid. Mange prosjekter resulterer raskt i ressursmangel hos støttefunksjonene om ikke ansvaret flyttes ut til prosjektene. Rausand, som selv opererer som en pådriver og støttefunksjon, uttrykker også en fordel i økt forståelse både overfor planleggingen og prosessen dersom de i prosjektene kunne koblet plan og objekter på egen hånd. Det medgår en del tid og ressurser på arbeidet ved at støttefunksjon og anleggsleder så ofte må sitte sammen og linke plan og modell. Rausand anser likevel denne tiden som en del av opplæringen, slik at kompetansen heves til et nivå der de kan både drifte og styre 4D alene i økende grad. Jacobsen tror heving av kompetanse vil løse mye. Han adresserer at tilgjengeliggjøring av kompetanse, erfaringer og muligheter vil føre til at bruken øker. I tillegg har de sett på muligheten til å koble skanning av bygg opp mot 4D, for å se om det kan øke gevinsten av å ta det i bruk. Mogstad har også tro på at 4D ville blitt betydelig mer brukt om det hadde vært mer brukervennlig, enklere å få til og mindre ressurskrevende. Dette henger igjen tett sammen med det å få tilgang til eller opparbeide rett kompetanse og som Kristensen påpeker; programvareprodusentenes misoppfatning av hvem sluttbrukeren er.

Løvold mener det vil bety alt å få en forståelse for gevinsten det vil gi. Rausand sier seg enig i at grunnprinsippene er like uavhengig av hindringer, og at det derfor er vesentlig å se nytten i de for at det skal tas i bruk. For Oreman sin del er det absolutt potensiale i grunnprinsippene til 4D om barrierene overkommes. Han trekker frem informasjonsflyten mellom byggeplassen og kontoret som en faktor. Arbeidshverdagen til funksjonærene og koordinering av rasjonell drift for fagarbeiderne ville potensielt vært forenklet om en slik løsning hadde fungert. Helland mener at det at de har sett på mulighetene for å benytte 4D i større skala enn det som gjøres i dag, tyder på at de har tro på det. Han synes det er viktig å digitalisere informasjon og at det gir merverdi. I tillegg må problematikken i forbindelse med komplekse arbeidsprosesser slik som innvendige arbeider adresseres, ifølge Helland. Ettersom denne typen arbeid inndeles i større grad i soner og arbeidspakker, burde programvaren tillate definering av dette i modellen. Ved å bedre tilrettelegge for de ulike arbeidsprosessene, vil det bli mer hensiktsmessig å benytte seg av programvaren i større grad.

### 8.3.10 Fremtidig praktisering

Når det kommer til ønske om å benytte seg av 4D videre på fremtidige prosjekter, mener Mogstad at det er for tidlig for hans del.

*«Det kommer nok til å ta tid før det er på et nivå jeg ville gått for.»*

*- Nils Andrew Mogstad, Prosjektleder i Veidekke*



Sveipe og Løvold er av samme oppfatning og ville ikke brukt det videre sånn som det ser ut per dags dato. Sveipe mener det blir for tidkrevende å holde på med i forhold til utbyttet, mens Løvold sliter med å se nytten av bruken. Likevel poengterer sistnevnte at bare det å ha snakket litt om det under intervjuet, gjør at han tenker han har lært litt. Dersom det hadde vært et veldig stort prosjekt, så ville han nok vurdert mulighetene litt sterkere nå. I kontrast til Løvold ville Kirkevollen heller vært positivt til å videre bruke 4D på prosjekter av mindre størrelse. Hennes erfaring er at prosjekter med for mange rollefunksjoner blir for innfløkt med dagens versjon av 4D, og at det derfor hadde vært uaktuelt å benytte det videre på så store prosjekter.

Martinsen og Oreman vurderer muligheten for å delvis ta i bruk 4D ved neste prosjekt. For førstnevnte sin del faller det på om erfaringene med 4D er positive eller ikke fra et annet prosjekt i bedriften, mens Oreman skulle gjerne tenke seg å prøve ut Synchro igjen. Grunnen er at Microsoft Project er veldig grunnleggende og etter hvert som det produseres mer i 3D enn tidligere gjennom prosjektering o.l., så ser han positivt på det å også koble andre momenter sammen slik som fremdriftsplan og modell. Derimot er det ikke så lenge siden han kastet ut VisiLean, så på den fronten kan det være nødvendig med mer overtaling. Nygård er også positiv til å benytte Synchro på sitt neste prosjekt, fordi det fungerer like greit som alt annet når det gjelder planlegging, datoer og fremdrift. Han tror omsider ikke bruken av programvaren hadde blitt noe annerledes, med tanke på at 4D-funksjonalitetene kun ble benyttet i startfasen før arbeidshverdagen ble for hektisk. Det samme gjelder for Helland som ønsker å ta i bruk visse funksjonaliteter, eksempelvis til støtte for planlegging.

Både Jacobsen og Rausand oppfordrer alle prosjekt de er involvert i til å se på muligheten for å ta i bruk 4D. Rausand prøver etter beste evne å tilrettelegge og oppfordre til bruk, men forteller at han ikke legger mye i det om han møter negativitet og motstand fra dag én. Jacobsen forutsetter at det foreligger tilstrekkelig med tid og nødvendig kompetanse i prosjektorganisasjonen for å initiere til bruk. Av erfaring har det raknet i fravær av nettopp disse to faktorene. Kristensen på sin side mener at det ikke er noen prosjekter som er for store eller for små til å ha tydelig kommunikasjon. Han mener at det er det 4D dreier seg om; å få en bedre plan og kommunisere den bedre.

*«Så lenge en bare skal gjøre den minste lille ting, så er det fortsatt viktig at du gjør den minste lille tingen riktig likevel. Uansett hva en skal gjøre om igjen, så koster det penger å gjøre noe på nytt.»*

*- Eirik Kristensen, Leder for digital forretningsutvikling i Veidekke*

## 8.4 Utvikling og innovasjon

### 8.4.1 Lagring og deling av erfaringsdata

Oreman forteller at det eksisterer en strukturert databank i Veidekke som har standardisert informasjon om forskjellige programvarer. For Mogstad sin del går erfaringsoverføringen muntlig i møter, telefonsamtaler og befaringer. Han bruker eget nettverk i stor grad. Kristensen informerer på lik linje med Oreman, at det eksisterer en innsiktsfabrikk. Der skal råvarene komme inn i form av informasjon og deretter kommer det ut en rapport i andre enden. Tidligere var dette i forskjellig format, men det har blitt mer styrt og digitalisert slik at det nå er enklere å arbeide med erfaringstall på tvers og dermed ha muligheten til å ta ut analyser.

I Betonmast eksisterer det en erfaringsbank. Jacobsen forteller at det er en side der erfaringer legges inn og deles. I tillegg utveksles det erfaringer på webinarer der de går gjennom hva de har gjort, hva som gikk bra og dårlig. Utover dette har de samlinger på tvers av hele selskapet og samlinger for ulike stillingstyper.

I AF lagres og deles erfaringsdata på flere ulike måter. Løvold påpeker at alt er strukturert enten i databaser eller mapper. De har blant annet leverandørvurderinger som er standardiserte skjemaer som er søkbare i etterkant. Han opplever stor nytte av denne leverandørportalen og forteller at det gir en fin oversikt. Derfor arbeides det med å få flere ting i samme format. Han har også foreslått til avdelingen Innovasjon og Digital, at de burde ha egen erfaringsutveksling som går på programvarer for å kunne dele gode innspill, tilbakemeldinger, tips og triks som de ansatte erfarer ved bruk. På den måten kan erfaringer enkelt overføres og det vil fremheve programvarer som bidrar til å løse de eksisterende utfordringene, mens de som ikke holder mål vil forkastes. Rausand informerer at erfaringsoverføring primært foregår muntlig. Det eksisterer også et eget prosjektlederforum der en kan dele erfaringer og prate på tvers av prosjekter. Det er planlagt å få til dette også på andre fag og stillinger. Sveipe forteller at de har anleggslederforum, prosjekteringslederforum og egne møteserier som arrangeres én gang i kvartalet. Utover det benyttes eget opparbeidet nettverk om det skulle være nødvendig å fremskaffe ytterligere informasjon eller kunnskap. Martinsen på sin side oppfatter at det ikke eksisterer en felles database som han vet om, men støtter Sveipe i det at erfaring deles dersom det spørres om.

Flere fra AF forteller at de gjennomfører evalueringer av prosjekter for å dokumentere hva som er gjort, hva som har gått bra og dårlig. I prosjektevalueringene skriver de tre gode og dårlige punkter, i tillegg til en beskrivelse av prosjektet. Løvold mener at de ikke kan være for lange, fordi da ville ingen lest gjennom. Deretter kan en ta kontakt med de involverte i prosjektteamet dersom det er behov for spørsmål. Dette følges opp av Nygård. Han forteller at prosjektevalueringene lagres i standardisert skjema i en erfaringsdatabase som senere kan brukes. Videre gir han uttrykk for at han selv ikke bruker den så mye med tanke på egen erfaring, men antar de yngre bruker den hyppigere. Sveipe synes systemet er for gammeldags, og at det derfor er for høy terskel å gå inn der. Erfaringsbanken skal være lett tilgjengelig og brukes primært i oppstarten av et prosjekt, men han opplever at de ikke er flinke nok til å legge inn informasjon der. Han synes det er enklere å ta en telefon eller gå inn på gamle prosjekter og se på fremdriftsplanen, fordi det er lite fokus på erfaringsbanken. Løvold påpeker videre at hver og en må velge å nyttiggjøre seg av den. Helland forteller at de eksempelvis sporer PPU i prosjekter og at det er noe nytt som de prøver å få ut i alle prosjekter. I tillegg har de også begynt med digitalisering av risiko- og tilbudsprosesser. De har en digital plattform som brukes fra tilbudsfasen der ulike risikomomenter identifiseres, deretter evalueres disse løpende gjennom prosjektet, og avslutningsvis evalueres det om identifiseringen i tilbudsfasen var rett vurdert etter endt prosjekt. Rausand forteller at innovasjonsavdelingen følger opp prosjekter og kommer med forslag til løsninger. Det skal lanseres en digital verktøykasse i bedriften i slutten av mars måned.

Kirkevollen meddeler at det ikke eksisterer systemer for lagring og deling av erfaringsdata i LAB. En må selv ta kontakt med aktuelle personer som vet noe om det en ønsker å vite mer om. Det eksisterer likevel et Excel-skjema i IT-basen der en skriver ned erfaringer om entreprenører og lignende. Videre informerer hun om at digitaliseringsgruppen har samlet inn erfaringer og kartlagt behov i mange prosjekter på tvers av organisasjonen. Alt er

muntlige erfaringsoverføringer, så det lagres i liten grad i standardiserte skjemaer eller databaser.

### 8.4.2 Én samlet plattform for erfaringsoverføring

Det er delte meninger blant intervjuobjektene om hvordan erfaringsoverføring påvirkes ved samling av plan og modell på én plattform. Jacobsen er positiv og tror det vil bidra til at det vil være enklere å vise og dele hva som ble tenkt og gjort i prosjektet. Det kan skape en helhetlig forståelse. Dette støttes av Oremann som mener at det alltid er positivt når programmene kan prate sammen. Rausand mener derimot at det er begrenset hvor mye direkte erfaringsoverføring det vil gi, men tror likevel det vil gi en større forståelse for alle som ikke har vært involvert i utarbeidelse av planen. En kan raskere sette seg inn i rekkefølger og avhengigheter i prosjektet, og det vil føre til en mer effektiv videreformidling av erfaring. Sveipe understøtter Rausand sitt poeng. Han mener det å kunne gå inn og se på filmer fra eldre prosjekter, vil bidra til at det vil være enklere å sette seg inn i dem. Derfor mener han det ville ført til positiv virkning på erfaringsoverføring. Mogstad mener det vil være gunstig å kunne hente ut underlag og informasjon fra tidligere prosjekter som er relevant for det en skal jobbe med. I så fall legger han vekt på at det vil være nødvendig med kategorisering etter eksempelvis bygningstyper, slik at en raskere kan komme frem til riktig informasjon etter behov. Helland tror absolutt på en slik felles, digital plattform, og trekker paralleller til ALICE. Det er en programvare går ut på at det er kunstig intelligens som lærer, og blir smartere, av å prosessere mange forskjellige fremdriftsplaner i ulike prosjekter. Han mener at det vil være mer effektivt enn menneskebasert læring dersom en får det til å fungere. Videre poengterer han at det foreløpig er litt for overforenklet, men at det nok kommer til å bli veldig bra.

Det hadde vært enklere med en slik plattform ifølge Løvold, men han opplever personlig at han har god kontroll og får nok input ved å se modell og fremdriftsplan sammen. Han tror derfor det ville gitt marginalt med utslag. Det måtte i så fall vært godt integrert. Martinsen er også skeptisk. Han påpeker at det er en del variabler til stede ved at plan og modell samles på én plattform. Ytre miljø som eksempelvis trafikalsituasjon, jomfruelig grunn, tidsaspekt o.l., vil ha en påvirkning. Videre poengterer han at forskjellene kan være store fra prosjekt til prosjekt, og det gir utfordringer for sammenlikninger. Dette følges opp av Nygård. Han mener det ofte er de dårlige erfaringene som får fokuset. Det er viktig å lære av det, men han er usikker på hvordan det skal overføres til BIM. Alle prosjektene i AF er selvstendige og uavhengige av hverandre, og det kan føre til at det er utfordrende å sette erfaringer godt nok i system. Kristensen legger fokuset på at det må være programvareuavhengig dersom standardiserte erfaringsdatabaser skal leve over tid. Det må være et standardisert språk og et rammeverk med en informasjonsstandard som ligger til grunn. Han legger vekt på at en må unngå å låse seg til én leverandør, siden det er en av de største fellene og stor kilde til fiasko.

### 8.4.3 Utfordringer ved innsamling og gjenbruk av erfaringstall

Selvstendige og ulike prosjekter skaper utfordringer for innsamling og gjenbruk av erfaringstall ifølge flere. Rausand påpeker at prosjekter har ulik størrelse, mål og kompleksitet. Det understøttes av Sveipe som mener det kommer an på prosjektet, entreprenøren og prisen. Selv om ting nesten er likt fra gang til gang, så er det ikke det. Løvold fokuserer mer på at det eksisterer nok av gamle travere som ønsker å gjøre det på sin måte. Videre legger han vekt på at et prosjekt går mer eller mindre i ett og det er stramme tidsplaner mellom prosjektene. Mogstad følger opp dette. Han forteller at en trolig

ikke synes den erfaringen som en innehar er god nok til at den er verdt å dele. Videre legger han vekt på at de er ekstremt prosjektbaserte og de står og skrever i to leirer mellom prosjektene og tiden tar dem. Til slutt poengterer han at det ikke blir satt av tid til å vurdere hva som er verdt å dele med andre og ikke. Nygård forteller også at prosjektene er veldig selvstendige og uavhengige av hverandre, og at det eksisterer et fokus om å gjøre det bedre enn andre. Derfor opplever han det prates lite på tvers av prosjekter og ulike byggetrinn på samme område.

Oreman mener utfordringene bunner ut i at byggebransjen er konservativ, og at det bygges på tilnærmet lik måte som for 50 eller 60 år siden. Det prates mye om prefabrikkering, men han tror bransjen sliter med å komme med løsninger og dermed havner tilbake i gamle spor. De er for dårlige til å ta vare på erfaring som de sier at de skal huske til neste gang. Det blir kun lagret i hodet. Forhåpentligvis kommer det med et generasjonsskifte og yngre mennesker som er mer vant til digitalisering.

*«[...] om kanskje 10 år, så tror jeg nok at det kommer til å se helt annerledes ut enn i dag. Da er vi nok der at all data tas hånd om og lagres digitalt. Alt er jo der, det er jo bare enere og nuller i en datamaskin, så det gjelder å ta tak i dem.»*

*- Patrik Oreman, Anleggsleder i Veidekke*

Utfordringen ved å få satt erfaring i system, mener Kristensen ligger i det å lage en standardisert informasjonsflyt og et standardisert språk. Han legger fokus på at det er en kjempejobb å sette opp hele kodeverket av hvordan ting skal kommuniseres. Sveipe mener også det burde vært en database der erfaringstall kan legges inn. AF har det på kvadratmeterpriser fra forskjellige bygg, men han skulle gjerne hatt noe tilsvarende på fremdrift. Avslutningsvis mener han det kan være utfordrende å bruke for mye erfaringstall med tanke på at fremdriftsplanen er et kontrakts-dokument.

Kirkevollen opplever at det tilhører sjeldenhetene å gjøre ting på nytt. Det produseres en og en ting, og det gjør at det er krevende å sammenlikne på grunn av antall variabler. Hun mener det burde vært mer digitalt og dermed mulig å få erfaringstall automatisk inn i en fremdriftsplan, men det må ikke gå på bekostning av det menneskelige aspektet ved det. Det er mye som går på følelser tilknyttet erfaringer, og det er vanskelig å digitalisere. Martinsen følger opp dette. Han mener det er utfordrende å samle inn erfaringstall ettersom måten en jobber på ikke er standardisert nok. Det forankres i hvordan arbeidsoppgaver utføres, noe som kan variere fra prosjektorganisasjon til prosjektorganisasjon. Videre ser han på det som krevende å samle inn erfaringstall fordi det må etterspørres. Per i dag benyttes opparbeidet nettverk for å innhente relevant informasjon, men det ville nok vært nyttig med en database med erfaringstall. At mye handler om nettverk støttes av Løvold. Han mener det er praktisk å kjenne folk i organisasjonen slik at en vet hvem en skal kontakte. Dessuten trengs det forståelse for å kunne tolke erfaringer i en database. Det må eksistere gode forklaringer rundt hvordan det ble gjennomført, hvordan det var planlagt og hva som fungerte og ikke. Løvold understreker viktigheten av å ha erfaringer i kontekst for å sikre en god forståelse av totalpakken.

#### 8.4.4 Senkning av variabilitet

Kirkevollen mener variabiliteten kan senkes ved å bruke samme arbeidsmetodikk og programvarer i de ulike prosjektene. Verden er i stadig forandring og det gjør at det ikke kan jobbes likt fra prosjekt til prosjekt. Det å ha en form for standard å arbeide etter vil kunne bidra til å senke variabiliteten og åpne for et bedre sammenlikningsgrunnlag. Hun

forteller at en i stor grad er preget av at ansatte er uerstattelige, ettersom hver enkelt funksjon i dag sitter på store mengder informasjon som ikke er digitalt lagret i en database. Løvold følger opp dette, og mener eksempelvis at BIM-manualer kan være en standard å gå etter. Variabilitet handler om å utvikle arbeidsprosesser, og dette er noe som stadig forbedres fra prosjekt til prosjekt. Videre legger han vekt på at det er viktig å ikke senke variabiliteten for mye slik at det går utover arbeidstrivselen. En må ikke føle seg presset inn i et fast og rigid system. Han mener det ligger noe i å beholde det menneskelige og fleksible i det. Martinsen mener ikke at den burde senkes, fordi det er viktig å bevare en høy grad av detaljering. Han presiserer at all informasjon burde være tilgjengelig, slik at det som ikke er aktuelt å hente ut heller kan filtreres bort. Med andre ord burde alle variabler være til stede, men antallet burde begrenses til en viss grad. Dette understøttes også av Nygård. Videre legger han vekt på at standardisering kan være med på å senke variabiliteten, men at det trolig ikke er så lett å gjennomføre. Kjøperne blir stadig mer kravstore, og da kreves det mer å utføre endringer. Til en viss grad kan en ha standardiserte utførelser på detaljer, men det kan ikke brukes en fasit på eksempelvis boligblokker. Det ville ikke passet inn overalt. Jacobsen mener også at standardisering kan bidra til å senke variabiliteten, og trekker frem prefabrikasjon som et fokusområde. Oremann mener at dersom en skal tjene penger, er det gunstig å ha tilbakevendende aktiviteter. Gjentakende prosjekter med eksempelvis massivtre, vil bidra til repetisjon og følgende lærdom om hva som fungerer innenfor det området. Videre fremhever han at det blir sagt at hvert prosjekt er unikt, ettersom byggherrens ønsker og krav varierer. Han tror at variabiliteten ville sunket dersom det hadde blitt gitt større spillerom til å foreslå måter det kan bygges på, og det kunne ført til cirka 10-20 prosent reduksjon i byggekostnader. Kledningen kan være forskjellig, men innvendig kan det i stor grad bygges likt hver gang.

Mogstad mener en må begynne å industrialisere betydelig mer for å kunne senke variabiliteten. Det er ikke tvil om at rent økonomisk er det gunstig å senke den. Da ville en fått billigere bygg, og noen vil mene kjedeligere bygg. Han er selv ikke så sikker på det, fordi det å senke variabilitet går mye på å ta beslutninger i tidligfase om viktige forhold som eksempelvis bæresystem. Dessuten tror han at en god arkitekt kan få det til å se bra ut innenfor gitte rammer. Rausand understøtter Mogstads meninger. Han hevder at tidlige planleggingsseanser kan bidra positivt. Dersom det gjøres tidlig med de utførende, så vil alle parter være inkludert til å kunne diskutere og bli enige i det løpet som blir satt. På den måten vil det gi et større eierskap til og forståelse av planen. Følgende vil de utførende få bedre tid til å planlegge sin bemanning. Det blir lett vinklet over til Lean-prinsippet ved å få økt forståelse for andre sine fag, samt respekt og ansvarliggjøring overfor den planen som er satt.

Sveipe belyser at dersom flere ulike prosjekter kunne betraktes i en database, ville eksempelvis antall kvm brukt vært enklere å sammenlikne på tvers av prosjektene. Forutsatt noe kjennskap til prosjektene, vil detaljene enklere kunne forstås og dermed vil en være i bedre stand til å foreta en kvalifisert vurdering. Kristensen har en litt annen tilnærming. Han mener at det å se på variabiliteten som et problem er direkte feil. Prosjekter er unike, men det er en påstand i boligbygging om at det ikke er noe i oppføringen av en boligblokk som kommer som en overraskelse. Han poengterer at kunsten er å få det rett satt opp ved å planlegge alle aktivitetene til riktig tid og med riktige folk i forhold til hverandre. Aktivitetene er relativt standard, men varigheten og kompleksiteten vil være forskjellig.

#### 8.4.54D som en bidragsyter til bruk av autonome løsninger

De fleste intervjuobjektene hadde ikke reflektert noe særlig rundt 4D sitt potensielle bidrag i kontekst av kunstig intelligens. Etter litt ettertanke fremkom det likevel noen betraktninger om tematikken. Rausand mener det hadde vært helt fantastisk om 4D kunne generert forslag til planer ut fra tidligere data fra ulike prosjekter, der plan og modell er sammenkoblet. Han forteller at programvaren ALICE er på vei mot dette, men at det har ikke blitt tatt så mye i bruk ennå.

*«Det utvikles stadig mye på den digitale fronten, så jeg tror 4D kommer til å bli et mer aktivt verktøy å bruke i fremtiden hvis utviklingen går i den retningen. Det kommer flere av unge, digitale folk inn i bransjen, og de eldre som vil gjøre ting på den gamle måten fases sakte, men sikkert ut.»*

*- Tore Rausand, BIM-tekniker i AF Gruppen*

Oreman ser også nytten ved å ha en programvare der informasjon kan hentes ut på en effektiv måte. Ved å se på fordelene over bruksområdet for en slik løsning, håper han det ikke er alt for langt frem i tid før det blir brukt oftere enn aldri i prosjektsammenheng. Jacobsen ser gleden med å kunne hente ut erfaringstall fra ulike prosjekter og legge dem i en databank for å se på bedre løsninger til neste prosjekt. Han er veldig spent på dette med å bruke maskinlæring til å finne de optimale løsningene. De har sett på ALICE i Veidekke, men Kristensen opplever at det blir litt for enkelt. Likevel mener han at det absolutt er spennende med tanke på alternativ-vurderinger og lignende. Her mener Helland også at det er mye å hente dersom en forstår prosessen. For å kunne få utbytte av slike autonome løsninger, er det vesentlig å forstå inputen slik at det som kommer ut blir nyttig. Han tror derfor det er viktig å ikke miste eierskapet til eller forståelse av planen. Kunstig intelligens trekkes også frem av Sveipe. Han mener det kunne vært en god bidragsyter til å frigjøre visualiseringen fra fremdriftsplanen. Videre belyser han at standardisert koding på aktivitetsnavnene ville vært til god hjelp, slik at fremdriftsdataen systematiseres på en bedre måte og linkingen blir mer automatisk.

Martinsen mener en muligens må jobbe ut fra hvor grensesnittet for autonome løsninger skal settes. Eksempelvis kan det være alt fra første dekkestøp eller første hulldekke. Kirkevollen legger fokuset på at det primært er fordelaktig på innvendige arbeider, ettersom variabiliteten rundt grunnforhold og vær er så uforutsett. Hun tror en taktplan på innendørs arbeid kunne blitt løst på en autonom måte, men at det er ikke tilfredsstillende nok for arbeidsprosessene som skjer utendørs. Dette støttes av Oreman, som også etterlengter en taktplan-funksjon hos de eksisterende 4D-verktøyene.

Nygård mener det ligger litt frem i tid. Han setter fokus på input av informasjon på lik linje med Helland. Nygård presiserer at det må være riktig, slik at feil output unngås. Det er avgjørelser som tas basert på mange års erfaring, og den erfaringen har ikke den kunstige intelligensen. Videre legger han vekt på at det er enormt mye informasjon som skal inn som eksempelvis alle NS'er, TEK-krav og lignende. Dette må i tillegg kontinuerlig oppdateres. Avslutningsvis opplever han at utviklingen i samfunnet foregår veldig raskt, og at bygge-bransjen ligger etter sammenliknet med andre næringer som eksempelvis databransjen.

Mogstad mener en kunne gjenbrukt gode løsninger gjennom å utvikle og fastsette noen standardiserte løsninger som oppgraderer seg. Han tror at etter hvert som en BIM eller 4D-modell erfarer gjentakende handlingsprosedyrer, ville generert gode forslag. I så fall må erfaringer deles via én plattform, hvert fall internt, men muligens også eksternt. Videre



understreker han at dataene må opp i et visst kvantum for å fungere godt i en database. I større selskaper vil det fungere greit, men det kan være utfordrende for mindre firmaer. Løvold mener dette er spesielt interessant ved utregning av tilbud og fremdriftsplanlegging i tidligfase. For å hente ut relevante data på det som er gjort på tilsvarende prosjekter, er det viktig å ha en grunnleggende forståelse for prosjektets arbeidsprosess og beslutningsgrunnlag. Han forteller at det er gunstig dersom en klarer å få inn data på varigheter og mengder, slik at en hele tiden kan holde seg konkurransedyktig. Videre legger han vekt på at de må sørge for å ikke miste det viktigste de har i involverende planlegging. I AF er de opptatte av at deres underentreprenører skal eie sin del av planen og oppgi hvor lang tid de bruker. Kunstig intelligens må ikke brukes ukritisk, men han er absolutt åpen for at det kunne gitt mye bra input for dem.



## 9 Diskusjon

*I kapittel 9 drøftes funn basert på fremlagt teori og empiri. Bransjen har lyktes med å gjennomføre en del store endringer i løpet av de siste tiårene. Blant annet har involverende planlegging, BIM-samhandling og sakshåndtering på håndholdte enheter blitt implementert og bidratt til å drive bransjen fremover mot det digitale skiftet. Derimot er det mye som gjenstår. Den fragmenterte verdikjeden, og tradisjonelle standarder og kontrakter, er med på å skape en tregghet i hvordan bransjen lykkes med å utnytte mulighetene i digitale verktøy og prosesser fullt ut. Diskusjonen vil derfor ta for seg forskningsspørsmålene som danner grunnlaget for å besvare oppgavens problemstilling av kritisk karakter.*

### 9.1 Digitalisering av byggebransjen

#### **Konservativ bransje**

Mange ulike faktorer påvirker de ansattes holdning til bruk av ny teknologi, som eksempelvis alder, miljø og erfaring. Selv om virksomhetene har et ønske om å digitalisere, er de avhengig av de ansattes motivasjon for å lykkes. Resultatene viser at det foreligger positiv innstilling til bruk av 4D og ny teknologi, men det kan også tolkes underliggende skepsis overfor endringer som interfererer med innarbeidet arbeidspraksis. Årsaken er at store deler av bransjen er komfortabel og tilfreds med dagens måte å jobbe på. Det medfører motstand mot videre digitalisering. Av denne grunn oppfattes byggebransjen som konservativ, noe som støttes av rapport fra KPMG. I tillegg er det en omfattende prosess å teste ut ny teknologi, spesielt hvis den ikke er tilpasset eller ferdig utviklet. Dette samsvarer med funn i samme rapport der respondentene ikke opplevde kapasitet i hverdagen og mellom prosjekter, siden arbeidsdagene er ekstremt hektiske. Hele 57 prosent av respondentene fra bygg og anlegg svarte at de ansatte ikke prioriterte tid og ressurser til digitalisering. Om konsernledelsen<sup>5</sup> ikke aksepterer å sette av tid til en målrettet implementering av ny teknologi som eksempelvis 4D, vil det være mindre sannsynlig at endringsprosessen blir vellykket.

Ettersom digitalisering har en forstyrrende effekt på produksjonen i alle bransjer, er det vesentlig at 4D ikke tilfører ytterligere arbeidsoppgaver. Ifølge McKinsey tar store prosjekter typisk 20 prosent lenger tid å fullføre enn planlagt, og kostnadene er opptil 80 prosent over budsjett. Dersom ny teknologi kan bidra til å forenkle arbeidsprosesser, vil reduksjon av tidsbruk og økt fortjeneste følge etter. Imidlertid kan det være hensiktsmessig å implementere ny programvare dersom datahistorikken kan lagres og struktureres digitalt, selv om teknologien ikke tilfører noen direkte besparelser. Det er fordi informasjon lagres i for liten grad i tilgjengelige strukturerte databaser. Ofte blir denne kostnaden lagt på prosjektene. Derfor kan det være utfordrende å få gjennomslag for testing av teknologi som enten er svært kostbar, har liten dokumentert effekt eller som ikke gir direkte merverdi for produksjonen omgående. Det kan ikke være verre enn et nullspill og for å være konkurransedyktig må nok virksomhetene være mer forberedt på å ta denne kostanden. Likevel er det få som tør dette, noe som gjenspeiles i rapporten til KPMG, der høy implementeringsrisiko og -kostnad er en typisk digital barriere.

---

<sup>5</sup> Videre omtalt som ledelsen

## Digital strategi

Ekspertene er enige i at digitalisering ikke bare handler om teknologier. Det kreves en radikal, strategisk og kulturell endring for å stabilisere seg som en moden bedrift; rustet til å omstille seg til å bedre den digitale kompetansen for videre utvikling. Imidlertid viser de empiriske resultatene til utydelige digitale strategier på det utførende nivå. Det forankres i at intervjuobjektene selv ikke har i tilstrekkelig grad forstått eller fått videreformidlet hensikten og formålet med 4D. De første fire trinnene av Kotter sin modell innebærer å kommunisere hvorfor det er behov for endring nedover i organisasjonen. Ofte hopper bedrifter over dette og går rett til trinn fem. Det er klart at når testing av 4D gjennomføres uten at det foreligger en tydelig strategi eller informasjon om hvorfor det er hensiktsmessig, vil det være krevende å oppnå formålet med implementeringen. Når det i tillegg er opp til hvert enkelt prosjekt å avgjøre hvilke teknologier som skal tas i bruk, vil ledelsen ha en utfordring med å holde oversikt og styring over de ulike initiativene. Følgelig vil det være krevende å implementere teknologien på tvers av organisasjonen på en omforent og uniform måte. Trolig er dette en av de største utfordringene med bottom-up-strukturen, og det viser seg som et gjennomgående problem når det kommer til implementering og praktisering av 4D hos samtlige bedrifter.

På grunn av utydelig strategi fra ledelsen, er det svært ulikt hvordan implementering av 4D og annen ny teknologi følges opp og utnyttes videre både internt og på tvers av de ulike virksomhetene. Det er sentralt at den opparbeidede kunnskaps erfaringen returnerer tilbake til virksomheten, slik at den kan forvaltes og videreformidles fornuftig. Formålet er å utvikle digitale evner som går på tvers av organisasjonen og organisasjonens aktiviteter, ansatte, kultur og struktur. Derimot eksisterer det få prosedyrer i bedriftene som støtter dette fullstendig. Empiriske resultater viser til et varierende engasjement fra ledelsen, som hovedsakelig gjennom dialog følger opp hvordan teknologien fungerte i praksis. Det kan tyde på at det legges for lite fokus på dokumentasjon og erfaringsutveksling, til tross for at det tilsynelatende foreligger en enighet om at dette er sentralt for videre utvikling. I tillegg viser undersøkelsen fra Deloitte at selv om mange forventer en omfattende digital endring, er det svært få som faktisk forbereder seg i tilstrekkelig grad på denne transformasjonen. Dersom forberedelser og rutiner ikke er til stede i en strategi, vil det være utfordrende å implementere ny teknologi, som 4D, vellykket på tvers av organisasjonen.

## Kultur

Ledelsen oppfordrer, gjennom bottom-up-strukturen, til en åpen kultur for å engasjere sine ansatte til å komme med forslag til nye innovative teknologiske løsninger. Det er tross alt medarbeiderne ute i prosjektorganisasjonene som besitter vesentlig kunnskap for å vurdere hva som vil være hensiktsmessig å initiere, ut fra egne erfaringer og kompetanse. Følgelig er det også her motivasjonen for innføring burde komme fra, for å maksimere utbytte. Det er lite effektivt å ha en kultur der ledelsen presser nye teknologier og arbeidsmetodikker på medarbeidere som ikke er tilstrekkelig motivert. Empiriske resultater viser en kultur der initiativ kommer fra flere hold. Blant annet har 4D blitt initiert av ulike roller som konsernledelse, digitale forretningsutviklere, BIM-teknikere, prosjektledere og funksjonærer. Årsaken er at alle ønsker å få en forenklet hverdag. Dersom det eksisterer teknologier som kan bidra til dette, er det relativt stor åpenhet for å ta det i bruk. Generelt oppleves ledelsen som en bidragsyter med å legge til rette for de som har lyst til å teste ut 4D og annen teknologi med støtte og hjelp, slik at resultatet kan bli best mulig. Ettersom prosjektene i stor grad er selvstyrte, vil behovet for støtte være avhengig av hva som skal

implementeres. Frihet under ansvar fører til at det ikke anses like nødvendig å ha med seg ledelsen på mindre prosjektbaserte verktøy. Når det kommer til mer omfattende systemer derimot, vil det være vanskeligere å initiere dette uten støtte og som en del av en strategi fra høyere hold.

Basert på presentert empiri kan bedriftene plasseres i *definert* digitaliseringsnivå i Deloitte sin modenhetsmodell, der kultur er en av de åtte dimensjonene av digitalisering. Bedrifter på et slikt nivå har opparbeidet seg en kultur av digital tenkning, men har fravær av videre integrerte og tydelige strategier som går på tvers av organisasjonen. Rapporten fra KPMG viser at bransjer som selv oppgir å ha lav grad av digitalisering, har de største kulturelle utfordringene. Det kan derfor stilles spørsmål ved om byggebransjen selv er klar over hvilke kulturelle hindringer de står overfor, sammenliknet med andre bransjer. For selv om ledelsen har opprettet egne roller og avdelinger med digitalt fokus, for å tilpasse seg et økende digitalt markedsmiljø, foreligger det fortsatt en relativt reservert holdning ute i prosjektene tilknyttet de metodiske endringene teknologier som 4D fører med seg. Derfor er det vesentlig at forståelsen av digital nødvendighet og kultur videreføres fra disse nyetablerte enhetene og ut til de utførende. Slik kan anleggskontorene digitaliseres i større grad innenfra og ut. For å oppnå dette er det vesentlig at prosjektorganisasjonene ikke bare sier de ønsker å ta i bruk ny teknologi, men innser at det krever en kultur- og holdningsendring for å integrere teknologien fullstendig i nye arbeidsprosesser.

## 9.2 Implementering og praktisering av 4D

### Behovsdekning

Når nye verktøy vurderes, er det vesentlig å forstå hvilke behov som skal dekkes, og hvordan det aktuelle verktøyet kan bidra til å oppnå dette. Den norske byggesektoren er opptatt av å få til mer involvering, øke eierskap til plan og arbeide med modell som en del av planleggingen for å se sammenhengen mellom aktivitetene. Derimot oppleves dagens 4D som lite støttende overfor de to førstnevnte faktorene. Tidvis kan det virke som om 4D har blitt implementert på feil premisser, basert på en tro om at verktøyet skal løse mye mer enn det faktisk gjør. Forventningen til hva verktøyet skal levere har vært noe uklar, hvilket gjør at praktisering og behov ikke har blitt tilfredsstillt som først antatt. Derfor kan det ha oppstått en misoppfatning knyttet til hvilke funksjoner 4D kan eller skal ha, i forhold til hvilke forventninger det skal innfri.

### Beslutningstaking

Det ønskelig fra ledelsen at beslutninger skal tas på lavest mulig nivå, såkalt bottom-up. Derfor ligger avgjørelsen om å ta i bruk 4D i stor grad ute i prosjektene. Det resulterer i at beslutnings-grunnlag og strategi for implementering kan variere ut fra hvilken prosjektledertype som har overordnet ansvar. Utfordringen blir at kriterier og mål for bruk baserer seg på et relativt kortsiktig perspektiv. Det legger begrensinger rundt hvilke behov 4D egentlig skal dekke og hvordan det skal integreres i prosjektstrukturen, noe det allerede har vist seg å være ulike oppfatninger om. Organisasjonen vil også bli påvirket som sådan, der implementering av et slikt omfattende verktøy og metodikk vil kreve ressurser, støtte og kontrollert transformasjon av etablert prosjektstruktur og rollebeskrivelser. Dermed kan det vurderes hvorvidt beslutningstakingen burde ligge ute i prosjektene, ettersom det er vel så avgjørende for organisasjonen som helhet å være involvert i hvorfor, og hvordan, 4D skal praktiseres. Herunder å sikre at beslutning om bruk også vurderes ut fra et langsiktig perspektiv med mål om å høste nytte på tvers av organisasjonen.

Når det kommer til valg av 4D-programvare kan det tyde på at ansiennitet og erfaring råder. Selv om nye og omtalte 4D-plattformer stadig testes og vurderes opp mot prosjektenes etterspurte behov, er programmer som Synchron med lang fartstid mest dominerende. Årsaken er trolig forbundet med at funksjonsutvalget til de mer velutviklede programmene er større, og at de nyere verktøyene ikke har like tilfredsstillende 3D- og 4D-funksjonalitet. Derimot er det en grunn til at nye programmer fortsatt blir vurdert. Det foreligger en preferert praksis i ethvert verktøy. Synchron går på akkord med deler av metodikken og strukturen til den norske byggenæringen. Leverandøren mener blant annet at nytteverdien allerede tas ut etter første bruk, og legger derfor opp til enkeltlisenser per bruker. Det er svært kostbart og har ført til at spesialistenheter ofte får lisens og ansvar for 4D-modulen på vegne av samtlige prosjekter. Følgelig vanskeliggjør det bredde i bruk og indikerer en mangel på helhetlig markedsforståelse der leverandøren tilbyr sitt verktøy. Derfor er det viktig å vurdere hvordan verktøyet flyter med ønskede arbeidsprosesser og ressursstruktur.

### **Sammenfallende bruksområder**

Ved å implementere nye programvarer, systemer eller prosesser vil det trolig forekomme en form for overlapp mot eksisterende praktisering. Det vil være formålstjenlig å få identifisert og kartlagt de sammenfallende områdene, slik at unødig dobbeltarbeid eller overflødige verktøy kan elimineres. Det virker derimot som det generelt vies lite tid til å evaluere hvorvidt 4D korrelerer med eksisterende praktisering, noe som skaper lite oversiktighet og symbiose. Av den grunn burde det foreligge en tydelig prosessplan og ansvarsmatrise overfor innvirkningene av implementeringen. På den måten vil forståelsen for hva som tilføyes eller erstattes ved å ta i bruk 4D, og for hvem dette berører, øke i større grad. Slik situasjonen oppfattes i dag, har flere vanskeligheter med å stole på 4D-verktøyet, og følgelig gi slipp på eldre prosesser og verktøyer. Til eksempel er det fortsatt vanlig å lage og importere fremdriftsplaner fra Microsoft Project til 4D-verktøyet. Det vil være overflødig for bedriften å ha en slik lisens når 4D-programvaren innehar de samme type planleggingsfunksjonene som Microsoft Project. I tillegg kan denne praktiseringen potensielt medføre ulikt detaljeringsnivå på aktivitet og modell, noe som kan kreve både omarbeiding og lengre tid på sammenkobling. Dette medfører unødig tidsbruk på ikke-produktivitetsfremmende arbeid, hvilket strider mot Lean-prinsippene. Det må foreligge nok trygghet overfor at programvaren som implementeres er pålitelig og stabil, slik at doble føringer for sikkerhets skyld, oppleves unødvendig.

### **Anvendelse**

Det har foreligget en forventning om at 4D skal tilrettelegge arbeidshverdagen bedre for funksjonærer og fagarbeidere. Gjennom en større forståelse og oversikt over prosjektets arbeidsoperasjoner enn ved tradisjonell metodikk, antydes 4D å gi økt forutsigbarhet og sikkerhet. Det kan bidra til å utarbeide en rasjonell plan som ivaretar god flyt av produksjon, transportmidler og materialer, som følgelig kan redusere skader og byggefeil. De fleste har derfor hatt en forventning om å anvende 4D gjennom hele prosjektforløpet, men har ofte endt opp med delvis praktisering. Årsaken varierer, men overordnet kan det antas at forventninger og vurderinger ikke har samsvart med verktøyets faktiske innhold og metodikk. Det kan virke som om det foreligger en manglende forståelse av hva 4D egentlig omfatter, samt krever av integrering og endring i eksisterende praksis.

