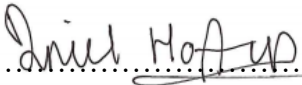





DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Industriell Økonomi	Vårsemesteret, 2018 Åpen
Forfattere: Daniel Børmark Hoftun og Erik Ejsing Madsen	  (signaturer forfattere)
Veileder: Finn Harald Sandberg, UiS	
Tittel på masteroppgaven: Bruk og implementering av ny teknologi, og hvordan dette tilrettelegger for effektivisering av produksjonsfasen i byggeprosjekter Engelsk tittel: Utilization and implementation of new technology, and how it can facilitate for effectivization of the production phase in construction projects	
Studiepoeng: 60	
Emneord: Digitalisering Bygg og anlegg BIM Lean Implementering Fremdriftsplanlegging	Sidetall: 140 + vedlegg/annet: 20 Stavanger, 14.06.2018 dato/år

(Denne siden er blank med hensikt)

Masteroppgave
M.Sc. Industriell Økonomi

Bruk og implementering av ny teknologi, og hvordan dette
tilrettelegger for effektivisering av produksjonsfasen i
byggeprosjekter



Universitetet
i Stavanger

Daniel Børmark Hoftun

Erik Ejsing Madsen

Universitetet i Stavanger

14. juni 2018

Universitetet i Stavanger
Postboks 8600 Forus
N-4036 Stavanger
www.uis.no

Rapporten er skrevet i Word

© Daniel Børmark Hoftun og Erik Ejsing Madsen

daniel.hoftun@hotmail.com

erik_madsen@hotmail.com

Sammendrag

Digitale verktøy er i ferd med å innta produksjonsfasen i bygg- og anleggsbransjen. BIM er et eksempel på dette og kan blant annet benyttes til fremdriftsplanlegging, visualisering, mengdeberegning, kontrollering og erfaringsoverføring. BIM åpner for å fremdriftsplanlegge på en helt ny måte. Tradisjonell fremdriftsplanlegging ved hjelp av Gantt-diagrammer supplementeres med 3D-modellen av det som skal bygges, med koblinger mellom aktiviteter i Gantt-diagrammet og objekter i 3D-modellen. 3D-BIM koblet sammen med en fremdriftsplan på denne måten kalles 4D-BIM.

Å planlegge i 4D har potensiale til å forbedre byggeprosessen. Formålet er at metoden skal føre til en billigere og raskere byggeprosess med høyere kvalitet på sluttproduktet. Det skal i tillegg redusere antall HMS-hendelser. Prosjektet Vitaminveien 11 i Oslo, der Veidekke er totalentreprenør, er det første Veidekke-prosjektet som benytter 4D-planlegging i produksjonsfasen. Her benyttes programmet Synchron. Synchron har som formål å binde alle involverte aktører sammen gjennom felles plattformer for lagring og utveksling av informasjon knyttet til fremdrift.

Denne oppgaven har som hensikt å evaluere bruken av Synchron på Vitaminveien 11. Oppgaven analyserer og diskuterer positive og negative effekter, utfordringer og barrierer, suksesskriterier for implementering og utforsker mulighetene for videre utnyttelse av programmet i Veidekke. Dette gjøres med intervjuer, observasjoner og dokumentstudier som datagrunnlag.

Opgaven er skrevet midt i implementeringsprosessen av programmet i Vitaminveien 11. Effektene som fremkommer i oppgaven er derfor basert på kvalitative data. Implementeringen analyseres ut i fra de seks prosesselementene behov og hensikt, mål, forankring, samarbeid og involvering, ressurser og oppfølging. Redegjørelsen for hvordan Veidekke kan utnytte programmet på en bedre måte er stykket opp til to nivåer; prosjektnivå og organisasjonsnivå. På prosjektnivå legges det vekt på elementer som brukermasse og bruksområder, mens det på organisasjonsnivå fokuseres på opplæring, forankring og erfaringsoverføring. Elementer som kjennetegner lærende organisasjoner er benyttet som målestokk for utviklingen.

Veidekke har tatt til seg Lean-prinsipper gjennom strategien Involverende Planlegging (IP). Involverende Planlegging går ut på å redusere tapt tid og skape bedre flyt i produksjonen gjennom å involvere flere aktører i planleggingen. Ved å bruke Synchron riktig kan programmet

tilrettelegge for Lean-prinsipper og IP. Oppgaven belyser hvordan dette gjøres på Vitaminveien 11 og hvordan det kan utnyttes bedre.

Av resultatene fremkommer det at Vitaminveien 11 er i tidligfase av implementeringen. Mange bruksområder utnyttes ikke. Informantene opplever likevel mange positive effekter med Synchro. Programmet bidrar til bedre forståelse og samarbeid. Informantene ser et veldig stort potensial i programmet.

Analysen og diskusjonen belyser at det er barrierer og utfordringer knyttet til gevinstrealiseringen. Kompetanseheving, involvering og forankringsarbeid i hele organisasjonen er nødvendig. I et byggeprosjekt er mange ulike bedrifter involverte. Å få med alle involverte i prosessen er derfor en forutsetning for å lykkes med programmet.

Gjennom forskningen ble det funnet egenskaper ved Synchro som kan tilrettelegge for Lean-prinsipper og IP. De mest sentrale egenskapene programmet tilbyr er tatt i betraktning. Det ble i alt funnet 15 interaksjoner mellom egenskapene og Lean-prinsippene.

Abstract

Digital tools are on the verge of entering the construction phase in the construction industry. BIM is one of many examples, its applications range from planning and visualization, to quantity calculation, control and knowledge transfer. BIM opens for a completely new way of planning. Traditional planning using Gantt-charts is supplemented with the 3D-model of what to build, through connections between activities in the Gantt-chart and objects in the 3D-model. 3D-BIM combined with a plan in this way it is called 4D-BIM.

Planning in 4D has the potential to improve the construction process. The aim is to conduct a method that is more cost effective and to produce faster construction processes with higher quality of the final product. It will also reduce the number of HSE-events. The Vitaminveien 11 project in Oslo, where Veidekke is the total contractor, is the first Veidekke-project utilising 4D planning in the production phase. In this case, using the Synchro program. Synchro aims to combine all involved parties through common platforms for the storage and exchange of information for planning.

This thesis aims to evaluate the use of Synchro on Vitaminveien 11. This thesis analyses and discusses positive and negative effects, challenges and barriers, implementation success criterions, and explores the possibilities for further utilization of the program. This is done through interviews, observations and documented studies as data base.

The thesis is conducted in the middle of the implementation process of the program. The effects resulting from the thesis are therefore based on qualitative data. Implementation is analysed in the light of the six process elements; needs and purpose, goals, anchoring, collaboration and involvement, resources and monitoring. The explanation for how Veidekke can better utilize the program is divided in to two levels; project level and organizational level. At the project level, emphasis is placed on elements such as user base and applications, while at the organizational level has its focuses on training, anchoring and knowledge transfer. Elements that characterize learning organizations are used as a benchmark for development.

Veidekke has adopted Lean principles through the Involverende Planlegging (IP) Strategy. Involved Planning is about reducing lost time and creating better flow in production by involving more parties in the planning process. By using Synchro correctly, the program can facilitate the Lean-principles and IP. The thesis illustrates how this is done on Vitaminveien 11 and how it can be arranged in a more appropriate manner.

The results show that Vitaminveien 11 is in the early stages of implementation. Many functions are not utilized. However, the informants experience many positive effects with Synchro. The program contributes to a better understanding and collaboration. The informants see a very big potential in the program.

The analysis and discussion highlights that there are barriers and challenges related to realising profits. Competence enhancement, involvement and anchoring throughout the organization is necessary. In a construction project, several different businesses are involved. Involving everyone in the process is therefore a prerequisite for the success of the program.

Throughout the research, some of Synchro's features were found to facilitate Lean-principles and IP. The most relevant features offered by the program are taken into consideration. A total of 15 interactions between the attributes and the Lean-principles were found.

Forord

Denne oppgaven er et resultat av det siste semester i det toårige masterløpet for Master of Science i Industriell Økonomi ved Universitetet i Stavanger (UiS). Oppgaven utgjør 60 studiepoeng og er skrevet i samarbeid av oss, Daniel Børmark Hoftun og Erik Ejsing Madsen, våren 2018.

Vår motivasjon for oppgaven er basert på tidligere erfaringer og fremtidig arbeidsliv. Vi har begge bakgrunn som ingeniører, Daniel som byggingeniør fra NTNU og Erik som maskiningeniør fra HiOA. Etter endt utdanning skal vi jobbe med teknologi og bygg og anlegg.

Vi ønsker å rette en stor takk til Veidekke, som har gjort det mulig å gjennomføre oppgaven. Deres imøtekommenhet og villighet til å hjelpe settes stor pris på. Dere har kommet med verdifulle innspill og dyp faglig innsikt. En spesiell takk rettes til prosjektdeltakerne på Vitaminveien 11: Takk for at vi fikk delta på møter, observere og gjennomføre intervjuer.

Til slutt ønsker vi å rette en stor takk til vår veileder ved UiS, Finn Harald Sandberg. Du har bidratt med gode innspill og tilbakemeldinger for å stable oppgaven på plass.

Stavanger, 15.06.2018

Daniel Børmark Hoftun og Erik Ejsing Madsen

(Denne siden er blank med hensikt)

Ordliste

BAE	Bygg, anlegg og eiendom
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
BNL	Byggenæringens Landsforening
CAD	Computer assisted construction (Dataassistert konstruksjon)
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
IP	Involverende planlegging
KLM	Kritisk linje metode
KS	Kvalitetssikring
LC	Lean construction
LP	Lean production
OWR	Synchro Open Viewer
PRO	Synchro PRO
SCH	Synchro Scheduler
SITE	Synchro SITE
SJA	Sikker jobb analyse
SQL	Structured Query Language
SSB	Statistisk Sentralbyrå
SWP	Synchro Workgroup Project
UE	Underentreprenør
VR	Virtual reality (virtuell virkelighet)

(Denne siden er blank med hensikt)

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	v
Abstract	vii
Forord	ix
Ordliste	xi
Figurliste.....	xvii
Tabelliste	xix
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for tema	1
1.2 Omfang og begrensninger	2
1.3 Formål og forskningsspørsmål	3
2 Metode.....	5
2.1 Forskningsmetoder	5
2.2 Litteraturstudie.....	6
2.3 Intervju.....	8
2.4 Casestudie.....	10
2.5 Dokumentstudier	10
2.6 Observasjon	11
2.7 Informasjonens troverdighet.....	11
2.7.1 Validitet.....	11
2.7.2 Reliabilitet.....	11
2.8 Feilkilder.....	12
2.9 Alternative metoder	13
3 Teori	15
3.1 Byggeprosessen	15
3.2 Organisasjonsteori	19
3.2.1 Lærende organisasjon	19
3.2.2 Kommunikasjonsteori	22
3.3 Fremdriftsplanlegging	25
3.3.1 Prosjektnedbrytning og arbeidsomfang	25
3.3.2 Fremstilling av fremdriftsplaner	27
3.3.3 Digitale planleggingsverktøy	30
3.3.4 Prosjektoppfølgning	31
3.4 Lean	31
3.4.1 Bakgrunn.....	31
3.4.2 Lean Construction.....	32

3.4.3	Metoder for Lean på byggeplass	33
3.4.4	Lean-prinsipper	34
3.4.5	Last Planner System.....	35
3.5	BIM.....	37
3.5.1	Hva er BIM?	37
3.5.2	ÅpenBIM	37
3.5.3	Dimensjoner av BIM.....	40
3.5.4	Modenhet av BIM	43
3.5.5	4D-planlegging i produksjon	45
3.5.6	Kommunikasjonskanaler for BIM i produksjon	50
3.5.7	Tidligere erfaringer med bruk av BIM i produksjon	52
3.5.8	Implementering av BIM i produksjon.....	53
3.6	Synchro	57
4	Entreprenør og Case	59
4.1	Om Veidekke	59
4.2	Involverende Planlegging i Veidekke.....	60
4.2.1	Arbeidsdeling i tid.....	61
4.2.2	Hindringsanalyse.....	62
4.2.3	HMS-risikostyring	63
4.2.4	Plansystem	64
4.2.5	Møtestruktur.....	65
4.3	Case	67
4.3.1	Vitaminveien 11	67
5	Datainnsamling og Funn	69
5.1	Synchro som program.....	69
5.1.1	Brukergrensesnitt og viktige funksjoner	70
5.1.2	Bruksområder.....	71
5.2	Synchro i Veidekke	75
5.2.1	Vitaminveien 11	75
5.2.2	Positive effekter	79
5.2.3	Ufordringer, ulemper og barrierer.....	81
5.2.4	Implementering av Synchro i Vitaminveien 11	82
5.2.5	Utvikling av Synchro i Veidekke.....	84
5.2.6	Spørreundersøkelse utført av Veidekke	85
5.3	Observasjoner	88
5.3.1	Basmøte for «Bolig»	88
5.3.2	BIM-kiosk	90

6	Analyse og Diskusjon.....	91
6.1	Hvilke bruksområder har Synchro?.....	91
6.2	Hvordan fungere Synchro i Vitaminveien 11?.....	91
6.2.1	Positive effekter	91
6.2.2	Utfordringer, ulemper og barrierer	94
6.2.3	Observasjon.....	95
6.2.4	Oppsummering.....	96
6.3	Hvor god er implementeringen av Synchro i Vitaminveien 11?.....	96
6.3.1	Behov og hensikt.....	96
6.3.2	Mål	97
6.3.3	Forankring.....	97
6.3.4	Samarbeid og involvering	97
6.3.5	Ressurser	98
6.3.6	Oppfølging	99
6.3.7	Oppsummering.....	99
6.4	Hvordan legge Synchro til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging?.	100
6.4.1	Interaksjoner mellom Synchro og Lean-prinipper	100
6.4.2	Synchro og Involverende Planlegging	104
6.5	Hvordan kan funksjonene til Synchro utnyttes videre i Veidekke?	105
6.5.1	Prosjektnivå.....	106
6.5.2	Organisasjonsnivå	108
7	Konklusjon	111
7.1	Hvilke bruksområder har Synchro?.....	111
7.2	Hvordan fungerer Synchro på Vitaminveien 11?.....	111
7.3	Hvor god er implementeringen av Synchro på Vitaminveien 11?	112
7.4	Hvordan legger Synchro til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging?.....	112
7.5	Hvordan kan funksjonene i Synchro utnyttes videre i Veidekke?.....	113
7.6	Forslag til videre arbeid.....	114
	Referanser.....	115
	Vedlegg	121
	Vedlegg A – Intervjuguide	121
	Vedlegg B - Resultat fra spørreundersøkelse i Veidekke.....	123
	Vedlegg C – Utregning av «papirfri byggeplass»	129
	Vedlegg D – Involverende Planlegging for sikkerhet og effektiv drift	130
	Vedlegg E – Brukergrensesnitt og viktige funksjoner.....	131
	Vedlegg F – Bruk av Synchro i operative møter	138
	Vedlegg G – Strategisk plan- og møtестruktur	140

(Denne siden er blank med hensikt)

Figurliste

Figur 1 Produktivitetindeks i bygg og anlegg målt mot Fastlands-Norge (SSB, 2018).....	1
Figur 2 Validitet og reliabilitet (Samset, 2008).....	12
Figur 3 Byggeprosessens delprosesser (Eikeland, 2001).....	15
Figur 4 Byggeprosessens kjerneprosesser (Eikeland, 2001).....	16
Figur 5 Enveiskommunikasjon (Sander, 2016).....	22
Figur 6 Toveiskommunikasjon (Sander, 2016).....	23
Figur 7 Effektivitet av kommunikasjonskanaler (Amber, 2002).....	24
Figur 8 Prosjektnedbrytning i fem nivåer (Halleraker, 2014).....	26
Figur 9 Eksempel på Gantt-diagram og milepæler i Excel (Larsen, 2014).....	28
Figur 10 Eksempel på et lenket Gantt-diagram (Halleraker, 2014).....	28
Figur 11 Aktivitet som knutepunkt (venstre) og kritisk linje (høyre).....	29
Figur 12 Logo MS Project (venstre) og Excel (høyre).....	30
Figur 13 Lean-filosofien i fem steg (Womack & Jones, 1996).....	32
Figur 14 Flyt av materiale på byggeplassen. Verdiskapende aktiviteter i hvitt og ikke-verdiskapende aktiviteter i grått (Koskela, 2000).....	33
Figur 15 Last Planner system (Ballard, 2000).....	36
Figur 16 BIM-trekanten (buildingSMART, 2014a).....	38
Figur 17 buildingSMART Datamodell (buildingSMART, 2014b).....	39
Figur 18 buildingSMART Dataordbok (buildingSMART, 2017c).....	39
Figur 19 buildingSMART Prosess (buildingSMART, 2016).....	40
Figur 20 3D-modell av en bygning (Byggenæring, 2015).....	41
Figur 21 Digital byggeplass og digital tvilling (BNL, 2017).....	43
Figur 22 Modenhet av BIM (ACES, 2014).....	44
Figur 23 Prosessen for å oppnå 4D-BIM (Eastman et al., 2014).....	46
Figur 24 Etablerte prosesser for 4D-planlegging (Tulke & Hanff, 2007) , oversatt av Iversen (2013).....	47
Figur 25 Forbedret prosess for 4D-planlegging (Tulke & Hanff, 2007) , oversatt av Iversen (2013).....	48
Figur 26 Prosjektdatabaser i 4D-modeller (Tulke & Hanff, 2007) , oversatt av Iversen (2013).....	49
Figur 27 Potensielle fordeler ved bruk av BIM og Lean i produksjon (Sacks et al., 2010).....	53
Figur 28 Sammenheng mellom LC, LPS og IP.....	60
Figur 29 Arbeidsdeling i tid (Veidekke, 2011).....	61

Figur 30 Hindringsanalyse (Veidekke , 2015)	62
Figur 31 HMS-risikostyring (Veidekke , 2015)	63
Figur 32 Kommunikasjon i produksjonsfasen (Veidekke , 2015)	65
Figur 33 Organisasjonskart for Vitaminveien 11 (mottatt fra Veidekke)	68
Figur 34 Hvilke aktører Synchrons ulike plattformer er tiltenkt (mottatt fra NTI).....	69
Figur 35 Brukergrensesnitt Synchron PRO (skjerm bilde)	70
Figur 36 Synchron og andre programmer (mottatt fra NTI)	71
Figur 37 Informasjonsflyt i Synchron (mottatt fra NTI)	72
Figur 38 Ulike typer ressurser i produksjonsfasen (mottatt fra NTI).....	73
Figur 39 Rigg- og logistikkplanlegging i Synchron (skjerm bilde fra Veidekke)	73
Figur 40 Stillas modellert i Synchron (fra observasjon)	74
Figur 41 4D-modell av «Bolig»-delen på Vitaminveien 11 (skjerm bilde fra Veidekke)	76
Figur 42 Sammenheng mellom fremdriftsplan, IP og 3D-modell i Synchron PRO	78
Figur 43 Snittverdien av respondentenes vurdering av opplistede påstander (spørreundersøkelse fra Veidekke).....	86
Figur 44 Bruk av Synchron i fremdriftsmøter (spørreundersøkelse fra Veidekke)	87
Figur 45 Opplæring i Synchron (spørreundersøkelse fra Veidekke)	87
Figur 46 Romoversikt i basmøtet (observasjon)	88
Figur 47 Bruk av Synchron i basmøtet (observasjon).....	89
Figur 48 BIM-kiosk på byggeplass (observasjon)	90
Figur 49 Utrekning av «papirfri byggeplass» (skjerm bilde fra Excel)	129
Figur 50 Modell for sikkerhet og effektiv drift (Veidekke , 2015)	130
Figur 51 Brukergrensesnitt Synchron PRO (skjerm bilde)	131
Figur 52 Utsnitt av kolonnene i aktivitetsvinduet til Synchron PRO (skjerm bilde)	131
Figur 53 Kontrollpunkt for risiko i Synchron PRO (skjerm bilde).....	132
Figur 54 Statussette aktiviteter i Syncho PRO (skjerm bilde).....	133
Figur 55 Lenket Gantt-diagram i Synchron (skjerm bilde)	133
Figur 56 Simulering i Synchron PRO (skjerm bilde).....	133
Figur 57 Filtreringsfunksjon i Synchron PRO (skjerm bilde).....	134
Figur 58 Generer kritisk linje i Synchron PRO (skjerm bilde)	134
Figur 59 Brukergrensesnitt i Synchron SITE (skjerm bilde)	135
Figur 60 Brukergrensesnitt i Synchron SITE (2) (skjerm bilde).....	136
Figur 61 Utsnitt av kolonnene i aktivitetsvinduet i Synchron PRO (2) (skjerm bilde).....	138

Tabelliste

Tabell 1 Kjennetegner ved kvalitativ og kvantitativ metode	5
Tabell 2 Metoder for å besvare på forskningsspørsmål	6
Tabell 3 Semistrukturert intervju Vitaminveien 11.....	9
Tabell 4 Semistrukturert intervju andre personer	9
Tabell 5 Sentrale aktører i byggebransjen	18
Tabell 6 Sentrale aktører på byggeplassen	19
Tabell 7 Avhengighet mellom aktiviteter (Gardiner, 2005).....	29
Tabell 8 Kilder til sløsing i produksjon.....	33
Tabell 9 Lean-prinsipper (Liker, 2009) og (Koskela, 1992)	34
Tabell 10 Dimensjoner av BIM.....	40
Tabell 11 Ulike plattformer av Synchrono.....	58
Tabell 12 Beskrivelse av operative plannivåer (Veidekke, 2011).....	64
Tabell 13 Operative møter (Veidekke, 2011).....	66
Tabell 14 Generelle fakta om Vitaminveien 11	67
Tabell 15 Hvilke aktører Synchronos ulike plattformer er tiltenkt	69
Tabell 16 Beskrivelse av vinduene i brukergrensesnitt Synchrono PRO.....	70
Tabell 17 Positive effekter ved bruk av Synchrono i produksjon	79
Tabell 18 Positive effekter ved bruk av Synchrono i drift- og basemøter	80
Tabell 19 Utfordringer, ulemper og barrierer ved bruk av Synchrono på Vitaminveien 11	81
Tabell 20 Implementering av Synchrono på Vitaminveien 11	82
Tabell 21 Bruksområder med Synchrono som ikke benyttes på Vitaminveien 11	85
Tabell 22 Interaksjonsmatrise av Synchrono-egenskaper og Lean-prinsipper	101
Tabell 23 Forklaring av interaksjonsmatrisen	102
Tabell 24 Bruksområder Synchrono kan brukes til.....	111
Tabell 25 Positive effekter og utfordringer med bruken av Synchrono på Vitaminveien 11	112
Tabell 26 Beskrivelse av aktivitetsvinduets kolonner i figur 52	132
Tabell 27 Beskrivelse av vinduene i Synchrono SITE (1)	136
Tabell 28 Beskrivelse av vinduene i Synchrono SITE (2)	137
Tabell 29 Beskrivelse av rader i Synchrono SITE	137
Tabell 30 Strategiske planer (Veidekke , 2015).....	140
Tabell 31 Strategiske møter (Veidekke , 2015).....	140

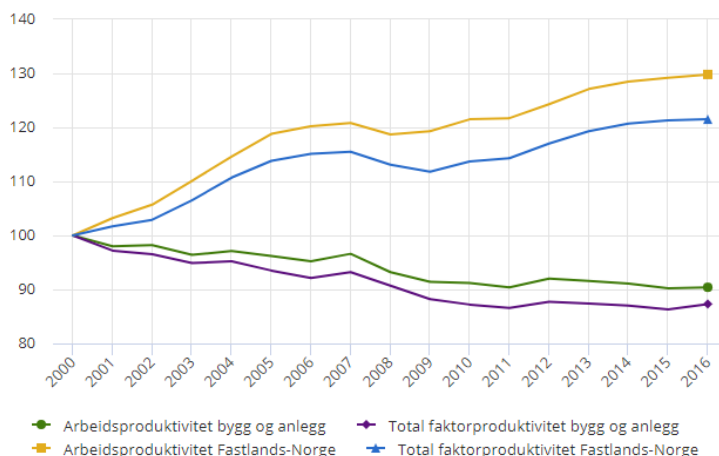
(Denne siden er blank med hensikt)

1 Innledning

I kapittel 1 presenteres bakgrunn for tema og omfang og begrensninger av oppgaven. I tillegg beskrives formål og forskningsspørsmål og oppgavens oppbygning.

1.1 Bakgrunn for tema

Produktiviteten i bygge- og anleggsbransjen har falt med 10 prosent siden 2000 (SSB, 2018). Produktiviteten i privat sektor i Fastlands-Norge har økt med 30 prosent den samme perioden. En av årsakene det pekes på er byggebransjens forsiktige tilnærming til ny teknologi. Forskning viser at byggebransjen er en av bransjene med lavest innovasjonsgrad (Bygg.no, 2015a). Figur 1 viser produktiviteten i bygge- og anleggsbransjen målt mot produktiviteten i Fastlands-Norge. Arbeidsproduktivitet er definert som bruttoprodukt i faste priser per timeverk, mens total faktorproduktivitet (TFP) er korrigert for endring i kapitalintensitet. TFP kan tolkes som et mål på generell teknologisk fremgang.



Figur 1 Produktivitetindeks i bygg og anlegg målt mot Fastlands-Norge (SSB, 2018)

Av figur 1 kommer trenden i bransjen tydelig frem. Som et svar på dette har mange byggherrer og entreprenører i privat og offentlig sektor satset tungt på ny teknologi de siste årene. Både i prosjektering og i produksjon. Planlegging i 4D/5D og «papirfrie byggeplasser» er noe aktørene strekker seg etter. Byggenæringens landsforening (BNL) har utarbeidet et digitalt veikart som gir retningslinjer for hvordan bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen (BAE-næringen) kan legge til rette for en samlet digital transformasjon (BNL, 2017). Ambisjonen med det digitale veikartet er at BAE-næringen skal produsere bedre og billigere bygg, redusere klimagassutslipp, effektivisere ressursbruken og øke eksporten av varer og tjenester.

1 Innledning

BNL har gjennom det digitale veikartet kommet med målsetninger som skal nås innen 2025. Dette er de samme målsetningen som Storbritannia utarbeidet i 2013:

- 33 % kostnadsreduksjon
- 50 % raskere prosjektgjennomføring
- 50 % lavere klimagassutslipp
- 50 % økning i eksport av produkter og tjenester

Med dette som bakteppe kom vi i kontakt med Veidekke høsten 2017. I et møte kom det frem at entreprenøren var i ferd med å implementere et nytt digitaliseringsverktøy, Synchro, i produksjonsfasen. Veidekke ønsket at vi skulle evaluere bruken av Synchro ved Vitaminveien 11 – det første Veidekkeprosjektet som bruker teknologien aktivt i produksjonsfasen. Vitaminveien 11 ble dermed case for oppgaven. Samtidig som oppgaven ble skrevet var prosjektet, som hadde byggestart i 2016, midt i prosessen med å utforske teknologien. Implementering og videre utvikling av programmet i Veidekke ble dermed naturlige deler av oppgavens omfang. Veidekke ønsket også at vi skulle analysere hvordan Involverende Planlegging, Veidekkes svar på Lean Construction, kommer til uttrykk i Synchro.

1.2 Omfang og begrensninger

BIM i bygge- og anleggsbransjen er et svært omfattende tema. Bransjen befatter en rekke aktører av varierende størrelse og kompleksitet. Byggherrer, prosjekterende, entreprenører og leverandører har virksomheter med mange ulike fagretninger som nedslagsfelt, og utfører svært forskjellige prosjekter. På tvers av bransjen benyttes BIM i svært ulik grad til ulike aktiviteter. Det er derfor hensiktsmessig å avgrense oppgavens omfang.

Det er få aktører som benytter 4D-planlegging, og de som benytter det har ikke kommet langt. Det er et nytt tema som er lite forsket på tidligere. Dette begrenser omfanget av oppgaven.

Det er valgt å gå i dybden på én entreprenør og ett 4D-verktøy, Veidekke og Synchro. Dog finnes det klare paralleller mellom Veidekke og andre store norske og skandinaviske entreprenører, og funnene kan være overførbare. Oppgavens omfang er begrenset til bruken av Synchro i produksjonsfasen. Veidekke har nylig initiert programmet og det er få prosjekter som benytter det i produksjonsfasen. Omfanget er derfor begrenset til det prosjektet som har kommet lengst i implementeringsprosessen – Vitaminveien 11. Funnene fra det aktuelle prosjektet kan likevel være nyttige for andre prosjekter, selv om andre prosjekter ikke adresseres.

På grunn av den nylige initieringen av Synchro er det ikke mulig å måle faktiske effekter som følge av bruken på Vitaminveien 11. Datainnsamlingen og funnene måler derfor

1 Innledning

nøkkelpersoners tanker og meninger om bruken og potensialet til programmet, fremfor faktiske kostnads- og tidsbesparelser. Av samme grunn er det vanskelig å analysere og diskutere hvordan programmet fungerer på prosjektet, og mange av funnene er begrenset til den delen av prosjektet som har kommet lengst med implementeringen. En stor del av oppgavens omfang omfatter derfor hvordan Veidekke kan utnytte Synchro på en bedre måte i fremtidige prosjekter og som organisasjon.

Det kunne vært nyttig å sammenligne prosjekter som ikke benytter 4D i produksjon med det aktuelle prosjektet. På en annen side er de fleste prosjektdeltakerne på Vitaminveien 11 kjent med hvordan det er å jobbe på et prosjekt med tradisjonell planlegging, og faktiske effekter skal uansett ikke måles.

Veidekke er totalentreprenør i prosjektet som er benyttet som case. Funnene er nødvendigvis ikke gyldige for andre aktører enn entreprenører, eller prosjekter med annen type kontrahering.

Den største begrensningen for oppgaven er tiden vi har hatt til disposisjon. Oppgaven er på til sammen på 60 studiepoeng, og går over ett semester. Effektene oppgaven belyser er basert på intervjuer, dokumentstudier og observasjoner ved det aktuelle prosjektet og ellers i Veidekke.

1.3 Formål og forskningsspørsmål

Formålet med oppgaven er å evaluere bruken av Synchro på Vitaminveien 11, og hvordan Veidekke kan utnytte teknologien bedre i fremtiden. Dette gjøres gjennom å analysere implementeringen og bruken av teknologien, og hvordan programmet legger til rette for Lean og Involverende Planlegging. Dette legger grunnlaget for å analysere og diskutere hvordan Veidekke kan utnytte funksjonene til Synchro på en bedre måte i fremtidige prosjekter og som organisasjon.

For å besvare oppgaven på best mulig måte er det utformet fem forskningsspørsmål:

1. Hvilke bruksområder har Synchro?
2. Hvordan fungerer Synchro på Vitaminveien 11?
3. Hvor god er implementeringen av Synchro på Vitaminveien 11?
4. Hvordan legger Synchro til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging?
5. Hvordan kan funksjonene i Synchro utnyttes videre i Veidekke?

1 Innledning

(Denne siden er blank med hensikt)

2 Metode

I kapittel 2 presenteres metodene som er benyttet i oppgaven, informasjonens troverdighet, feilkilder og alternative metoder. Formålet er å gi leseren forståelse av hvorfor aktuelle metoder ble valgt og hvordan de ble gjennomført.

2.1 Forskningsmetoder

Metode er av Aubert (1985, s. 196) definert som:

«En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener formålet, hører med i arsenalet av metoder»

Det skilles i hovedsak mellom to typer metodiske tilnæringer, kvantitative og kvalitative (Dalland, 2017). De kvantitative metodene tilfører data i form av målbare enheter. Tallene gjør det mulig å gjennomføre regneoperasjoner. De kvalitative metodene har som mål å avdekke opplevelse og mening som ikke kan tallfestes eller måles. Dataene som samles inn med kvantitativ og kvalitativ tilnærming omtales henholdsvis som «harde» og «myke» data. Kjennetegner ved de to tilnærmingene er oppsummert i tabell 1 (Dalland, 2017).

Tabell 1 Kjennetegner ved kvalitativ og kvantitativ metode

Kvantitativ tilnærming	Kvalitativ tilnærming
Gå i bredden	Gå i dybden
Få frem det representative	Få frem det spesielle
Systematisk og strukturert: f. eks spørreskjema med faste svaralternativer	Fleksibelt og ustrukturert: f. eks intervju uten faste svaralternativer
Innsamling av data uten direkte kontakt med feltet	Innsamling av data med direkte kontakt med feltet
Data som samles inn omhandler adskilte fenomener	Data som samles inn får frem sammenheng og helhet
Fremstillingen har mål om å formidle forklaringer	Fremstillingen har mål om å formidle forståelse
Forskeren observerer fenomenet utenfra	Forskeren observerer fenomenet innenfra

Hensikten med oppgaven er å innhente ny kunnskap og erfaring innenfor et tema som er lite forsket på tidligere. Formålet med valgt metode er å gå i dybden på temaet, og å få frem helhet og sammenheng. På bakgrunn av dette er det valgt kvalitativ tilnærming. For å gjøre dette er det valgt følgende metoder for datainnsamling:

2 Metode

- Litteraturstudie
- Intervju med nøkkelpersoner
- Casestudie
- Dokumentstudier
- Observasjon

Det er valgt metodetriangulering for å skape en optimal helhetsforståelse og besvarelse av forskningsspørsmålene. Litteraturstudiet danner bakteppet for å gjennomføre intervjuene og observasjonene. Intervjuer og observasjon gjør det mulig å observere innenfra gjennom direkte kontakt med feltet. Det er valgt flere ulike metoder for å kompensere for svakhetene med hver enkelt metode. Med ulike kilder kan skjevheter og feil i informasjon avdekkes lettere. Tabell 2 viser hvilke metoder som er brukt til å besvare hvert forskningsspørsmål. Senere i dette kapitlet er det gjort rede for hver av de benyttede metodene.

Tabell 2 Metoder for å besvare på forskningsspørsmål

Forskningsspørsmål	Forskningsmetode
Hvilke bruksområder har Synchro?	Litteraturstudie Intervju Dokumentstudier
Hvordan fungerer Synchro i Vitaminveien 11?	Intervju Observasjon
Hvor god er implementeringen av Synchro i Vitaminveien 11?	Litteraturstudie Intervju
Hvordan legger Synchro til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging?	Litteraturstudie Intervju Dokumentstudier Observasjon
Hvordan kan funksjonene til Synchro utnyttes videre i Veidekke?	Litteraturstudie Intervju Dokumentstudier

2.2 Litteraturstudie

Å gjennomføre en litteraturstudie går ut på å systematisk søke etter publisert litteratur innenfor et bestemt tema (Kirkehei & Ormstrand, 2013). Litteraturstudiet har vært en viktig del av oppgaven. Både for å forstå temaene som ble forsket på og for å drøfte resultatene. Hart (2001) lister opp fem grunner til å starte en prosjektoppgave med en litteraturstudie:

2 Metode

- Det gjør det mulig å finne tidligere arbeide innenfor temaet
- Det forhindrer forskning på et tema som allerede er forsket på
- Det forhindrer at det gjøres feil som er gjort tidligere
- Det kan bidra til å planlegge og utvikle metodikken for prosjektet ved å finne teknikker og problemstillinger for å innhente relevant data
- Det bidrar til å finne feil og mangler i tidligere forskning

For å danne grunnlaget for oppgaven ble det først søkt etter generell teori innenfor temaene byggeprosessen, fremdriftsplanlegging, BIM og Lean. Deretter ble litteratursøket mer spesifikt rettet for å finne relevant informasjon innenfor BIM i produksjon, 4D, Synchro, IP og implementering av ny teknologi. Informasjonen som er brukt i oppgaven er hentet fra bøker, søk i databaser, bibliotek tjenester og søkemotorer, artikler, rapporter og nettsider.

Søketjenester som er blitt brukt er blant annet BIBSYS og Oria. Dette er plattformer for bøker, dokumenter, elektroniske tidsskrifter, artikler og filmer. De er portaler for materialer fra det norske fag- og forskningsbiblioteket og universitetsbibliotekene. Universitetsbibliotekene distribuerer bare kvalitetssikrede materialer. Dette gjør søkemotorene til egnede plattformer for informasjon.

I løpet av de siste tiårene er det forsket mye på temaer som byggeprosessen, planlegging og Lean. Det finnes derfor mye god litteratur om temaene, også i bokform. Gammel litteratur er supplementert med nyere litteratur for å kontrollere at den er dagsaktuell.

BIM i produksjon er i rivende utvikling, nærmest fra år til år, og det er derfor innhentet informasjon fra fersk litteratur om temaene. Her er det i hovedsak brukt informasjon fra BIM-aktører, tidsskrifter, utviklere, tidligere masteroppgaver, rapporter og internettsøk.

Veidekke har i tillegg bidratt med interne dokumenter om temaene Synchro og IP. Dette har vært viktig for å kartlegge prosessen og endringen som skal evalueres i oppgaven.

Vurdering av litteratur

TONE-prinsippet er benyttet for å vurdere litteraturen. Det er en fremgangsmåte for kvalitetssikring av litteratur etter nøkkelordene troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet (NTNU, 2017). Troverdighet handler om hvem som er ansvarlig for artikkelen. Forfatterens faglige bakgrunn og renommé sammen med hvor ofte litteraturen er brukt i andre faglige oppgaver, forlag og utgivelsesår er vurderingskriterier for litteraturens troverdighet.

2 Metode

Objektivitet handler om hvordan dataene i litteraturen er presentert. Samsvarsgrad med tidligere forskning og forfatterens hensikt og intensiver bak publiseringen er med på å vurdere litteraturens troverdighet. En objektiv forfatter som er ute etter å informere foretrekkes fremfor en partisk forfatter som vil overbevise. Nøyaktighet vurderes ut fra hvilken metodikk som er brukt og hvor detaljert innholdet er. Hvor mange og hvilke kilder som er brukt styrer også nøyaktigheten. Egnethet går på hvor godt litteraturen passer oppgaven og problemstillingen.

2.3 Intervju

For å besvare forskningsspørsmålene i oppgaven er det gjennomført flere kvalitative intervjuer. For å forske på og evaluere Synchron i produksjonsprosessen i Vitaminveien 11 var det ønskelig å intervju personell på flere nivåer i prosjektet. På grunn av at Synchron på byggeplass i Veidekke er et såpass ferskt tiltak var det kun et fåtall personer med relevant informasjon om temaet. Intervjuobjektene som ble valgt var nøkkelpersoner som bruker Synchron i hverdagen på Vitaminveien 11. I tillegg er personer med kompetanse innenfor andre aktuell felt intervjuet. En med HMS-risikokompetanse og en med kompetanse innen Synchron på utviklernivå. Dette for å se på andre bruksområder for og utvikling av Synchron.

Det er til sammen intervjuet ti personer på Vitaminveien 11, to personer ellers i Veidekke og en løsningsrådgiver for digitale verktøy i byggebransjen. Det er valgt å ikke intervju flere enn ti personer fra Vitaminveien 11 til oppgaven fordi de intervjuede er ansett som de med mest erfaring og kompetanse innenfor Synchron på prosjektet. Flere intervjuer ville dermed ikke gitt ny informasjon. De to personene fra Veidekke som ikke jobber på Vitaminveien 11 innehar spesialkompetanse på Synchron og BIM i byggebransjen. Det er både gjennomført intervju gjennom samtale og telefon. Alle intervjuene er semistrukturert utført.

Et semistrukturert intervju kjennetegnes av at det er en samtale mellom respondent og forsker (Dalland, 2017). Denne intervjumetoden er benyttet fordi det legger til rette for at intervjuobjektet svarer fritt, spontant, uventet og levende. Intervjuet ble gjennomført med en intervjuguide som grunnlag (Vedlegg A). Intervjuguiden ble utarbeidet på forhånd og sendt til intervjuobjektene en uke før intervjuene. Den inneholder temaer for samtalen og spørsmål som ønskes besvart. Den fungerte som en veileder og ble ikke fulgt slavisk, dette ga rom for oppfølgingsspørsmål.

For å bevare innholdet i intervjuet på best mulig måte ble alle intervjuene tatt opp og transkribert. Et lydopptak foreviger hele samtalen, og tar vare på stemmeleiet og nyanser i

2 Metode

språket (Dalland, 2017). I tillegg var begge forfatterne av oppgaven til stede under hvert av intervjuene. Dermed kunne en notere samtidig som den andre ledet intervjuet. Det førte i tillegg til at flere relevante oppfølgingsspørsmål ble stilt. Lydopptaket og notaene ble gjennomgått og transkribert øyeblikkelig etter at intervjuene var gjennomført. Det er forsøkt å stille så åpne og objektive spørsmål som mulig.

Forfatterne av oppgavene reiste til Oslo i en tredagers periode, 22.-24. april 2018, for å intervju personell ved Vitaminveien 11. Intervjuobjekter som ikke hadde anledning i løpet av dette besøket ble intervjuet per telefon i ettertid. Tabell 3 og tabell 4 viser en liste over intervjuobjektene.

Vitaminveien 11

Tabell 3 Semistrukturert intervju Vitaminveien 11

Bedrift	Stilling	Intervjuform
Veidekke	BIM-koordinator	Samtale
Veidekke	Formann	Samtale
Veidekke	Formann	Samtale
Veidekke	Prosjektingeniør - HMS	Samtale
Veidekke	Prosjektingeniør - KS	Samtale
Veidekke	Intern – KS	Telefon
Elektropersonell	Bas – Elektro	Samtale
Indian Bygg	Bas – tømmer	Samtale
Rørtema	Bas - VVS	Samtale
Rørtema	Fagarbeider VVS	Samtale

Andre personer

Tabell 4 Semistrukturert intervju andre personer

Bedrift	Stilling	Intervjuform
Veidekke	BIM-koordinator	Telefon
Veidekke	BIM-koordinator	Telefon
NTI	Senior systemkonsulent	Telefon

På grunn av det begrensede antallet bedrifter, prosjekter og intervjuobjekter kan ikke resultatene generaliseres. Men i følge Flyvbjerg (2006) kan få intervjuobjekter fungere som en god kilde til informasjon for å produsere ny kunnskap.

2.4 Casestudie

En av forskningsmetodene som er benyttet i oppgaven er casestudie. Poenget med forskningsmetoden er å øke forståelsen og innsikten av et problemområde (Yin, 2014). I følge Yin (2014) er et casestudie en empirisk forespørsel som adresserer fenomener fra sanntiden, i deres naturlige habitat. Et casestudie åpner for å analysere helheten i komplekse fenomener som byggeprosjekter. Det gjør casestudie til en ideell metode for å evaluere Synchro i produksjonsprosessen. Yin (2014) oppgir ulike kilder til informasjon ved et casestudie. De mest relevante er opplistet under.

- Dokumentstudier
- Intervju
- Spørreundersøkelse
- Direkte observasjon
- Deltakende observasjon

Case: Vitaminveien 11

I det aktuelle caset er det benyttet dokumentstudier, intervju og observasjon. Dette ble sett på som de mest relevante og gjennomførbare metodene. Bakgrunnen for at spørreundersøkelse ble forkastet er beskrevet i Kapittel 2.9. Casen blir beskrevet nærmere i Kapittel 4.3.

2.5 Dokumentstudier

Dokumentstudier har i følge Yin (2014) som hensikt å bekrefte og forsterke informasjon fra andre kilder. Forfatterne av oppgaven fikk tilgang til interne dokumenter fra Veidekke. Dokumentene omhandlet først og fremst Synchro og IP. Forfatterne gjennomgikk en opplæring i Synchro med fokus på brukergrensesnitt og viktige funksjoner. Dokumentene som omhandlet Synchro og IP var veiledere og tidligere kursmateriell. Det ble også gitt tilgang til en intern spørreundersøkelse som ble utført i Veidekke i desember 2017. Denne spørreundersøkelsen omhandlet bruken av og kunnskapen om BIM i hele Veidekke. Det var rundt tusen respondenter spredt rundt i organisasjonen som besvarte over hundre spørsmål hver. De mest sentrale spørsmålene og svarene fra denne spørreundersøkelsen er presentert i vedlegg B. Hensikten med å studere interne dokumenter og resultatene fra spørreundersøkelsen var å prøve og forstå de interne prosessene i Veidekke og hvor langt de hadde kommet i den digitale transformasjonen.

2.6 Observasjon

Observasjon som forskningsmetode gjør det mulig å observere med egne øyne hvordan mennesker handler, samhandler, kommuniserer og forholder seg til det fysiske miljøet rundt dem (Dalland, 2017). Observasjon som metode stiller krav til å ta vare på inntrykkene. Det ga en unik mulighet til å se hvordan Synchro og IP fungerer i praksis. Forfatterne av oppgaven har gjort observasjoner på det aktuelle caset i løpet av turen til Oslo 22.-24. april. Det ble observert hvordan Synchro benyttes både i operative møter og på byggeplass. Begge forfatterne var til stede og det ble tatt bilder og notater. Dette ga nyttig innsikt til oppgaven. Notatene og bildene ble gjennomgått umiddelbart etter at møtene og befaringene på byggeplass var gjennomført.

2.7 Informasjonens troverdighet

For å vurdere oppgavens troverdighet benyttes kriteriene validitet og reliabilitet. I underkapitlene nedenfor blir begrepene gjennomgått. Det blir også beskrevet hvordan det er jobbet i oppgaven for å møte kravene til validitet og reliabilitet.

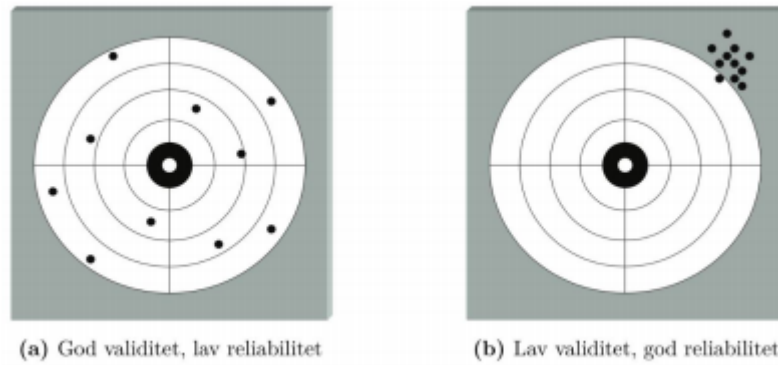
2.7.1 Validitet

Validitet har betydningene relevans og gyldighet (Dalland, 2017). Det som undersøkes må være relevant og gyldig for problemet som forskes på. Med andre ord måles validitet ut i fra hvor godt egnet informasjonen som innhentes er for å besvare forskningsspørsmålene.

I denne oppgaven er kravene til validitet møtt gjennom grundig forarbeid med å kartlegge relevante intervju spørsmål. Intervjuguidene er konstruert for å innhente data som er optimal for oppgaven. Validiteten av datamaterialet anses som god fordi det er både relevant og gyldig for oppgavens problemstilling.

2.7.2 Reliabilitet

I følge Dalland (2017) betyr begrepet reliabilitet pålitelighet. Det går ut på at målingene må utføres på korrekt måte, og at feilmarginer angis. Det måler om den presenterte forskningen er til å stole på og er et vurderingskriterium for kvaliteten. Ved å oppgi hvordan oppgavens data er innhentet, og hvilke feilkilder som kan ha påvirket resultatet gis leseren muligheten til å vurdere reliabiliteten av arbeidet. Kravet til validitet møtes gjennom å måle de riktige elementene, mens kravene til reliabilitet møtes gjennom å måle elementene på rett måte. Figur 2 viser sammenhengen mellom validitet og reliabilitet.



