



UIT

NORGES  
ARKTISKE  
UNIVERSITET

Institutt for bygg, energi, og materialteknologi

## Fremdriftsplanlegging – 4D BIM

*Byggeprosjekter – Effektivisere fremdriften i den Operative planleggingen ved bruk av digitalisering*

—

**Daniel Hong**

*Masteroppgave i Integrert Bygningsteknologi ... Mai 2017*





Dersom oppgaven utføres i samarbeid med en ekstern aktør, skal kandidaten rette seg etter de retningslinjer som gjelder hos denne, samt etter eventuelle andre pålegg fra ledelsen i den aktuelle bedriften. Kandidaten har ikke anledning til å foreta inngrep i den eksterne aktørs informasjonssystemer, produksjonsutstyr o.l. Dersom dette skulle være aktuelt i forbindelse med gjennomføring av oppgaven, skal spesiell tillatelse innhentes fra ledelsen.

Eventuelle reiseutgifter, kopierings- og telefonutgifter må bæres av studenten selv med mindre andre avtaler foreligger.

Hvis kandidaten, mens arbeidet med oppgaven pågår, støter på vanskeligheter som ikke var forutsatt ved oppgavens utforming, og som eventuelt vil kunne kreve endringer i eller utelatelse av enkelte spørsmål fra oppgaven, skal dette umiddelbart tas opp med UiT ved veileder.

Besvarelsen leveres digitalt i MUNIN.

Utleveringsdato:	9.1.2017
Innleveringsdato:	15.05.2017
Kontaktperson Bedrift/ Ekstern veileder:	Veidekke AS Fredrik Svalestuen Telefon: +47 986 73 172 E-post: <a href="mailto:fredrik.svalestuen@veidekke.no">fredrik.svalestuen@veidekke.no</a>
Kontaktperson UiT – Campus Narvik:	Førstelektor Tor Kildal Telefon: 76 96 62 97 / 977 87 115 E-post: <a href="mailto:tor.kildal@uit.no">tor.kildal@uit.no</a>
Kontaktinformasjon student:	Daniel Hong Telefon: +47 48 400 154 E-post: <a href="mailto:Daniel.hong0612@gmail.com">Daniel.hong0612@gmail.com</a>

UiT – Norges Arktiske Universitet  
Institutt for bygg, energi og materialteknologi

Tor Kildal

Faglig ansvarlig/veileder

## Forord

Denne masteroppgaven ble utført ved UiT Norges Arktisk Universitet i Narvik Våren 2017. Studien er en del av de 2-årige masterprogrammet i Integriert Bygningsteknologi ved Institutt for bygg, energi, og materialteknologi. Oppgavens emnenavn er Hovedoppgave – M-IB (SHO6261) og består av 30 studiepoeng.

Lean filosofien har alltid vært et interessant tema for dagens byggeprosjekter og samt hvordan man kan kombinere BIM og Lean sammen. Fokuset var å effektivisere produksjonen på bygg- og anleggsplass og samt hvilke løsningsmetoder som kan tas i bruk kombinert med digitale verktøy. I forbindelse med denne oppgaven har jeg vært i kontakt med 4 forskjellige entreprenørfirmaer, før jeg begynte med skisseoppgaven var jeg på møte med forskjellige firmaer for å høre dens interesse innen produksjonseffektivitet kombinert med digitalisering i bygg- og anleggsprosjekter. En stor del hadde interessen men dessverre hadde de begrenset tilgang til ressurser og samt ikke kommet så lang med digitaliseringen. Ut ifra alle møtene var det Veidekke som kom lengst frem med digitalisering og samt hadde egne løsningsmetoder til produksjonseffektivitet på byggeplass. Dermed ble det et samarbeid med Veidekke, hvor jeg og Fredrik Svalestuen (Eksterne veileder fra Veidekke) kom frem til en interessant problemstilling som knytter til produksjonseffektivitet på byggeplass. Vi bestemte oss på å fokusere på temaene: Fremdriftsplanlegging og Digitalisering. Utfordringen med oppgaven er å effektivisere fremdriften gjennom digitalisering – 4D BIM. Veidekke bruker 4D BIM i noe utvalgte prosjekter som for eksempel Prosjekt – Vitaminveien 11, 1 MRD NOK ekskl. mva. (Veidekke, 2016). Veidekke har også egen måte å planlegge fremdriften på og denne planleggingsmodellen er knyttet til Lean filosofien.

Jeg vil gjerne takke min eksterne veileder fra Veidekke for samarbeidet. Fredrik har inspirert og samt hjulpet meg underveis med litteraturmaterialer, intervjuene og oppbyggingen av oppgaven. Samt vil jeg også takke for at jeg fikk være med på veidekke sin internkurs om fremdriftsplanlegging. Videre vil jeg også gjerne takke min interne veileder fra UiT Norges Arktisk universitet i Narvik, Tor Kildal. Underveis i oppgaven har Tor hjulpet meg med litteraturmaterialer og oppbygging av oppgaven. Til slutt vil jeg også takke alle som har deltatt intervjuene og det setter jeg stor pris på. Totalt har alle dere vært en viktig bidragsyter til oppgaven og det vil ikke være det samme uten deres bidrag.