Å avsette tid til å prøve å ta i bruk nye metodikker i en hektisk prosjekthverdag, kan virke belastende. Det er en klar forventning om å levere innenfor avsatt tid og budsjett, og gjerne under det, noe som påvirker motivasjonen negativt for å teste ut noe nytt over en lengre periode, dersom ikke gevinstene viser seg omgående. De positive erfaringene vil

komme etter hvert som resultater og målinger forekommer. Medarbeiderne må derfor være komfortable med å forsøke ny teknologi, noe som er enklere å få til om det er utarbeidet en tydelig og detaljert strategi overfor implementering og bruk. Likevel kan det settes spørsmål ved hvorvidt medarbeiderne skal tilpasse seg verktøyet, eller motsatt. Selv om flere har funnet det de mener er gode måter å gjennomføre prosjekter på, har produktiviteten falt, noe som indikerer at det fortsatt må arbeides med å utvikle beste praksis.

## 9.3 Planleggingsprinsipper og brukergrensesnitt

### Planleggingsnivåer og MMI

For at et 4D-verktøy aktivt skal benyttes i prosjektene, er det visse planleggingsprinsipper som må ligge til grunn. 4D-verktøyene er lagt opp til å fungere gjennom hele prosjektforløpet, og har moduler som skal være adekvat for å knytte de ulike plannivåene sammen. Det fremkommer derimot at nesten ingen bruker 4D fullt ut. Årsaken er ikke at programvarene ikke har mulighet, men at detaljeringen blir så omfattende utover i prosjektforløpet at det ikke lengre blir hensiktsmessig å benytte 4D. Når det må detaljeres mer enn tiltenkt, fordi alle underaktiviteter stadig må kobles til tilhørende objekter, uten at visualiseringen gir nevneverdig stort utbytte, vil effekten av bruken svekkes. I tillegg er det vesentlig at 3D-modellen har sammenfallende MMI i forhold til planleggingens detaljeringsnivå i produksjonen. Når utførelse nærmer seg, blir aktivitetene ofte re-planlagt og produksjonsretning presisert. Det kan gi noen utfordringer i forbindelse med 4D-arbeidet opp mot prosjektering. Dersom ønsket detaljnivå og objektinndeling ikke er forhåndsavklart, vil ikke objektene være komparative sammenliknet med hvordan de er planlagt produsert. Feil detaljnivå til feil tid kan videre medføre at verdifull tid kastes bort på å planlegge aktiviteter som ikke stemmer overens med realiteten. Derfor kan det virke som om bruk er mest utbredt på hoved- og faseplan, ettersom både overordnet detaljeringsnivå og MMI i denne fasen av prosjektet er mer samstemt og overkommelig.

For å ivareta effektivitet i detaljeringen, slik at det blir mer hensiktsmessig å linke mindre aktiviteter til flere objekter, burde det i større grad foreligge et standardisert system og kodeverk knyttet til ID-merking. Dersom hver enkelt bedrift skaper dette internt, vil det sannsynligvis ikke være bærekraftig over tid. Årsaken er at prosjekteringsaktørene er flytende mellom hvert prosjekt, noe som medfører at de må forholde seg til flere ulike kodeverk. Derfor bør det komme tydeligere retningslinjer fra statlige aktører, som Statsbygg og deres arbeid med BIM-manualen, slik at det blir etablert en 4D-standard for hele bransjen.

4D benyttes gjennomgående mest som støtte til planleggingen, og i liten eller ingen grad til oppfølging. Det ligger et enormt uforløst potensial i denne delen, ettersom sanntids-rapportering og oppfølgingsapplikasjoner tilknyttet en dashbordfunksjon legger opp til en helt ny måte å følge opp fremdrift på. I forhold til dagens praktisering, som er tidkrevende og manuell, vil 4D legge til rette for en mer digital oppfølging. Synchrono benytter baseline og S-kurver som oppfølgingsreferanser. Det er derimot delte meninger om hvor nyttig S-kurver egentlig er, fordi det nå i større grad er ønskelig å få ut PPU ettersom det samsvarer bedre med LPS- og Lean-metodikk. VisiLean beregner PPU og gir gjennom LifeSite mulighet til å effektivisere informasjonsflyt mellom byggeplass og anleggskontor. Det øker fagarbeidernes oversikt over egne aktiviteter til enhver tid og tilrettelegger for bedre styring. Imidlertid baserer dette seg på input fra fagarbeiderne gjennom fremdriftsmøter eller mobilapplikasjoner på byggeplassen. Årsaken til at 4D benyttes i liten til ingen grad på oppfølging, har trolig sammenheng med ressursene som kreves for å holde planen

oppdatert, samtidig som detaljnivået øker. Derfor er det vesentlig å få engasjert fagarbeidere og underentreprenører i økende grad i 4D-arbeidet. Arbeidsmetodikken krever integrering på flere nivåer og vil være vanskelig å praktisere om ikke alle er innforstått med hvordan og hvorfor det tas i bruk.

### **Lokasjonsbasert planlegging**

Gantt-diagrammet er fortsatt den mest dominerende planleggingsmetodikken, selv om fokuset på, og nytten av, lokasjonsbasert planlegging stadig øker. 4D gir en ny måte å forstå og videreformidle lokasjonsbasert planlegging gjennom visualisering, samtidig som den tradisjonelle fremvisningen ivaretas. Ved å simulere ulike arbeidssekvenser og -soner vil aktivetskollisjoner, HMS-risikoer og byggeplasslogistikk bli oppdaget og kvalitetssikret raskere enn ved tradisjonell metodikk. Til tross for flere positive aspekter foreligger det en svakhet, spesielt når det kommer til de innvendige arbeidene. Denne typen produksjon er bedre egnet for et annet format enn de større, mer visuelle elementene som foregår i råbyggsfasen. Istedenfor å linke en lang rekke små aktiviteter med de respektive objektene, vil det være mer hensiktsmessig å knytte disse til arbeidssoner. Dette støttes ikke i tilfredsstillende grad nok hos 4D-verktøyene i dag. Av den grunn utarbeides fortsatt taktplaner i utbredt skala i Excel, noe som hindrer videre bruk av 4D i denne fasen.

### **Involverende planlegging**

Et sentralt planleggingsprinsipp som til stadighet går igjen er involvering. Det uttrykkes at det er viktig å beholde det menneskelige aspektet i arbeidet med 4D. En bekymring overfor digital involvering er om det kan føre til økt distansering og ansvarsfraskrivelse enn ved fysisk tilstedeværelse. Dette forankres i de tillitsbaserte prosessene som samarbeid bygger på i dag, og en grunnleggende forståelse for at arbeidet til hver enkelt påvirker helheten. Derfor er det vesentlig å ha klare retningslinjer overfor praktisering, kultur og holdninger forbundet med dette. I tillegg er det ikke meningen at 4D, som en digital plattform, skal overta for all fysisk involvering. Det kan trekkes paralleller mellom hvordan BIM benyttes i et tverrfaglig samarbeid gjennom VDC og ICE-møter, opp mot hvordan 4D på en digital måte kan involvere underentreprenørene i fremdriftsplanlegging og oppfølging. Det skal tilrettelegges slik at unødig tid kan elimineres ved at kun nødvendige aktiviteter diskuteres, i tillegg til at alt allerede er forhåndsført. På den måten vil det bli en bidragsyter til å få effektivisert produksjonsflyt og fremdriftsmøter.

Involverende planlegging handler også om å ha kjennskap til, og innflytelse over, egne arbeids-oppgaver. Både Synchro og VisiLean legger opp til samhandling i sine plattformer, men det kan skape utfordringer om det ikke foreligger begrenset tilgang for revisjon og oversiktlig historikk over foretatte endringer. Da kan potensielt hvem som helst justere planen uten at det foreligger noen form for overordnet ansvar og kontroll for å påse helheten. Imidlertid er det mye å spare tidsmessig, dersom hver underentreprenør kunne fått tilgang til å legge inn og oppdatere sine aktiviteter. Om dette kunne gjennomføres som et utkast, etterfulgt av en godkjennelse fra ansvarlig anlegg- eller produksjonsleder som etterkontroll, ville det åpnet for en bedre involvering over en digital plattform. Videre er Gantt-formatet utdatert og legger ikke opp til noen god involvering av underentreprenører eller leverandører. Synchro baserer seg ute-lukkende på dette formatet og mangler derfor viktige involverende elementer som blant annet lappeplanlegging, fjerning av hindringer for sunne aktiviteter og rotårsaksanalyse. Programvarer basert på Lean-tankesett derimot, som VisiLean, vil ivareta dagens praktisering på en bedre måte og dermed ha en høyere aktualitet på sikt når BIM-funksjonalitetene heves til et tilfredsstillende nivå.



## Brukergrensesnitt

Ved å betrakte både Synchro og VisiLean, virker det tilsynelatende som om programvarene er fundamentalt ulikt bygget opp med tanke på brukergrensesnitt. Synchro har en BIM-relatert tilnærming, der det største fokuset er lagt på 3D- og 4D-funksjonalitetene. Programvaren vil derfor virke mer avansert og mindre intuitiv å håndtere, ettersom funksjonsutvalget er bredt og oppsettet mer teknisk. Selv om det meste er mulig å få til med litt kursing eller selvlæring, oppleves terskelen som høy for å lære seg programvaren. En utfordring knyttet til slike teknisk avanserte programvarer, er at de er laget av og for eksperter. Tatt i betraktning hvem som er sluttbrukerne ute i prosjektene, vil det ikke foreligge nok tid for funksjonærer og fagarbeidere til å bli eksperter på dette området. 4D er primært et planlegging-, koordinering- og oppfølgingsverktøy, og som av den grunn burde være av og for planleggere. Basert på tiltenkte brukere ute i prosjektene har ikke Synchro tilpasset bruker-grensesnittet godt nok til denne målgruppen av programvaren.

VisiLean på sin side er langt mer planleggingsrettet og fokuserer grundigere på planleggings-metodikk. Bruker-grensesnittet er derfor lagt på et nivå som er mer kompatibelt med funksjonærer som sluttbrukere. I tillegg er oppfølgingsapplikasjonen ytterligere forenklet for å imøtekomme fagarbeiderne på neste nivå. Programmet er oversiktlig utformet med atskillig færre funksjoner i forhold til Synchro. Det forenkler navigeringen i programmet, men gir også et redusert utvalg av tjenester forbundet med 3D- og 4D-modulene.

## 9.4 Barrierer for bruk av 4D

### Nytteverdi

Manglende forståelse, strategi og formål virker som vesentlige faktorer for at flere mislykkes med 4D i større eller mindre grad. En av årsakene kobles til vurderingen om hvorfor 4D skal tas i bruk. I flere tilfeller viser det seg at det altfor lett blir nedprioritert, slik at det ikke foreligger en tilstrekkelig strategi eller evaluering overfor implementeringens hensikt og målsetning. Når dette er tilnærmet fraværende, vil brukerne selv resonnerer seg frem til egne grunner, og etter hvert betvile hvilken nytteverdi det tilfører, utover mindre direkte gevinster. Å opparbeide og videreformidle overordnet forståelse er derfor trolig en nøkkelfaktor for en god implementering. På det strategiske plan er det også vesentlig at denne forståelsen er etablert. Hvis brukerne ikke er fullt klar over hva utgangspunktet og målsetningen er, vil det være utfordrende å oppnå ønsket utbytte.

Direkte gevinstrealisering gjennom visualiseringsaspektet vil for de fleste gi en åpenbar effekt i fasene frem til tett bygg. Derimot vil det være et begrenset utbytte dersom kun denne gevinsten tas i betraktning. 4D er og burde være så mye mer enn den kortsiktige merverdien, men det virker tilsynelatende som få har reflektert over mulige langsiktige gevinster, som erfarings-lagring, maskinlæring og KI. Det medfører et stort uforløst potensial sett i sammenheng med den langsiktige nytten ved videre utvikling. For å implementere en god praksis, må de involverte bli mer omforent med hva 4D egentlig skal brukes til, hvordan det skal organiseres, spesielt mellom prosjektering og produksjon, og hvorfor det er verdiskapende, også sett i et langsiktig perspektiv.

### Kompetanse

Det viser seg at 4D krever en større andel digital kunnskap og kompetanse enn hva som tidligere har vært nødvendig. Denne utfordringen har blitt håndtert på ulike måter hos de forskjellige bedriftene. Skalaen strekker seg fra kurs til selvlæring, noe som resulterer i



svært varierende utgangspunkt for førstegangsbrukere. Det setter i større eller mindre grad preg på både brukernes inntrykk og mestringsfølelse av programvaren. Selv om det er begrenset hvor mye et kurs kan inneholde, er det klart at det gir en raskere oversikt over programmet og dens funksjoner. Uavhengig av innføringsmetode, kan det derimot tyde på at hovedutfordringen ligger i vedlikehold av kompetanse. Ettersom 4D, per i dag, som oftest benyttes i tidligfase frem til tett bygg, blir bruksfrekvensen for lav. Det stagnerer kompetansenivået og kan potensielt forårsake tap av kunnskap. Videre vil dette gjøre brukerne avhengig av re-opplæring og støttefunksjoner, uten at kompetansen heves nevneverdig. Dette er både tid- og ressurskrevende, og bidrar lite til verdiskapning.

Selv om 4D-programvarene er noe krevende å operere vil det meste være mulig å lære seg om det foreligger nok vilje og motivasjon. Derfor vil diskusjonen om brukergrensesnittet er intuitivt eller ikke, være mindre relevant, ettersom dette er subjektivt og kan gjøres noe med gjennom opplæring. Imidlertid viser det seg at krevende brukergrensesnitt er en faktor som bidrar til å høyne terskelen for å sette seg ordentlig inn i hele 4D-systemet. Den bakenforliggende årsaken vil derimot være at nytteverdien og formålet med bruken ikke er tilstrekkelig videreformidlet til, eller forstått av, den enkelte bruker. Når dette ikke ligger til grunn, vil det være utfordrende å få brukerne til å prioritere tid til videre praktisering. Dette gjenspeiles på to måter: enten ved at 4D elimineres eller at tekniske støttefunksjoner bistår i store deler av 4D-arbeidet. Der støttefunksjoner bistår, ender som regel BIM-teknikeren opp med å koble plan og modell sammen med, eller på vegne av, planleggeren. Til tross for at denne seansen kan benyttes som opplæring, vil dette bidra til å senke behovet for å lære seg disse kunnskapene selv. Det er viktig at dette ikke blir en hvilepute, bare fordi det, på kort sikt, er mer effektivt å få andre med kompetanse til å gjøre arbeidet. I tillegg vil denne gjennomføringsmåten være unødvendig ressurskrevende over tid, og det er derfor grunn til å tro at en slik prosess ikke er bærekraftig. Dette burde vært en arbeidsoppgave tilegnet planleggeren, også fordi det tilfører en større forståelse for eget arbeid.

### **Arbeidsmetodikk**

4D oppleves som en ressurskrevende metodikk av de fleste brukerne i dag. Årsaken begrunnes med arbeidsmengde og tidsbruk som kreves for å kunne ta det i bruk. Selv om en prosjekthverdag er hektisk, er det alltid tid til det som prioriteres. Det handler om hvorvidt det gir en adekvat verdi i retur, noe som har vist seg å være varierende. Dette har også sin bakgrunn i konservative holdninger mot å endre etablert arbeidsmetodikk. 4D krever noen endringer i praktisering og rollefunksjoner, slik at den første barrieren vil være bundet til hvordan prosessen integreres og gjennomføres sammen med de etablerte prosessene. Synchro legger derimot opp til at en dedikert ressurs, i likhet med en BIM-tekniker, skal fungere som en 4D-operatør. Det passer ikke den norske arbeidsstrukturen og -metodikken, som fokuserer på samhandling og involverende arbeidsprosesser. VisiLean derimot, med sin LC- og LPS-tilnærming, har en bedre metodisk oppbygning for å korrelere med eksisterende praksis. Imidlertid har ethvert program en metodisk struktur, med den hensikt å arbeide etter en formålstjenlig rekkefølge fra start til mål. Selv om det ikke direkte er en rigid struktur, vil atskillige fravikelser trolig medføre et begrenset utbytte. 4D kan derfor virke noe nådeløst når det kommer til delvis praktisering, fordi fullstendig nytte ikke kan tas ut etter første klikk, men opparbeides gjennom en langsiktig prosess. Ettersom programvareutviklerne skjønner et internasjonalt marked, vil det være å intrikat imøtekomme alle praktiseringer. En av de virkelige utfordringene knyttes derfor opp til metodisk fleksibilitet i programvaren, uten at det må skreddersys av kunden for å fungere.

Samhandling og involverende planlegging har sterk posisjon i arbeidsfilosofien i den norske byggesektoren. 4D gir mulighet til å samhandle, men det viser seg ikke å flyte sømløst nok i forhold til hva som anses nødvendig. Det kan skyldes tekniske problemer og manglende kontroll over endring- og avvikshåndtering. I tillegg oppfattes Synchro som noe uegnet for at flere skal arbeide i samme plattform, spesielt når antallet aktiviteter og aktører øker. Sett bort fra de tekniske problemene, kan det virke som om metodikk og oppgavebeskrivelser for samhandling gjennom 4D ikke er tydelig nok avtalt og forstått. Det burde hentes erfaring fra hvordan det samhandles med BIM, og knytte dette opp mot hvordan 4D kan involvere underentreprenører i produksjonsforløpet. Videre er det viktig å avklare hvordan denne samhandlingen skal gjennomføres, administreres og kontrolleres. For å sikre klare retningslinjer og forventningsnivå, vil det være hensiktsmessig å ta lærdom av implementering og manualoppsett til BIM. Å ha en slik standard, som setter sammenfallende krav for bransjen som helhet å arbeide etter, vil trolig positivt virke inn på samhandlingsprosessen.

### **Tekniske spesifikasjoner**

Når det kommer til Synchro er det meste mulig å få til i programvaren, men det blir raskt tidkrevende å utføre og følge opp. Grunnen er at programmet krever mange arbeidsoperasjoner for å fungere. Planleggingsmodulen krever flere klikk enn hva Microsoft Project gjør, noe som utgjør en signifikant forskjell når prosjektene inneholder flere tusen aktiviteter. I tillegg er statusoppdatering og ferdigstilling unødvendig innviklet å rapportere. Dette, i kombinasjon med at prosentvis utført eller PPU ikke kan loggføres, er trolig en barriere for å holde fremdriften oppdatert ettersom flere er vant til å oppgi og avlese fremdriftsoppfølgingen på denne måten. Selv om dette er en vanesak, er det ønskelig at statusen til aktivitetene både kan oppdateres og fremvises på en rask og oversiktlig måte, i samhandling med metodikken som praktiseres. Videre er det tungvint å legge inn og oppdatere midlertidige objekter og arbeidssoner for å få visualisert daglig produksjonslogistikk og HMS. Arbeidsmengden blir raskt unødig stor i forhold til utbyttet, og på den måten lønner det seg ikke alltid å benytte programmet til alle de potensielle bruksområdene.

VisiLean sin største hindring er at det ikke er ferdigutviklet. Programmet mangler flere essensielle funksjoner som er ansett nødvendig for å få et brukbart og komplett 4D-produkt. Sett bort fra de elementære programvarefeilene, som raskt kan utbedres ved flere pilot-prosjekter, er 3D- og 4D-modulene for svake, sammenliknet med dagens teknologi. Når programvaren ikke evner å avlese fullgeometri, vil det i seg selv være grunn god nok til å ikke benytte seg av verktøyet til 4D-formål. I tillegg vil fraværet av dynamisk tidssimulering, splitting av objekter og innsetting av midlertidige objekter begrense praktiseringen.

Felles for begge 4D-verktøyene er at de er avhengig av tidkrevende manuelle arbeidsoperasjoner for å realisere nytten av å bruke verktøyet. Blant annet må aktiviteter og elementer manuelt linkes, noe som i dag krever tid, kompetanse og ressurser. Synchro har derimot mulighet for autokobling, i kontrast til VisiLean, men funksjonen fungerer dårlig ettersom det ikke foreligger konsekvente og gode nok ID-standarder. Dette problemet gjentar seg når IFC-filen oppdateres og reviderte elementer på nytt må linkes mot respektive aktiviteter. Dersom planen alltid ligger foran modellen, og den ikke oppdateres og sammenkobles ofte nok, vil ikke 4D fungere etter hensikten. Videre har det vist seg å være utfordrende å planlegge og visualisere de innvendige arbeidene på en hensiktsmessig måte med 4D. Ettersom arbeidsprosessene ved de forskjellige fasene gjennom et prosjektforløp er av ulik karakter, er det nødvendig med fleksible

inndelingsløsninger. Derfor burde det være tilrettelagt for å knytte aktiviteter til avsatte arbeidssoner, og koble dette mot en taktplan.

## 9.5 4D som digital og autonom samlingsplattform

### Erfaringstall

Resultatene viser at det er minimalt med digital lagring og deling av erfaringsdata i bedriftene i dag. Ettersom erfaringsutveksling primært foregår muntlig, vil det å innhente og gjenbruke informasjon være noe tungvint. Erfaringstall lagres i systemer hos noen, men det er tilsynelatende lite fokus på dette, og dermed blir det også lite brukt. Derfor vil det være krevende å ta lærdom fra tidligere prosjekter når dette ikke prioriteres høyere. Ettersom det foreligger et stramt tidsskjema både i og mellom prosjekter, nedprioriteres derfor systematisering og refleksjon over hvilke erfaringer som er verdt å dele med andre. Av den grunn kan det virke som det mangler en større satsing og strategi fra ledelsen rundt hvordan bedrifter skal forvalte erfaringsdata, slik at kompetansen i bedriften kan ivaretas bedre. For at virksomhetene skal utvikle seg, burde erfaringsdata lagres og tilgjengeliggjøres i et digitalt system. På den måten kan en innholdsrik database, med filtreringsmuligheter, bidra til en mer effektiv prosess for å innhente relevante erfaringstall etter behov.

Utvikling av evne til å håndtere kunnskap på tvers av prosjekter, blir ansett som en viktig kilde til konkurransefortrinn for organisasjoner. Derimot er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall på tvers ettersom prosjektene er selvstyrte, noe som medfører variasjon i både arbeidsmetode og programvarer. For å få informasjon og kunnskap satt i system, er det avgjørende å ha en standardisert informasjonsflyt og et standardisert språk. Det kan forenkle kommunikasjon og digital overføring, og være med på å senke variabiliteten på måten produksjonen gjennomføres. Imidlertid er det fortsatt viktig å videreutvikle arbeidsprosessene fra prosjekt til prosjekt, for å oppnå beste praksis, slik at produktiviteten ikke stagnerer. En sentral faktor er derfor å bevare fleksibiliteten.

Når det kommer til prosjektenes utforming, foreligger det også utfordringer med å systematisere og gjenbruke erfaringstall. Prosjektene har ulik størrelse, mål og kompleksitet, noe som potensielt vanskeliggjør sammenlikning på grunn av antall variabler. I tillegg legger byggherren føringer for leveransen, hvilket gjør at ønsker og krav kan variere fra prosjekt til prosjekt. Dermed blir det utfordrende å standardisere løsninger på alt, selv om industrialisering av bransjen kan bidra positivt. Mye av variabiliteten kan derimot senkes ved å ta større beslutninger i tidligfase, slik at bæresystemer, sjakter og innvendige veggtyper i stor grad kan bygges likt, mens kledning og intern planløsning kan variere etter ønske. Utførende ønsker derfor større spillerom til å foreslå nye standardiserte måter å bygge på. Det vil videre føre til bedre forberedelser og økt eierskap til prosjektet. Det er på en annen side også elementært å opprettholde en høy grad av detaljering for å ivareta kundenes behov og innovasjon. Derfor kan det stilles spørsmål om det er hensiktsmessig å senke variabiliteten eller ikke.

### 4D som samlingsplattform

Ved å ha fremdriftsplan og BIM knyttet til hverandre på en samlet plattform, vil det å betrakte simuleringer og produksjonsrekkefølger fra tidligere prosjekter bidra positivt på erfarings-overføringen. Følgelig på grunn av at erfaringer og informasjon om produksjonen kan videreformidles på en mer intuitiv og oversiktlig måte. I tillegg vil det at disse dataene er lagret på én plattform kunne videreutvikles til en kompleks database for erfaringstall med tilhørende bygningsinformasjon, funksjonaliteter og avhengigheter. Det vil åpne opp

for en helt ny måte å lagre og dele erfaringstall på. Inputen føres direkte inn i systemet der den blir produsert, slik at overflødige mellomledd blir eliminert. På den måten vil det bli mulig å innhente relevante erfaringstall fra alle tilgjengelige prosjekter som har benyttet seg av samme programvare med et par tasteklikk. Det kan derimot virke som det er mer nyttig for anleggsledere med mindre erfaring, ettersom rutinerne anleggsledere ofte mener de besitter tilstrekkelig med kompetanse og faglig nettverk på området. Imidlertid vil det effektivisere og tilgjengeliggjøre et bredere utvalg av data enn ved dagens metode, der hver enkelt prosjektdeltaker besitter verdifull og ulagret prosjektinformasjon. Med andre ord er dataene i dag bundet til uerstattelige erfaringsressurser. Flere bedrifter burde derfor tilstrebe en høyere grad av digitalisering, og løsrive seg fra individavhengighet.

Fordelen med å benytte et 4D-verktøy til å samle erfaringsdata og -tall er at fremdriftsplanen og BIM snakker samme språk. Bransjen er kjent for å benytte seg av et flertall ulike programvarer, noe som kompliserer sammenkoblingen dem imellom for å oppnå fri informasjonsflyt. På den andre siden er det vesentlig at informasjon og data kan kommuniseres på tvers. Dersom standardiserte erfaringsdatabaser skal leve over tid må det være programvare-uavhengig. I tillegg må det foreligge et rammeverk med en informasjon- og ID-standard for å kunne sammenlikne erfaringstallene fra de ulike prosjektene. Det vil også bidra til å filtrere ut ønsket data etter gitte kategorier og ID'er. Involvering av aktuelle under-entreprenører må heller ikke oversees. En slik database vil ikke utelukkende være tilstrekkelig for å innhente all nødvendig data for å utarbeide en fullstendig plan for et nytt prosjekt. Det er derfor viktig å anerkjenne databasens begrensninger og benytte den som et hjelpemiddel for ytterligere planlegging.

### **Autonome løsninger**

Det viser seg at det foreligger manglende refleksjon rundt 4D som en mulig kunstig intelligent database. Vinklingen der 4D autonomt genererer fremdriftsplaner basert på tidligere erfaringstall og produksjonsrekkefølger, var ikke en fremtidig gevinst mange av intervjuobjektene hadde vurdert på forhånd. Det kan derfor diskuteres hvorvidt den kortsiktige merverdien av 4D er den eneste nytten som vurderes av brukerne, sammenliknet med den langsiktige gevinsten disse høyteknologiske løsningene potensielt innehar. Interessen økte imidlertid i takt med forståelsen av hva dette kan bidra til gjennom 4D. Det kan virke som at bransjen som helhet trenger å løfte blikket og se videre fremover, dersom digitalisering og produktivitet skal heves til et adekvat nivå med de løsningene som er mulig å skape i dag, og de neste tiårene. Noe av årsaken til den kortsiktige tankegangen forankres trolig i den prosjektbaserte arbeidshverdagen. Det foreligger høye krav til å levere innenfor avtalte rammer i løpet av prosjektperioden, som gjør at fokuset på videre læring, datalagring og systematisk gjenbruk neglisjeres. Det er viktigere å ta ut kortsiktig gevinst ved å prestere her og nå, enn å investere i å bygge opp et system og en prosess som gir fremtidig gevinst i utnyttelse av informasjon, uavhengig av enkeltpersoners tilstedeværelse.

Når det kommer til autonome løsninger er det viktig å forstå inputen og prosessen, slik at outputen kan benyttes formålsriktig. Det er enormt mye produksjonsinformasjon som skal hensyntas og oppdateres kontinuerlig, i tillegg til alle krav og standarder som legger føringer for bransjen. Selv om ALICE nevnes av noen som starten på denne typen bruk, er det fortsatt en lang vei å gå før maskinlærende algoritmer i tilstrekkelig grad dekker spekteret av variasjonen som foreligger i produksjonsprosessen. I dag baserer avgjørelsene for planleggingen av produksjonen i stor grad på erfaring og involvering av fagkyndige. Den menneskelige faktoren og evnen til å se hvordan det skal planlegges ut fra erfaring, vektlegges fortsatt sterkt i bransjen. Det er vesentlig at den kunstige

intelligensen bevarer deler av dette aspektet, slik at teknologien ikke overtar fullstendig eller benyttes ukritisk. Den skal være til hjelp, for det er fortsatt viktig med menneskelige vurderinger slik at egen utvikling ikke stagnerer. Imidlertid vil en slik løsning gi et godt utgangspunkt, spesielt i kalkulasjons- og anbudsfasen, som videre kan bearbeides i samarbeid med de respektive underentreprenørene. På den måten blir planen optimalisert på bakgrunn av tidligere erfaringer og løsninger, samtidig som menneskelige og prosjektbaserte tilpasninger gjennomføres. Maskinlæring og kunstig intelligens har kommet en lang vei, men det virker fortsatt som om tillit og fullstendig satsing mangler når det kommer til KI og planlegging i byggesektoren.

Kunstig intelligens prosesserer informasjon i en større hastighet enn menneskehjernen, og vil derfor være en mer effektiv måte å analysere blant annet alternativsvurderinger på. Dette vil kunne gi store fordeler i forhold til tradisjonell planlegging, der denne prosessen er enormt tidkrevende. En slik analyse vil også kunne utføres underveis i prosjektforløpet dersom det skulle forekomme forsinkelser eller andre endringer. Utfordringen vil omhandle hvor raskt de involverte i produksjonen kan omstille seg om planen re-genereres. Likevel vil det gi en indikasjon på hvilke aktiviteter det eventuelt er hensiktsmessig å forsere eller fremskynde for å innhente tapt tid. Gjennom større tilgang på denne type analyse og en økende erfaringsdatabase, vil en slik teknologi kunne endre beslutningsgrunnlaget fra kun erfaringsbaserte antakelser til et større nettverk av datadrevet innsikt.

## 10 Konklusjon

Årsaken til at 4D ikke er mer attraktivt å praktisere i dagens byggeprosjekter, viser seg å være kompleks. Verktøyene som eksisterer i dag, er ufullstendige knyttet til ønsket arbeidsmetodikk og funksjoner. Fravær av tilstrekkelig metodisk fleksibilitet gjør det krevende å integrere verktøyets formålstjenlige prosess med etablert praktisering. Det er i for stor grad fokus på å få tilpasset 4D til eksisterende praksis, fremfor å være åpen for å forme nye prosesser slik at beste praksis kontinuerlig utvikles. Årsaken kan forklares med at arbeidsmetodikken til 4D krever mer enn hva brukerne er inneforstått med. Det virker ikke som de har forstått hvilken omstilling de står overfor, dersom verktøyet skal utnyttes på en optimal måte.

4D-verktøyene har de fleste nødvendige tekniske funksjonene, men fungerer ikke godt og sømløst nok. Sammenkoblingen mellom aktiviteter og objekter er en av de mest tidkrevende manuelle arbeidsoperasjonene, noe som gjør det lite hensiktsmessig å bruke etter hvert som detaljeringsgraden øker. Bakenforliggende årsak er at det ikke eksisterer et standardisert system for ID-merking. I så fall kunne denne prosessen i større grad vært automatisert. Verktøyene er heller ikke godt nok tilpasset de ulike fasene i produksjonsforløpet. Dette er den viktigste årsaken til at 4D ikke benyttes på innvendige arbeider, og forklares med at det ikke er hensiktsmessig å knytte hvert objekt til respektive aktiviteter, men til arbeidssoner. I tillegg foreligger det utfordringer knyttet til involvering og samarbeid over skybaserte plattformer. Det baserer seg på nedetid på systemer, uoversiktlig endringshistorikk, ansvarsfraskrivelse og komplikasjoner ved økende detaljeringsgrad og antall aktører. Derfor blir 4D ressurskrevende<sup>6</sup> å ta i bruk, sammenliknet med returnert utbytte. Det forårsaker også vanskeligheter med å se nytten av praktiseringen i tilstrekkelig grad.

En annen årsak til at nytten ikke forstås i tilstrekkelig grad, forankres i at strategi, rutiner og systemer ikke foreligger, eller er adekvat kommunisert for slike komplekse implementeringer. Det har ført til en misoppfatning av hvordan det blir forsøkt praktisert, kontra hvordan det er meningen å praktisere 4D. Derfor kreves det en fundamental endring av måten verktøyet blir integrert og benyttet. Det må foreligge tydeligere retningslinjer for hvilket behov 4D skal dekke, og hvordan praktiseringen skal gjennomføres. Dette gjelder alle involverte parter: prosjektering, utførende, fagarbeidere og underentreprenører. Prosessen er ikke komplett eller forstått slik 4D praktiseres i dag. Det burde hentes erfaring fra hvordan det samhandles med BIM, og avklare hvordan det skal gjennomføres, administreres og kontrolleres, slik at bransjen som helhet får sammenfallende krav å arbeide etter. Alle må være delaktig i prosessen og benytte seg av verktøyet, for at 4D skal fungere etter hensikten.

Et kortsiktig perspektiv på bruken av 4D virker å begrense attraktiviteten. Det er tydelig at det foreligger et uforløst potensial av hva 4D kan utvikle seg til å bli, men at dette ikke er noe som tilsynelatende anerkjennes av dagens brukere. Prosjektene er primært opptatt av å hente ut gevinst i løpet av produksjonen, fremfor å bygge opp en kunstig intelligent database som kan gi et fremtidig større utbytte. En trussel mot løsninger utviklet av kunstig intelligens er oppfatningen om at de klassiske arbeids- og involveringsprosessene erstattes, noe som svekker tilliten og forståelsen til outputen. I tillegg har bedriftene for

---

<sup>6</sup> I form av tid, kostnader og arbeidskraft

lite fokus på lagring og deling av erfaringer i databaser, som igjen gjenspeiler få langsiktige perspektiver.

Grunnen til at Synchro ikke er mer attraktivt forankres i den BIM-relaterte tilnærmingen, som gjør funksjonsutvalget bredere og oppsettet mer teknisk enn nødvendig for den tiltenkte sluttbrukeren. Programvaren krever mange arbeidsoperasjoner for å fungere, og rapportering- og endringsløsningene er tungvinte å håndtere. Det er derfor ikke hensiktsmessig å benytte til alle de potensielle bruksområdene. Synchro er i tillegg uegnet for samarbeid i samme plattform, spesielt der antall aktiviteter og aktører øker, og ivaretar ikke involverende planlegging godt nok. VisiLean er mer teoretisk knyttet opp til LPS- og Lean-metodikk, men er derimot ikke ferdig utviklet. Programvaren mangler essensielle 3D- og 4D-funksjoner og kan derfor ikke klassifiseres som et fullkomment 4D-produkt. 4D-programvarene er derfor ikke attraktive, fordi de ikke tilfredsstillers funksjonalitet og arbeidsmetodikk i henhold til bransjens ønsker.

For at 4D skal være attraktivt må det foreligge metodisk fleksibilitet både i programvaren og hos de praktiserende. Det kreves bedre funksjonalitet når det kommer til sammenkobling av aktiviteter og objekter, involverende planlegging og samarbeid over skytjenester. Bransjen har godt av å løfte blikket, etablere tydeligere strategier og formål for implementeringen, samt være mer mottakelig for endringer. Tendensen viser til en kortsiktig tankegang av merverdi begrenset til prosjektnivå. Det kan derfor konkluderes med at det vil være avgjørende å betrakte 4D som et mer omfattende rammeverk, for å oppnå ytterligere nytte sett i et langsiktig perspektiv.



## 11 Til ettertanke

Det var ønskelig for prosjektgruppen å gjennomføre en casestudie for å analysere hvordan praktiseringen av 4D foregår på byggeplassen. Mangel på egnet prosjekt, der bruk av 4D var i riktig fase, førte til at det ikke ble ansett som hensiktsmessig å gjennomføre. I tillegg har Covid-19 begrenset mulighetene for fysiske befaringer ute på prosjekt. Det var også ønskelig å delta på programvarekurs, slik at prosjektgruppen selv kunne få erfare hvilken opplæring 4D-brukerne blir tilbudt. Pandemien har dessverre ført til at programvarekurs, hos samarbeidsbedriften AF, er utsatt på ubestemt tid og det ble derfor krevende å få gjennomført dette. Videre ville det vært nyttig å foreta flere intervjuer, der byggherrer og underentreprenører inkluderes i større grad. Det kunne tilført avhandlingen flere viktige perspektiver. Imidlertid er tidsrommet til masteroppgaven begrenset, og derfor ville det nok blitt omfattende å gjennomføre enda flere intervjuer, til tross for at dette potensielt ville vært gunstig for besvarelsen av problemstillingen.

## 12 Videre arbeid, forskning og utvikling

Slik situasjonen er i dag er det fortsatt for lite praktisk erfaring med 4D og for lav informasjonsteknologisk forståelse ute i prosjektene. Bransjen ligger bak i den teknologiske utviklingen i forhold til de fleste andre sektorer, og den digitale modenheten er avhengig av å øke før ny teknologi kan få feste. Imidlertid er temaet på dagsorden og bransjen jobber mot å ta nye steg inn i det 21 århundre. Av den grunn vil det være interessant å fortsette arbeidet videre gjennom denne teknologiske og digitale bølgen som stadig nærmer seg bygg-, anlegg- og eiendomsbransjen. Ved å observere flere prosjekter over en lengre periode, hente mer erfaring fra utlandet og analysere implementerings- og transformasjonsstrategi for 4D og lignende digitale samlingsplattformer, vil det forekomme nyttig kunnskap om hvordan arbeidsmetodikken til bransjen vil endres etter hvert som bedre og raskere teknologier realiseres. Det vil også være aktuelt å følge med på programvareoppdateringene som kontinuerlig utvikles, for å bedre møte markedet og fleksibiliteten til brukernes behov.

Som følge av sterkere prosessorer, skylagring, kunstig intelligens og bedre informasjonsflyt gjennom 5G, vil trolig bransjen revolusjoneres over de neste tiårene. Det åpner muligheten for både større og smidigere digitale samlingsplattformer og -systemer slik som 4D og 5D er begynnelsen på i dag. Dette vil antakelig drive videre forskning mot hvordan erfaringsdata fra tidligere og pågående prosjekter kan generere og danne grunnlag for nye planer og beslutninger. Gjennom å utvikle kunnskap om hvordan all prosjektdata kan struktureres og konverteres til noe maskinlesbart som høy kunstig intelligens kan prosessere, vil en være ett stort steg nærmere produktivitetsøkning som næringen trenger.

# Referanseliste

- AF Gruppen (2021a) *Om oss*. Tilgjengelig fra: <https://afgruppen.no/om-oss/> (Hentet: 18. januar 2021).
- AF Gruppen (2021b) *Bærekraftig entreprenørselskap*. Tilgjengelig fra: <https://afgruppen.no/samfunnsansvar/> (Hentet: 18. januar 2021).
- Agarwal, R., Chandrasekaran, S. og Sridhar, M. (2016) *Imagining construction's digital future*. Tilgjengelig fra: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future> (Hentet: 17. februar 2021).
- Albrecht, J. (2015) *Digitale Transformation: Herausforderungen für Unternehmen im B2C Bereich*. disserta verlag.
- Antunes, R. og Gonzalez, V. (2015) A Production Model for Construction: A Theoretical Framework, *Buildings* 2015, 5, s. 209-228. doi: 10.3390/buildings5010209.
- Azhari, P. et al. (2014) *Digital Transformation Report*. Köln: Neuland GmbH & Co. KG Wirtschaftswoche. Tilgjengelig fra: [https://www.wiwo.de/downloads/10773004/1/dta\\_report\\_neu.pdf](https://www.wiwo.de/downloads/10773004/1/dta_report_neu.pdf) (Hentet: 20. april 2021).
- Ballard, G. og Howell, G. (1994) *Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow*. Upublisert paper presentert på 2nd Annual Conference on Lean Construction. Catolica Universidad de Chile Santiago, Chile.
- Ballard, G. (2000) *The Last Planner System of Production Control*. Doctor, University of Birmingham. Tilgjengelig fra: <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4789/1/Ballard00PhD.pdf> (Hentet: 03. mars 2019).
- Basu, A. (2007) 4D Scheduling - A Case Study, *AACE Int. Trans. Morgant.* (Hentet: 01. mars 2019).
- Bjørhusdal, L. J., Westerlund, V. L. og Bjørnstad, J. E. (2019) *4D-verktøy i den norske byggebransjen*. Bachelor, NTNU. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2610479/no.ntnu%3aainspera%3a2331885.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 25. januar 2021).
- Bjørnstad, J. E. (2020) Litteratursøk (s. 29): NTNU. (Hentet: 02. februar 2021).
- Bogen, T. H. (2018) *BIM 4D-Prosjektstyring og visualisering. Ved prosjektet Østensjøveien 16*. Master, UiT Norges arktiske universitet. Tilgjengelig fra: <https://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/13464/thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (Hentet: 18. februar 2019).
- Bresnen, M. et al. (2003) Social practices and the management of knowledge in project environments, *International Journal of Project Management*, 21(3), s. 157-166. Tilgjengelig fra: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026378630200090X?casa\\_tok=en=nPMPkIpwDoAAAAA:Q02gTN2Ns1jayEN4v3fLZooFogIKiHd\\_xzQEH37saxOStcX35o7\\_XH8XuXPASYZSqIbUghTyHw#aep-section-id10](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026378630200090X?casa_tok=en=nPMPkIpwDoAAAAA:Q02gTN2Ns1jayEN4v3fLZooFogIKiHd_xzQEH37saxOStcX35o7_XH8XuXPASYZSqIbUghTyHw#aep-section-id10).
- Bråthen, K. et al. (2016) *SamBIM: Bedre samhandling i byggeprosessen med BIM som katalysator*. Fafo. Tilgjengelig fra: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2641022/20602.pdf?sequence=1> (Hentet: 04. februar 2021).
- Busch, T. (2013) *Akademisk skriving for bachelor- og masterstudenter*. 1. Bergen: Fagbokforlaget.