Figur 2 Validitet og reliabilitet (Samset, 2008)

Kildene som benyttes til informasjonsinnhenting er en viktig faktor for å sikre god reliabilitet. Forskningsspørsmålene har styrt hele prosessen, og intervjuobjektene er håndplukkede i forhold til dette. Personene med mest kunnskap og kontakt med Synchro i hverdagen i det aktuelle caset ble intervjuet. I tillegg ble et utvalg av andre kompetansepersoner med relevant kunnskap og erfaring intervjuet. Intervjuobjektene fikk prate så fritt som mulig under intervjuene uten å bli stilt ledende spørsmål. Uavhengig av dette kan intervjuerne ha påvirkningskraft på svarene. Dette har vært i bakhodet under tolkningen. Som det ble forsikret om på forhånd hadde Synchro en rolle i møtene som ble observert og under befaringen på byggeplass. På bakgrunn av dette vurderes oppgavens reliabilitet som god.

2.8 Feilkilder

Litteraturstudie

BIM og bruken av Synchro i produksjon er som nevnt i konstant utvikling, og ny forskning kan avlive gamle resultater. Det er derfor viktig å vurdere publiseringsdato, og å være nøye på å kryssjekke gammel litteratur med ny dersom dette benyttes. 4D-planlegging i byggebransjen har bare blitt brukt i noen år, og det kan derfor være utfordrende å finne litteratur og tidligere forskning som adresserer temaet. Dette må tas med i betraktningen under litteraturstudiet.

Intervju

En potensiell feilkilde i intervjuene er tolkningen av spørsmål og svar. Slike misforståelser kan påvirke resultatet. Det forventes at intervjuobjektene forteller sannheten under intervjuet, men det er umulig å vite. Det kan for eksempel hende at intervjuobjektene ønsker å stille seg selv eller bedriften i et overdrevent godt lys. Antall og type intervjuobjekter kan være en feilkilde. Det kan være for få objekter til at resultatet blir representativt, og de valgte kan ha andre meninger om Synchro enn andre i prosjektet og organisasjonen. I telefonintervjuene er det ikke

mulig å tolke kroppsspråk. Dette gjør at svarene tolkes på en annen måte som potensielt nyanserer budskapet.

Casestudie

Størsteparten av casestudiet består av intervjuer, dokumentstudier og observasjon. Aktuelle feilkilder for dette er adressert i andre avsnitter. En potensiell feilkilde er at en av forfatterne begynner i Veidekke to måneder etter oppgaven er levert. Det kan føre til at forfatteren ubevisst ønsker å fremstille organisasjonen og prosjektet bedre enn det er i virkeligheten.

Dokumentstudier

De interne dokumentene som er mottatt er utarbeidet av Veidekke selv. En potensiell feilkilde er derfor at organisasjonen ønsker å fremstå bedre enn den egentlig er.

Observasjon

Observasjonene er gjort over en veldig kort tidsperiode av prosjektets levetid. Det som foregikk i møtene og på byggeplass da forfatterne var til stede trenger ikke å være representativt for hvordan prosessene er ellers i prosjektets livssyklus. Det kan i tillegg hende at møtedeltakerne og arbeiderne på byggeplass hadde ekstra fokus på å benytte Synchro under observasjonen fordi de ble målt på dette.

2.9 Alternative metoder

Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelse ble diskutert som en aktuell forskningsmetode. Spørreundersøkelsen ville ha omhandlet bruken og implementeringen av Synchro i caset. Beslutningen om å ikke gjøre dette ble tatt i samarbeid med Veidekke og årsaken var det lave antallet personer som benyttet programmet på byggeplassen. Veidekke var midt i implementeringsprosessen, og de få arbeiderne som benyttet programmet hadde så vidt kommet i gang. Det ville derfor vært for få respondenter, og det ville vært for tidlig å si om implementeringen var vellykket eller ikke. Det ble derfor bestemt å bare innhente informasjon gjennom kvalitative tilnæringsmetoder.

2 Metode

(Denne siden er blank med hensikt)

3 Teori

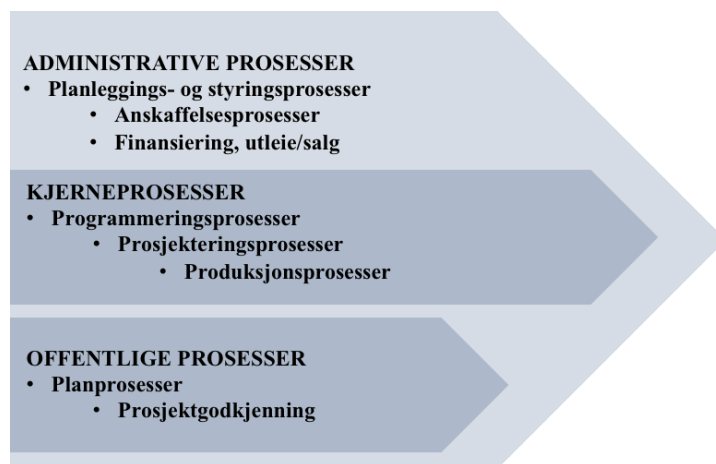
I Kapittel 3 presenteres teorien som benyttes til å analysere og diskutere innsamlet data. Kapitlet inneholder grunnleggende teori om byggeprosjekter, planlegging og organisasjoner, samt mer spesifikk teori om Lean og BIM.

3.1 Byggeprosessen

I følge Eikeland (2001) omfatter begrepet en rekke delprosesser som planlegging, prosjektstyring, anskaffelser, prosjektering, programmering, produksjon, overlevering og driftsstart. Eikeland (2001, s. 25) beskriver innholdet i byggeprosessen slik:

«Byggeprosessen omfatter alle prosesser som fører fram til eller er en forutsetning for det planlagte byggverket»

Det vil si alle prosesser som ligger til grunne for at det planlagte byggverket blir en realitet. I figur 3 presenterer Eikeland (2001) at byggeprosessen kan beskrives med tre delprosesser; administrative prosesser, kjerneprosesser og offentlige prosesser.



Figur 3 Byggeprosessens delprosesser (Eikeland, 2001)

Administrative prosesser

De administrative prosessene tilrettelegger for planlegging og styring av byggeprosessen (Eikeland, 2001). De administrative prosessene starter med planlegging og tilrettelegging for styringsprosessene. Utarbeidelse og analyse av visjon, målsetninger, premisser og usikkerheter

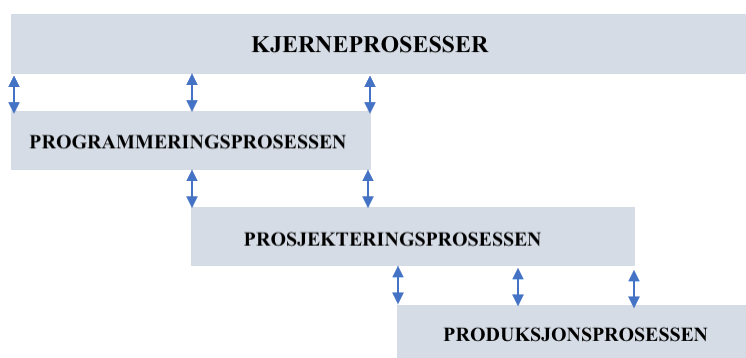
legger grunnlaget for å utforme planer. Neste steg er prosessen forbundet med anskaffelser. Dette er den viktigst prosessen, og tilbydere kontraheres på bakgrunn av egnethet. Omfattende kontraheringsprosesser sikrer rettferdig konkurranse, gjennomsiktighet, forutsigbarhet og etterprøvbarhet. Eikeland (2001) mener at anskaffelsesprosessen har som mål å kontrahere menneskelige, teknologiske og administrative ressurser som sammen utgjør nødvendige forutsetninger for at aktivitetene på byggeplassen kan utføres. Siste del av de administrative prosessene er å utforme en plan for finansiering av byggeprosessen. Her vurderes blant annet gjennomførbarheten av prosjektet, markedsverdi, kostnader, mulige inntekter og usikkerheter forbundet med disse.

Kjerneprosesser

Kjerneprosessene i et byggeprosjekt er direkte knyttet til produksjon. Eikeland (2001, s. 26) definerer kjerneprosessene som:

«De prosesser som har beskrivelse eller produksjon av det planlagte byggverk som sitt resultat».

Som vist i figur 4 består kjerneprosesser av tre underprosesser; programmerings-, prosjekterings- og produksjonsprosessen.



Figur 4 Byggeprosessens kjerneprosesser (Eikeland, 2001)

Eikeland (2001) beskriver prosessene som gjort rede for i påfølgende avsnitt.

Programmeringsprosessen

I denne prosessen identifiseres prosjektet. Dette gjøres ved å sette krav som bygget skal tilfredsstillere. I tillegg skal rammebetingelser som tid, kostnad og kvalitet bestemmes.

Prosjekteringsprosessen

Denne prosessen inneholder beskrivelse av de fysiske løsningene og egenskapene som skal realiseres i prosjektet. Løsningene og spesifikasjonene utvikles i tråd med definerte krav i programmeringsprosessen.

Produksjonsprosessen

Programmerings- og prosjekteringsprosessen gir arbeidsgrunnlaget for å gjennomføre produksjonsprosessen. Produksjonsprosessen, som denne oppgaven fokuserer på, er den fysiske utførelsen av bygget.

Som figur 4 viser overlapper kjerneprosessene. Det muliggjør informasjonsflyt mellom prosessene. Informasjonsflyten og -innholdet avhenger av gjennomføringsmodellen som ble valgt under anskaffelsesprosessene.

Offentlige prosesser

De offentlige prosessene sørger for at lovmessige regler i byggeprosessen er hensyntatt (Eikeland , 2001). Dette kan for eksempel være godkjenninger fra myndighetene og arealplanlegging etter plan- og bygningsloven. Dette inkluderer blant annet godkjenningsprosesser som byggetillatelse, byggemelding, brukstillatelse og konsekvensutredning av utbyggingen.

Sentrale aktører

Byggebransjen består av ulike aktører. Eikeland (2001, s. 27) definerer en aktør slik:

«En aktør kan være en person, en gruppe, eller en virksomhet, alt etter hvilke detaljnivå vi velger. Aktørene er de enhetene som handler i systemet. De tildeles roller, oppgaver og de er bærer av egne interesser, verdier, kompetanse og ressurser»

Sentrale aktører på et overordnet nivå i byggebansjen er beskrevet i tabell 5.

3 Teori

Tabell 5 Sentrale aktører i byggebransjen

Aktør	Beskrivelse
Byggherre	Prosjekteieren og kunden for byggeprosessens resultat. Den som igangsetter byggeprosessen, kontraherer entreprenører og tar endelige beslutninger. Bestemmer og fastsetter rammer og krav til tid, kostnad og kvalitet. Bærer i utgangspunktet risikoen for prosjektets kostnader og bruksverdi (Eikeland, 2001).
Prosjekterende	Designer og dimensjonerer byggverket og danner dermed grunnlaget for produksjonsprosessen (Eikeland, 2001). Aktørens oppgaver omfatter å utvikle komplette løsninger som tilfredsstiller krav og forskrifter for bygget (Meland, 2000). Denne aktøren består ofte av ingeniører og arkitekter fra ulike fagretninger.
Entreprenør	Denne aktørens oppgaver avhenger av kontraktsform, men går ofte ut på å produsere hele, eller deler av, byggverket. I tillegg omfattes administrative funksjonene som planlegging, organisering, ledelse og kontroll av byggeprosjektet (Eikeland, 2001). Entreprenøren mottar prosjekterte løsninger fra prosjekterende. Dersom kontraktsformen er totalentreprise, og entreprenøren er totalentreprenør, inngår både prosjektering og utførelse i avtalen med byggherren (Meland, 2000).
Underentreprenør (UE)	Entreprenører kontraherer ofte underentreprenører for å utføre spesifikke oppgaver (Meland, 2000). Store byggeprosjekter består ofte av en rekke underentreprenører. En UE kan for eksempel ha ansvaret for råbygg, mens en annen underentreprenører har ansvaret for fundamentering.
Leverandør	Denne aktøren leverer blant annet råe og prefabrikkerte materialer, varer og tjenester til byggeplassen (Meland, 2000).

I denne oppgaven studeres et prosjekt som har totalentreprise som kontraktsform. I tabell 6 beskrives stillinger som er spesielt viktige for prosjektet og oppgaven.

Tabell 6 Sentrale aktører på byggeplassen

Aktør	Beskrivelse
Prosjektleder (PL)	Eikeland (2001) beskriver at en prosjektleder skal ivareta organisering og ledelse av prosjektet som helhet. Det er vanlig å fordele oppgaver til andre i prosjektet, men PL har hovedansvaret.
BIM - koordinator	BIM-koordinator skal fungere som en støtte for prosjektlederen. BIM-koordinatoren er ansvarlig for å kontrollere informasjonsnivået og kvaliteten på BIM-modellen (Boligprodusentene, 2012)
Anleggsleder	Denne stillingen har ansvar for aktiviteter som gjennomføres på byggeplassen. Anleggsledere rapporterer til prosjektlederen, og på store prosjekter er det ofte flere anleggsledere (NESO).
Formann	Denne stillingen tildeles for eksempel ansvaret for et spesielt fagområde på byggeplassen. Formenn rapporterer til anleggsledere, og det er ofte flere formenn per anleggsleder (NESO).
Bas	Denne stillingen er gruppeleder for et arbeidslag bestående av fagarbeidere. Basene rapporterer til formenn, og er ansvarlige for fagarbeiderne innenfor sitt fag (NESO).

3.2 Organisasjonsteori

Hensikten med dette kapittelet er å legge grunnlaget for å vise hvordan Veidekke kan utvikle seg som organisasjon ved hjelp av Synchro. Det gis en innføring i teori om lærende organisasjoner og kommunikasjon.

3.2.1 Lærende organisasjon

Det er forsket mye på lærende organisasjoner de siste 50 årene. I dette kapittelet presenteres teorien som er viktigst for oppgaven. Det er sentralt å vite hva som kjennetegner lærende organisasjoner for å forstå hvordan Synchro kan bidra til utvikling på området.

En lærende organisasjon er ifølge Senge (1999) en organisasjon der menneskene utvikler evnen til å oppnå resultatene de egentlig ønsker, der ekspansive og nye tenkemåter oppmuntres, der mennesker blir dyktigere til å lære i fellesskap og der kollektive ambisjoner får fritt utløp.

I følge Garvin (1993) er en lærende organisasjon en organisasjon som er dyktig til å skape, anskaffe og overføre kunnskap. Roald (2012) mener lærende organisasjoner er et begrep som omhandler organisasjoner som er flinke til å utvikle seg og der kunnskapene «sitter i veggene».

Senge (1999) presenterer en teori om at det er et skille mellom autoritære, kontrollerende, tradisjonelle og lærende organisasjoner. Dette skillet innebærer organisasjonens evne til å inneha og beherske visse kunnskaper og ferdigheter. Disse ferdighetene omhandler enkeltmenneskers tanker, ønsker og evner til å samhandle og lære av hverandre. Det pekes på fem disiplinene som er opplistet og gjort rede for under (Senge, 1999):

1. Personlig mestring

Å mestre noe går ut på å ha kunnskap og bestemte ferdigheter. Mennesker som er dyktige i sitt fagfelt, og har høy personlig mestring, har grunnlag for å forstå hvilke resultater som er viktigst for dem. Personlig mestring handler i stor grad om å utvikle tålmodighet, konsentrere sine krefter, kontinuerlig utdype og kartlegge sin visjon og oppfatte virkeligheten objektivt.

2. Mentale modeller

Dette innebærer inngrodde forestillinger i en organisasjon som kan være lite uttrykt offentlig. Mennesker er ofte ikke bevisst på hvordan mentale modeller påvirker adferden. Fokuset er å finne og forstå modellen slik at de kan testes og evalueres i praksis. Nye modeller med god felles forankring i organisasjonen og virkeligheten kan bygges gjennom å drøfte og forstå eksisterende modeller i fellesskap, og deretter bygge nye.

3. Å skape felles visjoner

En egenskap ledere har etterstrebet i tusener av år er evnen til å skape et felles bilde av visjoner og verdier i organisasjonen. Det er viktig at en felles visjon er forankret i individenes personlige visjon. En visjon blir først en reel kraft når menneskene i organisasjonen tror den bidrar til å skape deres egen fremtid.

4. Gruppelæring

I gjennomføring er evnen til å lære i grupper sentral å mestre. Det er ikke tilstrekkelig med felles visjon og ønske i seg selv. Det er utfordrende å jobbe i team og å dra i samme retning. Det er et krav å mestre både effektiv diskusjon og dialog, og skifte bevisst mellom disse.

5. Systemtenkning

Det er essensielt at samtlige av de fem disiplinene utvikles parallelt. Systemtenkning er den femte disiplinen og har som formål å integrere de andre disiplinene. Den skal ta vare på de gode løsningene og legge grunnlaget for bedre og mer effektive organisasjonsmodeller. Gevinsten av dette er i følge Senge (1999) enorm. Dersom denne disiplinen utelates mister menneskene muligheten til å se hvordan de ulike disiplinene griper inn i hverandre og henger sammen.

Dersom en organisasjon skal utvikle seg til en lærende organisasjon er det essensielt at menneskene ser seg selv som en del av utfordringen i tillegg til en del av løsningen. Rosengarten (1999) sammenstilte ti karakteristikk ved en lærende organisasjon:

1. Systemtenkning og mentale modeller
2. Kontinuerlig forbedring av arbeid
3. Støttende ledelse og lærende kultur
4. Arbeid og læring i team
5. Fri flyt av informasjon vertikalt og horisontalt
6. Utdanning og trening av hele organisasjonen
7. Belønningssystem for læring
8. Fleksibilitet blant ansatte og i virksomhetens strategi
9. Desentralisert hierarki og deltakende ledelse
10. Lærende laboratorier og konstant eksperimentering

Rosengarten (1999) mener videre at evnen til å utvikle og benytte gode modeller for erfaringsoverføring er sentralt for å oppnå suksess med flere av karakteristikkene. Denne oppgaven ser nærmere på hvordan Synchro kan forbedre prosessene rundt erfaringsoverføringer.

Erfaringsoverføring med Big Data

Big Data er en beskrivelse på datamengder som er så store og komplekse at de er vanskelig å håndtere med vanlige verktøy som Excel (Nordlie, 2015). Digitale verktøy i byggebransjen kan samle så store mengder informasjon at det, med hjelp av Big Data, kan brukes til erfaringsoverføringer mellom prosjekter innad i organisasjoner (coBuilder, 2017). Informasjon om for eksempel varighet og kostnader av aktiviteter, typiske avvik og HMS-hendelser kan hentes ut. Informasjonen kan filtreres og sorteres ut i fra prosjekttype og størrelse.

3.2.2 Kommunikasjonsteori

Kommunikasjon er svært sentralt i byggeprosjekter, både innad i organisasjoner og mellom bedrifter. Dette kapitlet gir leseren en innføring i generell kommunikasjonsteori og kommunikasjon i byggeprosjekter. Synchro er et verktøy som kan være en del av kommunikasjonen i produksjonsfasen.

I følge Røsdal & Ørstavik (2011) er god kommunikasjon avgjørende for produksjonsprosessen. Flere studier har avdekket at god kommunikasjon er et av de viktigste suksesskriteriene for å få et vellykket byggeprosjekt. Likevel peker forskning på at kommunikasjonen i byggebransjen ikke er tilstrekkelig.

Angeltveit et al. (2006) mener det er vanskelig å forklare kommunikasjon med én definisjon, og presenterer derfor flere i sin beskrivelse av begrepet:

- Kommunikasjon er all atferd. Det vil si alt mennesker gjør og sier når de er sammen.
- Kommunikasjon er utveksling og overføring av informasjon gjennom et felles symbolsystem.
- Kommunikasjon er mye mer enn ord. Et og samme budskap kan ha flere betydninger avhengig av når, hvor, hvordan og hvorfor noe kommuniseres.

Kommunikasjonsprosessen

Det finnes flere modeller og teorier som beskriver kommunikasjonsprosessen mellom sender og mottaker. I følge Sander (2016) er det vanlig å beskrive kommunikasjonsprosessen som en lineær og logisk prosess. Shannon og Weaver (1949) utviklet en enkel kommunikasjonsmodell som i utgangspunktet var ment for telekommunikasjon. Den er nå blitt kjent som den lineære kommunikasjonsmodellen. Figur 5 viser kommunikasjonsmodellen og illustrerer én sender, et budskap og én mottaker som grunnelementene i modellen. Andre elementer som koding, kanal, dekoding og støy er inkludert for å beskrive kommunikasjon i praksis.



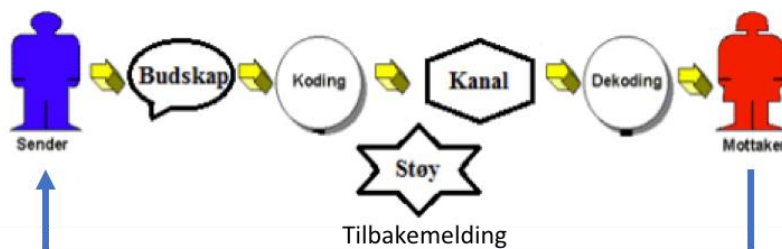
Figur 5 Enveiskommunikasjon (Sander, 2016)

Elementene i kommunikasjonsprosessen nærmere forklart (Sander, 2016):

- Budskap er det en sender ønsker å formidle til en mottaker.
- Koding er hvordan en sender velger å presentere og utforme budskapet til en mottaker. Eksempler på koding er muntlig form, tekstform, tegning eller figur.
- Kanal, også kalt kommunikasjonskanal, er et konkret medium for å sende et budskap til mottakeren. Telefon, video, papir og Synchro er eksempler på kommunikasjonskanaler. Kommunikasjonskanaler er beskrevet senere i oppgaven.
- Dekoding er hvordan en mottaker tolker det sendte budskapet.
- Støy er alle forhold som kan redusere kvalitet på det kommuniserte. Det skilles mellom ekstern støy, som bråk fra byggeplass og høylytte møterom, og intern støy, som språkbarrierer, tolkning av ord, tidspress, kulturell bakgrunn, erfaring og utdanning.

Kommunikasjonstype

I følge Sander (2016) er det to kommunikasjonstyper, enveis- og toveiskommunikasjon. Enveiskommunikasjon er vist i figur 5 og vil si at kommunikasjonen går én vei. Toveiskommunikasjon går begge veier, og gir sender og mottaker muligheten til å opprette dialog. Toveiskommunikasjon er illustrert i figur 6.

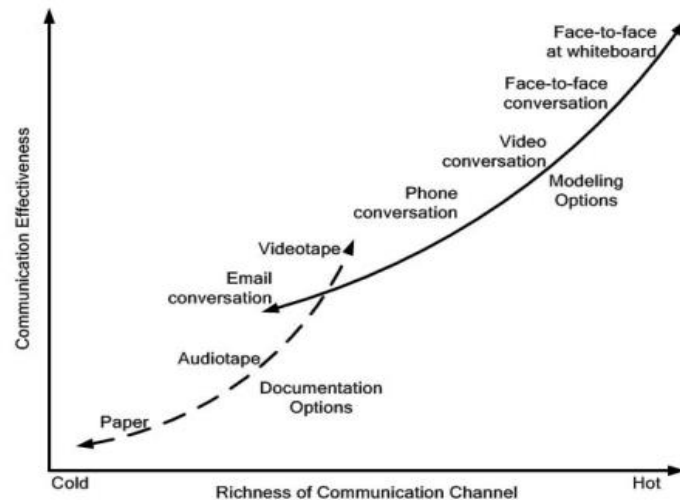


Figur 6 Toveiskommunikasjon (Sander, 2016)

Kommunikasjonskanaler

I figur 7 viser Ambler (2002) en oversikt over ulike kommunikasjonskanaler basert på effektiviteten og rikheten til kanalen. Den horisontale linjen beskriver rikheten av kommunikasjonskanalene, mens den vertikale linjen beskriver effektiviteten. Effektiv formidling av informasjon har som hensikt å redusere misforståelse av budskapet en avsender ønsker å formidle. Rikheten av informasjon betyr hvor detaljert den kommuniserte informasjonen kan være. I følge Ambler (2002) er den rikeste og mest effektive kommunikasjonskanalen ansikt til ansikt med tavle.

3 Teori



Figur 7 Effektivitet av kommunikasjonskanaler (Amber, 2002)

Kommunikasjon i et byggeprosjekt

I følge Meland (2000) kan kommunikasjon i et byggeprosjekt karakteriseres som et smøresystem. For at smøresystemet skal fungere må det være klare prinsipper, nok tid og nok ressurser tilgjengelig. For å beskrive kommunikasjon i et byggeprosjekt har (Røsdal & Ørstavik, 2011) opplistet følgende karakteristikker:

- Kommunikasjon involverer vanligvis overføring av informasjon. I et byggeprosjekt vil informasjon være komplisert og omfattende som følger av et stort antall aktører med behov for ulik informasjon til ulik tid.
- Å kommunisere vil være å utjevne avstander. I et byggeprosjekt vil kommunikasjon over lengre avstander være nødvendig i større grad enn i annen industri. Dette er på grunn av at ulike aktører er spredt rundt på byggeplassen.
- Vellykket kommunikasjon er en ferdighet som involverer effektiv samhandling mellom mennesker. Et byggeprosjekt krever mye sosial aktivitet som gjør kommunikasjon mellom mange ulike individer nødvendig.
- Kommunikasjon i byggeprosjekter skjer mellom grupper og organisasjoner i tillegg til mellom individer.
- Et byggeprosjekt kan sees på som en serie transaksjoner av informasjon mellom ulike parter. Å gjøre transaksjonene enklere er ansett som en nøkkel for å forbedre byggeprosessen i fremtiden.

Det er viktig å etablere formelle og uformelle kommunikasjonskanaler av høy kvalitet. Meland (2000) peker på viktige elementer for å effektivisere kommunikasjonen i et byggeprosjekt:

- Bruke effektiv informasjonslogistikk i søking etter, og overføring, bearbeiding, lagring og videreformidling av, informasjon.
- Jevnlig vurdering av valgt kommunikasjonskanal.
- Strebe etter å redusere støy i kommunikasjonsprosessen.
- Bruke toveiskommunikasjon.

3.3 Fremdriftsplanlegging

Hensikten med dette kapitlet er å presentere generell teori om temaet fremdriftsplanlegging. Dette legger grunnlaget for å forstå hvordan Synchro brukes som et verktøy til fremdriftsplanlegging i Vitaminveien 11.

I følge Eikeland (2009) er god planlegging helt nødvendig for å oppnå ønskede resultater i byggeprosjekter. Larsen (2014) mener at hensikten med planlegging er å samordne aktiviteter og ressurser over gitte tidsperioder. Dette skal legge til rette for at prosjektet gjennomføres på kortest mulig tid med bruk av minst mulig ressurser. Dette gir lavest mulig kostnader for prosjektet. Halleraker (2014) er enig med Eikeland (2009) og Larsen (2014), og peker videre på at god planlegging tilrettelegger for å gjennomføre vellykkede prosjekter. Planlegging skaper et handlingsberedskap som gjør det enklere å utføre aktiviteter.

Ressursplanlegging og fremdriftsplanlegging er gjensidig avhengige, og foregår mer eller mindre parallelt. Ressursplanlegging betyr å allokere mannskap, penger, utstyr, materialer og områder til aktiviteter som inngår i fremdriftsplanen. I følge Larsen (2014) er det derfor viktig å kartlegge tilgjengelig ressurser før fremdriftsplanene settes sammen. Videre beskriver Larsen (2014) tre elementære faktorer som danner grunnlaget for fremdriftsplanlegging:

- Kartlegging av arbeidsinnhold og forutsetninger for hver enkelt aktivitet
- Tilgjengelig bemanning og ressurser
- Avhengigheter mellom aktiviteter

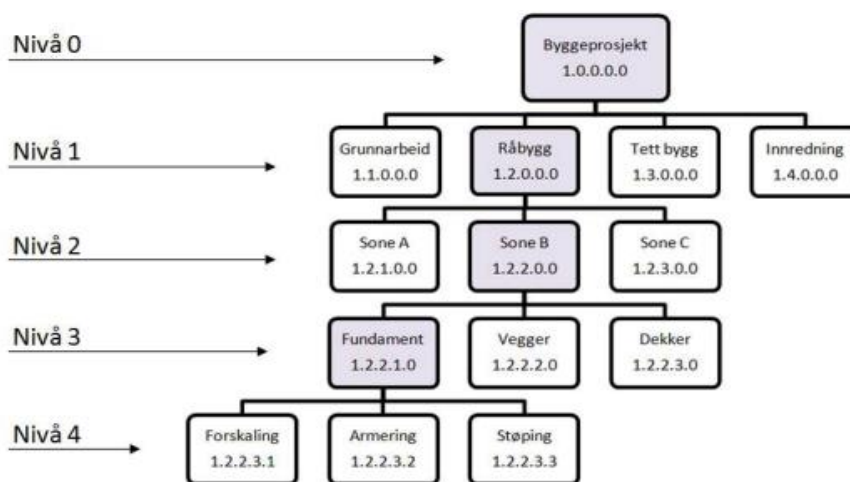
3.3.1 Prosjektnedbrytning og arbeidsomfang

Før planene etableres må arbeidsomfanget identifiseres og defineres (Jackson, 2010). Dette er nødvendig for å beskrive hva prosjektet skal inneholde. Det danner i tillegg grunnlaget for ulike planleggings- og kontrollprosesser som er viktige i byggeprosjekter (Jackson, 2010).

3 Teori

Et nyttig verktøy for dette er «Work Breakdown Structure» (WBS), kjent som *arbeidsstruktur* og *én-dimensjonal nedbrytning* (Rolstadås, 2011). Det er et hjelpemiddel for å strukturere arbeidsoppgaver og tildele ressurser.

For et byggeprosjekt er det vanlig å starte nedbrytningen med å dele prosjektet inn i faser som grunnarbeid, råbygg, tett bygg og innredning/avslutning som vist på figur 8. Det er som regel bare én fase som foregår om gangen. Deretter anbefales det å dele hver fase inn i mindre nivåer, helt ned til aktiviteter som for eksempel forskaling, armering eller støp. Aktivitetene kan tilegnes en faggruppe bestående av en eller flere mennesker (Halleraker, 2014). Størrelsen og kompleksiteten av byggeprosjektet bestemmer hvor mange nivåer nedbrytningen består av. I følge Rolstadås (2011) består de fleste byggeprosjekter av fire til seks nivåer.



Figur 8 Prosjektnedbrytning i fem nivåer (Halleraker, 2014)

Et viktig poeng som Halleraker (2014) trekker frem er å inkludere flere personer med tverrfaglig kompetanse i nedbrytningen av et byggeprosjekt. Etter at prosjektet er delt opp kan aktivitetenes arbeidsomfang estimeres.

Larsen (2014) mener det er viktig å beskrive aktiviteter med ansvarlige aktører, lokasjon, type aktivitet, rekkefølge av aktiviteter, ressurs- og tidsbruk, arbeidsmetoder og -tegninger, krav til kvalitet og bruk av standarder.

Aktivitetens arbeidsomfang – tid og ressurser

Å estimere et arbeidsomfang betyr å gjøre en vurdering av forventet tids- og ressursbruk. Larsen (2014) presenterer følgende steg for å estimere tids- og ressursbruk i byggeprosjekter.

3 Teori

1. *Enkel vurdering*: Dette vil si å estimere basert på erfaringer. Estimatenes blir ofte utført av den ansvarlige for aktiviteten.
2. *Statistisk og historisk data*: Dette vil si å estimere basert på data fra lignende byggeprosjekter. Det er viktig å kombinere dataen med egne erfaringer for å vurdere estimatene.
3. *Sammenligningsmetoden*: Dette betyr å estimere varighet av en aktivitet ved å sammenligne den med lignende aktiviteter.

Utover i planleggingsprosessen detaljeres aktivitetene. Dette gjør det mulig å gå fra steg 1 til steg 2, og til slutt til steg 3.

3.3.2 Fremstilling av fremdriftsplaner

Det finnes ulike måter å fremstille fremdriftsplaner på i byggeprosjekter. Der er viktig at deltajenivået på fremdriftsplanen er tilpasset aktørene planen formidles til (Weber, 2015). En bas trenger for eksempel en detaljert plan med kortere framtidsutsikt enn en prosjektleder som skal ha kontroll på hele prosjektet. I påfølgende avsnitt gjøres det rede for noen ulike fremstillinger av fremdriftsplaner. I dag formidles fremdriftsplaner vanligvis ved hjelp av digitale verktøy. Eksempler på digitale verktøy adresseres i neste kapittel.

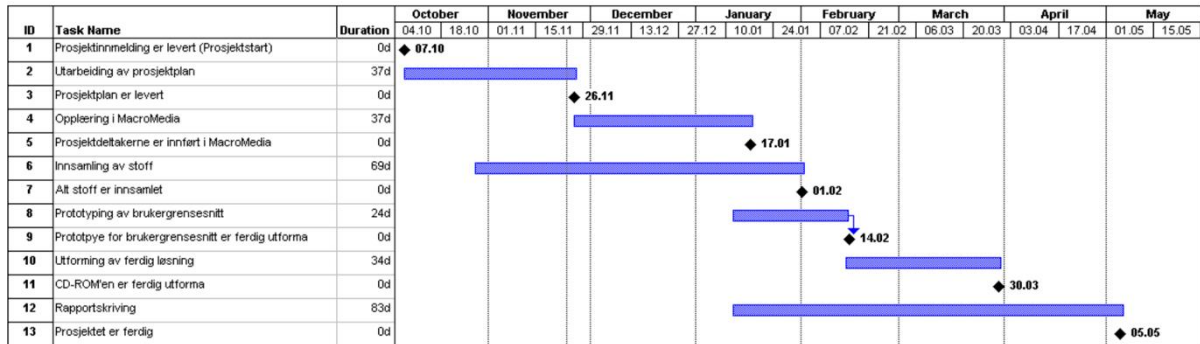
Milepælsplan

I starten av byggeprosjekter defineres ofte milepæler. En milepæl kan beskrives som et kontrollpunkt eller delmål i prosjektet (Rolstadås, 2011). En milepæl kan for eksempel være «Grunnmur ferdigstilt», «Råbygg ferdigstilt» eller «alle bad i 7.etasje ferdigstilt».

Gantt - diagram

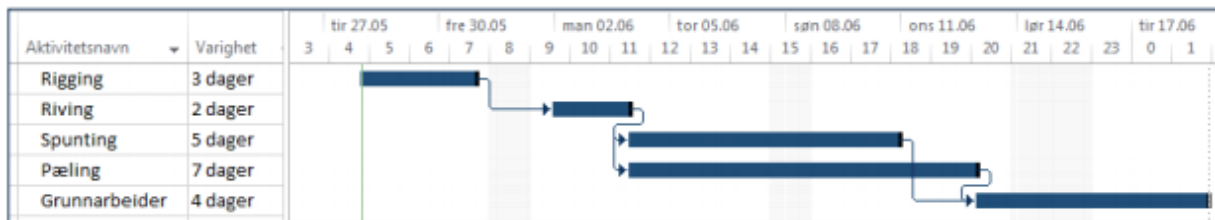
Det er vanlig å kombinere milepæler med Gantt-diagram (Halleraker, 2014). Milepæler blir vanligvis fremstilt som firkanter i Gantt-diagrammer. Se figur 9. Den amerikanske ingeniøren Henry L. Gantt introduserte Gantt-diagrammet i 1917. Verktøyet ble raskt populært i byggebransjen (Mubarak, 2010). Diagrammet viser en skriftlig fremstilling av aktiviteter nedover akse til venstre, og horisontal stolper som viser varigheter og milepæler bortover høyre akse. Start- og sluttdatoer for hver aktivitet vises øverst i diagrammet.

3 Teori



Figur 9 Eksempel på Gantt-diagram og milepæler i Excel (Larsen, 2014)

For å utarbeide et Gantt-diagram i et prosjekt må det først gjennomføres en prosjektnedbrytning. Den største ulempen med tradisjonelle Gantt-diagram er at avhengigheter mellom aktiviteter ikke vises. Som vist i figur 10 løser et *lenkede Gantt-diagrammer* dette problemet.



Figur 10 Eksempel på et lenket Gantt-diagram (Halleraker, 2014)

Avhengigheter mellom aktiviteter

I følge Gardiner (2005) er det fire grunnleggende relasjoner mellom to aktiviteter. Relasjonene er beskrevet og illustrert i tabell 7 (neste side).

3 Teori

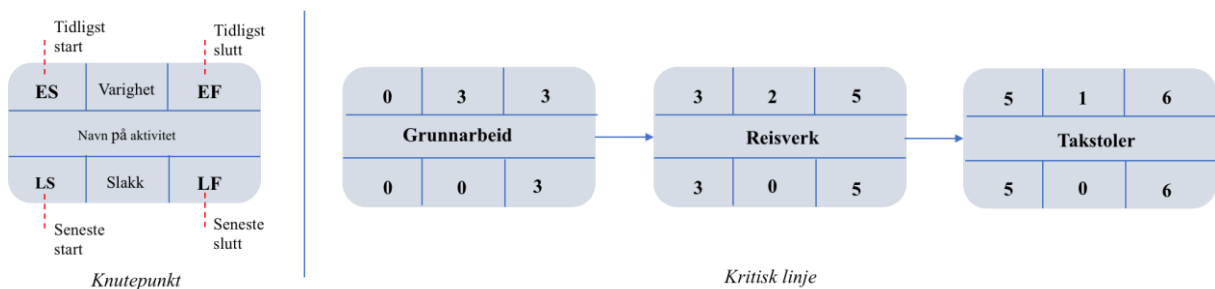
Tabell 7 Avhengighet mellom aktiviteter (Gardiner, 2005)

<i>Slutt-til-start</i>	Betyr at aktivitet A må avsluttes før aktivitet B begynner	
<i>Start-til-slutt</i>	Betyr at aktivitet A må begynne før aktivitet B avsluttes	
<i>Slutt-til-slutt</i>	Betyr at aktivitet A må avsluttes før aktivitet B avsluttes	
<i>Start-til-start</i>	Betyr at aktivitet A må begynne før aktivitet B begynner	

I følge Gardiner (2005) er *slutt-til-start* den vanligste relasjonen. Det kan legges inn oppholdsrom mellom aktivitetene. Et oppholdsrom er en «venteperiode» mellom to aktiviteter (Halleraker, 2014). «Venteperioden» regnes ikke som en aktivitet fordi den ikke krever ressurser (Rolstadås, 2011).

Kritisk Linje Metode (KLM)

KLM tar utgangspunkt i nettverksdiagrammer. Et nettverksdiagram er en logisk, kronologisk og grafisk presentasjon av prosjektet, med aktiviteter som knutepunkter, som vist til høyre på figur 11 (Mubarak, 2010). Vestre del av figur 11 beskriver hvert element i knutepunktet.



Figur 11 Aktivitet som knutepunkt (venstre) og kritisk linje (høyre)

«Slakk» beskriver hvor lenge aktiviteter kan utsettes før de påvirker sluttdatoen på prosjektet. En aktivitet uten slakk regnes som en kritisk aktivitet (Rolstadås, 2011). En linje med kritiske aktiviteter, som strekker seg fra start- til sluttdatoen i prosjektet, kalles *kritisk linje*. Dersom en aktivitet på kritisk linje forsinkes blir hele prosjektet forsinket. KLM er metoden som benyttes for å beregne kritisk linje.

Ved fremdriftsplanlegging i byggebransjen er det vanlig å kombinere Gantt-diagram med kritisk linje metode (Rolstadås, 2011).

3.3.3 Digitale planleggingsverktøy

Microsoft (MS) Project

MS Project er programmet som benyttes mest i byggebransjen i dag (Halleraker, 2014). MS Project ble utviklet av Microsoft og har et anerkjent brukergrensesnitt. MS Project fremstiller fremdriften ved hjelp av blant annet Gantt-diagrammer og nettverksdiagrammer, og har funksjoner for å legge inn ressurser, knytte relasjoner og kalkulere fremdrift, forsinkelser, start, slutt og kritisk linje. Programmet kan i tillegg markere spesielt viktige aktiviteter og milepæler (Halleraker, 2014).

Excel

Excel tilbyr de samme funksjonene som MS Project. Flere entreprenører benytter Excel ved utarbeidelse av veldig detaljerte planer (Halleraker, 2014). I disse prosessene er det ofte fagarbeidere og baser som planlegger kommende ukeplaner. Kartlegging av bemanning, nødvendig utstyr og materiale er funksjoner som benyttes i dette programmet.



Figur 12 Logo MS Project (venstre) og Excel (høyre)

3.3.4 Prosjektoppfølgning

I følge Rolstadås (2011) legger planlegging grunnlaget for oppfølging av prosjekter. Som beskrevet tidligere kan uforutsette hendelser inntreffe i løpet av produksjonsprosessen. Det er derfor nødvendig for prosjektdeltakere å ha god kontroll på fremdriften i prosjektet. Larsen (2014) skiller mellom to former for oppfølging; formell og uformell.

Formell oppfølging

Formell oppfølging gjennomføres ved å etablere faste rutiner for rapportering av prosjektprosessen. Vanlige rutiner for rapportering er ukes- og månedlige rapporter, timelister og økonomirapporter. For å beskrive fremdriften er det nødvendig å inneha kvantitative data. Larsen (2014) mener at de innhentede dataene må oppfylle visse krav for at prosjektoppfølgningen skal bli vellykket. Dataene må kunne samles inn og presenteres rask, samtidig som de må være relevante og pålitelige.

Uformell oppfølging

Uformell oppfølging følger ikke faste rutiner og har dermed ikke like «streng» regler for rapportering som formell oppfølging. På en byggeplass foregår det som regel en kombinasjon av formell og uformell oppfølging.

3.4 Lean

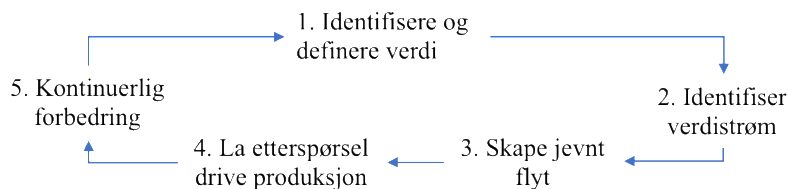
I dette kapittelet redegjøres det for Lean-filosofien. Det presenteres teori som er relevant for produksjonsprosessen i byggeprosjektet. Formålet med kapittelet er å gi leseren grunnlaget for å forstå Veidekkes versjon av Lean Construction - Involverende Planlegging.

Det finnes ikke én omforent definisjon av begrepet Lean (Rolfesen, 2014). Dette på tross av at det er produsert utallige mengder litteratur om temaet. Filosofien har som formål å forbedre produksjonsprosessen ved å redusere unødvendig ressursbruk og sløsing, dette kalles Lean Production (LP) (Ingvaldsen et al., 2012). Sløsing er at aktiviteter bruker tid, ressurser eller plass uten å skape verdi.

3.4.1 Bakgrunn

Etter andre verdenskrig utviklet Toyota en produksjonsfilosofi som senere ble kjent som Toyota Production System (TPS). Lean har sin opprinnelse fra TPS, og ble introdusert for den vestlige

verden i 1991. Dette gjennom boken «Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation» av James P. Womack og Daniel T. Jones (Liker, 2009). Womack et al. (1996) oppsummerer de grunnleggende elementene fra Lean-filosofien med fem steg som vist i figur 13. Stegene er deretter gjort rede for.



Figur 13 Lean-filosofien i fem steg (Womack & Jones, 1996)

1. Å identifisere og definere hva som for kunden er verdi. Informasjon om hva kunden søker og ønsker fra produkter og tjenester er kritisk for å definere verdi.
2. Å identifisere verdistrømmen. Når målet har blitt definert er neste steg å skille mellom verdiskapende og ikke-verdiskapende aktiviteter. Verdiskapende aktiviteter transformerer materialer, eller informasjon, mot hva kunden ønsker. I dette steget er det viktig å synliggjøre informasjonsflyt, materialer og ressurser i produksjonssystemet. Dette for å eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter.
3. Å skape jevn flyt. Når kundens behov er definert, og verdiskapende aktiviteter er identifiserte, kan hvert steg i prosessen analyseres for å skape optimal flyt.
4. Å skape et trekk-system. Kundens etterspørsel skal driver produksjonen. Det betyr at produksjonen ikke settes i gang før det er etterspørsel fra kunden.
5. Å kontinuerlig forbedre prosessene gjennom konstant tilpasning og justering. Dersom de fire første punktene gjennomføres elimineres sløsing, og prosessene forbedres.

3.4.2 Lean Construction

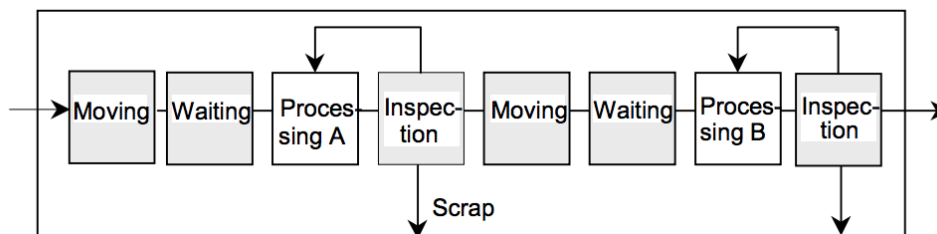
Lean Construction (LC) er en tilnærming til, og utvidelse av, Lean Production (LP). Hensiktene med LC er de samme som med LP og TPS; nemlig å eliminere sløsing, øke verdi for kunden og kontinuerlig forbedre (Liker, 2009).

Lauri Koskela sammenlignet fabrikkindustrien med bygg- og anleggsindustrien i 1992. Sammenligningen resulterte i rapporten «*Application of the new production philosophy to Construction*», som omhandler hvordan byggebransjen kan adoptere prinsippene fra LP (Koskela, 2000). De foreslåtte metodene fra forskningen til Koskela (2000) fokuserer i hovedsakelig på hvordan prinsippene fra Lean Production kan forbedre produksjonsfasen i byggeprosjekter. Dette gjøres rede for i neste kapittel.

3.4.3 Metoder for Lean på byggeplass

Bedre flyt

Flyt i produksjon betyr hvordan råmateriale beveger seg gjennom produksjonsprosessen (Rolfesen, 2014). Figur 14 viser flyten av materialer i et typisk byggeprosjekt.



Figur 14 Flyt av materiale på byggeplassen. Verdiskapende aktiviteter i hvitt og ikke-verdiskapende aktiviteter i grått (Koskela, 2000)

For å forbedre flyten i produksjon mener Koskela (2000) at det er viktig å eliminere unødvendige ledd som å flytte og vente på materialer, verktøy og mannskap. Ohno (1988) har i sin teori beskrevet syv kilder til sløsing i produksjon. Tabell 8 beskriver kildene gjengitt av Koskela (2000).

Tabell 8 Kilder til sløsing i produksjon

Kilde	Beskrivelse
Overproduksjon	Dette vil si å produsere mer enn nødvendig. Overproduksjon hindrer jevnt flyt av materialer, og resulterer i redusert kvalitet og produktivitet. Det er i tillegg kostbart og en driver til andre kilder for sløsing
Overbehandling	Dette vil si å tilføre mer kvalitet til et produkt enn nødvendig
Transport	Unødvendig transport av personell, materiell eller informasjon fører til sløsing. Dårlig logistikk kan resultere i unødvendig transport av materiale eller utstyr.
Lagerbeholdning	Oppbevaring av deler, materialer og utstyr før det blir tatt i bruk. Overflødige materialer tar plass og øker behovet for lagringsplass. Det kan også medføre dårligere drift- og produksjonsytelse gjennom å skape rot i området hvor produksjonen foregår.
Defekter	Dette betyr at bygget ikke oppfyller kvalitetskravene. Dette medfører sløsing av tid fordi bygget må repareres eller utføres på nytt. Dette er en kritisk kostnadsdriver og kan utgjør en betydelig del av produksjonskostnadene.
Venting	Perioder der prosjektdeltakere må vente med å utføre aktiviteter fordi forutgående aktiviteter ikke er ferdigstilte. Det kan i tillegg være mangel på informasjon, verktøy og materialer for å utføre jobben.
Bevegelse	Unødvendig bevegelse som følge av for eksempel leting etter verktøy eller informasjon.