Daniel Hong

Oslo, 15. Mai. 2017

## Sammendrag

Oppgaven retter fokus mot hvordan vi tradisjonelt planlegger fremdriften i byggeprosjekter i dag, og hvordan digitale verktøy som 4D BIM klarer å effektivisere planleggingen. I tillegg vil også Lean filosofien befinne seg i ulike planleggingsmetoder, man ønsker å skape verdi både for selskapet, kundene og alle andre deltakere som er involvert i prosjektet. Dermed ønsker man å skape flyt i produksjonen på en byggeplass, unngå sløsing av tid, ressurs og ekstra kostnader. En planleggingsmetode er gradvis avgjørende for produksjonsflyten på en byggeplass, man kan nødvendigvis ikke skape produksjonsflyt ved å bare implementere en planleggingsmetode. Det er nødvendig å gjøre seg forstått på tankegangen og filosofien bak metoden enn å se på det som et rent verktøy. Samt vil det også være en stor utfordring med å involvere alle inn i et bestemt planleggingsmetode, på grunn de forskjellige deltakere har egne måter å planlegge eller egne metoder. Dette er avhengig av aktørenes vilje til å tilegne seg ny metode å planlegge på, det er viktig å kunne påvise dem hvorfor den nye planleggingsmetode er bedre enn den forrige og samt klare å gi noe gode eksempler (resultat, statistikk).

Når det gjelder planleggingsmetoder er denne oppgaven rettet mot hvordan Veidekke tradisjonelt planlegger fremdriften i sine byggeprosjekter i dag. Involverende Planlegging (IP) er en planleggingsmetode Veidekke bruker i fremdriftsplanleggingen og denne metoden stammer fra Last Planner System (LPS) som er en av metodene innen Lean Construction. Dermed kan man si at IP-metoden er utformet eller hentet inspirasjon fra LPS. I tillegg til planleggingsmetoden er det også rettet fokus mot 4D planlegging, hvordan det kan være en bidragsyter innen fremdriftsplanleggingen og hvilke utfordringer vil det oppstå ved å implementere 4D BIM i byggeprosjekter.

Det ble lagt forslag blant kvantitative- og kvalitative forskningsmetoder, ulemper og fordeler. I henhold til oppgaven ble det kun valgt kvalitative forskningsmetoder og samt ble valget av kvalitative metode godt begrunnet. Det ble gjennomført e-post og personligintervju i henhold til forskningsspørsmålene. Personligintervjuet var rettet mot et bestemt prosjekt Veidekke hadde i Vitaminveien 11 der informanten presenterte prosjektet i 4D BIM, og samt svarte informanten på forskningsspørsmålene fra intervjuguiden. Resultatene fra forskningen skal kunne gradvis påvise hvordan planleggingsmetoder og digitalt verktøy kan effektivisere byggeprosjektene.

## Abstract

The assignment focuses on how we traditionally plan the progress of construction projects today, and how digital tools like 4D BIM manage to streamline the planning. In addition, Lean's philosophy will also be integrated in different planning methods, the goal is to create value for the construction company, the customers and other project participants. Its reason why construction companies seeks to create production flow in projects, avoid time and resources waste, and additional costs. A planning method is gradually decisive for the production flow on a construction site, but the production flow cannot necessarily be created by simple implementation of planning method in the construction project. It is necessary to make sense of mindset and philosophy behind the method, instead of looking at it clear like a tool for projects. Although it will be a big challenge to involve everyone into a determined planning method, because project participants have their own ways to plan or own methods. So, project effectiveness is dependent on the participant's willingness to acquire new methods of planning, and it is important to prove to them why the new planning method is better than the previous and still able to give some good examples (result, statistics).

About planning methods, this task is aimed at how Norwegian company Veidekke traditionally plans the progress on their own construction projects today. Involved Planning (IP) is a planning method Veidekke uses in the progress planning and this method comes from the Last Planner System (LPS) method which is one of the Lean Construction methods. Thus, one can say that the IP-method is designed or obtained inspiration from LPS. In addition to the planning method, there is also focused on 4D planning, how could it be a contributor to progress planning and what challenges it will take by implementing 4D BIM in construction projects.

Proposals were made among quantitative and qualitative research methods, consequences and benefits. According to the assignment only qualitative research methods were chosen and the choice of qualitative research method was justified. E-mail and personal interview were conducted according to the research questions. The personal interview was aimed at a specific project Veidekke had at 'Vitaminveien 11' where the informant presented the project in 4D BIM, and the informant answered the research questions from the interviews. The results of the research should be able to gradually demonstrate how planning methods and digital tools can streamline construction projects.