- Bygballe, L. E. og Goldeng, E. L. B. (2012) *Innovasjon i byggenæringen*. Tilgjengelig fra: <https://www.magma.no/innovasjon-i-byggenaringen1f> (Hentet: 18. februar 2021).
- Byggeindustrien (2019) *100 Største, 2018*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/100-storste> (Hentet: 10. februar 2021).
- Byggeindustrien (2021) *Standardiserte data og PDT'er muliggjør en bærekraftig byggenæring*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/annonsorinnhold/1465062> (Hentet: 10. mai 2021).
- Chen, J. (2020) *Synchro 4D Pro 2020 (v6.3) Release Notes*. Tilgjengelig fra: [https://communities.bentley.com/products/construction/w/construction\\_wiki/51054/synchro-4d-pro-2020-v6-3-release-notes](https://communities.bentley.com/products/construction/w/construction_wiki/51054/synchro-4d-pro-2020-v6-3-release-notes) (Hentet: 02. februar 2020).
- Cnudde, M., Bezelga, A. og Brandon, P. (1991) Lack of quality in construction—Economic losses, *Management, quality and economics in building*, s. 508-515.
- CoBuilder (2017) *Big data BIM*. Tilgjengelig fra: <https://cobuilder.com/en/big-data-bim/> (Hentet: 11. februar 2021).
- Cooke, B. og Williams, P. (2009) *Construction planning, programming and control*. Chichester, U.K.: Wiley-Blackwell.
- Crawford, M. (2016) *5 Lean Principles Every Engineer Should Know*. Tilgjengelig fra: <https://www.asme.org/engineering-topics/articles/manufacturing-design/5-lean-principles-every-should-know> (Hentet: 28. februar 2019).
- Dahlum, S. (2020) *Validitet*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/validitet> (Hentet: 21. januar 2021).
- Dalland, O. (2017) *Metode og oppgaveskriving*. 6. Gyldendal akademisk.
- Deloitte (2021a) *Fire av fem mener de ikke er digitalt modne*. Tilgjengelig fra: <https://www2.deloitte.com/no/no/pages/public-sector/articles/digital-modenhet-undersokelse.html> (Hentet: 09. april 2021).
- Deloitte (2021b) *Hvordan forberede organisasjonen for den digitale fremtiden*. Tilgjengelig fra: <https://www2.deloitte.com/no/no/pages/public-sector/articles/govlab/hvordan-forberede-organisasjonen-for-den-digitale-fremtiden.html> (Hentet: 20. februar 2021).
- Dr. Dave, B. (2019) VisiLean presentation (s. 29). (Hentet: 25. mars 2019).
- Dubois, A. og Gadde, L.-E. (2001) *The Construction Industry as a Loosely Coupled System - Implications for productivity and innovativity*. Upublisert paper presentert på IMP Conference. Oslo, Norge.
- Eastman, C. et al. (2011) *BIM Handbook: A guide to Build Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors and Facility Managers*. 2. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Edwards, M. (2011) *Applications / Advantages of 4D Modeling*. Tilgjengelig fra: <http://www.planningplanet.com/content/applications-advantages-4d-modeling> (Hentet: 25. januar 2021).
- Eikeland, E. (2009) *Skråstrekplanlegging vs Gantt-planlegging for å koordinere av flyten i byggverdikjeder*, Universitetet i Agder. Tilgjengelig fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/138348/Eikeland.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 13. februar 2019).
- Eikeland, P. T. (2001) *Samspeilet i byggeprosessen—Teoretisk analyse av byggeprosesser*. Oslo. Tilgjengelig fra: <http://pte.no/pdf/TeoretiskAnalyse.pdf> (Hentet: 27. januar 2019).

- Eiken, P. et al. (2010) *Byggekostnadsprogrammet - Programstyrets sluttrapport* Regjeringen.no. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/ed02fe66c4284b4bb7a2e6bc86e6e9bd/sluttrapport.pdf> (Hentet: 05. mars 2019).
- Eliassen, A. G. (2017) *Fremdriftsplanlegging i byggeprosjekter*. Master, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2457813/17112\\_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2457813/17112_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Hentet: 11. mars 2019).
- Everett, E. L. og Furuseth, I. (2004) *Masteroppgaven. Hvordan begynne - og fullføre* (Hentet: 01. mars 2021).
- Fløisbonn, H. W. et al. (2018) *MMI - Modell Modenhets Indeks*. RIF EBA
- AiN. Tilgjengelig fra: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf> (Hentet: 08. februar 2021).
- Fosse, R. (2019a) Intern kommunikasjon og materialutveksling.
- Fosse, R. (2019b) *Hva er egentlig... VDC*. Tilgjengelig fra: <https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-vdc/> (Hentet: 05. mai 2021).
- Fransson, A., Seppänen, O. og Tommelein, I. (2015) *Comparison between location based management and takt time planning*. Upublisert paper presentert på Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction. Perth, Australia.
- Graham, D. (2017) Artificial Intelligence - CPM Scheduling Algorithmic Optimizations and Machine Learning. Tilgjengelig fra: <http://reponet.net/artificial-intelligence-2/>.
- Grønmo, S. (2020a) *Forskningsmetode - samfunnsvitenskap*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/forskningsmetode-samfunnsvitenskap> (Hentet: 21. januar 2021).
- Grønmo, S. (2020b) *Kvalitativ metode*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kvalitativ-metode> (Hentet: 21. januar 2021).
- Grønmo, S. (2020c) *Kvantitativ metode*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kvantitativ-metode> (Hentet: 21. januar 2021).
- Halleraker, S. (2014) *Fremdriftsplanlegging i bygge- og anleggsproduksjon*, Norges Teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://daim.idi.ntnu.no/masteroppgaver/011/11155/masteroppgave.pdf?fbclid=IwAR3hX4ozRRG6ryAFpPnqgZoa6sDDhjUny2PlpTjvvtbXMrDN3Xq8tqa0CY8> (Hentet: 12. februar 2019).
- Hangar Technology (2018) *The future is 4D visual insight*. Tilgjengelig fra: <https://medium.com/hangartech/a-new-class-of-4d-data-ab766555834b> (Hentet: 17. februar 2021).
- Haraldseth, B. (2021) *Hva er egentlig digitalisering?* Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/statlig-forvaltning/ikt-politikk/digitaliseringen-i-offentlig-sektor/id2340245/> (Hentet: 22. februar 2021).
- Heikkilä, R. et al. (2018) *BIM as a driver for innovation and employment*. (BIM4PLACEMENT 2016-1-IT01-KA202-005399): Erasmus+ Programme EU. Tilgjengelig fra: [http://www.bim4placement.eu/wp-content/uploads/2018/01/COMPARATIVE-REPORT\\_eng.pdf](http://www.bim4placement.eu/wp-content/uploads/2018/01/COMPARATIVE-REPORT_eng.pdf) (Hentet: 15. januar 2021).
- Hennestad, B. W. og Revang, Ø. (2017) *Endringsledelse og ledelsesendring - fra plan til praksis*. Oslo: Universitetsforlaget.

- Hester, K. (2020) *Features - Synchro 4D Pro*. Tilgjengelig fra: [https://communities.bentley.com/products/construction/w/construction\\_wiki/52264/features---synchro-4d-pro](https://communities.bentley.com/products/construction/w/construction_wiki/52264/features---synchro-4d-pro) (Hentet: 02. februar 2021).
- Jacobsen, D. I. (2015) *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Jacobsen, D. I. (2018) *Organisasjonsendringer og endringsledelse*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Jalali, S. og Wohlin, C. (2012) Systematic literature studies: Database searches vs. backward snowballing, i *Proceedings of the 2012 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, Lund, Sverige*. s. 29-38.
- Johansen, A. (1996) *Standardisering - Et delprosjekt under PS2000 prosjektet*. ProsjektNorge: SINTEF og NTNU. Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/11/12-Standardisering.pdf> (Hentet: 07. mai 2021).
- Kalsaas, B. T. (2017) *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Bergen: Bokforlaget.
- Kane, G. C. et al. (2015) *Strategy, not technology, drives digital transformation*. Tilgjengelig fra: <https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/> (Hentet: 17. februar 2021).
- Karlsen, J. T. (2013) *Prosjektledelse; fra initiering til gevinstrealisering*. 3. Universitetsforlaget.
- Kenely, R. og Seppänen, O. (2010) *Location-Based Management for Construction; Planning, Scheduling and Control*. Spon Press.
- Kerzner, H. (2017) *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons.
- Klev, R. og Levin, M. (2021) *Forandring som praksis - Endring og utvikling som samskapt læring*. Fagbokforlaget.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2014) *Digitalisering i offentlig sektor*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/statlig-forvaltning/ikt-politikk/digitalisering-i-offentlig-sektor/id2340245/> (Hentet: 22. februar 2021).
- Koskela, L. (2000) *An exploration towards a production theory and its application to construction*, Helsinki University of Technology. Tilgjengelig fra: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/2150/isbn951385566x.pdf?sequence=1>.
- Kotter, J. P. (2012) *Leading Change*. Harvard Business Review Press.
- KPMG (2014) *Kartlegging av hindre for digitale forretningsprosesser*. Regjeringen. Tilgjengelig fra: [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/aif/dokumenter/rapport\\_hindre\\_for\\_digitalisering.pdf?id=2262607](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/aif/dokumenter/rapport_hindre_for_digitalisering.pdf?id=2262607) (Hentet: 18. februar 2021).
- Kvale, S. og Brinkmann, S. (2015) *Det kvalitative forskningsintervju*. 3. Gyldendal akademiske.
- Lean Communication (2019) *Hva er Lean?* Tilgjengelig fra: <https://www.leancommunications.no/om-oss/hva-er-lean/> (Hentet: 28. februar 2019).
- Leipzig, T. v. et al. (2017) *Initialising customer-orientated digital transformation in enterprises*. Tilgjengelig fra: <https://publikationen.reutlingen-university.de/frontdoor/deliver/index/docId/1393/file/1393.pdf> (Hentet: 10. februar 2021).



- Levitt, R., Kunz, J. og Kartam, N. (1987) *Using Artificial Intelligence Techniques for Automated Planning and Scheduling*. Upublisert paper presentert på Proceedings of the 4th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC).
- Lota, P. (2021) Programupdates in VisiLean, 27. januar.
- McAfee, A. et al. (2011) *Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations*. Tilgjengelig fra: <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital-Transformation-A-Road-Map-for-Billion-Dollar-Organizations.pdf> (Hentet: 26. februar 2021).
- Microsoft Azure (2021) *Kunstig intelligens versus maskinlæring*. Tilgjengelig fra: <https://azure.microsoft.com/nb-no/overview/artificial-intelligence-ai-vs-machine-learning/> (Hentet: 06. mai 2021).
- Moen, S. E. og Moland, L. E. (2010) *BygningsInformasjonsModellering(BIM): En studie av utfordringer med å implementere BIM i Statsbygg og Skanska*. (2010:31): Fafo. Tilgjengelig fra: [https://www.fafo.no/media/com\\_netsukii/20175.pdf](https://www.fafo.no/media/com_netsukii/20175.pdf) (Hentet: 04. februar 2021).
- Nordlie, E. A. (2015) *En introduksjon til Big Data*. Tilgjengelig fra: [https://www.visma.no/siteassets/visma-consulting/consulting-ny/consulting/dette-tilbyr-vi/information-management/bigdata\\_guide\\_endelig.pdf](https://www.visma.no/siteassets/visma-consulting/consulting-ny/consulting/dette-tilbyr-vi/information-management/bigdata_guide_endelig.pdf) (Hentet: 15. februar 2021).
- Olsen, T. L. A. (2015) *Effektivisering av prosjekteringsprosessen*. Master, NTNU. Tilgjengelig fra: [https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2015\\_ntnu\\_trine\\_lene\\_austr\\_one\\_olsen\\_effektivisering\\_av\\_prosjekteringsprosessen\\_med\\_implemtering\\_av\\_bim-leanconstruction-vdc.pdf](https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2015_ntnu_trine_lene_austr_one_olsen_effektivisering_av_prosjekteringsprosessen_med_implemtering_av_bim-leanconstruction-vdc.pdf).
- Overland, J. A. (2018) *TONE - strategi for kildekritikk*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subjects/subject:14/topic:1:185701/resource:1:169741> (Hentet: 17.09.2020).
- Porwal, V. et al. (2010) *Last planner system implementation challenges*. Upublisert paper presentert på Proceedings of the 18th annual conference in the International Group for Lean Construction. Haifa, Israel.
- Quach, J. (2018) *Vurdering av 4D som planleggingsverktøy i Veidekke*, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2563742/18439\\_FULLTEXT.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR2uQixFi-IMsd6G5AEJFACb\\_0BtHOFGOuXj2-CyoNdymEVCfZbyBuPhkmw](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2563742/18439_FULLTEXT.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR2uQixFi-IMsd6G5AEJFACb_0BtHOFGOuXj2-CyoNdymEVCfZbyBuPhkmw) (Hentet: 02. mars 2019).
- Ramselien, M. (2018) *Implementering av VDC og 4D BIM i prosjektgjennomføring*. Master, Universitetet i Stavanger. Tilgjengelig fra: [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2562406/Ramselien\\_Marius.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2562406/Ramselien_Marius.pdf?sequence=3&isAllowed=y).
- Rau, J. L. (2004) Searching the Litterature and Selecting the Right References, 49(10). Tilgjengelig fra: <http://rc.rcjournal.com/content/49/10/1242.short>.
- Redman, A. (2017) *Bruk av VDC og 4D i Skanska-prosjekter*. Master, NTNU. Tilgjengelig fra: [https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2017\\_ntnu\\_trondheim\\_mast er\\_bygg\\_ance\\_redman.pdf](https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2017_ntnu_trondheim_mast er_bygg_ance_redman.pdf) (Hentet: 15. februar 2019).
- Reisvang, H. (2019a) *IoT og kunstig intelligens*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/vi-ma-forberede-oss-pa-kunstig-intelligens/462071?key=yvCY4nuu> (Hentet: 17. februar 2021).



- Reisvang, H. (2019b) *5G og skytjenester*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/ikke-skyt-deg-selv-i-foten-nar-det-kommer-til-valg-av-sky/464176?key=MSbfJ1iQ> (Hentet: 17. februar 2021).
- Richert, T. (2017) *What is the Last Planner System?* Tilgjengelig fra: <https://leanconstructionblog.com/What-is-the-Last-Planner-System.html>.
- Rolstadås, A. et al. (2014) *Praktisk Prosjektledelse; Fra idé til gevinst*. Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Sander, K. (2020) *Kotters åtte faser for organisatoriske endringer*. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/kotter-modell-endring/> (Hentet: 17. februar 2021).
- Saunders, M., Lewis, P. og Thornhill, A. (2015) *Research Methods for Business Students*. 7. Pearson Education Limited.
- Selmar, J. B. et al. (2019) Sammendrag av intervjuobjekter, i V.L. Westerlund, L. J. B., J.E. Bjørnstad (red.).
- Skinnarland, S. og Moen, S. E. (2010) *Mot en mer inkluderende byggeplassproduksjon i Kruse Smith; Innføring av ny planleggingsmetodikk i pilotprosjektet Kanalpiren*. Fafo. Tilgjengelig fra: [https://www.fafo.no/media/com\\_netsukii/20151.pdf](https://www.fafo.no/media/com_netsukii/20151.pdf) (Hentet: 04. mars 2019).
- Statistisk Sentralbyrå (2019) Produktivitetsfall i bygg og anlegg. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg> (Hentet: 12. mars 2019).
- Statsbygg (2010) BIM - en digital måte å bygge smartere på. Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.statsbygg.no/files/publikasjoner/brosjyrer/BIMbrosjyre2010.pdf> (Hentet: 24. februar 2019).
- Statsbygg (2019) *Prosjektmodell*. Tilgjengelig fra: <https://statsbygg.metierportal.no/prosjektmodell/> (Hentet: 01. april 2019).
- Store norske leksikon (2020) *AF Gruppen*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/AF\\_Gruppen](https://snl.no/AF_Gruppen) (Hentet: 17. januar 2021).
- Storehaug, J. S. (2018) *Digital transformasjon er mer enn digitalisering*. Tilgjengelig fra: <https://storehaug.no/digital-transformasjon/> (Hentet: 15. mars 2021).
- Svartdal, F. (2020) *Reliabilitet*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/reliabilitet> (Hentet: 21. januar 2021).
- Synchro Ltd (2018) *The Digital Construction Platform*. Tilgjengelig fra: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/209864/Synchro%20PRO%202018%20-%20technical%20overview.pdf> (Hentet: 15. april 2019).
- Synchro Ltd (2020) *Synchro 4D: Utilizing Appearance Profiles*. Tilgjengelig fra: [https://www.youtube.com/watch?v=zKkz\\_RhNGTY&list=PLwivaFFXYOsG22InqNQ5gtLkf5n8ohPs6&index=4](https://www.youtube.com/watch?v=zKkz_RhNGTY&list=PLwivaFFXYOsG22InqNQ5gtLkf5n8ohPs6&index=4) (Hentet: 18. februar 2021).
- Tanner, R. (2021) *Kotter's Eight Step Leading Change Model*. Tilgjengelig fra: <https://managementisajourney.com/summary-of-kotters-eight-step-leading-change-model/> (Hentet: 18. februar 2021).
- Tiltnes, S. (2019) *Industrialisering av byggeprosjekter*. Bygg21. Tilgjengelig fra: [https://www.bygg21.no/globalassets/rapport-pdf/00000\\_interaktiv\\_arb.gr.5\\_hovedrapport\\_industrialisering.pdf?fbclid=IwAR2fdP6uVI-UfW8\\_4QVImIjeI2lt1TIRc00PyMnSPeesdYVW8PJm723x7Bc](https://www.bygg21.no/globalassets/rapport-pdf/00000_interaktiv_arb.gr.5_hovedrapport_industrialisering.pdf?fbclid=IwAR2fdP6uVI-UfW8_4QVImIjeI2lt1TIRc00PyMnSPeesdYVW8PJm723x7Bc) (Hentet: 04. februar 2021).
- Vatne, M. E. (2016) *Taktplanlegging og -gjennomføring ved Moholt 50|50*. Master, NTNU. Tilgjengelig fra: [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2401183/14960\\_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2401183/14960_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Hentet: 01. mars 2019).

- VIKO (2021) *Finne kilder*. Tilgjengelig fra: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Finne+kilder#section-Finne+kilder-Hvordan+v%C3%A6re+kildekritisk?> (Hentet: 20. januar 2021).
- Virtuosity (2020) *Synchro Field*. Tilgjengelig fra: <https://www.virtuosity.com/product/synchro-field/> (Hentet: 18. februar 2021).
- VisiLean (2019a) *Gantt in VisiLean*. Tilgjengelig fra: <https://visilean.com/2019/02/21/gantt-in-visilean/> (Hentet: 24. april 2019).
- VisiLean (2019b) *About VisiLean*. Tilgjengelig fra: <http://visilean.com/about-visilean/> (Hentet: 24. april 2019).
- VisiLean (2019c) *Features*. Tilgjengelig fra: <http://visilean.com/features/> (Hentet: 24. april 2019).
- VisiLean (2019d) *BIM in VisiLean*. Tilgjengelig fra: <https://visilean.com/2019/03/25/bim-in-visilean/> (Hentet: 24. april 2019).
- VisiLean (2020) *Uniting the top-down and bottom-up approaches to planning*. Tilgjengelig fra: <https://visilean.com/2020/02/18/uniting-the-top-down-and-bottom-up-approaches-to-planning/> (Hentet: 27. januar 2021).
- VisiLean (2021) *Dashboard*. Tilgjengelig fra: <https://go.visilean.com/VisiLean/#l1/23B849BD-CE7C-4CDD-7FB5-DFD951F8F8D0> (Hentet: 24. mars 2021).
- Womack, J. P. og Jones, D. T. (1996) *Lean Thinking- Banish Waste and Create Wealth in you Corporation*. Simon and Schuster. Tilgjengelig fra: [https://www.jstor.org/stable/3010314?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/3010314?seq=1#metadata_info_tab_contents).
- Aalmo, O. J., Eggen, J. B. og Lewis, A. D. (2014) *Fallgruver i byggeprosjekter*, Handelshøyskolen BI.

# Vedleggsliste

Vedlegg 1A: Intervjuguide for respondenter

Vedlegg 1B: Intervjuguide for intern bruk

Vedlegg 2: Intervjuer

Vedlegg 3: Samtykkeerklæring

## Intervjuguide for respondenter

### Generelt

1. Hvem er din arbeidsgiver og hva er din stillingstittel?
2. Hvor mange års erfaring i byggenæringen har du?
3. Hva har vært din utdanningsveg inn i bransjen?
4. Hvor mye erfaring har du med BIM eller digitale verktøy i byggeprosjekter?

### Digitalisering i virksomheten

5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?  
Hva er din holdning til bruk av ny teknologi ute i prosjektene?
6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?
7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?

### Praktisering av 4D

8. Hvilke forventninger har du til 4D?
9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med? Kjennskap til?
10. Hvem er involvert i bruken av 4D?
11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?
12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?
13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?
14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?
15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren(e)?
16. Hvilke utfordringer ser du ved praktisering av 4D?
17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?  
Anbefaler du prosjektene til å bruke 4D?

### Utvikling og innovasjon

18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?
19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?
20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?
21. Hvordan kan variabiliteten senkes?
22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?

## Intervjuguide for intern bruk

### Generelt

1. Hvem er din arbeidsgiver og hva er din stillingstittel?
2. Hvor mange års erfaring i byggenæringen har du?
3. Hva har vært din utdanningsveg inn i bransjen?
4. Hvor mye erfaring har du med BIM eller digitale verktøy i byggeprosjekter?

### Digitalisering i virksomheten

5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?  
Hva er din holdning til bruk av ny teknologi ute i prosjektene?
  - a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at du skal ta i bruk ny teknologi?  
Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at ny teknologi skal tas i bruk ute i prosjektene
  - b) Hvordan stiller du deg til å endre egen arbeidsmetodikk for ny teknologi?  
Hvordan oppfatter du at prosjektorganisasjonen stiller seg til å endre arbeidsmetodikk for ny teknologi?
  - c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?
6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?
  - a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?
  - b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?
7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?

### Praktisering av 4D

8. Hvilke forventninger har du til 4D?
9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med? Kjennskap til?
10. Hvem er involvert i bruken av 4D?
11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?
12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?
13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?
  - a) I hvilken grad forstår du hvorfor 4D tas i bruk?
14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?
  - a) Hvis kontinuerlig: Hva bruker dere det til?
  - b) Ved diskontinuitet: Hvorfor stoppet det opp?
15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren(e)?
16. Hvilke utfordringer ser du ved praktisering av 4D?
  - a) I hvilken grad er utfordringene løsbare? (kortsiktig (1-2år) og langsiktig (2år+) perspektiv)
  - b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?
17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?  
Anbefaler du prosjektene til å bruke 4D?
  - a) Hvorfor /hvorfor ikke?

### Utvikling og innovasjon

18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?
19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?
20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?

21. Hvordan kan variabiliteten senkes?
22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?

## Tore Rausand

**Bedrift:** AF Gruppen

**Stillingstittel:** BIM-tekniker

**Generelt:** Tore har elleve års erfaring i byggebransjen. Han begynte som tømrer før han tok tre år videreutdanning som fagskoleingeniør i Innlandet med påbygg innen BIM. Hovedsakelig er det BIM Tore har jobbet med de siste tre årene i AF nybygg. Han arbeider tett med prosjektene og bistår med å kjøre koordineringer hvor BIM er involvert i prosjekteringen, kollisjonskontroller i Solibri og gjennomføringer av tegningsløse prosjekt med BIM-kiosk. Tore har også vært delaktig i implementeringen av BIM i andre faser som i driften med Dalux og 4D i form av Synchro. Han har derfor god kjennskap til flere ulike digitale verktøy.

### Digitalisering i virksomheten

#### **5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi ute i prosjektene?**

Jeg bruker teknologi daglig i alt jeg gjør egentlig, så de aller fleste oppgavene mine som jeg gjennomfører er nå gjennom digitale løsninger. Så jeg ser til stadighet etter mer effektive måter å få folk til å få utført arbeidsoppgavene sine på ute i prosjektene.

#### **a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at ny teknologi skal tas i bruk ute i prosjektene?**

En må ha forståelse for hvorfor vi skal ta det i bruk, altså hva som er hensikten med det. Jeg kommer ikke på så mye mer egentlig.

#### **b) Hvordan oppfatter du at prosjektorganisasjonen stiller seg til å endre arbeidsmetodikk for ny teknologi?**

Jeg mener ledelsen er veldig støttende. Hvis vi kommer med ønsker, nye løsninger eller vil prøve noe nytt, så får vi støtte på det. Det er som regel prosjektlederne som til syvende og sist beslutter om det blir gjennomført eller ikke, og det varierer etter hvor digitalt hode de har. Det er jo de som styrer prosjektet og tar kostnaden, så mye ligger i hvor stor forståelse de har for metodikken og nytten de ser i det. Det er ganske variabelt om prosjektlederne er fremoverlent eller mer tilbakeholden på å endre arbeidsmetodikk. Noen er veldig åpen for det, mens andre er mer lukket som vet at det de har brukt i mange år fungerer, så da holder de seg til det.

#### **c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?**

Hvis du ser at det er tidsbesparende tar vi det i bruk. Det er hovedsakelig det som er i fokus, for tid er penger i de fleste tilfeller.

*Hvis du hverken bruker mer eller mindre tid på en ny teknologi, men den er mer digital, hvordan hadde du stilt deg til å implementere det?*

Ja, hvis det eksempelvis er et program som lager mer historikk på skyen og får ytterligere struktur på informasjonen, så vil det være hensiktsmessig å ta det i bruk.

#### **6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?**

I vår avdeling så er vi heldigvis ganske mange med et digitalt hode, så idéene kommer ofte fra mange hold. Vi har også en digital gruppe i konsernet som støtter en del og ser litt på løsninger fra andre prosjekter. De kommer med innspill på hva vi kan bruke og hva som kan være gunstig å sette inn i de ulike prosjektene. Men, til syvende og sist er det egentlig prosjektlederne som bestemmer om vi faktisk skal iverksette det. Jeg vil likevel si at idéene og initiativene kommer fra mange hold.



### **a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

Det er nok mye den digitale gruppen i konsernet som støtter opp og er med å sette en del premisser. Det foreligger også god støtte fra ledelsen. Eksempelvis så kom det akkurat nå en ny konsernstrategi hvor det var satt et stort fokus på den digitale biten. De ønsker å fremme et større søkelys på det digitale og innovative. Et av tiltakene de har gjort er å ansette meg som bistår med BIM og 4D i AF Nybygg, men utover det kommer jeg ikke på flere konkrete tiltak.

### **b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?**

La oss si at vi bruker et nytt program i et prosjekt, så måler og følger opp de involverte om hvordan de opplevde at programmet fungerte eller ikke. Ledelsen spør en god del om hvordan ting går, følger opp hvordan de nye programmene fungerer, og om arbeidsoppgavene ble mer effektivisert gjennom å bruke det. Så de er engasjerte og følger med, men det er i størst grad gjennom muntlig dialog.

### **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Det synes jeg er veldig viktig. Dette er jo mitt fag, så hadde jeg ikke hatt støtte i det som jeg brenner for, hadde jeg funnet meg en annen arbeidsplass.

## Praktisering av 4D

### **8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Jeg forventer, eller mitt håp er, at anleggslederen aktivt skal benytte 4D i alt av planlegging. Dette for å kunne optimalisere fremdriften, og så det å måle det opp imot hva som er faktisk utført.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Det er hovedsakelig Synchron som jeg har tatt i bruk og som vi bruker mest her i AF, men vi har nå i det siste også testet litt VisiLean. Det er likevel ikke noe vi kommer til å bruke enda, fordi det virker ikke helt modent og har en del programvarefeil. De er virkelig inne på en god struktur og det virker lovende, men det var ikke helt modent til at vi ønsker å sette i gang.

*Konkret, hva var det som stoppet dere fra å prøve VisiLean?*

Det var en del av flyten mellom øverste hold fra en anleggsleder som har planen og ned til alle UE'er. Det er lett at folk gjør endringer som ikke kan spores eller følges opp, og så var det en del tekniske utfordringer i implementering av 4D-modellen. Den leste ikke fullgeometri av modellene så den importerte modellen kommer inn sånn halvveis, fordi ikke alle objektene blir med. Det gjør at VisiLean ikke blir så hensiktsmessig å ta i bruk dersom en skal benytte seg av en 4D-funksjonalitet som ikke fungerer.

### **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Hovedsakelig er det anleggsleder som skal besitte størst eierskap til 4D'en, men vi prøver å få alle som har drift av fag til å benytte seg av modellen og se nytten av den slik at samtlige skal bruke den mer og mer. Så driftslederen og prosjektingeniørene, men den som virkelig bruker det mest, eller som jeg håper kan bruke det mest, er anleggsleder i all hovedsak og i tidligfase da en sitter og lager rammer for hele prosjektet.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Det er hovedsakelig gjennom at jeg ofte prøver å vise dem nytten av det når vi sitter sammen. Utenom det er det ikke så mange motivasjonstiltak.

## **12. Du holder Synchro-kurs i AF; opplever du at kurset gir tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Problemet er at det er et ganske avansert program, så det krever litt av vedkommende. Det er mange som har vært inne på kurs, men de bruker ikke programmet med en gang. En prosjektingeniør som ikke trenger å ha så mye oppfølging i planen i starten, vil raskt glemme den tillærte kunnskapen dersom det ikke blir praktisert rett etter kurset. Så det er et problem. For å unngå dette bør prosjektlederen ha fokus på at de som har vært igjennom kurset faktisk også jobber med planen for å opprettholde den kunnskapen de har tilegnet seg.

## **13. Hva er hensikten og målsetningen ved å bruke 4D?**

I all hovedsak tenker jeg at det er å oppdage en del hull i planen, og eventuelle overlappinger hvis det er alt for mye som skjer samtidig. Slikt kan oppdages mye enklere i en modell istedenfor å sammenlikne linjene som tradisjonelle fremdriftsplaner illustrerer. 4D gir en ganske rask og god forståelse for dem som trenger å få et generelt overblikk over planen istedenfor å gå igjennom en plan med eksempelvis 3000 linjer. Med 4D kan jeg bare bla kjapt gjennom modellen og vise dem hvordan det skal bygges på noen få sekunder.

*Er dette noe du har konkludert med selv eller noe du har fått høre fra bedriften?*

Alt jeg nevner nå er det bare jeg som har skrevet ned, så det kommer kun fra meg. Dette er også noe som jeg prøver å videreformidle på mine Synchro-kurs slik at deltakerne skal forstå nytten av å ta i bruk 4D.

### **a) I hvilken grad forstår du hvorfor 4D tas i bruk?**

Jeg vil jo mene at jeg forstår det godt.

## **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Det er ikke fastsatt noe spesielt bruksområde for hvor og når prosjekter skal benytte 4D. Det benyttes i størst grad i det vi setter opp hovedfremdriftsplanen i Synchro for å enkelt se det store bilde, om de store avhengighetene virker realistiske. Videre blir det benyttet i noe mindre grad, da mest for å sammenligne planlagt utført med hvordan det ser ut på byggeplass eller bare gi noen en kjapp briefing i hvordan vi har planlagt løpet. Det er hovedsakelig hvis det skal være store geometrier som planlegging av råbygg, store støpetapper av for eksempel bunnplate, før tett bygg, utomhus og den biten der. Når vi begynner med innvendige faseplaner så blir det alt for mye detaljer til at det blir effektivt å bruke 4D.

*Hvor aktiv føler du at prosjektene bruker Synchro?*

Lite. Et problem er at det ofte er veldig mange nye folk og ettersom det ikke er et krav til å bruke 4D, fordi ingen setter det kravet til dem. De vil helst fokusere på å gjøre en god jobb i forhold til eksisterende krav, istedenfor å lære noe nytt som egentlig ikke er satt som et krav.

*Hvorfor tror du da at det da faller så fort igjennom når det ikke er et krav? Er det fordi de ikke ser nytten?*

Det er vanskelig for meg å svare på vegne av andre. Det må være at det blir mye nytt og at det rett og slett ikke blir prioritert. Noe mer svar på det vet jeg ikke om jeg har.

## **15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren?**

Synchro har mange ulike moduler og ut fra hvilken modul du bruker så er det noen avanserte funksjoner, og ofte hvis noen oppdaterer sin modul så blir plutselig filen

ubrukkelig for alle andre som ikke har oppdatert. I tillegg er programmet ganske avansert i seg selv, så det krever litt for brukerne å operere i programmet. Synchro burde ha et større fokus opp mot drift og prosjekthotellet. Det burde for eksempel kommet en app som kunne benyttes på et nettbrett, slik at det også kunne benyttes ute på byggeplassen. Jeg vet de har en løsning på det, men den er ikke helt brukbar sånn den er i dag. En annen ting med disse appene er å kunne koblet de opp mot bruk av eksempelvis AR, men det krever at man har en plattform og en serverløsning gjennom Synchro som kjapt koster 70.000 kroner i året og det greier vi ikke å overbevise prosjektlederen til å kjøpe. Så det er utrolig kostbart og når appen ikke er så bra, er det heller ikke verdt det. Den er for amerikanisert, ettersom Synchro er fra Amerika, så den er ikke tilpasset hvordan vi drifter i Norge.

### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktiseringen av 4D?**

Den største utfordringen som jeg ser med praktisering av 4D nå, hvert fall for vår del i AF Nybygg, er at vi har opplevd at de fleste anleggslederne har sluttet. Da bruker vi veldig mye tid på opplæring og få dem til å komme opp på et grunnleggende nivå til å kunne bruke og drifte en plan i Synchro. I tillegg må de ofte bli trygg på det grunnleggende før en tar det videre, og når en stadig må gjøre dette igjen og igjen så går det på bekostning av praktiseringen av 4D. Jeg føler det egentlig er et generelt problem, ganske mange plasser i byggenæringen, at folk har en tendens til å hoppe litt fram og tilbake.

#### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

Flere skulle nok kanskje hatt, spesielt på litt større prosjekt, en sånn som meg som sitter der litt mer fast og driver det aktivt fremover. Det at Synchro har en amerikansk tilnærming får vi ikke gjort så mye med. Vi er bare en liten flis i forhold til markedet deres for de er så store i USA. Våre tilbakemeldinger til dem blir derfor ikke hensyntatt i like stor grad. Det er også en av grunnene til at vi begynner å se etter noe nytt rett og slett fordi Synchro gir oss veldig liten påvirkningskraft. VisiLean virket ganske bra med tanke på struktur. Så det kommer alltid nye programmer til som potensielt kan ta over, og der har vi veldig stor påvirkningskraft. Så VisiLean kan nok komme og ta over for Synchro i fremtiden om de ikke utvikler seg ytterligere. Det er jo flere og flere leverandører som ser betydningen av 4D nå, og som utvikler nye løsninger. Grunnen til at Synchro blir brukt av så mange er jo fordi de lenge har vært alene om å tilby programvare for dette segmentet, men de kommer nok til å miste en del kunder om de nyere programvarene er mer tilpasset vår metodikk.

#### **b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?**

Det er nok godt mulig det, men grunnprinsippene er like uansett så en må fortsatt se nytten i dem. Det hadde kanskje blitt lettere å ta i bruk dersom programvarefeilene til VisiLean hadde blitt borte, slik at man kunne hatt det mer tilgjengelig på en nettleser eller telefon istedenfor på en egen avansert plattform slik Synchro praktiserer.

### **17. anbefaler du prosjektene til å bruke 4D?**

Jeg prøver å pushe det litt overalt, men en ser kjapt hvis det er et dødt løp. Jeg gidder ikke bruke så alt for mye energi på det om jeg møter negativitet og motstand med en gang. Men, jeg har nå koblet opp 4D i alle prosjektene vi har hatt, og prøver nå etter beste evne å få dem til å bruke det.

*Hvordan ser du for deg din fremtidige arbeidshverdag hvis AF Nybygg vokser seg veldig mye større? Hvordan hadde din arbeidsmengde villet sett ut om en skulle fortsatt med den strukturen dere har på 4D-arbeidet i dag?*

Si det. Det hadde rett og slett ikke gått rundt for min del hvert fall, da må vi ha flere BIM-teknikere inn. Jeg jobber ganske aktivt på det i drift, planlegging og kalkulasjon. Jeg er med i alle leddene så hvis vi vokser ytterligere, må vi ha flere folk inn. En veldig god idé er å flytte ansvarsområdet med oppkobling av aktiviteter og objekter ut til de respektive anleggslederne i prosjektene. For når man er med på å koble sammen modell til plan, ser en ganske raskt hva som faktisk mangler i planen. Hvis det er noen objekter som ikke har en egen linje i planen så er det noe som må legges inn og det er jo absolutt noe som den som drifter planen bør gjøre. Som regel når vi utarbeider hovedfremdriftsplan sitter jeg ofte sammen med anleggslederne, og tar det som en del av opplæringen av Synchro. Utover det linker jeg sammen modell og aktiviteter i plan til 4D når jeg har ledig tid mellom seansene våre. Om jeg da oppdager mangler så blir det tatt opp i det neste planleggingsmøtet, men hvis de kunne klart å begynne å linke og fikse alt dette selv, så hadde de nok fått en enda bedre forståelse av hele prosessen, noe som ville vært positivt. Hindringen er bare det at en anleggsleder ofte er av den eldre garde og det å få dem til å begynne å koble opp og sånt er kanskje litt i det mest avanserte laget. Men, selvfølgelig det hadde vært veldig nyttig for dem å ta over den jobben. For det at vi så ofte må sitte sammen og at jeg kobler plan og modell for dem, gjør at vi bruker en del ressurser på 4D. Så det går mye til opplæring og å få dem opp på et høyt nok nivå slik at de kan drifte og styre det alene.

## Utvikling og innovasjon

### **18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Vi har en egen innovasjonsavdeling som følger opp flere prosjekter i alle avdelinger i AF. De viderefører en god del gode løsninger og kommer med forslag både nye løsninger og programvarer som folk bruker. I tillegg har vi i AF Nybygg egne forumer for ulike fag eller stillinger som eksempelvis prosjekteringsleder-forum, der de kan dele og prate sammen på tvers av prosjektene om løsninger og gode ting de har funnet på og hva de har prøvd som ikke var så bra. Så der blir det delt en del erfaringer. Vi har også tenkt å få i gang dette med andre fag og stillinger hvor de én gang i måneden, eller én gang annen hver måned, kan ta seg en prat de også. For dette er noe vi har sett mye nytte av. Så det går mest i muntlige erfaringsoverføringer. Innovasjonsavdelingen derimot, har laget en digital verktøykasse som skal lanseres i slutten av denne måneden. Der har de samlet veldig mye interessant informasjon om ulike programvarer, hvem som har brukt hva og hvilke som har fungert og ikke. Der kan alle i AF gå inn og få en del innsikt i erfaringer, så det blir nok veldig bra.

### **19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Det er litt begrenset hvor mye direkte erfaringsoverføring det gir, men det vil nok gi veldig mye større forståelse for alle som ikke har vært så involvert i utarbeidelse av planen. En vil jo raskere kunne sette seg inn i rekkefølger og avhengigheter i prosjektet, og det vil igjen gi en mer effektiv videreformidling av erfaring.

### **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Den var litt vanskelig, men med tanke på BIM og fremdriftsplan så har vi, hvert fall i min avdeling i dag, egentlig ingen god måte å innhente erfaringstall på. Prosjektene har forskjellig størrelse, mål og kompleksitet, så det blir ofte veldig ulikt og utfordrende. For oss som er i AF Nybygg, som er en ganske nyoppstartet avdeling, så har vi rett og slett ikke hatt så mye prioritering på akkurat det.

*Men AF er jo et ganske stort konsern; hadde det å samle inn erfaringstall fra alle prosjektene i bedriften, uavhengig størrelse, vært mulig og nyttig for bedriften?*

Ja, absolutt, men da kommer det litt mer an på den modellstrukturen som ofte kan være et problem også. En gipsvegg er en gipsvegg, men autonome løsninger greier ikke alltid å lese det som en gipsvegg. En er ganske avhengig av at datainputen og -outputen fra modellen har en lik struktur uavhengig av hvilken modell vi kjører det på, eller prosjekt det kommer fra. Så nøkkelen ligger i det at parameterverdiene får en standardisert struktur i alle prosjekt med lik property og property name, og der er vi ikke helt ennå. Det hjelper ikke om strukturen er delvis sammenfallende, det må være likt over hele linjen. For det hjelper ikke at vi i AF lager et eget system som vi holder lukket, og det samme gjør de andre private aktørene, for da vil de sannsynligvis ikke snakke sammen. Derfor er det viktig at en stor aktør, sånn som Statsbygg som er statsdriftet, faktisk går frem for være med på å utvikle noe som alle kan ta i bruk. Det å ha titalls eller hundretalls ulike systemer fra forskjellige entreprenørselskap er ikke bærekraftig for bransjen som helhet. Men, her er Statsbygg ganske på og stadig utvikler nye BIM-standarder for bransjen. Så det skjer veldig mye innenfor dette feltet akkurat nå. Det struktureres mye mer enn tidligere, for det har lenge vært et problem at vi ikke kan bruke fullautonome systemer på modellene ettersom det er veldig mange ulike strukturer.

## **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Variabilitet er et uttrykk som jeg ikke har brukt så innmari mye, men da regner jeg med dere tenker på det engelske uttrykket i VDC for avvik, og da også avvik i plan. Så for å senke den tenker jeg eksempelvis tidlige planleggingsseanser. Gjøres dette veldig tidlig i løpet med de utførende vil alle parter være inkludert til å kunne diskutere og bli enige i det løpet som blir satt. Hvis du har en seanse med for eksempel en tømmer to måneder før han faktisk skal inn, og han får være med å sette planen videre, så får de mye mer eierskap og forståelse til den planen. Da vil de få mer tid til å planlegge sitt mannskap. I tillegg er det viktig å få respekt for den planen som jeg satt og forståelse for andre sine fag. Det er viktig å være bevisst på at andre kan bli heftet hvis du henger bak med ditt eget arbeid. Så det blir egentlig ganske lett vinklet over til Lean-prinsippet.

## **22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbruker erfaringstall?**

Det hadde jo vært helt fantastisk om 4D kunne generere forslag til planer ut fra tidligere data fra ulike prosjekter hvor plan og modell var sammenkoblet. Nå finnes det jo en sånn type støtte i et program som heter ALICE. Så vi er nå på vei mot det, men det har ikke blitt tatt så mye i bruk enda. Det har jo skjedd veldig mye rundt det digitale de siste 10 årene, og det utvikles jo bare raskere og raskere. Så jeg tror vi kommer til å oppleve ganske mye før vi går av som pensjonister. Jeg tror at 4D bare kommer til å bli et mer og mer aktivt verktøy å bruke i fremtiden, hvis utviklingen går i den retningen. Så for hvert år som går, så tror jeg det vil bli mer og mer brukt. Det er jeg veldig sikker på. Det kommer bare flere av oss unge digitale folk inn i bransjen, og de eldre folkene som vil gjøre ting på den gamle måten fases sakte, men sikkert ut.