Visualisering

Visualisering er en metode for å forstå og tolke oppgaver på en bedre måte. Rolfsen (2014) mener at bruk av visualisering har økt i takt med den digitale utviklingen i byggebransjen. Et velkjent verktøy for å visualisere er bruk av tavle. Ei tavle kan gi informasjon om aktiviteter og personell og er et nyttig verktøy i møter. Det er viktig å tilrettelegge møterommet for at tavlen skal bli en sentral del av møtet. I tillegg anbefaler Rolfsen (2014) å bruke veggene i rommet som arbeidsflater. Arbeidsflatene kan for eksempel inneholde lapper med kortfattede og visuelle beskrivelser av arbeidsoppgaver. Rolfsen (2014) sier i tillegg at bruk av tavle vil gjøre kommunikasjonen tydeligere.

3.4.4 Lean-prinsipper

Dette kapittelet gir en innføring i Lean-prinsippene som benyttes til å analysere og diskutere filosofiens interaksjoner med Synchrono.

De utvalgte Lean-prinsippene stammer fra LP og LC og er beskrevet i tabell 9.

Tabell 9 Lean-prinsipper (Liker, 2009) og (Koskela, 1992)

Lean-prinsipper med beskrivelse (fritt oversatt)	Kilde
<p><i>Redusere variabilitet</i> Å redusere variabilitet vil si å redusere antall unødvendige ledd i produksjonsprosessen. Å redusere ikke-verdiskapende aktiviteter vil redusere variabilitet.</p>	<p><i>Reduce variability, prinsipp 3</i> (Koskela, 1992)</p>
<p><i>Redusere syklustid</i> Syklustid er den totale tiden det tar å utføre aktiviteten. Syklustid = prosessering + inspeksjon + ventetid + flyttetid Å redusere syklustid vil i tillegg redusere variabilitet</p>	<p><i>Reduce the cycle time, prinsipp 4</i> (Koskela, 1992)</p>
<p><i>Øke fleksibilitet</i> Fleksibilitet vil si evnen til å møte endringer. Å øke fleksibilitet vil øke muligheten til å tilpasse aktiviteter så nært utførelse som mulig. Økt fleksibilitet vil også redusere syklustid.</p>	<p><i>Increase output flexibility, prinsipp 6</i> (Koskela, 1992)</p>
<p><i>Standardisering</i> Standardisering betyr å utvikle stabile prosesser som tilrettelegger for en forutsigbar og forbedre produksjonsprosess.</p>	<p><i>Standardize, prinsipp 6</i> (Liker, 2009)</p>

3 Teori

<i>Visuell styring</i> Visuell styring vil si å ha visuell kontroll på produksjonen, kvaliteten og organiseringen av arbeidsplassen (Koskela, 1992). Målet er å utforme enkle visuelle systemer hvor alle involverte parter kan forstå og ta del i styringen.	<i>Visual management, prinsipp 7</i> (Liker, 2009)
<i>Gå å se selv</i> Betyr «Å gå til Gemba». «Gemba» er beskrevet som «gulvet». Med dette prinsippet menes det at man må gå til den virkelige plassen for å forstå situasjonen skikkelig.	<i>Go and see for yourself, prinsipp 12</i> (Liker, 2009)
<i>Benchmarking</i> Benchmarking vil si å sammenligne prestasjonene i et prosjekt mot andre lignende prosjekter der prestasjonene er validerte.	<i>Benchmarking, prinsipp 11</i> (Koskela, 1992)
<i>Å involvere flere deltakere</i> Dette prinsippet går ut på å diskutere problemer og potensielle løsninger med involverte deltakerne i prosjektet. Ved å involvere flere deltakere vil beslutninger bli tatt på et bedre kunnskapsgrunnlag.	<i>Decide by consensus and consider all options, prinsipp 13</i> (Koskela, 1992)
<i>Lærende organisasjon</i> Dette prinsippet er beskrevet tidligere i oppgaven og har som hensikt å kontinuerlig forbedre allerede etablerte metoder i organisasjonen gjennom refleksjon og erfaringsoverføring.	<i>Learning organization, prinsipp 14</i> (Liker, 2009)

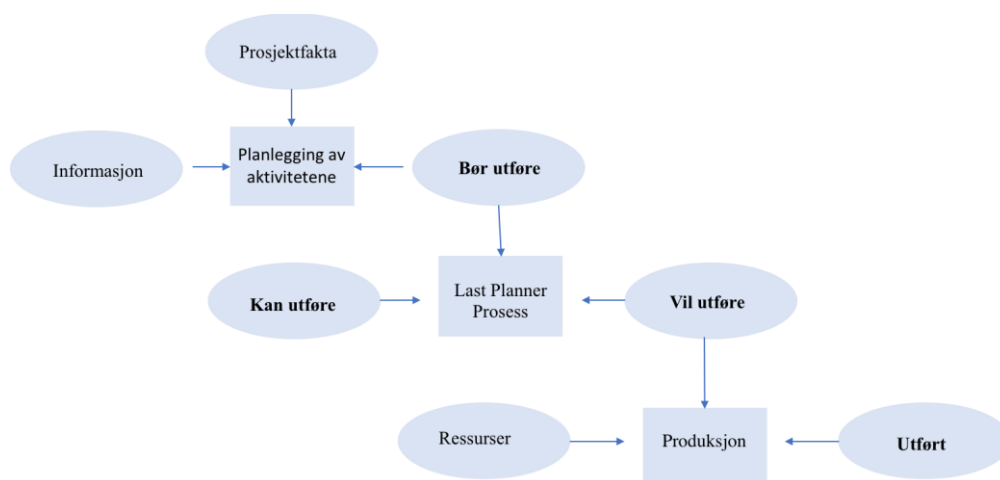
3.4.5 Last Planner System

Veidekkes planleggingsmetodikk, Involverende Planlegging, bygger på Last Planner System (LPS) (Forksningsrådet, 2016). Dette kapitlet er ment for å gi leseren en grunnleggende forståelse for LPS. Filosofien kan best beskrives som en mekanisme for å transformere arbeid på byggeplassen.

Koskela (1992) beskriver produksjonsprosessen som kompleks med mange varierende faktorer. For å planlegge etter forholdene på byggeplassen, og for å adoptere lean-prinsipper, mener Baldwin & Bordoli (2014) at Last Planner System (LPS) utviklet av Glenn Ballard er et egnet planleggingsverktøy. Ballard (2000) skiller mellom strategiske- og operative plannivåer:

Strategisk plannivå

Det strategiske plannivået beskriver hva som bør utføres, og kan adresseres i hoved- og faseplaner. «Last planner prosess» bygger på dette og beskrives av Ballard (2000) som en utviklingsprosess. Utkvikksprosessen, «Last Planner Prosess» i figur 15, er en mekanisme som transformerer arbeid som bør utføres, til arbeid som kan utføres, og senere til arbeid som vil bli utført. Det vil skape et trekk i systemflyten, som er et av hovedelementene i Lean-filosofien. For at en aktivitet skal kunne transformeres fra «kan utføres» til «vil bli utført» må den være sunn. Sunne aktiviteter er aktiviteter som i følge Koskela (2000) oppfyller syv forutsetninger. Disse forutsetningene gjøres rede for i Kapittel 4.2.2.



Figur 15 Last Planner system (Ballard, 2000)

Operativt plannivå

De strategiske planene danner grunnlaget for de operative planene, som løpende oppdateres gjennom produksjonsprosessen, parallelt med endringer som oppstår (Ballard, 2000). Detaljgraden av de strategiske- og operative plannivåene presenteres videre i Kapittel 4.2.4. I denne oppgaven fokuseres det på det operative plannivået.

Ballard (2000) mener at det er viktig å ha kontroll på om planene stemmer med virkeligheten. For å gjøre dette anbefaler han bruk av Prosent Planlagt Utført (PPU).

PPU kalkuleres på følgende måte:

$$PPU = \frac{\text{Antall planlagt utførte aktiviteter}}{\text{Totalt antall planlagte aktiviteter}} * 100$$

Høye prosenttall viser at planene stemmer godt med virkeligheten. Lave prosenttall viser motsatt (Ballard, 2000).

3.5 BIM

BIM har lenge vært en viktig del av prosjekteringsfasen. Nå er BIM i ferd med å innta produksjonsfasen, og Synchro er et eksempel på dette. Formålet med dette kapittelet er å gi leseren en forståelse av BIM og hvordan det kan bli brukt i produksjonsfasen.

3.5.1 Hva er BIM?

I følge Autodesk betyr BIM bygningsinformasjonsmodell eller bygningsinformasjonsmodellering, og er et bredt begrep som omfavner både modelleringsprosessen og selve modellen (Autodesk, 2018). Modelleringsprosessen består av å utarbeide selve bygningsinformasjonsmodellen. Prosessen innebærer å skape og bruke informasjon i form av digitale modeller av bygninger og andre konstruksjoner. Modellen er designet for å være kjernen i samarbeidet mellom alle involverte aktører fra ulike fagretninger. Fagretninger som konstruksjon, elektro, VVS og maskin har sine respektive BIM-modeller som kan kombineres til en felles tverrfaglig modell. Dette legger til rette for mer effektiv planlegging, prosjektering og produksjon av konstruksjoner, med tydeligere kommunikasjon gjennom hele prosjektets livssyklus. BIM-modellene kan også brukes etter at produksjonsfasen er avsluttet - både i driftsfasen, og ved eventuell rivning og gjenvinning (Eastman et al., 2011). I den bransjeanerkjente boken «BIM Handbook» har Eastman (2011) definert BIM som (oversatt):

«En modelleringsteknologi og et sett med assosierte prosesser for å produsere, kommunisere og analysere bygningsmodeller»

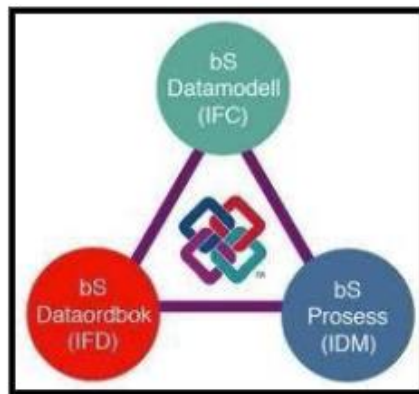
3.5.2 ÅpenBIM

For at det skal være mulig å samkjøre flere modeller til en modell, som flere aktører jobber i samtidig, er ÅpenBIM en forutsetning. Dette kapittelet er ment for å gi leseren forståelse av hvilke forutsetninger som må ligge til grunne for at programmer som Synchro skal fungere.

Med åpenBIM menes å modellere i henhold til felles åpne standarder (buildingSMART, 2017a). Dette er blant annet retningslinjer på hvilke filformater, innstillinger og navnsettinger av objekter som benyttes. BuildingSMART er en internasjonal organisasjon som jobber for å utvikle IKT-løsninger i byggebransjen. ÅpenBIM er ifølge buildingSMART (2017a) primært for å sikre en god informasjonsflyt og et godt samarbeid mellom aktører. Ved samling og utveksling av all informasjon på et åpent format kan alle aktører jobbe effektivt sammen i

3 Teori

prosjektet. Eksempler på dette er modellering i henhold til buildingSMART-standardene IFC, IFD, IDM. Se figur 16. For å oppnå dette er tre faktorer essensielle (buildingSMART, 2017a).



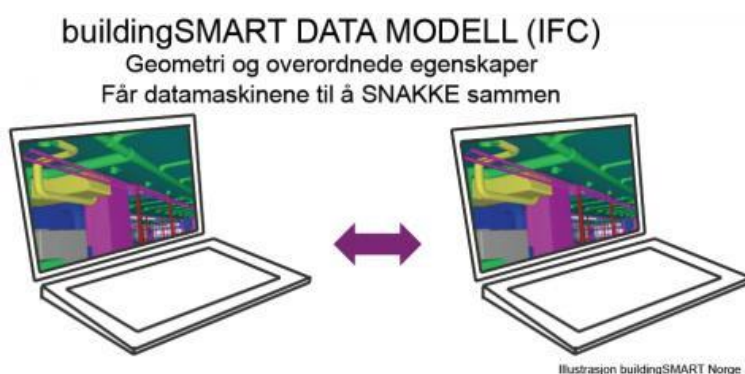
Figur 16 BIM-trekanten (buildingSMART, 2014a)

1. Modellen utveksles mellom prosjektets aktører på det åpne filformatet IFC.
2. All informasjon om de digitale objekter er standardisert med buildingSMART dataorbok (IFD).
3. Alle prosjektets aktører har tilgang til nødvendig informasjon når de trenger den (IDM).

Standard Norge, buildingSMART Norge og norsk byggenæring har lenge samarbeidet om å utvikle felles europeiske standarder for åpenBIM (buildingSMART, 2017b). Dette er essensielt for å unngå utarbeidelse av ukoordinerte standarder i Europas nasjoner. I oktober 2015 opprettet CEN (den europeiske standardiseringskomité) en ny komité med ansvar for utvikling og implementering av åpenBIM (coBuilder, 2016). I 2017 vedtok CEN at tre standarder for åpenBIM innføres i europa. Som medlem i CEN får standardene automatisk status som «Norsk Standard i Norge. De tre standardene beskrevet på neste side er bygd på buildingSMART-trekanten.

1. «NS-EN ISO 16739»

Dette er standarden som definerer åpenBIM og gir retningslinjer for hvordan datautveksling mellom aktører i byggebransjen skal foregå (buildingSMART, 2014b). Se figur 17. Utveksling av BIM-modeller kan ikke foregå på andre filformater enn det som er definert i denne standarden, nemlig IFC. Dette gjør at komplekse modeller utveksles uten tap av informasjon, uavhengig av hvilke programvarer som er brukt. De respektive IFC-filene i et prosjekt samles på én felles plattform som samkjører de og skaper en komplett modell (Iversen, 2013).



Figur 17 buildingSMART Datamodel (buildingSMART, 2014b)

2. «NS-EN ISO 12006»

Denne standarden sikrer at referansebibliotekene i hele Europa er bygd opp på samme måte. Se figur 18. Referansebiblioteket brukes for å beskrive alle typer komponenter i modellen med tilhørende spesifikasjoner (buildingSMART, 2017c). Eksempler på spesifikasjoner kan være dimensjoner, materialtyper og bestandigheter. Ved å bruke samme språk kan informasjon utvekslet sømløst mellom alle aktører. Biblioteket er oversatt til alle medlemsland i CEN som bruker standardene og sørger for tydelig kommunikasjon mellom forskjellige land.



Figur 18 buildingSMART Dataordbok (buildingSMART, 2017c)

3. «NS-EN ISO 29481»

Denne standarden stiller krav til prosessene for informasjonsutveksling mellom aktører i byggebransjen (buildingSMART, 2016), og skal føre til at metodene kan gjenskapes, er transparente og etterprøvbare. Se figur 19.



Figur 19 buildingSMART Prosess (buildingSMART, 2016)

3.5.3 Dimensjoner av BIM

Typen informasjonen som hentes ut fra BIM-modellen kan deles inn i ulike kategorier. Dette kapitlet definerer de ulike kategoriene, kalt dimensjoner, og legger grunnlaget for å forstå hvilke dimensjoner Synchro tilbyr.

De ulike kategoriene er av Kensek (2014) definert som dimensjoner av BIM. Potensialet utover de tre geometriske dimensjonene i 3D-BIM er store. Dimensjonene er vist i tabell 10 og deretter gjort rede for. Betydningen av dimensjonene utover BIM-5D kan variere.

Tabell 10 Dimensjoner av BIM

Dimensjon	Beskrivelse
2D	CAD i to dimensjoner
3D	Geometrisk modell med materialinformasjon
4D	3D + tid
5D	4D + kostnad
6D	5D + Bærekraft og energi
7D	6D + forvaltning, drift og vedlikehold (FDV)

BIM-2D

Her utarbeides tegninger i to dimensjoner. Eksempler på dette er plan-, fasade og snittegninger. Enkelte objekter gir lite nyttig informasjon og behøves ikke i 3D. Objekter som tar lang tid å modellere, og som bærer lite informasjon, utelates ofte fra 3D-modellen. Enkelte tegninger er lettere å forstå i 2D enn 3D for de som skal utføre (Kensek, 2014).

BIM-3D

Dette er dimensjonen flest kjenner til, nemlig en geometrisk fremstilling av konstruksjonen i tre dimensjoner med innebygd informasjon i objektene i modellen (Consigli, 2012a). Se figur 20. Dette gjør visualisering av konstruksjonen mulig og legger til rette for tverrfaglig samarbeid. Ulike modeller blir utarbeidet gjennom prosjekteringsfasen med ulik kompleksitet og detaljering. Modellene er viktige redskaper for å redusere feil i prosjekteringen og effektivisere produksjonsfasen.



Figur 20 3D-modell av en bygning (Byggenæring, 2015)

Kollisjonskontroll er kanskje den mest nyttige analysen BIM-3D tilbyr, og gir et godt grunnlag for å produsere koordinerte arbeidstegninger og for å kvalitetssikre (Consigli, 2012b). Entreprenører som bygger etter kollisjonstestede modeller og tegninger kan bygge med vesentlig færre feil funnet på byggeplass. Ved å kombinere modellene fra alle fagretninger til en felles tverrfaglig modell kan man se om kollisjoner inntreffer, og rette på dette før prosjektet når byggeplass.

BIM-4D

Den neste dimensjonen som kan legges inn i modellen er tid. Det kan i tillegg legges inn ressurser som mannskap, materialer og plass. Dette muliggjør styring av blant annet ressurser og fremdrift i modellen. Det gjør det enklere å koordinere hoved- og underentrepriser, samt byggherre og leverandører (Consigli, 2012d). Byggeprosjekter kan være komplekse med mange aktører. Hver aktør og fagretning har som regel sin egen fremdriftsplan. Fremdriftsplanene er ofte utarbeidet på forskjellige plattformer og kan være ukoordinerte. Et hyppig brukt verktøy er MS-Project der fremdriftsplanene utarbeides separat fra 3D-modellen i Gantt-skjemaer. Dette kan skape usikkerhet og kommunikasjonsvansker som kan føre til forsinkelser i prosjektet. Aktivitetene visualiseres ikke i tilstrekkelig grad og kan gjøre det vanskelig for ulike aktører i byggeprosessen å forstå og jobbe etter fremdriftsplanen (Eastman et al., 2011). Denne dimensjonen er utdypet nærmere i Kapittel 3.5.5.

BIM-5D

Den femte dimensjonen av BIM er kostnad. Informasjon som ligger programmert i BIM kan brukes som informasjonsgrunnlag for å kalkulere og kostnadsstyre i produksjonsprosessen (Consigli, 2012c). Ved å linke hvert objekt i modellen til erfaringskostnader, priser fra leverandører eller databaser kan det gjøres et overslag på total materialkostnad i prosjektet. BIM tar hensyn til volum, mengde og overflate av samtlige materialer og kalkulerer priser. Dette kan gjøres kontinuerlig gjennom prosjektering og produksjon, og gjør det mulig å sammenligne prisen på ulike design og materialer. Man kan også se hvilke innvirkninger endringer et sted i modellen har på kostnadene et annet sted.

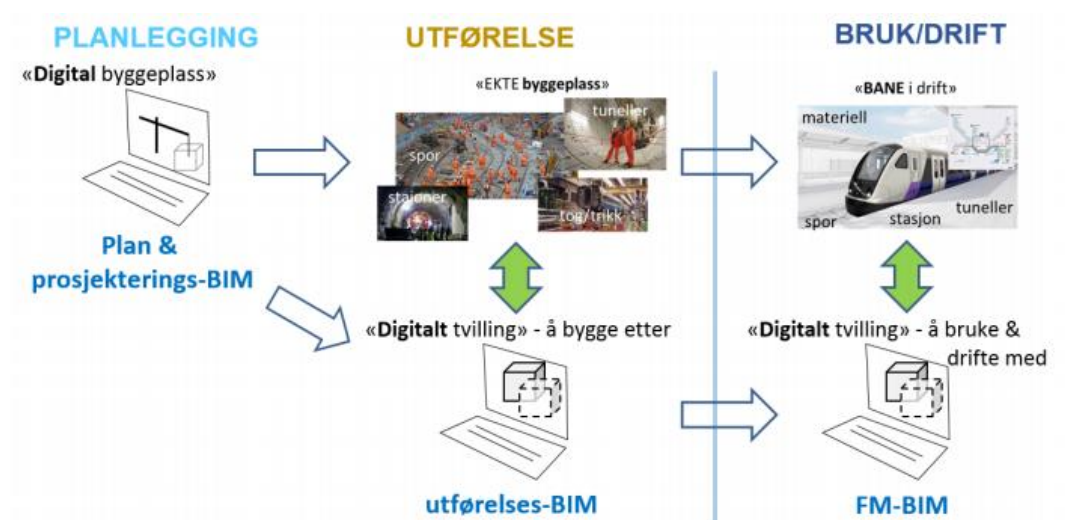
BIM-6D og -7D

Byggenæringen har tradisjonelt sett fokusert på kostnader og energibruk knyttet til prosjektering og produksjon av konstruksjoner. Ved å utvide fokuset til å inkludere hele konstruksjonens livsløp oppnår man 6D og 7D (NBS, 2017), der informasjon om henholdsvis energibruk/bærekraft og forvaltning/drift/vedlikehold modelleres inn i BIM (Sandvik, 2018).

I 6D er hensikten å modellere inn miljøpåvirkning og energibruk under produksjon og drift av konstruksjonen. Mange av dagens byggeselskaper er opptatte av bærekraftig utvikling og dette er et verktøy for å få bedre kontroll på dette området.

3 Teori

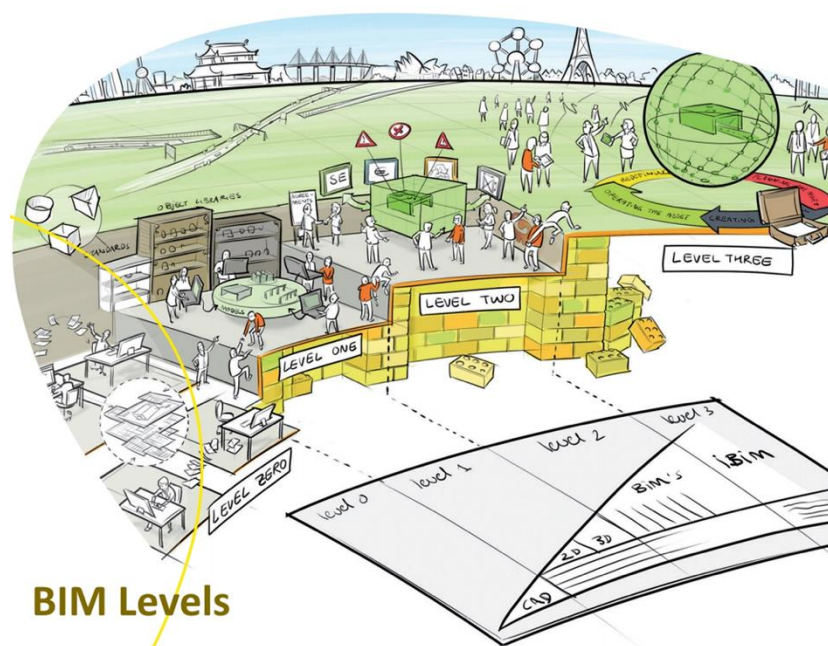
Formålet med 7D er å ta bedre avgjørelser i prosjektering og produksjon basert på livssyklus kostnader som forvaltning, drift og vedlikehold (FDV). Dataen som modelleres inn kan være informasjon om produksjonen av komponenter, installasjonsdato, nødvendig vedlikehold og detaljer om hvordan komponentene skal konfigureres og driftes for optimal ytelse og energibruk sammen med livssyklus-, demonterings og resirkuleringsdata. Den ferdige BIM-modellen leveres til sluttbruker ved overtagelse og er i prinsippet en digital tvilling av konstruksjonen. Figur 21 illustrerer prosessen.



Figur 21 Digital byggeplass og digital tvilling (BNL, 2017)

3.5.4 Modenhet av BIM

Konseptet om BIM-nivåer er godt forankret i det europeiske BIM-miljøet og er en definisjon på hvilke kriterier som skal til for å være ansett som BIM-kompatibel (NBS, 2018). England er i førersetet på BIM og har definert nivåene (Bygg.no, 2015b). Det er fire nivåer som gjenspeiler hvor langt man har kommet i implementeringsfasen av BIM, og hvor moden teknologien er. Figur 22 illustrerer nivåene (neste side).



Figur 22 Modenhet av BIM (ACES, 2014)

Level 0 BIM

Dette er den enkleste formen for BIM og betyr at fagretningene ikke samarbeider. Det benyttes kun 2D CAD-tegninger, og de brukes primært som produksjonsinformasjon. Arbeidstegninger distribueres gjennom papirutskrifter. Størsteparten av bygg- og anleggsbransjen er godt forbi dette stadiet per dags dato.

Level 1 BIM

På dette stadiet er det organisert bruk av 3D-CAD for konseptutvikling og 2D-tegninger for produksjon. Elektronisk deling av filer på prosjekthotell gir en delt digital arbeidsomgivelse («common data environment»). Et prosjekthotell er en digital plattform der alle prosjektets filer er samlet. På dette nivået benyttes det standarder med spesifikasjoner for formatering og datastrukturering. Modellene er ikke programmert for å gjøre kalkulasjoner.

Level 2 BIM

Aktører og fagretninger samarbeider, men jobber i hver sin 3D-CAD modell. Samarbeidet kommer i form av hvordan informasjonen deles mellom partene. Ved å lagre modeller i felles filformater, IFC, kan de respektive fagretningene kombinere andre modeller med sin egen og utføre kritiske analyser som kollisjonstester. Dette forutsetter at alle aktører benytter CAD-programvare som er i stand til å eksportere filer i det aktuelle formatet. Aktører må også modellere etter buildingSMARTs åpne formater og metodikker, og etter felles europeiske

standarder som beskrevet tidligere (buildingSMART, 2017b). Målsetningene ved å gjøre dette er å oppnå reduserte kostnader, kortere byggetid, bedre kvalitet og færre hendelser knyttet til HMS-risiko (Bygg.no, 2017a). Åpen BIM sikrer kvalitetssikret nedstrøms informasjon for dimensjoner utover 3D. Prosjektforløpet kan simuleres ved at fremdriftsplan kobles opp mot modellen (4D-BIM). Kalkulasjonssystemer programmert mot modelldata gir rom for kostnadsstyrt prosjektering og produksjon (5D-BIM).

Level 3 BIM

Dette nivået ses på som «den hellige gral» innenfor BIM, og representerer fullkomment samarbeid mellom alle aktører i én felles sentralisert prosjektmodell. Alle fagretninger har tilgang til samme modell og kan gjøre endringer. Modifiseringene oppdateres umiddelbart og risikoen for avvikende informasjon er dermed eliminert. Dimensjonene knyttet til prosjektets livssyklus, 6D og 7D, kommer også inn under dette nivået. Mange mener at få eller ingen BIM-prosjekter i Norge er på dette nivået enda.

3.5.5 4D-planlegging i produksjon

Dette kapittelet gir leseren en grunnleggende innføring i 4D-planlegging knyttet mot produksjonsprosessen av byggeprosjekter. Dette legger grunnlaget for å forstå hvilke bruksområder Synchro tilbyr.

Planlegging i 4D er i ferd med å innta produksjonsprosessen av byggeprosjekter (Eastman et al., 2011). Metodene ble opprinnelig utviklet for å minke kostnader gjennom å redusere antall feil i planleggingen. 4D-modellene var tidligere et resultat av manuell utvikling, der bilder fra hver fase dannet grunnlaget for modellene. Parallelt med utviklingen av BIM generelt, har 4D-modellering utviklet seg til å bli en enklere prosess med flere funksjoner og muligheter.

Oppbygging av BIM-4D

4D oppnås ved å koble 3D-modellen av bygget med fremdriftsplanen til prosjektet (Eastman et al., 2011). Nærmere forklart går det ut på å koble aktiviteter i planen med objekter i 3D-modellen. Eastman mener at det er tre forskjellige fremgangsmåter for å gjøre dette (Eastman, 2011):

1. Manuell metode:

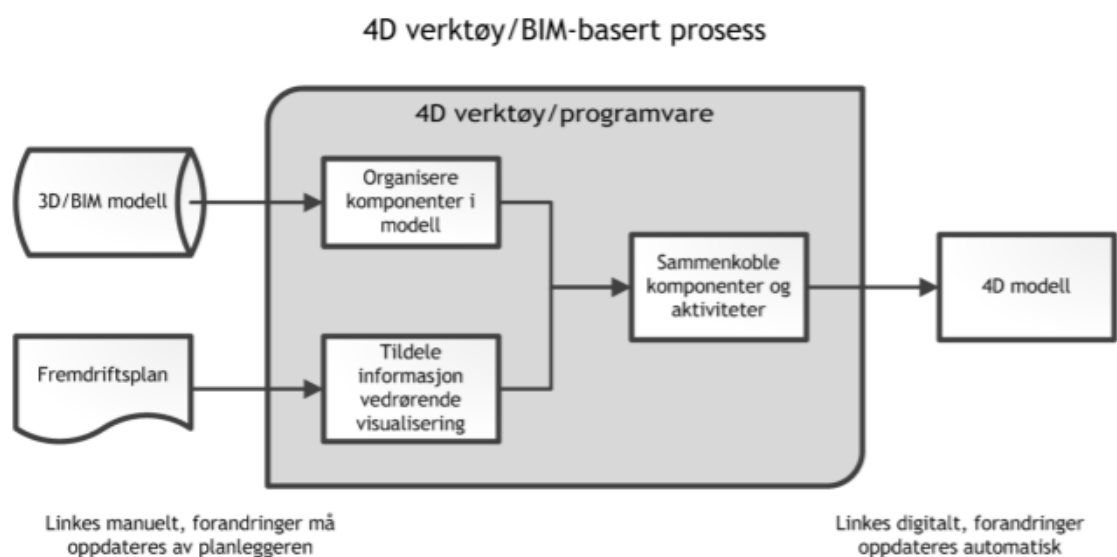
Denne metoden har blitt brukt i byggebransjen i flere tiår. Markeringstusjer, tegninger og lapper brukes til å markere hva som skal gjøres til hvilken tid. Ulike farger kan gjenspeile ulike sekvenser og faser av prosjektet. Enkelte 2D og 3D CAD-programmer har funksjoner for dette der det er mulig å markere objekter i modellen i farger lag (layers). På grunn av den manuelle tilnærmingen er metoden sårbar for endringer. Hver gang det kommer en endring må hele planen redigeres på nytt. Dette er tids- og ressurskrevende.

2. Verktøy for 4D-planlegging i 3D BIM-programmet:

Verktøy for 4D i 3D-programmer har ofte bare elementære funksjoner som kobler objektene til faser i produksjonsprosessen. Dermed faller mye av informasjonen fra fremdriftsplanen bort. Dette kan være informasjon om hvordan aktiviteten skal utføres, kritiske faktorer og risikoer forbundet med aktiviteten.

3. 3D-modellen og fremdriftsplanen importeres til et 4D-verktøy:

3D-modellen og fremdriftsplanen utarbeides på forskjellige plattformer før de samkjøres i et felles 4D-verktøy som vist på figur 23. Det er viktig at objektene i 3D-modellen organiseres slik at de kan kobles til fremdriftsplanen uten at informasjon går tapt. Dette muliggjøres med implementering av åpenBIM (buildingSMART, 2017a).



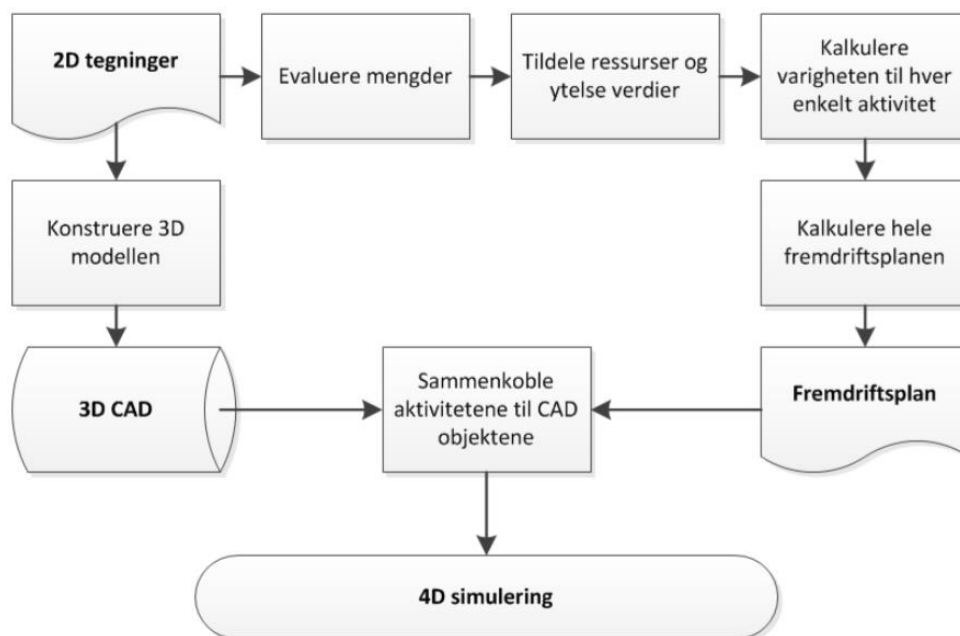
Figur 23 Prosessen for å oppnå 4D-BIM (Eastman et al., 2014)

3 Teori

Med et 4D-verktøy utarbeidet spesifikt til dette formålet legges det til rette for en mer avansert fremdriftsplanlegging. Flere verktøy og funksjoner er ofte tilgjengelige. I påfølgende underkapittel presenteres denne etablerte prosessen mer detaljert, før en forbedret prosess gjøres rede for.

Etablert prosess for 4D-planlegging:

Figur 24 viser en forenklet fremstilling av hvordan en 4D-modell opprettes. I følge Tulke & Haff (2007) tar en 4D-modelleringsprosess utgangspunkt i 2D-tegninger. Deretter splittes prosessen i to. Den ene prosessen bruker 2D-tegningene til å utvikle en 3D-modell av bygget. Den andre prosessen har som hensikt å benytte 2D-tegningene til å estimere varigheter av og avhengigheter mellom aktiviteter, altså utarbeidelse av en fremdriftsplan. Disse prosessen foregår uavhengige av hverandre på forskjellige programvarer, med minimal informasjonsutveksling. Hele prosessen krever tre ulike programvarer. En for å utarbeide 3D-modellen, en for å lage fremdriftsplanen, og en for å koble de to prosessene sammen. Den siste programvaren, 4D-simuleringsprogramvaren, kan koble aktiviteter med objekter manuelt eller halvautomatisk. Dette er en svært tidkrevende jobb. Detaljnivået på 3D-modellen er ofte ulikt detaljnivået på fremdriftsplanen. Dette fører til at det er nødvendig å justere detaljnivået på 3D-modellen eller fremdriftsplanen underveis i sammenkoblingen.



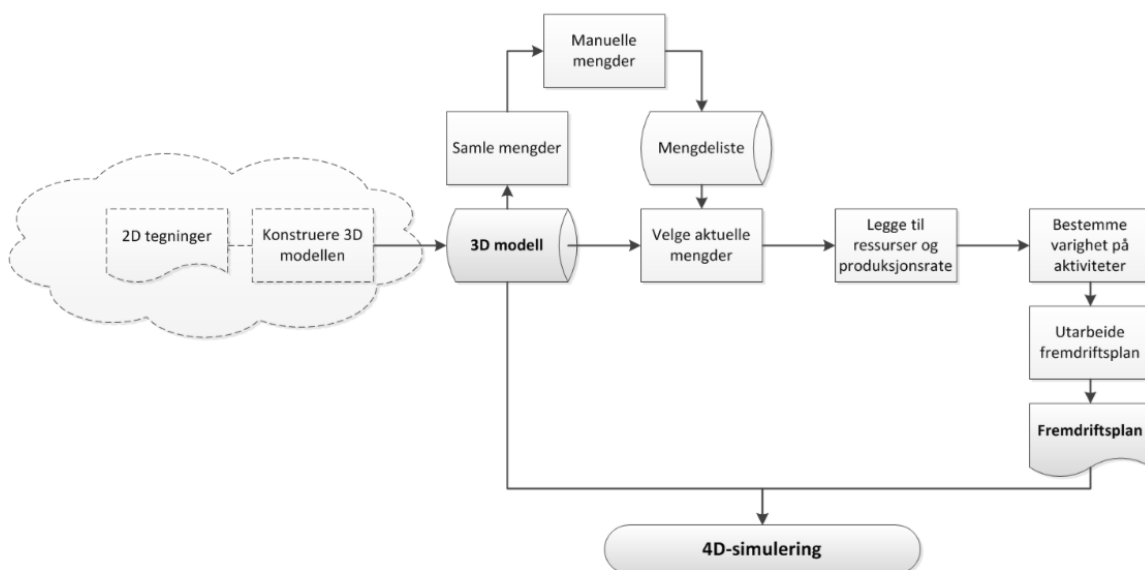
Figur 24 Etablerte prosesser for 4D-planlegging (Tulke & Hanff, 2007), oversatt av Iversen (2013)

3 Teori

Dersom det skal gjøres endringer på 4D-modellen er dette en svært tidkrevende prosess. For hver endring som gjøres på 3D-modellen, eller i fremdriftsplanen, må koblingene mellom aktivitetene og objektene endres manuelt. I tillegg er det ikke lagt inn informasjon om ressurser, som mengder og arbeidskraft, i den *etablerte prosessen*. Dette gjør at verdifull informasjon går tapt.

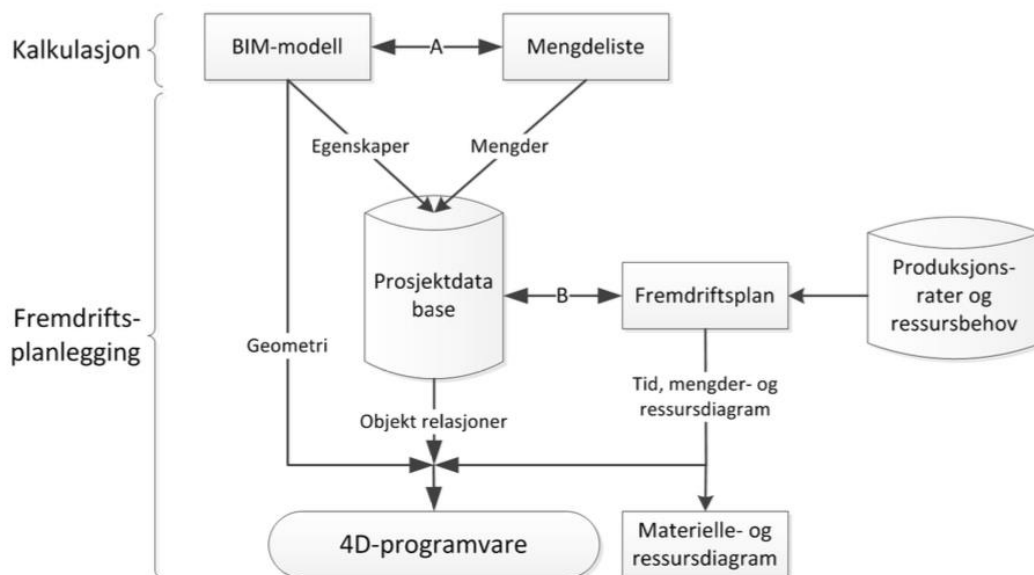
Forbedret prosess for 4D-planlegging:

For å utarbeide en fremdriftsplan er det nødvendig å estimere varighet for hver aktivitet (Larsen, 2014). I byggeprosjekter er varigheten avhengig av parametere som mengde, byggemetode, tilgjengelige ressurser, kompleksitet og utstyr. Denne prosessen kan effektiviseres og gjøres mer nøyaktig ved å benytte BIM-modellen som arbeidsgrunnlag (Tulke & Hanff, 2007). Dette kommer av at informasjon om mengder av materialer ligger lagret i 3D-modellen. Denne informasjon er lett tilgjengelig for å beregne varigheter. I den *forbedrede prosessen* lagres informasjonen om mengder fra 3D-modellen i en database, kalt en prosjektdatabase, som vist i figur 26. Dermed kan planleggeren hente ut mengder og knytte de til aktiviteter på en effektiv måte ved fremdriftsplanlegging. Ved å benytte SQL i databasen kan det utvikles en relasjon mellom aktivitetene og objektene. SQL er et database-språk der programmet fortelles hva som er ønskelig å oppnå, og programmet svarer med hvordan det kan oppnås (ITpro, 2004). Ved at relasjoner mellom aktiviteter og objekter utvikles kan 3D-modellen og fremdriftsplanen kobles sammen på en mer regelbasert og automatisert måte. Dette fører til at endringer blir enklere å håndtere for 4D-modellen. Den *forbedrede prosessen for 4D-planlegging* vises på figur 25.



Figur 25 Forbedret prosess for 4D-planlegging (Tulke & Hanff, 2007), oversatt av Iversen (2013)

I følge Tulke og Hanff (2007) er prosjektdatabasen omkranset av to prosesser for dataflyt som vist på figur 26; fremdriftsplanlegging og kalkulasjon. I hver av prosessene forløper det en informasjonsutveksling mellom to programvarer som vist med A og B.



Figur 26 Prosjektdatabaser i 4D-modeller (Tulke & Hanff, 2007), oversatt av Iversen (2013)

A: Dette grensesnittet er informasjonsflyten mellom 3D-BIM programvaren og programvaren for mengdelister. Det fører til at mengder automatisk hentes ut fra BIM-modellen og kommuniseres til prosjektdatabasen.

B: Dette grensesnittet er informasjonsflyten mellom programmet for fremdriftsplanlegging og prosjektdatabasen. Informasjon om mengder fra mengdelisten og egenskaper til objektene i 3D-modellen ligger i prosjektdatabasen. Planleggerne kan dermed hente mengder fra databasen for å knytte det opp mot aktiviteter. Produksjonsrater kan legges inn for å estimere varigheter for hver aktivitet. Planleggerne kan i tillegg beskrive aktiviteter med ansvarlige aktører, tilgjengelige arbeidsressurser, utstyr og plass.

Planleggeren kan dermed analysere og kontrollere ressursbehovet kontinuerlig gjennom hele prosjektet ved bruk av den *forbedrede prosessen*. Se figur 25. Prosjektdatabasen legger til rette for en mer effektiv koblingsprosess av objekter, ressurser og aktiviteter. Etter at 4D-modellen er utarbeidet har den en rekke bruksområder i produksjonsprosessen. Bruksområder som blir diskutert og analysert i denne oppgaven er blant annet (vist på neste side):

- Visualisering
- Fremdriftsplanlegging
- Kontroll av fremdrift
- HMS-risikostyring
- Rigg og logistikkplanlegging
- Kalkulering og innkjøpsplanlegging
- Prefabrikkering
- Erfaringsoverføring

3.5.6 Kommunikasjonskanaler for BIM i produksjon

På byggeplassen kan BIM-modellen opptre på ulike maskinvarer. Maskinvarene som er mest relevante for oppgaven og Synchro gjennomgås i dette kapitlet.

Som nevnt i innledningen har mange aktører i bygge- og anleggsbransjen en målsetning om å oppnå «papirfrie byggeplasser». For å få til dette må BIM brukes aktivt i produksjon av alle aktører i prosjektet (BNL, 2017). For å fungere som en kommunikasjonskanal på byggeplassen kan BIM opptre på flere maskinvarer:

Datamaskin

Den vanligste kommunikasjonskanalen for BIM-modeller er datamaskiner (Eastman et al., 2011). På prosjektkontorene benytter prosjektdeltakerne som oftest datamaskiner for å modellere og hente ut informasjon.

BIM-kiosk

En BIM-kiosk er en datamaskin koblet til en TV-skjerm, som kan benyttes av arbeiderne på byggeplassen (Vestermo et al., 2016). BIM-kioskene plasseres lett tilgjengelig på byggeplassen, samtidig som de skjermes fra påkjenninger. De kan for eksempel plasseres i containere. På store prosjekter er det nødvendig med flere BIM-kiosker.

BIM-kiosken er synkronisert med prosjektets BIM-modell, oppdatert i sanntid, gjennom prosjekthotellet. Arbeiderne på byggeplassen kan bruke BIM-kiosken for å visualisere BIM-modellen og fremdriftsplanen for å løse praktiske problemer som oppstår. BIM-kiosken kan styres på byggeplassen eller fjernstyres fra for eksempel prosjektkontoret.

Poenget med BIM-kioskene er at de skal kommunisere større mengder informasjon til flere aktører på byggeplassen. BIM-kioskene er avanserte nok til å kunne tilby det byggherrer setter krav til i konkurransegrunnlaget. Dette kan være verktøy som VR (Virtual Reality), digital KS (kvalitetssikring), 4D/5D-planer, sjekklisteroppfølging, modellvisning og lignende (Bygg.no, 2017c). I BIM-kiosken kan arbeiderne for eksempel hente ut mengder, lese HMS-informasjon og se instruksjons- og montasjevideoer. BIM-kioskene er designet for å være fleksible, brukervennlige og kraftige. De skal være mobile og kan transporteres rundt på byggeplassen (Pro-Consult, 2018).

Ideelt sett skal BIM-kioskene fungere som et møtepunkt for diskusjoner innad og på tvers av fag (Vestermo et al., 2017). Her kan problemer og løsninger adresseres ved hjelp av visualisering. BIM-kiosker koblet til A3-printer og arbeidsbord legger til rette for at arbeiderne kan hente med seg informasjon fra BIM-kioskene. BIM-kioskene er åpne og tilgjengelige for alle prosjektdeltakere.

Mobile enheter

Mobile enheter kan gi fagarbeidere tilgang på BIM-modellen der de befinner seg til enhver tid (Bygg.no, 2016a). Gjennom apper på nettbrett eller smarttelefoner kan prosjektdeltakerne hente ut informasjon av samme typen som ved BIM-kiosker (Vestermo et al., 2017). Harstad et al. (2015) forsket på bruken av nettbrett som kommunikasjonskanal på byggeplassen. De fant følgende fordeler ved bruk av nettbrett i produksjon:

- Enkel tilgang på informasjon
- Færre feil grunnet utdaterte tegninger
- Mindre print og distribusjon av tegninger
- Miljøgevinster
- Mobilitet
- Reduserer tid brukt på overvåking og rapportering
- Øker forståelsen for det som skal bygges
- Raskere beslutningsprosess
- Forbedret dokumentering og rapportering
- Reduserer unødvendig menneskelig bevegelse
- Skaper en ny linje for kommunikasjon

Videre kommer det frem at de største fordelene er at det reduserer sløsing. Harstad et al. (2015) mener at en av de største kildene til sløsing er arbeid som må gjøres på nytt grunnet feil. Et av intervjuobjektene i forskningen utalte at uansett hvor nøye de var med å fjerne samtlige utdaterte tegninger, var det noen som fant en utdatert tegning og produserte etter den. Å redusere risikoen for dette kan føre til mindre sløsing.

Utfordringer med nettbrett kan være å forsvare nytten av det (Harstad et al, 2015). Det er vanskelig å dokumentere faktiske besparelser for å måle mot investeringskostnaden. Det kan også være utfordringer knyttet til implementeringen og bruken. Dette adresseres i kapittel 3.5.8 Implementering av BIM i produksjon.

En annen utfordring med mobile enheter er størrelsen. Mobiltelefoner vil være utfordrende å bygge etter. Men for avviksføring, oppfølging, kontroll og utfylling av sjekklister vil de i følge Harstad et al. (2015) fungere.

3.5.7 Tidligere erfaringer med bruk av BIM i produksjon

I 2012 startet Skanska et prosjekt kalt «Sam-BIM» i samarbeid med Statsbygg, Multiconsult, LINK Arkitektur, NTNU, SINTEF Byggforsk og forskningsstiftelsen Fafo (Bråthen et al., 2016). Dette for å prøve å skape bedre samhandling i byggeprosessen med BIM som katalysator. Noen av verktøyene som ble utprøvd i produksjonsfasen var BIM-kiosker og nettbrett.

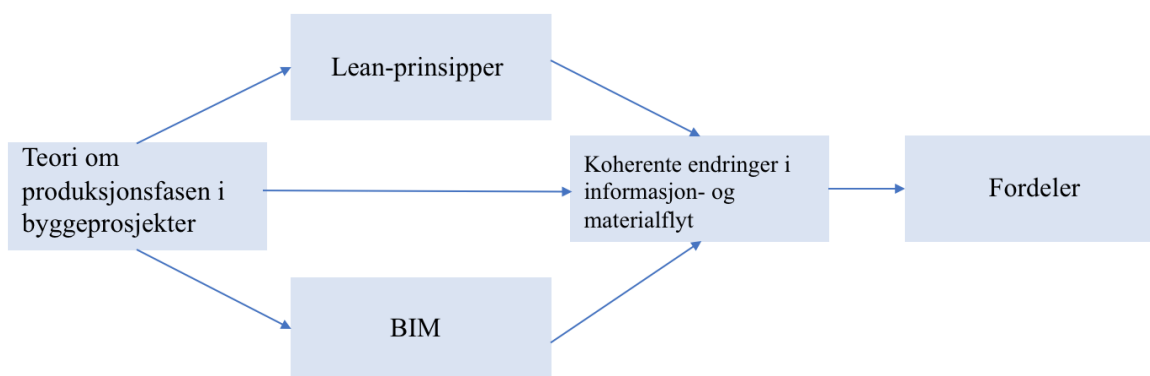
Statsbygg var byggherre i et prosjekt på Urbygningen på Ås som hadde byggefase fra 2014 til 2016 (Statsbygg, 2017). Prosjektet var del av «Sam-BIM»-prosjektet og hadde fokus på BIM i produksjon (Bråthen et al., 2016). Skanska ar generalentreprenør og produserte fem BIM-kiosker etter Statsbyggs kontraktspesifikasjoner. Det ble plassert en BIM-kiosk i hver etasje ved trappesatsene. BIM-kioskene var utrustet med 50-tommers skjermer, PC i et trekabinett dimensjonert for påkjenninger fra byggeplassen samt mus og tastatur. BIM-kiosken hadde internettilgang og ble ukentlig oppdatert.

I prosjektrapporten kommer det frem at bruken av BIM-kiosker hadde positive effekter i prosjektet (Bråthen & Moland, 2016). Det kommer frem av funnene at fagarbeiderne fikk økt den helhetlige forståelsen av prosjektert materialet grunnet visualiseringsmulighetene BIM-kioskene tilbydde. Fagarbeiderne kunne undersøke detaljer som er vanskelige å adressere på vanlige papirtegninger, og se på spesielt utfordrende oppgaver. BIM-kioskene fungerte i tillegg

som en arena for faglige diskusjoner fordi fagarbeiderne møttes ved kioskene for å diskutere problemer av ulik kompleksitet. Møtene ved kioskene var både planlagte og tilfeldige og bidro ifølge rapporten til å øke samarbeidet i og mellom fagretninger. Intervjuobjekter på prosjektet, både ledere og fagarbeiderne, uttalte at byggingen ble enklere med BIM-kiosker.

BIM og Lean

Interaksjoner mellom BIM og Lean har blitt mye forsket på de siste årene (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2010). Sacks et al. (2010) trekker frem forskningen til Khanzode et al. (2006). Sacks et al. (2006) har laget en matrise for interaksjoner mellom utvalgte BIM-egenskaper og Lean-prinsipper. Forskningen viser 56 interaksjoner. Figur 27 viser hvordan sammenhengen mellom BIM og Lean kan bedre produksjonsfasen. Forskningen til Sacks et al. (2010) er brukt som inspirasjon for å besvare den ene delen av forskningsspørsmålet: «Hvordan legger Synchro til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging?».



Figur 27 Potensielle fordeler ved bruk av BIM og Lean i produksjon (Sacks et al., 2010)

3.5.8 Implementering av BIM i produksjon

For å gjennomføre en vellykket endringsprosess er det noen faktorer som er spesielt viktige. Dette kapitlet gjennomgår hvilke faktorer som blir brukt til å analysere og diskutere implementeringen av Synchro på Vitaminveien 11.

Byggebransjen har, som beskrevet i innledningen, vist seg motstandsdyktig mot ny teknologi. Det oppnås derfor ikke nødvendigvis positive effekter av at det plasseres ut BIM-kiosker, deles ut nettbrett og planlegges i 4D på byggeplassen (Bråthen et al., 2016). For at ny teknologi som

BIM i produksjon skal gi ønskede gevinster kreves det i tillegg en vellykket implementering (Khosrowshahi & Arayici, 2012).

Implementering av ny teknologi som BIM i produksjonsfasen i et byggeprosjekt kan ses på som et utviklingsprosjekt, og utviklingsprosjekter kan være krevende. Hvordan BIM implementeres hensiktsmessig varierer naturlig nok fra prosjekt til prosjekt og organisasjon til organisasjon, men ifølge Bråthen og Moland (2016) er det seks prosesselementer som skiller vellykkede fra mindre vellykkede endrings- og utviklingsprosesser. Prosesselementene er stort sett bransjeuavhengige og gjenspeiler erfaringer fra mange forskjellige organisasjoner, både i offentlig og privat sektor. Bråthen og Moland (2016) har knyttet elementene opp mot byggebransjen. Flere av elementene inngår også i Eastman (2011) og Kensek (2014):

1. Behov og hensikt

Før målsetningen med en endring fastsettes er det hensiktsmessig å definere behovet og hensikten med endringen (Bråthen et al., 2016). Hensiktene med å benytte BIM i produksjon kan være mange. Det er viktig at alle i organisasjonen er enige om behov og hensikt og trekker i samme retning.

2. Mål

Organisasjonen må deretter formulere et mål for implementeringen. Hva vil man oppnå med endringene som skal iverksettes? Formulering av mål bør være i gang før det vurderes hvilke handlinger som kan føre til at målet blir oppnådd. Målsetningene bør være kort- og langsiktige, og de bør være både konkrete og overordnede. Med tydelig formulerte og formidlede mål er det lettere å informere og involvere berørte deler av organisasjonen. Mange endrings- og utviklingsprosjekter går over tiden, eller renner ut i sanden på grunn av lite konkrete og forståelige målsetninger.

3. Forankring

Forankring går ut på involverte aktørers anerkjennelse av endringsprosessen. Dette går på aksept av og tilslutning til mål, strategier og tiltak som iverksettes. En endringsprosess i byggebransjen, som BIM på byggeplass, omhandler ofte aktører fra ulike bedrifter og fagretninger. Forankringsarbeid er derfor spesielt viktig i denne bransjen. Ulike aktører har ofte ulike mål i byggeprosjektet. Formålet med forankringsarbeidet er at det skal bidra til å skape en

felles plattform for samhandling som gagnar prosjektet. Det er også viktig for å mobilisere rundt innovasjonsforsøk, uavhengig av om det oppfattes hensiktsmessig eller ikke av alle aktører.

4. Samarbeid og involvering

Samarbeid og involvering handler i hovedsak om å engasjere alle krefter i prosjektet til å gjennomføre tiltakene som er innført for å oppnå målsetningene. For å realisere dette bør virkemidler og mål være samsvarende, samtidig som det må være oppslutning rundt målene. På grunn av kompleksiteten og antall involverte aktører i produksjonsfasen er det avgjørende hvilke personer som involveres i endringene, hvor mye og hvor tidlig.

Det finnes flere teorier for å sikre oppslutning fra aktører som deltar i endringen. I følge Bråthen og Moland (2016) legges det vekt på bred forankring, involvering av ansatte og partssamarbeid i byggebransjen. Dette er ulikt ovenfra og ned-perspektivet som kan være gjeldene i andre bransjer. Som skrevet i innledningen kan BIM i produksjon komme til å bli et krav fra byggherrer i større grad i løpet av de neste årene (BNL, 2017). Det kan sette fart på oppslutningen, som i dag er styrt av at entreprenører ser gevinster selv (Bygg.no, 2016b).

5. Ressurser

Tilstrekkelig økonomi, tid og kompetanse er ofte suksesskriterier i utviklingsprosjekter. I påfølgende avsnitt blir det gjort rede for ulike ressurser.

Endringskompetanse

Innehar organisasjonen nok endringskompetanse? Ofte kan svaret på dette spørsmålet være nei. Vanlige eksempler på utilstrekkelig endringskompetanse er dårlig formulerte hensikter og mål, svak forankring og lav involveringsgrad av berørte parter.

BIM-Kompetanse

For en vellykket implementering av BIM på byggeplass er det behov for BIM-kompetanse (Bråthen et al., 2016). Dette går på at prosjektdeltakerne får opplæring i teknologien, samtidig som det er kompetente «superbrukere» som BIM-koordinatorer til stede for å tilrettelegge og besvare spørsmål. Uten tilstrekkelig opplæring vil ikke teknologien utnyttes på riktig måte.

Faglig-organisatorisk kompetanse

BIM på byggeplass kan gi gevinster i form av bedre samarbeid, kommunikasjon og løsninger. For å realisere dette bør den enkelte arbeider innse at BIM kan bidra til et bedre sluttprodukt og økt faglig utvikling.

Tid

Denne ressursen kan ses på som todelt. Organisasjonen må for det første ha tilstrekkelig tid til gjennomføring og planlegging av tiltakene. Her inngår aktiviteter som forankring-, planleggings- og målformuleringsarbeid. Det må for det andre utarbeides en realistisk plan for når resultat- og effektmål kan nås.

Økonomi

Hvilke økonomiske midler organisasjonen avsetter til endringsprosessen kan være avgjørende for om implementeringen blir vellykket eller ikke. Dersom tiltakene som gjennomføres går parallelt med ordinær produksjon uten egne midler, kan det redusere måloppnåelsen. For å få BIM til byggeplassen er det behov for midler til BIM-koordinatorer (Knutsen, 2014).

Ildsjet

Ildsjeten kan eksistere på hvilket som helst nivå i organisasjonen (Bråthen et al., 2016). Bråthen et al. (2016) gjengir resultatene fra en svensk rapport (Ringholm et al., 2011) som analyserte gjennomføringen av innovative tiltak i kommuner. 78,5 prosent av respondentene mener ildsjeten var den mest essensielle enkeltfaktoren for gjennomføringen. Dette er viktig å ta i betraktning når utviklingsprosjekter skal planlegges (Bråthen et al., 2016). Det er hensiktsmessig å involvere deler av organisasjonen som er interesserte i endringen, og som har en eller flere ildsjeter.

6. Oppfølging

Dette elementet innebærer reel forankring, spesielt fra toppledelsen. Toppledelsens engasjement er nyttig for fremdriften i utviklingsprosjekter, uavhengig av om prosjektet ble initiert av toppledelsen eller ikke. Toppledelsen kan inspirere prosjektdeltakerne og bidra til større tyngde og oppmerksomhet rundt om i organisasjonen. Det øker også sannsynligheten for at de innførte endringene spres og videreføres rundt i organisasjonen dersom målsetningene oppnås.

I løpet av utviklingsarbeidet er det nyttig å kartlegge og evaluere flere ganger. Evalueringene bør inneholde vurderinger, erfaringer og synspunkter fra ansatte og ledere i utviklingsprosjektet. Evalueringen kan bidra til organisatorisk læring, forbedringer og at gode erfaringer fra endringsarbeidet spres ut i organisasjonen.

3.6 Synchro

I dette kapittelet gjøres det rede for Synchro som program. Dette danner grunnlaget for å forstå hva programmet kan brukes til i produksjonsfasen av byggeprosjekter.

Synchro kan beskrives som et verktøy for å oppbevare og kommunisere informasjon i forbindelse med fremdriftsplanlegging (Synchro, 2018a). Det er et avansert 4D/5D-program som har funksjoner for blant annet tradisjonell fremdriftsplanlegging, 4D-visualisering, kontrollering og rapportering. Programmet kan fungere på ulike maskinvarer der datamaskin, BIM-kiosk og nettbrett er de vanligste i byggebransjen. Synchro er designet for at alle aktører i et byggeprosjekt skal jobbe i samme program. Det vil si byggherrer, entreprenører, prosjekterende, leverandører og underentreprenører. Synchro tilbyr sine funksjoner gjennom fem plattformer som beskrives i tabell 11 (neste side):

3 Teori

Tabell 11 Ulike plattformer av Synchro

	<p>Synchro PRO (Synchro, 2018b): 4D/5D BIM-programvare for produksjonsplanlegging og prosjektledelse. Funksjon for automatisk synkronisering av fremdriftsplan og BIM-modell for å oppdatere produksjonsplanen i 4D. Kan visualisere fremdriftsplanen, og simulere aktiviteter, arbeidsområder, utstyr og rigg. Har blant annet verktøy for å ressursstyre, se planlagt vs. utført, finne kritisk linje og HMS-risikostyre.</p>
	<p>Synchro SITE (Synchro, 2018c): Plattform for å bruke 3D- og 4D-modellen på byggeplassen i produksjonsfasen. Fungerer på for eksempel nettbrett. Funksjoner for å hente fremdriftsplaner, 3D-modell, utføre kvalitetskontroller, avviksføre med bilder og kontrollere faktisk mengde installert. Fremdriftsoppdateringene kan synkroniseres tilbake til KLM-planen i PRO, som analyseres og rapporterer planlagt mot faktisk fremdrift. Kan også overvåke oppgaver, ressurser og materialer på feltet og kontoret.</p>
	<p>Synchro Scheduler (Synchro, 2018d): Plattform som har funksjoner for tradisjonell fremdriftsplanlegging i 2D Gantt-skjema og avansert KLM-beregning. Kan kalkulere varigheter av aktiviteter med hjelp av produksjonsrater og allokerede ressurser. Kan oppdaterer kritisk linje og start- og sluttidspunkt dersom produksjonsrater eller allokerede ressurser forandres, eller ved forsinkelser i ulike aktiviteter. Kan brukes til å ressursplanlegge og optimalisere med hensyn på tid og kostnad.</p>
	<p>Synchro Open Viewer (Synchro, 2018e): Med Open Viewer er det mulig å åpne 4D-prosjekter laget av andre i PRO for å kontrollere tidsplanen som ligger i Gantt-skjemaet og 3D-visningen. Funksjoner som å simulere byggesekvenser, spille av animasjoner og navigere i 3D-modellen på ulike tidspunkter i byggefasen er tilgjengelige. Tidsmarkøren kan beveges gjennom byggefasen for å se hvilke aktiviteter som utspiller seg hvor til hvilken tid. Dersom noe må endres eller risikoelementer avdekkes kan Open Viewer brukes til å markere et perspektiv med tegninger og tekst.</p>
	<p>Synchro Workgroup Project (Synchro, 2018f): Databaseserver designet for å koordinere tilgangen til prosjektdata som ligger i Synchro. Plattformen kan brukes i gruppemiljøer og lar flere brukere jobbe i samme fil til samme tid fra forskjellige programmer som PRO, SITE, SCH, OVR eller andre tredjepartsprogrammer. Brukergrensesnittet er derfor fra andre programmer, men brukerne er koblet opp mot serveren for å motta nyeste prosjektdata. Kombinert med SITE gir SWP kontinuerlig tilgang til 4D/5D prosjektdata i PRO fra for eksempel nettbrett. Alle oppdateringer i SITE blir dermed oppfattet og, med godkjenning, vist i hovedfilen i PRO.</p>

4 Entreprenør og Case

I dette kapitlet presenteres entreprenøren (Veidekke ASA) og case (Vitaminveien 11).

4.1 Om Veidekke

Veidekke ASA er en skandinavisk entreprenør og eiendomsutvikler (Veidekke, 2018a). Selskapet gjennomfører bygg- og anleggsprosjekter, utvikler eiendommer, produserer grus, pukk og asfalt og vedlikeholder veier. Virksomheten ble stiftet i 1936, men har gjennom sine oppkjøp historie fra 1896 i Norge (Høyer Ellefsen) og 1863 i Danmark (H. Hoffmann & Sønner) (Veidekke, 2018b).

Selskapet er notert på Oslo Børs og hadde i 2017 en omsetning på 31,6 milliarder NOK (Veidekke, 2018c). Dette gjør de til Norges største entreprenør (Bygg.no, 2018). Omsetningen var fordelt på Norge (62 prosent), Sverige (31 prosent) og Danmark (7 prosent). Veidekke har om lag 8000 ansatte hvorav halvparten eier aksjer i selskapet. Veidekke har hovedkontor på Skøyen i Oslo og består av de tre kjerneområdene entreprenør, eiendom og industri. I følge Veidekke kjennetegnes virksomheten av involvering og lokalkunnskap.

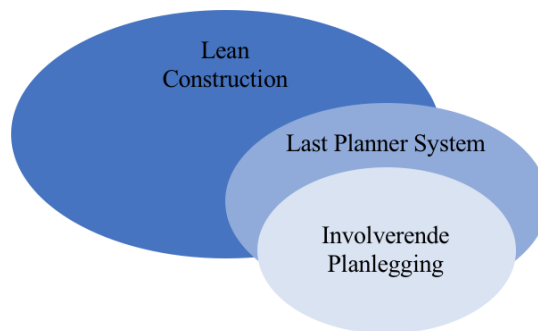
Veidekke vant Byggenæringens Innovasjonspris for konseptet Involverende planlegging i 2015 (Bygg.no, 2017b). Det er selskapets planleggingskonsept når det kommer til prosjektbasert produksjon. Målene med konseptet er blant annet raskere fremdrift og bedre arbeidsflyt i byggeprosesser.

Veidekke bestemte seg for å satse på Synchron i desember 2016 ved å gjøre programvaren tilgjengelig for alle sine prosjekter (Bygg.no, 2016b). Ved å samle alle involverte i samme modell ønsker Veidekke å levere raskere og mer kostnadseffektive bygg med høyere kvalitet. BIM-ansvarlig i Veidekke, Eirik Kristensen, mener dette kan oppnås med at Synchron danner grunnlaget for tett samarbeid gjennom hele prosjektets verdikjede og livssyklus, fra arkitekt til fagarbeider.

4.2 Involverende Planlegging i Veidekke

I dette kapitlet presenteres Veidekkes versjon av Lean Construction – Involverende Planlegging

Involverende Planlegging (IP) bygger på prinsippene fra Lean Construction (LC) og fremdriftsplanlegging basert på Last Planner System (LPS) (Forskningsrådet, 2016). Med andre ord har Veidekke tilpasset og oversatt elementer fra Lean Construction til sin egen organisasjon og planlegging i produksjonsfasen. Sammenhengen mellom LC, LPS og IP er vist med figur 28.



Figur 28 Sammenheng mellom LC, LPS og IP

Metodens elementer

Involverende planlegging er satt sammen av fem hovedelementer:

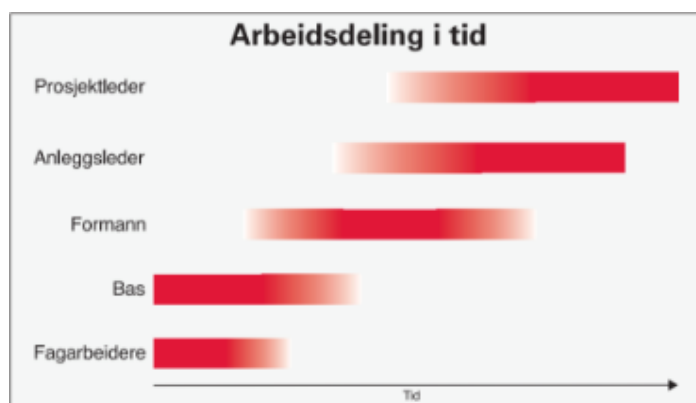
- Arbeidsdeling i tid
- Hindringsanalyse
- HMS-risikostyring
- Plansystem
- Møtestruktur

4.2.1 Arbeidsdeling i tid

En byggeplass har et ledelsessystem oppbygd som hierarki. Hensikten med arbeidsdeling i tid i produksjon er at ulike stillinger har ulike horisonter på planleggingen som vist på figur 29 (Veidekke, 2015).

- Prosjektleder skal ha hovedfokus fire til ti uker frem i tid
- Anleggsleder skal ha hovedfokus fem til ni uker frem i tid
- Formann skal ha hovedfokus to til fire uker frem i tid
- Bas skal ha hovedfokus på inneværende og kommende uke
- Fagarbeider skal ha hovedfokus på inneværende uke

Alle nivåer er inkludert når arbeidsdeling i tid benyttes.



Figur 29 Arbeidsdeling i tid (Veidekke, 2011)

Selv om ulike stillinger har ulike hovedfokus er ikke dette deres eneste fokusområde. En anleggsleder skal for eksempel fortsatt være informert om hva som er planlagt i nærmeste fremtid i tillegg til hovedfokuset på fem til ni uker. Dersom hver stilling har hovedfokus på sine horisonter, og kommuniserer informasjon ned- og oppover i systemet, vil resultatet bli frigjort tid (Veidekke, 2011).

4.2.2 Hindringsanalyse

En av de viktigste målsettingene med IP er å legge til rette for sunne aktiviteter. Aktiviteter har status som sunne derom alle forutsetningene for utføring er tilstede, og den kan gjennomføres uhindret (Veidekke , 2015). Dette tilrettelegger for effektiv gjennomføring av aktiviteter, med fokus på kvalitet og HMS. Forutsetningene, adoptert fra Koskela (2000) er illustrert i figur 30 og deretter beskrevet.



Figur 30 Hindringsanalyse (Veidekke , 2015)

1. *Forutgående aktiviteter* må være ferdige og utført med riktig kvalitet.
2. *Informasjon* som tegninger og beskrivelser må være tilgjengelig. Dette for å ivareta helse og sikkerhet for involverte prosjektdeltakere og riktig kvalitet på sluttproduktet.
3. *Materialer* i riktig kvalitet og mengde må være på rett sted og til rett tid
4. *Mannskap* med rett kompetanse og nok kapasitet må være på plass. I tillegg må behovet for varierte arbeidsoppgaver ivaretas.
5. *Utstyr* som tilfredsstillt krav til sikkerhet, og som anses som nødvendig for å gjennomføre aktiviteten, må være tilgjengelig.
6. Det må være tilstrekkelig *plass* for å gjennomføre aktiviteten forsvarlig og effektivt. Sikringer må være montert og området ryddet og klargjort
7. *Ytre forhold* som klima, godkjenninger og tillatelser må være ivaretatt. Forutsetningen omfatter for eksempel værforhold, arbeidstillatelser og offentlig tillatelser.

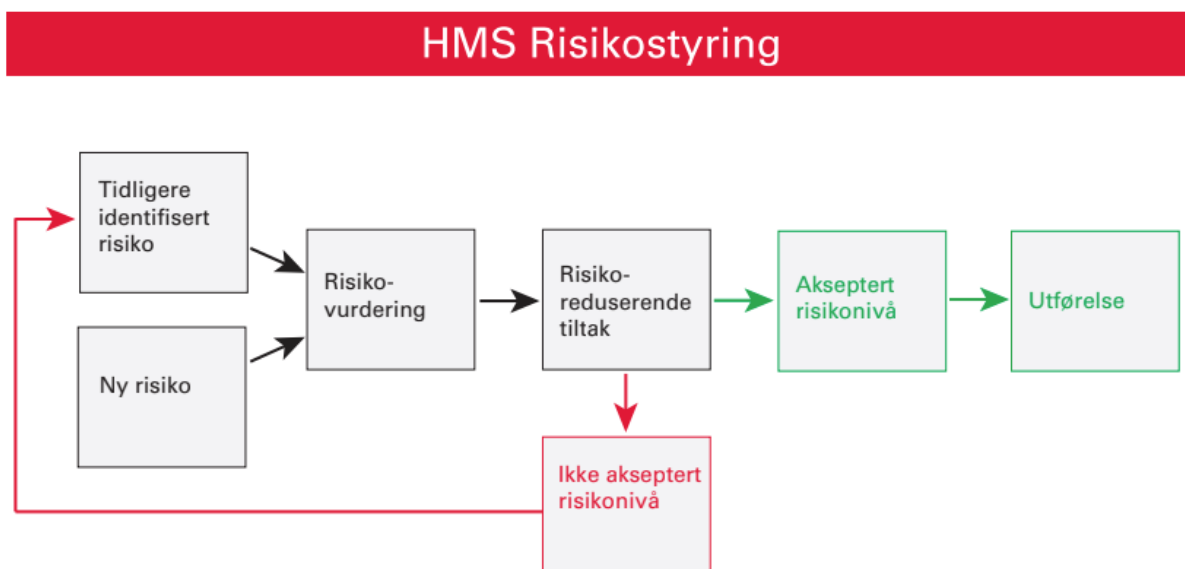
En aktivitet er hindret dersom den ikke oppfyller en eller flere av forutsetningene. Aktiviteten er da definert som usunn, som kan føre til sløsing i produksjonen. Prosjektdeltakerne skal etterstrebe flest mulige sunne aktiviteter for å gi best mulig flyt i produksjon (Veidekke, 2015)

4.2.3 HMS-rikostyring

IP er i en kontinuerlig utviklingsprosess, og dette er det nyeste elementet (Sandberg et al., 2017). Målet med å integrere HMS-rikostyring i IP er å ivareta sikkerheten samtidig som det planlegges for bedre flyt i produksjonen. I arbeidet med å gjøre fremdriftsplanlegging sikrere trekker Sandberg et al. (2017) frem Sikker Jobbanalyse (SJA) som et viktig verktøy. SJA er en trinnvis og systematisk gjennomgang av aktiviteter der målet er å identifisere risikoer og eventuelle tiltak.

HMS-rikostyring beskrives av Veidekke (2015) som å vurdere sannsynligheten for, og konsekvensen av, at noe uønsket inntreffer. Størrelsen av risikoen er dermed et resultat av en kombinasjon av sannsynlighet og konsekvens. Dersom risikoen er for høy skal det iverksettes risikoreducerende tiltak. I følge Veidekke (2015) er det ikke bare direkte arbeidet som medfører risiko. Indirekte arbeid, som transport av store maskiner, materialer og midlertidig utstyr, skal også vurderes. En undersøkelse som tar for seg innrapporterte skader i Veidekke i 2012 viser at 67 prosent av hendelsene er forbundet med indirekte arbeid (Veidekke , 2015).

Figur 31 viser modellen Veidekke har utviklet for å analysere risikoene i aktivitetene på byggeplassen. Dette for å unngå at risikoer videreføres nedover i plansystemet.



Figur 31 HMS-rikostyring (Veidekke , 2015)

4.2.4 Plansystem

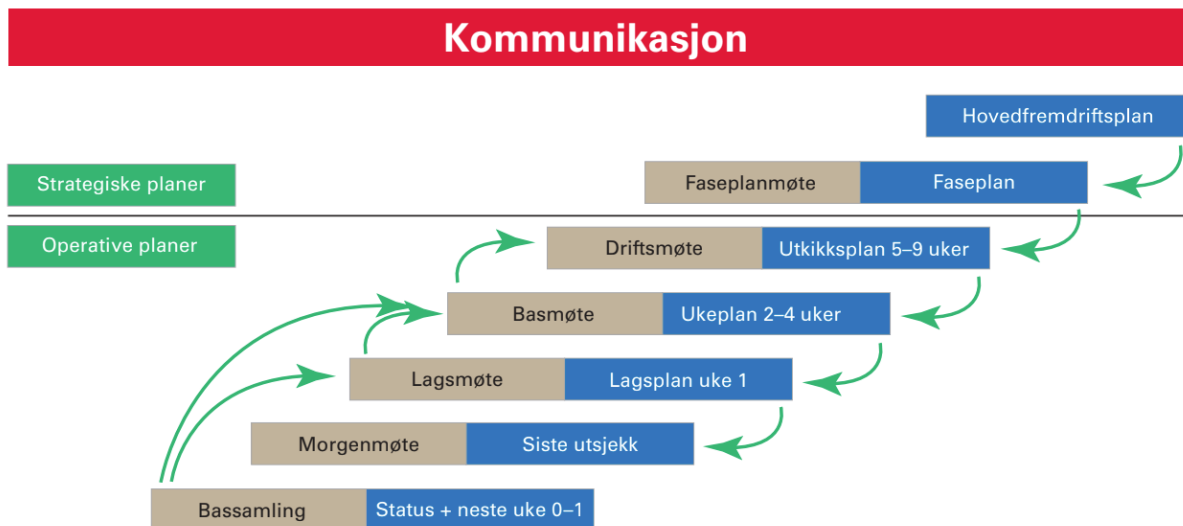
IP deler planstrukturen inn i to nivåer som vist i figur 32; *strategiske og operative planer* (Veidekke, 2015). De strategiske planene danner grunnlaget for de operative planene. Den operative planleggingen utvikles løpende gjennom prosjektperioden og er som nevnt de som fokuseres på i denne oppgaven. Tabell 12 gir videre en beskrivelse av innholdet i de operative planene. Strategiske planer er gjort rede for i Vedlegg G.

Operative planer

Tabell 12 Beskrivelse av operative plannivåer (Veidekke, 2011)

Plannivå (tidshorisont)	Beskrivelse	Ansvarlig for plannivå	Anbefalt tidspunkt for oppdatering av plan
Utkikksplan (vindu 5-9 uker)	Planen har en tidshorisont på fem til ni uker frem i tid og gir en detaljert beskrivelse av aktivitetene som skal foregå. Planen tar utgangspunkt i overordnede <i>strategiske planer</i> .	Anleggsleder	Oppdateres løpende hver uke
Ukeplan (vindu 2-4 uker)	Planen har en tidshorisont på to til fire uker frem i tid og gir en ytterligere detaljering av <i>utkikksplanen</i> . SJA utarbeides på dette nivået.	Forman	Oppdateres løpende hver uke
Lagsplan (inneværende uke)	Planen inneholder aktivitetene som skal utføres i løpet av inneværende uke. Personell som fagarbeidere er fordelt på hver aktivitet, og hver fagarbeider/faggruppe planlegger sine arbeidsoppgaver.	Bas	Oppdateres løpende hver uke
Rigg- og leveranseplan (løpende)	Riggplanen viser riggområder ute og inne. Leveranseplan gir oversikt over leveranser og lagringsplasser.	Alle nivåer	Oppdateres løpende hver uke

Overføring av informasjon fra plan til plan nedover i systemet er illustrert med pilene som peker nedover i figur 32. Som figuren også viser må endringer i planene kommuniseres oppover i systemet. Hvordan endringene blir kommunisert i møter er beskrevet i neste delkapittel om møtestruktur.



Figur 32 Kommunikasjon i produksjonsfasen (Veidekke , 2015)

4.2.5 Møtestruktur

Møtestrukturen har som hensikt å gjennomføre og ivareta planene. Møtene påvirker utformingen av planene, og planene påvirker møtene. Operative møter, vist i tabell 13, skal gjennomføres i en kontinuerlig fast møtestruktur gjennom hele produksjonsprosessen. En detaljert beskrivelse av hva strategiske møter inneholder er gitt i Vedlegg G (Veidekke , 2015).

Operative møter

Tabell 13 Operative møter (Veidekke, 2011)

Møtenavn - tilhørende plannivå	Innhold	Møteansvarlig - deltakere	Anbefalt tidspunkt for møte
Driftsmøte - Utkikksplan	Hver uke kommer en ny uke fra <i>faseplan</i> inn i <i>utkikksplan</i> . I dette møtet gjennomgås og oppdateres utkikksplanen (5-9 uke frem). Nye aktiviteter som er tatt inn til utkikksplan skal gjennomgås og detaljeres. Det identifiseres og fjernes hindringer ved å kontrollere for de 7 forutsetningene for sunne aktiviteter.	Anleggsleder - formann, prosjektleder for UE	Ukentlig
Basmøte - Ukeplan	Hver uke kommer en ny uke fra <i>utkikksplan</i> inn i <i>ukeplan</i> . I dette møtet oppdateres og gjennomgås ukeplanen (2-4 uker frem). Nye aktiviteter som er tatt inn i ukeplanen skal gjennomgås og detaljeres. Formålet er å gjøre aktiviteter klare for utførelse. Kun sunne aktiviteter slippes gjennom til kommende uke (<i>Lagsplan</i>). SJA går igjennom i dette møtet. Leveranse- og riggplan oppdateres også her.	Formann - anleggsleder og baser fra Veidekke og UE	Ukentlig
Lagsmøte - Lagsplan	Hver uke kommer en ny uke fra <i>ukeplanen</i> inn i <i>lagsplanen</i> (inneværende uke). Hver produksjonslinje gjennomgår aktivitetene som skal gjennomføres i inneværende uke. Forutsetningene for sunne aktiviteter og SJA gjennomgås før aktivitetene utføres.	Veidekkes bas - fagarbeidere, formann	Ukentlig (mandag morgen)

Som tabell 13 forklarer kommuniseres informasjonen i de ulike planene nedover, og endringer og oppdateringer oppover, gjennom de operative møtene.

Innoverende Planlegging er helhetlig beskrevet i Vedlegg D.

4.3 Case

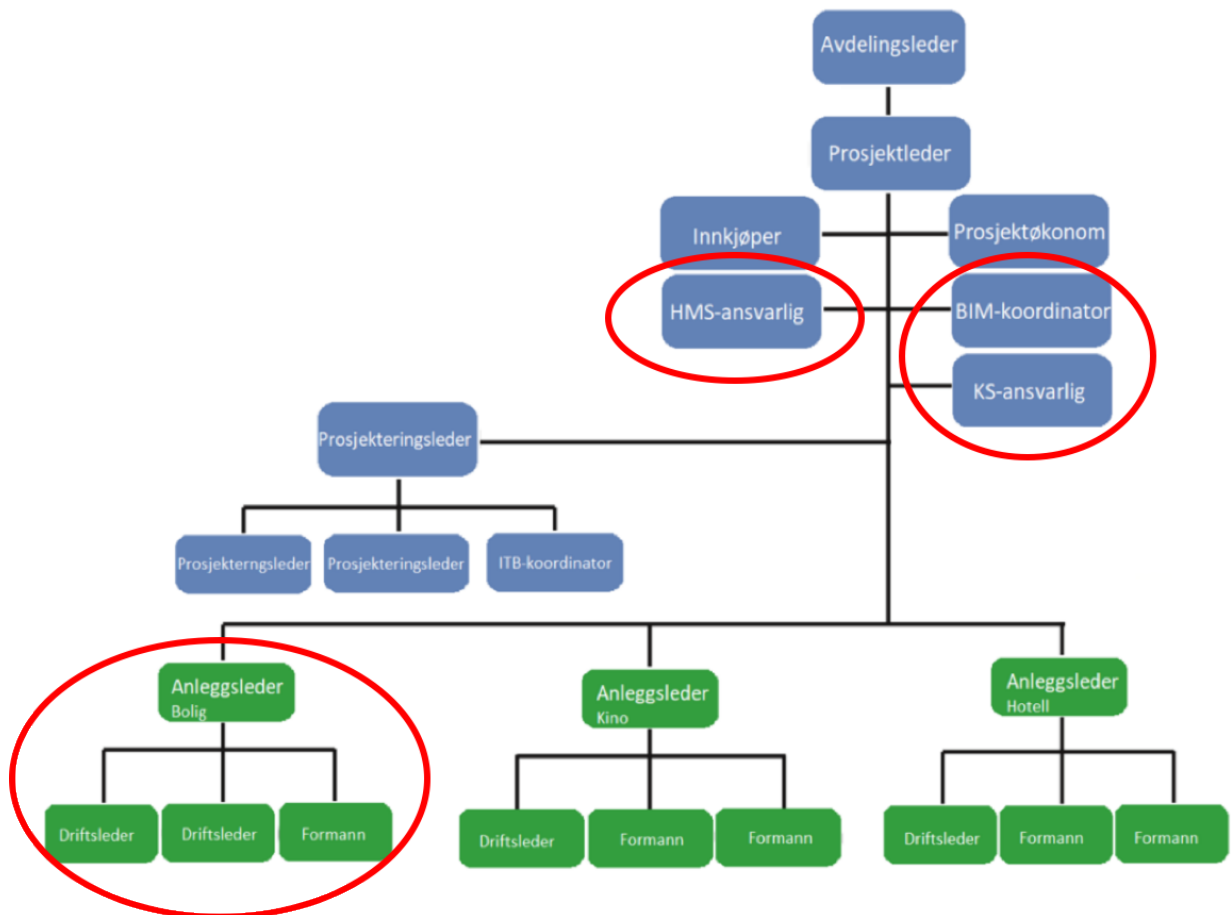
4.3.1 Vitaminveien 11

Tabell 14 presenterer generelle fakta om Vitaminveien 11 og figur 33 viser organisasjonskartet for prosjektet. Viktige aktører for denne oppgaven er markert i rødt.

Tabell 14 Generelle fakta om Vitaminveien 11

Vitaminveien 11	
Prosjektnavn	Vitaminveien 11
Byggherre	Olav Thon Gruppen
Kontraktsum	1 MRD NOK ekskl. mva.
Kontraktstype	Totalenreprise
Totalentreprenør	Veidekke ASA
Arkitekt/prosjekterende	Hille Melbye Arkitekter
Adresse	Nycoveien 2, 0485 Oslo
Innhold	Hotell, kinosenter, boliger, barnehage og næring
Byggestart	April 2016
Ferdigstillelse	Våren 2019
Nøkkeldata	
Parkering	10.500 m ²
Leiligheter (149 stk)	18.500 m ²
Hotell (325 rom)	15.500 m ²
Kino (14 saler)	6.500 m ²
Forretning	5.000 m ²
Kontor	3.000 m ²
Beverting	2.000 m ²
Barnehage	1.000 m ²
Total	62.000 m ²

4 Entreprenør og Case



Figur 33 Organisasjonskart for Vitaminveien 11 (mottatt fra Veidekke)

5 Datainnsamling og Funn

I dette kapitlet presenteres alle funnene som er gjort i forbindelse med datainnsamlingen. Funnene er fra intervjuer (Vedlegg A), dokumentstudier og observasjoner.

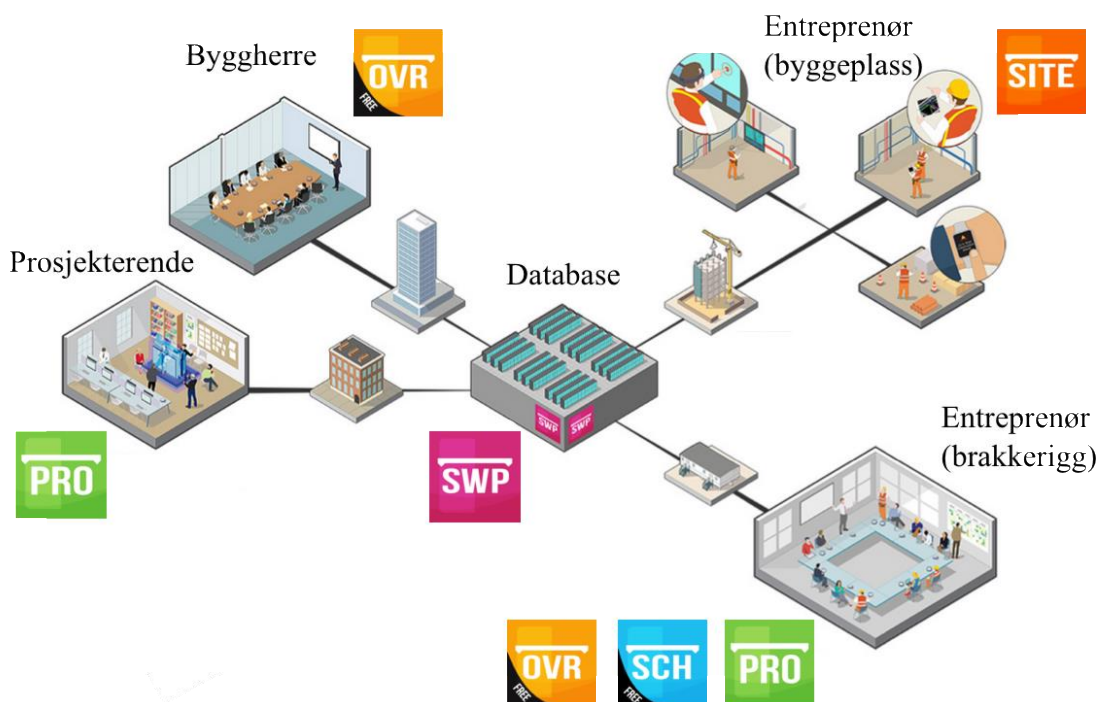
5.1 Sychro som program

Dette kapitlet presenterer Sychro som program, og tilhørende bruksområder i produksjonsfasen. Funnene kommer fra dokumentstudier og intervjuer.

De ulike plattformene som er presentert i kapittel 3.6 har ulike bruksområder i produksjonsfasen. Tabell 15 viser hvilke plattformer som er egnet for hvilke aktører, og figur 34 illustrerer hvordan det foregår i praksis. SWP binder alle programmer og aktører sammen.

Tabell 15 Hvilke aktører Sychros ulike plattformer er tiltenkt

Aktør	Program
Byggherre	OVR
Entreprenør, prosjektledelsen	PRO, OVR, SCH
Entreprenør, byggeplass	SITE
Prosjekterende	PRO
Underentreprenør	OVR, SCH



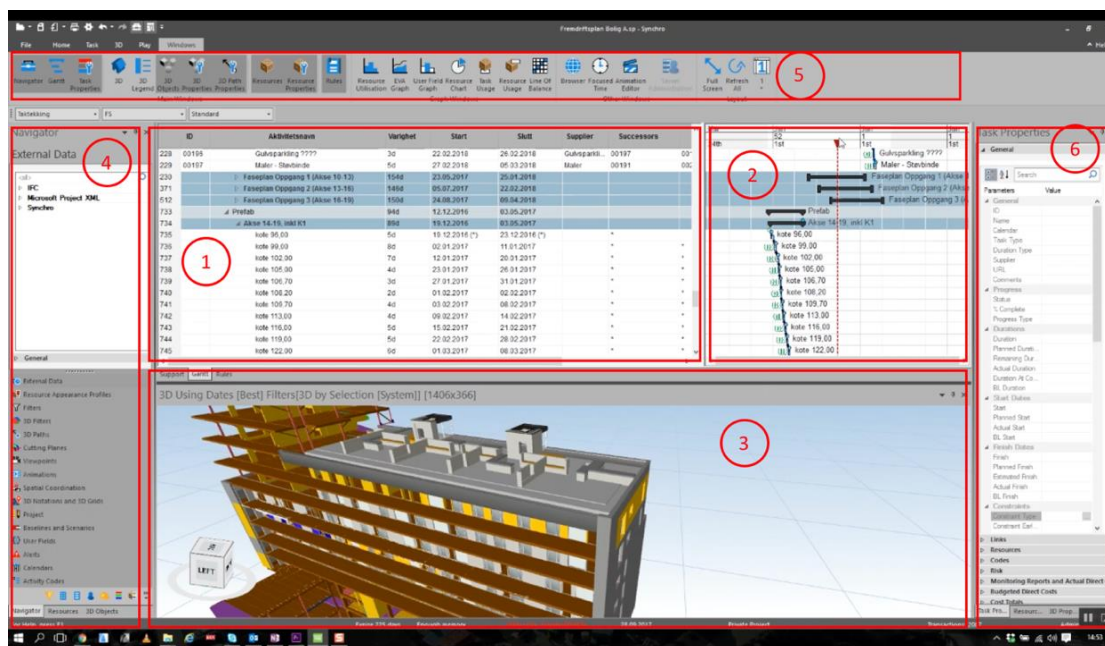
Figur 34 Hvilke aktører Sychros ulike plattformer er tiltenkt (mottatt fra NTI)

5 Datainnsamling og Funn

5.1.1 Brukergrensesnitt og viktige funksjoner

Gjennom dokumentstudier og en begrenset opplæring i Synchro har forfatterne tilegnet seg kunnskaper om Synchro. I Kapittel 5.1.1 er det gitt en kort presentasjon av brukergrensesnittet og viktige funksjoner i programmet. Vedlegg E viser en mer detaljert beskrivelse av brukergrensesnittet og nyttige funksjoner i PRO og SITE. Forfatterne mottok Synchrofilen av Vitaminveien 11, og dette er brukt som grunnlag.

Figur 35 viser et skjermbilde av brukergrensesnittet i Synchro PRO ved oppstart. Hvert vindu er nummerert og markert, og videre beskrevet i tabell 16.



Figur 35 Brukergrensesnitt Synchro PRO (skjermbilde)

Tabell 16 Beskrivelse av vinduene i brukergrensesnitt Synchro PRO

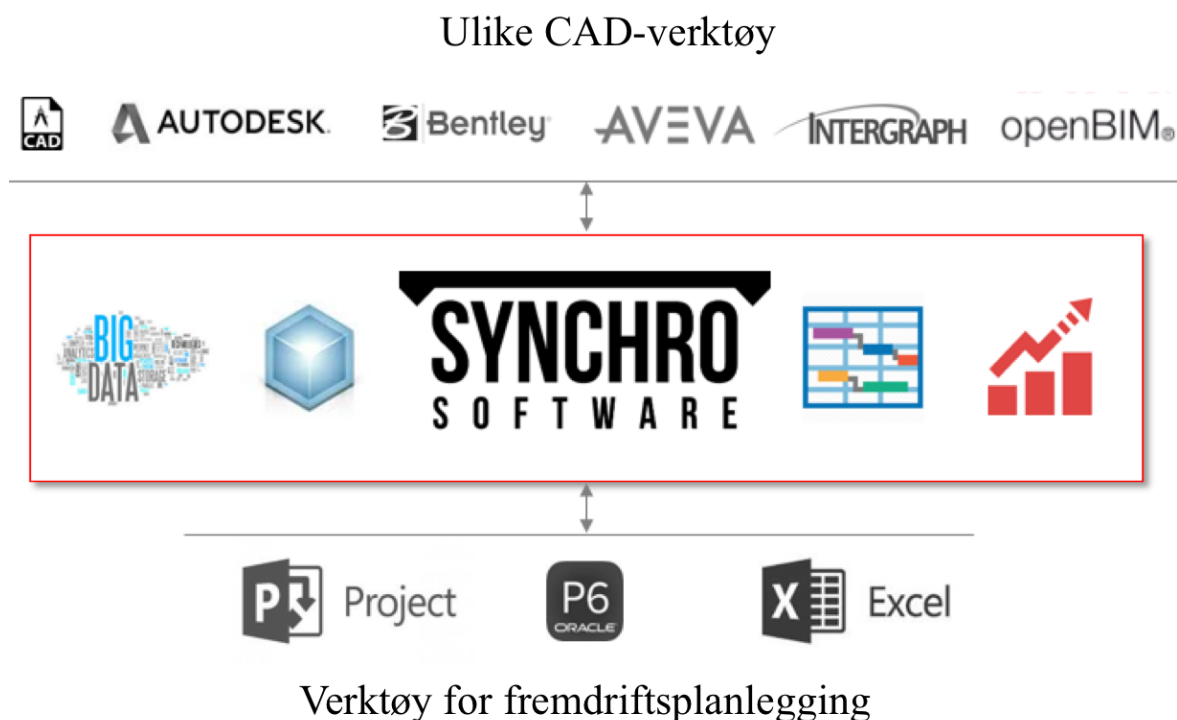
Nr.	Navn på vindu	Beskrivelse
1	Aktivitetsvinduet	Vinduet viser aktivitetene i fremdriftsplanen. Hver aktivitet er beskrevet med navn, varighet, start- og sluttdato, området på byggeplassen og hvem som skal utføre den.
2	Gantt – diagram	Vinduet består av et lenket Gantt-diagram som er lenket til aktivitetsvinduet.
3	3D-vinduet	Dette vinduet viser 3D-modellen av bygget med mulighet for navigering.
4	Navigator	Navigatoren brukes til å blant annet filtrere ut aktiviteter fra fremdriftsplanen og objekter fra 3D-modellen. Dermed blir kun utvalgte aktiviteter og objekter synlige i aktivitetsvinduet og 3D-vinduet.
5	Ribbon	Dette er en menybar med forskjellige kommandoer og funksjoner.
6	Properties	Dette vinduet viser blant annet ressursene knyttet til aktivitetene i aktivitetsvinduet. Det er ressurser som mannskap, materiale, kostnad og utstyr.