# Erland Sveipe

**Bedrift:** AF Gruppen

**Stillingstittel:** Prosjektleder

**Generelt:** Erland er ansatt i AF Bygg Oslo og jobber nå med Construction City. Det er et stort satsingsprosjekt med flere prosjektledere, hvor Erland har ansvaret for prosjekteringen. Han har vært ti og et halvt år i AF og hadde også sommerjobb i bedriften under studietiden da han gikk bygg i Trondheim. Der skrev han en master innenfor bygningsfysikk og vakuumisolasjon. Han har i senere tid opparbeidet seg mye erfaring med å bruke modeller, Solibri og lignende, men har ikke erfaring med å modellere selv.

## Digitalisering i virksomheten

### 5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?

Jeg prøver å lære meg litt og følge med på utviklingen, men det er ikke alltid like enkelt å holde seg oppdatert selv om jeg forsøker.

#### a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at du skal ta i bruk ny teknologi?

Det må være at det forenkler prosessen som er i dag. Det er mye teknologi som er flott og fancy, men som ikke er til stor forbedring. Det er viktig å få med seg bredden i teamet, for du kan forstå og sette deg inn i teknologien raskt selv, men så er det mange andre som også skal inkluderes og henge med. Det er ikke alle som er like teknologiske.

#### b) Hvordan stiller du deg til å endre egen arbeidsmetodikk for ny teknologi?

Jeg er nok sikkert litt kritisk i utgangspunktet, men ser jeg at det har effekt så er jeg absolutt for det. Vi bruker Bibsync på det prosjektet som vi ser på nå. Det er oppgavebasert prosjektering der vi har saker. Målet er å bli kvitt en del møtetreferater slik at vi kun har saker i Bibsync. Jeg var litt skeptisk til det i starten, men nå ser jeg at på en del ting er det veldig nyttig.

#### c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?

Teknologien må ha større gevinst enn den terskelen det er å sette seg inn i det. Det er viktig å få alle med. Det svakeste ledd må henge med.

### 6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?

Det er ofte folk i prosjektene. Noen er mer interesserte enn andre i å teste ut nye ting, og dersom en har friheten til å teste, så vil ledelsen se at det er noe som vi må legge til rette for at alle kan bruke. BIM og Dalux startet på den måten. Det er gjerne noen pilotprosjekter. Det er ikke et krav til oss at vi må bruke det, men det er tilrettelagt for at vi skal kunne bruke det.

#### a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?

Bedriften legger til rette for å implementere ny teknologi, men det er ikke de som kommer med forslaget, det kommer ofte fra prosjekt. Med Dalux var det slik at en ordnet en avtale for hele AF Gruppen. De kunne sikkert vært enda mer engasjert i slike ting, men så er det dette med kost/nytte. I tillegg er det lurt å ikke endre på for mye samtidig også.

#### b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?

Det er ikke noe særlig med rapportering. Å bruke et slik program er frivillig, slik at du må ikke bruke det. Ledelsen stoler på at prosjektene løser det på sin måte. Folk er forskjellige, sånn at det er nødvendigvis ikke hensiktsmessig å tvinge på en 60 år gammel prosjektleder et nytt verktøy. Det ikke sikkert det gir ønsket gevinst.

## **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Det er avgjørende hvis det kommer til kostnadsspørsmål. Dersom det er veldig dyrt og det ikke er en kostnad jeg vil ta på prosjektet, så kan det hende ledelsen har en slags ambisjon om å bruke det og sier at de tar regningen. Vi er veldig opptatt av økonomien i prosjektene våre og da er det vanskelig å se for seg å skulle spare 200.000 kroner på et eller annet nytt verktøy som en må kjøpe eller leie.

## **Praktisering av 4D**

### **8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Jeg forventet at det kunne være en veldig fin måte å illustrere råbyggsfasen og fasaden på. Det å se at bygget reiser seg kan være veldig illustrativt. Den som har laget planen vil jo alltid forstå sin egen plan, men det kan være utfordrende for andre utenforstående i et fremdriftsmøte eller i et forum hvor det er mange forskjellige folk som skal få informasjon raskt. Visualiseringen bidrar til intuitiv viderefremidling.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Jeg har vært på et kurs i Synchrono, og funnet ut at jeg ikke vil ta det i bruk.

### **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Jeg tenkte først at bare jeg skulle prøve å visualisere råbygget. Så den jobben tenkte jeg å ta selv, men videre så måtte en anleggsleder tatt den jobben.

### **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Ja, jeg synes det. Selve fremdriftsplanen er veldig lik Microsoft Project. Det var kanskje litt det jeg strandet på at jeg er så vant med Microsoft Project, at jeg måtte tilpasse meg et nytt planleggingsverktøy som jeg ikke synes var noe bedre. Jeg synes det var dårligere, og hadde det derimot vært like bra som Microsoft Project, så kunne jeg visualisert det veldig enkelt. Jeg prøvde å importere planen min inn i Synchrono, noe som skal være mulig. I tillegg prøvde jeg å planlegge litt i Synchrono også, men det var ikke noe jeg begynte med.

### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Jeg tenkte å bruke det på de tingene som er mest synlig, altså spunten, betongen og muligens fasaden. Når du kommer innvendig blir det vanskelig å visualisere det når du allerede har fasaden på plass.

*Så det var mest for planlegging og ikke noe oppfølging?*

Nei, det gjør vi tradisjonelt sett i Microsoft Project. Det er noen som bruker lappeplanlegging og Lean o.l., men det varierer fra prosjekt til prosjekt.

### **15. Hvilke utfordringer ser du ved programvaren?**

Det er fordi at for å kunne bruke det slik som jeg ønsker, så måtte en laget fremdriftsplanen mye mer detaljert enn det jeg hadde planer om. En utfordring jeg har opplevd når jeg bruker Synchrono, er når det skal linkes et eller flere elementer til en aktivitet. Eksempelvis så består en spunt i en modell av mange spuntmåler. I min plan så er en slik spunt typisk fire aktiviteter totalt. Når det i Synchrono linkes et eller flere elementer til en aktivitet, vil det bli illustrert fra bunnen og opp slik at den reiser seg, og det er ikke slik det skjer. Det skjer jo at en og en spunt blir satt. Det betyr at jeg i planen min må lage en aktivitet per spunt, per 5. eller per 10. Det blir for tidkrevende. Ved endringer av fremdriftsplan vil det bli alt for mye jobb i forhold til nytten. Jeg hadde trodd at det var litt mer automatikk i linkingene mellom plan og modell.



*Ser du potensialet til å bruke det på andre deler av produksjonen enn spunten?*

Ja, det kunne vært veldig fint på råbygget, men der har en også samme problemet. Det er en underentreprenør som leverer råbygget. Eksempelvis sier vi at de skal være ferdig med bygg F etter 60 dager eller 80 dager, og bygg D etter 100 dager. I planen min er det et bygg og én aktivitet, mens i underentreprenøren sin plan er det sikkert flere. Så hvis en kan lime inn planen deres i min, så kan en i større grad linke etasje for etasje i Synchro. Det blir mye manuell jobb, og det er begrenset hvor mye du får ut av det.

*Er det noen andre ting du på en måte tenker er utfordrende med programvaren, eller noe som mangler eller ikke fungerer?*

Jeg er jo veldig vant med Microsoft Project. Jeg synes at det isolert sett er et bedre planleggingsverktøy, men det er bare min preferanse.

*Hvorfor synes du det?*

Det er så lenge siden at jeg nesten ikke husker, men det var noe med eksempelvis den linkingen. Det at du måtte høyreklikke og i forhold til avhengigheter så var det flere trykk slik jeg husker. Jeg skriver koden direkte inn i den cellen, slik at det fungerer mer som Excel. I Synchro så måtte du, slik jeg husker det, høyreklikke og åpne noen vinduer og det var en mer omfattende prosess.

#### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktisering av 4D?**

At det blir en del jobb i forhold til det å planlegge mer detaljert. Når det skjer endringer, vil endringsjobben være altfor omfattende. Fremdriftsplaner blir alltid revidert når en kommer til utførelse, og i tillegg har du mange flere aktiviteter å gå over.

#### **b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?**

For min del tror jeg ikke det hadde gitt noe voldsomt utbytte om linkingen hadde gått mer automatisk. Men, i forhold til det jeg sa om intuitiv viderefremidling gjennom visualisering til andre, så tror jeg det har en nytte. Det kan hende at en oppdager feil eller at en har tenkt feil. Kanskje spesielt for ferske anleggsledere, ved å se det mer visuelt, så ser en hva som fungerer og ikke.

#### **17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?**

Nei, ikke slik det fungerer i dag. Det blir for tidkrevende og det har jeg ikke tid til. Dersom en lærer seg Microsoft Project godt, så kan en sortere ut på fag og en kan bygge det opp som et Excel-ark og sette på de filtrerene du ønsker. En kan egentlig vise store og små deler av planen selv om den har tusenvis av linjer. Det handler om å lære seg de verktøyene en har tilgjengelig også. Det er ikke sikkert at nytt alltid er bedre. Jeg synes 4D er veldig kult, og det ser jo veldig tøft ut på den filmen, men det er ikke noe for meg slik det fungerer i dag.

## Utvikling og innovasjon

#### **18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Vi går inn på gamle prosjekter og ser på fremdriftsplanen deres. Vi har anleggslederforum, prosjekteringslederforum og egne møteserier som arrangeres cirka én gang i kvartalet, der det deles erfaringer. Ellers så er det mye spionering på andre prosjekter og hvordan de gjorde det sist.

*Føler du det er en tilstrekkelig og tilfredsstillende måte å gjøre det på?*

Ja, for min del så fungerer det veldig greit. Så har en jo et nettverk i AF Gruppen som kan brukes hvis en lur på noe.

*Hva gjør en når slike nøkkelpersoner ikke er tilgjengelige lenger? Hvem spør en da?*

Nei, ringer en venn selv om vedkommende jobber i et annet firma. Vi har jo systemer for erfaringsoverføring, men det er ikke første plassen jeg leter, fordi terskelen er for høy for å gå inn der. Det er et gammeldags system fra nittitallet som heter Synergi. Vi er ikke så flinke til å legge inn der som vi kunne ha vært, men det ligger jo faktisk en del ting der. Vi har fått et nytt innkjøpsverktøy som henter ut data fra Synergi på intranettsidene. Det er litt mer tilgjengelig, så det tror jeg kan fungere bra.

*Hvis du skal oppsummere hvorfor du ikke bruker disse systemene, hva er grunnen?*

Det er lite fokus på det. Det oppleves tungvint. Det er enklere å ta en telefon.

### **19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Ja, det kan det sikkert. At du kunne gått inn og sett på tidligere prosjekter og simuleringene derifra, gjør det kanskje mulig å sette seg lettere inn i.

### **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Prosjektene er jo veldig ulike, og det er også entreprenørene. Dersom du har en entreprenør som sier at han skal bygge 50 kvadrat om dagen, og så går du til en annen en så sier han 20. Det kommer helt an på prosjektet, entreprenøren og prisen. Ting er ikke likt fra gang til gang, selv om det er nesten likt. Det er litt skummelt å bruke erfaringstall også, fordi du har en fremdriftsplan som er et kontraktsdokument. Du må uansett avklare fremdriften i kontraktsforhandlingene. Overordnet bruker vi erfaringstall, men de er veldig grove. Vi bruker så og så mange kvadratmeter bunnplate om dagen og råbygg om dagen.

*Hadde vært en fordel å få satt dette i system i en database?*

Ja, det burde vi egentlig hatt. Vi har det på priser. Nils har et Excel-ark med forskjellige kvadratmeterpriser fra forskjellige bygg. Vi kunne hatt noe tilsvarende på fremdrift, helt klart. Hvert fall på de vanligste tingene.

### **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Nei, det er vanskelig å si. Det måtte vært at du hadde hatt en bank med mange forskjellige prosjekter, og sett at på det prosjektet brukte vi så mange kvadratmeter i uken og på det prosjektet var det så mange, og om du da har litt kjennskap til prosjektet så vet du kanskje litt om hva som var spesielt der. I tillegg må en ta høyde for eventuelle forseringer. Når du ser mange prosjekter ved siden av hverandre så tar du en kvalifisert vurdering.

### **22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?**

Nei, det har jeg ikke tenkt så mye på. Dersom det er standardisert koding på aktivitetsnavnet, eller en ID på aktiviteten og ID på modellelementene som samsvarte, slik at det var lettere å få den linkingene litt mer automatisk, og samtidig hatt noe fremdriftsdata på de kodene så hadde det begynt å hjelpe. Dersom en kunne frigjort visualiseringen fra fremdriftsplanen, slik at man har en funksjon som sier at hvis du har et råbygg som er åtte etasjer og skal bygges på fire måneder, så er det én etasje per tredje uke eksempelvis. Kunstig intelligens kunne vært en god bidragsyter til dette.

*Hadde du stilt deg annerledes til å bruke 4D om det å bruke det hadde bidratt til å nå det potensialet det kunne hatt i fremtiden?*

Ja. Det handler om at i dag så er det mye manuell jobb i forhold til det utbyttet du får. Så absolutt. Det er mange andre elementer også, det er ikke nødvendigvis bare 4D, det er mange flere dimensjoner enn det, det er kostnader og annen informasjon som skal ligge i BIM-modellen.

# Mats Helland

**Bedrift:** AF Gruppen

**Stillingstittel:** Prosjektleder

**Generelt:** Mats har jobbet cirka fem og et halvt år i AF Gruppen, og begynte først i Bergen, deretter i Gøteborg og nå i Oslo. Han gikk bygg med hovedprofil innen prosjektledelse på NTNU før han skrev masteroppgave om Lean-basert planlegging og styring. Enheten han arbeider for i AF ønsker å være innovative og fremoverlente, og er ganske gode på å ta i bruk BIM-relaterte verktøy. Foreløpig er denne enheten i AF ganske liten, men tanken er å bygge det opp til å bli en stor aktør. Enheten har allerede en egen BIM-ressurs som støtter prosjektene, og de aller fleste i AF-systemet jobber nå i BIM. Mats forteller at det som har kommet mer i det siste er å ta med modellen inn i byggefasen og dra nytte av den der. I denne enheten i AF bruker også flere prosjekter verktøy som Synchrono, hvor BIM-modellen knyttes til fremdriftsplanen.

## Digitalisering i virksomheten

### **5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?**

I utgangspunktet er jeg veldig positiv, men samtidig synes jeg det er viktig å påpeke at jeg ikke vil digitalisere bare for å digitalisere. Det er ikke nødvendigvis sånn at det automatisk blir bedre i alle sammenhenger. Viktigheten er at det gir en merverdi. Jeg har jobbet mye med Lean-basert planlegging og styring, og det jeg har sett er at en del digitale planleggingsverktøy faktisk vanskeliggjør det å involvere. Ofte blir de involverte sittende bak hver sin skjerm og da mister en litt av den gode dialogen. Så jeg har vært veldig bevisst på at hvis vi skal ta i bruk digitale verktøy, så skal en ikke miste noe av det man gjør i dag, men det skal tilføre noe mer på en eller annen måte.

#### **a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at du skal ta i bruk ny teknologi?**

Dersom jeg ser at det kan gi direkte merverdi. Om det er enklere å hente ut, spore eller logge data og se trender som forenkler erfaringsoverføring med de dataene. I og med at det er noe jeg mener digitale verktøy burde hjelpe til med, så er det en av de tingene jeg ser etter. Og så er det dette med at jeg ikke må gjøre om på hele min prosess for å kunne bruke verktøyet. Jeg ønsker et verktøy som er noenlunde fleksibelt eller som kan tilpasses slik jeg ønsker å bruke det. Til slutt ønsker jeg selvfølgelig at det er lav brukerterskel også.

#### **b) Hvordan stiller du deg til å endre egen arbeidsmetodikk for ny teknologi?**

I utgangspunktet er jeg ikke helt negativ til å endre arbeidsmetodikk, men jeg har noen grunnprinsipper jeg jobber ut fra og som jeg ønsker at en programvare skal oppfylle. Det skal ikke være sånn at jeg føler jeg må gå på akkord med de grunnprinsippene. For eksempel hvis vi snakker om planlegging eller hva som helst, da har jeg noen grunnprinsipp jeg ønsker at den programvaren skal ivareta og understøtte. Hvis det er sånn at jeg må forkaste alle de grunnprinsippene for å kunne bruke programvaren, da er det ikke aktuelt. Det blir til at man finner en måte å arbeide på som man er komfortabel med og som man opplever at er den mest effektive måten, og da prøver man å finne programvare som kan understøtte den metodikken som foreligger.

#### **c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien har før du ser nytten av bruken?**

Det er kan være veldig vanskelig å kvantifisere effekten. Det er veldig sjeldent at du kan si på forhånd at hvis du bruker denne programvaren her så kommer jeg til å spare noen hundre tusen kroner. Som regel så må en gjøre seg noen vurderinger. I utgangspunktet hvis jeg skal ta i bruk ny programvare, så tenker jeg at den må forenkle arbeidsprosessen

på en eller annen måte, og så vil eventuelle kvantitative resultater som for eksempel kostnadsbesparelser eller lignende, komme som en bonus. Jeg må ha tro på at det kan gjøre noe grunnleggende bra for måten vi arbeider på, at det kan effektivisere og da ligger det jo selvfølgelig en forhåpning om at det skal komme noe resultat ut i for eksempel form av kostnadsbesparelser eller kanskje bedre HMS-statistikk. En må være trygg på at programvaren gjør noe grunnleggende bra for måten vi jobber på.

## **6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?**

Det kan egentlig være så mangt. Noen initiativer kommer gjerne sentralt fra AF. For i AF så har vi jo en del systemer som brukes på tvers av alle forretningsenheter. For eksempel økonomisystemer og sånne ting. Det er typisk noe som brukes av stort sett alle enhetene i AF. Så hvis det skjer noen fornyinger der så kan man ikke bare velge noe annet vi har lyst til å bruke. Da må nesten det initiativet komme fra sentralt i AF. BIM-relaterte verktøy er stort sett noe som håndteres i forretningsenhetene, for eksempel internt i Bygg Oslo, internt i AF Nybygg osv. Der er man åpen for å styre selv. Der man har noen satsninger sånn som her i vår enhet, så har vi sagt at vi ønsker å satse på Dalux, og da ønsker man jo selvfølgelig at alle bruker det i størst mulig grad. Det er positivt hvis man får flere prosjekter til å bruke det samme, for da får man jo bedre læring fra prosjekt til prosjekt. I tillegg kan det internt i hvert prosjekt være ulike behov. Der har vi også et visst spillerom til å velge de programmene som vi ønsker å bruke i prosjektet. Som tidligere nevnt er enheten jeg jobber for foreløpig forholdsvis liten, men der har vi også en BIM-tekniker, som støtter prosjektene med for eksempel kollisjonskontroller og litt sånt. Han er ekspert på Synchro, Solibri og BIMcollaboration og bruker det til alt fra kollisjonskontroll til mengdeuttak. Det er stort sett det prosjektene ønsker å benytte seg av for da kan han støtte med det.

### **a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

Igjen så er det litt avhengig av hvilket nivå vi snakker om, men si at hvis vi ser på prosjektnivå. Nå har jeg faktisk et prosjekt som akkurat skal til å starte opp og sette i gang med prosjekteringen. Hvis jeg har en eller annen programvare jeg ønsker å ta i bruk som vi kanskje ikke bruker i vår enhet, så kan vi ha en dialog på det. I utgangspunktet så er jo prosjektene i AF veldig selvstyrte. Hvis det er noe jeg har lyst til å bruke, så får jeg stort sett lov til å gjøre det. Allikevel ønsker man å ha en dialog fordi om jeg skal bruke et program vi aldri har brukt før, så ønsker vi å gjennomføre et pilotprosjekt. Hvis vi finner ut at det fungerer bra, så er det kanskje noe vi kan bruke i de andre prosjektene. Vi er påpasselige med at hvis vi skal prøve noe nytt, så skal vi gjøre det på en systematisk måte sånn at vi kan ta lærdom av det og gjøre en skikkelig vurdering om det er noe vi skal satse videre på eller om det ikke hadde den effekten vi håpet på.

### **b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?**

Det vi alltid gjør er at vi har prosjektevalueringer i etterkant av ferdigstillelsen av et prosjekt. Hvis man helt spesifikt har gått inn og testet en programvare for eksempel, så kan man gjerne gjøre en egen evaluering av det, men vi har ikke egen prosedyre for det. Da lager vi bare en egen evalueringsprosess, og så tar vi det underveis i prosjektet sånn som det er hensiktsmessig. Det er klart at hvis du skal teste en programvare og du finner ut midtveis i prosjektet at dette fungerer kjempebra, så er det jo dumt å vente til prosjektet er ferdigstilt med å si noe om programvaren. Da kan en likeså godt bare gjennomføre en evaluering kun for den programvaren og få spredd de lærdommene så fort som mulig. Det er ikke sånn at vi har noen faste rutiner. Det tilpasser vi litt etter hva vi ser er hensiktsmessig.

*Når dere tar inn et nytt program, foreligger det da en klar og tydelig strategi for hvordan og når dere skal bruke i løpet av et prosjekt?*

Ja, det sitter vi egentlig og jobber med nå på mitt prosjekt. Vi utformer en digital strategi. Det er veldig viktig å gjøre det på en kontrollert måte, fordi nå er det jo som regel sånn at det finnes ingen programmer som løser alle problemer. Med en gang du skal begynne å operere med en mix av ulike programvarer, så er det veldig viktig at man er tydelig på i forkant hvilken programvare som skal gjøre hva. I noen tilfeller overlapper også programvarene. Så da må du være tydelig på hvilken funksjonalitet du ønsker å bruke i hvilket program og hvem som eventuelt har ansvaret for de ulike delene av systemet. Derfor holder vi på å sette opp typiske ansvarsmatriser, sånn at det er helt tydelig hvem som har ansvar for hvilke programvarer og for å påse at ting fungerer. Dersom vi for eksempel skal ha BIM-kiosk på prosjektet, skal det også vedlikeholdes og sørges for at det alltid er lastet opp siste versjoner. Da er dette noe som typiske inngår i de digitale strategidokumentene som vi utarbeider. Vi har ikke noe standard format på digital strategi. Der er noe mitt prosjekt utarbeider nå, men da kan det fort vise seg at dersom man synes det var en god mal, så tar man det inn som en standard prosedyre i ledelsessystemet.

### **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Som tidligere nevnt har vi sterkt selvstyre i prosjektene. Så hvis jeg har en programvare som jeg føler meg trygg på og absolutt har lyst til å bruke, så er det ingen som sier nei til det med mindre det går på akkord med noen helt absolutte krav. Hvis jeg velger å ta i bruk et program i et prosjekt, så er jeg ikke avhengig av noen støtte. Da er det opp til meg å styre det internt i prosjektet. Derimot, ønsker vi å ta i bruk noe annet enn det som brukes på tvers av prosjektene i forretningsenheten vår er vi avhengig av støtte fra ledelsen. Ettersom de tar noen strategiske programvarevalg på vegne av avdelingen, eksempelvis Dalux, er det nødvendig med støtte for å ta i bruk noe utenom avdelingsstandarden eller anskaffe lisens til hele avdelingen om det er noe som skal ut i større skala. Så der kunne det vært aktuelt, men avgjørelser om slikt pleier stort sett være opp til meg som prosjektleder.

## **Praktisering av 4D**

### **8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Før jeg hadde tatt 4D i bruk, så synes jeg det hørtes veldig spennende ut på et generelt grunnlag. Det å koble tiden til BIM hørtes interessant ut, så derfor hadde jeg store forventninger. Det er klart at etter hvert som jeg hadde brukt det litt og så hva som fungerte bra og hva som var begrensningene, så har jeg justert forventningene. I dag så har jeg litt andre forventninger enn det jeg hadde før første gang jeg brukte det.

Før jeg hadde tatt i bruk 4D så tenkte jeg kanskje at det ville være noe som var relevant gjennom hele byggeprosessen, og at det skal kunne fungere bra i alle faser. Min erfaring når jeg har brukt det en del, er stort sett at jeg mener det burde gi en merverdi i de fasene hvor det er store operasjoner som pågår. For eksempel råbyggfasen. Det er klart at når du for eksempel skal spille av en fremdriftsfilm hvor du kan se hvordan ting skal bygges, så vil du ha størst utbytte når du kan se at det skjer store ting. Eksempelvis når det er store bygningselementer som bygges eller monteres. Når du holder på med innvendige arbeider så er ikke modellene på et slikt detaljningsnivå at det gir deg noe. Når malerne er inne og du legger parkett, så vil ikke det vises i fremdriftsfilmen. Det skjer ingenting i modellen når du spiller av i de fasene, men samtidig så føler jeg ikke at det gir så mye i de fasene heller, for da trenger ikke folk den visualiseringen. Når en kommer til innvendige

arbeider så har man stort sett gjennomarbeidet veldig detaljerte fremdriftsplaner. Det er veldig tydelig hvilken rekkefølge fagene kommer i, og hvem som jobber hvor, hvert fall etter sånn som vi arbeider med Lean-basert metodikk. En ting som jeg har fått økte forventninger til, og som jeg ikke hadde tenkt gjennom på forhånd, det er dette med riggplanlegging. Det hadde jeg ikke tenkt på som en mulighet før første gang jeg brukte det, men det er noe vi bruker det veldig aktiv til. Jeg bruker det eksempelvis til å hente inn objekter som ikke har noe med det ferdige bygget å gjøre, men som er midlertidige konstruksjoner som for eksempel stillas. Vi kan hente inn ulike typer maskiner for å teste om en spesifikk kran vil få plass hos oss. Det er vel sånn forventningene mine har endret seg litt.

*Når du sa at du tenkte at man kunne bruke det gjennom hele prosjektet, tenkte du noe på oppfølging?*

Jeg har vært klar over at det er programvare med den funksjonaliteten, men her begynner man å bevege seg litt inn på det som jeg snakket om innledningsvis som går på planlegging og styring. Der jobber jeg som sagt med en Lean-basert modell hvor involvering, det å samle folk i samme rom og fysisk diskutere problemstillinger gir stor nytte. Det synes jeg har såpass stor effekt at jeg har vært veldig tilbakeholden med å ta i bruk programvare som gjør at folk kan oppdatere status på mobil eller iPad. Jeg synes det gir så mye verdi at man må inn, skrive aktivitetene sine på en lapp, henge det på en tavle og presentere det for alle de andre. Det blir en helt annen form for involvering. Det er en vanskelig situasjon, fordi jeg samtidig ser veldig mange fordeler med det å kunne ha løpende oppdatering digitalt. Da får du ut en sanntidsstatus hele tiden. Foreløpig har jeg ikke funnet et program eller en måte å løse det på som ivaretar de prinsippene jeg ønsker for involvering, samtidig som det tilfører noe nytt. Det er helt sikkert noe som kommer til å komme, men jeg har ikke funnet et program som jeg føler meg trygg nok på til å ta det steget enda.

## **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Jeg vil si at det hovedsakelig er Synchron vi bruker, og det er det jeg har vært borti mest. Det bruker vi både til visualisering av fremdrift, for eksempel råbyggsmontasje o.l., også bruker vi det til riggplanlegging. Jeg har vært på kurs der jeg har sett på andre programvarer og lært litt om deres type 4D-funksjonaliteter, men jeg har ikke brukt dem i praksis. Synchron er stort sett det eneste jeg har praktisert i prosjekt og har erfaring med.

## **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Hovedsakelig er det funksjonærene våre som har driftsroller. Vi bruker Synchron som støtte i planlegging, for å visualisere for eksempel riggplanlegging. Vi bruker det også i forkant av de litt større fasene som råbygg, for å se på avvikling og finne ut hvilken rekkefølge som er den beste måten å bygge råbygget opp element for element. Man kan bruke det som et planleggingsverktøy og det ser vi gjerne på sammen med underentreprenører, for å få en god forståelse for arbeidet som skal skje. Vi planlegger alltid arbeidet i forkant, men med en gang du kan visualisere det på den måten så får alle som sitter rundt bordet en bedre forståelse. Da kan man gjerne få opp flere problemstillinger enn det man kanskje hadde kommet på bare ved å visualisere det i hodet. Man får en felles forståelse for det som skal skje.

*Er det flere enn anleggslederen som har eierskap til planen?*

Der kommer vi litt inn på metodikken som vi bruker for planlegging og styring. Det vi gjør er at vi har en Synchron-plan som ligger til grunn, som gjerne er utviklet fra tidligere, men den er kanskje på et litt mer overordnet nivå. Den tar mer for seg faser. Det er stort sett



anleggsleder som sitter på den planen, vedlikeholder den og rapporterer inn status hvis vi for eksempel skal ta ut S-kurver slik at man kan rapportere status på aktivitetene. De planene som vi kommuniserer til underentreprenører, er typisk planer som vi utarbeider sammen med dem. Da tar vi typisk varigheten fra Synchro for de ulike fasene med inn i involverende planleggingssamlinger med UE'er, og så detaljplanlegger vi sammen med dem. Da fremstiller vi gjerne de planene som lokasjonsbaserte planer, dvs. at du deler byggene inn i soner. Deretter fremstiller vi det gjerne ved hjelp av Excel i stedet for Gantt. Jeg synes det er en veldig liten effektiv måte å fremstille planer på. Det er veldig vanskelig å se sammenhenger. Derfor bruker vi heller lokasjonsbasert fremstilling. Da kommuniserer man ikke de aktivitetene i en Synchro-plan direkte til UE, men man har oversatt det til en detaljert plan som underentreprenørene har vært med på å lage, også er det den man styrer etter. Den harmonerer selvfølgelig med Synchro-planen. Man tar utgangspunkt i de ulike milepælene for hver fase også planlegger man ut ifra de. Per i dag så er det jo litt dobbeltarbeid å jobbe på den måten, men vi gjør det fordi vi ønsker å ha en Synchro-plan som ligger til grunn sånn at vi kan bruke disse visualiseringsteknikkene som støtte i planleggingen. Samtidig ønsker vi å fremstille planene på en litt mer oversiktlig måte når vi styrer med underentreprenørene i møter, derfor oversetter vi det til lokasjonsbaserte planer når vi styrer.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Det har blitt bestemt sentralt i forretningsenheten jeg jobber i at det er noe en skal satse på. Synchro skal brukes fordi at det har den funksjonaliteten at det kan tilføre noe ekstra i planlegging. Det har vært bestemt fra tidligere, at det er en programvare som er ønskelig å benytte. Jeg var ikke med i den beslutningsprosessen, men hvis du for eksempel sammenligner det med Microsoft Project, som er noe veldig mange andre benytter, så er det klart at Synchro har noen funksjonaliteter som den ikke har. Du har eksempelvis BIM-modulen. Så dersom du sammenligner med mer konvensjonelle, rent tradisjonelle planleggingsprogramvare, så er Synchro et steg videre. Vi har satset mye på BIM i AF, helt fra tilbudsfasen og videre utover. Vi jobber med BIM-modeller når vi regner på jobber og der modellerer vi gjerne opp for å få kontroll på omfanget. Da har man funnet ut at vi ønsker en planleggingsprogramvare som kan benytte seg av BIM-funksjonaliteten og da var Synchro et naturlig valg. Så kan det jo godt være at det tilkommer andre programmer som kan være enda mer brukervennlig og ha enda bedre funksjonalitet som man kan vurdere underveis. Vi gjør løpende vurderinger for det skjer veldig mye på programvarefronten.

### **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Vi er så heldige at vi har den sentrale ressursen vår; en BIM-tekniker som støtter prosjektene. Tore er superhelten i avdelingen. Han gjør veldig mye. Som sagt så utfører han alt fra kollisjonskontroller og bistår i prosjekteringsfase, til at han bistår med Synchro. Han er ekstremt flink. Han kan all funksjonalitet i Synchro. Han er en av de beste i hele AF på det. Det som går på for eksempel modellering av riggplaner o.l., er det stort sett Tore som bistår med. Ved for eksempel justeringer i riggplanen underveis i prosjektet, noe som skjer hyppig etter hvert som byggeriet skrider frem, så klarer vi å flytte objekter på egenhånd. Dersom det er større ting som skal endres på og legge til nye objekter o.l., da er stort sett Tore med og støtter. Så han er egentlig en prosjektressurs som prosjektene deler på. Synchro krever at du praktiserer det regelmessig for at du skal jobbe effektivt i det. Hvis vi skulle klart oss selv, så hadde vi brukt fire ganger så lang tid på småoppgavene enn det Tore gjør, siden han sitter og jobber i det hele tiden. Tore har jevnlig kurs for oss

internt, men han hjelper oss i prosjektene med en del oppgaver relatert til Synchro, fordi han gjør det såpass mye raskere, og han er tildelt for å kunne støtte med sånne ting. Alle får Synchro-kurs når de starter i den AF-enheten jeg jobber i. Det er en del av opplæringsplanen. Så blir det jo til at den kunnskapen forsvinner litt ut fordi det ikke praktiseres jevnlig. Når en først skal begynne å benytte det, så blir det til at Tore bistår med en god del. Hvis det bare er enkel funksjonalitet og oppdatere Gantt-plan og sånn så er det ganske enkelt, men når det omhandler 3D- og 4D-funksjonalitetene er det fort at man spør Tore om hjelp.

*Hvis AF-enheten du arbeider i vokser og dere har etablert bruk av Synchro på alle prosjekter i større eller mindre grad, da får Tore etter hvert veldig mange prosjekter å holde på med, hadde dere påtatt dere deler av hans arbeid da?*

Jo, absolutt. Prosjektene er bemannet ut ifra de ressursene man har. Så når man vet at man har Tore som er tildelt som støtterressurs, så blir det til at man vet at han er der. Da utpeker man ikke noen egen BIM-ressurs til prosjektet eller noen som skal lære seg det, fordi foreløpig har Tore den kapasiteten. Dersom det etter hvert blir et behov for omfordeling fordi Tore kommer til å være fullt opptatt på grunn av en økning i antall prosjekter, så må vi bare lære oss dette som går på Synchro i prosjektene selv. Det er i prosjekteringsfasen hans aller viktigste rolle er, med kollisjonskontroller og støtte. Man tilpasser seg omstendighetene, så hvis vi plutselig ikke har Tore tilgjengelig lenger så må vi lære oss det selv. Da blir det typisk en ekstra ressurs i prosjektet som tar tak i det, og det er ikke så vanskelig at det er umulig. Tore er jo veldig frempå med dette med kurs og ønsker å lære opp andre og sånn, så jeg tipper han får frigjort litt tid for seg selv også. Vi klarer å lære oss det i prosjektene hvis vi må. Det er ikke noe stort hinder. Som regel er det alltid litt for mye å gjøre i et prosjekt, så hvis det er mulig å få støtte er det veldig lett å benytte seg av tilbudet ettersom en har mer enn nok å gjøre fra før av.

### **13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?**

For vår del så er det hovedsakelig som en støtte i planleggingen vår. For å visualisere ulike faser og øke forståelsen for det de skal gjøre. I en tilbudsprosess kan det bidra til å overbevise byggherre om at vi har forstått oppgaven på en god måte ved at vi leverer riggplan i 3D, fremfor noen som leverer inn en 2D-plan som de har håndskisset. I enkelte anbud kan det også være aktuelt å levere en 4D-film av planlagt gjennomføring, men det er gjerne i større offentlige prosjekter der det stilles som et krav. I tillegg kan vi fremstå mer profesjonelt, siden vi har gjort grundigere vurderinger på den måten. Det teller positivt i en tilbudskonkurranse. Det er hovedsakelig det som jeg ser per i dag. Det finnes også noe funksjonalitet for statusoppdateringer, men det er ikke noe som jeg har ønsket å benytte enda. Vi har gjort vurderinger av ulike programvarer for å se på det. Bare nå i det siste har vi sett på et par programvarer for å se om vi skulle digitalisere deler av planleggings- og oppfølgingsprosessen vår, men jeg føler meg ikke trygg nok til å ta dem i bruk fordi jeg ikke synes funksjonaliteten er god nok enda.

*Hva heter de programvarene?*

Vi har for eksempel sett på VisiLean og Hoylu. Hoylu er litt enklere, mens VisiLean skal være komplett. Jeg synes VisiLean var bra sammenlignet med for eksempel Touchplan. Man blir veldig styrt i Touchplan, mens VisiLean var litt mer tilpasningsdyktig, men fremdeles ikke nok. Jeg følte at hvis vi skulle gått over til det, så måtte vi gjort noen grunnleggende endringer i hvordan vi styrer prosjektene eller hvordan jeg ønsker å gjøre det, og det var jeg ikke komfortabel med.

*Kan du komme med et konkret eksempel der?*

Når vi lager ukeplanene sammen med underentreprenørene, så gjennomfører vi manuell lappeplanlegging. Da føler jeg at du får et veldig sterkt eierskap og en veldig grundig gjennomgang av det som skal skje etterfølgende uke, samtidig som at de forplikter seg veldig til det de skal gjøre. Hvis vi for eksempel hadde brukt VisiLean, så hadde aktivitetene for hovedfremdriftsplanen blitt automatisk overført til ukeplanleggingen. Dermed hadde de ikke trengt å gjøre en replanlegging. Da ligger alle dagsaktivitetene i planen, og da er det fort gjort at folk ikke gjør den grundige gjennomgangen av neste uke som de burde gjøre. De tenker ikke hva jeg skal gjøre på mandag, hva skal jeg gjøre på tirsdag, hvor mange folk trenger jeg til dette og dette. Da kan en risikere at fagarbeiderne blir mer likegyldige ettersom det ikke krever ytterligere gjennomgang. Videre er det dette med statusrapportering der folk kan rapportere inn status via telefonen sin. Sånn som vi gjør det i dag så møtes vi hver eneste morgen. Da samles vi foran den lappeplanen som vi lagde fredagen før. Deretter går vi igjennom fag for fag hvor du blir holdt ansvarlig på en helt annen måte enn hvis du bare går ut og trykker OK på telefonen. Der synes jeg vi mistet veldig mye av ansvarliggjøringen og eierskapet. Hvis vi ikke skulle bruke den funksjonen, så ble det litt meningsløst å bruke VisiLean fordi programvaren legger opp til at vi skal bruke hele systemet. Da begynte vi for eksempel å se på Hoylu i stedet, og om vi skulle bruke det for den overordnede planen og så beholder vi ukeplanleggingsmøtene som vi gjør i dag med lapper. Deretter ville vi eventuelt rapportert den statusen tilbake til Hoylu-planen. Det er ikke helt besluttet om vi skal gjøre det sånn. Det som er litt dumt med måten man gjør det på i dag, er selvfølgelig at PPU o.l. må vi beregne manuelt. Da står vi og teller lapper og rot- og saksanalyser o.l., og det blir 100 prosent manuelt. Svakheten med dette er at det er veldig tungvinn logging av data.

#### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Det varierer litt fra prosjekt til prosjekt, men stort sett bruker vi det til vår interne planlegging i tidligfase. Vi har alltid en skyggeplan som oppfyller ferdigstillingen av prosjektet der vi deler prosjektet inn i faser, og så har vi vår formening om hvordan vi mener fremdriften bør kunne gjennomføres. Så tar vi med oss de føringene inn i våre planleggingssamlinger med underentreprenørene, slik at de ikke får fritt spillerom når vi skal planlegge sammen. Da sier vi at denne fasen har vi avsatt så mye tid til, slik at vi må klare det innenfor de fastsatte rammene. Synchro er en støtte som ligger i bakgrunnen, også bruker vi det til statusoppdatering for å få ut en S-kurve for eksempel.

*Hvorfor stopper bruken opp etter faseplan? Er det fordi dere ikke ser nytte i det å bruke det på de innvendige arbeidene?*

Ja, for min del iallfall. I og med at vi har de detaljerte fremdriftsplanene, som vi gjerne har utarbeidet lokasjonsbasert i Excel, så ser jeg ikke nødvendigheten. Det er andre prosjekter som ikke har kommet så langt i den Lean-baserte planleggingen som bruker Synchro mer aktivt. Jeg vil si at det er mer den gamle måten å gjøre det på; det at du sitter med Gantt-planen og underentreprenørene og rapporterer status på aktiviteter i den planen. Jeg mener da at du mister det store bildet. Det er ikke noe særlig å rapportere i Synchro når f.eks. innvendige arbeider påbegynner. Der blir det så ekstremt komplekst med mange småaktiviteter som ikke vises i modellen. Det resulterer i at støtten fra BIM-funksjonaliteten uteblir, og da sitter du egentlig igjen med bare masse småaktiviteter i en Gantt-plan som kan virke veldig uoversiktlig.

#### **15. Hvilke utfordringer ser du ved programvarene?**

Synchro legger ikke opp til noen god involvering av underentreprenører. Det er tatt utgangspunkt i et Gantt-planleggingsprogram, som egentlig er et ganske lite involverende format. VisiLean derimot er grunnleggende lagt opp for å samhandle rundt planlegging og

styring. Sånn sett mener jeg Synchro allerede fremstår som litt utdatert, ettersom det er bygget på en Gantt-plattform. Jeg tror nok det vil være andre programvarer, når de etter hvert begynner å få på plass enda bedre BIM-funksjonaliteter, som vil være mer aktuelle enn Synchro på sikt. Jeg tror det for vår del iallfall, fordi de er bygget opp etter et Lean-tankesett og ikke på et tradisjonelt Gantt-tankesett.

#### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktisering av 4D?**

Hvis vi snakker om 4D som statusoppdatering for eksempel, tror jeg det er viktig at programvaren legger til rette for å kunne praktisere det slik vi ønsker. Sånn som vi praktiserer det nå kan ingen kan gå inn og endre planen uten at vi har sett på det. Statusrapporteringen skjer mens vi står i rommet og de ulike fagene forteller oss hva som har skjedd, hvorfor det er avvik i planen og hva vi skal gjøre med det. Med VisiLean for eksempel så var det mulig å melde inn avvik i planen hvor som helst ute på byggeplassen, og da føler vi at vi mister kontrollen. Vi eier ikke forumet for å håndtere avvik i planen lenger, og en blir ikke holdt ansvarlig på samme måte.