5.1.2 Bruksområder

I dette kapittelet presenteres de mest sentrale bruksområdene til Synchro. Bruksområdene er funnet gjennom dokumentstudier og intervjuer. Interne dokumenter i Veidekke og NTI, Veidekkeansatte og en NTI-ansatt har bidratt med data til dette kapittelet. NTI er leverandør av Synchro til den norske byggebransjen.

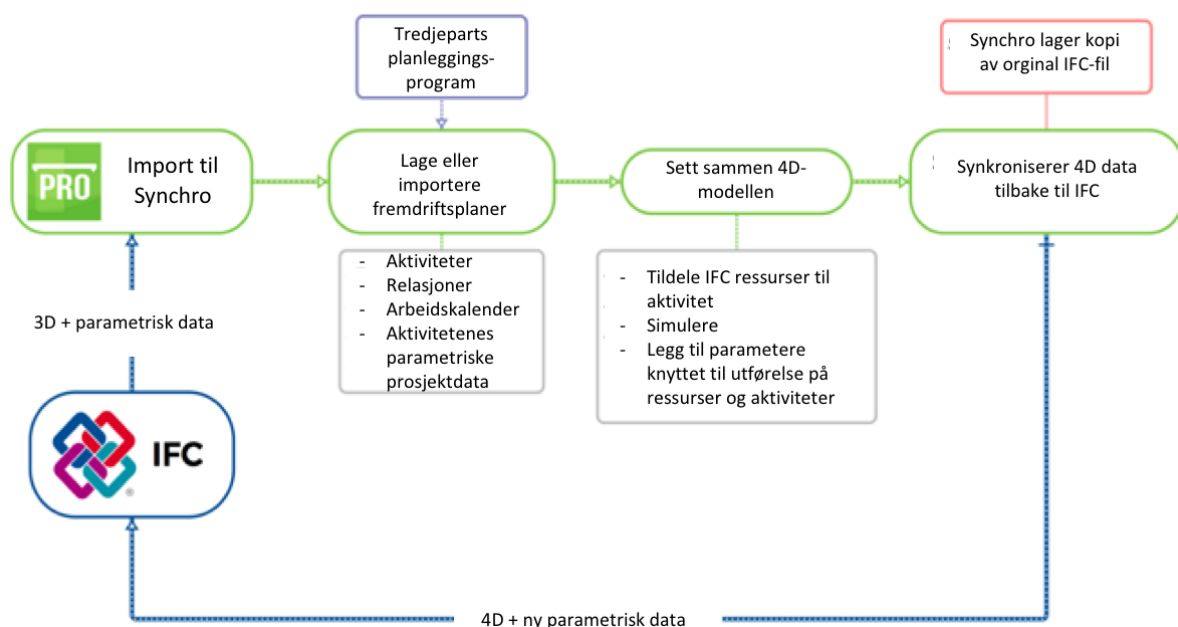
Fremdriftsplanlegging og visualisering av fremdrift

Verktøyene for fremdriftsplanlegging i PRO har samme funksjoner som MS Project tilbyr. Det vil blant annet si planlegging i Gantt-diagram med avhengigheter, varigheter og automatisk kalkulering av kritisk vei. Det er både mulig å lage fremdriftsplaner i Synchro, og å importere de fra andre programmer. Dersom fremdriftsplaner importeres fra andre programmer kan informasjon forsvinne. For å oppnå 4D importertes en IFC-basert 3D-modell fra et CAD-program direkte inn i Synchro, før objektene linkes til aktiviteter i fremdriftsplanen. Enten manuelt eller ved hjelp av automatching. Automatching går ut på at data sorteres slik at aktiviteter og objekter automatisk kobles sammen. Etter aktiviteter er koblet til objekter kan fremdriften visualiseres og simuleres. Tankegangen er vist på figur 36.



Figur 36 Synchro og andre programmer (mottatt fra NTI)

Det kan 4D-planlegges på forskjellige detaljnivåer. Detaljnivåene på fremdriftsplanen og 3D-modellen, samt hva 4D-modellen skal brukes til er med på å bestemme dette. Aktivitetene og objektene i modellen kan for eksempel gi informasjon om hvilke fag og personer som er ansvarlige, når de skal utføres, hvor de skal utføres og forutsetninger for at arbeidet kan utføres. Det er filterfunksjoner i programmet som gjør det mulig å sortere informasjon, aktiviteter, fag og objekter. Det er for eksempel mulig å kun vise dører i første etasje eller kun arbeid som skal utføres av tømrer i gitte tidsperioder. Samtidig som informasjon legges inn i Synchro, og aktiviteter kobles til objekter, lagres innlagt data i IFC-format. Informasjonsflyten er vist i figur 37.



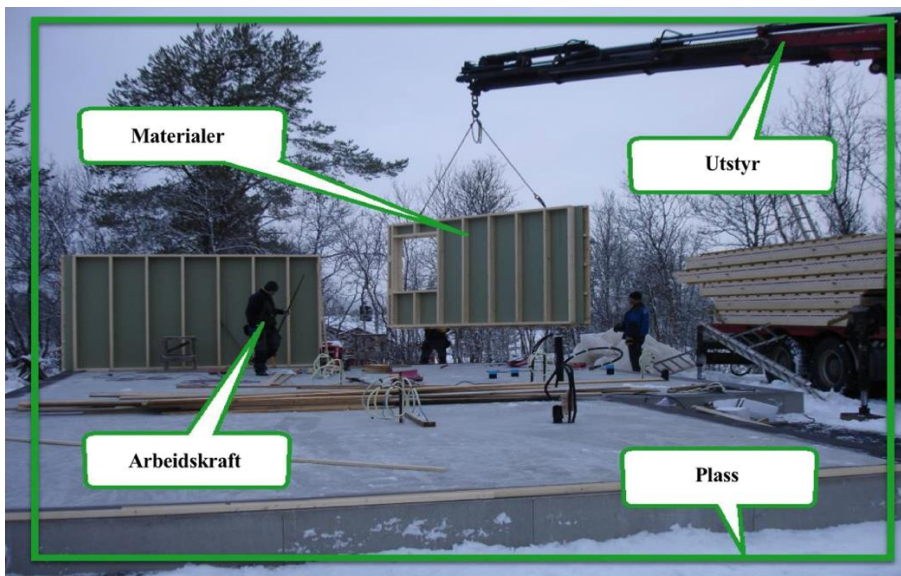
Figur 37 Informasjonsflyt i Synchro (mottatt fra NTI)

Kontroll av fremdrift

For å kontrollere fremdriften på byggeplassen kan Synchro PRO og SITE brukes. Programmet brukes på nettbrett eller telefon. Poenget med det er å kontrollere faktisk utført mot planlagt utført på byggeplassen. 3D-modellen brukes sammen med fremdriftsplanen for å visualisere hva som er planlagt utført til hvilke tider. Det kan fylles ut sjekklister og legges inn kommentarer i programmet, og aktiviteter under utførelse kan statussettes i prosent.

Ressursplanlegging

Synchro har funksjoner for å optimalisere ressursbruken. Material, arbeidskraft, utstyr og plass kan modelleres inn i programmet som vist på figur 38. Konflikter i utførelsen av arbeidet kan unngås ved å kontrollere at ingen jobber på samme plass til samme tid. Sanntidsstatus på aktiviteter tilrettelegger for mer hensiktsmessig bruk av ressurser. Dersom en aktivitet på kritisk linje er på etterskudd kan det for eksempel være hensiktsmessig å omplassere ressurser for å unngå forsinkelser i prosjektet. For at dette skal fungere må tilgjengelige ressurser og status på fremdrift oppdateres kontinuerlig.



Figur 38 Ulike typer ressurser i produksjonsfasen (mottatt fra NTI)

Rigg- og logistikkplanlegging

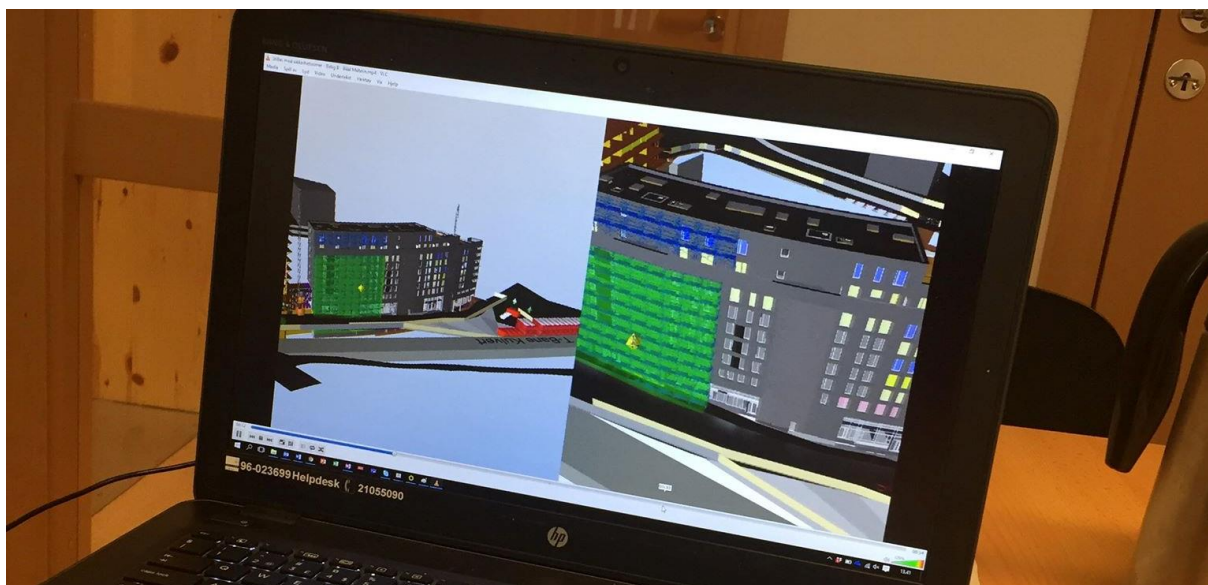
Det er mulig å plassere ut kraner, rigger, betongpumper, lifter, etc. i modellen for å gjøre simuleringer i 4D. Se figur 39. Ved at aktiviteter visualiseres kommer det frem hvor i modellen arbeid utføres til hvilke tider. Lagringsplasser og materialer kan modelleres inn for å analysere flyten i prosjektet.



Figur 39 Rigg- og logistikkplanlegging i Synchro (skjerm bilde fra Veidekke)

HMS-risikostyring

Ved at fremdriften simuleres i 4D kan aktiviteter med risiko tas hånd om før de utføres. Ved at stillaser, kraner eller annet rigguttstyr modelleres inn kan plass og sikkerhetssoner kontrolleres. Se figur 40. 4D gir kontroll på hvor personer jobber til hvilke tider, og det kan avdekke hvor folk jobber for tett på hverandre. Det er mulig å linke ulike dokumenter, som SJA, til aktiviteter via URL-linker.



Figur 40 Stillas modellert i Synchro (fra observasjon)

Mengdeuttak og innkjøpsplanlegging

Alt av informasjon om mengder og typer materialer, samt når de skal benyttes, kan legges inn i 4D-modellen. Dette gjør det mulig å planlegge og gjennomføre innkjøp ut i fra Synchro.

Gjennomføring av møter

Synchro kan benyttes som grunnlag i operative møter. I programmet er det kolonner for statusoppdateringer. Møtereferater kan skrives direkte inn i programmet.

Planlegging i 5D

Kostnadsstyring av prosjekter er mulig ved at arbeidskraft, timerater, materialkostnader, innleiekostnader, etc. kan legges inn i Synchro. Programmet kalkulerer kostnader ut i fra informasjonen som legges inn. Resultatene av kalkuleringen kan for eksempel føre til allokering av ressurser eller endret rekkefølge på aktiviteter.

Erfaringsoverføring med Big Data

All informasjon som blir lagt inn i Synchro lagres i sky. Dette gjelder også informasjon om endringer som blir gjort underveis i prosjektet. Det vil si at det ligger data på hvert objekt og hver ressurs og aktivitet om hvilke endringer som er gjort av hvem til hvilke tider. I løpet av et prosjekt blir det samlet opp enorme mengder data i programmet. Informasjonen kan betegnes som Big Data. Dette kan brukes til erfaringsoverføringer innad i organisasjoner. SWP ligger på en skybasert plattform, og er tilgjengelig for oppkobling fra PRO, SITE, SCH og OVR. Formålet med dette er at informasjonen kan overføres fra skyen til andre programmer og presentere i ønskelig format. Dette kan være alle former for prosjektdata, som for eksempel status, kost, totalitet, fremdrift, mannskap, endringer eller hva som helst annet. Etter at den enorme datamengden fra prosjektet er strukturert kan den sammenlignes med andre prosjekter og brukes som grunnlag for erfaringsoverføringer.

5.2 Synchro i Veidekke

I dette kapitlet presenteres funn om bruk, implementering og utvikling av Synchro i både Veidekke og Vitaminveien 11. Funnene i dette kapitlet kommer fra intervjuer med Veidekkeansatte på Vitaminveien 11 og ellers i organisasjonen.

5.2.1 Vitaminveien 11

I dette kapitlet presenteres funn om hvilke av bruksområdene til Synchro som benyttes på Vitaminveien 11, og i hvilken grad de benyttes.

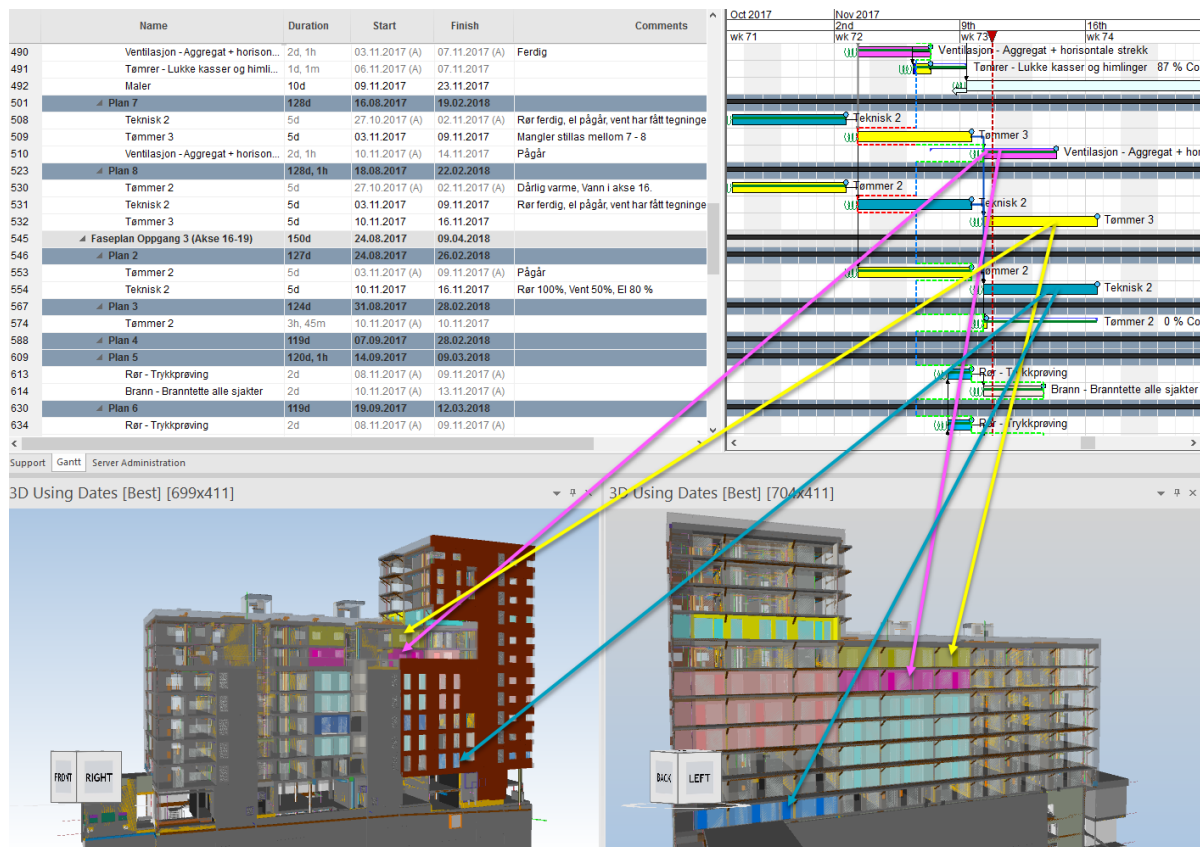
Vitaminveien 11 er det første prosjektet i Veidekke som benytter Synchro aktivt i produksjonsfasen. Det er derfor et pilotprosjekt, og svært få av prosjektdeltakerne hadde vært i kontakt med Synchro før de begynte på dette prosjektet. Det har gått litt tregt og de er ikke på det nivået de ønsket. Det er fremdriftsplanlagt i Synchro fra dag en av byggefasen i alle prosjektets deler, ved unntak av kinoen. Kinoen gikk over fra MS Project til Synchro litt ut i byggefasen. «Bolig» er den eneste prosjektdelen som bruker Synchros 4D-funksjoner. De resterende delene av prosjektet benytter kun Gantt-funksjonene for planlegging. Det fokuseres derfor på «Bolig»-delen av prosjektet. På «Bolig» benyttes bruksområdene som blir gjort rede for i påfølgende avsnitt. De resterende bruksområdene til Synchro brukes ikke i hele tatt, eller dekkes av andre programmer.

5 Datainnsamling og Funn

Alle funksjonærer på «Bolig», samt HMS-ansvarlig og KS-ansvarlig på prosjektet, har tilgang til å gjøre endringer i programmet. Med funksjonærene på «Bolig» menes anleggsleder, driftsledere og formann fra «Bolig» på figur 33. Alle jobber i den samme filen og følger opp sine respektive fag samtidig. Underentreprenører (UE) på prosjektet kan se 4D-modellen dersom de laster ned OVR, og fremdriftsplanen dersom de laster ned SCH. De har ikke tilgang til å gjøre endringer. Enkelte underentreprenører får fremdriftsplan og modell tilsendt i pdf-format fordi de ikke har lastet ned Synchro.

Fremdriftsplanlegging og visualisering

Synchro er det eneste programmet som brukes til fremdriftsplanlegging i Vitaminveien 11 fra Veidekkes side. I «Bolig» brukes, som nevnt, 4D-funksjonene aktivt. Den ene driftslederen på «Bolig» er samme personen som BIM-koordinatoren på prosjektet. Anleggsleder, driftsledere og formann på «Bolig» fremdriftsplanlegger foreløpig i Synchro ved bruk av kun Gantt-diagrammer, før BIM-koordinatoren kobler de planlagte aktivitetene med objekter i modellen. De som planlegger jobber i samme 4D-modell gjennom SWP og endringer oppdateres dermed umiddelbart. En 4D-modell fra prosjektet er vist i figur 41. Ulike fag har ulike farger, og de aktivitetene som er aktive utheves i 3D-modellen.



Figur 41 4D-modell av «Bolig»-delen på Vitaminveien 11 (skjermbilde fra Veidekke)

Kontroll av fremdrift

Synchro ble brukt til å kontrollere fremdriften på «Bolig» i starten av prosjektet. Formenn og prosjektingeniører gjorde dette i tillegg til at det kom en deltidsansatt for å gå kontrollrunder på byggeplassen hver fredag. Med seg på rundene hadde den deltidsansatte et nettbrett med SITE. 4D-modellen ble brukt til å visualisere planlagt ferdigstilt mot faktisk ferdigstilt. Fremdriften ble kontrollert opp mot elementer i 3D-modellen. Den ble også brukt for å finne aktuelle aktiviteter på byggeplassen. For å rapportere ble sjekklister og kommentarfeltet i Synchro benyttet. Etter hvert i prosjektet ble 4D-modellen for stor til at den fungerte på typen nettbrett Veidekke har på byggeplass.

Rigg- og logistikkplanlegging

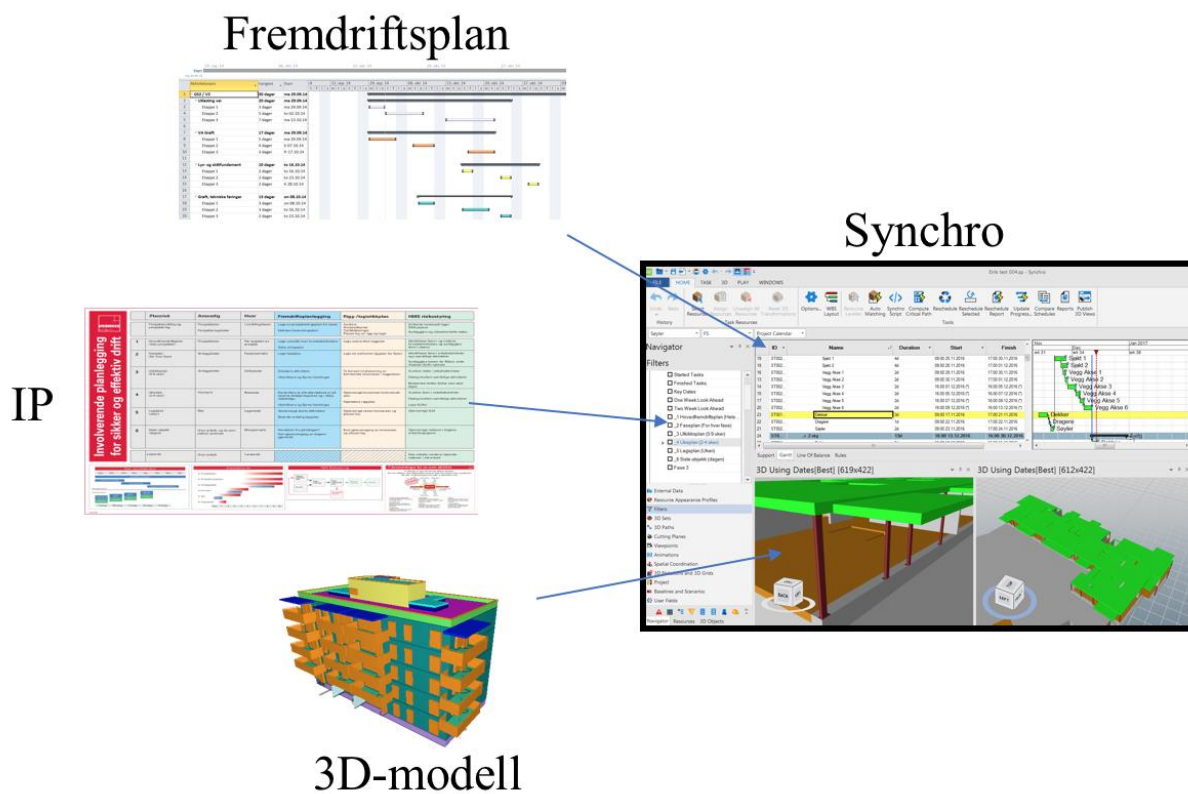
Synchro ble brukt i tidligfase i produksjon ved at kraner ble modellert inn i fremdriftsplanen for å kontrollere logistikken ved montering av prefabrikkerte moduler. Hvert av elementene som skulle monteres ble tildelt en kran, og hver kran ble tildelt en farge. Hver kran kunne bare montere ett element om gangen. Kranen, og elementet som skulle monteres av kranen, hadde samme farge i samme tidsperiode. Dersom flere elementer hadde samme farge til samme tid, under simuleringen, var det en kollisjon som måtte rettes på. Stillaser ble modellert inn for å visualisere hvor de ble satt opp i fremdriften, og dermed kontrollere gjennomførbarheten av aktiviteter som krevde dette.

HMS-risikostyring

Det er som nevnt modellert inn stillaser i modellen. Det er nødvendig med sikkerhetssoner rundt stillaser, og sikkerhetssonene er modellert inn for å kontrollere at de ikke overlapper med gangsoner, lagringsplasser eller annet arbeid. Den visuelle delen av Synchro blir brukt til å simulere aktiviteter for å finne og adressere risikoer før utførelse. Det gjør det mulig å oppdage hvor arbeidere jobber tett på hverandre, eller over hverandre i ulike etasjer.

Synchro og Involverende Planlegging

Planstrukturen som danner grunnlaget for Involverende Planlegging legges inn i Synchro. Hvordan dette gjøres i praksis er vist i figur 42.



Figur 42 Sammenheng mellom fremdriftsplan, IP og 3D-modell i Synchro PRO

Gjennomføring av operative møter

Synchro er et sentralt verktøy i ulike møter i produksjonen. I drift- og basemøter er 4D-modellen utgangspunkt for diskusjoner og planlegging. Utfordringer og løsninger som adresseres legges direkte inn i modellen. Vedlegg F viser hvordan dette skal gjennomføres i praksis.

5 Datainnsamling og Funn

5.2.2 Positive effekter

Informantene trakk frem følgende positive effekter ved bruk av Synchron i produksjon:

Tabell 17 Positive effekter ved bruk av Synchron i produksjon

Stilling	Kommentar
BIM-koordinatorer	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeidere forstår hvilken rekkefølge det skal bygges i - Forstår byggeplassen og -prosessen på en bedre måte. Arbeiderne på byggeplassen skjønner ingenting av Gantt-diagrammer alene, men dersom de får 4D skjønner de planen med en gang - Bedre samarbeid og kommunikasjon mellom fagretninger - Ser feil raskere - Kan HMS-risikovurdere byggeplassen ekstremt mye nøyere - Tydeligere nedstrøms informasjon til alle aktører - Løser problemer mye raskere - Sparer tid - Luker ut store deler av menneskelige feil - Kan simulere logistikkutfordringer - Kan se hvor i bygget arbeidere jobber og ikke jobber - Mindre risiko for at arbeidere bygger etter utdaterte fremdriftsplaner - Lettere å kontrollere PPU - SCH og SWP er et gratisprogram. Underentreprenører slipper dermed å betale for lisenser til andre programmer
Formenn	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre forståelse i møtene når områder på byggeplassen kan diskuteres ved å se de visuelt i 4D-modellen - Fagarbeidere får mye bedre forståelse for hva problemet faktisk er - Får involvert alle - Enkelt å se hvilke aktiviteter som adresseres - Kan ta med fremdriftsplanen rundt på byggeplassen for å kontrollere - Kan se hvordan forsinkelser påvirker andre aktiviteter
Prosjektingeniører (HMS og KS)	<ul style="list-style-type: none"> - Fremdriftsplanen blir mer helhetlig - Kan bruke det visuelle til å avdekke utfordringer - Lettere å ta hånd om HMS- og risikoutfordringer før de skjer - Vet nøyaktig hva punkter i fremdriftsplanen betyr - Færre misforståelser - Arbeiderne ser selv hvis de havner bakpå og må ta grep - Har alltid oppdatert informasjon - Bedre kontroll på aktivitetens status - Lettere å utføre hindringsanalyser

5 Datainnsamling og Funn

	<ul style="list-style-type: none"> - Brukergrensesnittet ved fremdriftsplanlegging er veldig likt MS Project, så overgangen er ikke så vanskelig
Deltidsansatt (KS)	<ul style="list-style-type: none"> - Finner aktiviteter som skal statussettes mye enklere - Lettere å kontrollere fremdriften - Forstår hva som skulle vært gjort til hvilke tider - Enkelt å ta med seg ut på byggeplassen - Rapporteringene legges direkte inn i systemet fra byggeplass
Baser	<ul style="list-style-type: none"> - Forstår bedre hva som bli gjennomgått i møtene og hvor i bygget det diskuteres rundt - Kan diskutere utfordringer på en bedre måte ved å bruke modellen - Øker forståelsen for andre fagretninger og bedrer det tverrfaglige samarbeidet - Kan diskutere forutgående, aktive og fremtidige aktiviteter med baser fra andre fag ved å visualisere aktivitetene - Kan følge med på fremdriften av prosjektet - Ser risikoer i aktiviteter enklere
Fagarbeider	<ul style="list-style-type: none"> - Får forståelse for hva som skal ferdigstilles til hvilke tider - Kan diskutere og allokere ressurser enklere innad i «laget» ved å bruke BIM-kiosk

BIM-koordinatoren trakk frem følgende positive effekter ved bruk av Synchro i operative møter i produksjon:

Tabell 18 Positive effekter ved bruk av Synchro i drift- og basemøter

Stilling	Kommentar
BIM-koordinatorer	<ul style="list-style-type: none"> - Tvinger møtedeltakerne til å tenke fremdrift - Synligjør fremdriftsplan for driftspersonellet - Systematiserer informasjon fra møtene - Samler all informasjon i et program - Filtrering av informasjon fører til effektivisering av møtene

5 Datainnsamling og Funn

5.2.3 Ufordringer, ulemper og barrierer

Informantene trakk frem følgende utfordringer, ulemper og barrierer ved bruk av Synchro i produksjon:

Tabell 19 *Utfordringer, ulemper og barrierer ved bruk av Synchro på Vitaminveien 11*

Stilling	Kommentar
BIM-koordinatorer	<ul style="list-style-type: none">- Begrensning at det tar mye datakraft- Kan ta litt tid å sette seg inn i- Må ha BIM-koordinator på prosjektet- Krever opplæring av Veidekkes ansatte- Krever opplæring av underentreprenører dersom de skal planlegge i samme program- Tidkrevende å koble aktiviteter til objekter manuelt- Vanskelig å få automatching til å bli riktig- Er ikke alltid at ansatte stoler på nye programmer
Formenn	<ul style="list-style-type: none">- Modellen må alltid være oppdatert- Avhengig av at prosjekterende oppdaterer IFC-filen raskt- Tidkrevende å drive opplæring- Mange fagarbeidere er skeptiske, spesielt den eldre generasjonen- Avhengig av kompetanse på prosjektet i form av BIM-koordinator- Ikke alle underentreprenører på prosjektet har tilgang til programmet
Prosjektingeniører (HMS og KS)	<ul style="list-style-type: none">- Programmet går litt tregt noen ganger- For lite kunnskap om programmet blant ansatte- Slitsom utskriftsfunksjon, mange knapper og vanskelig å finne de rette- Tar litt tid å sette seg inn i programmet- Krever superbruker på prosjektet som kan hjelpe og svare på spørsmål
Deltidsansatt (KS)	<ul style="list-style-type: none">- Må ha raske nettbrett for å håndtere modellen- Beskrivelsen av aktiviteter er ulik i PRO og SITE, det er forvirrende
Baser	<ul style="list-style-type: none">- Mange ser effektene, men gidder ikke sette seg inn i programmet- Det er mange knapper, trenger opplæring og tid
Fagarbeider	<ul style="list-style-type: none">- Vanskelig å sette seg inn i

5 Datainnsamling og Funn

5.2.4 Implementering av Synchro i Vitaminveien 11

I intervjuene av informanter ved Vitaminveien 11 er det stilt spørsmål om implementeringen.

De viktigste funnene innenfor hvert prosesselement er oppsummert i tabell 20:

Tabell 20 Implementering av Synchro på Vitaminveien 11

Stilling	Behov og hensikt
BIM-koordinatorer	<ul style="list-style-type: none"> - Øke forståelse blant arbeiderne - Forbedre kommunikasjon og samarbeid i og mellom fagretninger - Bruke det som konkurransefortrinn til å vinne kontrakter
Formenn	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre planlegging - Bedre forståelsen av hva som bygges
Prosjektingeniører (HMS og KS)	<ul style="list-style-type: none"> - Bruke det til fremdriftsplanlegging - Inkludere HMS- og risikostyring i fremdriftsplanlegging - Forebygge at ansatte havner i ugunstige situasjoner - proaktiv heller enn reaktiv
Deltidsansatt (KS)	<ul style="list-style-type: none"> - Forenkle rapporteringsarbeid - Digitalisere byggeplassen
Baser (UE)	<ul style="list-style-type: none"> - Bli involvert i fremdriftsplanleggingen - Samarbeide bedre med andre fag
Fagarbeider (UE)	<ul style="list-style-type: none"> - Få innblikk i hva som skal gjøres til hvilke tider - Lettere forstå hvilken rekkefølge det skal bygges i
Stilling	Mål
BIM-koordinatorer	- Raskere gjennomføring, lavere kostnader, høyere kvalitet og færre HMS-hendelser forbundet med bygging
Formenn	- Faktisk se resultater ved å bruke Synchro i planleggingen
Prosjektingeniører (HMS og KS)	<ul style="list-style-type: none"> - Null alvorlige skader innen 2020 - Få bedre kontroll på fremdriften
Deltidsansatt (KS)	Vet ikke
Baser (UE)	Vet ikke
Fagarbeider (UE)	Vet ikke
Stilling	Forankring
BIM-koordinatorer	<ul style="list-style-type: none"> - De fleste som bruker det er entusiastiske og skjønner at dette er fremtiden - Er ikke alle som gidder eller har tid til å sette seg inn i det, selv om de ser potensialet - De med ansvar for IP på hovedkontoret er overbevist om at Synchro er veien å gå
Formenn	<ul style="list-style-type: none"> - Alle ser potensialet og gevinstene er åpenbare - Har ikke fått noe krav om at Synchro skal brukes

5 Datainnsamling og Funn

Prosjektingeniører (HMS og KS)	<ul style="list-style-type: none"> - Må pushes en del for at fagarbeidere skal bruke det - Fagarbeidere ser nytten
Deltidsansatt (KS)	Vet ikke
Baser (UE)	- Positiv til 4D og tror det vil føre til bedre flyt i prosjekter
Fagarbeider (UE)	<ul style="list-style-type: none"> - Mange er positive til digitale verktøy - De eldre er enig i at det er riktig vei å gå, men de gidder ikke sette seg inn i nye programmer. De vil bare ha «papirtegningene sine».
Stilling	Samarbeid og involvering
BIM-koordinatorer	<ul style="list-style-type: none"> - Foreløpig bare funksjonærer fra Veidekke som bruker Synchro aktivt - Bruken av Synchro styres av deltagernes interesse for programmet - Har satt ut BIM-kiosk, spennende å se om den blir brukt av fagarbeiderne - Bør involvere alle i prosjektet i større grad, også underentreprenører
Formenn	- Bare deler av prosjektet deltar aktivt i endringen
Prosjektingeniører (HMS og KS)	<ul style="list-style-type: none"> - Få på prosjektet som utnytter Synchros 4D-funksjoner - Underentreprenører engasjeres i Synchro i hovedsak gjennom møter
Deltidsansatt (KS)	- Få som bruker programmet
Baser (UE)	<ul style="list-style-type: none"> - Er i kontakt med Synchro gjennom møter og tilsendte pdf-filer - Kommer til å bruke BIM-kiosken aktivt - Har kjøpt inn nettbrett, kommer til å prøve ut SITE på de (bas for tømmer)
Fagarbeider (UE)	- Har ikke brukt programmet selv
Stilling	Ressurser
BIM-koordinatorer	<ul style="list-style-type: none"> - Får penger til å kjøpe utstyr og lisenser - Toppledelsen er klare for å bruke penger på ny teknologi - Ansatte på prosjektet har ofte ikke tilstrekkelig tid til å lære seg det nye programmet - Har kompetanse i Synchro fra utdanning og interne og eksterne kurs - Prøver å lære opp andre ansatte og svare på spørsmål, men har andre omfattende oppgaver i tillegg, tid er kritisk
Formenn	<ul style="list-style-type: none"> - De interne kursene for fremdriftsplanlegging i Veidekke har blitt utvidet med en ekstra dag for opplæring i Synchro. - Får invitasjon til Synchro-kurs ut i fra stilling, men kan også ønske seg dit - BIM-avdelingen og BIM-koordinator på prosjektet er de som pusher på - Får kjøpe inn nødvendig utstyr, og antall lisenser øker jevnt - Kan gå til BIM-koordinator for hjelp - Har lite tid til å sitte i programmet å utforske selv
Prosjektingeniører (HMS og KS)	<ul style="list-style-type: none"> - Har vært med på kurs - Får opplæring av BIM-koordinator - Har hatt BIM-oppgave gjennom traineestillingen, oppgaven verdsettes dersom den gjennomføres - Har all mulig potensial til å lære programmet, ikke noe hinder bortsett fra en selv - Har ikke fått tid til å sette meg skikkelig inn i programmet

5 Datainnsamling og Funn

Deltidsansatt (KS)	- Har fått opplæring av BIM-koordinator
Baser (UE)	- Har ikke fått opplæring, bare enkel forklaring i møter, vet ikke hvordan det gjøres internt i Veidekke
Fagarbeider (UE)	- Vet ikke
Stilling	Oppfølging
BIM-koordinatorer	- Møter BIM-koordinatorer fra andre prosjekter for å fortelle om erfaringene fra Vitaminveien 11
Formenn	- Får oppfølging av BIM-koordinatoren på prosjektet
Prosjektingeniører (HMS og KS)	- Rapporterer til BIM-koordinator på prosjektet
Deltidsansatt (KS)	- Vet ikke
Baser (UE)	- Vet ikke
Fagarbeider (UE)	- Vet ikke

5.2.5 Utvikling av Synchro i Veidekke

I dette kapitlet presenteres tiltak informantene trakk frem i forbindelse med utvikling av Synchro i Veidekke.

Informantene tror elementene og tiltakene opplistet under kan føre til økt bruk av Synchro i Veidekke:

- Heving av kompetanse i organisasjonen gjennom kursing
- Ha superbrukere på prosjektene som BIM-koordinatorer som hjelper andre ansatte
- Konkrete mål med bruken av Synchro
- Få alle til å forstå gevinstene
- Vise mulighetene med gode eksempler og presentere de på en enkel måte
- Erfaringsoverføringer fra vellykkede prosjekter til resten av organisasjonen
- Få flere prosjekter til å bruke Synchro
- Få med underentreprenører på bruken av Synchro
- Få prosjekterende til å bruke Synchro
- Opplæring og kursing av alle på prosjektet, også underentreprenører
- Sette av tid til opplæring
- Bør komme fra sentralt i organisasjonen
- Bruke det i alle møter
- Få ut BIM-kiosker og sørge for at de blir brukt
- Nettbrett og telefoner på byggeplass koblet opp mot Synchro

Potensialer i andre aktiviteter

Informantene mener Synchron har potensialer i flere aktiviteter enn bruksområdene opplistet tidligere. Informantene trekker frem aktivitetene i tabell 21 som de med størst potensiale på kort sikt. De har også gitt en begrunnelse på hvorfor de ikke er tatt i bruk enda.

Tabell 21 Bruksområder med Synchron som ikke benyttes på Vitaminveien 11

Bruksområde	Årsak til at det ikke gjøres i Synchron
Avviksføring for HMS-hendelser og utført arbeid	Bruker et annet program til dette
Ressursplanlegging	Har ressurser i planen med har ikke oppdatert dette underveis. Dette er på grunn av lite tid og usikkerhet rundt om det er verdt å bruke tid på.
Planlegging i 5D	Utfordring at kalkyleavdelingen i Veidekke sitter i et annet program enn Synchron. Å overføre all informasjon om priser og kostnader fra det programmet til Synchron er ikke så veldig enkelt. Også en utfordring at det er mange underentreprenører og masse innleie.
Mengdeuttak og innkjøpsplanlegging	Bruker et annet program til dette

«Papirfritt» Vitaminveien 11

Vedlegg C viser Veidekkes kostnadsprognoser for papirbruk på Vitaminveien 11 i ett år. Prognosen viser at kostnadene for papirbruk er lik kostnadene ved å tilgjengeliggjøre 12 BIM-kiosker i ett år, og innkjøp av 60 nettbrett til prosjektet. I papirkostnadene er kostnader for tid til henting og sortering av papirer inkludert i tillegg til rene papirkostnader. Ved «papirfri» bygging er kun maskinvarekostnader inkludert. Prognosen er en overslagsbasert estimering. Ingen av delene på Vitaminveien 11 er «papirfrie».

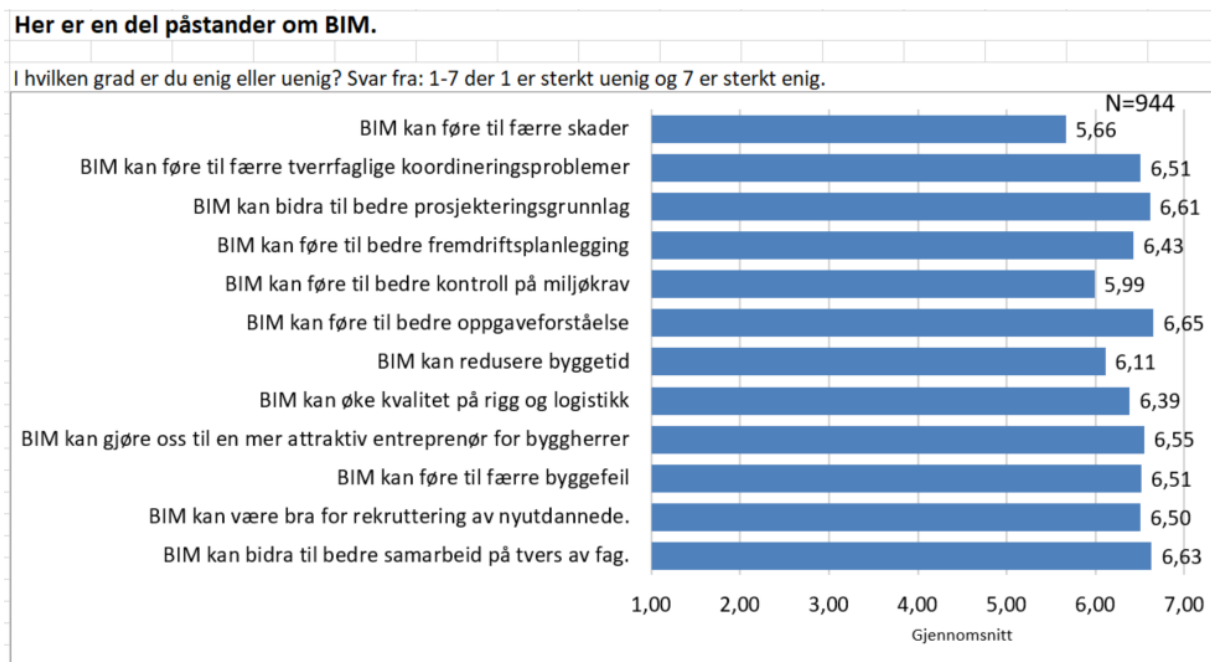
5.2.6 Spørreundersøkelse utført av Veidekke

I dette kapitlet presenteres de mest sentrale funnene fra den interne spørreundersøkelsen Veidekke gjennomførte i desember 2017. «N» i øvre høyre hjørne av figurene står for antall respondenter som svarte på det aktuelle spørsmålet. Flere funn er illustrert i Vedlegg B.

Funn fra spørsmål som ble stilt til samtlige av respondentene:

- 57,6 prosent av representantene jobbet i produksjonsfasen da de svarte på undersøkelsen.
- 55,8 prosent av respondentene hadde ingen erfaring med BIM
- 76,0 prosent av respondentene jobber på prosjekter med tverrfaglig BIM-koordinering
- 62,1 prosent av respondentene hadde ikke brukt 4D, men tror det er verdifullt
- 20,1 prosent hadde brukt 4D og ser verdien
- 83,5 prosent av respondentene bruker ikke Synchro
- 6,3 prosent av representantene har ett eller flere års erfaring

Samtlige av respondentene vurderte påstandene i figur 43. Tallet på høyre side av de liggende stolpene er snittverdien av respondentenes vurdering. 1 er sterkt uenig og 7 er sterkt enig.

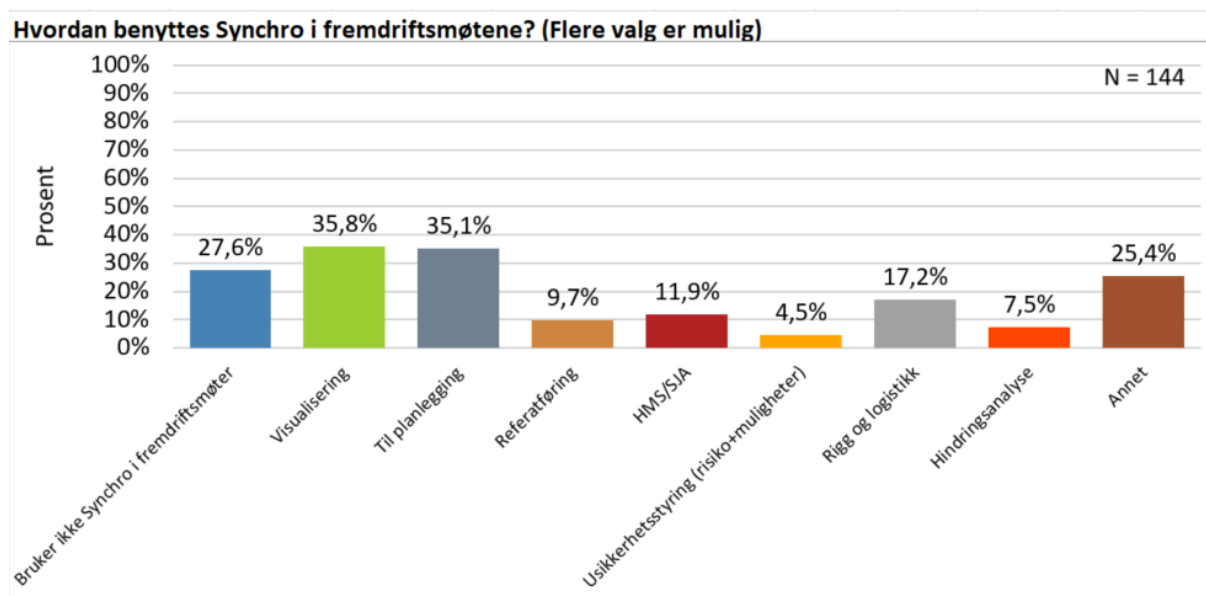


Figur 43 Snittverdien av respondentenes vurdering av opplistede påstander (spørreundersøkelse fra Veidekke)

Funn fra spørsmål som ble stilt til de 144 respondentene som bruker Synchro:

- 54,2 prosent av respondentene bruker kun vinduet med Gantt-diagrammet
- 66,9 prosent av respondentene jobber på prosjekter der under 10 personer bruker Synchro

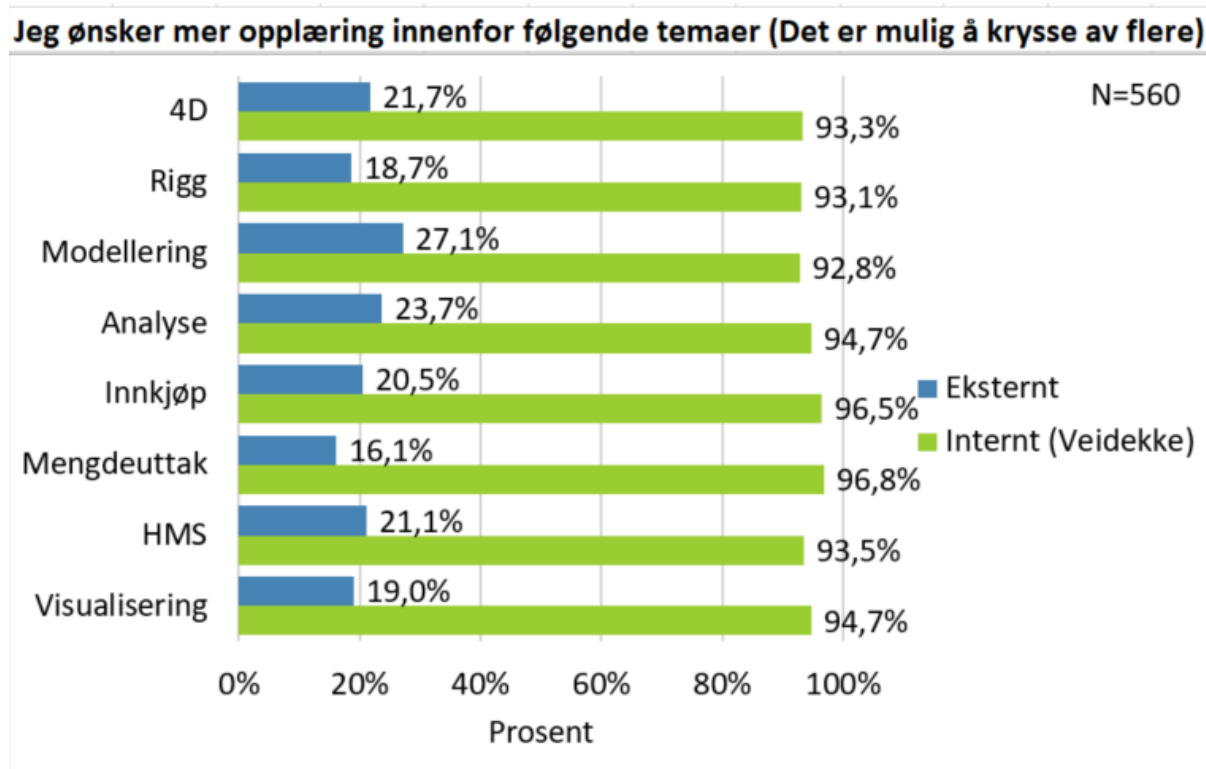
Figur 44 viser hvilke bruksområder respondentene benytter i fremdriftsmøtene.



Figur 44 Bruk av Synchron i fremdriftsmøter (spørreundersøkelse fra Veidekke)

Opplæring

Figur 45 viser hvilken form for opplæring respondentene ønsker:



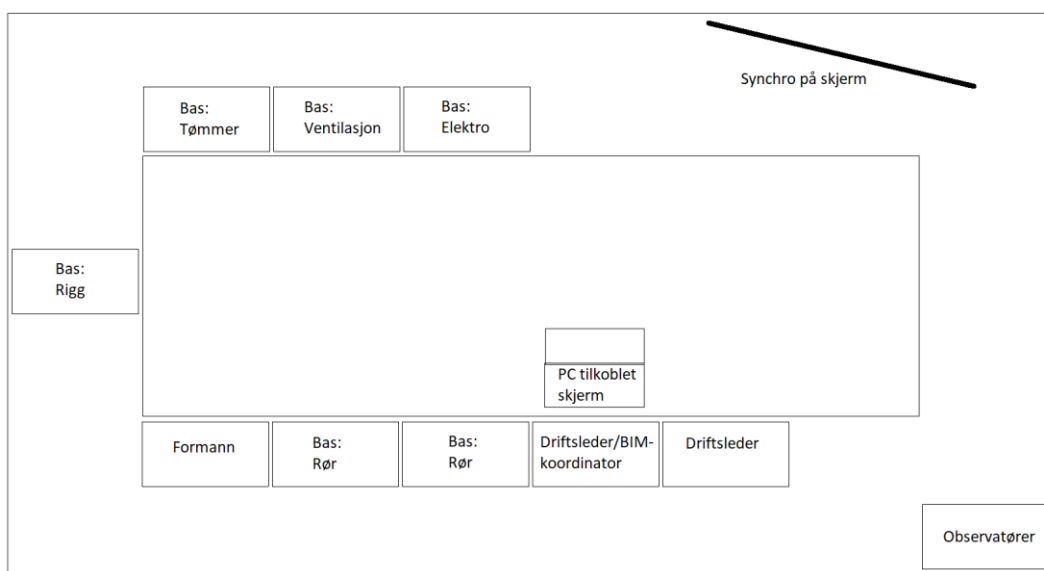
Figur 45 Opplæring i Synchron (spørreundersøkelse fra Veidekke)

5.3 Observasjoner

I dette kapittelet presenteres funnene som ble gjort under observasjonene forfatterne gjorde i løpet av en tur til Oslo, og Vitaminveien 11, 22.-24. april 2018. Forfatterne observerte et basmøte og en BIM-kiosk på byggeplassen.

5.3.1 Basemøte for «Bolig»

I basemøtet som ble observert var funksjonærer fra «Bolig» og baser fra aktuelle underentreprenører til stede. Det var i alt tre funksjonærer, seks baser og forfatterne av oppgaven til stede i møtet. En oversikt over hvordan rommet så ut under møtet vises på figur 46.



Figur 46 Romoversikt i basemøtet (observasjon)

Driftslederen for «Bolig», som også er BIM-koordinator på prosjektet, ledet møtet. Møtet startet med at Synchro PRO ble åpnet og koblet opp på en 90 tommer stor skjerm. 4D-modellen for «Bolig» ble åpnet i programmet, som vist på figur 46. Lederen av møtet, driftslederen, begynte deretter å gjennomgå pågående aktiviteter i «Bolig». Hver aktivitet ble slavisk gjennomgått og diskutert med ansvarlige baser. Status, eventuelle hindringer og andre kommentarer ble deretter ført inn i kommentarfeltet. Eksempler på kommentarer som ble lagt inn i programmet:

- Mangler lift
- Sjekker status
- Starter på fasade
- Mangler luke
- Ferdig plan 9
- Sanitær - ferdig
- Sprinkler – litt igjen. Legger inn 80%
- Tørrbrann – litt igjen – legger inn 80%
- Montasje VVS stoppet. Venter på henging av gulv
- Postkasser – må bestilles

5 Datainnsamling og Funn

Underveis i møtet ble Synchros 4D-funksjon benyttet for å visualisere hvor i bygget aktiviteter befant seg, og for å vise hvor arbeidere jobbet. BIM-koordinatoren brukte Synchro på storskjerm og hadde ansvar for å legge inn ny prosjektdata i programmet. Se figur 47.



Figur 47 Bruk av Synchro i basmøtet (observasjon)

5.3.2 BIM-kiosk

BIM-kiosken på «Bolig» ble observert i løpet av befaringen på byggeplass. Se figur 48. BIM-kiosken var plassert i en container på bakkeplan, skjermet fra påkjenninger fra byggeplassen. Den hadde en 42 tommers skjerm koblet til en stasjonær PC. På BIM-kiosken kjørte programmet OVR. BIM-kiosken hadde nylig blitt satt ut og det foregikk opplæring i løpet av perioden forfatterne var på byggeplass. Bildet under viser tre arbeidere som diskuterer 4D-modellen i Synchro.



Figur 48 BIM-kiosk på byggeplass (observasjon)

6 Analyse og Diskusjon

I dette kapittelet analyseres og diskuteres funnene, og kobles opp mot teorien presentert i Kapittel 3 og Kapittel 4. Dette kapittelet er delt opp etter forskningsspørsmålene. 4D er en helt ny måte å planlegge på. Det er derfor et begrenset dataunderlag som er analysert og diskutert.

6.1 Hvilke bruksområder har Synchrono?

Dette forskningsspørsmålet er tilstrekkelig redegjort for i Kapittel 5.1 og 5.2.

6.2 Hvordan fungerer Synchrono i Vitaminveien 11?

I følge Kapittel 3.5.2 kan alle aktører i et byggeprosjekt jobbe effektivt sammen ved samling og utveksling av all informasjon på et åpent format. For å oppnå dette må buildinSMARTs tre hovedprinsipper benyttes. På Vitaminveien 11 har to av prinsippene vært benyttet gjennom hele prosjektet, utveksling av modellen gjennom det åpne filformatet IFC, og standardisering av informasjon med buildingSMARTs dataordbok (IFD). Det siste prinsippet er at arbeidere skal ha tilgang til informasjon når de trenger den. Dette prinsippet adresseres ved at BIM-kiosker og nettbrett rulles ut på byggeplassen. Datainnsamlingen viser at den første BIM-kiosken ble satt i gang da forfatterne besøkte caset. Nettbrett har også vært i bruk i perioder.

For at et BIM-prosjekt skal være på Level 2 BIM må prosjektet, som vist i Kapittel 3.5.4, bruke prinsippene for «ÅpenBIM» aktivt. Aktører og fagretninger må samarbeide, men kan jobbe i hver sin 3D-BIM modell. Dette gjelder for Vitaminveien 11, og ved at 4D benyttes og at det er mulighet for 5D, er Vitaminveien 11 på vei mot Level 2 BIM.

På brakkeriggen benytter funksjonærene fra Veidekke programmet aktivt i forbindelse med planlegging. Fra organisasjonskartet i figur 33 benytter driftslederne, formann og anleggsleder på «Bolig» 4D-funksjonen. HMS-ansvarlig og KS-ansvarlig på prosjektet benytter også 4D-funksjoner når de jobber med «Bolig». Underentreprenører er bare i aktiv kontakt med Synchrono gjennom møter, og i passiv kontakt med programmet gjennom tilsendte pdf-filer av programmet.

6.2.1 Positive effekter

I følge teoridelen er formålet med BIM i produksjon å forbedre byggeprosessen og senere byggeprosesser. Datainnsamlingen viser at informantene trekker frem en del positive effekter som følge av Synchrono-bruken på Vitaminveien 11.

6 Analyse og Diskusjon

Mange av intervjuobjektene mener at Synchrono, gjennom visualisering av planleggingen, øker forståelsen av det som skal bygges blant involverte prosjektdeltakere. Fra funksjonærer til fagarbeidere. Prosjektdeltakerne forstår byggeplassen og det som skal bygges på en bedre måte. Fagarbeiderne forstår fremdriftsplanen, noe de ikke gjorde da Gantt ble brukt alene. Informantene mener i tillegg at Synchrono bidrar til bedre samarbeid og kommunikasjon. I følge teoridelen viser dette at Synchrono gir noen av effektene et 4D-program skal gi.

Informantene som aktivt planlegger i Synchrono mener 4D-funksjonen, og bruksområdene som er gjort rede for i datainnsamlingen, kan bære frukter. De mener det kan føre til tidsbesparelser, høyere kvalitet og bedre risikovurderinger. Dette fører igjen til kostnadsbesparelser. Dette er parametere som er vanskelige å måle på prosjektnivå, og mange ulike prosjekter må evalueres før de faktiske effektene av Synchrono kan verifiseres.

I påfølgende underkapitler analyseres positive effekter informantene mener Synchrono har på parametere tid, kvalitet, og kostnad på Vitaminveien 11.

Tid

Intervjuobjektene mener 4D-modellen bidrar til at feil i fremdriftsplanen oppdages raskere. Dette er en effekt som kommer av at aktiviteter kan visualiseres og simuleres. Det gjør det lettere å oppdage feil og mangler enn direkte fra et Gantt-diagram. I følge informantene fører det i tillegg til at problemer løses raskere. Logistikkutfordringer og generell flyt i prosjektet simuleres. Dette gjør at aktivitetene planlegges slik at de kan utføres effektivt med god flyt. 4D gjør det mulig å oppdage hvor i bygget det jobbes, og ikke jobbes. Med den informasjonen kan aktiviteter påbegynnes før oppsatt tid dersom det er ledig plass på byggeplassen. Denne informasjonen ville vært utfordrende å finne på tradisjonell måte med Gantt-diagram. Ved kontinuerlig statussetting av aktiviteter blir PPU funnet på en enkel måte.

Gjennom simulering av fremdriften undersøkes effekten forsinkede aktiviteter har på resten av prosjektet. Det gjør at prosjektdeltakerne fokuserer hardere på kritiske aktiviteter som kan forsinkelse fremdriften. Simuleringene gjør at informantene utfører hindringsanalyser på en mer effektiv måte med høyere kvalitet. Dette er fordi de får et bedre bilde av hva aktivitetene går ut på. Da blir det enklere å se hvilke forutsetninger som må være på plass for å utføre aktiviteten.

6 Analyse og Diskusjon

Prosjektdeltakerne forstår hva som burde vært gjort til hvilke tider, helt ned på fagarbeidernivå. Det gjør at hele verdikjeden forstår konsekvensene for prosjektet dersom noe ikke blir gjort innen tiden. Informantene mener det danner grunnlaget for å allokere ressurser på en bedre måte. Det fører i tillegg til økt grad av involvering. Det kan gi høyere motivasjon og ansvarsfølelse for å fullføre i tide.

Intervjuobjektene mener at alle elementene som er gjort rede for i avsnittene over er med på å kutte byggetiden. I tillegg vil bruk av BIM-kiosk og nettbrett eliminere tiden det tar å ta utskrift av, koordinere og hente arbeidstegninger.

Kvalitet

Informantene trekker frem at Synchron fører til tydeligere nedstrøms informasjon til alle aktører. Med det menes blant annet at arbeidere unngår å ta informasjon fra gammel data. Synchron, og BIM generelt i følge teoridelen, luker ut deler av menneskelige feil.

Ifølge datainnsamlingen fører programmet til færre misforståelser og tydeligere kommunikasjon. I følge Kapittel 3.2.2 er mottakernes tolkning av det sendte budskapet (dekoding) sentralt for forståelsen av informasjonen. Med visualiseringen reduserer Synchron antall feiltolkninger og forhold som språkbarrierer. Kapittel 3.2.2 beskriver videre at ansikt til ansikt med bruk av tavle er den mest effektive måten å kommunisere på. Ved bruk av Synchron, som tavle legges det til rette for dette.

Kontroll av fremdriften foregår smidigere med Synchron. Informantene trekker frem at de finner aktiviteter som skal statussettes enklere. Rapportering direkte i systemet fra byggeplass sørger for at all informasjon bevares. Det ble også påpekt at det er enkelt å ta Synchron til byggeplassen for å kvalitetssikre.

Elementene over gjør at antall misforståelser og feil i byggeprosessen reduseres. Dette fører til høyere kvalitet på det som bygges.

Kostnad

Dersom effektene er som beskrevet på de tre foregående parameterne vil dette bidra til lavere kostnader i produksjonsfasen av prosjektet. I følge datainnsamlingen er kostnadene for å tilgjengeliggjøre 12 BIM-kiosker i ett år og innkjøp av 60 nettbrett til Vitaminveien 11 lik kostnadene ved bruk av papir for samme periode. Det vil si at utgiftene ved å bygge «papirfritt»

i ett år begrenser seg til opplæring og lisenser, forutsatt at 12 BIM-kiosker og 60 nettbrett er nok for hele prosjektet. For fremtidige prosjekter vil kostnaden være lavere da nettbrettene kan brukes videre. Dersom BIM-kiosker kjøpes er dette også en investering på sikt, som varer lenge og kan videreselges. Besparelsene ved «papirfri byggeplass» kan benyttes til å for eksempel tilby opplæringskurs for å sertifisere flere brukere. De reduserte kostnadene for papir kan brukes til for eksempel opplæring.

6.2.2 utfordringer, ulemper og barrierer

Informantene har i tillegg trukket frem utfordringer, ulemper og barrierer med Synchro-bruken på Vitaminveien 11. De neste avsnittene analyserer dette.

Flere av informantene påpeker at det er en begrensning at modellen tar mye datakraft. Programmet går derfor tregt av og til. Dette skyldes i hovedsak utdatert maskinvare. Med raske nettbrett og datamaskiner er ikke dette et problem. Det må investeres i maskinvarer dersom bruken skal optimaliseres.

Noen av informantene mener at enkelte funksjoner er avanserte, og flere sier at det er mange knapper, vanskelig og tidkrevende å sette seg inn. Det burde utarbeides enkle interne veiledere med prosessbeskrivende bilder og forklaring på viktige funksjoner og hvordan Synchro for eksempel kan benyttes i operative møter. I følge vedlegg F handler Synchro-bruken i de operative møtene i stor grad om å legge inn informasjon i kolonner. Dette er noe de fleste burde få til med en enkel forklaring fra en veileder. Dette vil bidra til å redusere terskelen for å ta i bruk programmet.

For at prosjektdeltakerne skal stole på modellen må den være oppdatert til enhver tid. Dette er en utfordring fordi prosjekterende prosjekterer i andre programmer. IFC-filen må dermed lastes inn manuelt av funksjonærer. Dette kan ta tid og kan føre til at gamle modeller blir brukt som utgangspunkt for nye planer. Et tiltak mot dette er å opprette faste rutiner for varsling mellom entreprenør og prosjekterende dersom modellen har blitt endret på.

En utfordring mange peker på er behovet for opplæring og BIM-koordinator på prosjektet. Opplæring er tidkrevende, og tid har vært en kritisk faktor. Mange av informantene har ikke hatt tid til å lære seg programmet. Dette har gått utover bruken. Gode veiledere vil også her legge til rette for at opplæringen går smidigere og at entusiasmen for programmet øker. Det vil i tillegg redusere belastningen på BIM-koordinatoren. Samtlige av informantene drar frem

viktigheten av BIM-koordinatorens myke og harde egenskaper. BIM-koordinatoren fungerer både som en motivator og en kunnskapskilde. Viktigheten av opplæring og BIM-koordinatoren analyseres senere i oppgaven.

En barriere det pekes på er å få den eldre generasjon til å bruke programmet. Dette kan løses gjennom å vise hvilke gevinster som kan oppnås ved bruken gjennom eksempler fra tidligere vellykkede prosjekter. Opplæring er svært sentralt også her.

6.2.3 Observasjon

Gjennom observasjon ble det sett på hvordan Synchro ble brukt i praksis. Dette analyseres i påfølgende underkapitler.

Basmøte

I følge Kapittel 5.3.1 ledet driftslederen møtet. Aktiviteter fra ukesplanen ble slavisk igjennomgått, og eventuelle hindringer og andre kommentarer ble lagt inn i kommentarfeltene. Eksemplene på kommentarer viser at det var statussetting og hindringsanalyser i fokus. Det var lite fokus på HMS-risiko.

4D-modellen ble kun brukt til å manøvrere i bygget for å vise posisjonen til enkeltaktiviteter. Flere av intervjuobjektene mente det bidro til å øke forståelsen.

Flere av bruksområdene kunne vært utnyttet bedre i møtene. Et tiltak for å utnytte tiden bedre kan være at basene rapporterer inn status og hindringer i Synchro på forhånd av møtet. Da kan tiden i møtet brukes mer hensiktsmessig. Flere av 4D-funksjonene kan utnyttes bedre. Tiden kan brukes på ressurs-, rigg, og HMS-risikoplanlegging. Dette kan bidra til å redusere byggetiden og skadefrekvensen.

BIM-kiosk

BIM-kiosken var helt fersk under befaringen, og det ble ikke gjort noen spesielle funn. Datainnsamlingen beskriver designet. Hvordan BIM-kiosken kan bli tatt i bruk og potensielt analyseres og diskuteres senere i oppgaven.

6.2.4 Oppsummering

Dersom man ser på hvordan Synchro fungerer på hele prosjektet «Vitaminveien 11» fungerer programmet dårlig. Prosjektet mislykkes i å involvere alle aktører i samme BIM. Mye av poenget med å planlegge i 4D faller bort på grunn av det lave antallet involverte aktører og prosjektdeltakere. Veidekke stiller ikke krav til at prosjektdeltakerne fra Veidekke eller andre bedrifter skal planlegge i Synchro. Dette kan være en av hovedårsakene til at implementeringen går tregt.

De få på prosjektet som bruker Synchro bruker få av bruksområdene aktivt. Mange av gevinstene faller bort, og programmet fungerer som et substitutt for MS Project. Dette er dårlig utnyttelse av et program med stort potensiale.

Datainnsamlingen og analysen tyder på at prosjektdeltakerne får for lite tid til å lære seg programmet. Det kan være en av hovedårsakene til at få bruksområder benyttes. De som planlegger benytter kun bruksområder de kjenner fra MS Project.

Analyse og diskusjon av hva som må gjøres for at programmet skal fungere bedre adresseres i Kapittel 6.5.

Analysene viser at prosjektdeltakerne trekker frem positive effekter ved Synchro på tross av den begrensede bruken. Datainnsamlingen og analysen tyder på at dette skyldes BIM-koordinatorens kompetanse og entusiastiske tilnærming til programmet. BIM-koordinatoren fungerer som en ildsjel og inspirerer andre til å se gevinster med programmet. Hvordan Veidekke kan bygge videre på dette adresseres i Kapittel 6.5.

6.3 Hvor god er implementeringen av Synchro i Vitaminveien 11?

Implementeringen er vurdert ut i fra de seks prosesselementene som ble presentert i Kapittel 3.5.8.

6.3.1 Behov og hensikt

Hensikten med å benytte Synchro i produksjon er forplantet nedover i Veidekke til prosjektdeltakerne på Vitaminveien 11. Som det fremgår fra intervjuene i datainnsamlingen er prosjektdeltakerne i stor grad enige om at hensikten med Synchro er å øke forståelsen for hva som skal bygges og bedre prosessene rundt selve byggingen. Synchro skal hjelpe med å

6 Analyse og Diskusjon

forbedre elementer som planlegging, kommunikasjon, samarbeid og involvering samtidig som det blir lettere å HMS-risikostyre.

Spørreundersøkelsen som ble besvart av representanter i hele organisasjonen viser at representantene ser behovet for 4D-planlegging. Vedlegg A viser at 76,6 prosent av representantene har sett verdien av 4D eller tror det er verdifullt. 20,1 prosent av representantene hadde ikke vurdert bruken. I tillegg ble det målt høy grad av enighet i forbindelse med opplistede påstander i figur 43.

6.3.2 Mål

I følge Kapittel 3.5.8 bør målsetninger være både konkrete og overordnede, samt tydelig formulerte og formidlede. Datainnsamlingen viser varierende svar på dette prosesselementet. Det er mangel på konkrete og tydelige mål for implementeringen av Synchron. Målene intervjuobjektene kommuniserer, som å oppnå raskere gjennomføring, lavere kostnader, høyere kvalitet og færre HMS-hendelser forbundet med bygging, ligner mer på hensikter med implementeringen. Det eneste tallfestede målet er null alvorlige skader innen 2020. Dette målet er et overordnet mål for Veidekke som organisasjon, og ikke et konkret mål for implementeringen av Synchron. Flere av intervjuobjektene visste heller ikke hva målsetningen for implementeringen var. Dette viser at de eventuelle målsetningene er dårlig formidlet.

6.3.3 Forankring

Kapittel 3.5.8 påpeker at alle involverte aktører er tilsluttet rundt mål, strategier og tiltak som iverksettes er viktig for å mobilisere rundt innovasjonsforsøk. Ut i fra intervjuene og spørreundersøkelsen virker det som om strategien om å benytte Synchron i produksjon er godt forankret. Både i Vitaminveien 11 og ellers i organisasjonen. Det virker som om alle ser potensialet i å benytte programmet i byggeprosessen. På tross av dette tror mange av intervjuobjektene at det er en utfordring å få alle prosjektdeltakerne med på bruken av programmet. Det må derfor gjøres en grundig jobb for å motivere prosjektdeltakerne. Spesielt fagarbeidere og eldre kan være en utfordring. BIM-koordinatoren på prosjektet er personen som prøver å motivere andre ansatte til å benytte Synchron i større grad.

6.3.4 Samarbeid og involvering

I følge Kapittel 3.5.8 bør alle krefter i prosjektet engasjeres i endringene for å gjennomføre de på en effektiv måte. På Vitaminveien 11 er det foreløpig bare funksjonærer som bruker

6 Analyse og Diskusjon

programmet, og bruken styres av egeninteresse fra prosjektdeltakerne. Underentreprenører, baser og fagarbeidere er i kontakt med Synchrono kun gjennom møter, BIM-kiosker og pdf-filer. Et av formålene med Synchrono er å involvere samtlige aktører i prosjektet i samme program. Dersom dette ikke utnyttes kan mange av gevinstene falle bort. Denne utfordringen analyseres og diskuteres nærmere under forskningsspørsmålet «Hvordan kan funksjonene til Synchrono utnyttes videre i Veidekke?».

6.3.5 Ressurser

Tilstrekkelig tid, økonomi og kompetanse er viktige kriterier for å oppnå en vellykket implementering av Synchrono. Av intervjuene kommer det frem at de økonomiske midlene er tilstrekkelige. Prosjektet får midler til innkjøp av utstyr og lisenser.

Det er få på prosjektet som har høy kompetanse i Synchrono. Det er en superbruker på prosjektet (BIM-koordinator) som tilrettelegger og svarer på spørsmål. Andre funksjonærer som benytter programmet har kun elementær kompetanse. UE, baser og fagarbeidere har liten eller ingen kompetanse. Funksjonærene har vært på kurs i Synchrono, men det som læres må praktiseres i hverdagen for å unngå at det blir glemt.

Det er usikkert om det er tilstrekkelig endringskompetanse i prosjektet. Kapittel 3.5.8 viser at dårlig formulerte mål og lav involveringsgrad fra berørte parter er eksempler på lav endringskompetanse. Dette er tilfellet for Vitaminveien 11.

Tid er den mest kritiske ressursen på Vitaminveien 11. Nesten samtlige av intervjuobjektene begrunner liten kompetanse med lite tid satt av til opplæring og bruk av programmet. Funksjonærene har som regel lite tid til å utforske programmet på grunn av fullbookede dager. Funksjonærene bruker dermed Synchrono som et tradisjonelt fremdriftsplanleggingsprogram, mens visualisering og andre bruksområder benyttes av BIM-koordinatoren.

Kompetansen og bruken av programmet bærer preg av det er ildsjelsbasert. BIM-koordinatoren kan regnes som en ildsjel og er viktig for opplæring og motivering av andre prosjektdeltakere. Effekten av ildsjelers arbeid avhenger av det foregår i et miljø som legger til rette for og verdsetter innsatsen som gjennomgått i Kapittel 3.5.8. I intervjuene blir viktigheten av ildsjelens innsats på Vitaminveien 11 fremhevet av alle intervjuobjektene. Ildsjelen hadde i tillegg stor frihet til å forske og prøve ut nye ting i Synchrono. Dette tyder på at effekten av ildsjelens arbeid er høy på prosjektet.

6.3.6 Oppfølging

I følge kapittel 3.5.8 er toppledelsens engasjement viktig for fremdriften i utviklingsprosjekter. Intervjuene viser at strategien er godt forankret i Veidekkes toppledelse, men når det kommer til oppfølging er det kun BIM-koordinatoren som rapporterer oppover om bruken av Synchro. Resterende prosjektdeltakere rapporterer lokalt i prosjektet til BIM-koordinator. På grunn av at implementeringen av Synchro er i startfasen er denne oppgaven den første evalueringen av programmet.

Ved at BIM-koordinatoren er på seminarer med representanter fra andre prosjekter foregår det en form for erfaringsoverføring. Dette er positivt for implementeringen, og BIM-koordinatorene kan se eksempler der Synchro er benyttet. Deltakerne kan ta lærdom av både positive og negative erfaringer. Seminarene gjennomføres omtrent en gang i året. De kunne med fordel vært oftere.

6.3.7 Oppsummering

Prosjektdeltakerne er samlet om behovet og hensikten med implementeringen. Strategien er godt forankret både hos prosjektdeltakerne og ledelsen. Det er tilstrekkelig med økonomi til utviklingsarbeidet på prosjektet.

Målsetningene med implementeringen på lengre sikt bør formuleres og kommuniseres på en mye tydeligere måte. Dette vil gi prosjektdeltakerne konkrete mål å strekke seg etter. Mangel på konkrete og tydelige mål kan føre til at implementeringen tar lang tid eller renner ut i sanden. Veidekke må sette tydelige mål både på kort og lang sikt for å motivere prosjektdeltakerne.

Det er få prosjektdeltakere som har kompetanse i programmet og bruker det i hverdagen. Dette kan i stor grad skyldes at det ikke er lagt inn tid til opplæring og utforskning av programmet på individnivå. Dette kan føre til at implementeringen tar lengre tid enn forventet.

Ildsjelen er som sagt veldig viktig for prosjektet, men det kan hende at det er for lite med en ildsjel på et prosjekt i milliardklassen. Spesielt når ildsjelen har en annen stilling på prosjektet i tillegg. Dette er sannsynligvis hovedgrunnen til at Synchros 4D-funksjoner kun benyttes på «Bolig». For å få med hele prosjektet kan det være nødvendig med flere BIM-koordinatorer. På grunn av at Synchro er i startfasen på prosjektet er det for tidlig å si noe om oppfølgingen.

6 Analyse og Diskusjon

Dersom man ser på implementeringsprosessen av Synchro på hele prosjektet «Vitaminveien 11» har det vært en treg prosess. Datainnsamlingen og analysen viser at dette kan ha sammenheng med at det mislykkes med flere av prosesselementene. Ledelsen i Veidekke har kanskje ikke satset nok på Synchro, og dette vises på Vitaminveien 11. Fraværende målsetninger, lite involvering blant prosjektdeltakerne og lite oppfølging fra ledelsen gir en dårlig grobunn for endringsprosessen. Resultatet er en treg implementeringsprosess der planleggingsprosesser fra tidligere prosjekter gjentas fremfor å planlegge i 4D.

Byggebransjen er motstandsdyktig mot endringer og små tiltak er ikke nok for å endre aktørers tilnærming til planlegging. Hva som må gjøres for å få opp farten på implementeringsprosessen adresseres i Kapittel 6.5.

6.4 Hvordan legge Synchro til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging?

Dette forskningsspørsmålet er besvart med å først analysere og diskutere interaksjoner mellom Synchro og Lean-prinsipper. Deretter analyseres og diskuteres det hvordan Synchro tilrettelegger for Involverende Planlegging.

6.4.1 Interaksjoner mellom Synchro og Lean-prinsipper

Gjennom datainnsamling og funn har forfatterne av oppgaven funnet åtte Synchro-egenskaper som tilrettelegger for utvalgte Lean-prinsipper. Synchro-egenskapene er tilredegjort for i Kapittel 5 og Lean-prinsippene i tabell 9. Tabell 22 er en interaksjonsmatrise mellom Synchro-egenskaper, på venstre kolonne og Lean-prinsipper, på øverste rad. Hver interaksjon i tabellen er nummerert og videre beskrevet i tabell 23. For eksempel viser interaksjon nr. 2 hvordan Synchro-egenskapen «Visualisering av byggverket» tilrettelegger for Lean-prinsippene «Redusere variabilitet» og «Visuell styring».

Interaksjonsmatrise

Tabell 22 Interaksjonsmatrise av Synchro-egenskaper og Lean-prinsipper

Lean-prinsipper	Synchro-egenskaper	Involvere flere deltakere	lærende organisasjon	Redusere variabilitet	Redusere syklustid	Øke fleksibilitet	Standardisering	Visuell styring	Gå å se selv	Benchmarking
Visualisering av byggverket			2					2	1	
Kontroll på fremdrift og data								3		
Møtepunkt	7									
Rask visualisering og simulering av planer og tilgang på prosjektdata				13	10			13 12		
Rask generering av informasjon			11	11						
Rask og sikker oppdatering av informasjon			8							
Elektronisk kommunikasjon				6	5	4			9	
Lagre, bruke og videreføre data		14					14			15

I tabell 23 er hver interaksjon beskrevet med funn fra forskning og presentert teori som grunnlag. Interaksjonene som er trukket frem er de mest relevante for oppgaven og presentert som positive hypoteser. Interaksjonene er ikke rangert etter viktighet, men bør leses i rekkefølge.

Interaksjoner*Tabell 23 Forklaring av interaksjonsmatrisen*

Nr.	Beskrivelse av interaksjon
1	Synchro kombinert med virtuell reality (VR) gir prosjektdeltakerne muligheten til å besøke byggeplassen fra hvor som helst. Det vil gi prosjektdeltakerne bedre forståelse for hva sluttproduktet skal bli gjennom «Gå å se selv»-prinsippet.
2	Visualisering av byggverket vil gjøre det enklere for prosjektdeltakerne å oppdage feil og mangler med BIM-modellen før faktisk produksjon. Det vil redusere variabiliteten med mindre andel produksjonsfeil, samt gi visuell styring til prosjektdeltakerne.
3	Aktiviteteene beskrevet i programmet inneholder informasjon om startdato, varighet, hvem som er ansvarlige, ressurser og område på byggeplassen aktiviteten skal utføres på. Samtidig er sanntids statusoppdatering og rapportering for hver aktivitet tilgjengelig i Synchro, som tilrettelegger for bedre visuell styring og kontroll av prosjektet.
4	Elektronisk kommunikasjon via SWP gir prosjektdeltakerne tilgang på oppdatert informasjon i sanntid. Dette kan standardiserer måten det hentes informasjon på for involverte aktører.
5	Prosjektdeltakerne kan hente ut nyeste informasjon fra flere ulike maskinvarer på byggeplassen som BIM-kiosk, nettbrett og mobil. Dette gir prosjektdeltakerne flere kommunikasjonskanaler og øker dermed fleksibiliteten opp mot utførelsen.
6	Med Synchro er det mulig å elektronisk kommunisere informasjon om aktiviteter direkte fra kontoret til byggeplassen, og motsatt. Det gir, som beskrevet i Kapittel 3.2.2, toveiskommunikasjon mellom prosjektdeltakerne. Det kan blant annet rapporteres om aktivitetsstatus som PPU, ressursbruk, feil, forsinkelser og mangler direkte i programmet med statusoppdateringer, egendefinerte meldinger og bilder. Det gjør at prosjektdeltakerne slipper ikke-verdiskapende aktiviteter som å skrive ut, distribuere og hente dokumenter. Dette vil redusere syklustid.
7	Synchro kan bli brukt som et møtepunkt for prosjektdeltakerne for å diskutere fremdrift og utfordringer. Programmet kan brukes som møtepunkt i formelle møter, som operative møter, og i uformelle møter ute på byggeplassen. I denne sammenhengen er Synchro et verktøy som blir brukt som en digital tavle. Bruk av digital tavle vil, som beskrevet i Kapittel 3.2.2, berike kommunikasjonen. Dette vil øke kvaliteten på beslutningene med å involvere flere deltakere i planleggingen.
8	Rask og sikker oppdatering av prosjektdata minker sannsynligheten for at prosjektdeltakere bruker utdatert informasjon. Synchro reduserer dermed variabiliteten.

6 Analyse og Diskusjon

9	Synchro tilrettelegger for smidigere oppfølging og kontroll av fremdrift og ressursbruk, med høyere kvalitet. Programmet tas med rundt på byggeplassen og sammenlignet direkte med produksjonen. Dette legger til rette for «gå å se selv» - prinsippet.
10	Simulering i Synchro gjør det enklere å se hvilke påvirkninger uforutsette eller potensielle hendelser, som designendringer på 3D-modellen, har på fremdriftsplanen. Dette vil gjøre planleggingen mer fleksibel med at evnen til å møte endringer forbedres.
11	Informasjonen som legges inn i Synchro kan blant annet brukes til å generere kritisk linje og kostnads- og ressursestimater. Det vil gi mer nøyaktige estimater på kortere tid, i forhold til hvis det skulle vært gjort av prosjektdeltakere. Det luker i tillegg ut store deler av menneskelige feil. Ved endringer i informasjonen genereres nye resultater umiddelbart. Prosjektdeltakerne får dermed tilgang til sikker og nøyaktig informasjon. Dette forbedrer flyten i prosjektet ved at det reduserer variabilitet og syklustid.
12	Ved å simulere aktiviteter i Synchro kan ujevn allokering av ressurser, materialer og arbeidsoppgaver oppdages enklere. Det legger til rette for visuell styring av byggeprosjektet.
13	Synchro kan simulere rigg- og logistikkutfordringer på byggeplassen. Det er mulig å visuelt plassere midlertidig utstyr, som kraner og materialer, i fremdriftsplanen. Det bidrar til at prosjektdeltakerne har rett utstyr til rett tid, og vil forbedre effektiviteten på byggeplassen. Det legger til rette for visuell styring, og redusert ventetid mellom aktivitetene. Det vil korte ned syklustiden.
14	All informasjon som legges inn i Synchro i løpet av et prosjekt, og alle endringer som har blitt gjort, lagres i <i>sky</i> . Ved hjelp av verktøy for Big Data kan denne informasjonen struktureres og brukes. Dette gjør det mulig for prosjektdeltakere å hente informasjon fra tidligere byggeprosjekter av samme type. Det vil standardisere planleggingsprosessen, og bidra til mer effektive erfaringsoverføringer av høyere kvalitet. Dette er et steg mot å bli en lærende organisasjon.
15	Ved at all informasjon lagres i <i>sky</i> kan prosjekter sammenlignes med hverandre på en enklere og mer nøyaktig måte. Det vil legge til rette for benchmarking av høy kvalitet innad i organisasjonen.

Det kommer frem av interaksjonsmatrisen at egenskapene til Synchro kan legge til rette for utvalgte Lean-prinsipper. Som analysert og diskutert i Kapittel 6.2 er det mange av Synchro-egenskapene som ikke utnyttes. Ved å utnytte Synchro på en bedre måte vil flere av Lean-prinsippene komme til uttrykk i Vitaminveien 11.

6.4.2 Synchro og Involverende Planlegging

I dette kapittelet gjøres det rede for hvordan Synchro tilrettelegger for Involverende Planlegging. Dette gjøres ved å analysere og diskutere hvordan Synchro påvirker de fem hovedelementene i Involverende Planlegging.

Arbeidsdeling i tid

I følge BIM-koordinatoren på prosjektet har det vært vanskelig å fokusere på riktig tidsperiode i operative møter før Synchro ble introdusert. Det førte til unødvendig tidsbruk på lite relevante diskusjoner. Funnene, og Vedlegg E, viser at filtreringsfunksjonen gjør det enklere å filtrere bort aktiviteter og objekter fra 4D-modellen. Det gjør det lettere for prosjektdeltakerne å holde fokus på rett tidshorisont som er en viktig forutsetning for at arbeidsdeling i tid skal fungere.

Hindringsanalyse

Det kommer frem av funnene at hindringsanalyse kan få en sentral rolle i Synchro. At aktiviteter vises på storskjerm i de operative møtene danner et godt grunnlag for å kontrollere de syv forutsetningene for sunne aktiviteter i fellesskap.

I Vedlegg F beskrives det hvordan hindringsanalyse i operative møter ved bruk av Synchro skal gjennomføres. Her beskrives programmet som et kontrollpunkt for aktivitetene. Usunne aktiviteter sendes ikke nedover i plannivåene, og aktivitetene adresseres med kommentarer og tiltak. Synchro øker dermed kontrollen på hvilke aktiviteter som er sunne og usunne. Det vil i følge Kapittel 4.2.2 føre til bedre flyt i prosjektet.

HMS-risikostyring

Flere av intervjuobjektene mener at HMS-risikostyring forenkles ved bruk av Synchro. Som analysert og diskutert tidligere kan aktiviteter visualiseres og simuleres. Dette gjør det mulig å finne og adressere risikoer før aktivitetene utføres. Funnene viser at dokumenter som SJA kan linkes til aktiviteter via URL-linker. Det vil gjøre SJA lettere tilgjengelig for de som skal utføre aktiviteten.

Aktiviteter som medfører for høy risiko skal markeres i programmet sammen med risikoreduserende tiltak. Aktiviteter med høy risiko sendes ikke ned i plannivåene uten at risikoreduserende tiltak har blitt kommentert og gjennomført.

Planstruktur

Som gjort rede for i Kapittel 4.2 baserer den operative planleggingsmetodikken seg på faste plannivåer. Kapittel 5.1.1, og Vedlegg E, beskriver funksjonen Navigator som kan brukes til å filtrere ut planer og objekter i 4D-modellen. Ved å legge inn planstrukturen til IP som grunnlag i programmet kan hver aktør se sine egne hovedområder samtidig som de ser informasjon fra andre aktørers hovedområder. Synchrono tilrettelegger dermed for å holde planstrukturen lik for alle gjennom hele prosjektet dersom det blir gjort endringer – og det blir det.

Møtestruktur

Den operative planleggingsmetodikken baserer seg i tillegg på en fast møtestruktur. Møtene har som hensikt å gjennomgå, kontrollere og oppdatere planene fra planstrukturen. Kapittel 4.2.5 viser at planene må oppfylle visse krav før de slippes ned til neste nivå. Med filterfunksjonene tilrettelegger Synchrono for å kontrollere dette.

Beslutninger som tas og oppdateringer som gjøres i møtene påvirker utformingen av planene. Det er derfor viktig at beslutninger og endringer formidles på en rask og oversiktlig måte. Som tilreddegjort for i Kapittel 3.6 Synchrono kobler SWP plattformene PRO, SITE, SCH, OVR og andre tredjeparts programmer sammen for å oppdatere endringer i prosjektdata raskt og sikkert. Informasjon kan legges direkte inn i programmet under møtene. Dette sikrer at ingen informasjon går tapt. Det vil i tillegg føre til at beslutninger fra ulike møter formidles nedover i planstrukturen og deles med alle involverte.

6.5 Hvordan kan funksjonene til Synchrono utnyttes videre i Veidekke?

Dersom Veidekke skal høste store gevinster fra å planlegge i 4D må Synchrono brukes mer omfattende og hensiktsmessig. Det er mange av bruksområdene som utnyttes dårlig eller ikke benyttes. Som nevnt i Kapittel 3.2.2 har flere studier avdekket at god kommunikasjon er et av de viktigste suksesskriteriene for vellykkede byggeprosjekter. Synchrono fungerer som en toveis kommunikasjonskanal og har potensiale til å påvirke måten det kommuniseres på i produksjonsfasen. Med at informasjon lagres, fremstilles og sendes på en tydeligere og sikrere måte kan prosjektdeltakerne kommunisere bedre.

Graden av suksess på mange av karakteristikkene til lærende organisasjoner styres av organisasjonsmodellen og ledelsen. Suksessgraden på andre karakteristikk kan påvirkes av

6 Analyse og Diskusjon

riktig implementering og bruk av digitale verktøy. Ved å utnytte Synchronos funksjoner kan Veidekke bli en lærende organisasjon i større grad.

Som skrevet i kapittelet om modenhet av BIM er Level 3 BIM «den hellige gral». Synchrono legger til rette for at alle aktører kan jobbe i samme modell. Modifiseringene oppdateres umiddelbart på alle plattformen, og risikoen for avvikende informasjon er eliminert. Dersom dette blir brukt riktig er det store steg mot BIM Level 3.

I de to neste underkapitlene analyseres og diskuteres det hvordan Veidekke kan implementere og utnytte Synchronos funksjoner i større grad, og på en mer hensiktsmessig måte. På prosjektnivå, med Vitaminveien 11 som case, og på organisasjonsnivå.

6.5.1 Prosjektnivå

Mange av informantene mener nøkkelen til gevinstrealisering er å øke bruken. Praktisk sett betyr det å få flere av prosjektdeltakerne til å bruke Synchrono, og å få de som bruker programmet til å bruke det i større grad. Intervjuobjektene mener Veidekke må score høyere på flere kriterier dersom Synchronos funksjoner skal bli utnyttet maksimalt. Avsnittene under diskuterer ulike kriterier Veidekke må jobbe med på prosjektnivå fremover.

Som nevnt tidligere er det hensiktsmessig at alle aktører på prosjektet bruker Synchrono til en viss grad. Dette gjelder byggherre, funksjonærer, baser, fagarbeidere, underentreprenører, underleverandører og prosjekterende. At alle bruker samme informasjonskanal og planlegger i samme program fører til en mer samkjørt informasjonsflyt. Fremdriftsplanene til ulike aktører kan koordineres på en bedre måte. Dette gagnar prosjektet. Endringer blir kommunisert forttere ut, og fremdriftsplanene kan optimaliseres på en bedre måte. Alle disse elementene vil korte ned byggetiden.

Hvor mange underleverandører det er hensiktsmessig å involvere er en vurderingssak. De er kanskje ikke nødvendig å involvere underentreprenører som er innom i en måned. Men underentreprenører som ukentlig er innom kan med fordel benytte Synchrono. Alle som er innom byggeplassen kan hente gevinster av å sjekke aktiviteter i programmet på forhånd, samt risikoer og forutsetninger forbundet med aktiviteten.

Dersom baser begynner å benytte Synchrono i større grad kan det føre til at basemøter forløper mer smidig og effektivt. Baser kan gjøre seg kjent med aktiviteter før møtene, og legge inn

6 Analyse og Diskusjon

informasjon i Synchro på forhånd. Baser kan også kontrollere og statussette fremdriften fra byggeplassen.

Synchro brukes foreløpig kun i basmøter. I følge informantene kan det hentes gevinster fra å benytte programmet i alle møter som har med planlegging og gjøre. 4D-modellen fungerer som et godt diskusjonsgrunnlag og øker forståelsen

For å øke bruken på bas- og fagarbeidernivå er det sentralt å få ut BIM-kiosker og nettbrett på byggeplassen. Som adressert under Kapittel 3.5.7 er det oppdaget positive effekter ved bruk av BIM-kiosker på byggeplass tidligere, hos entreprenøren Skanska. Informantene ved Vitaminveien 11 tror det er veien å gå, og bekrefter at BIM på byggeplass øker forståelsen for hva som skal bygges. Ved å gi baser og fagarbeidere tilgang til SITE og OWR fra byggeplassen vil terskelen for å bruke programmet bli mindre.

For at sluttbrukerne skal stole på programmet er det viktig med korrekte modeller som underlag. Dette sikres gjennom at Synchro synkroniserer endringer umiddelbart. Prosjekterende bruker som nevnt ikke Synchro foreløpig. Dermed må BIM-koordinator på prosjektet oppdatere modellen i Synchro selv når prosjekterende overleverer en revidert IFC-fil av bygget. Dette kan føre til at den nye informasjonen forsinkes. Dersom prosjekterende bruker Synchro kan den endrede IFC-filen legges direkte inn.

For å sikre at BIM-kioskene og nettbrettene blir brukt er det nødvendig å få alle aktører til å forstå gevinstene med bruken. Dette fører til at alle trekker i samme retning. Av intervjuene kommer det frem at flesteparten forstår hensikten med å benytte det og at forankringen er god. Det er uansett nødvendig å fortsette forankringsarbeidet for å øke hastigheten på implementeringsprosessen.

Det kommer frem av datainnsamlingen at Synchro har flere bruksområder enn de som er benyttet på Vitaminveien 11. For å få full utnyttelse av programmet er det sentralt at alle hensiktsmessige funksjoner benyttes. Datainnsamlingen viser at ressursplanlegging ikke benyttes til det fulle grunnet lite tid og usikkerhet rundt om det er verdt å bruke tid på. Dersom ressursplanlegging blir benyttet gir det store mengder informasjon til programmet. Denne informasjonen er sentral for å evaluere prosjektet, og for å legge til rette for erfaringsoverføring med Big Data. Det er en investering av tid og penger å ressursplanlegge i Synchro, og det er som sagt, av informantene, usikkert om det er lønnsomt på prosjektnivå. Gevinstene på organisasjonsnivå kan derimot være av betydelig størrelse ved at det legger til rette for

6 Analyse og Diskusjon

erfaringsoverføringer av høy kvalitet. Kapittel 3.2.1 viser at kontinuerlig forbedring og erfaringsoverføringer er viktige karakteristikker som lærende organisasjoner innehar. Dette blir utdypet i neste underkapittel.

Avviksføring for HMS-hendelser og utført arbeid foregår i et annet program. Dette fører også til at nyttig informasjon som kunne vært lagt inn i Synchro går tapt. Dersom dette ble gjort i Synchro ville grunnlaget for erfaringsoverføringer vært større.

Av datainnsamlingen kommer det frem at det er utfordringer knyttet til den femte dimensjonen av BIM. Dersom utfordringene løses, og informasjon om priser og kostnader overføres til Synchro, kan den femte dimensjonen realiseres. I følge informantene kan mange underentreprenører og masse innleie føre til ytterligere utfordringer. Det vil uansett bære med seg verdifull data dersom det planlegges i 5D på byggeplass. Informasjon om kostnadsoverskridelser og årsaker kan brukes sammen med all annen data og være nyttig inn mot erfaringsoverføring innad i Veidekke.