*Men, er ikke en digital og fleksibel rapportering en måte å involvere folk på?*

Jeg synes ikke det er feil å melde inn digitalt, men jeg ville heller hatt et program hvor vi hadde kunnet bestemme gitte tidspunkt det var lov å melde inn status på, eksempelvis når vi sitter sammen. Vi ønsker å kunne styre det litt, for hvis vi skal ha et veldig stramt grep rundt dette med statusrapportering, burde det skje i visse fora eller ved gitte tider. Vi har også sett på programvarer der folk faktisk kan gå inn og endre aktiviteter. Vi ønsker ikke at folk skal kunne gå inn og endre aktiviteter, eller styre rundt i planen, uten at det blir helt uoversiktlig for oss hva som skjer. Da replanlegger planen seg av seg selv, og det mener iallfall jeg er livsfarlig. Hvis du har 15 underentreprenører som har tilgang til å endre på planen din mister du fullstendig oversikt. Det går ikke. VisiLean var ikke helt sånn, men andre programvarer var det. De mente det var så bra at ved å oppdatere statusen på en aktivitet endret og tilpasset resterende aktiviteter seg. Det er livsfarlig i mine øyne, for da har du egentlig en flytende plan hele veien og da er det ikke vi som totalentreprenør som styrer planleggingen. Det er viktig for min del at programvaren gjør at vi kan styre de foraene der vi diskuterer fremdrift og at vi kan ta opp de problemstillingene som dukker opp sammen. Mange ganger har vi for eksempel hatt morgenmøte, også dukker det opp en utfordring der en underentreprenør mener at han er forsinket, men når vi diskuterer det sammen med andre så finner vi ut at det ikke vil gi en varig forsinkelse. Vi klarer å hente det inn igjen. Så har du håndtert det, og det blir ikke et varig avvik fra fremdrift. Da har man løst det sammen, i stedet for at noen melder inn et avvik også forplanter det seg videre.

#### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

Jeg tror absolutt at det er løsbart. Det er veldig mange av disse programvaretilbyderne som kan selge seg inn med at de kontinuerlig jobber med utvikling av programvaren, og løpende tar til seg tilbakemeldinger fra brukerne. Det som er utfordrende, er at brukerne av programvaren arbeider på veldig mange ulike måter. De kan ikke ivareta tusen ønsker fra ulike prosjekter som ønsker å bruke det på den og den måten. For vi har kommet med noen ønsker, til for eksempel VisiLean, også har de gjerne fått andre ønsker fra noen andre brukere på hvordan de har lyst til å ha det. Av den grunn er det veldig vanskelig å finne metodikker som kan tilfredsstille alle. Den grunnleggende utfordringen jeg tror vi står overfor er derfor å få lagd programmer som er fleksible for flere brukere med ulike metodikker og prosesser. Det kan ikke være så fleksibelt at det skal ivareta alle sine ønsker, for da har du plutselig en programvare som du må skreddersy, og det krever mye arbeid av kunden. Det å finne balansegangen mellom å dekke våre behov slik som vi ønsker

å drive, og samtidig være fleksibel nok for andres prosesser, er utfordrende. Det er stort sett bare tilpasninger av funksjonalitet det bunner ut i. Vi har funksjonaliteten vi ønsker allerede i dag, men det harmonerer ikke med prosessen vår.

*Hva tror du skal til for at det gjør det?*

Jeg tror at etter hvert som programvaren modner så vil de sikkert finne måter å løse det på, og at de kan ivareta flest mulig ønsker uten å gjøre programvaren kompleks.

**b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?**

Jeg tror bare det at vi har sett på muligheten for å benytte oss av det i større skala enn det gjøres i dag, tyder på at vi har tro på det. Jeg mener det er viktig å digitalisere informasjon og at det gir en merverdi. Så jeg tror absolutt at det kommer til å komme i større grad. Man må løse problematikken hvor du har veldig komplekse arbeidsprosesser, eksempelvis som når du jobber med innvendige arbeider. Da burde en kanskje ikke se på bygningselementer, men heller definere det som soner i modellen hvor du kan ha arbeidspakker. Du kan ikke låse det ned på det at du skal kunne trykke på et element også si hvilken status det har, fordi det er ikke sånn du jobber i alle deler av prosessen. Når vi kommer til innvendige arbeider så jobber vi mye mer med soner og arbeidspakker, og da burde programvaren tillate det.

**17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?**

Ja, vi kommer til å ta i bruk visse funksjonaliteter av det. Som for eksempel støtte i planleggingen.

## Utvikling og innovasjon

**18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Det er ikke noen enhetlig måte egentlig. Det foregår i ulike formater. For eksempel som jeg nevnte så har vi prosjektevalueringer. Når det kommer til planlegging så sporer vi for eksempel PPU i prosjektene her i vår AF-enhet. Det er forholdsvis nytt, så vi har ikke noe lang statistikk på det. Det er noe vi forsøker å få ut i alle prosjektene nå. Dette med rotårsaker er i prosjektdriften. Når det kommer til det overordnede som går på eksempelvis risiko og tilbudsprosesser, så har man begynt å digitalisere det. Ved å ha en digital plattform som kan benyttes til å identifisere ulike risikomomenter i tilbudsfasen, vil det være mulig å kunne evaluere de løpende. Ved ferdigstilling av prosjektet vil disse risikomomentene vurderes om var rett i tilbudsfasen, slik at du får en helhetlig tilnærming til det.

**19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Det tror jeg absolutt. Vet ikke om dere har sett på ALICE Technologies, det er jo typisk sånn. Det er kunstig intelligens som lærer av å se mange ulike fremdriftsplaner i ulike prosjekter, og som skal bli smartere. Det er AI-basert læring. Jeg tror nok at det er mer effektivt enn menneske-basert læring, hvis man får det til å fungere. Foreløpig er det litt overforenklet. Det kommer sikkert til å bli veldig bra.

**22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?**

Der tror jeg absolutt det er mye å hente. Det som er viktig er at man faktisk forstår prosessen. Det kan ikke være sånn at man putter inn noen verdier også forstår du ikke helt det som kommer ut. Det må være sånn at man kan gjøre en god vurdering av fremdriften og forstår hvordan programvaren fungerer og de parameterne man putter inn.

Du kan ikke miste eierskapet til planen eller forståelsen for planen. Når vi planlegger er det klart at vi gjør veldig mange viktige vurderinger og oppdager mange viktige problemstillinger. Så hvis du bare skal mate det inn i en programvare, og får ut en ferdig plan, så får vi ikke fullstendig kontroll.

# Kjetil Nygård

**Bedrift:** AF Gruppen

**Stillingstittel:** Anleggsleder

**Generelt:** Kjetil er ansatt i AF Nybygg og har jobbet i bransjen i cirka 33 år, hvorav 22 år har vært i AF. Han er i utgangspunktet utdannet tømrer, men har fylt på underveis med kurs innen betong som U5, U3 og liknende, og jobber i dag som anleggsleder. Kjetil har kjennskap til Solibri etter å ha gjennomført flere kurs, men synes det er vanskelig å vedlikeholde kunnskapen ettersom det ikke blir nok brukt. Han lener seg derfor på yngre krefter som tar programvarer lettere.

## Digitalisering i virksomheten

### 5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?

Jeg er veldig positiv, men kanskje ikke til alt. Det er viktig å ha kunnskapen om bygging når en skal implementere ny teknologi. Den tror jeg fort blir glemt. Et eksempel er da vi begynte med Solibri eller BIM da jeg var i Bygg Oslo. De som har veldig peiling på det, sa at du for eksempel kan ta ut mengder o.l. Jeg var tømrerformann og så skulle vi ta ut mengder på alle mulige slags produkter eller materialer vi skulle bruke i blokk. Det er et kjempefint verktøy til å kunne ta ut mengder, men det hjelper deg veldig lite å ha 100 pakker gips ute på gaten når du ikke vet hvor de skal. Så det er vesentlig å ha kunnskap om hvordan produksjonen foregår. Du må vite bakgrunnen og litt mer enn det. Derfor er det viktig å tagge vegger riktig, slik at du vet hva som skal hvor, ellers er du like langt. Forrige prosjektet jeg var på så hadde det blitt brukt BIM og Solibri der også, og der var det litt feil i forhold til svinn. De hadde lagt til for lite svinn, så vi ente med å få 70 pakker gips for lite. Det var på et næringsbygg hvor inngangsdøra er nede i første etasje. Det blir veldig tungvint når du skal bære alt inn i heisen, og så fordele 70 pakker gips. Det blir enormt tidkrevende å gjøre det senere. Det er viktig å ha med seg den faglige kunnskapen, hvis ikke blir gevinsten av BIM og Solibri bare halvveis. Jeg er ikke god nok på BIM til å få ut all informasjon som det er mulig å få ut av programvaren. Men, jeg innser det og søker derfor hjelp. Når jeg mengder, så sitter jeg med en papirtegning i A1 format, og så markerer jeg vegger med hvor de skal for eksempel med forskjellig lag gips. Jeg ser også på hvordan det skal bygges. Da får jeg mer forståelse for tegningene og begynner å tenke på hvordan det skal bygges, produksjonsrekkefølge, og når de forskjellige faggruppene skal inn osv. Jeg er litt redd for å miste den forståelsen når jeg ser på en BIM-modell. Likevel er det fint sånn i etterkant på mye prosjektering og tekniske fag hvor man ser på kollisjoner og kryssinger etc.

#### a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at du skal ta i bruk ny teknologi?

Nøkkelen er å få til kombinasjonen av utførelsesmetode og prosjektering. Visualiseringen i 4D gir deg veldig lite utenom hvordan ting ser ut. Vi har prøvd å skanne bygget på mitt nåværende prosjekt slik at vi kan se at ting blir bygd riktig i forhold til kotehøyde. Det kommer mer og mer nytt. Det er bare for oss gamlegutta å prøve og henge med. Vi må tørre å bruke det.

#### b) Hvordan stiller du deg til å endre egen arbeidsmetodikk for ny teknologi?

Jeg er positiv til det, men utfordringen er å ha tid. Veldig mye teknologi gjør min hverdag lettere. Jeg opplever at tiden reduseres betraktelig på ting som tidligere tok mye tid. Før tok man bilder med fotoapparatet og skulle laste det inn på PCen etterpå, så ting går fremover. Da man tidligere skulle gjøre en KS, så brukte man tilnærmet dobbelt så lang



tid av hva man bruker i dag ved å bruke Dalux. Det er positivt at det går den veien. Det er bare å henge med på det som skjer, siden utviklingen går fort.

**c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?**

Jeg tror du må se det litt over tid, men du må se på det som går på tidsforbruk til enkeltpersoner som bruker det i sitt arbeid. Ved å minimere byggefeil så kan man spare tid. Man må bare tørre å hoppe i det og tørre å bruke det. Erfaringen vil komme etter hvert når vi opplever at det gjør hverdagen vår enklere og bedre.

**6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?**

Det er mange som tar initiativ, alt fra konsernledelsen til Tore som er en pådriver i avdelingen vår i Nybygg. Vi har en ny forretningsstrategi som vi er i gang med å lage. Innovasjonen er en del av den.

**a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

De er veldig positive til det her i AF. Da vi innførte Solibri, sørget ledelsen for å tilrettelegge for hele bedriften. De er veldig positive til å implementere det. Når man snakker med folk om nye produkter eller nye måter å gjøre ting på, så er det veldig sjeldent at man møter en negativ holdning. Det er mange som jobber her så det er mange personer og nivåer oppover i konsernet å forholde seg til, men den generelle holdningen er at de er veldig positive.

**b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?**

Når vi skal teste noe nytt så lager vi ofte et prosjekt på alt mulig som vi skal teste. Et prosjekt er en kortvarig greie, og om konklusjonen er negativ så er det veldig enkelt, da er det bare å kutte det ut. Utfordringen er å holde trøkket oppe i ettertid, spesielt hvis utfallet er positivt. Den kan være utfordrende. En er litt avhengig av hvem som har vært med på prosjektet. Jo høyere opp i systemet en har med seg en eller annen, jo lettere er det å få ting igjennom. I utgangspunktet synes jeg ledelsen er flinke til å følge opp, men noen ganger kunne det vært fulgt opp bedre. Det ender ofte i et dokument. Når vi lager et prosjekt på en ting, og samler en gruppe mennesker som jobber med forskjellige deler i det prosjektet, så vil spørsmålet være hva gjør man den dagen prosjektet ikke eksisterer lenger. Man har konkludert med et eller annet, og så forsvinner alle de involverte hvert til sitt. Det kan være en utfordring.

**7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Jeg er nok ikke den største pådriveren av ny teknologi. Jeg fikk innført Dalux i AF, og det gikk på tid. De var positive, og det ble vellykket. Hverdagene flyr veldig fort, og da ender man i den samme rutinen. Du gjør det samme i dag som du gjorde i går og deretter det samme på neste prosjekt. En setter ikke av tid til det rett og slett.

*Hadde det spilt noen rolle for deg om konsernet hadde støttet Dalux eller ikke?*

Det er positivt med støtte fra ledelsen og det gjør de også. Jeg er nok ikke den største påvirkeren til å endre ting, på grunn av at hverdagen er hektisk. Jeg er ikke noe negativ til det, men du trenger noen andre som kanskje tar initiativ til det.

## Praktisering av 4D

**8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Mine forventninger var at det kunne redusere byggefeil, at det kunne brukes i prosjektering, spesielt i tekniske fag, og kunne brukes til å ta ut mengder og dermed kunne

spare tid eksempelvis der det vanligvis brukes én måned på å regne mengder på en boligblokk.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Jeg har ikke holdt på så mye med 4D, men der har det vært en utvikling opp gjennom årene. Det har vært noen runder internt hvor man får ryddet en del feil av veien som gjør det litt mer brukbart. Jeg brukte litt Microsoft Project til planlegging i Bygg Oslo. Synchro er også et planleggingsprogram, men som også har funksjoner som blir veldig lite brukt. Det er det jeg kaller «gadget»-funksjoner hvor du kan spille av 4D-modeller og følge produksjonen, men det blir ikke brukt. Det er sikkert kult for en som er opptatt av «gadget», men i hverdagen så sitter du ikke og ser på slike 4D-simuleringer. Det er sikkert kult å se for de på hovedkontoret.

### **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Tore Rausand er pådriveren for Synchro og vår ekspert. Ellers bruker alle her på byggeplassen Synchro. De har Openviewer-versjonen, så de kan ikke gjøre endringer, mens jeg har Scheduler og har laget planen. Det er jeg som sitter på det største eierskapet til planen.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Det var Tore som dro meg gjennom et kurs da jeg aldri hadde brukt det før.

### **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Ja, jeg fikk kurs av Tore og har han på hurtigvalg på telefonen. Jeg har hatt noen tekniske utfordringer med Synchro etter at de fikk nye eiere. Da streiket PC'en min. Derfor er min opplevelse av programvaren noe dårligere etter at Bentley kom inn i bildet. For eksempel da jeg avsluttet arbeidsoperasjoner, så stod det ett sekund istedenfor én dag. Ikke spør meg hvorfor sånne ting skjer, men det skjedde småting hele tiden med Synchro etter at Bentley tok over.

*Følte du at kurset med Tore var tilstrekkelig til at du kan håndtere programvaren på egen hånd eller er du avhengig av støtte?*

Det er litt i underkant å få et par/tre-timers speedkurs. Samtidig så var det tålig greit, en må bare hoppe i det og prøve. Imidlertid er en redd for å ødelegge noe når en sitter og jobber ganske mange timer i det. Jeg er ikke ferdig utlært, så hvis ikke Tore hadde vært der, hadde jeg trengt mer kurs og påfyll for å holde det vedlike. Det går raskt i glemmeboken når det ikke praktiseres kontinuerlig. Verden går videre, og da har man ikke tid til å leke med det lenger sånn som en gjorde før.

### **13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?**

Det er å avstemme planen og følge den. Vi ønsker å produsere ting til riktig tid, samt beregne og forstå fremdriften. Jeg synes det er tungvint når du er ferdig med planen og du skal avslutte en aktivitet. I Microsoft Project kan man for eksempel sette ting i planen i 100 prosent slik at man viser at aktiviteten er avsluttet og utført. Det har med S-kurver å gjøre. I Synchro kan du ikke sette ting i 100 prosent. Man må fysisk gå inn og trykke oppstartdato, sluttdato og finish, som er tilknyttet S-kurver. Det skjønner jeg ikke hvorfor. Hvorfor kan det ikke være en egen kolonne som viser en viss prosent utført? Er det 100 prosent så er det 100 prosent og så er man ferdig. Det synes jeg var lettere i Microsoft Project enn i Synchro.

### **a) I hvilken grad forstår du hvorfor 4D tas i bruk?**

Synchro har 3D-funksjoner og S-kurve-funksjoner. Jeg opplever ikke at jeg får nok informasjon ut av det. Jeg tror meningen er at man skal rapportere hver måned når det gjelder produksjon, kostnader og hele pakken. Jeg tror ikke man får ut all informasjon, men det var antakeligvis det som var målsetningen dersom man ser det i en idealistisk, teoretisk verden, men sånn er det ikke.

*Er denne hensikten og målsetningen noe du har konkludert med selv, eller er det noe du har fått videreformidlet?*

Konklusjonen er basert på min erfaring, og er noe jeg har kommet frem til selv.

### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Jeg er inne i programmet cirka 2-3 ganger i uken. Vi har fremdriftsmøter på torsdager der vi bruker det. Vi har Lean i tillegg, så på møtene har jeg Synchro-planen for de tre neste ukene oppe imens de ulike firmaene og/eller faggruppene henger opp lappene sine på Lean-tavlene og avstemmer i 1:1 forhold. Hovedfremdriftsplanen skal stemme med ukeplanene på Lean.

*Betyr det at dere har ganske høy detaljeringsgrad på planen dere har i Synchro?*

Ja.

*Føler du at bruken har stoppet opp for din del?*

Nei. Jeg bruker den i forbindelse med fremdrift, men de andre funksjonene blir ikke brukt.

*Har dere vurdert oppfølgingsaspektet?*

Jeg har Scheduler, mens de andre har Openviewer. Det er på grunn av at vi gjør endringer i planen, og det var en som klarte å slette hele planen. Jeg klarte å spore den frem sammen med IT, men fikk riktignok tak i en litt eldre versjon. Av den grunn ønsker jeg ikke at så mange skal ha tilgang til Scheduler for å kunne gjøre endringer.

*Hvorfor kobler dere ikke opp planen til modellen?*

Det går på tid. Jeg har ikke noen god forklaring på det.

*Tid er det vi kaller et skalkeskjul, fordi vi har tid til det vi prioriterer. Så spørsmålet er hvorfor prioriterer dere ikke å bruke tid på det?*

For å se hvor du er i forhold til framdriften, så kan du se ut av vinduet. Det å være fysisk ute blir prioritert foran å sitte og se på det i Synchro. 4D-visualiseringen er som sagt bare en morsom «gadget»-greie. Du kan se på datoene hvordan det ligger an. Hver enkelt person for sine fag skal være såpass oppdatert i forhold til datoene i planen.

### **15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren?**

Jeg synes finish-funksjonen når du er ferdig med en aktivitet er tungvinn. Det hadde vært fordelaktig om en kunne plottet inn prosent utført, istedenfor å trykke start, finish og hele pakken. Dersom man har en avstemming hver uke, så må man lete etter datoer på når man startet en aktivitet. Man burde ha såpass kontroll at man kan taste for eksempel 50 prosent utført på en aktivitet. Det var et eller annet som skjedde med Synchro da Bentley kom inn i bildet. Programvaren fungerte bedre før, fordi jeg opplever at det skjer programvarefeil innimellom.

*Du sier at dere lager lapper fysisk ved siden av, er dette noe dere hadde savnet å ha i programmet slik at det også blir loggført?*

Ja, hvorfor ikke? Jeg har ikke tenkt på hvordan det skulle gjøres eller på hvilken måte. Vi avstemmer hver uke, og i Lean-planleggingen så er man ajour (sort strek), eller så er man ikke ajour (rød strek). Deretter regnes prosent utført og så føres det i et Excel-ark ved siden av. Jeg har ikke fasitsvaret, men hvorfor ikke koble det sammen.

### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktisering av 4D?**

Jeg opplever ikke Synchro som noe annerledes enn Microsoft Project for eksempel. Man tar utgangspunkt i en kalender hvor man sitter og plottet inn datoer og lengde på ting, og så legger man inn ferier. Så er det en del funksjoner i Synchro som gjør at du kan se på byggingen og hvordan du ligger an i forhold til planen i en sånn 3D-visualisering. Du kan ta på S-kurver o.l. som ikke jeg bruker. Så har du en S-kurve som jeg synes er bortkastet, fordi du får ikke ut all informasjonen og det er ganske tidkrevende å sitte og plottet inn informasjonen for å få ut de S-kurvene for eksempel hver måned. Da mener jeg at du kunne brukt den tiden til rapportering, så hadde du fått inn mer informasjon. Fordi der legger du egentlig bare inn for eksempel kontraktssummen som du vet om når du bygger planen, og det er før du har startet. Underveis så får du masse tillegg som ikke ligger inne, så du får negativt tidsforbruk i forhold til de pengene. Du legger aldri inn pengene.

Når ting fungerer og man kan bruke hovedfremdriftsplanen, så er det helt fint. Det er en del sorteringsfunksjoner som er fine å ha. For eksempel så har jeg lagt inn at man kan sortere ut tre uker frem fra en dato. På fremdriftsmøtene hver uke er det ikke noe poeng i å ha opp hele planen. Prosjektet vårt er på tre år og det er rundt 2500 linjer på den planen. Det er ikke nødvendig å ha så mange linjer oppe på en gang.

#### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

Det er fullt løsbart. Det bør vel egentlig ikke være en stor greie som tar veldig lang tid. Jeg tviler på at vi får det til på dette prosjektet siden vi er så godt i gang, men hvorfor ikke på neste prosjekt.

#### **b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?**

Jeg tenker at hvis man hadde hatt den treffprosenten på planleggingen sin som egentlig Lean er, og knyttet den opp mot planen og vist den på fremdriftsmøtene, så tror jeg det hadde vært sunt. Det er en pekepinn for å se hvor flinke de forskjellige fagene er til å planlegge jobben sin.

### **17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?**

Jeg hadde brukt Synchro på neste prosjekt, fordi det fungerer like greit som alt annet når det gjelder planlegging, datoer og fremdrift. I begynnelsen av prosjektet da vi hadde god tid, så brukte vi 4D-funksjonene og hadde den oppe litt innimellom. Det var morsomt å se på, men det har blitt borte da hverdagen ble mer hektisk. Jeg tror bruken hadde vært den samme som i dag, men det er en artig tanke å koble det opp mot Lean.

*La oss si at ditt neste prosjekt har en veldig trang tomt og mange som skal inn samtidig, kunne du sett for deg at det hadde blitt brukt på HMS og logistikk?*

Der er du inne på Lean som vi bruker. Det er klart at hvis man hadde koblet Synchro med Lean, så hadde det blitt brukt på det óg. I planen min har jeg HMS på overordnet nivå, og så har jeg satt inn når KS skal utføres i planen. Eksempelvis viktige ting som fuktmåling i vegg før du lukker den, og sånne typer datoer. Det er klart at HMS på ukeplan er mye mer detaljert enn hva den er i min Synchro-plan.

## Utvikling og innovasjon

### **18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Det blir laget prosjekter eller prosedyrer litt avhengig av hva det er. Vi har en dame som er HMS-sjef i Nybygg, og det er hun som egentlig lager prosedyrene. Hun vil antakeligvis dra med seg erfaring fra prosjekter når hun lager prosedyrer, også får vi tilsendt ny prosedyre på mail.

*Lagres dette i et standardisert skjema i en database som dere kan bruke senere?*

Ja.

*Brukes det?*

Jeg har jobbet her noen år og er ganske kjent med hvordan ting skal gjøres og hvilke prosedyrer som gjelder. Jeg vil anta at de yngre bruker den mer oftere enn meg. Det har litt med kjennskap og erfaring å gjøre. De yngre vil søke informasjon for å lære, men jeg har allerede gult blod. Det er slik at når du har gjort en del og snapper opp ting, så tilpasser man seg nye ting etter hvert som årene går.

### **19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

75 prosent av tiden blir antakeligvis brukt på dårlige erfaringer eller dårlige valg. Det er ofte det som får fokuset. Det er viktig å ta lærdom av det man gjorde i de dårlige valgene. Det foregår også noen smarte valg, men jeg er usikker på hvordan man skal få overført det til en BIM-modell. Generelt sett så er vi dårlige på erfaringsoverføring, og det gjelder Bygg Oslo også dessverre. Vi burde vært flinkere på erfaringsoverføring og det å lære av hverandre. Noe av grunnen kan være at alle prosjektene i AF er selvstendige og uavhengige av hverandre. Det er veldig gjentv å prøve å gjøre det bedre enn andre når man kommer på prosjekt. Man skal ikke høre på noen andre. Det er litt sånn det fungerer. Man skal gjøre det litt bedre fordi at man vet bedre selv. Det er nok en hemsko for erfaringsoverføringen. I Bygg Oslo så har de en ettermarkedsavdeling som følger opp veldig godt på byggefeil. Det er de som har kontakten med kjøperne. De får også alle reklamasjonene på byggefeil. Det er veldig lærerikt, samtidig som man tar vare på kundene. Vi er ikke flinke nok til å sette erfaringen godt nok i system.

### **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Det er et godt spørsmål. Jeg vet ikke hvorfor. Jeg har spurt om det mange ganger selv. Jeg tror det ofte er så enkelt at prosjektene er så selvstendige og uavhengig av hverandre, og at det er fokus på å gjøre det bedre enn andre. Vi har hatt større prosjekter som er delt i flere byggetrinn, hvor man sitter på brakkerigg ved siden av hverandre og ikke klarer å prate sammen. Det er dumt, men dessverre så er det litt sånn det fungerer.

### **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Jeg er litt uenig i det. Selvfølgelig har hvert prosjekt sine utfordringer og er unike, men om du har en liste med positive og negative erfaringer på et prosjekt, så er det ikke verre enn å hoppe over det som ikke er relevant. Jeg skjønner ikke hvorfor det skal være en hemsko. Jeg har ikke noe godt svar på det. Jeg har sagt det her i Nybygg at man kan lage en liste på positive og negative opplevelser/avgjørelser, og deretter hoppe over det som ikke er relevant. Det er ikke noe farlig, det er lettvent.

*Tror du standardisering kan være med på å senke variabiliteten og at det er en god måte å gjøre det på?*

Ja, men jeg tror ikke er så lett å gjennomføre. Kjøperne blir stadig mer og mer kravstore, og da kreves det mer å gjøre endringer. Både AF, byggherrer og andre aktører tilpasses kjøperne og deres ønsker. Grensene pushes hele tiden. Med standardisering hadde alt blitt en firkantet melkekartong og veldig enkelt og greit. Jeg tror ikke det er så lett å gjennomføre det. Man har standardiserte utførelser på detaljer, men dersom man eksempelvis skal lage en fasit på en boligblokk, så får man ikke brukt den overalt. Jeg hører om prosjekter hvor kjøperne har fire yttervegger også kan de bestemme alt innvendig selv. Det har blitt begrenset hva folk får lov til å ha av tilvalg på opp gjennom årene. Det er tidkrevende for oss på prosjektet med tilvalg og det er lett å gjøre feil. Det er fort gjort å for eksempel glemme én farge i en leilighet, eller at Fru Hansen skal ha blått på soverommet, og så skal dette sorteres slik at du maler riktig farge i riktig rom. Det var mer tilvalg før enn nå. I dag blir det presentert et visst spekter av flis på badet, også får man velge mellom de tre-fire forskjellige typene. Det er veldig tidkrevende å drive med tilvalg. På dette prosjektet har vi 200 leiligheter, 200 forskjellige kjøpere og 200 forskjellige meninger. I leilighetene er ikke nødvendigvis mor og far enige heller. Det er veldig mange mennesker å forholde seg til. Jeg tror at vi kommer til å gå tilbake til at folk får velge hvilke flis de vil ha og farge på veggen.

## **22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?**

Jeg har ikke noe spesielt system for det. Jeg begynner å få noen år i bransjen, men jeg kaller meg aldri ferdig utlært. Jeg har opparbeidet meg en viss peiling på hva som fungerer og ikke fungerer. Den dagen jeg føler meg ferdig utlært så må jeg finne på noe annet å gjøre. Hjernen er en muskel som trenger å brukes litt innimellom, så hvis du slipper å tenke så er det ikke noe gøy lenger.

*Kan du se for deg at 4D, sammen med kunstig intelligens, kunne vært begynnelsen på et program som automatisk kommer med forslag på hvordan utnytte og produsere et bygg på best mulig måte?*

Jeg tror det ligger litt frem i tid fordi spørsmålet er hvem som skal putte informasjon inn der. Den informasjonen du putter inn skal være riktig, hvis ikke får du feil forslag ut. Det er forskjellige utfordringer i de forskjellige prosjektene, så det er ikke noe fasitsvar på ting. Avgjørelsen du tar er basert på mange års erfaring. Den kunstige intelligensen har ikke den kunnskapen, eller følt det på kroppen på samme måten angående hva som fungerer og ikke. Det blir enormt mye som skal puttes inn der med alle NS'er, TEK-krav o.l. Dette er i stadig endring og må kontinuerlig holdes vedlike. Det er krevende å bruke BIM uten å ha kunnskap om praktisk erfaring til å bruke det.

*Hva definerer du som litt frem i tid?*

Kanskje 10 år. Det er et vanskelig spørsmål på mange måter fordi utviklingen i samfunnet generelt sett foregår veldig raskt. Dersom man sammenligner byggebransjen med eksempelvis databransjen, så ligger vi mange år etter. Vi er i steinalderen sånn sett. Jeg husker ikke i snitt hvor mange avgjørelser en funksjonær tar i løpet av en dag, men det er ganske mange, både store og små. Jeg er litt mer «old-school» enn det de yngre er. De yngre er nok litt mer fremoverlent enn det jeg er.

*Hvordan ser du på byggebransjen i forhold til oljebransjen, teknologisk sett?*

Jeg har en følelse av at de ligger litt foran oss i løypa.

*Hvorfor det? De bygger jo ganske komplekse konstruksjoner. Vi har jo tross alt mer erfaring med å bygge hus.*

Det kan være at det er mer penger å avsette til ting. Det er mye penger i spill i byggebransjen også, men det er ikke noen prosentmessig avkastning på prosjekter. Jeg tror mye handler om penger og så blir mye kanskje tatt ut i utbytte og aksjer o.l.

# Tobias Martinsen

**Bedrift:** AF Gruppen

**Stillingstittel:** Anleggsleder

**Generelt:** Tobias har vært fast ansatt i AF Gruppen i to og et halvt år. Han har tidligere hatt sommerjobb siden 2014, samt jobbet deltid parallelt med bachelorstudiene i bygg i Trondheim. Tobias arbeider daglig i Solibri og Dalux, og har erfaring fra flere digitale verktøy i sin prosjekthverdag.

## Digitalisering i virksomheten

### 5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?

Jeg er definitivt åpen for ny teknologi, men jeg har aldri vært den som hopper først på ballen ettersom jeg er litt tilbaketrukket. Jeg prøver å se hvilke erfaringer andre kollegaer eller forretningsenheter i AF får fra bruk av ny teknologi først. Eksempelvis så har Bispevika-prosjektet vært en frontfigur på å ta i bruk ny teknologi. De har erfart hva som har fungert og ikke i de planleggingsverktøyene som de har brukt underveis i prosjektet. Noen må være først ut med å prøve og feile. I Bygg Oslo er min holdning at vi muligens er hakket mer konservative. Vi bruker verktøy som vi vet fungerer og som gir resultater uten noe særlig innsats. Personlig er jeg definitivt åpen for å bruke ny teknologi. Jeg syns bruk av BIM-modell i Dalux og AR ute på byggeplassen er kjempespennende, og nyttig for å visualisere ting for underentreprenører og leverandører.

#### a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at du skal ta i bruk ny teknologi?

Det må være sømløst, helst gjennomprøvd og ikke gi forsinkelser. Dersom man tar opp en BIM-modell på telefonen, og den ikke klarer å for eksempel prosessere datamengden som ligger i det å vise modellen, så vil han ved siden av som sannsynligvis har kjempedårlig tid, ikke orke å stå og vente på at du fikler med telefonen.

#### b) Hvordan stiller du deg til å endre din arbeidsmetodikk for ny teknologi?

På en skala fra 1-10 hvor 10 er definitivt åpen for det, så ligger jeg vel på en 6-7. Jeg vil si at jeg er ganske så åpen for det.

#### c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?

Vi blir målt på et par ting i prosjekt som er tiden vi bruker og hvor mye penger vi klarer å tjene. Vi er et aksjeselskap som har prosjekter og vi skal tjene penger. Det er målsetningen. Ligger de to faktorene til grunn, så er jeg åpen for det sett i lys av tid og penger.

### 6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?

Det er flere både i Bygg Oslo og i hele konsernet sett under ett. Tore er en pådriver i Synchro i AF Nybygg, og Christine Blix på implementering av Dalux i Oslo som har gjort hverdagen til de fleste av oss ekstremt mye lettere og digitalisert. Tidligere var SJA, RUH og tegningsdatabaser på papir, mens nå er alt i lommen. Det burde vært en selvfølge for en seks-syv år siden. I AF Gruppen er det alltid lov å presentere nye ideer for prosjektdirektøren, konserndirektøren eller avdelingen for Innovasjon & Digital. Har du en idé, er det lov å formidle det.

#### a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?

En del av AF er at en skal yte entreprenørånd og være nysgjerrig. Det ligger i beinmargen til alle ansatte at dersom man har en brennende god idé som kan digitaliseres eller forbedres, så tas alle forslag imot med takk. Jeg har sjeldent opplevd å få et nei dersom



jeg har foreslått noe. Det gjelder både i sosiale aspekter eller digitalisering i form av å sende SMS til alle arbeiderne som er på byggeplassen fra en database.

*Hvilke tiltak har blitt gjort for å oppfordre deg til å bruke 4D?*

Vi har Workplace som er et slags forum, som er bedriftens «Facebook», der man har grupper for innovasjon og digitalisering, kurs, AF-akademiet ol. Det er et område hvor det blir lagt ut informasjon om arrangering av ulike kurs som man kan melde seg på.

### **b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?**

Ledelsen gjør ikke noe særlig i å følge opp. I et boligprosjekt eller i et næringsbygg hvor kontraktsummen er på 300, 400, 500 eller 600 millioner, så er det som en bedrift som etableres og rives ned i løpet av 2 år. Man har kort tid til å prøve ut 4D og det vil være noe som fungerer i de ulike fasene underveis i prosjektet. Man har dårlig tid og det er opp til et hvert prosjektteam hvor mye man ønsker å ta det i bruk. Jeg har ikke opplevd at man blir pålagt noe.

### **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Hverken eller. Det er frihet under eget ansvar. Man skal få lov til å gjøre det man tror på, og det er lov til å spørre om råd. Kompetansen innomhus er ekstremt stor som det sannsynligvis er i enhver så stor bedrift. Jeg tror det handler om hvem du blir påvirket av, mer enn at man blir pålagt.

## **Praktisering av 4D**

### **8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Jeg har store forventninger. Mitt ønske er at det skal være sømløst. Vi lever i 2021 og derfor burde det bare mangle. Det å kunne gå inn i en veggstruktur og se hvordan den er bygd opp, hvordan armeringsjern er lagt på en tegning, snittegninger ol. gir en merverdi. Man får hentet ut mer informasjon med 4D enn det man gjør bare ved hjelp av 2D som er en tegning eller 3D hvor det bare er en figur. Jeg mener man burde ha kommet lenger enn det man er per i dag når det gjelder å gå inn i materien.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Synchro.

### **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Jeg har brukt Synchro på kurs der jeg forsøkte å koble BIM-modell mot plan i Synchro for å få fasene til å gå. Jeg synes Synchro var hakket mer tungvint sammenlignet med Microsoft Project. Det var to-tre ekstra klikk i Synchro enn i Microsoft Project.

*Er du den eneste på deres prosjekt som ser på dette nå og tar det i bruk i den grad?*

Ja, det blir mitt lille prosjekt.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Det var konserndirektør Tormod Solberg som anbefalte meg å ta kurset og prøve det ut. Når man får en sånn oppfordring fra noen som sitter i konsernledelsen, så tenker man at da må man teste det ut. Vi har pratet om karriereutvikling og da sa han at dette var noe jeg definitivt kunne ha godt av å prøve. Da ligger det noe i det sett opp mot egenutvikling og kompetanseheving for min egen del.

## **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Jeg skulle gjerne hatt enda mer. Det var et dagskurs der den første halve dagen ble brukt til å gå gjennom hvordan Synchro fungerte, og den andre halvdelen hadde fokus på implementering inn mot BIM-modellen slik at man kunne dra tidslinjen fremover. Det kom også frem hvor ekstremt kostbar programvaren til Synchro er. Det koster 5000-7000 kroner om en skal ha full 4D-implementering. På det stadiet jeg var på, så kan man øve, bruke og teste ut før man kan gå tilbake og si «det her skal vi bruke». Jeg kan ikke si at jeg husker å ha fått et kompendium etter kurset eller at det fantes. På mange andre programvarekurs som AF har, så har man fått det utdelt. Da vil det være lettere å slå opp hvordan man kobler ting sammen, jobber i Synchro som et fremdriftsverktøy og importerer IFC-filen inn. Jeg skulle sett at det var et kurs som gikk over en uke totalt, istedenfor én dag. Man blir muligens litt lei den femte dagen, men jeg tror likevel resultatet til slutt ville vært bra. Det er verdt å bruke tid på opplæring. Hvis en ikke ønsker å lære nye ting i bransjen hos oss, så tror jeg man har tapt.

## **13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?**

Hensikten må være at man får formidlet den fremdriften som en anleggsleder legger opp til, og at den synliggjøres ovenfor leverandører, entreprenører og kollegaer. Man ønsker å synliggjøre hvordan driften suksessivt skrider fremover, og vise at man bevilger å gjøre en operasjon fremfor en annen. Eksempelvis når man skal kle en fasade der klimaveggene går opp først, og det er mye glass og mye stål; da er spørsmålet om glass og stål skal inn før mur eller om mur skal gå inn først, og hvordan dette påvirker rigg og drift.

### **a) I hvilken grad forstår du hvorfor 4D tas i bruk?**

Jeg føler at jeg i stor grad forstår hvorfor 4D tas i bruk. Hensikt og målet med å bruke 4D er noe jeg har resonnert meg frem til selv.

## **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Jeg har tenkt til å bruke det kun på faseplan. Dersom man deler opp prosjektet i fire eller fem faser, så må målet være at den avgjørelsen man tar i fase 1 sannsynligvis påvirker deg i fase 4 eller 5 uten at det skal koste deg skjorta.

## **15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren?**

Primært at det er flere klikk i Synchro enn i Microsoft Project. Programvaren er grei nok. Dersom man gjør 1000 klikk i løpet av en arbeidssesjon med en fremdriftsplan, og så er det 2-3 klikk ekstra per klikk, så fører det til 3 ganger mer arbeid som igjen fører til 3 ganger lengre tid.

## **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktiseringen av 4D?**

Ingen kjennskap til det. Svarer blankt.

### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

Det er strengt tatt opp til utvikleren. Når man har en programvare som fungerer og som er intuitiv og enkel, så må den sett i lys av mitt ståsted, være like enkel eller enklere å bruke for at man skal bytte programvare. Dersom den ikke er det, så blir en usikker på om det er verdt å bytte.

## **17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?**

Hvis erfaringene fra Bråtejordet som nå skal bruke det er gode, så må dette være noe man burde ta i bruk.

## Utvikling og innovasjon

### **18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Det deles dersom du spør. Det lagres personlig på Onedrive hvor man har erfaringstalldatabase liggende. Det er der jeg har mine ting. Det eksisterer ingen felles database som jeg vet om.

### **19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Vet ikke. Det svarer jeg fordi det er en del variabler til stede ved at plan og modell samles på en plattform. Eksempler på slike variabler kan være ytre miljø som: trafikalsituasjon utenfor, jomfruelig grunn, fjell eller leire, og tidsaspektet som er inngått i kontrakten med byggherre. Noen vil si at man ikke kan sammenligne sitt prosjekt med et annet prosjekt fordi man ser at forskjellene er for store. Eksempelvis ved sammenligning av bygget på Bråtejordet med Røkollen-prosjektet hvor det ved førstnevnte prosjekt er god lagringsplass, mens sistnevnte kun har en smal adkomstvei og minimalt med lagringsplass. Noen vil antakeligvis se en utfordring med dette, og at det derfor er vanskelig å hente inn erfaringer.

### **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Man må spørre. Man kontraherer leverandører som eksempelvis sier at fem menn kan gjøre så og så mye. Om du derimot har ti menn, så gjør du antakeligvis ikke dobbelt så mye, men 1,7 ganger mer for eksempel. Da jeg ble anleggsleder før jul og skulle lage fremdriftsplan, men ikke hadde erfaringstall, så ringte jeg broren min som var en ekspert i sin tid. Det er utfordrende å samle erfaringstall et sted, fordi måten man jobber på ikke er standardisert nok ettersom det er individuelt fra prosjektorganisasjon til prosjektorganisasjon hvordan man utfører arbeidsoppgaver. Bygger man opp en slik database så må man lage en slags sorteringsgrad hvor en kan sette inn for eksempel all info til hva du trenger og hva som er irrelevant. Det er sikkert noe avdelingen Innovasjon & Digital hos oss kunne funnet på å gjøre. Det hadde vært kjempefint.

### **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Jeg mener man egentlig ikke burde senke den, fordi vi er opptatt av en høy grad av detaljering. Jeg tenker at man heller burde fylle på all informasjon man kan, og når man skal hente ut informasjonen så huker man av for «ikke aktuelt» på det som ikke er aktuelt. Vi burde legge inn all informasjon, for det er sannsynligvis noen andre som trenger det. Jeg mener at alle variablene burde være der. Så kan man si at det burde være maks 10 variabler.