Planlegging i 4D åpner for en ny måte å planlegge på. I følge datainnsamlingen utarbeides 3D-modellen og fremdriftsplanen separat, før de kobles i Synchro. Fremdriftsplanen utarbeides på tradisjonell måte. For å optimalisere denne prosessen kan det være hensiktsmessig å snu den. Det første som bør gjøres før det skal planlegges er å importere 3D-modellen. Deretter bør fremdriftsplanen utarbeides etter, og i samsvar med, 3D-modellen. Dette vil føre til en mer samkjørt fremdriftsplan og 3D-modell. Utfordringer med fremdriftsplanen kan oppdages underveis i planleggingen. Aktiviteter kan lages direkte fra objektene i modellen. Dermed slipper planleggeren en ekstra runde med å koble aktiviteter og objekter i ettertid. Denne måten å gjøre det på kan føre til betydelige tidsbesparelser og høyere kvalitet på fremdriftsplanen.

6.5.2 Organisasjonsnivå

Informantene mener Veidekke kan gjøre mye som organisasjon for å bidra til større utnyttelse av Synchro. Som gjort rede for i kapittel 3.5.8 er det sentralt at hele organisasjonen beveger seg i samme retning. Dette er en av grunnpilarene til lærende organisasjoner; Å skape felles visjoner.

Informantene var samstemte om at opplæring er av essensiell betydning for å øke bruken av Synchro. Som skrevet i teoridelen har byggebransjen motstand mot ny teknologi. God opplæring er med på å minske barrieren. Spørreundersøkelsen fra dokumentstudiet viser at mange av de som ikke bruker Synchro ønsker å lære seg det, og mange av de som bruker det er

6 Analyse og Diskusjon

fornøyde. Vedlegg A viser at 66,9 prosent av de som benytter det mener det er et bra eller veldig bra planleggingsverktøy. Kun 0,7 prosent mener det er dårlig eller veldig dårlig.

Mange av informantene pekte på kompetanseheving i organisasjonen, opplæring, kursing og å sette av tid til opplæring som viktige steg for å øke implementeringshastigheten. Figur 91 i datainnsamlingen viser at flesteparten av respondentene i spørreundersøkelsen ønsker intern opplæring i Synchro. Det vil si kursing gjennom Veidekke. Fra intervjuene kommer det frem at Veidekke tilbyr interne kursdager for funksjonærer. Det kan være hensiktsmessig å gjøre kursene mer omfattende. Det kan gjøres ved å inkludere flere prosjektdeltakere på kursene, og å ha de oftere.

Flere av informantene mener underentreprenører bør være med på Synchro-bruken. Dette går på samarbeid og involvering. For å klare dette er det to alternativer: Veidekke kan lære de opp, eller det kan være et krav under kontrahering. Dersom Veidekke tar ansvar for opplæringen vil det koste ressurser, men opplæringen blir tilpasset Veidekkes prosesser og metoder. Dersom opplæring blir et krav under kontrahering spares ressursene, men det blir usikkerhet knyttet til kompetansenivået. En hybridversjon kan være den beste løsningen. Da kommer underentreprenører inn med forkunnskaper som kan prosjektilpasses.

Mye av den interne opplæringen må foregå på byggeplassen. Samtlige av informantene fra Vitaminveien 11 mener at superbrukeren (BIM-koordinatoren) er svært sentral. Både for opplæring, utvikling og motivering. For å få flere prosjekter til å bruke Synchro er det essensielt å ha nok BIM-koordinatorer. På Vitaminveien 11 er det bare en BIM-koordinator, som i tillegg har en annen stilling. Som diskutert tidligere kan det være en av årsakene til den trege implementeringen.

På bakgrunn av datainnsamlingen kan det slås fast at tid har vært en akilleshæl for Synchro ved Vitaminveien 11. Mange av informantene skylder på utilstrekkelig tid for å lære seg programmet. Dette er noe ledelsen må adressere for å øke hastigheten på implementeringsprosessen, og for å lykkes bedre med senere prosjekter. Det kan være hensiktsmessig å sette av tid til opplæring på prosjekter der mange av prosjektdeltakerne er ferske i Synchro. Informantene tror dette må komme fra sentralt i organisasjonen.

Implementeringsdelen viser at flere av intervjuobjektene etterlyser tydelige målsetninger med bruken av Synchro. Dette må ledelsen formulere og kommunisere ut på prosjektnivå. Ledelsen i Veidekke har gjort Synchro tilgjengelig for alle prosjekter, men det er ikke stilt krav til at det

6 Analyse og Diskusjon

skal bli brukt. Dersom ledelsen stiller krav til at programmet skal brukes, spesielt på store prosjekter, vil implementeringen foregå raskere med et mer omfattende nedslagsfelt. For å kunne gjøre dette er det viktig at forankringen er god slik at ingen prosjektdeltakere blir presset til å bruke et program de misliker.

Erfaringsoverføring er kanskje det bruksområde i Synchron med størst potensial. Dersom Veidekke blir flinkere på å implementere Synchron i hele organisasjonen kan store gevinster høstes fra å bruke verktøy for Big Data. De enorme mengdene prosjektdata kan struktureres, og deretter sammenlignes med andre prosjekter i organisasjonen. Strukturert prosjektdata kan filtreres og legges inn databaser. Senere prosjekter kan deretter dra stor nytte av dataene. Tidligere utfordringer, typiske aktiviteter som overskrider på tid og kost, HMS-utfordringer og liknende kan brukes i planleggingen av det nye prosjektet. Dersom merking av aktiviteter standardiseres etter ordlister kan dataen filtreres på aktivitetsnivå. Dette vil være til stor nytte.

Teoridelen beskriver at det er av vesentlig betydning å gjøre forankringsarbeid for å spre en endring raskt ut i organisasjonen. For å gjøre dette mener intervjuobjektene at det er essensielt å presentere mulighetene, i form av eksempler fra vellykkede prosjekter, til resten av organisasjonen. Dette må presenteres på en enkel og oversiktlig måte.

Kapittelet «Lærende organisasjon» viser ti karakteristikker for lærende organisasjoner. Utvalgte karakteristikkene opplistet under gjenspeiler mye av det som er skrevet om i dette kapittelet

- Kontinuerlig forbedring av arbeid
- Lærende laboratorier og konstant eksperimentering
- Fri flyt av informasjon vertikalt og horisontalt
- Støttende ledelse og lærende kultur
- Utdanning og trening av hele organisasjonen
- Belønningssystem for læring

Synchron kan tilrettelegge for kontinuerlig forbedring av arbeid, lærende laboratorier, konstant eksperimentering og fri flyt av informasjon vertikalt og horisontalt. De resterende tre karakteristikkene som er trukket frem må utøves sentralt i Veidekke for å danne grunnlaget for at Synchron kan bli en plattform for de tre første. Støttende ledelse og kultur, utdanning og trening av hele organisasjonen og belønningssystem, i forbindelse med Synchron. Ansatte som gjør en grundig jobb for å lære seg Synchron bør bli belønnet.

7 Konklusjon

I dette kapittelet besvares oppgavens forskningsspørsmål ut i analysen og diskusjonen. Det er også presentert forslag til videre arbeid. Oppgaven er skrevet fra en totalentreprenørs perspektiv. Erfaringer fra byggherrer, prosjekterende og leverandører er ikke vektlagt. Synchro er en helt ny måte å planlegge på i Veidekke. Det er derfor et begrenset dataunderlag som er analysert og diskutert. Mange av funnene er likevel overførbare til andre prosjekter og aktører i bransjen. Spesielt til entreprenører som utfører prosjekter med totalentreprise som kontraktsform.

7.1 Hvilke bruksområder har Synchro?

Synchro er et avansert 4D/5D-verktøy og har som formål å forbedre byggeprosessen. Synchro er tiltenkt alle aktører i byggefasen av et byggeprosjekt. All informasjon som legges inn i programmet deles gjennom felles skybaserte plattformer. I tabell 24 er noen programmets bruksområder opplistet.

Tabell 24 Bruksområder Synchro kan brukes til

Bruksområder	
Fremdriftsplanlegging	HMS-risikostyring
Visualisering av fremdrift	Mengdeuttak og innkjøpsplanlegging
Kontrollering av fremdrift og kvalitetssikring	Gjennomføring av møter
Ressursplanlegging	Planlegging i 5D
Rigg- og logistikkplanlegging	Erfaringsoverføring med Big Data

7.2 Hvordan fungerer Synchro på Vitaminveien 11?

Kapittel 5 og 6 viser at det er få personer på Vitaminveien 11 som benytter Synchro aktivt i hverdagen. Dette fører til at programmet fungerer dårlig og mange av de potensielle gevinstene faller dermed bort. Oppgaven viser likevel at det fremkommer noen positive effekter forbundet med bruken. Programmet bidrar til å øke forståelsen av det som skal bygges, og fremdriftsplanen berikes ved at den kobles med 3D-modellen. For å realisere flere positive effekter er det nødvendig å gjøre en del tiltak på prosjektet. Tabell 25 oppsummerer positive effekter som har fremkommet og utfordringer som må løses for å realisere flere gevinster. De positive effektene er kategorisert ut i fra hvilken parameter av tid, kvalitet og kostnad de påvirker mest. Flere av effektene har nedslagsfelt som berører flere kategorier. Effektene og utfordringene er opplistet i tilfeldig rekkefølge.

7 Konklusjon

Tabell 25 Positive effekter og utfordringer med bruken av Synchro på Vitaminveien 11

Positive effekter		
Tid	Kvalitet	Kostnad
Bedre allokering av ressurser ut i fra hvor i bygget det jobbes, og ikke jobbes	Til enhver tid oppdaterte fremdriftsplaner og tegninger	Mindre utskrift og distribusjon av papir
Mindre tidsbruk på utskrift, koordinering og henting av papir	Tydelig nedstrøms informasjon til alle aktører	Kortere byggetid fører til reduserte kostnader
Hele verdikjeden er bevisst på hva forsinkelser betyr for fremdriften	Kan tas med ut på byggeplassen	
Planlegging med fokus på utførelse	Færre språkbarrierer og feiltolkninger	
Feil oppdages raskere	Bedre kommunikasjon	
Problemer løses raskere	Økt grad av involvering	
Effektiv hindringsanalyse	Færre menneskelige feil	
Bedre samarbeid	Økt forståelse	
Kontinuerlig statussetting	Smidig kvalitetssikring	
Enkel utregning av PPU	All informasjon bevares	
Utfordringer		
Tar mye datakraft	Tidkrevende å koble aktiviteter og objekter manuelt	
Avansert og mange knapper	Tidkrevende å sette seg inn i	
Få på prosjektet som benytter seg av det	Lite kompetanse på prosjektet	
Behov for opplæring	Behov for BIM-koordinator på prosjektet	
Lite tid til opplæring	Motstand blant de eldre	

Bruken av Synchro i møter har som diskutert forbedringspotensialer. Ved å involvere flere aktører i bruken av programmet tilrettelegges det for at flere av bruksområdene kan benyttes.

7.3 Hvor god er implementeringen av Synchro på Vitaminveien 11?

Kapittel 5 og 6 viser at prosjektets mislykkede tilnærming til flere av prosesselementene påvirker hastigheten og kvaliteten på implementeringen av Synchro negativt. Fraværende målsetninger, lite involvering blant prosjektdeltakerne og lite oppfølging fra ledelsen kan være hovedgrunnene til den trege implementeringen.

7.4 Hvordan legger Synchro til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging?

Kapittel 6 viser at interaksjonene mellom Synchro-egenskaper og Lean-prinsippene kan legge til rette for å ta i bruk Lean-prinsipper i produksjonsfasen av byggeprosjekter. Hovedfunnene

viser at riktig bruk av Synchro kan involvere flere aktører, bidra til økt visuell styring, redusert variabilitet og syklustid. Ved at informasjon lagres i programmet kan det benchmarkes og erfaringsoverføres på en mer nøyaktig måte.

Synchro har potensiale til å forbedre prosessene rundt Involverende Planlegging. Funksjonene programmet tilbyr legger til rette for at alle fem hovedelementer i IP vektlegges. Ved å integrere Synchro som en naturlig del av IP kan Veidekke høste store gevinster. Potensialet er at byggetiden gjennomføres med høyere kvalitet på kortere tid, men høyere fokus på HMS-risikoer. Dette vil føre til kostnadsreduksjoner.

7.5 Hvordan kan funksjonene i Synchro utnyttes videre i Veidekke?

For å høste enda flere gevinster ved bruken av Synchro må funksjonene utnyttes på en bedre måte og av flere aktører. På prosjektnivå er det nødvendig å involvere flere prosjektdeltakere. Dette gjelder byggherrer, funksjonærer, baser, fagarbeidere, underentreprenører, leverandører og prosjekterende. For å øke bruken blant baser og fagarbeidere er det nødvendig å få ut BIM-kiosker og nettbrett på byggeplassen. Flere av funksjonene Synchro tilbyr utnyttes dårlig. Ved å benytte flere funksjoner kan flere gevinster høstes. Det bør legges inn ressurser i Synchro for å øke kvaliteten på fremdriftsplanlegging og erfaringsoverføringer. Avvik bør føres i Synchro av samme grunn. For å optimalisere fremdriftsplanleggingen er det hensiktsmessig å importere 3D-modellen før det planlegges. Deretter bør fremdriftsplanen utarbeides etter, og i samsvar med 3D-modellen.

På organisasjonsnivå er opplæring essensielt. Det er viktig å sette av tid til både organisert og uorganisert opplæring i Synchro. Kapittel 6 viser at intern opplæring er å foretrekke. For å få med andre aktører i prosjekter på Synchro-bruken er det hensiktsmessig å kreve forkunnskaper i kontrakten. Det er i tillegg nødvendig med prosjekttilpasset opplæring underveis. Flere BIM-koordinatorer på store prosjekter og i Veidekke generelt kan være nødvendig for å øke hastigheten på implementeringen.

For å oppnå en raskere implementering med et mer omfattende nedslagsfelt bør ledelsen i Veidekke stille større og tydeligere krav til å bruke Synchro i produksjonsfasen. Det holder ikke at det kun er tilgjengelig for de som ønsker å bruke det. For å høste store gevinster fra erfaringsoverføringer må mange prosjekter benytte programmet. Dersom Veidekke skal utvikle seg som en Lærende Organisasjon er dette veien å gå.

7.6 Forslag til videre arbeid

Planlegging i 4D i produksjonsfasen av byggeprosjekter er en ny måte å gjennomføre byggeprosjekter på. Det er gjort lite forskning på området tidligere, og de faktiske effektene er vanskelige å måle. For å gjøre dette er det nødvendig med et mye større datagrunnlag enn hva som var tilfellet i denne oppgaven. I denne oppgaven er det bare sett på én del av ett prosjekt. Og bare fra en totalentreprenørs perspektiv i produksjonsfasen. For å generalisere resultatene på en bedre måte er det essensielt å hente erfaringer fra prosjekter av ulik type og størrelse. Det hadde også vært interessant å se på prosjekter fra andre land. Dersom erfaringer fra andre land samsvarer med erfaringene i Norge styrker dette resultatet av forskningen.

Før faktiske effekter ved bruk av Synchro kan måles, må det gjennomføres mange prosjekter med verktøyet. Det hadde vært interessant å følge flere Veidekke-prosjekter med Synchro som planleggingsverktøy over en mye lengre periode. Dersom prosjekter som benytter Synchro følges fra start til slutt, og sammenlignes med like prosjekter der Synchro ikke benyttes, kan faktiske effekter måles på en bedre måte.

Synchro er et verktøy som er designet for alle aktører og faser i byggeprosessen. Det hadde derfor vært interessant å utvide omfanget av forskningen til å omfatte aktører som byggherrer, prosjekterende og leverandører, og flere faser i byggefase enn bare produksjonsfasen. For å gjøre dette må forskerne ha mer enn ett semester til rådighet.

Flere av intervjuobjektene trakk frem muligheten for erfaringsoverføring med Big Data. Dette ville vært spennende å se nærmere på. Dersom mange prosjekter med omfattende Synchro-bruk gjennomføres er det naturlig å se på hvilke potensiale som ligger i den oppsamlede prosjektdataen.

Opgaven viser at mange av Synchros funksjoner legger til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging. Dersom dette utnyttes i større grad i Veidekke fremover bør videre arbeid omfatte nærmere undersøkelse av interaksjonene, og om det finnes flere interaksjoner enn forfatterne av denne oppgaven belyste.

Som beskrevet i kapittel 2.8 Alternative metoder kan spørreundersøkelse være en god metode for å måle effekter blant et større antall respondenter. Spørreundersøkelse bør derfor vurderes som metode, ved videre arbeid med dette temaet, dersom en større andel av prosjektdeltakerne involveres i Synchro-bruken i fremtidige Veidekke-prosjekter.

Referanser

- ACES (Director). (2014). *The yearly gathering of public sector property professionals: How to deliver BIM* [Motion Picture]. Retrieved from <http://slideplayer.com/slide/3378904/>
- Amber, S. (2002). *Agile Modeling: Effective Practices for eXtreme Programming and the Unified Process*. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
- Angeltveit, R., Evjen, P., & Haugen, R. (2006). *Coaching, utvikling og ledelse*. Oslo: Akilles.
- Aubert, V. (1985). *Det skjulte samfunn*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Autodesk. (2018). *What is BIM?* Retrieved februar 6., 2018, from <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/what-is-bim>
- Baldwin, A., & Bordoli, D. (2014). *Handbook for Construction, Planning and Scheduling*. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of production control (Doktorgradavhandling)*. Birmingham, United Kingdom: The University of Birmingham. Retrieved from <http://www.leanconstruction.dk/media/15590/ballard2000-dissertation.pdf>
- BNL. (2017, juli 19). *Digitalt veikart: for en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig BAE-næring*. Retrieved 16 februar 2018, from <http://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/brev/2017-02-19-digitalt-veikart-bae-naeringen.pdf>
- Boligprodusentene. (2012, Novemeber). *Boligprodusentenes lanserer BIM Manual versjon 2*. Retrieved from <http://boligprodusentene.no/getfile.php/Dokumenter/BIM-manual%202.0%20Boligprodusentene.pdf>
- Bråthen, K., & Moland, L. (2016). *Samhandlingsfase og BIM på byggeplass: Erfaringer fra Urbygningen ved NMBU (Fafo-rapport 2016:16)*. Fafo. Retrieved from <https://byggmesteren.as/wp-content/uploads/2017/01/20578.pdf>
- Bråthen, K., Flyen, C., Moland, L. E., Moum, A., & Skinnarland, S. (2016). *SamBIM: Bedre samhandling i byggeprosessen med BIM som katalysator (Fafo-rapport 2016:40)*. Fafo. Retrieved from <http://www.fafo.no/images/pub/2016/20602.pdf>
- buildingSMART. (2014a, mai 20). *Standarder*. Retrieved februar 15., 2018, from <https://buildingsmart.no/standarder>
- buildingSMART. (2014b, mai 20). *buildingSMART Datamodell*. Retrieved februar 15., 2018, from <https://buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-datamodell>
- buildingSMART. (2016, november 28). *buildingSMART Proses*. Retrieved februar 15., 2018, from <https://buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-prosess>
- buildingSMART. (2017a, juli 3). *Hva er åpenBIM?* Retrieved februar 15., 2018, from <https://buildingsmart.no/hva-er-apenbim>
- buildingSMART. (2017b, februar 14). *åpenBIM har blitt «Norsk Standard»*. Retrieved februar 15., 2018, from <https://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2016-12/apenbim-har-blitt-norsk-standard>
- buildingSMART. (2017c, april 19). *buildingSMART Dataordbok*. Retrieved februar 15., 2018, from <https://buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-dataordbok>
- Bygg.no. (2015a, September 2). *Byggebransjen er lite innovativ*. Retrieved Mars 3 2018, from <http://www.bygg.no/article/1246344>

Referanser

- Bygg.no. (2015b, mars 1.). *Engelskmenn gir gass og lanserer ny strategi for ekte BIM brukere*. Retrieved 3 mars 2018, from <http://www.bygg.no/article/1228053>
- Bygg.no. (2016a, juli 7.). *Ny teknologi bringer BIM ut på byggeplassen*. Retrieved 8 mars 2018, from <http://www.bygg.no/article/1281677>
- Bygg.no. (2016b, desember 22.). *Veidekke velger 4D*. Retrieved 12 februar 2018, from <http://www.bygg.no/article/1298406>
- Bygg.no. (2017a, oktober 31). *Tønsbergprosjektet vant VM i åpenBIM*. Retrieved 27 februar 2018, from <http://www.bygg.no/article/1331929>
- Bygg.no. (2017b, november 12.). *Bruker 4D på et av Oslos mest spennende byggeprosjekt*. Retrieved 28 januar 2018, from <http://www.bygg.no/annonsorinnhold/1332992?category=content+marketing>
- Bygg.no. (2017c, september 14.). *Veidekke lanserer fleksibel BIM-kiosk*. Retrieved 28 januar 2018, from <http://www.bygg.no/article/1326096>
- Bygg.no. (2018, april 20). *100 Største, 2016*. Retrieved april 28., 2018, from <https://www.bygg.no/100-storste>
- Byggenæring, F. (2015, juni 9). *Ny BIM-manual på trappene hos Statsbygg*. Retrieved from <https://fremtidensbygg.no/artikler/ny-bim-manual-pa-trappene-hos-statsbygg/400585>
- coBuilder. (2016, november 30). *En europeisk BIM-komité*. Retrieved 6 april 2018, from <https://cobuilder.com/nb/hva-er-europas-bim-standarder/>
- coBuilder. (2017, februar 9.). *Big data BIM*. Retrieved 4 mars 2018, from <https://cobuilder.com/en/big-data-bim/>
- Consigli. (2012a, juni 20). *BSN PROSESS 2 Bruk av BIM til visualisering*. buildingSMART Norge. Retrieved from https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/bsnp_2_visualisering_v0.5.pdf
- Consigli. (2012b, juni 20.). *BSN PROSESS 3 - Bruk av BIM til kollisjonskontroll*. https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/bsnp_3_kollisjonskontroll_v0.6.pdf: buildingSMART Norge. Retrieved from https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/bsnp_3_kollisjonskontroll_v0.6.pdf
- Consigli. (2012c, juni 20). *BSN PROSESS 4 - Bruk av BIM i kostnadskalkyle*. buildingSMART Norge. Retrieved from https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/bsnp_4_kostnadskalkyle_v0.5.pdf
- Consigli. (2012d, september 20). *BSN PROSESS 5 - Bruk av BIM til frmedrift og ressursstyring (4D)*. buildingSMART Norge. Retrieved from https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/bsnp_5_ressursstyring_og_fremdrift_v0.5.pdf
- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. 2 utg. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Eikeland, E. (2009). *Skåstreksplanlegging vs Gantt-planlegging for koordinering av flyten i byggverdikjeder (Mastergradavhandling)*. Grimstad: Universitet i Agder. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/52059191.pdf>

Referanser

- Eikeland, P. T. (2001). *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. Trondheim: SiB. Retrieved from <http://pte.no/pdf/TeoretiskAnalyse.pdf>
- Flyvbjerg, B. (2006). *Five Misunderstandings*. Aalborg: Aalborg University. Retrieved from <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1077800405284363>
- Forskningsrådet. (2016, september 13). *I forskningsfronten på involverende planlegging*. Retrieved 19 april 2018, from https://www.forskningsradet.no/prognett-bia/Nyheter/I_forskningsfronten_pa_Involverende_planlegging/1254000766302&lang=no
- Gardiner, P. (2005). *Project Management: Strategic Planning Approach*. New York, NY: Palgrave Machmillan.
- Garvin, D. A. (1993). Building a learning organization. *Harvard Business Review*.
- Grong, L. K. (2013). *BIM i produksjon (Masteravhandling)*. Trondheim: NTNU. Retrieved from https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/232456/644975_FULLTEXT01.pdf?sequence=1
- Halleraker, S. (2014). *Fremdriftsplanlegging i bygg- og anleggsproduksjon: et kompendium for emnet TBA4130 Produksjonsteknikk i BA-prosjekter (Mastergradavhandling)*. Retrieved from https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/233227/755530_FULLTEXT01.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Harstad, E., Lædre, O., Svalestuen, F., & Skhmot, N. (2015). *How Tablets Can Improve Communication in Construction Project*. Perth, Australia: Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/281289777_How_Tablets_Can_Improve_Communication_in_Construction_Projects
- Hart, C. (2001). *Doing a literature review*. London: Sage Publications.
- Ingvaldsen, J., Rolfsen, M., & Finsrud, H. (2012, April 4). Lean organisering i norsk arbeidsliv: slutten på medvikning. 36-44. Retrieved 4 mars 2018, from <https://www.magma.no/lean-organisering-i-norsk-arbeidsliv-slutten-pa-medvirkning>.
- ITpro. (2004, desember 12). *Definisjon: Hva er SQL?* Retrieved april 20, 2018, from <http://itpro.no/artikkel/7162/definisjon-hva-er-sql/>
- Iversen, J. S. (2013). *Produksjonsplanlegging med 4D (Mastergradavhandling)*. Retrieved from http://ibim.no/student/2013_NTNU_Jonas_Soleng_Iversen/2013_NTNU_Jonas_Soleng_Iversen.pdf
- Jackson, B. (2010). *Construction Management: Jump Start*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishin. Inc.
- Kensek, K. M. (2014). *Building information modeling*. New York, NY: Routledge Taylor & Francis Group.
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D., & Ballard, G. (2006). *A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process*. Palo Alto, CA: CIFE, Standford University.
- Khosrowshahi, F., & Arayici, Y. (2012). *Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry*. Manchester: University of Saltford. Retrieved from

Referanser

- http://usir.salford.ac.uk/27319/2/ROADMAP_FOR_BIM_implementation_in_the_UK.pdf
- Kirkehei, I., & Ormstrand, S. S. (2013). *Norsk Epidemiologi*. Retrieved from <https://doi.org/10.5324/nje.v23i2.1635>
- Knutsen, E. (2014). *BIM-Koordinering (Masteravhandling)*. Trondheim: NTNU. Retrieved from <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/232886>
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. California: Stanford University. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.15.9598&rep=rep1&type=pdf>
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Helsinki, Finland: VTT. Retrieved from <https://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2000/P408.pdf>
- Larsen, J. (2014). *Prosjektplanlegging og oppfølging*. Ålesund: Høgskolen i Sør-Trøndelag, TISIP. Retrieved from http://www.aitel.hist.no/fag/_prs/leksjoner/leksjon04.pdf
- Liker, J. K. (2009). *The Toyota Way: Lean for vardsklass*. Malmø: Liber.
- Meland, Ø. H. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen: Suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko (Doktorgradavgavhandling)*. Trondheim: NTNU.
- Mubarak, S. (2010). *Construction Project Scheduling and Control*. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
- NBS. (2017, juli 10). *BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained*. Retrieved februar 17, 2018, from <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>
- NBS. (2018, mars 28). *BIM Levels explained*. Retrieved 10 februar 2018, from <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>
- NESO. (n.d.). *Nordnorsk Enrtreprenørers Service Organisasjon SA*. Retrieved from [neso.no/Global/BAS%20skolen/Samling%201/11Ansvarogrollerbyggeplass.docx](https://www.neso.no/Global/BAS%20skolen/Samling%201/11Ansvarogrollerbyggeplass.docx).
- Nordlie, E. A. (2015). *En introduksjon til Big Data*. Visma.
- NTNU (Director). (2017). *Kildekritikk av artikler: T-O-N-E prinsippet* [Motion Picture]. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=rs5PFX5SIHc>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Pro-Consult. (2018). *BIM-KIOSK*. Retrieved februar 22, 2018, from <http://pro-consult.as/bim-kiosk/>
- Røsdal, T., & Ørstavik, F. (2011). *Kommunikasjon i byggeprosjekter*. Oslo: NIFU.
- Ringholm, T., Aarsæther, N., Bogason, P., & Ellingsen, M. B. (2011). *Innovasjonsprosesser i norske kommuner. Åpninger, pådrivere og mellomromskompetanse*. Tromsø: Norut Tromsø Rapport nr. 2/2011.
- Roald, K. (2012). *Kvalitetsvurdering som organisasjonslæring*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Rolfen, M. (2014). *Lean blir norsk - Lean i den norske samarbeidsmodellen, 1. utgave*. Trondheim: Fagbokforlaget.
- Rolstadås, A. (2011). *Praktisk prosjektstyring*. Trondheim: Tapir akademisk - Forlag.

Referanser

- Rosengarten, G. P. (1999). *The Characteristics, Outcomes and Sources of the Learning Organisation: The Case of Car Component Suppliers in Britain*. London: London School of Economics.
- Rossen, E. (2018, februar 20). *Store norske leksikon*. Retrieved 10 mai 2018, from Brukergrensesnitt: <https://snl.no/brukergrensesnitt>
- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B., & Owen, R. (2010). The interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management-Asce*. Retrieved from <http://usir.salford.ac.uk/9356/>
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen: valg av konsept*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Sandberg, E., Aslesen, S., Stake, S., & Bølviken, T. (2017). HMS-risikostyring integrert i Involverende planlegging. In B. T. Kalsaas, *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (pp. 365-384). Bergen: Fagbokforlaget.
- Sander, K. (2016, 24 februar). *Kunnskapssenteret.com*. Retrieved 29 april 2018, from Kommunikasjonsteori: Et kompendium med de rådende teorier og modeller innen kommunikasjonsfaget: <https://estudie.no/medlemskap/download-info/kommunikasjonsteori/>
- Sandvik, K. O. (2018). *BIM: Fra 3D til 7D*. Retrieved februar 10., 2018, from <http://tonsbergprosjektet.no/bim-fra-3d-til-7d/>
- Senge, P. M. (1999). *Den Femte Disiplin: Kunsten å skape den lærende organisasjon*. New York: Random House Inc.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *A Mathematical Model Of Communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Smoge, K. Y. (2015). *BIM og dokumentasjon Bruk av BIM som en samlende plattform for dokumentasjon av produkt og material (Masteravhandling)*. Trondheim: NTNU. Retrieved from https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2015_ntnu_kristian_ytterdal_smo_ge_bim_og_dokumentasjon.pdf
- SSB. (2018, januar 19). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. Retrieved 24 mai 2018, from <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>
- Statsbygg. (2017, april 4). *NMBU Urbygningen. Rehabilitering*. Retrieved 18 april 2018, from <https://www.statsbygg.no/Prosjekter-og-eiendommer/Byggeprosjekter/NMBU-Urbygningen/>
- Synchro. (2018a). *The Digital Construction Platform*. Retrieved 10 februar 2018, from <https://www.synchroltd.com/>
- Synchro. (2018b). *Synchro PRO*. Retrieved 10 februar 2018, from <https://www.synchroltd.com/products-2/synchro-pro/>
- Synchro. (2018c). *Synchro SITE*. Retrieved 10 februar 2018, from <https://www.synchroltd.com/products-2/synchro-site/>
- Synchro. (2018d). *Synchro Scheduler*. Retrieved 10 februar 2018, from <https://www.synchroltd.com/products-2/synchro-scheduler/>
- Synchro. (2018e). *Synchro Open Viewer*. Retrieved 10 februar 2018, from <https://www.synchroltd.com/products-2/synchro-open-viewer/>

Referanser

- Synchro. (2018f). *Synchro Workgroup Project*. Retrieved 10 februar 2018, from <https://www.synchro ltd.com/products-2/synchro-workgroup-project/>
- Tulke, J., & Hanff, J. (2007). *4D construction sequence planning – new process and data modell*. Proceedings of CIB-W78 24 th International Conference on Information Technology in Construction. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.116.4602>
- Veidekke . (2015). *Involverende Planlegging i Produksjon (4. utgave)*. Oslo: Veidekke Entreprenør AS.
- Veidekke. (2011). *Involverende planlegging i produksjon (3. utgave)*. Oslo: Veidekke Entreprenør AS.
- Veidekke. (2018a). *Fakta om Veidekke*. Retrieved april 25., 2018, from <http://veidekke.no/om-oss/article8949.ece>
- Veidekke. (2018b). *Det begynte med brostein*. Retrieved april 24., 2018, from <http://veidekke.no/om-oss/var-historie/article8165.ece>
- Veidekke. (2018c). *Veidekke in brief*. Retrieved from <http://veidekke.no/incoming/article27163.ece/binary/Veidekke-in-brief-2018.pdf>
- Vestermo, A., Murvold, V., Svalestuen, F., Lohne, J., & O, L. (2016). *BIM-stations: what it is and how it can be used to implement lean principles*. Boston, MA, USA: Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constructio.
- Weber, S. (2015). *Scheduling Construction Projects: Principles and Practices. 1st ed.* New Jersey: Pearson Education Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. (1996). *Lean thinking: banishing waste and create weath in your coroporation*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods*. SAGE Publications.

Vedlegg

Vedlegg A – Intervjuguide

Intervjuguiden presentert i Vedlegg A ble brukt som mal under alle intervjuene. Spørsmålene ble justert ut i fra hvilken stilling hvert intervjuobjekt hadde.

Presentasjon av intervjuere

Våre navn er Erik Ejsing Madsen og Daniel Hoftun. Vi er masterstudenter ved Universitetet i Stavanger og går studieretningen Industriell Økonomi. Fra tidligere er Erik utdannet som maskiningeniør fra HiOA og Daniel som byggingeniør fra NTNU. Intervjuet er i forbindelse med vår masteroppgave som skal leveres i juni 2018. Temaet til studentoppgaven ble valgt i samarbeid med Veidekke.

Guiden er utarbeidet på bakgrunn av følgende forskningsspørsmål:

Forskningsspørsmål

- Hvilke bruksområder har Synchrono?
- Hvordan fungerer Synchrono på Vitaminveien 11?
- Hvor god er implementeringen av Synchrono på Vitaminveien 11?
- Hvordan legger Synchrono til rette for Lean-prinsipper og Involverende Planlegging?
- Hvordan kan funksjonene i Synchrono utnyttes videre i Veidekke?

Formalitet

Det er ønskelig å ta opp intervjuet på bånd da dette vil gjøre det lettere å transkribere det. Det blir i tillegg gjort notater under intervjuet.

Intervjuspørsmålene er på neste side.

Alle spørsmålene omhandler produksjonsfasen.

Spørsmål til intervjuobjekt

Synchro

- Hvordan vil du definere Synchro?
- Hvilke programmer brukes parallelt med Synchro?

Bruksområder

- Hvilke bruksområder har Synchro?
- Hvilke bruksområder benyttes på Vitaminveien 11?
- Finnes det andre bruksområder som ikke utnyttes i Veidekke? (Bare til BIM-koor)

Synchro i Vitaminveien 11

- Hvem har tilgang til hvilke funksjoner i programmet? Hvem kan gjøre endringer?
- Hvilken maskinvare har de tilgang fra? Kontor? Nettbrett? Kiosk? Mobil? etc.
- Hvilke fag på byggeplassen tror du har/vil ha mest nytte av Synchro?
- Hvorfor brukes Synchro? Er det et krav fra byggherren eller på eget initiativ?
- Hvordan og hvor ofte blir modellen i Synchro oppdatert?
- Hvilke positive effekter har kommet ved bruk av Synchro?
- Hvilke utfordringer og begrensninger har Synchro?

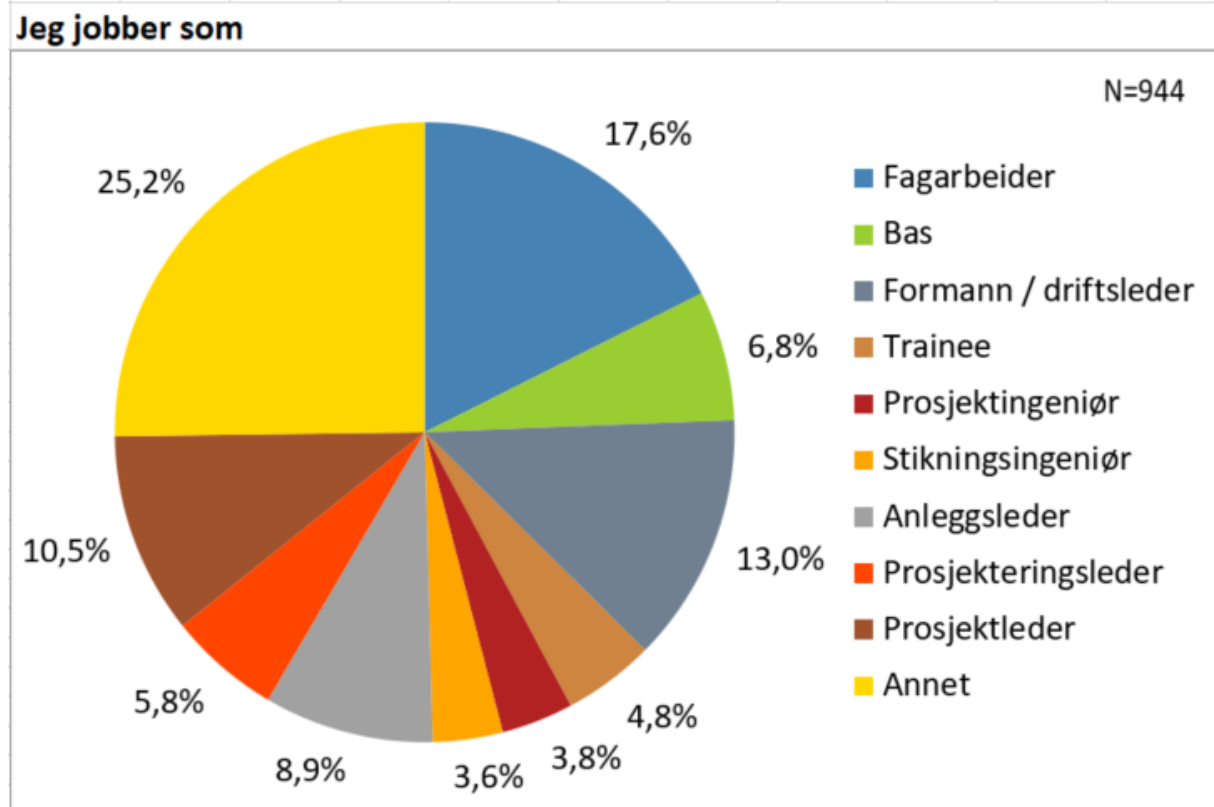
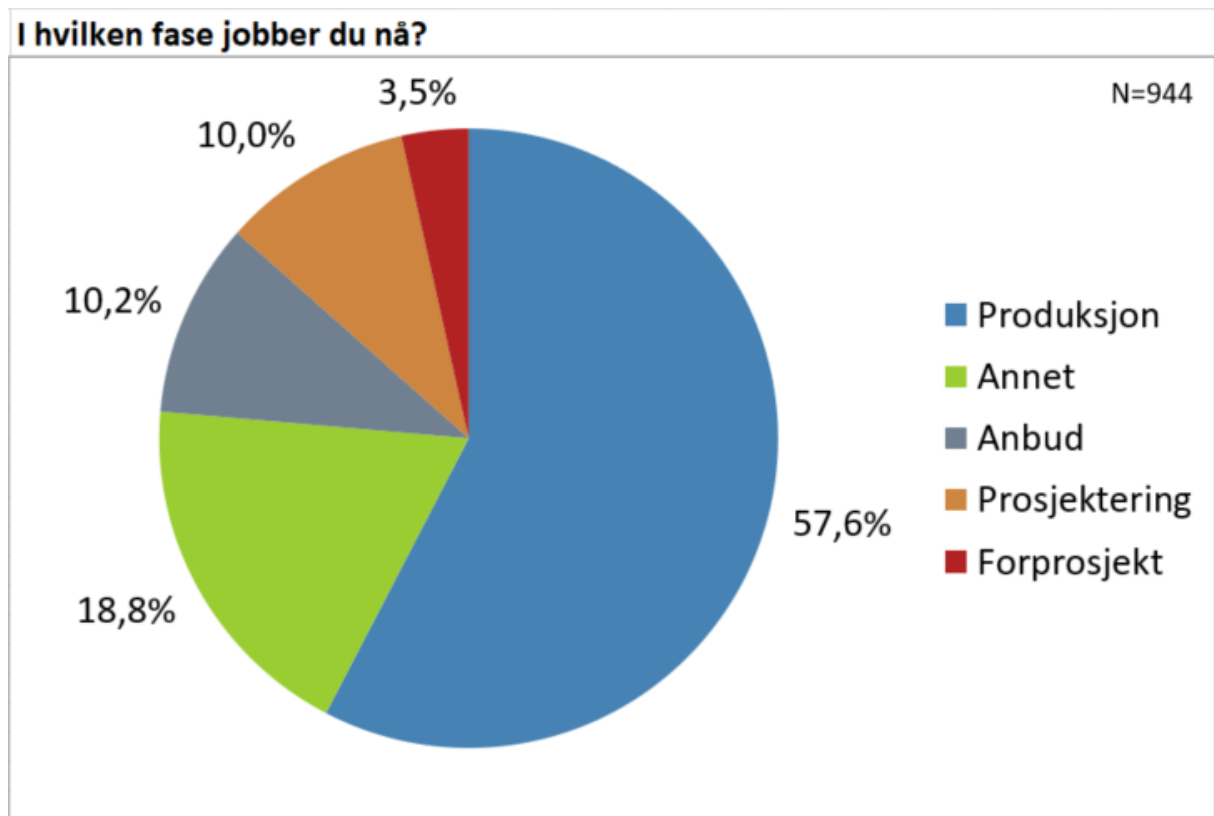
Implementering

- Hva er hensikten og målsetningen med bruk av Synchro?
- Hvor godt er BIM-strategien forankret blant prosjektdeltakerne på Vitaminveien 11?
- Hvilke tiltak har blitt gjort for å oppfordre deg til bruk av Synchro?
- Hvordan er forankringen hos toppledelsen? Er det tilstrekkelig kompetanse, økonomi og tid i Vitaminveien 11 til å drive utviklingsarbeid?
- Har dere fått noe form for opplæring i bruk av Synchro? Isåfall hvordan?
- Hvordan motiverer dere andre ansatte/fagarbeiderne til å bruke Synchro?

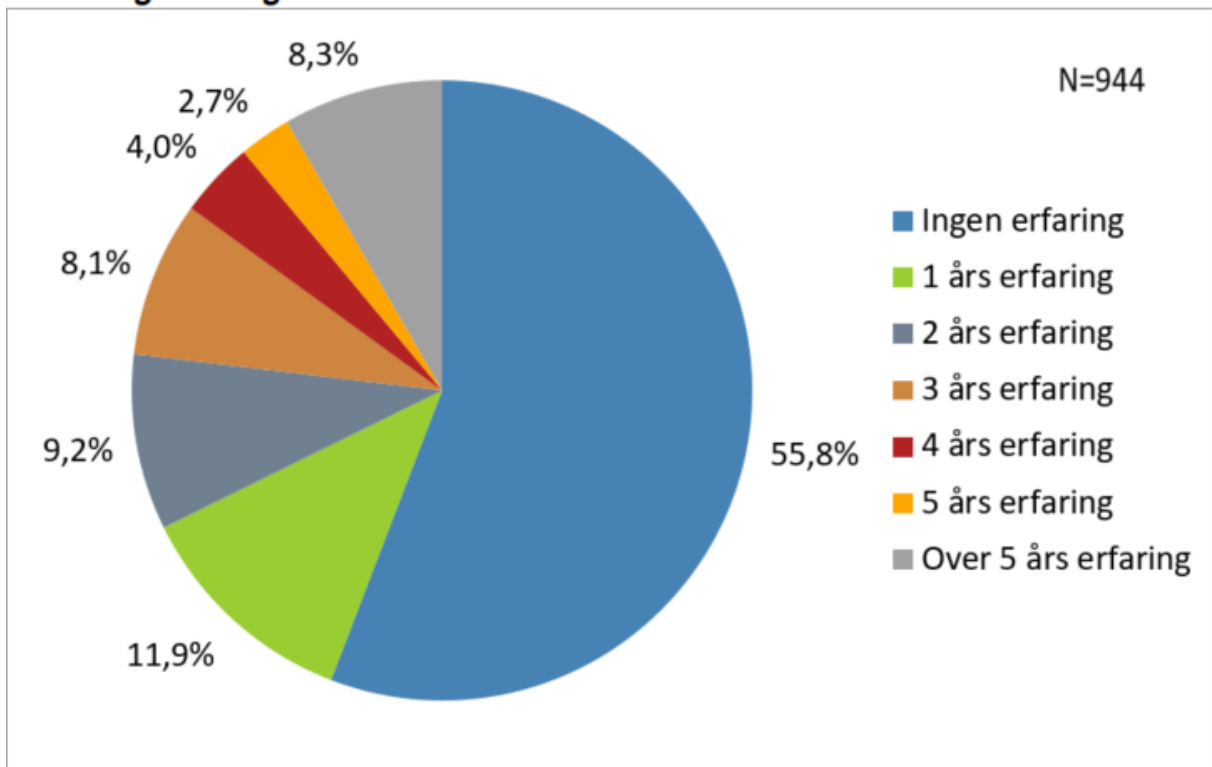
Utvikling

- Har Synchro potensialer i flere aktiviteter? F.eks erfaringsoverføring (Big Data)
- Hva må gjøres for å få flere prosjekter til å bruke Synchro?
- Hvilke tiltak kan iverksettes?
- Hva gjør toppledelsen for å implementere Synchro?