*Hvorfor 10?*

Det er et psykologisk spill som heter at når man skal gi noen et valg, så skal man ikke gi dem 3 fordi da tror de at 2 av dem er gærne og at man prøver å lure dem, men gir man 4 eller 5, så har man på en måte reelle valgmuligheter og alt over 5 er unødvendig. Det leste jeg i en bok et sted. Kanskje er det sånn når man skal drive med erfaringstall, at ikke variablene er for mange i antall. Cirka 5-6 er en tanke.

### **22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?**

Jeg har ikke gjort meg opp noen særlige tanker om det. Det er kanskje det at man må jobbe ut fra hvor man skal sette grensesnittet for autonome løsninger, eksempelvis alt frem til første dekkestøp eller første hulldekker. Så har man kvalitetskrav som eksempelvis kommer fra byggherre. Byggherren her skal ha heis i rosegull som skal være synlig

plasstøpt betong i en heissjakt. Den skal være like lys som et hvitt A4-ark. I støpeformen skal man legge på matter slik at betongen får en struktur. Unicon kan levere betongen én gang i uken fordi betongen må blandes om. Vi leier blandeverket én gang i uken bare for å få betong hit til dette prosjektet, fordi den er så særegen.

# Jørgen Løvold

**Bedrift:** AF Gruppen

**Stillingstittel:** Anleggsleder

**Generelt:** Jørgen begynte i AF Gruppen for halvannet år siden etter å ha jobbet for Veidekke. Han har samlet syv år med erfaring i byggenæringen etter at han avsluttet sin sivilingeniørutdanning på NTNU i Trondheim. Det hele begynte med to år på marinteknikk, før han skiftet over til bygg og anlegg og prosjektledelse. Jørgen skrev masteroppgave om BIM og kommunikasjon som fokuserte på menneskers oppfattelse og formidlingsevne gjennom BIM i byggebransjen. Han fikk derfor tidlig interesse og kjennskap til BIM-teknologien og prosessene, og har jobbet tett med BIM og andre digitale verktøy siden.

## Digitalisering i virksomheten

### 5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?

Den er veldig god. Vi i AF Nybygg er en veldig ung gjeng, så veien fra å ønske noen til å gjøre noe er ganske kort. Jeg har det samme inntrykket av de andre avdelingene med høyere gjennomsnittsalder, så det er positivt med AF. Jeg liker godt at bedriften er litt på. Jeg vet hvert fall at Bygg Oslo gjør litt eksperimentelle ting de ikke nødvendigvis vet om vil gi en effekt, men de gjør det litt for å komme seg fremover i teknologien og prøve å være et hestehode foran. De tester ikke hva som helst helt vilkårlig, men de tar litt sjanser og de har muligheten og viljen til det. Så for min del er jeg ikke en ubetinget teknologientusiast. Det er ingenting som er verdt noe så lenge det ikke gir merverdi. Det må gjøre ting enklere, for det er ikke alltid like klart og tydelig at det gjør ting mer lønnsomt. Dersom prosessene blir smidigere og plan og samarbeid bedre, så er jeg positiv.

#### a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at du skal ta i bruk ny teknologi?

Forenkler, det at det faktisk gjør noe enklere. Et eksempel er hvis du skriver en liste på papir så er det mer død informasjon, enn hvis du har et saksregister som driver og surrer levende på nett. Jeg tenker også mye på sluttbrukeren. En ting er vi som funksjonærer ol. hvor mange er langt fremme i teknologien, men de som er ute som baser og arbeidsledere, det er ikke gitt at alle er like oppdatert på teknologifronten. Så det er veldig viktig for min del, når en skal finne noe nytt, at det også tenkes på sluttbrukeren. Det hjelper ikke stort at det har en potensiell verdi om en ikke får implementert det. Alle må henge med. Videre så handler det om hvor man vil. Vi leter stadig etter det ene verktøyet som skal løse alle problemer, men ender opp med flere ulike verktøy så vi får en slags verktøykasse. Det hadde hjulpet å finne en måte alle disse verktøyene kunne fungert sammen på. I tillegg hadde et verktøy en senere kunne bygget videre på i den retningen vi ønsker å ta strategisk vært hensiktsmessig.

#### b) Hvordan stiller du deg til å endre egen arbeidsmetodikk for ny teknologi?

Det må ha verdi for oss, så jeg er ikke villig til å endre på arbeidsmetodikken helt uten videre. Jeg tenker at teknologien kan være en støtte til arbeidsmetodikken. I utgangspunktet har vi nå funnet en veldig bra og solid måte å jobbe på, som vi har iterert gjennom flere prosjekter. Så da skal det veldig mye til for at noen kan komme inn og så snu om på den måten jeg jobber på. Jeg tenker det handler mer om at de skjønner hvordan vi jobber, og det var der VisiLean slet litt. De ville heller at vi skulle gjøre som de sa og da mistet de meg. Jeg synes det virket som et lovende program, og vi vil følge med på dem og se på lang sikt om det kan være aktuelt dersom de har kommet lenger i utviklingen. Men, et enkelt svar på spørsmålet er at jeg er villig til å endre arbeidsmetodikk, men da må det være en tanke bak og det må passet inn i flyten. Det må også svare til ønskene

våre. Det med å involvere Last Planner og føle eierskap til planen er veldig vanskelig å finne gode digitale måter å gjennomføre på, som beholder den menneskelige faktoren som har vist seg å være veldig suksessfull.

### **c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?**

Jeg er åpen for å gjøre justeringer på måten jeg jobber på, men jeg må kunne se for meg hvordan ting skal skje og hvordan det passer inn. Jeg kan godt være blant de første til å gjøre noe, men da må jeg forstå hvorfor og ha sett litt grunnleggende hvordan det vil påvirke sluttbrukeren. I tillegg må jeg betrakte hvordan det vil fungere i praksis opp mot våre arbeidsprosesser og resten av det eksisterende programvaresystemet. Så det er mange faktorer som spiller inn.

### **6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?**

Det er egentlig de fleste, både avdelingen for Innovasjon & Digital er frempå og pløyer ny mark, i tillegg til resten av teamet og ledelsen. Vanligvis er prosjektlederen frempå og foreslår, men vi i teamet er med aktivt. Det er jo vi som praktiserer det. Det har også vært en utvikling hos underentreprenører og leverandører, altså det er flere som er mer dus med forskjellige systemer og løsninger. Jeg er også veldig opptatt av ny teknologi som gjør oss godt, men jeg er ikke vant med at bedriften er så åpen for ny teknologi som jeg føler AF Gruppen er. Jeg opplever at villigheten er stor rundt om i organisasjonen.

### **a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

De støtter veldig godt. Vi har avdeling for Innovasjon & Digital som tilrettelegger, men vi har også frihet til å velge selv. Det er en del av konseptet til AF; at vi skal kunne styre mye selv og ha beslutning på lavest mulig nivå. Hvis ledelsen skal ha noe å si så er det gjennom hvordan dette kan hjelpe oss, det er alltid det som er utgangspunktet. Vi skal ikke digitalisere for digitaliseringens skyld. Sann som det er nå så har vi jobbet med å finne ut hvordan vi kan få til involverende planlegging (Last Planner) digitalt og vært borti VisiLean, Hoylu og litt andre forskjellige løsninger. Da er det vi som har vært den aktive parten. Vi har et behov og ser på løsninger, og vi står nesten fritt til å velge det vi ønsker. Men, så har vi tatt noen strategiske valg som å gå vekk fra Microsoft Project og over til Synchro. Så på noen områder har vi bestemt oss, men på andre ting så er det litt sann at teamet lager seg et eget digitalt prosjekt i forbindelse med prosjektet på eget initiativ.

### **b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?**

Ettersom vi er en liten avdeling, AF Nybygg, så er det mye prat på kryss og tvers av avdelingen. Så når vi prøver et verktøy deler vi erfaringer og diskuterer litt fortløpende. Det blir litt mer organisk. Organisk er kanskje feil ord, men fri flyt av tilbakemeldinger gjennom et kontinuerlig samspill.

### **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Jeg har et veldig kjedelig svar, men jeg tenker at vi i utgangspunktet ikke er avhengig av det. Altså med planleggingsverktøy så trenger vi egentlig ingen støtte, der er vi på egenhånd. Vi hadde fått støtte hvis vi ville det, men vi må se på arbeidsmetodikken. Men, selvfølgelig, prosjekthverdagen er hektisk så vi trenger støtte og vi får støtte. Det er så forskjellig fra situasjon til situasjon, men sånne systemer som Dalux er et strategisk valg, for det skal vi bruke. Så alle disse hovedprosessene og -programmene, samt utvikling av ledelsessystemer er jo veldig avgjørende at vi får støtte på, noe som vi også gjør. Det er egne stillinger som kvalitet og personal og jeg vet ikke hva, som følger opp de langsgående prosessene. Så joda, det er både i liten og stor grad tenker jeg.

## Praktisering av 4D

### **8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Jeg har vel ikke helt fanget den virkelige nytten av 4D. Jeg forventer mer av involverende planlegging og at 4D skal fungere som et hjelpemiddel for å lage en god plan. Så jeg forventer at det skal gi en verdi gjennom visuell informasjonsformidling, hvordan produksjonen kan flyte best mulig og identifisere potensielle kollisjoner. Jeg har fått litt input på at hvis noe uforutsett forekommer kan 4D være behjelpelig for å legge om planen på en fornuftig måte. Så er det sikkert mye mer 4D-planlegging kan gjøre, men det er det jeg tenker mest på hvert fall.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Jeg bruker Synchro Scheduler, men ikke den 4D-modulen, den sitter BIM-teknikeren med. Vi vurderte også et annet program for noen uker tilbake som heter VisiLean, men der slet vi med å få til 4D-visualiseringen i tilstrekkelig grad.

### **10. Hvem er det som er involvert i bruken av 4D?**

Nå skal vi i gang med et nytt prosjekt så jeg blir involvert sammen med BIM-teknikeren. I utgangspunktet er tanken å bruke det på hovedfremdriftsplanen og se hvordan de store linjene ser ut. Så jeg har ansvar for planen, mens BIM-teknikeren kobler plan og modell. Den lisensen er jo kostbar og mitt behov per i dag krever ikke lisensen til 4D-modulen slik jeg ser det. Jeg eier planen og har støtte på BIM-delen, og selv om jeg har kontroll på BIM og kunne sikkert fått det til selv er det godt å ha støtte.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Det foreligger ikke så veldig mye motivasjon annet enn at vi har BIM-teknikeren som kan bistå med å koble fremdriftsplan og BIM. Så det er ikke noen som står og motiverer, men avdelingen har gjort et strategisk valg om å bruke Synchro, så vi er på vei der. Jeg vet ikke hvordan prosessen var for valget av Synchro, men slik som jeg kjenner prosessene i AF er det ikke mye ovenfra og ned, selv om vi i prosjektet ikke initierte akkurat dette. Det er fokus på at initiativ og alt skal komme fra bunnen av og så skal det feste seg lenger oppe. Det er litt sånn Last Planner-tankegang.

### **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren metodikken?**

Jeg har bare tilgang til Synchro Scheduler, med hvis jeg hadde hatt tilgang til hele programmet så hadde jeg fått kurs til å bruke det. Det har ikke vært nødvendig. Jeg forstår 4D som jeg forstår det. Jeg opplever at jeg har nok innføring i det, men jeg har vanskeligheter med å se hvilken ekstra nytte det skal tilføre. Jeg ser hensikten i startfasen, men jeg opplever ikke den nytten det skal tilføre langs med prosjektet. Det kan være at jeg hadde sagt noe annet dersom jeg virkelig hadde prøvd det. Det mest synlige som du ser er alt fra grunnarbeid til råbyggfasen og tett bygg, og etter det så vet jeg ikke helt hvordan det kan tilføre noe verdi.

### **13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?**

Jeg har ikke fått innblikk i eller forstått hele nytten. Jeg har ikke snakket så mye med folk som virkelig bruker det fullt ut, og det er trolig grunnen til at dere skriver denne oppgaven også, fordi det er ikke så mange som gjør det. Det hadde vært nyttig å høre med noen som får det til å fungere og hvordan det brukes på en god måte. Det handler om å lage en hovedplan og betrakte de store linjene i fasene for grunnarbeider, råbygg og delvis tett bygg slik at de flyter uten at du får for mange kollisjoner, eller at du planlegger aktiviteter der det ikke går an å planlegge aktiviteter.

### **a) I hvilken grad forstår du hvorfor 4D tas i bruk?**

Utover å bruke det på hovedfremdriftsplanen og det jeg har nevnt tidligere, så lurer jeg litt på hvorfor det skal tas i bruk. Jeg tror for min del at det ligger noe i det at jeg trenger å se og forstå nytten av det i større grad. Det er det jeg føler mangler med 4D, at jeg ikke ser nok nytte med det til at jeg vil sitte for mye med det selv.

### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Per i dag bruker vi det kun i tidligfase. Jeg har bare vært i ett prosjekt i AF Nybygg, og vi er en veldig liten avdeling. Derfor foreligger det ikke så veldig mye datagrunnlag, men det er de færreste prosjektene hos oss som bruker det fullt ut. Det er også noen prosjekter som ikke bruker det i det hele tatt, og det handler om at de ikke ser nytten.

### **b) Hvorfor stoppet det opp?**

Det handler mye om detaljering av planen. Jeg vet ikke hvordan det fungerer å koble aktivitetene fra uke til uke i Synchro. En skal også detaljere nye aktiviteter og derfor er det arbeidskrevende å holde den oppdatert og gjøre justeringer, samtidig som en skal gjøre uke- og utkikksplanleggingen. Det er mangelfullt på antall historier om at det har vært nyttig gjennom et helt prosjektførløp, derfor sliter vi med å se nytten. Jeg har hørt én historie da jeg var på et seminar hvor entreprenøren viste byggherren hvorfor en viss ting gjorde at de måtte endre på rekkefølgen og iverksette noen ekstra tiltak. Så det er en måte å visuelt illustrere et poeng på, men for min del vet jeg ikke helt hvor mye nytte det vil gi på vårt prosjekt. Jeg tror også det handler om hvor komplekst prosjektet er. Dersom det er ganske rett frem, slik som vårt prosjekt med fire relativt like leilighetsblokker som skal gå i én takt, så vil det ikke være like utfordrende å visualisere fremdriften selv. Om det derimot hadde vært 16 blokker og mer variasjon i planen og hvor ting hadde vært plassert, så hadde vi nok vært nødt til å ha det. Da hadde det potensielt vært noe som virkelig hadde gitt verdi.

### **15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren?**

Jeg kan kun uttale meg om Synchro Scheduler og ikke 4D-funksjonalitetene. Sånn jeg opplever Scheduler-modulen så er den hakket mer tungrodd enn Microsoft Project. Min drømmesituasjon er at en har Microsoft Project koblet til BIM-funksjonaliteter. Jeg opplever at det hadde gitt større frihet og gjort det enklere å gjøre endringer. Det er viktig å beholde fleksibiliteten og derfor er ikke jeg tilfreds med Synchro. Jeg har tenkt at det må være mulig å gjøre justeringer for å kunne bruke Synchro mer som Microsoft Project. Det er litt mer knotete, men så lenge man har forberedt seg og gjort nødvendige justeringer i forkant av prosjektet, så går det greit. Jeg opplever likevel at de ikke har tilpasset brukergrensesnittet godt nok til målgruppen av programmet. Dette er noe som er gjennomgående. Det er så mange som er svake på brukergrensesnitt, men noen får det til og her er virkelig VisiLean inne på noe. Det er en ting de traff ganske bra på. Programvaren er også mangelfull på samspill. Det er nyttig at flere parter kan samarbeide om å detaljere prosjektet ned i mindre arbeidspakker slik at det blir mer fleksibelt. På den måten kunne de ulike underentreprenørene eid sin egen modell og aktiviteter. Dersom en kunne planlagt og koblet sine aktiviteter til modellen, ville du fått mer involvering og bevisstgjøring rundt planleggingen. Det tror jeg ville gitt verdi. En kan trekke paralleller med hvordan prosjektering arbeider med BIM i dag, opp mot hvordan underleverandørene på samme måte kunne vært involvert i fremdriftsplanleggingen. Jeg tror det ville gitt et godt samspill. Ellers opplever jeg Synchro som litt tungrodd og høyt brukergrensesnitt, samt at det er vanskelig å gjøre de endringene en har lyst til å gjøre. Synchro har ikke lappeplanlegging, men det opplever jeg ikke at vi har behov for heller. Vi lager hovedfremdriftsplanen i Synchro og så setter vi oss ned med underentreprenørene og lager



faseplaner. Jeg opplever ikke at vi trenger å være i Synchro, men dersom Synchro hadde hatt flere muligheter så kunne vi brukt det. Vi søker heller andre løsninger. For eksempel har vi sett på Hoylu, ellers fungerer Excel faktisk veldig bra. Der avstemmer vi og låser planen, og benytter fargekoding. En kan tenke at vi ikke har kommet lenger på digitalfronten, men det er enda en omforent involvert plan.

#### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktiseringen av 4D?**

Det å ha ressurser og tid til det. Man må ha folk som kan gjøre det og muligens kunne det gått fortere enn man skulle tro. For at det skal bli prioritert må vi likevel se nytten. Vi jobber veldig mye med Last Planner og involverende planlegging. Det er fokuset vårt og gir mest verdi for oss. Med det tatt i betraktning, så er ikke 4D noe vi direkte satser på nå, annet enn at det er en god støtte i starten av prosjektet. Utfordringen er i bunn og grunn at vi ikke ser nytten, men da blir spørsmålet hvordan kan vi skal klare å se den. Det er relevant, men det er ikke sikkert at 4D er et verktøy for alle prosjekt. Dersom man eksempelvis skal bygge en 10 meter lang støttemur hjemme, som går fra A til B, så er det såpass enkelt at 4D ikke nødvendigvis vi gi deg noe merverdi. Likevel, vil det som tidligere nevnt potensielt ha merverdi dersom man har et stort, komplisert boligprosjekt hvor mye skal skje på kryss og tvers. Da vil det nok være mer naturlig å bruke 4D for å få oversikt over alt som skal skje når og hvor.

#### **b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?**

Dersom en ser nytten så er det en «game changer». Det er forskjellige folk i en organisasjon hvor noen har høyere tempo, mens andre er mer tilbaketent. Det er typisk at de som er litt mer frempå får en mulighet til å se nytten og selge det inn til resten av organisasjonen. Det vil bety alt å virkelig få en forståelse for gevinsten det vil gi.

#### **17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?**

Nei, ikke sånn som det er per dags dato. Jeg må likevel si at bare det å ha snakket litt om det nå, gjør at jeg tenker jeg har lært litt. Dersom det hadde vært et veldig stort prosjekt, så ville jeg nok vurdert det litt sterkere nå. Forutsatt at det hadde vært valgfritt å velge, så hadde jeg sett på mulighetene. Min personlige mening er at vi ikke får nok nytte av 4D i vårt prosjekt som vi nå skal starte med, men vi iverksetter litt mer enn det vi egentlig kunne tenkt oss å gjøre bare for å komme litt i gang og gjøre oss noen erfaringer.

## Utvikling og innovasjon

#### **18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Vi har forskjellige måter å gjøre det på. Vi har leverandørvurderinger og egne interne databaser. Alt er strukturert, men det er noe som er strukturert i databaser, mens annet er strukturert i mapper. Vi forsøker å evaluere prosjektene og se på hva som har gått bra og ikke. Slik erfarer vi positive ting som vi skal gjøre igjen, og ting vi ikke skal gjenta. Leverandørvurderingene er veldig standardisert. Det er en fast mal, et skjema, og den er søkbar i etterkant. Der får man virkelig en fin oversikt, så det er et veldig bra verktøy. Det arbeides med å få flere ting i samme format. Jeg har foreslått til Innovasjon & Digital at vi burde ha en egen erfaringsutveksling på programvarer for å dele gode tips og triks, innspill og tilbakemeldinger på diverse digitale verktøy som Dalux, Synchro, fakturasystemet ol. På den måten kan man bistå med hjelp og informasjon for å fremme programmer som bidrar til å løse de riktige utfordringene, og forkaste programvare som ikke holder mål og vurdere nye etter behov. Erfaringsbanken bruker vi mest i oppstarten av et prosjekt. Det er alltid et spørsmål angående erfaringsoverføring, fordi en alltid har et forbedringspotensial. Jeg opplever likevel at vi har kommet langt og blitt gode på det. Man

må velge å nyttiggjøre seg av det, og jeg kan bare svare på det vi har nyttiggjort oss av. Det ligger uansett lett tilgjengelig. Jeg føler vi har mest nytte av leverandørportalen. Den kan vi bruke til å følge opp og velge de riktige samarbeidspartnerne. Prosjektevalueringene kan ikke være for lange, fordi da ville ingen lest igjennom. Opplegget går ut på at en skriver tre gode og dårlige ting, samt en beskrivelse av prosjektet med mer. Deretter kan en ta kontakt med de involverte i det prosjektteamet om det skulle være behov for ytterligere spørsmål.

### **19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Jeg føler vi har god kontroll der uansett, men selvfølgelig hadde det vært enklere om det hadde vært gjort på en fornuftig måte. Personlig tror jeg at jeg hadde fått nok input bare ved å se modell og framdriftsplan, så det ville nok for min del gitt marginalt utslag. Dersom de hadde vært godt integrert med hverandre så hadde det vært veldig bra. Uansett er det våre UE'er som til syvende og sist skal fremme hvor lang tid og hva de trenger for å gjennomføre aktivitetene. Vi skal utfordre dem, men konseptet er at de skal eie sin del av planen.

### **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Det er nok mange grunner til det. Det er nok av gamle travere som vil gjøre det på sin måte. Et annet aspekt er at et prosjekt i større eller mindre grad går i ett, slik at du nesten ikke har tid til å puste før du begynner på et nytt prosjekt. Det er stramme tidsplaner og hverdagen tar deg igjen. Derfor må en løse ting mens en går. Det er praktisk å kjenne folk rundt om i organisasjonen, fordi vi tar telefoner når det er nødvendig for å innhente ekspertise om det er noe vi lurer på. Det er ikke alltid slik at erfaringsoverføring foregår fra databaser eller mapper, mye handler også om nettverk. Dersom alt hadde vært i en database, så måtte man forstått litt mer. Det er ikke gitt at en forstår konteksten av erfaringstallene eller får innsyn i alle detaljene. Det kommer an på hvordan det hadde blitt formidlet. Dersom et prosjekt sier at vi gjorde det på en måte som fungerte bra, så er det ikke gitt at den erfaringen kan overføres til vårt prosjekt. Sett at de forteller om 4D-planlegging uten å ha fortalt om hvordan de har planlagt, vil ikke vi forstå hvordan de har gått frem for å utarbeide totalpakken.

### **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Den kan senkes ved å ha BIM-manualer og på den måten gi oss en standard å gå etter. Dette er noe som stadig utvikles og forbedres, men variabilitet handler om at vi utvikler arbeidsprosesser. Vi som er en ganske ny avdeling, utvikler arbeidsprosesser fra prosjekt til prosjekt. Vi tilpasser oss der vi trenger å ta nye steg. Ledelsessystemet tar strategiske valg og bestemmer delvis hvordan vi gjør det på enkelte områder, men så har vi frihet på andre områder. Det er en måte å senke variabilitet på, men jeg tenker det er viktig å bevare noe av variabiliteten slik at det ikke går utover arbeidstrivselen. Det er noe med det å ikke føle seg presset inn i et helt fast og rigid system. Vi er ikke maskiner, så det ligger noe i det å beholde det menneskelige og fleksible i det.

### **22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?**

Det korte svaret er egentlig ingen, men det der er interessant. Spesielt når vi skal regne på tilbud og sette opp fremdriftsplan i tidligfase, så kunne en hentet ut informasjon om det som er gjort på tilsvarende prosjekter. I så fall må man virkelig ha tenkt ut mange gode tanker for at man skal få relevante data. En må gjøre forenklinger for at en skal kunne finne frem til tall en kan ta i bruk. Det mange unike prosjekt, men det er gunstig dersom en klarer å få inn data på varigheter og mengder i tilbudsfasen slik at vi hele tiden kan

holde oss konkurransedyktige. Vi ønsker som sagt at våre UE'er skal eie sin del av planen og si hvor lang tid de bruker. Dersom vi ukritisk hadde fått kunstig intelligens til å generere en plan vi skulle tatt i bruk, så vil vi miste det viktigste vi har i involverende planlegging. Derimot kan det absolutt gi veldig mye bra input, så jeg er åpen for det. Det kan være nyttig om man kunne selektert ut spesifikke referanseprosjekt etter hvilken UE man skal bruke som et utgangspunkt. På den måten kan man åpne en dialog, men det er ikke alltid at det er det som er mest relevant. I de fleste tilfeller så er det mange små milepæler som vi skal treffe og da er spørsmålet hvordan vi skal nå den milepælen. Det ikke spørsmål om vi skal klare milepælen, men hvordan skal vi klare det. Dersom det er de som har feilet på tiden, så skal det fikses uten at det krever noe ekstra, men om det er oss så blir det litt mer komplisert.

# Eirik Kristensen

**Bedrift:** Veidekke

**Stillingstittel:** Leder for digital forretningsutvikling

**Generelt:** Eirik har vært ansatt i Veidekke siden 2011. Han er tidligere utdannet tømrer og praktiserte faget i rundt åtte år før han bestemte seg for å ta videreutdanning innen bygg og BIM. Etter ansettelsen i Veidekke har Eirik vært opptatt av å spe på kompetansen, og har dermed tatt både ledelseskurs og VDC sertifisering for å kontinuerlig utvikle seg. Ettersom arbeidet til Eirik er innenfor digital forretningsutvikling, har han relativ god kjennskap til en andel digitale verktøy innenfor bransjen. Blant annet har han fulgt utviklingen av BIM tett gjennom det siste tiåret.

## Digitalisering i virksomheten

### 5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi ute i prosjektene?

Holdningen min er at det finnes et stort uforløst potensial. Det er mye av det vi jobber med nå og her er det to sentrale faktorer: standardisering og digitalisering, fordi digitalisering krever standardisering. For å standardisere så faller det nesten på sin egen urimelighet å ikke ta med digitalisering samtidig. Mye av det vi gjør som arbeidsoppgaver, flyter og prosesser kan effektiviseres av å ta med seg potensiale fra digitaliseringen. Grunnleggende kan en si at det meste av informasjonsflyt i byggebransjen er styrt av håndspåleggelse i stor grad. Datamaskinene arbeider ikke med mindre du trykker på tastaturet eller rører på musen, og det mener jeg er et vanvittig uforløst potensial. Vi må få datamaskinene til å jobbe mer for oss, enn at de kun jobber når vi trykker på dem. Det er mange databaser og mye digital infrastruktur som må på plass for å bygge opp sentrale løsninger for å eie, lagre, administrere, forstå, analysere og bruke data som vi til daglig jobber med. Skal du digitalisere ønsker du ikke nødvendigvis å bygge en organisasjon full av digitale sekretærer som legger andres data inn i et system, men at data lagres og settes i prosess der den oppstår. Eksempelvis når basene rapporterer på HMS, KS eller plan så må jo dataene, for at det skal være funksjonelt, nyttig og gi mening, lagres fra de som rapporterer. Sånn kan vi eliminere ekstraarbeid fra digitale sekretærer kun for å få satt det i system. Sånne prosesser er helt meningsløse å ha og der er det mye å ta tak i. Jeg trenger ikke være positiv innstilt, jeg mener det er en nødvendighet for å overleve i bransjen.

Et veldig viktig og sentralt misforstått grep flere gjør når det kommer til digitalisering, er å ta inn ny programvare for tidlig. Ofte benyttes kun få aspekter av et program fordi det oppstår et behov, også hører man om 4D for eksempel, og så finner du at det er to leverandører som tilbyr dette, etablerer kontakt og så styrer leverandøren det derfra. Det er kjempeskummelt. Det man først må gjøre er å vurdere: vi har behov, vi tror 4D kan løse det, så må en inn å forstå hva 4D egentlig er for noe, hva er potensialet og hva er det vi ønsker å oppnå med det. Så ved valg av løsning kan det hende at noen av de leverandørene som tilbyr 4D-funksjoner i dag ikke nødvendigvis støtter det vi har lyst til å få til. Det tror jeg er en sentral sak i at veldig mange prøver 4D og dropper det, fordi vi går inn i noe vi ikke er helt sikre på om fungerer for oss. Det er viktig at leverandøren vi velger forstår prosessen vår ellers bommer vi på alt, og det er veldig fort gjort.

### a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at ny teknologi skal tas i bruk ute i prosjektene?

Jeg mener det spørsmålet er feil stilt. Problemstilling er jo hva skal til for å forbedre planlegging, eller øke forståelsen og tverrfaglig bruk av planene. Så kan vi eksempelvis si

at BIM er en bra støtte til å forstå, kommunisere og lage gode planer og om det er tilfelle kan en begynne å vurdere 4D.

## **6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?**

Jeg mener det har veldig mye med kultur å gjøre. Hvis det er forventet og en er invitert til å mene noe om forbedring eller være fremoverlent til hvordan å løse en oppgave, så oppfatter jeg at mange av mine kollegaer tar initiativ. Men, ofte er vi i de tilfellene hvor det ligger en begrensning i hvor fremoverlente vi kan være, fordi prosessen i hvordan man skal løse en oppgave er for styrt. For om du har en leder eller kunde som sier; dette skal vi ha og sånn skal dere gjøre det, oppfordrer ikke til så veldig mye innovasjon. Det gir veldig mye mer frihet til å være innovativ og løse prosjektet på en mest mulig hensiktsmessig måte om de sier; vi vet hva vi skal ha, det er dette produktet, men veien dit bestemmer dere. Så jeg vil ikke si at det er den ene eller andre gruppen, det blir for dumt. Det blir i tillegg helt feil å si at det er de yngre også, for veldig mange svarer det, også gjør de eldre det som de alltid har gjort. Vi gjorde noen målinger på dette for noen år siden, og resultatet viste tydelig at yngre mennesker som kommer inn i en organisasjon lærer av de eldre. Så når de yngre bare lærer seg hvordan ting gjøres og har blitt gjort lenge, så praktiserer de det samme videre. Så jeg tenker at et veldig viktig budskap til yngre som kommer ut i bransjen er at de skal inn i en bransje og endre den, og ikke inn i en bransje og bli endret. Det er veldig vanskelig når du møter masse kompetanse å være veldig steil, men likevel utfordre. De som er mest innovative og fremoverlent er de som tør å stille spørsmål og være engasjert, nysgjerrig og interessert i å gjøre ting bedre, og ikke bare interessert i å gå på jobb og løse oppgaven en har blitt fortalt hvordan skal løses.

### **a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

Med utgangspunkt i 4D så tenker jeg at ledelsen har lagt veldig til rette, men det er leverandøren av programvaren som slår beina under det. I bedriften er det variasjon mellom enhetene, men veldig mange prosjekter, hvis vi snakker om ledelse på prosjekt, har tidligere sagt at nå skal de bruke 4D til å planlegge. Enhetene har da satt noen tydelige mål om å bli bedre på å bygge kompetanse og få i gang næringsprosjekter, men kommer nå til å bli nedprioritert fordi vi ikke får en lisensmodell vi kan leve med, og da er det ikke liv laga.

*Er det like enkelt å få gjennomføringskraft for å implementere ny teknologi uavhengig stilling og rollebeskrivelse?*

Nei, det er aldri lett. For uansett hva du ville endret så stilles det mye større krav til å måtte dokumentere hvorfor noe skal gjøres annerledes enn det sist ble gjort. Om du snakker til eller om endring til en prosjektleder, avdelingsleder, prosjekteringsleder, prosjektingeniør eller en fagarbeider må du sette deg inn i situasjonen og oppgaven til de du snakker med for å spille på de rette strengene. For det er ikke den samme motivasjonen som virker hos alle roller. Man løser de mest fantastiske ting når jobben er å løse de mest fantastiske ting. Så lenge det ikke er en del av jobben så gjør man det heller ikke. Det har ikke noe med om du har lyst til å gjøre det, dette skal gjøres og dette er rammene for å gjennomføre, og da må man noen ganger prioritere. Jeg er ikke motvillig fordi folk ikke alltid går i front av toget. Det er bare at noen ganger så er det ene rett og andre ganger er noe annet det.

## **7. I hvilken grad er det avgjørende at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Jeg tenker det er helt avgjørende at ledelsen har en tydelig og kommunisert forventning og retning som gjør organisasjonen i stand til å prioritere når de må prioritere hva som er viktig. Så kan de prioritere det ledelsen har uttrykt at er signifikant. Det er nok å spille på.

## **Praktisering av 4D**

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Hovedsakelig Synchrono, men vi tester masse forskjellig hele tiden. Jeg personlig har ikke noe erfaring fra VisiLean, men det har vært testet litt i forhold til Lean-metodikk. Jeg kjenner ikke til akkurat hva de har landet på, men det er ikke i lisenssystemet hos oss nå.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Jeg mener at man må være tett på drift for å fange behov og ta med seg læring og videreformidle på tvers, det er viktig. Når vi setter et system i drift i Veidekke så følger du en forvaltningsorganisasjon og de får et ansvar til å fungere som et bindeledd og en ressurs for både prosjekter som skal i gang og være litt sånne satellitter utad for å fremsnakke og få ting i gang til å bli brukt. Men, det er klart, 4D har vært et av de tyngste verktøyene å få ut som vi har koblet opp mot BIM i hvert fall. Grunnen til det faller rett og slett på de tingene vi har diskutert nå; det er ikke så åpenbar effekt. Det er ikke rett ut som et mengdeuttak fra en modell for eksempel. Det er litt mer komplisert enn det.

Per dags dato er ikke 4D noe som vi jobber så veldig hardt med å få ut i produksjon, ettersom vi ikke har en leverandør som er villig til å jobbe med oss i den skalaen som vi ønsker. Men, vi ser på et nytt system. Noe av forutsetningen for å få til 4D er at leverandøren kan tilby en plattform hvor 4D kan utøves. Skal du jobbe sentralt med å få 4D ut i bedriften så må jo bedriften også ha en avtale på programvaren, og det er en noe av det første som må være på plass.

### **13. Hvor tydelig blir hensikt og målsetting ved bruk av 4D formidlet ut til prosjektene?**

Jeg mener at det hopper man litt for lett bukk over. Det er ikke nødvendigvis organisasjonen utenfor prosjekt som skal ta beslutningen om et prosjekt skal bruke 4D eller ikke. Det er prosjektet, i hvert fall hos oss, som tar den beslutningen og det eierskapet, men jeg mener at *hvorfor* har litt å gå på. Det å ta seg tiden til å gjøre en ordentlig vurdering og opparbeide en forståelse om hvorfor 4D skal tas i bruk, er veldig vesentlig for å få det til å fungere. Dersom man lurte på hvorfor man gjør noe, da bør man stoppe litt opp også finne ut hvorfor man gjør det, hvis ikke så kan man slutte med det. I tillegg, hvis en skal måle om man har lykket med noe så må en jo vite hva som er null, eller utgangspunktet, for hvordan ellers vet vi om det har gitt noe resultat.

### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Det er veldig varierende og forskjellig. Målet med å bruke Synchrono var å bruke det gjennom hele prosjektforløpet fra start til slutt, inkludert oppfølging. For Synchrono hadde jo moduler for alt dette. Det vi ikke visste var jo at det i beste fall var betaversjoner. Utover det så kan det stoppe opp på alt fra kompetanse, vilje eller motivasjon. En annen hindring kan gå på detaljering, så det er mange ting det kan stoppe opp på. Men, der det har stoppet for oss nå er rett og slett en tilgjengelig løsning. Vi er uenige i rammene for et sånt type verktøy hvor leverandøren mener at gevinsten tas ut fra første gang det brukes, kontra det å jobbe med det i større organisasjoner for å få bredden på det. Jeg tror ikke noe på den der 4D-modulen, for den som jobber med planen må også kunne jobbe med 4D'en slik at det ikke er nødvendig at en BIM-tekniker sitter og visualiserer en plan som noen andre

jobber med. Det er ikke en prosess som vi tror noe særlig på. Vi mener programmet skal være for de som planlegger, og for oss er det veldig mange som planlegger. Altså fagarbeiderne planlegger sine aktiviteter, basene planlegger, formenn planlegger, det er jo det vi driver med; vi planlegger og utfører.

### **15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren?**

En konkret hindring for oss nå er lisensmodellen vi hadde med Synchro som drastisk ble endret etter at de skiftet eier. Vi ønsket å satse på 4D som et breddeverktøy, og hadde avtalt et flytende lisensopplegg med én prismodell for å få det ut i organisasjonen. 4D skulle ikke bare bli for små spesialist satellitter, men det satte egentlig den nye eieren en bråstopp for. Nå er det enkeltlisenser og de koster titalls tusen kroner per hode, per år, og det viser en mangel på forståelse av det markedet leverandøren tilbyr verktøyet sitt i. En kost-nyttevurdering som dette blir bare helt feil. Jeg synes det er veldig synd, for den diskusjonen som vi har nå skal ikke dreie seg om det koster ditt eller datt, men er det en helt urimelig lisensmodell så er det begrenset hva vi kan påvirke.

Når det gjelder Synchro som programvare ligger utfordringen i det at den faktisk aldri har fungert ordentlig bra. En av de funksjonene vi trodde den var sterk på var at man kunne jobbe sammen i samme plan. Sånn at man ikke nødvendigvis hadde en og en plan på hver sin datamaskin, men at man jobbet på server. Den serverløsningen har vært veldig mangelfull og ofte gitt oss problemer. Når vi bytter planleggingsverktøy fra en leverandør til en annen, uansett planleggingsverktøy, så er det vesentlig for vår produksjon at det er opptid på den planen hele tiden. Så hvis vi har nedetid på planen vår i to dager fordi serveren til leverandør ikke virker, så er det vanvittig kritisk. Det har gjort at noen rett og slett bare har kastet det ut døren.

Videre har det også vært noen hindringer med brukergrensesnittet. Helt sånn på detaljnivå med de som er vant til å bruke en type planleggingsverktøy og så skal byttet til noe nytt, blir forvirret av sånne banale ting som at hurtigtastene ikke er de samme og lignende. I tillegg er det noe med linkingen. I det man får modeller med dårlig kvalitet er linkingen veldig tungvint og hvis en ikke får riktig GUI hver gang for eksempel, så drar en fort på seg en del ikke-produktivitetsfremmende aktiviteter. Det er ikke verdiskapende å holde på med.

Det jeg savner med programvaren, og det har jo Synchro prøvd seg på også, er å ha en oppfølgingsfunksjon. Når man har et planleggingsverktøy så skal man også kunne ha en eller annen mobiltilpasset funksjonalitet som gjør at de som er ute i produksjon kan ha tilgang til planen og huke av på status og sette utført, ikke utført eller prosent utført. På den måten kan man følge opp planen på en litt annen måte. Jeg tror nok man skal anerkjenne at i byggebransjen, eller bransjer i Norge generelt, har en annen kultur enn USA hvor stort sett de løsningene vi benytter oss av har sitt opphav. Programvarene er mer formannsstyrt og ikke tilrettelagt for at fagarbeiderne benytter seg av mobile enheter i arbeidshverdagen. Så et skikkelig oppfølgingsverktøy er etterlengtet.

### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktiseringen av 4D?**

Opplæring er en vesentlig faktor. Man skal helst lære seg et nytt grensesnitt i verktøyet for å effektivt kunne benytte seg av funksjonene. Det er likevel noe som ikke burde være så vanskelig å få til, ettersom det kan arrangeres kurs eller lignende for å øke kompetansen raskere. Når det kommer til brukergrensesnitt på planleggingsverktøyet så er det mange som snakker om at det må være intuitivt. Det er jo bare en personlig oppfatning om noe er lett eller ikke, og det mener jeg igjen henger sammen med opplæring for det kan tross alt gjøres noe med. Så vanskelig eller lett burde ikke være en greie. Jeg mener rett og

slett noe av utfordringen med å få til 4D er at forhåpningen og inngangen til 4D er litt uklar mange ganger, også tror en at det skal løse mye mer enn det den gjør og da blir en egentlig aldri fornøyd.

Bare helt sånn konkret; du får en modell fra RiB, og den bestillingen eies av prosjekteringen, og la oss si du skal støpe en bunnplate, prosjekteringen er bare opptatt av at tykkelsen er rett og at den ligger på rett sted i verden og at den er i samvirke med resten av bygget. Så kommer produksjonen inn i bildet og skal begynne å jobbe med 4D. De ønsker å bygge platen fra nord til sør og den har fire støpeetapper, men elementet bestilt av prosjekteringen er bare ett. Så da må du gå strafferunder hele veien. Allerede da har man slitt ut teamet sitt med bare sånne helt enkle problemstillinger som man ikke har avklart, men visste at skulle gjennomføres. Hadde vi bare vært enige om hva vi skulle bruke dette til, så kunne vi blitt enig med rådgiveren og sagt at etter hvert som vi kommer nærmere produksjon må vi ha mulighet til å splitte opp objektet. Vi må bli enige om hvordan dette skal løses på forhånd, så slipper vi å ta diskusjonen om det er mer eller mindre jobb og for hvem i etterkant.

Jeg mener det er veldig mange som snakker om og tar i bruk 4D som egentlig ikke forstår helt hva det er og hva man vil med det. Det er noe av grunnen til at så mange mislykkes med det tenker jeg. I tillegg, hvis man leser om 4D på nettet så får man opp veldig mange amerikanske artikler hvor de har en helt annen måte, kultur og organisering rundt 4D. De snakker om 4D-modellers, hvor en ansvarsrolle bare visualiserer en plan og da tenker jeg at det er et veldig begrenset potensial i å få noe særlig ut av 4D. Så den tilnærmingen vi har til 4D er å få alle mer involvert og øke eierskapet til planen. Det å jobbe med modellen som en del av planleggingen og lage aktiviteter for å se det i sammenheng som en del av det å faktisk planlegge, tenker jeg er essensielt. Det er dessverre veldig lite støtte for det i den lisensmodellen og programvaren vi har brukt hittil. Vår erfaring er at det er en misoppfatning mellom oss og produktleverandøren over hvilke funksjoner 4D kan eller skal ha.

I tillegg så ligger det noe i det med pc-kraft når man ikke jobber på server. Det er nødvendig med ganske mye kraft i egen arbeidsstasjon for å kunne benytte programvaren, noe som gjør at det må avsettes en liten investering der også.

#### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

Jeg tenker at man må snakke om 4D som noe man skal løse, som en oppgave. Altså når vi snakker om 4D, snakker vi da om planlegging? Eller snakker vi om oppfølging? Eller BIM? Man må bare rett og slett bli litt omforent per prosjekt, per enhet eller per firma om hva det egentlig er snakk om. For det er veldig mange som tenker at når man begynner med 4D så løser det på en måte alt. Da blir man veldig svar skyldig når du sitter der med det du har lagd og det egentlig bare er en vanlig Gantt-plan hvor du har koblet et veggelement til en post i planen. Så ønsker du å bryte ned aktivitetene, men det går ikke, for da må du bryte ned modellen og leveransen av modellen også, og det gjøre det veldig omfattende. Så det går litt på den generelle forståelsen av hva en egentlig spør om og hva en har lyst til å oppnå. Det tror jeg er en fare for ikke å lykkes for veldig mange.

#### **b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?**

Jeg mener at det er vanvittig potensial i 4D absolutt. Bare det å integrere 4D i planleggingen, og det ser vi også hos de som bruker det aktivt, de får en mye bedre kvalitet på planen. Ved å linke aktiviteter og objekter og simulere planlagt fremdrift er det mulig å oppdage og redusere åpenbare feil og kvalitetssikre planen bedre enn gjennom vanlig tradisjonell planlegging. I tillegg får du tydelig kommunisert planen med et forståelig



grensesnitt gjennom det visuelle. Det bidrar til en samstemt og uniform oppfattelse av hvordan utfordringer skal løses. I veldig kompliserte grensesnitt kommer 4D til god nytte ved å vurdere ulike alternativer og legge et godt beslutningsgrunnlag for den mest optimale løsningen. Det samme gjelder i prosjekter med veldig dårlig tid og stor risiko for feil, der har man gått inn og detaljert opp et spesifikt område som er kritisk viktig at vi gjør rett første gang. Så oppsummert har det et kjempestort potensial. Det må bare gjøres riktig og hensiktsmessig.

### **17. Anbefaler du prosjektene til å bruke 4D?**

Jeg mener at det er ingen prosjekter som er for store eller for små, eller noen som er for komplekst eller ikke komplekst for å ha tydelig kommunikasjon. Det er det det dreier seg om; få en bedre plan og kommunisere den bedre. Da er det ikke et prosjekt som er for lite eller for stort for det, risikobildet er bare litt forskjellig. Så lenge en bare skal gjøre den minste lille ting, så er det fortsatt viktig at du gjør den minste lille tingen riktig likevel. Uansett hva en skal gjøre om igjen, så koster det penger å gjøre noe på nytt.

## Utvikling og innovasjon

### **18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Det er veldig forskjellig, og grunnen til det er at vi nå har jobbet med en helt ny digital infrastruktur i noen år. Vi har etablert en database og det vi kaller en innsiktsfabrikk i Veidekke. Den skal være der råvarene kommer inn, altså råvarer i form av informasjon, og kommer ut i form av en rapport i den andre enden. Grunnen til at jeg sier det er forskjellig er fordi at før så hadde dette veldig ulikt format i den forstand hvordan du lagret, hva du lagret og hvordan dataene ble forstått og analysert. Nå har det blitt, jeg vil ikke si rigid, men mer styrt og digitalisert. På den måten kan du jobbe mer med erfaringstall på tvers. Den er mer datadrevet og kan ta ut analyser og snakke samme språk. Så det er den nye varianten av erfaringsdatabaser, og noe vi jobber systematisk med.

### **19. Ved at plan og modell er samlet på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Jeg mener at skal man standardisere og lage erfaringsdatabaser som lever over tid, så må det være programvareuavhengig. Det må være et standardisert språk og et rammeverk som en slags informasjonsstandard som ligger til grunn. Så om vi bruker program X eller program Y så skal du bare kunne implementere vår informasjonsstandard som da kan videreføre informasjonen slik at vi ikke låser oss til en leverandør. For å gjøre det er jo en av de største fellene og en stor kilde til fiasko.

### **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Det å lage en standardisert informasjonsflyt og et standard språk, det er der den store utfordringen egentlig ligger. Altså hva kaller du en aktivitet med å sette stender på en gipsvegg? Det å sette opp hele kodeverket av hvordan ting skal kommuniseres er en kjempejobb.

### **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Det å se på variabiliteten som et problem mener jeg er direkte feil. Prosjektene våre er unike, dere må gjerne motbevise meg her, men i boligbygging er det en påstand om at det ikke er noe i oppføringen av en boligblokk som ikke vi vet at må gjøres. Det gjør vi hver gang. Det som er kunsten i å få den boligblokken rett satt opp, er å planlegge alle de aktivitetene som vi vet skal gjennomføres riktig i forhold til hverandre med riktig tid og folk. Da kommer fremdriftsplanleggingen inn, men det er jo ingenting i alle de aktivitetene vi skal gjennomføre som kommer som noen overraskelse. Det er bare at noen ganger gjør vi det og andre ganger gjør vi det ikke, fordi vi eksempelvis ikke trenger å sprengte, vi skal

heller jobbe på løsmasser. Uansett så er på en måte aktiviteten helt standard. Det er bare forskjellig varighet og kompleksitet.

**22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?**

Vi har sett litt på ALICE i forhold til de greiene der, men det blir litt for enkelt. Men, absolutt, alternativsvurderinger og sånne type ting er spennende.

# Nils Andrew Mogstad

**Bedrift:** Veidekke

**Stillingstittel:** Prosjektleder

**Generelt:** Nils har vært ansatt i Veidekke i ca. 28 år og har totalt sett rundt 40 år med erfaring i byggebransjen. Han gikk ingeniørhøgskole i Ålesund på bygg og anlegg. I tillegg har han utdanning fra bedriftslederskolen. Når det kommer til BIM og digitale verktøy så er det forholdsvis mange år siden Nils kom bort i det for første gang, og i løpet av de siste seks årene har han brukt BIM relativt aktivt gjennom hele prosjektforløpet.

## Digitalisering i virksomheten

### **5. Hva din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?**

Det må vi bruke for alt det er verdt for å få rasjonell drift. Vi må klare å kutte ut doble bokføringer og sendinger. Vi må bruke de digitale verktøyene der det er mulig.

#### **a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at du skal ta i bruk ny teknologi?**

Det er ikke sikkert det er riktig, men jeg tenker i hvert fall rasjonalisering. Hvis ikke vi rasjonaliserer hvordan vi jobber blir vi bare flere og flere ute, fordi at mengden med informasjon, krav, forskrifter og alt mulig annet som skal håndteres øker i en vanvittig hastighet. Du er nødt til å ha noe som håndterer dette betydelig bedre enn penn og papir. Det burde også være et greit lagringsverktøy og inneha en arkivstruktur hvor alle har tilgang. Vet ikke helt hva det tredje skulle være, men jeg er utrolig opptatt av å bruke digitale verktøy for hva det er verdt i forhold til at vi kan redusere arbeidsmengden vår.

#### **b) Hvordan stiller du deg til å endre egen arbeidsmetodikk for ny teknologi?**

Jeg tror jeg er rimelig frempå, men vi er også opptatt av å få en teknologi som virker. På Kongsberg nå, så har vi følt oss som prøvekaniner på to programvarer som vi har tatt i bruk, og det ene ble så tungt at vi måtte kutte det ut. Så av og til har vi ikke kjørt nok undersøkelser og tester på programvarer til at vi har fått vurdert godt nok om det er verdt å ta i bruk. Det er som med nye biler, de begynner å virke etter hvert som mange nok har kjøpt dem og rettet opp feilene.

#### **c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?**

Det må hvert fall ikke tilføre oss ytterligere arbeidsoppgaver, også er det klart ny teknologi koster, så det kan ikke være verre enn et nullspill. Vi må være villig til å være med på utviklingen ellers blir vi liggende bak. Samtidig er jeg ikke villig til, over lang tid, å være med på å betale veldig mye for å være med på ny teknologi. Det må vise seg ganske raskt at dette her er noe vi får igjen for.

### **6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?**

Jeg tror i stor grad det har vært oss ute i prosjektene som tatt initiativ, men hvem på prosjektene oppleves som forholdsvis jevnt. Alle ønsker å ha en bedre hverdag, redusere feilproduksjon og komme raskere til resultat. Dersom vi ser noe som hjelper oss med det, er vi villig til å prøve.

#### **a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

Vi må spørre og få tillatelse til å bruke ny teknologi, og der henvender vi oss til IT-avdelingen. De skal ha overordnet kontroll og vurdere om det eksisterer andre tilsvarende løsninger på det behovet vi ønsker å dekke. Det har vært et forsøk på å ikke nødvendigvis sentralisere, men å finne ut om vi allerede har noe vi er ute etter eller om det er noe vi ønsker å teste ut. Det har vist seg at det har vært programmer herifra til Cape Town og

tilbake forskjellige plasser i organisasjonen, uten at noen i organisasjonen har hatt kontroll på det.

### **b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?**

I litt varierende grad. Noe blir fulgt opp gjennom IT-avdelingen. De har lagd arbeidsmøter rundt hvordan ting fungerer, ser på andre programmer som i utgangspunktet skal gjøre den samme jobben, også jobber en sammen med utviklingen videre. Andre steder jobber pilotprosjektet sammen med andre prosjekter og ser om dette her er noe for dem. Så det er ikke helt strømlinjeformet enda.

*Har bedriften en overordnet strategi for implementering?*

Ja det tror jeg, men jeg kan ikke fortelle deg så veldig mye om hva det er. Det har blitt strengere og en del av det har med sikkerhetskrav å gjøre. En annen del er at det må passe inn i den plattformen vi opererer på, i tillegg til dette med lovlighet. Det er ikke tvil om at vi har brukt programmer som vi som privatpersoner egentlig kan bruke gratis, men vi som bedrift ikke kan nyttiggjøre oss av. Det er også klart at kostnadsbildet på alle de programmene vi bruker legger noen føringer.

### **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Jeg synes jo det er viktig, og jeg opplever de som støttende. Vi er lengre frem i skoene som bedrift i dag enn det vi var for 6-7 år siden.

## Praktisering av 4D

### **8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Forventningene mine har vel egentlig vært at det skal være enkelt å opprette og enkelt å bruke, men det har ikke slått til. Vi brukte Synchro på den jobben som vi er i ferd med å avslutte nå. Der startet vi med å lage et Synchro-opplegg, men det var ekstremt ressurskrevende å opprette og vedlikeholde, slik at det ga vi opp og gikk tilbake til Microsoft Project.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Jeg har kjennskap til VisiLean og Synchro.

### **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Det er stort sett driftslederne, altså prosjektleder, anleggsleder og driftsleder. Vi var en såpass stor organisasjon at vi hadde to prosjekter hvor det både var prosjektleder og anleggsleder på begge prosjektene, i tillegg til en driftsleder på hvert enkelt prosjekt hvor planarbeidet lå ute hos driftslederne.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Ja, det var vel noe vi fant på at vi skulle prøve selv. Jeg vet at Synchro har vært diskutert tidligere, men jeg synes det har vært vanskelig å få en detaljeringsgrad som er god nok. Du har kunnet få et overordnet bilde av hvordan produksjonen skulle foregå, men jeg synes ikke programmet var tilfredsstillende ved detaljering på de innvendige arbeidene.

### **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Det var ikke jeg som satt og jobbet med det, så i hvilken grad de fikk det vet jeg ikke. Jeg tror det var litt sånn «let og finn».

### **13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?**

Hensikten er å få en større grad av visualisering gjennom å koble modell og fremdrift. Det er faktisk ikke alle som forstår en plan med streker. Så målet er å få en plan som enklere kan videreformidles på en intuitiv måte.

*Er denne hensikten og målsetningen noe du har konkludert med selv, eller er det noe du har fått videreformidlet?*

Nei det har jeg tenkt på selv.

#### **a) I hvilken grad forstår du hvorfor 4D tas i bruk?**

Jeg tror mange andre har samme ønske som meg, at det skal være en større grad av visualisering. At du kan se sammenhengene i fremdriften i form av bilder eller film, istedenfor i en form av en flat plan.

### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

I VisiLean var vi vel inne nesten én gang i uken, mens Synchro ble brukt i tidligfasen og akkurat der ga det noen fordeler. Vi så forholdsvis raskt gjennom visualisering at den opprinnelige planen som var lagt ikke ville fungere. Men, vi ga opp når vi kom til tett bygg. Det var veldig arbeidsomt å få til noe som var tilstrekkelig innvendig og vi slet med å finne gode løsninger. Jeg måtte hatt én mann som satt kontinuerlig og jobbet med det om det skulle fungert, og det er det ikke verdt i forhold til ressursbruken.

### **15. Hvilke utfordringer ser du med programvarene?**

Jeg ser at VisiLean driver og videreutvikler programmet, for problemet var at det ikke var ferdig. Det hang seg opp, og om det var linking, koblingen eller programmeringen som gjorde at dette her ikke fungerte vet jeg ikke. Vi slet med at det ikke fungerte når det ble for mange aktiviteter. Videre oppstod det utfordringer med å redigere, altså endre, flytte eller legge til noe. Du fikk rett og slett ikke til, slik at du måtte begynne å slette og bygge det opp igjen. Det var veldig tungvint.

Med Synchro så var det i hvert fall tungvint. Det var masse arbeidsoperasjoner for å få det til å fungere. Det kan godt hende at modellen ikke var av tilstrekkelig kvalitet også. I tillegg fikk vi det ikke operativt på den innvendige drillen, så da ble det vanskelig. Da er det enklere å lage taktplan. Hvert fall der du har en stor grad av repetisjon.

### **16. Hvilke utfordringer ser du med praktiseringen av 4D?**

Det var ikke jeg som satt og gjorde det, men jeg fikk et helt bestemt inntrykk av at det var arbeidskrevende og veldig mange koblinger som måtte til. Men, jeg sier igjen at det kan godt hende modellen ikke var av god nok kvalitet. Hvilket stadium modellen må være på for å få en god 4D vet jeg ikke noe om. Modellene er ikke ferdige når vi får dem i hvert fall. Det er ymse kvalitet blant prosjektering når det kommer til bruk av BIM. Det er kanskje der den største motstanden ligger. Jeg har til og med betalt konsulenter for å bruke tegningshotell istedenfor å sende det på epost.

#### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

Jeg er overbevist om at det meste er løsbart. Det har vært en lang reise fra en så bilder som var mindre enn telefonskjermen, til at vi i dag kan gå inn i modellen og zoome. De første digitale modellene jeg så var vel i 1993-94. Da var datakapasiteten så liten at du bare fikk et bittelite bilde. Så jeg tenker at i dag, hvor vi har kommet så mye lenger, har jeg en forventning om at mye kommer til å skje i løpet av 2-4 år.

**b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?**

Jeg tror at 4D ville blitt brukt betydelig mer om det hadde vært litt mer brukervennlig, enklere å få til og mindre ressurskrevende.

**17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?**

Jeg tror det er for tidlig. For å være helt ærlig så tror jeg kanskje jeg er pensjonist før dette er på et nivå som jeg ville sagt at dette er noe vi går for.

## Utvikling og innovasjon

**18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Der tror jeg ikke vi er veldig gode. Mye av erfaringsdelingen foregår gjennom møter, personlige møter, telefonsamtaler og eksempelvis befaringer. Vi har nok ikke et veldig godt verktøy for erfaringsdeling, men vi har det oppe som tema når vi har avdelingsmøter, distriktsmøter, kurs, osv. Jeg har vært med på å forsøke å standardisere erfaringsdata i flere omganger, men jeg er ikke så sikker på om vi har blitt så mye bedre. Jeg vet at det nå jobbes med noe standardisering innenfor bygningskategorier: boliger, skoler, kontorer og slikt. Men, for min del så blir det veldig mye ring en venn. Jeg kjenner forholdsvis mange rundt omkring, så det er alltid noen jeg kan ta kontakt med.

**19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Ja, det vil jeg tro. Om du kan gå inn og hente underlag og informasjon fra tidligere prosjekter som kan være relevant for det du skal jobbe med, så tenker jeg det. Jeg mener det her er nødvendig å kunne kategorisere etter eksempelvis bygningstyper, for å raskere få frem riktigere informasjon etter behov. Nå har jeg sittet og jobbet med fremdriftsplan i dag på et tilbud vi skal levere til uken, og da har jeg ringt en 3-4 mennesker som jeg vet har gode underlag for en del av det jeg trenger å vite av tid ol. Jeg får jo de svarene jeg trenger innenfor forholdsvis få minutter.

**20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Det er nok litt forskjellig. For det første så synes vi trolig nok ikke den erfaringen vi har er god nok til at den er verdt å dele. «Er det sånn at noen har bruk for dette?». I tillegg er vi ekstremt prosjektbaserte, og når vi er mellom prosjekter så står vi og skrever i to leirer og tiden tar oss. Så det å sette seg ned og vurdere hva som er verdt å dele med andre og ikke, hvordan skal du forme det og alt det der, det forsvinner litt innimellom andre arbeidsoppgaver.

**21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Da må du begynne å industrialisere betydelig mer. Variabiliteten starter med første streken. Rent økonomisk så hadde det ikke vært tvil om at det er gunstig å senke den. Jeg tror vi hadde fått billigere bygg. Noen vil sikkert påstå mer kjedelige bygg, men så er ikke jeg helt sikker på det, fordi at en del som går på å senke variabilitet er å ta noen beslutninger i tidligfase om veldig viktige forhold som for eksempel bæresystem. Videre tenker jeg at en god arkitekt klarer å få det til å se bra ut innenfor de rammene de får.

**22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?**

Kunstig intelligens, ja. Jeg hadde ringt en venn og spurt om dette. Jeg ville kanskje håpe at gjennom å utvikle og fastsette noen gode standardiserte løsninger, at det på et vis oppgraderte seg slik at vi kunne gjenbruke gode løsninger. Jeg er litt usikker på om 4D kunne vært en begynnelse på dette, men du ser jo på teknologier som telefonen eller bilen

at de kan fortelle deg at du er hjemme om et kvarter. De har en type intelligens som modnes basert på handlingsmønstre. Jeg ville tro at en BIM eller 4D-modell etter hvert som man erfarer gjentakende handlingsprosedyrer, ville kunne generert slike forslag og det må jo være bra. Men, da må man dele data over en plattform, i hvert fall bedriftsinternt, kanskje også eksternt. Jeg tror at denne typen læring må opp i et visst kvantum for å fungere godt. Her i Veidekke vil det være såpass greit, for vi er relativt mange, men i mindre firmaer så tror jeg kanskje ikke det. Jeg regner med at du er avhengig av en viss input for å få laget en database.

*Stiller du deg nå annerledes eller mer villig til å fortsette å bruke 4D, hvis dette er begynnelsen på å lage en slik autonom erfaringsdatabase?*

Ja, hvorfor ikke. BIM bruker vi hele tiden nå. Vi er modellbasert. Du behøver ikke ha alt med i modellen tenker jeg. Du må bestemme deg for hva som er viktig, hva som gir det beste produktet og den mest rasjonelle produksjonen. Det gjelder både innenfor prosjektering og faktiske utførelse. For du kan sitte og bruke mer tid på å detaljere deg ned på et mikronivå, enn det faktisk tar å utføre jobben ute. Men, at vi i overskuelig fremtid er nødt til å gå videre med dette tror jeg absolutt. Jeg tenker at 4D kommer etter hvert, men det må fortjene sin plass er kanskje rett å si, slik som BIM har gjort.

*Hvem tror du trenger å modnes mest; er det 4D-teknologien eller bransjen?*

Jeg tror teknologien må bli litt mer moden først. Det dyreste vi har er arbeidskraften. Jeg kan bygge løsninger som krever mer kostander materielt sett, men totalen er billigere likevel fordi det er færre arbeidstimer. Det er det dessverre utrolig mange eksempler på. Når det kommer til nye teknologier så har jo BIM kommet for å bli, men enda mer avansert teknologi må modnes ytterligere. Det kommer til å komme mer og mer av det. En kan jo bare se hva vi har lært det siste året. Vi hadde ikke så mange møter som dette (ref. Teams) før Covid-19.

# Patrik Oreman

**Arbeidsgiver:** Veidekke

**Stillingstittel:** Anleggsleder

**Generelt:** Patrik har arbeidet rundt 8-9 år som funksjonær. Han er utdannet tømrer og praktiserte faget i syv år før han jobbet seg oppover i bedriften. Hans karriere startet i et datterselskap av Veidekke i Stockholm, men det var ikke før han begynte i Veidekke Norge at han ble introdusert for BIM i praksis. Bruken av BIM er nå mer utbredt og prosjektet Patrik jobber på i dag får bistand av en egen BIM-koordinator, og 3D-modellen blir i større grad benyttet i produksjon og egen arbeidshverdag.

## Digitalisering i virksomheten

### 5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?

Vi har pratet veldig mye om hva vi skal bruke i det her prosjektet. Vi har prøvd å finne litt nye metoder og verktøy for å gjøre hverdagen enklere både for oss og fagarbeiderne der ute, men jeg tror at de som er yngre, jeg er kanskje litt i grenseland på alder her, tenker at det er gøy med ny teknologi og slikt. Jeg vil si at jeg har en litt frempå og åpen holdning til det, men jeg tror byggebransjen generelt er litt tilbakeholden mot ny teknologi, dessverre. Det kan være utfordrende å se fordelene når det kun prates om, men når en får det vist og testet det ut i et prosjekt og får se at det virkelig fungerer, kan det åpne noen dører videre. Jeg tror man også må innse at kostnaden forbundet med ny teknologi som oftest er litt dyrere. Oppstartskostnad og kjøp av lisenser ol.; jeg tror man sliter litt med å se bindingen kostnadmessig. Det blir kanskje raskere å bygge, enklere for håndverkerne å forstå hva de skal gjøre og i en prosjekteringsfase så er det lettere å se kollisjoner og få et bedre bilde av prosjektet. Det samme gjelder når vi prater framdrift og planlegging; om vi ser bygget på et helt annet sett så er det lettere å lage riktige planer fra starten av.

#### a) Nevn tre nøkkelord som skal ligge til grunn for at du tar i bruk ny teknologi?

Jeg tenker på at det skal gjøre en nytte. Det skal ikke bare være kult å ha det. Det må være enkelt å bruke. Man trenger ikke ha noen ingeniørutdanning for å bruke det. Til sist så ja, kanskje kostander forbundet med det.

#### b) Hvordan stiller du deg til å endre din arbeidsmetodikk for ny teknologi?

Altså hvis vi ser at det er en vinning i det. Det er vel egentlig det som er vanskelig for mange å se når den nye teknologien kommer. Noen må jo være først og være litt prøvekanin. Så ja, jeg har prøvd et nytt planleggingsprogram, VisiLean, som jeg har slitt med i ett år til jeg måtte si ifra at det ikke gikk mer, så nå går vi tilbake til det vi gjorde tidligere. Jeg fikk mer følelsen av at jeg var med å skape programmet enn å bruke det.

#### c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?

Jeg tror ikke det trenger å ha så mye gevinst. Om en klarer å skape litt gevinst her og der blir det en større gevinst samlet over tid. Så det trenger ikke nødvendigvis å være en stor gevinst fra start. I tillegg pleier man å finne nye måter å bruke teknologien på underveis også.

*Hvis du hverken bruker mer eller mindre tid på en ny teknologi, men den er mer digital, hvordan hadde du stilt deg til å implementere det?*

Det er jeg positiv til. Kontorene må jo i dag bli litt mer digitalisert. Vi sliter fortsatt med at vi har en del prosjekter som fortsatt skal ha tegningskopier og -arkiv, og vi er nå kommet



til 2021. Så på den måten, hvis det er likt, så kommer det til å være besparende på ett eller annet sett og det er jo alltid bra. Vi har jo så mye å bruke tiden på i hverdagen ellers.

## **6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?**

Veidekke er en såpass stor bedrift og har avdelinger som kun driver med den biten. Så for å få det i prosjekt er en avhengig av en prosjektleder som er litt frempå eller funksjonær som er litt driven i det å tørre å prøve. Det jeg tror man burde være litt forsiktig med er om alle skal prøve, eller at vi har 20 programmer eller 20 teknologier som prøves samtidig, bare fordi noen sier det fungerer. Så jeg håper og tror at avdelingen i Veidekke finner ut av hva vi skal prøve og har et opplegg på hvordan vi får frem riktig innovasjon etter vårt behov.

### **a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

De siste årene føler jeg bedriften har vært rett så gode på å være positivt innstilt om du spør. Jeg tror derimot det er vanskeligere å få med prosjektlederen på å prøve ut noe nytt, for eksempel hvis prosjektlederen er litt eldre og ikke ser hvorfor det skal brukes.

### **b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?**

Vi har ikke hatt noen oppfølging eller sluttevaluering i det hele tatt. Det er mer at andre avdelinger eller prosjekter tar kontakt fordi det har blitt pratet om i Veidekke. Så sånn sett tenker jeg at oppfølgingen kunne vært bedre. Det var ikke så veldig mange som hadde brukt VisiLean før vi prøvde det. Jeg har hvert fall fått flere henvendelser fra Veidekke både i Sverige og Norge som vil prøve det og synes det virker som et bra program. Det synes for så vidt jeg også, men det trenger et par år til innen det er der vi vil ha det.

## **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av ny teknologi?**

Først og fremst finnes det mange andre aspekter i hverdagen som er viktigere enn teknologien, men jeg tenker at de er åpne i største allmennhet. Om en oppdager nye teknologier og programvarer og en er villig til å videreutvikle innovasjon, så er de i den forstand veldig positive. De er ikke så firkantet i sin tenkemåte.

## **Praktisering av 4D**

### **8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Nå har vi ikke brukt 4D så veldig mye på det prosjektet jeg er på i dag, men da vi pratet om det så var det å bruke 4D til å lage små filmer, visualisere fremdrift og den biten.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Det er hovedsakelig VisiLean, men jeg har også brukt Synchro litt. Vi ble enige om at vi skulle bruke Synchro, men så skiftet vi prosjektleder og han ville bruke Microsoft Project. Så kom samme prosjektleder og sa at vi skulle bruke VisiLean. Det som var så bra med Synchro i kalkuleringsstadiet, og som jeg tror vi vant litt på, var at vi visuelt kunne vise hvordan vi hadde tenkt fremdriften. At vi kunne vise hvordan det skulle se ut, hvordan vi skulle grave og hvordan prefabrikasjonen skulle bygges og hele den biten. Likevel, det tok sin tid å lage den lille filmen, men det var veldig verdsatt og jeg tror at den visuelle delen kan brukes mye opp mot byggherrer og kunder.

### **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Avdelingen i Veidekke ga meg tilgang til programmet, også var det jeg som driftsleder som forvaltet planen i programmet. I dette tilfelle var det også jeg som koblet plan og modell ellers er det BIM-koordinatoren som gjør det. For flere og flere har fått BIM-koordinatører ute i prosjektene som hjelper og henter inn data fra rådgiverne for å bygge modellen.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Jeg synes det er gøy å bli litt utfordret. Fremfor alt når man også får tillatelse til å avsette litt mer tid til å sitte og lære seg programmet, da blir det enda morsommere. Men, hvis man får en veldig begrenset periode der du skal ha ting ferdigstilt også klarer du ikke gjøre det godt nok så blir det demotiverende.

### **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Nei, det vil jeg ikke si. Jeg hadde en person på den avdelingen som jeg stilte noen spørsmål til, ellers var det mye «learning by doing» og forsøke å finne ut hva man skulle gjøre på egenhånd. For med nye program er det en del å sette seg inn i, så det er viktig at en får tid til å lære seg det.

*Føler du at du hadde hatt et annet inntrykk av programvaren hvis du hadde fått bedre opplæring?*

Sånn er det vel alltid. Det går jo raskere å komme inn i det med grundig opplæring, men jeg hadde et veldig godt inntrykk av programmet selv om jeg ikke fikk hjelp. Man ser jo enda potensiale i programmene, også vet vi jo at det lille man eventuelt får i opplæring bare skraper på ytterste lag av hva programmet egentlig inneholder. Sånn var det med VisiLean også, vi gikk jo bare for planleggingsdelen og ikke for BIM- og 4D-delen som de hadde. For det hadde vi ikke tid og kraft til å ta tak i.

### **13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?**

Jeg tenker at hensikten er at den skal legge til rette hverdagen både for oss funksjonærer og dem som skal bygge der ute. Vet vi pratet om at man skulle kunne ha VR-briller for å kunne se kollisjoner og kvalitetssikre rørlokasjoner ol. Så der tror jeg vi har veldig mye å hente. Jeg håper og tror at med de fagarbeiderne som kommer til i dag er mer villig til å ta sånt i bruk. Hverdagen vår har jo blitt mer teknologisk enn hva den var.

*Er denne hensikten og målsetningen noe du har konkludert med selv, eller er det noe du har fått viderefremidlet?*

Jeg føler ikke jeg har brukt programmene så særskilt mye til å si at jeg har kommet opp med den konklusjonen selv, det er mer hvordan man har pratet med andre som bruker det og fått det fortalt.

### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Per dags dato så bruker vi ikke Synchro i det hele tatt. Det var bare i oppstartsfasen av prosjektet. Rett så tidlig droppet vi det. Jeg brukte det kun i 3-4 måneder. Vi hadde da brukt det på hovedplan og så droppet vi det når vi begynte å se på faseplan. Prosjektlederen vi fikk var litt eldre og ville at vi skulle bruke Microsoft Project, så det var den største grunnen til at vi droppet det. Prosjektlederen er veldig involvert i IP-tankegangen (involverende planlegging) i Veidekke og har brukt Microsoft Project veldig lenge og kjenner seg trygg på det.

Vi brukte VisiLean kun som planleggingsverktøy og jeg satt og jobbet i det flere ganger i uken når vi hadde det i bruk. Det vi så som det store potensiale for programmet var at det var visuelt godt, og at de har en oppfølgingsapplikasjon som gjøre at brukeren der ute enkelt kan markere og sette status på objekter de holder på med. Det gjør at vi funksjonærer slipper å løpe ut og sjekke om det er ferdig hele tiden. Vi må jo gjøre det likevel, men da slipper vi gjøre det hver eneste gang. I tillegg får vi prosentgradene rett inn i programmet. Vi skulle akkurat til å initiere denne applikasjonen ute hos fagarbeiderne, etter at jeg hadde holdt på med dette programmet ett års tid, men vi fikk en forsinket

oppstart. Det gjorde at jeg hadde fått godt med tid i forkant til å sitte med planleggingen. I tillegg hadde vi nesten ett år med prefabrikasjon, og de har som oftest sin egen fremdriftsplan og er ikke avhengig av noen andre. Så vi skulle mer eller mindre starte, og det var da jeg fikk litt panikk ettersom programmet begynte å henge seg opp og fungerte ikke helt. Jeg skulle slette saker og ting også fikk jeg ikke gjort det, eller det kom stadig tilbake. Når jeg gikk inn i programmet før et møte for å ta ut en plan for en to ukers tid, så lå det aktiviteter som ikke gikk vekk eller som hadde havnet feil. Så det var et par møter hvor jeg måtte sitte å si at møtedeltakerne måtte se bort fra flere synlige aktiviteter eller rader som ikke skulle være der, men som heller ikke gikk an å slette eller endre dato på. Så til slutt sa jeg rundt to måneder før oppstart av innvendige arbeider at enten så får vi fortsette med det her, eller så dropper vi det for da har jeg tid til å gjøre orden. Så hadde jeg en samtale med VisiLean hvor jeg kom med tilbakemeldinger om at programvaren måtte fungere på den her måten, ellers kunne vi ikke bruke det ordentlig. De var positive til tilbakemeldingene, og sa at hvis det var noe mer så var det bare å skrive en liste så skulle de ta med seg tilbakemeldingene. Så jeg lagde lister med saker som jeg kjente var feil, eller som ikke fungerte som de hadde sagt, også utbedret de feilene. Men, til slutt kjente jeg at; skal jeg være bruker eller skal jeg være med å drive VisiLean fremover, og jeg kjente at jeg ikke hadde tid til det. Jeg ville være en bruker av programmet.

#### **15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren?**

Nei, det gjorde jeg vel egentlig ikke. Det vi slet med var at vi hadde en plan i Microsoft Project først og så skulle vi flytte den over til Synchron. Det hotellet som vi skulle bygge hadde veldig mange fasadedetaljer, så det ble en kjempe jobb å forsøke å finne ut og koble elementer til dato og rekkefølger slik at hele fasaden ikke gikk fra null til fullt. En ønsket å få en byggprogresjon oppover. Jeg holdt ikke såpass lenge på med programmet til å finne ut om det var noen ting som manglet. Det var mer å bare sette seg inn i programmet og forsøke å gjøre et eller annet.

Vi har brukt taktplan veldig mye nå på slutten, der vi eksempelvis har laget en takt på 5 dager og så får underentreprenørene justere sin bemanning etter den planen. Noen må kanskje gå opp i bemanning, mens andre kan gå ned for å holde disse 5 dagene. Men, jeg tror ikke det finnes noen programmer som inkluderer taktplan-funksjonen. For det blir veldig synlig for alle involverte hva som skjer og ikke minst hvor det skjer. Så jeg hadde gjerne sett at et program hadde tatt litt tak i det og gjort den digital. For nå sitter vi i Excel og lager disse planene, og det er en veldig simpel måte å gjøre det på.

#### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktisering av 4D?**

Det var vel bare Synchron som egentlig var liknende 4D, ettersom vi ikke brukte den funksjonen i VisiLean. Men, jeg vil si at jeg har brukt det for lite til å kunne si noe om det.

##### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

De fleste programvarefeilene er enkelt å rette opp i. I dag er de så flinke til å programmere at det tar ikke lange tiden. Men, det er vel litt baksiden med å bruke ny teknologi også; at det må testes såpass mye før sluttproduktet fungerer. Hverdagen i dagens byggebransje er hektisk, ettersom det er et økt fokus på å redusere både byggetid og kostander enn hva som var normalt. I dag er det ofte bedriften som priser prosjektet billigst og gjerne kutter én måned eller to i byggetid som vinner anbudet. Så jeg tror det viktige er at nye hjelpemidler fungerer fra start. Vi har ikke så mye tid å legge igjen her og der fordi programmet ikke fungerer. Da ender vi opp med å gå tilbake til det vi gjorde før. Så det er alltid en risiko å ta i bruk nye teknologi, og jeg tror mange føler på nettopp dette. At man ikke riktig stoler på at programmet fungerer hver gang en åpner det; ser planen lik

ut som da jeg forlot den eller har noe blitt slettet fra siste gang jeg lukket vinduet. Den følelsen skal en ikke behøve å ha.

VisiLean rettet jo opp de programvarefeilene jeg kom med og grunnen til at jeg ikke valgte å fortsette med programvaren var at jeg endte opp med å lage 6-7 sånne lister med feil som jeg oppdaget. Så når de kommer og sier at de har brukt programvaren på store prosjekter i England og inputen jeg hadde omhandlet veldig enkle funksjoner begynte jeg å lure på om det egentlig hadde vært noen andre som hadde tatt det i bruk eller om jeg var først. Det gjør at man mister litt motet. I tillegg brukte jeg ikke de mest avanserte funksjonene i programmet heller. Så da lurer en på om de har lagt mer ned i den 4D-modelleringen enn i de små detaljene i fremdriftsplattformen, men jeg vet ikke.

**b) Ser du en større nytte ved å komme over barrierene eller vil det gi minimalt med utslag?**

Jeg ser virkelig potensialet i programmet. Jeg ser nytten av akkurat det her å kunne bruke den ute med en app i telefonen og si fra hvis det er noen ting som er galt og man kan starte til planlagt tid eller ikke, eller om man blir hindret eller lignende. Å få all den informasjonen ville gjort det ufattelig mye enklere for oss funksjonærer. Så jeg tror på programmet, men tenker det trenger ett år eller så for å få utviklet et stabilt program som fungerer.

*Selv om dere ikke fikk tatt appen i bruk, hvordan var innstillingen og tilbakemeldingene fra fagarbeiderne der ute om dette?*

Vi sa at basene skulle bruke det og det var det ingen fremmedhet med. Altså de har jo smarttelefoner der ute og er vant til appbruk i privat sammenheng, men det kommer alltid til å være noen eldre som ikke vil, men de blir det jo færre og færre av. For når de yngre vokser opp og tar flere funksjonærstillinger så blir det jo lettere og lettere. Utover det så har vi jo en del utenlandsk arbeidskraft, så der må vi påse at programmene kan anskaffes på ulike språk slik at alle kan forstå innholdet og bidra. Så nei, jeg følte ikke at vi fikk noe motstand fra de ute når vi kom med forslaget på den måten vi gjorde. Det var egentlig mer fra prosjektlederne for de skal jo kunne åpne programmet og følge med på hva som rapporteres inn. Så når de sitter med 4-5 prosjekter samtidig, og alle prosjektene har forskjellige fremdriftsplaner så blir det en større utfordring for dem enn det det blir for oss som sitter med ett prosjekt i ett program. De har kanskje ett prosjekt i Synchro og et annet i Microsoft Project og et tredje i VisiLean, så der har du noen store utfordringer.

**17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?**

Ja, det er mulig jeg kunne tenkt meg å bruke noe. Nå er det ikke så lenge siden jeg sparket ut VisiLean, så der trenger jeg nok litt mer overtaling, men Synchro skulle jeg definitivt tenke meg å prøve igjen. Grunnen til det er at Microsoft Project er veldig grunnleggende. Det er kanskje derfor alle liker det. Den har ikke så veldig mange funksjoner som det å koble sammen plan mot modell ol. Nå lager vi jo mer og mer i 3D og 4D i prosjektering og sånn, så det å kunne koble saker og ting sammen er jo alltid positivt.

## Utvikling og innovasjon

**18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Vi har en avdeling som driver med digital forretningsutvikling, og jeg vet at det finns en databank du kan gå inn på hvor det står litt om de forskjellige programmene. Der kan du se i hvilken grad det er tatt i bruk og tilbakemeldinger fra brukere, noe som er nyttig hvis man vurderer å prøve noe selv. Disse tilbakemeldingene skal ha lik struktur og derfor er det laget en mal som skal benyttes.

## **19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Det er alltid positivt når programmene kan prate sammen. Det at programmene er av samme leverandør kan en håpe gir noe positivt enn å få to ulike programmer til å prate sammen, det pleier å gå litt så som så.

## **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Jeg tror alt bunner ut i at en bygger tilnærmet på samme måte som en gjorde for 50 eller 60 år siden. Vi prater veldig mye om prefabrikkering og gjøre ting på en enklere måte, men jeg tror vi sliter litt med å komme med løsninger og da havner vi gjerne i de gamle hjulsporene. Det har vi gjort lenge og er en svakhet i byggebransjen. Det vi egentlig prater om etter hvert eneste prosjekt når vi gjør en erfaringsoverføring, er at det her skal vi huske til neste gang. Dette gjorde vi og det her fungerte, men så er vi ikke så flinke til å lagre det et sted, det bare blir i hodet. Vi får håpe i og med at det kommer et generasjonsskifte, om kanskje 10 år, så tror jeg nok at det kommer til å se helt annerledes ut enn i dag. Da er vi nok der at all data tas hånd om og lagres digitalt. Alt er jo der, det er jo bare enere og nuller i en datamaskin, så det gjelder å ta tak i dem.

*Men, hvorfor prioriteres det ikke? Det er jo stor enighet om at det kan være svært nyttig.*

Jeg tror det bare bunner ut i økonomi. Altså du må ha satt av noen til å gjøre det og som er dedikert til jobben. Derfor håper og tror jeg at akkurat store bedrifter som Veidekke med den kapasiteten vi har med de kontorene som er i Oslo, som ikke produserer, men egentlig bare er en kostnadsgreie for Veidekke kan bidra. Om man der kunne satt inn ressurser som kunne funnet ut av hvordan vi ute i produksjonen kan ivareta våre erfaringer og lagre det, så flere prosjekter kan benytte seg av disse erfaringene senere. Det hadde vært svært nyttig å kunne filtrere ut relevant informasjon eksempelvis etter bygningskategorier om det var et skoleprosjekt, hotell- eller lignende. Det samme gjelder bedrifter; at du bare kan gå inn å se hvor det fungerte og ikke. Jeg tror man skulle hatt noen som bare sitter og fører inn denne informasjonen eller laget et program hvor en enkelt kan føre inn vurderinger ol. selv ut i prosjektene.

## **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Vi har pratet mye om det i avdelingen, ettersom vi har hatt veldig mange prosjekter av ulik karakter. Skal en tjene penger er det gunstig å ha mye tilbakevendende aktiviteter. Vi har hatt noen prosjekter der vi har bygd mye i massivtre som skoler og studentboliger. Bygger man 3-4 sånne så har man lært seg hva som fungerer. Så til slutt på det siste prosjektet har de virkelig lykkes med en god byggeprosess. Jeg tror derfor på det å ha mye repetisjon. Det at ethvert prosjekt er unikt blir nok sagt fordi vi bygger hver gang og vi styrer ikke byggherrens ønsker eller krav. Jeg tror variabiliteten ville sunket om vi hadde fått større spillerom med å foreslå på hvilken måte noe kan bygges på. Da hadde vi kunnet bygge 10-20% rimeligere enn det de i utgangspunktet ber om. Altså kledningen kan være forskjellig, men hvis det innvendige bygges likt hver gang, blir det mer økonomisk lønnsomt for oss. Det kan potensielt bidra til å kutte byggetid også. Så jeg tror mer på den. Om vi må finne opp hjulet på hvert eneste prosjekt, ja da koster det penger og det tar tid.

*Tror du det er viktig at vi ikke standardiserer for mye for å ta vare på fleksibiliteten?*

Alt trenger ikke være fleksibelt, men du kan jo kanskje si at når det kommer til størrelsen av rom kan man være fleksibel, men at sjakter skal føres på en type måte slik at bygget deles opp i forskjellige deler. Om en bygger 100 eller 300 kvadrat, har en fortsatt lik type infrastruktur. Det samme kan forsøkes på veggtyper innendørs; istedenfor å ha 40 ulike

veggtyper hadde det holdt med én. For har du like stender på innerveggene kan du heller låne noen fra en annen etasje om du skulle gå tom, enn å måtte bestille opp nytt og vente på leveransen. Jeg tror en må begynne å tenke litt mer sånn.

**22. Hvilke vurderinger har du gjort knytte til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbruker erfaringstall?**

Ja, men det tror jeg. Om vi har en programvare vi kan hente ut informasjon fra på en effektiv måte, så definitivt. Ved å se på fordelene over bruksområdet på en slik løsning håper jeg det ikke er alt for langt frem i tid før det blir brukt oftere enn aldri på prosjekt.