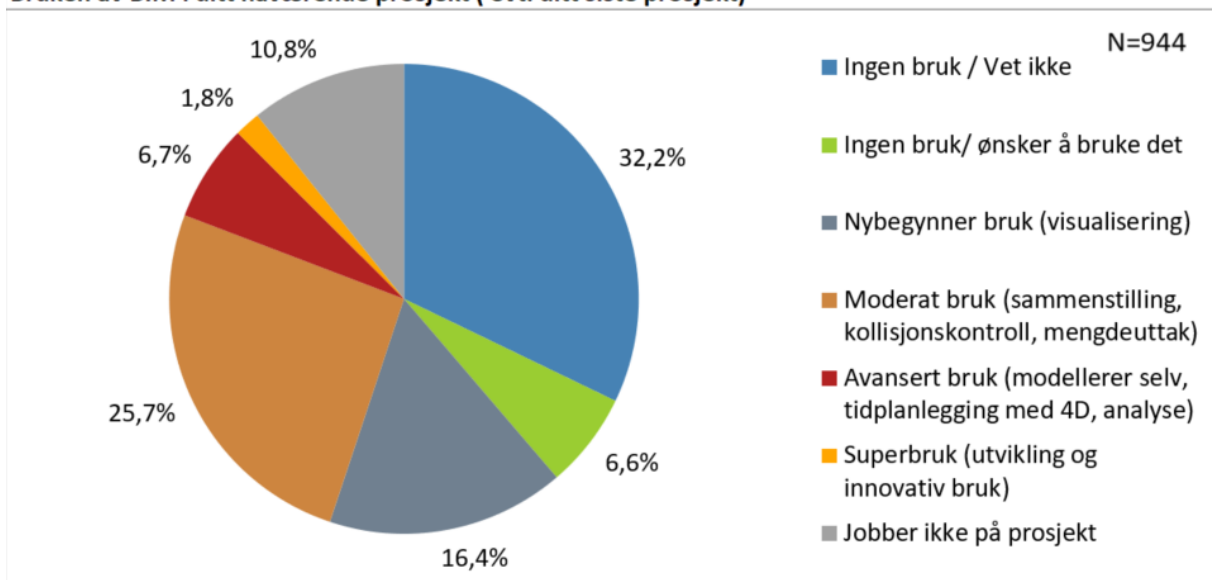
Vedlegg B - Resultat fra spørreundersøkelse i Veidekke



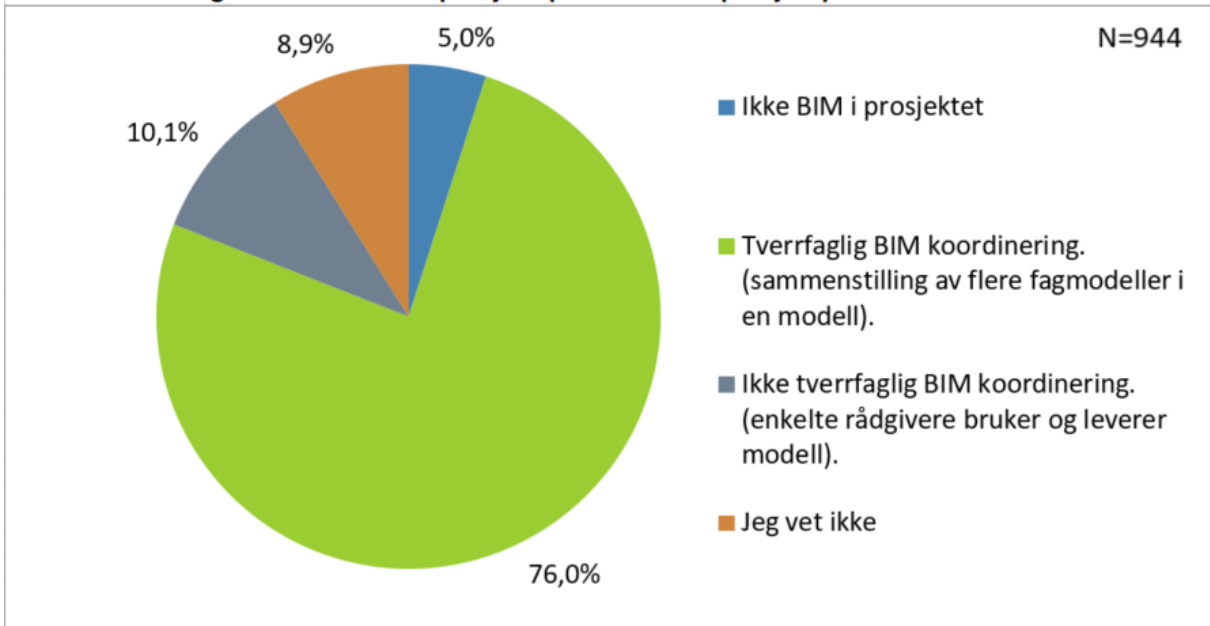
Personlig erfaring med BIM:



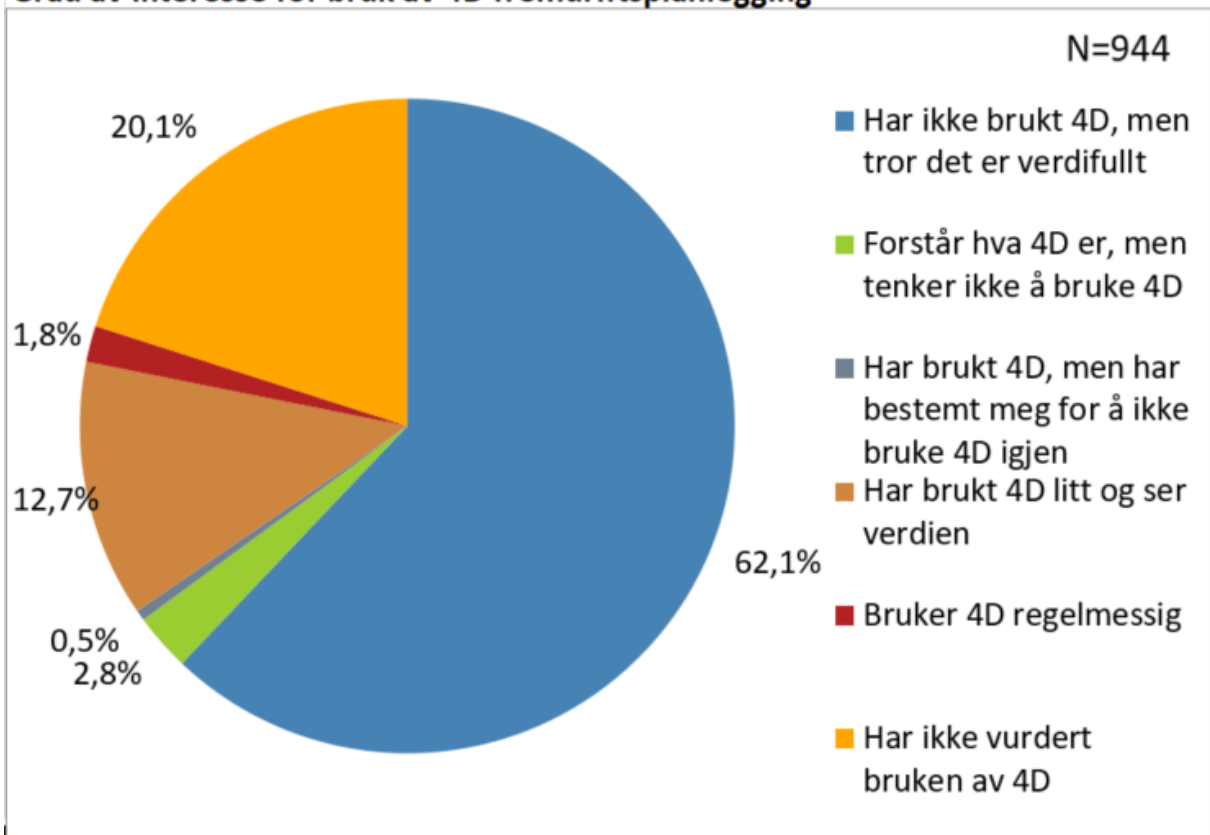
Bruken av BIM i ditt nåværende prosjekt (evt. ditt siste prosjekt)



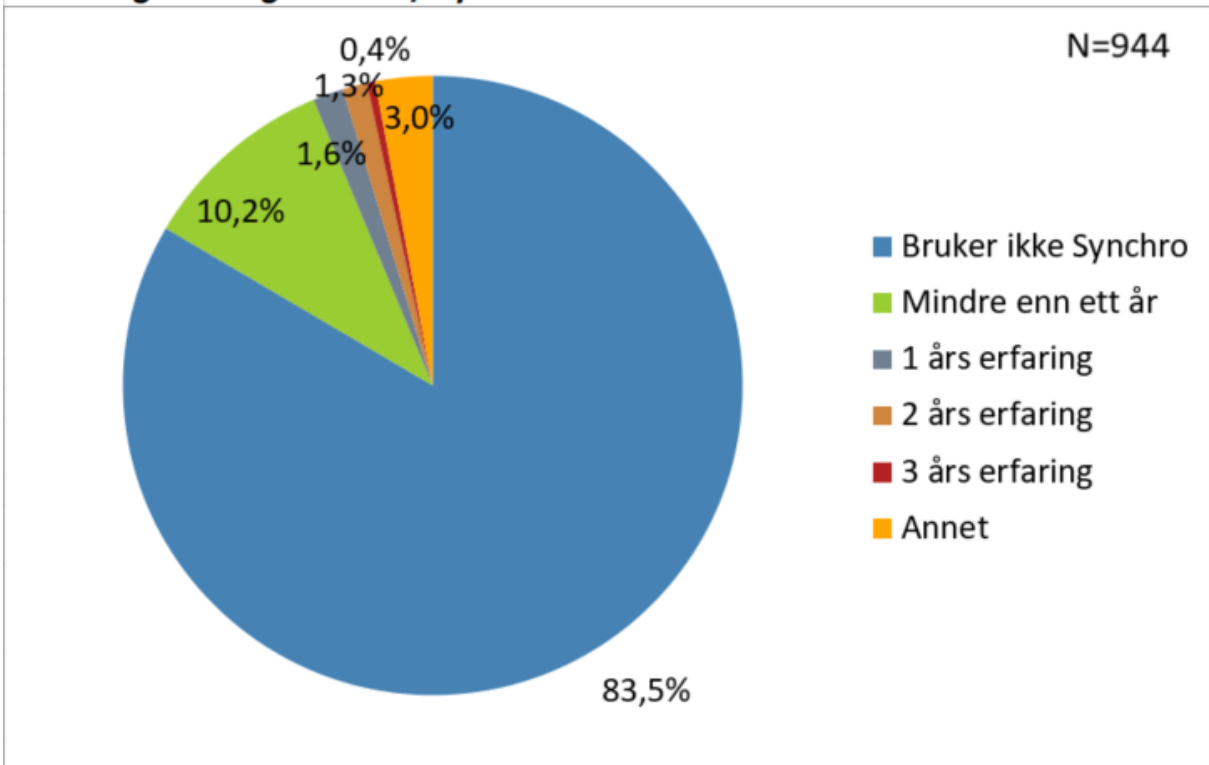
BIM koordinering i ditt nåværende prosjekt (evt. ditt siste prosjekt)



Grad av interesse for bruk av 4D fremdriftsplanlegging

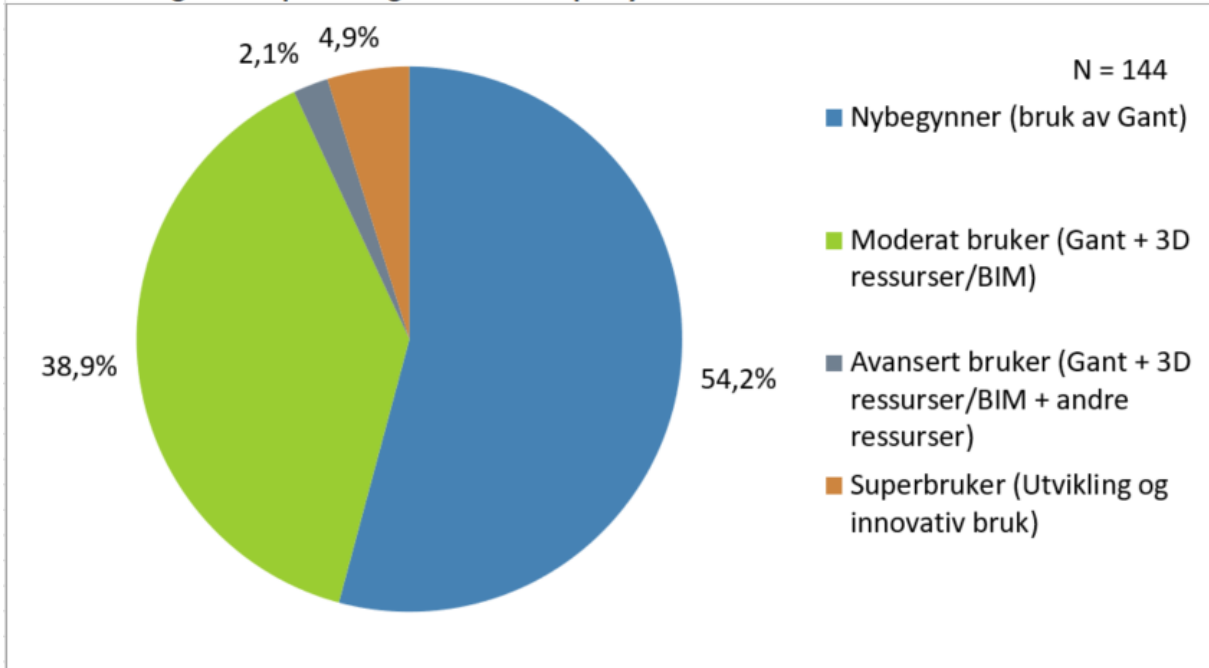


Personlig erfaring med 4D / Synchro

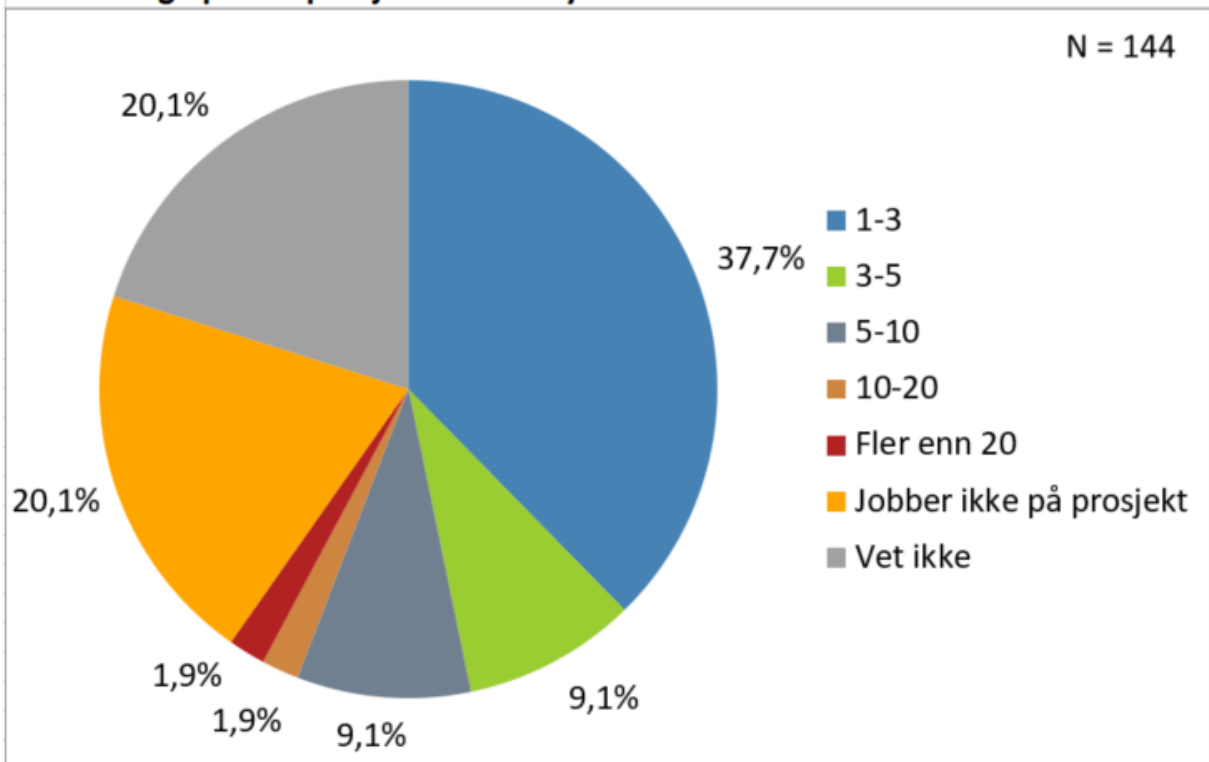


Respondentene som bruker Synchro:

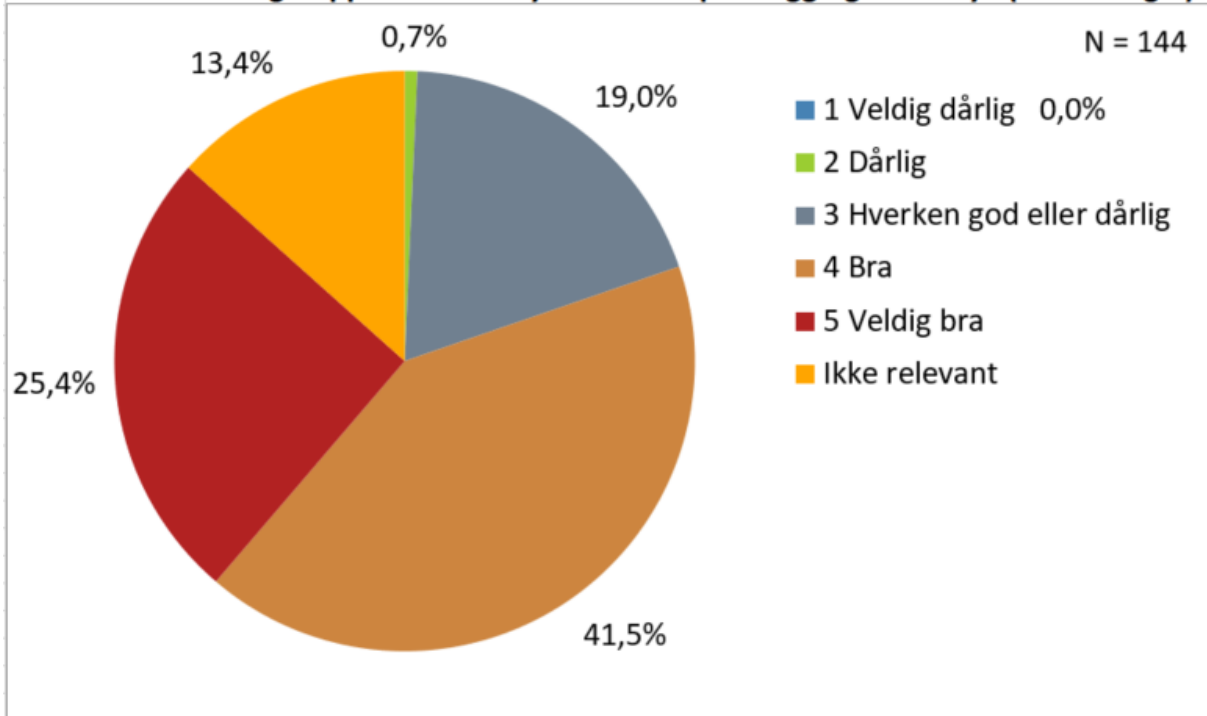
Din vurdering av ditt personlige brukernivå på Synchro?



Hvor mange på ditt prosjekt bruker Synchro?



Hva er din helhetlige opplevelse av Synchro som planleggingsverktøy? (1 er dårligst)

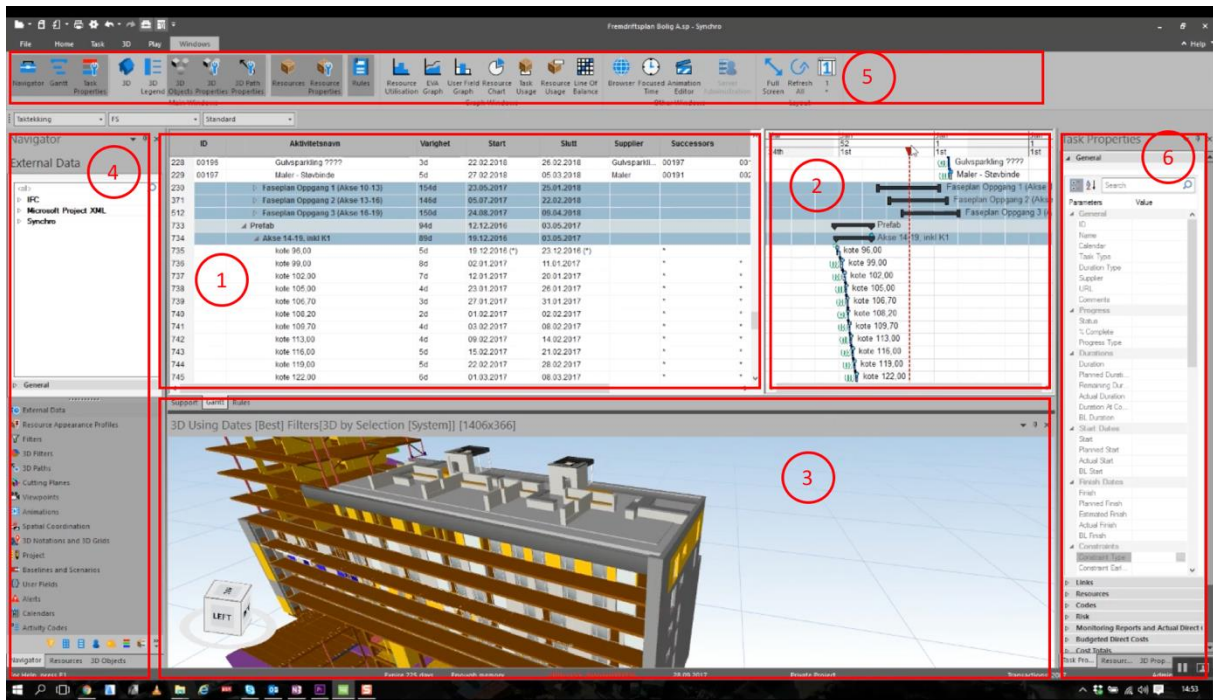


Vedlegg E – Brukergrensesnitt og viktige funksjoner

Brukergrensesnittet er kontaktflaten mellom brukeren og programmets operativsystem. Brukersnittet viser funksjonene i programmet med ikoner og vinduer (Rossen, 2018). Vedlegg E er en del av resultatene i denne oppgaven og er en mer detaljert beskrivelse av kapittel 5.1. Figurene som presenteres i vedlegget er skjermbilder tatt fra forfatterens arbeid med Synchro og interne dokumenter mottatt fra Veidekke.

Synchro PRO

Aktivitetsvinduene er presentert og markert med rødt i figur 51.



Figur 51 Brukergrensesnitt Synchro PRO (skjermbilde)

Vindu 1: Aktivitetsvinduet

Øverst i aktivitetsvinduet er det flere kolonner. Hver kolonne beskriver viktig informasjon knyttet til aktivitetene. Et utklipp av kolonnene fra aktivitetsvinduet er vist i figur 52. Hver kolonne er nummerert og videre beskrevet i tabell 26.

ID	Risiko	Aktivitetsnavn	Område	Utførende	Varighet	Start	Slutt	Sunn aktivitet	Risiko tiltak	3D Resources	Kommentar
8	Falste	▾ Prefab fase 1 akse 1-4 + ...			85d	03/10/16	27/01/17			(8678)	
9		U3			15d	03/10/16	21/10/16			1724	
10		U2			15d	24/10/16	11/11/16			2517	

Figur 52 Utsnitt av kolonnene i aktivitetsvinduet til Synchro PRO (skjermbilde)

Vedlegg

Tabell 26 Beskrivelse av aktivitetsvinduet kolonner i figur 52

Nr.	Kolonne	Beskrivelse
1	Risiko	Kolonnen skal markeres som <i>true</i> dersom det er risiko knyttet til aktiviteten. Se figur 53.
2	Aktivitetsnavn	Kolonnen viser navn på aktiviteten i fremdriftsplanen
3	Område	Beskriver hvor på byggeplassen aktiviteten skal utføres
4	Utførende	Kolonnen viser aktøren som skal utføre aktiviteten. Dette kan være firma, fag eller fagarbeider.
5	Varighet	Viser planlagt varighet for aktiviteten
6	Start	Viser planlagt startdato for aktiviteten (oppdateres automatisk ved endringer i planen)
7	Slutt	Viser planlagt sluttdato på aktiviteten (oppdateres automatisk ved endringer i plan)
8	Sunn aktivitet	Kolonnen skal markeres som <i>true</i> dersom aktiviteten er <i>sunn</i>
9	Risiko tiltak	Brukeren skal legge inn beskrivelse av risikoreducerende tiltak dersom det er nødvendig. I programmet skal farer, typiske konsekvenser, årsaker, sannsynlighet, tiltak og konsekvens og tiltak beskrives.
10	Kommentar	Brukeren kan legge inn kommentarer i forbindelse med gjennomføringen av aktiviteten. Dette kan være mangel på utstyr, materialer, mannskap etc.

ID	Risiko	Aktivitetsnavn	Område	Utførende	Varighet	Start	Slutt
1		Betong bygg A			20d	06/02/17	03/03/17
2		Vegger kjeller			10d	06/02/17	17/02/17
4	True	Betong Øst vegg kjeller	Bygg A	Betong/Unicon	4d	06/02/17	09/02/17
5		Betong Vest vegg kjeller	Bygg A	Betong/Unicon	5d	06/02/17	10/02/17
3		Betong Sør vegg kjeller	Bygg A	Betong/Unicon	10d	06/02/17	17/02/17
6		Betong Nord vegg kjeller	Bygg A	Betong/Unicon	5d	06/02/17	10/02/17

Figur 53 Kontrollpunkt for risiko i Syncro PRO (skjerm bilde)

Oppfølging av plan – bestemme fremdriftstatus for hver aktivitet og kalkulere PPU

Brukeren kan statussette fremdriften for hver aktivitet i aktivitetsvinduet med prosenttall. Se figur 54. Dette fører til at Syncro kan kalkulere PPU for ønskelig tidsperiode.

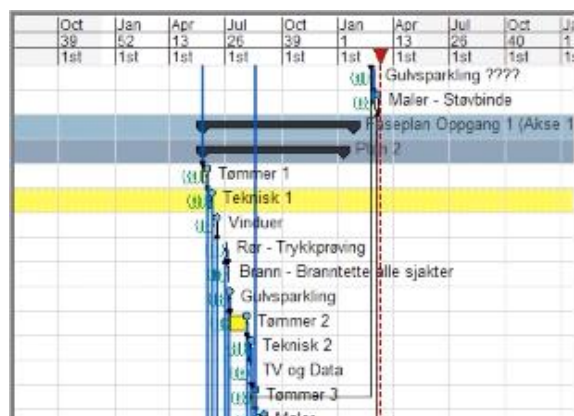
Vedlegg

Kommentar	Status	% Compl...
		100.00
		100.00
	Started	60.00
	Planned	0.00
	Planned	0.00
	Planned	0.00
	Planned	0.00
	Planned	0.00
	Planned	0.00
	Planned	0.00
	Planned	0.00
	Planned	0.00

Figur 54 Statussette aktiviteter i Syncho PRO (skjerm bilde)

Vindu 2: Gantt-diagram

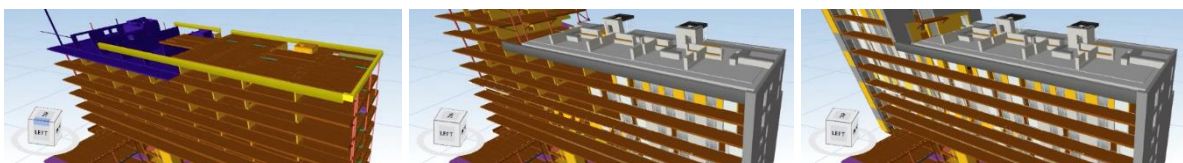
Vinduet består av et lenket Gantt-diagram som er linket til aktivitetsvinduet. Se figur 55. Den røde trekanten i figur 55 kalles tidsmarkøren og kan flyttes frem og tilbake i Gantt-diagrammet for å endre tiden i 3D-vinduet.



Figur 55 Lenket Gantt-diagram i Syncho (skjerm bilde)

Vindu 3: 3D-modell: Simulering

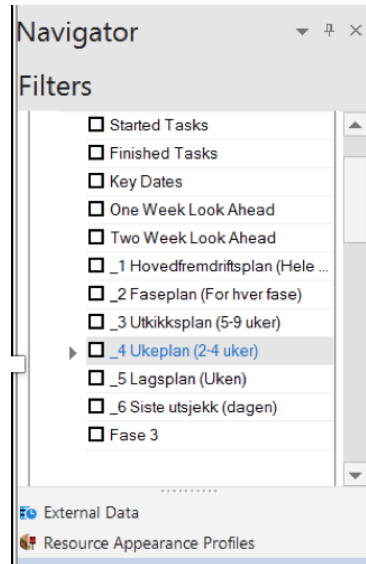
Som beskrevet over kan den røde tidsmarkøren flyttes frem og tilbake i Gantt-diagrammet for å endre tiden i 3D-vinduet. Det gjør det mulig å simulere ønskelige tidsrom av fremdriften. Figur 56 illustrerer dette.



Figur 56 Simulering i Syncho PRO (skjerm bilde)

Vindu 4: Navigator: *filtreringsfunksjonen*

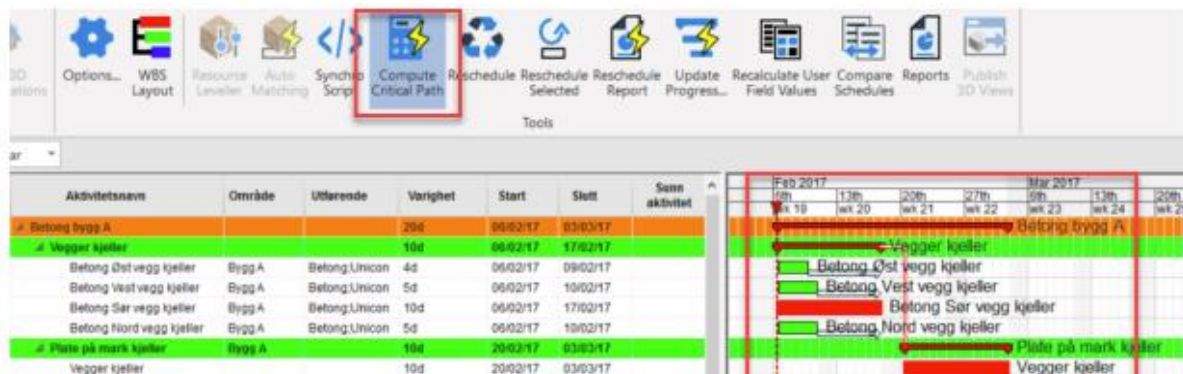
«Filtreringsfunksjonen» i navigator gjør det mulig å filtrere ut plannivåer i fremdriftsplanen. Som figur 57 viser er det mulig å «huke av» for hovedfremdriftsplan, faseplan, utkikksplan, ukeplan og lagsplan. Ved å for eksempel «huke av» for ukeplan vil aktivitetene knyttet til ukeplanen bli vist i aktivitetsvinduet. Navigator gir tilgang til forskjellige hjelpemidler i programmet. Filtreringsfunksjonen er bare et av dem.



Figur 57 Filtreringsfunksjon i Synchro PRO (skjerm bilde)

Vindu 5: Menybar: *kritisk linje*

Figur 58 viser et skjermbilde av menybaren i Synchro. Ved å for eksempel trykke på «Compute Critical Path» vil Synchro generer kritisk linje for ønsket tidsperiode. Kritisk linje markeres og aktiviteter på linjen blir røde.



Figur 58 Generer kritisk linje i Synchro PRO (skjerm bilde)

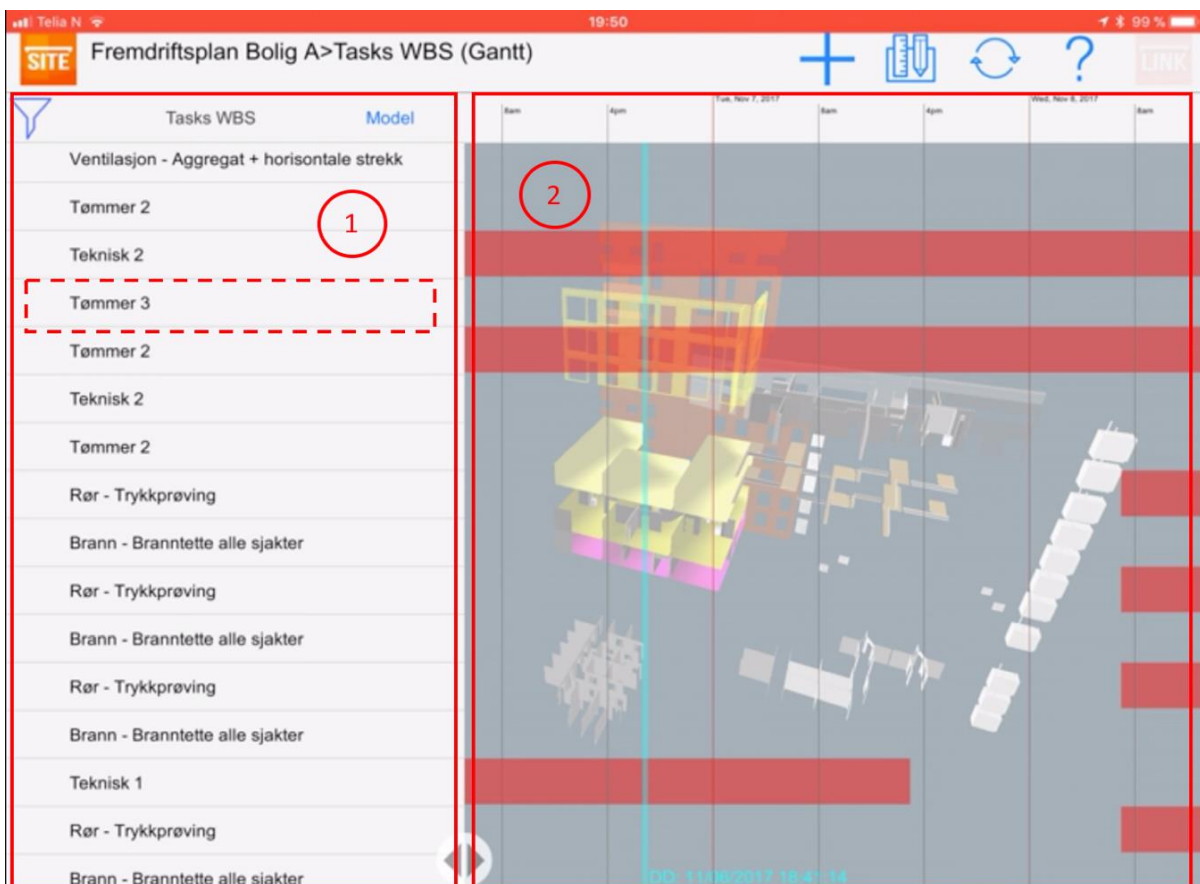
Vindu 6: Properties: *Ressurser knyttet til hver aktivitet*

Inneholder detaljert informasjon om hver aktivitet og hvert element i 3D-modellen. Informasjonen er sortert etter kategorier som mannskap, materialer, kostander og utstyr knyttet til å gjennomføre aktiviteten. Det gir brukeren muligheten til å se og endre ressursene til de forskjellige aktivitetene.

Synchro SITE

Informasjonen i dette kapittelet er hentet fra intervju med den deltidsansatte på Vitaminveien 11. Skjermbildene ble tatt av skjermfilmer forfatterne fikk tilsendt på forhånd.

Figur 59 viser et skjermbilde av brukergrensesnittet i SITE ved oppstart. Hvert vindu er nummerert og markert, og videre beskrevet i tabell 27. Før SITE tas med til byggeplassen på nettbrett for å følge opp fremdriften, må brukeren filtrer inn aktivitet for den inneværende uken fra PRO.



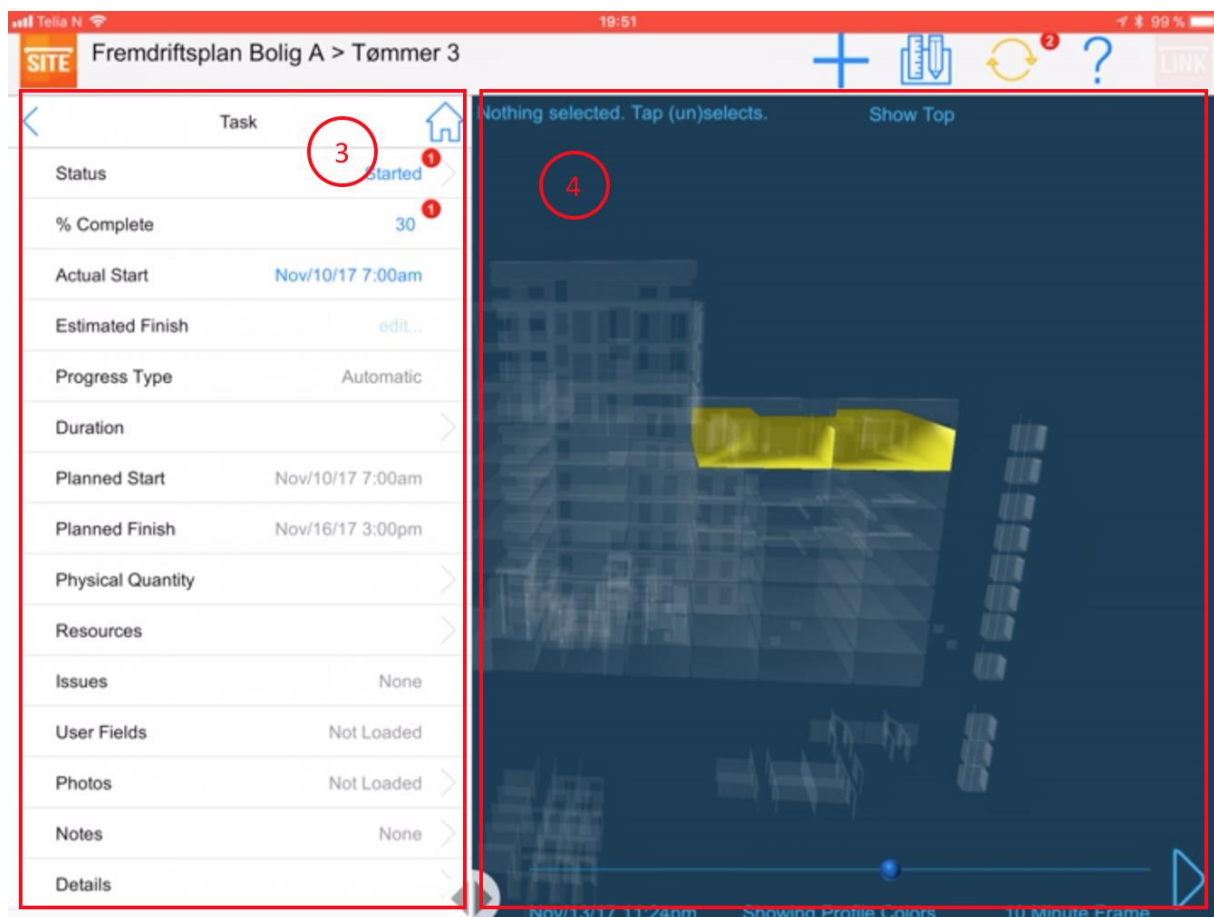
Figur 59 Brukergrensesnitt i Synchro SITE (skjermbilde)

Vedlegg

Tabell 27 Beskrivelse av vinduene i Synchro SITE (1)

Nr.	Navn på vindu	Beskrivelse
1	Aktivitetsvinduet (til venstre)	Til venstre i figur 59 er de filtrerte aktivitetene fra fremdriftsplanen for inneværende uke beskrevet. Disse aktivitetene skal kontrolleres på byggeplassen.
2	3D-vinduet og gantt – diagram (til høyre)	Til høyre på figur 59 vises SITE sammen med 3D-modell fra PRO. Det er vanlig å legge til Gantt-dagrammet slik at 3D-modellen og Gantt-diagrammet vises i det samme vinduet.

Ved trykke på «Tømmer 3» i figur 59 vil brukergrensesnittet fra figur 60 vises.



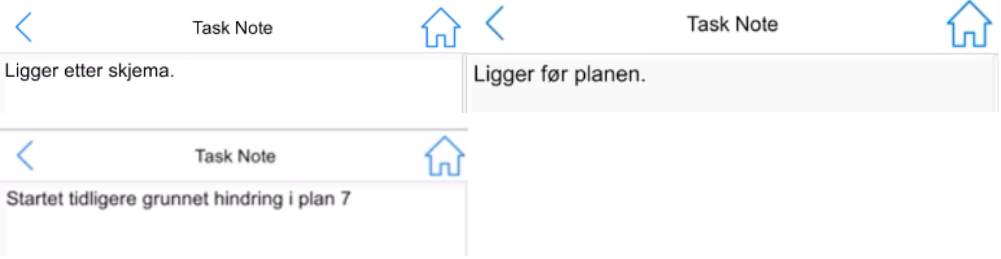
Figur 60 Brukergrensesnitt i Synchro SITE (2) (skjerm bilde)

Vedlegg

Tabell 28 Beskrivelse av vinduene i Syncro SITE (2)

Nr.	Beskrivelse
3	Vindu 1 i figur 59 har nå endret seg til vindu 3 i figur 60. Her får brukeren mulighet til å se mer detaljert informasjon knyttet til arbeidsoppgaven som skal gjennomføres av «tømmer 3». Hvilke data som blir lagt inn i Syncro SITE for å statussette aktiviteten er beskrevet i tabell 29.
4	Som vindu 4 viser er ”Tømmer 3” sine aktiviteter markert i gul. Fargen forteller hvilke fag som har ansvar for det aktuelle objektet i 3D-vinduet. Dette kan f.eks. være en leilighet eller en vegg. I dette tilfelle er det en leilighet.

Tabell 29 Beskrivelse av rader i Synchron SITE

Aktivitet	Beskrivelse
Status på aktivitet	Bruker kan velge mellom <i>planned</i> , <i>started</i> eller <i>finished</i> ut i fra hvilken status objektet har ute på byggeplassen. I figur 60 er arbeidet i leiligheten påbegynt
% Complete	Brukeren har mulighet til å ”plotte inn” fremdrift i prosenttall på aktiviteten. I figur 60 er leiligheten 30 % ferdig.
Actual start	Er aktuell dersom aktiviteten på objektet starter før eller etter planlagt tidspunkt
Estimated Finish	Er aktuell dersom aktiviteten på objektet starter før eller etter planlagt tidspunkt. Bruker gjør en vurdering basert på tilbakemeldinger fra fagarbeiderne og setter en estimert sluttdato for aktiviteten.
Photo	Brukeren kan ta bilde med kameraet integrert i nettbrettet og legge til bildeforklaring dersom det er behov for en visuell beskrivelse.
Notes	<p>Brukeren kan legge inn egendefinerte kommentarer/beskjeder angående aktiviteten i fremdriftsplanen. Eksempler på hvordan dette ser ut i praksis er vist under.</p> 

All data som blir lagt inn i SITE blir delt via SWP.

Vedlegg F – Bruk av Synchrono i operative møter

Synchrono blir brukt som referat i drift- og basemøte til planlegging og analyse av aktiviteter som skal gjennomføres. Her er det fokus på HMS-risikoanalyse og hindringsanalyse iht. til de 7 forutsetningene. Synchrono vises på storskjerm og er synlig for alle i møtet. Hvilke beslutninger som blir tatt, hvem som har ansvar for Synchrono og hvordan informasjonen blir lagt inn i programmet i aktivitetsvinduet er beskrevet i dette vedlegget.

ID	Risiko	Aktivitetsnavn	Område	Utførende	Varighet	Start	Slutt	Sunn aktivitet	Risiko tiltak	3D Resources	Kommentar
8	False	Prefab Fase 1 akse 1.4 + ...			85d	03/10/16	27/01/17			(8678)	
9		U3			15d	03/10/16	21/10/16			1724	
10		U2			15d	24/10/16	11/11/16			2617	

Figur 61 Utsnitt av kolonnene i aktivitetsvinduet i Synchrono PRO (2) (skjerm bilde)

Driftsmøte

Før møtet starter skal det filtreres slik at kun aktiviteter mellom uke fem og ni synes. Dette gjøres ved hjelp av *navigator* i Synchrono. Anleggsleder/driftsleder har ansvar for møtet, og styrer dialogen mellom formennene. Stegene aktiviteter må gjennomgå i driftsmøte før de kan sendes til ukeplanen er beskrevet under:

1. Avklar i felleskap med formenn om det finnes risiko ved utføring av aktiviteten. Dersom det er risiko, huk av for det i kolonne 1 som *true* dersom det ikke allerede er gjort i faseplanmøte. Se figur 61. Analyser i felleskap hvilke tiltak som kan utføres for å redusere risikoen og skriv tiltakene inn i kolonne 9. Se figur 61.
2. Undersøk om området aktiviteten skal utføres på er klart og klarer med formennene at andre aktører ikke har pågående aktiviteter i samme området på samme tid. Dersom det er konflikt mellom aktivitetene må det diskuteres en løsning på dette. Skriv tiltakene inn i Synchrono som kommentar i kolonne 10. Se figur 61.
3. For hver aktivitet skal de 7 forutsetningene for sunne aktiviteter gjennomgås. Dersom aktiviteten er *sunn* skal dette hukes av for i kolonne 8. Dersom aktiviteten ikke oppfyller de 7 forutsetningene skal tiltak for å gjøre aktiviteten sunn kommenteres i kolonne 10. Se figur 61.
4. Dersom kommentarer i kolonne 10 fra tidligere møter har endret seg til inneværende møte, skal kommentaren i kolonne 10 bli flyttet til notater før den blir fjernet eller modifisert. Se figur 61.

Vedlegg

5. Ved møteslutt lagres planen. Planen kan sendes til hver enkel deltaker som PDF- eller Synchro-fil.

Basmøte

Før møtet starter skal det filtreres slik at kun aktiviteter mellom uke to og fire synes. Dette gjøres ved hjelp av *navigator* i Synchro. Denne visningen vil kun vise aktiviteter som er merket *sunne* fra driftsmøte. Dette er aktiviteter anleggsleder/driftsleder har godkjent for gjennomføring iht. de syv forutsetningene for sunne aktiviteter. Driftsleder/formann har ansvaret for møte, og styrer dialogen mellom basene. Stegene aktiviteter må gjennomgå i basmøtet før de kan sendes til lagsplanen er beskrevet under:

1. Avklar i felleskap med basene om det finnes risiko ved utføring av aktiviteten. Dersom det er risiko, *huk* av som *true* i kolonne 1 hvis dette ikke allerede er gjort i driftsmøtet. Se figur 61. Analyser i felleskap hvilke tiltak som kan utføres for å redusere risikoen og skriv tiltakene inn i kolonne 9. Se figur 61.
2. Undersøk om området aktiviteten skal utføres på er klart og klarer med basene at andre aktører ikke har pågående aktiviteter i samme området på samme tid. Dersom det er konflikt mellom aktivitetene må det diskuteres en løsning på dette. Diskuteres mellom basene om det er mulig å jobbe i samme område og hvordan det eventuelt kan utføres. Skriv tiltakene inn i Synchro som kommentar i kolonne 10. Se figur 61.
3. For hver aktivitet skal de 7 forutsetningene for sunne aktiviteter gjennomgås. Dersom aktiviteten er *sunnn* skal dette hukes av for i kolonne 8. Dersom aktiviteten ikke oppfyller de 7 forutsetningene skal tiltak for å gjøre aktiviteten sunn kommenteres i kolonne 10. Se figur 61.
4. Dersom kommentarer i kolonne 10 fra tidligere møter har endret seg til inneværende møte, skal kommentaren i kolonne 10 bli flyttet til notater før den blir fjernet eller modifisert. Se figur 61.
5. Ved møteslutt lagres planen. Planen kan sendes til hver enkel deltaker som PDF- eller Synchro-fil.

Vedlegg G – Strategisk plan- og møtestruktur

Strategiske planer

Tabell 30 Strategiske planer (Veidekke , 2015)

Plannivå (tidshorisont)	Beskrivelse	Ansvarlige for plannivå - medansvarlig	Anbefalt tidspunkt for oppdatering av plan
Hovedfremdriftsplan (hele prosjektet)	Overordnet plan for hele prosjektet, oppdelt i hovedfaser med milepæler. Angir de overordnede tidsrammene for prosjektet. Vurderer HMS-risikoer i alle hovedaktiviteter.	Prosjektleder - sammen med kunden	Lages som en del av tilbudet og kontraktsgrunnlag
Faseplan (én for hver fase)	Planen er på et så detaljert nivå at det er mulig å planlegge ressursbruk og rekkefølge på hovedaktiviteter for de ulike fagene. Vurderer HMS-risiko for hver enkelt aktivitet. Viser riktig hovedrekkefølge på aktiviteter. Identifiser behov for SJA.	Anleggsleder - sammen med prosjektleder	Lages 4-6 uker før oppstart av hver fase

Strategiske møter

Tabell 31 Strategiske møter (Veidekke , 2015)

Møtenavn - tilhørende plannivå	Innhold	Møteansvarlig - deltakere	Anbefalt tidspunkt for møte
Faseplanmøte - Faseplan	Møtet går ut på å analysere den aktuelle fasen og dele den inn i hovedaktivitet som tidsettes og plasseres i riktig rekkefølge. Dette danner grunnlaget for faseplan.	Anleggsleder - prosjektleder, formenn, bas og bas fra de viktigste UE	Før oppstart av hver fase
Evalueringsmøte	Evaluerer fase og prosjekt. Hva har fungert bra? Hva har vært utfordrende? Hva kan vi forbedre til neste fase eller prosjekt?	Prosjektledelsen - alle prosjekt- deltakere fra Veidekke og andre viktige aktører	Ved avslutning av hver fase, og ved prosjektetslutt