# Magnus Jacobsen

**Bedrift:** Betonmast

**Stillingstittel:** VDC og BIM-ansvarlig

**Generelt:** Magnus har 17 års arbeidserfaring og har tidligere arbeidet som elektriker, prosjektleder, avdelingsleder i ulike selskaper. Han tok fagbrev i elektrikerfaget før han gikk videre på fagskolen Elkraft. Magnus har mye erfaring med digitale verktøy i byggeprosjekter. Han har et overordnet ansvar for BIM-gjennomføring i Betonmast og det som ligger i styringssystemet. Han har ingen etterutdanning innenfor BIM, derfor har han kun opparbeidet seg kunnskap gjennom praktisering i de prosjektene han har vært en del av.

## Digitalisering i virksomheten

### 5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi ute i prosjektene?

Jeg er veldig for å bruke ny teknologi i prosjektene. En stor del av jobben min er å finne ønskede prosesser eller verktøy, og teste de ut i reelle prosjekter. Det gjør vi ganske mye av. Vi er delvis eide av AF Gruppen, så vi samarbeider mye på tvers av selskapene om hvilke systemer og prosesser vi skal gjennomføre.

#### a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at ny teknologi skal tas i bruk ute i prosjektene?

For det første så må det eksistere et ønske om endring, om å prøve noe nytt og ta et steg videre. Det er viktig med rett kompetanse og følgende legge vekt på opplæring. Prosjektene må følges opp når de tester ut noe nytt. Det kan være hensiktsmessig med både opplæring fra eget selskap og fra leverandøren som kan ta tak i de tingene som dukker opp underveis. Når en tester noe nytt så kommer det alltid til å skje et eller annet uforutsett, eksempelvis at noe ikke fungerer som det skal etter hensikten. Oppstartsproblemer kan oppstå og at man ikke helt forstår hvordan det virker. Det skaper frustrasjon særlig i en prosjektgruppe hvor du både har folk som er villige og folk som ikke er villige til å endre.

#### b) Hvordan oppfatter du at prosjektorganisasjonen stiller seg til å endre arbeidsmetodikk for ny teknologi?

Det er individuelt. Alle prosjekter er ulikt satt sammen av forskjellige personer hver gang. Vi ser at når vi tester ut nye ting at det ofte er prosjekteringslederen som går foran og er den som er mest innovativ og har lyst til å prøve å finne andre måter å gjøre ting på. Produksjonslederen henger ofte litt igjen og er ikke like villig, fordi vedkommende trives godt med de gamle metodene og ofte ser problemer ved å gjøre ting på en annen måte enn det de har gjort tidligere. Så det er veldig varierende fra prosjekt til prosjekt.

#### c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?

Det må være noe som tilfører nytte i form av enten tids- eller kostnadsbesparelse i prosjektet. Det må være en reell nytte som gjør at vi sparer tid eller unngår kommunikasjonsforsinkelser. Å spare inn tid fra vi spør til vi får svar, slik at kommunikasjonen flyter lettere, vil være en stor fordel. Det må være en kost/nyttevurdering. Prosjektene lever av penger, derfor vil programvare med liten effekt ofte være vanskelige å gjennomføre, fordi kostnaden blir lagt på prosjektene.

### 6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?

I Betonmast så er det enten meg, i og med at jeg er på en del demonstrasjoner og har en del kontakt med ulike systemleverandører, ellers så er det prosjektene selv som forteller

at de har hørt eller lest om et eller annet fra andre prosjekter som de også har lyst til å prøve ut. Initiativtakere er både meg selv og prosjektene som har et ønske om å prøve en spesifikk type verktøy.

*Er det noen gjenganger i hvilken rolle fra prosjektene som ofte initierer?*

Som sagt, så er det i prosjekteringen at det ofte blir initiert nye verktøy.

### **a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

Vi følger alle piloter slik at alle pilotprosjekter blir meldt opp i et system, og deretter blir det allokert ressurser fra staben som skal følge opp piloten som en eier. Eierne er enten meg på digitalisering, eller så har vi egne folk i HMS, KS eller andre stabsfunksjoner som har ansvar for å følge opp. Man har jevnlig kontakt med prosjektet og sørger for at det blir gjort en skikkelig evaluering etter at man er ferdig.

### **b) Hvordan har implementeringen blitt fulgt opp?**

Det følges opp ved kontakt med prosjektet underveis. Enten er de delaktige i prosjektet selv, dvs. noen som har vært dypt inn i prosjektet og har vært med å teste det, eller så er det avstemninger underveis og gjerne med prosjekt og leverandør samtidig. Vi har noen evalueringer underveis: hva er det som fungerer og ikke, er det noen brukerfeil, eller er det noe som mangler i programmet. Deretter har vi en evaluering når vi er ferdige, gjerne med leverandører.

*Hvilke tiltak har blitt gjort fra ledelsen for å oppfordre til bruk av 4D?*

Fra ledelsen så er det ikke gjort noen form for tiltak, men hvis vi snakker spesifikt om 4D-planlegging så har vi et initiativ som vi har startet på nå. Det gjelder å ta 4D mer i bruk enn det vi har gjort tidligere, fordi jeg er helt enig med deres spørsmålstilling. Det er helt merkelig at det ikke er mer i bruk. Vi har hatt det gående en liten stund, og den første hindringen vi fant var kostnaden på lisens. Det fikk vi løst gjennom noen leieavtaler med AF som førte til at vi fikk senket inngangen. Det handler om kost/nytte. 4D blir muligens brukt i noen av prosjektene i en kort periode, og deretter er det kanskje ett eller to år til neste gang de tar det i bruk. Det spørs hvilke faser de velger å bruke 4D i. Det blir en stor kostnad å besitte et program man kun benytter over en kort periode. Det var den første hindringen vi fikk fjernet. Så dukket hindring nummer to opp, og det var kompetanse. Det er rett og slett ikke nok kompetanse i selskapene til å opprettholde god drift av 4D. Deretter kom nummer tre, og det er ressurser. Det ene er å ha kompetanse, men en skal også ha tid til å drive med det. De sier de som gjør det i stor skala. Jeg var på et foredrag på Solstrandkonferansen på Haukeland. Der fortalte de om viktigheten av å ha en helt allokert ressurs som håndterte modellen slik at den til enhver tid var oppdatert med hvilke elementer og deler som var på plass, hvor logistikken skulle inn og hvilke innganger som ville være tilgjengelig på plassen. Det krever ressurser for å holde vedlike. Den blir litt verdiløs hvis du ikke oppdaterer den. I så fall blir den bare reell én gang. Oppsummert er det kompetanse, ressurser og kost som er de store hindringene.

## **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Det er både og. Prosjektene har ekstremt stor grad av selvstyre innenfor gitte rammer og det samme har de ulike forretningsenhetene eller selskapene i Betonmast. De er dermed på forskjellige nivåer når det gjelder digitalisering. Det er individuelt i hvilken grad man tar i bruk nye systemer og verktøy. Jeg tenker at ledelsens jobb er å kunne vise til en form for strategi, der det kartlegges hvordan vi ser for oss veien videre fremover de neste årene.



Per nå er det litt manglende, og det gjør at vi pirker bort ting her og der uten å ha noen konkrete mål med det vi gjør.

## Praktisering av 4D

### **8. Hvilke forventinger har du til 4D?**

I og med at jeg jobber mye med VDC som metodikk og rammeverk, har jeg forventninger knyttet til ideen om å kunne simulere ulik fremdrift og rekkefølge på ting. Det eksisterer et ønske om å kunne visualisere og finne den optimale rekkefølgen før en gjør arbeidet fysisk i virkeligheten uten å feile på byggeplassen. Det er forventning nummer én. Nummer to er å kunne visualisere for de som er på byggeplassen. Det er ønskelig med en oversikt over hva som faktisk skal skje de ulike dagene og ukene, og hvilke elementer og rekkefølge de skal på plass. Det er viktig å kunne se på dette med logistikk, inn- og uttransport av varer, søppel, kraner, svingradier, løftesoner ol. En av de tingene vi begynner å koble nå er 4D mot vårt HMS-arbeid. Vi ønsker å se på hvordan vi kan forbedre HMS-arbeidet på byggeplassen ved hjelp av 4D. Jeg har ganske store forventninger til det, men det har ikke blitt realisert helt ennå.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du kjennskap til?**

Synchro.

### **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Det er prosjektene som har rett kompetanse. Flere av prosjektene, men ikke så mange som det skulle, har egne BIM-koordinatorer som har det som egen jobb. De har kunnskap til å kunne koordinere BIM-modeller, bruke for eksempel Synchro, kunne sette sammen modeller, kjøre kollisjonskontroller, og sørge for at det er riktig. Det er en egen ressurs i mange prosjekter, og så er det noen prosjekter som ikke har det. I de prosjektene er BIM-koordinatoren den samme som prosjekteringslederen eller anleggslederen, og da forsvinner tiden. I stor grad er det de prosjektene som har egen ressurs for BIM-koordinering som har anledning, kompetanse og tid til å ta det i bruk.

*Hvis du har en egen BIM-koordinator, hvor mye er anleggsleder involvert ettersom det ofte er de som har eierskap til fremdriftsplanen?*

Når det har vært gjort med Synchro, så har det blitt utarbeidet en tradisjonell fremdriftsplan i Microsoft Project av produksjonsledelsen, deretter bistår BIM-koordinatoren med å importere og koble opp plan til modell i Synchro.

### **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Det var en av hindringene vi møtte. Vi hadde ikke nok kompetanse. AF Gruppen har eget Synchro-kurs internt som vi begynte å melde opp våre egne på. Det ble dessverre stoppet av Covid-19, så derfor venter vi fortsatt på de kursene. Det stoppet litt opp når vi ikke fikk de i gang. Vi klarte å senke lisenskosten og få i stand et kurs for å komme i gang med 5-6 stykker. Samtidig begynte de med Synchro i sine prosjekter og var klare til å lære seg mer før de tok det ut i livet.

### **13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?**

Hensikten er blant annet å få simulert og visualisert den optimale produksjonsrekkefølgen. Samtidig er det hensiktsmessig å få synliggjort HMS i prosjekter, legge til rette for den beste logistikken, varetransport, kranplasseringer, og ikke minst det å kunne avdekke samtidig produksjon. En oversikt over hvor på prosjektet det er mest aktivitet og hvor det er minst aktivitet kan vises i et såkalt «heat-map». Det kan brukes til å se om det er hensiktsmessig at så mange folk jobber på et sted samtidig. Det er egentlig mange

bruksområder med 4D. Så kommer spørsmålene om hvor det stopper opp og når er det hensiktsmessig å stoppe bruken. En får ikke visualisert hver eneste stikkontakt, lysbryter og armatur. På et eller annet nivå så må man stoppe. På de fleste prosjektene som har gjort det, så har de måttet stoppe etter tett fasade. Jeg er veldig interessert i å finne ut hvor mye lenger man kan dra det og hva som er hensiktsmessig.

*Har dere vurdert oppfølgingsaspektet av det?*

Nei, vi har ikke det.

*Hvorfor ikke?*

Vet ikke. Har ikke tenkt over det ennå.

#### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Typisk stopper det ved tett fasade eller ved tett bygg. Man visualiserer ikke de innvendige arbeidene.

*Er det frivillig stopp eller er det hindringer som gjør at dere stopper opp?*

Det blir så naturlig stopp, fordi man ikke helt vet hvor langt en skal ta det. Jeg har hørt at det selvfølgelig blir mer og mer komplisert jo flere linjer man får, og i råbyggsfasen er det ikke så altfor mange linjer. Da er det håndterlig. Det stopper opp på grunn av kompetanse og ressurser. Det kreves enda flere ressurser når du må følge opp på daglig nivå med mange tusen aktiviteter inne.

*Men i de prosjektene hvor det er brukt på råbygg, hvor mye ressurser og tid bruker de på det? Er det daglige oppdateringer?*

Nei dessverre blir det ikke det, men det blir brukt til en råbyggsplan som gjerne ikke blir avstemt ordentlig. Den blir heller brukt for å visualisere framdrift på råbyggsfasen, men ikke så mye i oppfølgingen etterpå, dessverre.

#### **15. Hvilke utfordringer ser du med programvaren?**

Tilbakemeldingene fra de som tar det i bruk er at det virker noe komplisert uten noen form for opplæring. Det er nok ikke så intuitivt som mange andre programmer er. Derfor blir det en terskel å ta det i bruk. Det virker som det kreves litt innsats for å lære seg det. Jeg har ikke noe kjennskap til noen andre 4D-programmer for sammenligning, men vi avventer opplæring og trenger hjelp for å komme i gang.

#### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktisering av 4D?**

Selve arbeidsmetoden har jeg ikke fått tilbakemelding på at er noe problem. Det ligger mer i det å ha kompetanse til å gjennomføre det. De som vil ta i bruk 4D ser umiddelbart de samme gevinstene med å kunne se rekkefølgen på ting, og så er utfordringen at man ikke har kompetanse til å gjøre noe mer enn det. Som alt annet så blir tiden spist opp når du graver ned i materien og må drive produksjonsarbeid. Når du må være ute på byggeplassen forsvinner raskt den tilgjengelige tiden du hadde. I tillegg går det for lang tid mellom det ene prosjektet vi starter med 4D og til det neste. Det lille de hadde klart å opparbeide seg av kunnskap er borte til neste gang.

##### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

Jeg tror at det å få satt i gang heving av kompetansen, få tilgjengeliggjort Synchro og kurs, vil løse mye. Vi skal kjøre webinarer som vi har planlagt i juni som kun fokuserer på 4D. Innholdet vil fokusere på erfaringer og muligheter og begynne å koble dette opp mot skanning av bygg. Det skal handle om å koble tidsaspektet mot skanning, mot 4D og Synchro. Slike temaer kan være viktige erfaringer for resten av selskapet for å ta det i

bruk. Det er mange som ikke ser gevinsten, samtidig som det eksisterer flere hindringer i programvaren og begrensninger i kurs og kompetanse. Jeg tror ved å få tilgjengeliggjort kompetanse, erfaringer og muligheter at bruken kommer til å ta seg ganske kraftig opp. Jeg trodde bruken kom til å ta seg kraftig opp bare ved å senke kostnadene på lisensene, men da stoppet det fort opp på kompetanse istedenfor.

### **17. anbefaler du prosjektene til å bruke 4D?**

Jeg gjør det. Jeg oppfordrer alle prosjektene som jeg er involvert i og ser på muligheten ved å ta det i bruk. Selvfølgelig med forutsetning om at de har tid og nødvendig kompetanse i selskapet, hvis ikke har vi sett gang på gang at det rakner.

*Når du nevner tid; har en ikke alltid tid om det blir prioritert? Vil du heller si at det er fordi de ikke ser nytten?*

Det er vanskelig å ta den strofen til et prosjekt hvor vedkommende har 100 % jobb som anleggsleder. Da er det litt kjørt allerede fordi det er mangel på ressurser.

*Ved videre bruk; tenker dere å kutte ut Microsoft Project og kun arbeide i Synchro?*

Uavhengig av dette har det vært diskusjoner om at man skal kutte ut Microsoft Project på mange prosjekter fordi det koster penger, og Synchro sitt planleggingsverktøy, så vidt jeg er kjent, er uten kostnad. Den modulen heter Scheduler og omfatter den konvensjonelle planleggings-modulen i Synchro. Jeg har skjønnet at Scheduler er laget for byggeplassen, mens Microsoft Project er laget for helt annen bransje. Derfor er Scheduler mer tilrettelagt for våre typer aktiviteter.

## Utvikling og innovasjon

### **18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Vi har en erfaringsbank som er en side hvor prosjektene selv legger inn erfaringer, tips og triks, men det er i mer eller mindre grad gjennom webinarer hvor erfaringsoverføring skjer. Der forteller prosjektene hva de har gjort, hva som gikk bra og dårlig. Vi har også hatt en ekstremt god kultur for samlinger i Betonmast som dessverre nå har blitt stoppet. Vi har hatt ganske mange samlinger med de ulike funksjonene, dvs. prosjekt-, prosjektering- og anleggsledersamlinger hvor man bor borte i to dager med et program. Det er også mye verdi i samtalene man har etter at programmet er ferdig på kvelden. God sosialisering og nettverksbygging etter normal arbeidstid bidrar til et godt miljø og erfaringsutveksling. Det ligger ganske godt i ryggmargen. I tillegg har vi årlige samlinger med hele Betonmast AS hvor man drar på tur med hele konsernet og hvor det også er høy grad av erfaringsoverføring som tematikk.

*Er det standardisert struktur på den erfaringsbanken?*

Det er et slags kort du fyller inn med erfaringer, tips og triks på intranettet via SharePoint. Det er et lavterskeltilbud.

### **19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Jeg har ikke tenkt over det, men på en måte så gjør det kanskje det. Det vil være enklere å vise og dele hva man tenkte og gjorde.

### **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

Mye blir delt og andre ting blir ikke delt. Jeg oppfatter ikke selv at det er noen barrierer for erfaringsoverføring innad i Betonmast. En stor del av vår kultur er bygd på nettopp dette med åpenhet og erfaringsoverføring. Derfor bruker vi såpass mye tid og energi på å

arrangere samlinger og opprette ulike forum for erfaringsdeling. Det ligger ganske høyt i kurs.

*Hvis du skal se spesifikt på gjenbruk av erfaringstall da?*

Her i Betonmast er det en lav terskel for å ta kontakt med selskapene. Dersom jeg skal jobbe med et skoleprosjekt og må regne ut en kost for en bunnplate, så hadde jeg funnet et tilsvarende prosjekt hvor jeg hadde kontaktet vedkommende. Leverandørregister er et sted vi har et ankerpunkt. Det har vi enda ikke løst på en god nok måte, derfor risikerer vi fortsatt at prosjektet ringer samme elektriker som prosjekt A som var uheldig. Der har vi en vei å gå. Det handler i stor grad om at prosjektene har kontakt med hverandre, og gjerne i oppstartsfasen, slik at man tar kontakt med tilsvarende type prosjekt, kunde eller kravspesifikasjon. Man må gjøre erfaringer fra prosjektleder til prosjektleder eller fra prosjekteringsleder til prosjekteringsleder.

### **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Jeg tenker at for å senke variabiliteten så går det mye på standardisering. Standardisering handler mye om å se på prefabrikasjon, så det er en måte å standardisere.

### **22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbruker erfaringstall?**

Der er jeg ikke god nok til å svare, men jeg ser gleden med det å kunne hente ut ulike prosjekter og legge dem i en databank og dermed kunne bruke erfaring og erfaringstall for å få bedre løsninger på neste prosjekt.

*Hadde du tenkt at dette potensielt kunne vært en fremtidig vei å gå?*

Jeg er veldig spent på dette med bruk av maskinlæring til å se på beste byggemetode for ulike type tomter og beste bruk av tomt i forhold til hva slags bygg som kunne vært der. Å bruke maskinlæring til å finne de optimale løsningene høres interessant ut.

*Kan du se for deg at Synchro, sammen med kunstig intelligens, kunne vært begynnelsen på et program som automatisk kommer med forslag på hvordan utnytte og produsere et bygg på best mulig måte?*

Jeg har ikke helt sett den linken ennå, altså med Synchro, 4D og den type ting. Jeg tror at en må ta det litt lenger. Jeg ikke sikker på hva en kan få ut av Synchro for å få det resultatet.

# Fredrikke Kirkevollen

**Arbeidsgiver:** LAB Entreprenør

**Stillingstittel:** Anleggsleder

**Generelt:** Fredrikke har jobbet i bransjen i overkant av to og et halvt år. Hun gikk bachelor i bygg på høyskolen i Bergen med fordypning i prosjekt- og byggeledelse. Karrieren startet i LAB entreprenør med ansvar for digital samhandling, så BIM og digitale verktøy har vært en veldig sentral del av hennes arbeidshverdag. Fredrikke har kurs og erfaring med Solibri, men er hovedsakelig selvlært i de fleste programmer inkludert Synchro gjennom manualinstrukser.

## Digitalisering i virksomheten

### 5. Hva er din holdning til bruk av ny teknologi i egen arbeidshverdag?

I egen arbeidshverdag er jeg veldig positiv til å bruke ny teknologi, spesielt her på kontoret. Vi i byggenæringen tror jeg at har mye å tjene på å prøve ut diverse teknologiske nyvinninger, og kanskje lære litt av oljebransjen. Det er en bransje som er ganske ny, og det er grunnen til at jeg også tror de gjør det såpass godt på den teknologiske fronten. De har ikke lært seg dårlige vaner eller én måte å jobbe på og utelukket alt annet. Byggebransjen derimot, har eksistert i så lang tid at det er vanskelig å få implementert nye løsninger og metodikker. Utover det så er jeg veldig positiv til teknologi for min egen og ingeniørenes del, men ute hos anleggsarbeiderne er jeg veldig negativ. Det er av den enkle grunn at jeg føler vi flytter ansvarsområdet fra rådgiveren til anleggsarbeideren. Vi tar vekk tegningene fra anleggsarbeidere og sier at nå skal dere bruke modell. Fordelen med det er at man får endringene fortløpende. Det er ikke nye revisjoner og feil på grunn av det, og det går fort for rådgiveren ettersom de slipper å lage tegninger som sikkert er tidkrevende og dyrt. Problemet er at vi ikke kan jobbe etter en modell slik vi har det i dag, så det som skjer er at vi har en BIM-kiosk, hvor gjerne basen sitter og ser på modellen og tar ut sine egne mål. Da kan du få byggefeil om målsettingen er tatt ut feil og det ansvaret har nå basen fått istedenfor rådgiveren som sitter med den gode teknologien og tilrettelagte muligheter for å ta ut nettopp dette. I tillegg når denne basen skal videreformidle dette til de som skal utføre arbeidet, skrives det ned på en post-it-lapp. Da har en gått fra en tegning som rådgiveren har laget, til å bruke en post-it-lapp som basen har tatt ut fra en modell. Dette bruker de også masse tid på, så jeg synes det er en veldig bakvendt måte å gjøre det på. Så istedenfor å fjerne tegningen og håpe på det beste, så kanskje vi skal bruke tegninger til vi har et godt nok verktøy.

#### a) Nevn tre nøkkelord som ligger til grunn for at du skal ta i bruk ny teknologi?

Nå er jo jeg veldig åpen for ny teknologi, men det må kanskje være effektiviserende. Det er første bud, og nesten det eneste budet. Det må være mer effektivt og økonomisk. Det må også være intuitivt. Effektivt og intuitivt tenker jeg er viktig.

#### b) Hvordan stiller du deg til å endre egen arbeidsmetodikk for ny teknologi?

Det kommer veldig an på hva jeg blir presentert, men er det mer effektivt og intuitivt enn hva jeg gjør i dag, så er jeg positiv. Jeg stiller store krav til et nytt verktøy for å endre metodikk.

#### c) Hvor stor gevinst må den nye teknologien ha før du ser nytten av bruken?

Vi har i firmaet vårt vært en liten gruppe som vi kaller digitaliseringsgruppen, hvor vi har sett på utrolig mange programmer og programvarer. Ytterst få løser det behovet vi har, og siden de ikke gjør det så har ikke jeg lyst til å ta det i bruk heller. Det er egentlig så

enkelt at det må bidra til en forbedring og det viktigste for meg er at det forbedrer hverdagen til mine anleggsarbeidere, de der ute. Så om det betyr at jeg får litt mer å gjøre her inne så er det greit, men det må bidra til effektivisering der ute.

## **6. Hvem tar initiativ til bruk av ny teknologi?**

Jeg vil vel si at digitaliseringsgruppen er de som er med å initiere til implementering av ny teknologi, men det hadde ikke vært noen digitaliseringsgruppe der om ikke ledelsen i firmaet hadde vært positive til det. Ellers, tar byggherrer i dag tar mye initiativ for å gjøre byggenæringen mer effektiv, økonomisk og miljøvennlig. Det gjelder byggherrer i privat sektor, men spesielt offentlige byggherrer tar mye initiativ for å digitalisere næringen i stor grad. Alle har jo et ønske om at næringen skal bli mer effektiv, og en blir stadig fortalt at med denne og denne teknologien og programvaren så blir alt mye raskere og rimeligere.

*Hvordan arbeider digitaliseringsgruppen med å initiere ny teknologi? Hvordan foregår den prosessen?*

Vi har nesten fått frie muligheter til å gjøre det vi vil. Dessverre så har vi ikke funnet så mye bra ennå. Det er endel som er gode på én og én ting, men vi mangler det programmet som har totalpakken. Jeg skulle ønske at det fantes ett program som du kunne brukt til nesten alt og som likevel er intuitivt, men det er vanskelig å få til og det har jeg forståelse for.

### **a) Hvordan tilrettelegger bedriften for implementeringen?**

Bedriften tilrettelegger i stor grad til at vi får lov til å teste det vi ønsker. I LAB så ønsker vi å standardisere visse type programmer som vi vil bruke. Det vil også gi oss et fremskritt når vi skal jobbe med kontrakter ved at vi har et standardisert opplegg: vi er opplært, alle jobber i det samme og alle må ikke lære å jobbe i et nytt program for hvert nye prosjekt.

## **7. I hvilken grad er det avgjørende for deg at ledelsen støtter implementering av teknologien?**

Det er kjempeviktig med støtte fra ledelsen. Jeg mener at vi som firma har et veldig stort fortrinn av å være med på den digitale bølgen, og hvis vi ikke hadde gjort det så hadde vi ikke klart å vokse som firma. Da hadde vi stått på stedet hvil og det er det. Så ledelsen i LAB har vært veldig engasjert i å følge med på den bølgen, og gjerne forut for den også.

## **Praktisering av 4D**

### **8. Hvilke forventninger har du til 4D?**

Jeg mener at 4D kan bidra til å synliggjøre logistikk og HMS på en helt annen måte. Man kan se det bedre for seg, noe som er en fordel. Det er enklere å oppdage potensielle HMS- og logistikkproblematikker, enten ved å se at arbeid gjøres over hverandre eller at annet pågående arbeid sperrer for inngående trafikk og leveranser. Det ville kanskje gitt bedre forutsigbarhet og færre av de problemene som oppstår i det arbeidene begynner. Det er det jeg hadde ønsket meg av en 4D-plan.

### **9. Hvilke 4D-programmer har du erfaring med?**

Jeg har erfaring med Synchron, ellers bruker LAB blant annet Power Project ved kalkulering. Ellers, har vi også vurdert ALICE, men vi fikk anbefalt å la være. Det hadde krevd veldig mye av oss bare for å prøve det ut. Men, jeg er veldig positiv til det og synes det høres veldig spennende ut å prøve.

### **10. Hvem er involvert i bruken av 4D?**

Tidligere har det vært en fremdriftsplanlegger hos oss, en fra digital samhandling og fremdriftsansvarlig fra byggherren samt fremdriftsansvarlige fra de andre entreprisene.

BUS2 er ikke en totalentreprise, da ville det kanskje vært litt annerledes for da kunne vi styrt alt. Men, her har vi delte entrepriser så vi er mange ulike firmaer i mange ulike entrepriser som byggherren har ansvaret for. Det hadde krevd mye tid og det har ikke vært enkelt å implementere alle sine fremdriftsplaner og arbeider inn i én felles modell i en sky. Den overgangen der har ikke vært helt mulig, da mister man litt kontroll og det påvirker sikkert kvaliteten på modellen.

### **11. Hvordan motiveres de ansatte i prosjektorganisasjonen til å ta i bruk 4D?**

Det er i liten grad vi har blitt motivert til å ta i bruk 4D. Det var jo et krav fra byggherren å benytte et verktøy slik at vi kunne jobbe med 4D her, men så vidt det er meg bekjent har jeg ikke vært bort i noen andre steder det har vært et krav enda. I firmaet ellers benyttes ikke 4D noe aktivt ute i prosjektene. Det prøves litt ut, men er kun tatt i bruk ved kalkulering, og nå har vi jo sluttet å bruke det her så motivasjonen har vært litt laber på dette prosjektet. Grunnen til det er nok fordi vi ikke har sett fordelene med å ta det i bruk. Det krevde at ett menneske satt i den planen nesten hele dagen, omtrent en fulltidsjobb, og det er veldig ressurskrevende og da må fordelene med ulempene veis opp.

### **12. Opplever du at dere har fått tilstrekkelig innføring i programvaren og metodikken?**

Jeg er selvlært, men har ikke hatt noen problemer med det for så vidt, men det krever at du er god teknisk for å få til. Noen av grunnen til at vi er negative, til spesielt Synchro i vårt firma, er fordi de andre som har prøvd å bruke det ikke får det til og at det er veldig lite intuitivt. Derfor er noen i firmaet mer positive til Power Project. For min del er det ikke selve programmet som er problemet, jeg synes det er ok. Jeg er kanskje en av de få som har vært litt positiv til Synchro; det er mer arbeidsmetoden og tiden det tar. Jeg tror at for et så stort prosjekt som det her, så ville det nok ikke vært så stort forskjell på om en hadde brukt et annet verktøy. Ikke sånn som mulighetene er i dag.

### **13. Hva er hensikten og målsetningen ved bruk av 4D?**

Jeg tenker at det er økonomisk, fremdriftsmessig ved at vi kan hente inn tid og gjennomføre prosjektet raskere, og forhåpentligvis løse HMS og logistikk. En ting til er at hensikten var sikkert også at det skulle være lettere å planlegge, fordi du ser planen mer helhetlig og i sammenheng med hva de ulike aktivitetene omhandler.

#### **a) I hvilken grad forstår du hvorfor 4D tas i bruk?**

Det er kanskje litt det samme. I hvert fall hensikten med å ta det i bruk, men jeg har ikke erfaring med at det har bidratt til å gjøre noe bedre.

### **14. Når og hvor aktivt bruker dere 4D?**

Mangel på kompetanse og tungvint måte å jobbe på, spesielt sammen i én sky. Det har vært sånn at man har måttet lage seg en liten plan selv og delt den med byggherren så de kan få lagt den inn. Det er en litt vanskelig måte å jobbe på. I tillegg har verktøyene som bidrar til de fordelene som jeg snakket om, HMS og logistikk spesielt, vist seg å være om ikke vanskelige så hvert fall veldig tidkrevende. Slik at den eneste måten 4D har blitt arbeidet med er i plan, litt sånn som Microsoft Project, også er alle aktivitetene koblet til hver del i modellen. Så du kan visualisere hvordan hver del av bygget bygges når du drar tidslinjen bortover, men det stopper der. Skulle en fått de fordelene jeg snakket om med logistikk og HMS, så krever det at det jobbes konstant med å legge inn objekter som f.eks. lastebiler, avsperrede arbeidssoner ol. i modellen. Når dette skal synliggjøres dag for dag blir det er en krevende arbeidsmengde. Kanskje det hadde vært enklere på et mindre prosjekt, men på BUS2 er det 50.000 kvm, flere milliarder i kontraktssum og mange entrepriser så det var kanskje litt for komplekst prosjekt å begynne med. Hovedplanen var

i Synchro, men detaljeringen endte opp i et helt annet program fordi det var så tidkrevende. En fikk ikke ut de fordelene som jeg forventet å få ut av programmet, og det egnet seg rett og slett ikke ettersom planen var så stor. Tanken var nok å bruke Synchro gjennom hele prosjektet, ettersom 4D var et krav fra byggherre, så de kan nok svare mer utdypende enn meg om hvorfor og hvilke områder de ønsket at vi skulle benytte det på.

### **15. Hvilke utfordringer ser du ved programvaren?**

Tidkrevende, gjennom at det tar lang tid å koble opp alle objektene og at en skal inn og oppdatere på en daglig planlegging. En får ikke den synliggjøringen av byggeplassen som du ser for deg at du skal få med planen. En får ikke nok tid til å rekke det rett og slett. Hadde alle kunne jobbet i den så hadde det kunne gått, men det er vanskelig å samhandle i modellen. Det er utfordrende å jobbe i den sammen, ettersom Synchro er komplisert og lite intuitivt. Det er igjen fordi det er mange verktøy i den.

### **16. Hvilke utfordringer ser du ved praktiseringen av 4D?**

Jeg føler jeg har nevnt det tidligere. Det tar alt for mye tid. Jeg kan få til alt inni der, men det finns ikke tid i havet til å rekke å utføre og følge det opp.

*Hvis det går på tid; hadde det vært noe å vurdere å endre prosjektorganisasjonsstruktur?*

Ja, det har vi faktisk gjort. Vi har jo hatt en inne på fulltid her som kun har jobbet med Synchro.

#### **a) I hvilken grad er utfordringene løsbare?**

Hadde jeg bare visst hva som skulle til. Jeg klarer ikke å sette fingeren på hva jeg tenker må til for at det plutselig skulle fungert bedre, men det må være enklere og likevel inneha de riktige funksjonene. Det jeg syns er utfordrende med et program som Synchro, om du vil ha fordelene, så er det mange deler av hele prosjektet som må inkluderes. I et stort og komplekst prosjekt som BUS2 er så har du egne respektive roller som jobber med logistikk, fremdrift, HMS, økonomi, anleggsleder og bemanning. Alle de tankene og alt det de vet skal puttes inn i én modell, men det klarer ikke ett menneske gjøre. Hvis vi skal få det her til å fungere, må det foreligge en fornuftig måte å få all denne informasjonen inn i programvaren uten å miste eller ødelegge verdien av det. Da må det jobbes på en helt annen måte enn det som praktiseres i dag, noe som er veldig krevende.

*Ville det vært nyttig om arbeidsstrukturen hadde blitt endret?*

Det ville jeg tro hadde gitt veldig god nytte. For på et prosjekt hvor alle gjør mer spesifikke ting så mister du grensesnittet mellom rollene, og på BUS2 hvor så mange nøkkelroller er involvert, er det vesentlig å få med seg dette. Alle burde jo egentlig vite alt, men det er jo ikke mulig. Så hvis en hadde kunnet betrakte det i en modell, så hadde det hjulpet ville jeg tro.

### **17. Ønsker du å bruke 4D på ditt neste prosjekt?**

Det kommer veldig an på størrelsen til prosjektet. Hvis prosjektstørrelsen hadde vært liten nok slik at anleggsleder hadde utført tidligere nevnte rollefunksjoner, så hadde jeg vært veldig positiv til det. Men, på et stort prosjekt hvor du har så mange ulike rollefunksjoner, så hadde det ikke vært ønskelig slik det har vært til nå.

## **Utvikling og innovasjon**

### **18. Hvordan lagres og deles erfaringsdata i din bedrift i dag?**

Det er det dårlig med og det er frustrerende. Det er så vidt jeg vet ikke-eksisterende. Da må du ta kontakt med de aktuelle personene som vet noe om det du lurert på. Ellers, så har vi gjerne et Excel-skjema i IT-basen vår der vi skriver ned erfaringer. I tillegg har vi i



digitaliseringsgruppen samlet inn erfaringer og kartlagt behov i mange ulike prosjekter på tvers av organisasjonen, fordi vi ønsker å få vite hvilket behov de har og hvordan vi skal løse det. Så sånn sett har vi gjort en stor jobb med erfaringsoverføring for å digitalisere bedriften vår. Men, alt dette her er muntlige erfaringsoverføringer gjennom intervjuer, så det er i veldig liten grad noe som lagres i standardiserte skjemaer eller databaser.

### **19. Ved at plan og modell samles på én plattform; vil det kunne påvirke hvordan erfaring overføres?**

Jo, jo, kanskje. Hvis en så for seg at alle de ulike funksjonene hadde klart å jobbe på en plass uten problem så hadde det vært en kjempefordel, men det er den eneste fordel en jeg klarer å se. Likevel, det er ikke mulig med dagens programvarer, da må de komme opp med noe bedre.

### **20. Hvorfor er det utfordrende å samle inn og gjenbruke erfaringstall?**

I byggebransjen så tilhører det sjeldenhetene å få gjøre ting på nytt. Vi er ikke en fabrikk som produserer samme ting tusen ganger. Vi produserer én ting én gang og da er det litt vanskelig å sammenlikne, fordi det er så mange variabler. Vi jobber jo gjerne ut fra erfaringstall over hvor lang tid ting tar, men det er dessverre en manuell metode fortsatt og det er jeg i utgangspunktet negativ til. Det burde vært mer digitalt og mulig å få inn erfaringstall automatisk i en fremdriftsplan, men det må selvfølgelig ikke ta bort det menneskelige aspektet ved det. Det er mye som foregår inni hodet som ikke er et tall, men mer en følelse og en erfaring, og det er vanskelig å digitalisere.

### **21. Hvordan kan variabiliteten senkes?**

Det var et godt spørsmål. I hvert fall ved å bruke samme arbeidsmetodikk og samme programvare fra prosjekt til prosjekt. Nå er det jo sånn at vi lever i en verden i stadig forandring, noe som fordrer at vi ikke jobber likt fra prosjekt til prosjekt for da står vi for stille, men det ville jo senket variabiliteten og gjort det lettere å sammenlikne om det hadde vært en form for standard å arbeide etter. Jeg føler at vi i dag i stor grad er preget av at ansatte er uerstattelige, fordi man sitter på informasjon og kunnskap. Dersom en ansatt hadde blitt sykemeldt på dagen, hadde det skapt store problemer. Dette er jo noe alle firmaer streber etter å unngå. Vi bør tilstrebe at alle skal kunne være erstattelige.

### **22. Hvilke vurderinger har du gjort knyttet til input av data i 4D for å kunne bygge opp autonome løsninger som gjenbraker erfaringstall?**

Uten tvil. Samtidig så ser jeg spesielt at når man jobber på grunnen så er det utrolig mange ting som skjer som en ikke har grep om. Hvis du skal planlegge for alle disse tingene så måtte en tatt utgangspunktet i veldig mye mer tid. Så jeg tror det hadde fungert bedre når en kommer til innvendige arbeider. Da slipper en de variabilitetene rundt grunnforhold, fordi det er for mye uforutsatt, samtidig som det ofte ikke foreligger tegninger fra 50-tallet av de faktiske forholdene, og ikke minst været. Hvis du kan trekke fra de faktorene, fordi det er uforutsigbart, og heller fokusere på det innendørs, så tror jeg det har stort potensiale. Det kunne de også gjort på BUS2. Her har de laget et lite avansert, men skikkelig innholdsrikt Excel-diagram over alle arbeidene som skal gjøres de neste to årene for alt det tekniske og alle installasjoner. Det er utarbeidet etter Lean-prinsippet, og den taktplanen kunne da potensielt vært løst på en autonom måte. Jeg tror ikke det er klart for de tingene som skjer ute, men absolutt for innendørsarbeider.

## Vil du delta i forskningsprosjektet

### “Barrierer ved bruk av 4D i byggebransjen”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å kartlegge eksisterende barrierer 4D står ovenfor og implementering av ny teknologi i bransjen. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### Formål

Hensikten med oppgaven er å belyse de underliggende forhold om hvorfor 4D ikke har blitt et mer etablert verktøy i norske prosjekter. Målet er å derfor å avdekke de barrierene en står ovenfor, for videre å analysere bakenforliggende rotårsaker. Det er et ønske om at endelig produkt skal kunne bidra til økt innsikt og forståelse av 4D-programvarens praktisering og implementeringshensikt.

Problemstillingen er formulert slik: «Hvorfor er ikke 4D et mer attraktivt verktøy og metode å ta i bruk i dagens byggeprosjekter?» For å videre kunne besvare prosjektoppgavens problemstilling er det definert fire tilhørende forskningsspørsmål:

- Hvilke barrierer står bruken av 4D ovenfor i dag?
- Hvordan ivaretar 4D-programvarer tradisjonelle planleggingsprinsipper og brukergrensesnitt i praksis?
- Hvilke vurderinger knyttes til implementering og praktisering av 4D i prosjekt?
- Hvordan bidrar endringsledelse til å tilrettelegge for ny teknologi i byggenæringen?
- Kan det ligge noe nytte i å ta i bruk 4D til videreutvikling av digitale og automatiserte samlingsplattformer?

Opgaven er en masteroppgave skrevet ved institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU våren 2021.

#### Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU er ansvarlig for prosjektet. Det samarbeides med ekstern organisasjon AF Gruppen ASA.

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

Utvalget av intervjuobjekter er hentet ut fra eget nettverk i bransjen. Du er valgt ut på grunn av aktualitet og relevant erfaring for å besvare masteroppgavens problemstilling.

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

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det gjennomføring av et intervju som tar utgangspunkt i en intervjuguide som er utarbeidet på forhånd og sendes ut en uke før fastsatt tidspunkt for samtalen. Intervjuet er beregnet til én time. Det samles inn opplysninger om dine erfaringer og tanker rundt spørsmålene som er utarbeidet på forhånd. Spørsmålene er inndelt i fire kategorier: generelt om deg, digitalisering i virksomheten, praktisering av 4D, og utvikling og innovasjon. Det gjøres lydopptak av intervjuet som slettes etter 30 dager.

#### Det er frivillig å delta

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

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

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

- Kun to studenter har tilgang til kontaktopplysningene om deg ved NTNU.

- Relevant informasjon fra intervjuet vil benyttes i oppgaven og bli allmenn tilgjengelig ila 2021.
- Navn, stillingstittel og arbeidsgiver presenteres i selve oppgaven.
- Det gjøres opptak av intervjuet for å sikre korrekt sitering og tolkning av informasjon som blir utvekslet gjennom intervjuet. Det er kun to studenter som har tilgang til opptaket og det vil bli slettet etter 30 dager.

### **Dine rettigheter**

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

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

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

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

- NTNU ved student Julie E. Bjørnstad (epost: [julieebj@stud.ntnu.no](mailto:julieebj@stud.ntnu.no)), student Cecilie M. Madsen (epost: [cmmadsen@stud.ntnu.no](mailto:cmmadsen@stud.ntnu.no)) eller veileder Eilif Hjelseth (epost: [eilif.hjelseth@ntnu.no](mailto:eilif.hjelseth@ntnu.no)).
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen (epost: [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no))

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Eilif Hjelseth  
(veileder)

Julie E. Bjørnstad og Cecilie M. Madsen  
(studenter)

---

## **Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Barrierer ved bruk av 4D i byggebransjen», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- at Julie og Cecilie kan behandle opplysninger om meg i masteroppgaven
- at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes i oppgaven
- at opptaket fra intervjuet lagres i 30 dager

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

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