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	ii
Sammendrag .....	iii
Abstract .....	iv
Figurliste .....	viii
Tabelliste .....	ix
Formelliste .....	x
Forkortelser & Begreper.....	xi
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Oppgavens problemstilling.....	3
1.3 Omfang og begrensninger.....	4
1.4 Oppbygging .....	5
2 Planlegging .....	7
2.1 Strategisk planlegging.....	7
2.2 Fremdriftsplanlegging .....	9
2.2.1 Hvorfor fremdriftsplanlegging er viktig.....	10
2.2.2 Oversikt over begreper innen fremdriftsplanlegging.....	11
2.2.3 Historisk utvikling om fremdriftsplanlegging.....	12
2.2.4 Digitale verktøy innen fremdriftsplanlegging.....	14
2.3 Nye metoder innen planlegging .....	15
2.3.1 4D BIM.....	16
3 Lean.....	21
3.1 Generell om Lean .....	21
3.1.1 Historien bak Lean filosofien.....	22
3.1.2 Lean teori i praksis .....	24
3.1.3 Lean kan løse kommende utfordringer – Verdiskapning, Sløsing og Flyt....	25
3.2 Push og Pull.....	29
3.3 Glenn Ballard .....	30
3.3.1 Last Planner System - LPS.....	30
4 Veidekke – Involverende Planlegging.....	37
4.1 Innledning.....	37
4.2 Involverende planlegging .....	38
4.3 Involverende planlegging bidrar til økning i produktiviteten .....	39
4.4 Risikostyring integrert i involverende planlegging.....	40
4.5 Hindringsanalyse .....	41

4.6	Arbeidsfordeling i tid.....	42
4.7	Plan- og møtestruktur .....	42
4.8	Risikostyring nivå .....	44
4.9	Modell for sikker og effektiv drift.....	45
4.10	Ulike plannivåer .....	46
4.11	MS Project i Involverende Planlegging.....	49
5	Metode.....	51
5.1	Forskningsmetode .....	51
5.2	Litteraturstudium .....	53
5.3	Intervju.....	55
5.4	Troverdighet .....	56
5.4.1	Validitet.....	56
5.4.2	Reliabilitet.....	57
5.4.3	Feilkilder .....	57
6	Resultat .....	59
6.1	Informantenes bakgrunn .....	59
6.2	Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen kan IP løse?.....	60
6.3	Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanleggingen i dag .....	61
6.4	Utfordringer med IP i dag.....	62
6.5	Bruk av 4D Planlegging på byggeplass .....	63
6.6	Hvordan kan 4D planlegging bidra i fremdriftsplanleggingen .....	63
6.7	Hvilke utfordringer har man ved å implementere 4D BIM.....	64
6.8	Kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere .....	65
6.9	Observasjon og intervju av prosjektet – Vitaminveien 11 .....	66
6.9.1	Personligintervju.....	68
6.9.2	Bilder som ble tatt i henholdt til intervjuet og observasjon av prosjektet..	70
7	Diskusjon.....	72
7.1	Kunnskapsnivå.....	72
7.2	Fremdriftsplanlegging i dag.....	73
7.2.1	Utfordringer med fremdriftsplanleggingen i dag .....	73
7.3	Involverende Planlegging i dag .....	74
7.3.1	Utfordringene i fremdriftsplanleggingen som IP løser.....	75
7.3.2	Utfordringer med IP i dag .....	75
7.4	4D Planlegging .....	76
7.4.1	4D BIM bidrag til fremdriftsplanleggingen .....	76
7.4.2	Utfordringer ved implementering av 4D BIM .....	77

7.5	Diskusjon – Liten oppsummering.....	77
8	Konklusjon.....	78
8.1	Besvarelse av forskningsspørsmål: utfordringer i fremdriftsplanen som IP løser 78	
8.2	Besvarelse av forskningsspørsmål: utfordring med IP i dag.....	79
8.3	Besvarelse av forskningsspørsmål: Hvilke utfordringer har vi med fremdriftsplanlegging i dag.....	80
8.4	Besvarelse av forskningsspørsmål: Hvordan kan 4D planlegging bidra til fremdriftsplanleggingen .....	80
8.5	Besvarelse av forskningsspørsmål: Hvilke utfordringer har vi med å implementere 4D BIM i prosjektene .....	81
8.6	Besvarelse av forskningsspørsmål: Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere .....	81
9	Forslag til videre studie .....	83
9.1	Alternativ – ny problemstilling.....	83
	Referanser .....	84
	Vedlegg 1: Følg brev og spørsmål til e-postintervju .....	90
	Vedlegg 2: Epostintervjuer .....	91
	Vedlegg 3: Intervjuguide for personlig intervju.....	99
	Vedlegg 4: Personligintervju .....	100



## Figurliste

Figur 1.1-1: Arbeidsproduktivitetsmåling fra 1992-2012 (Langlo, et al., 2013). .....	1
Figur 1.1-2: Produktiviteten mellom Fastland-Norge og Byggenæringen i Kr/time (Byggeindustrien, 2017). .....	2
Figur 1.1-3: Illustrasjon av balansen mellom de tre hovedelementene som kan føre til maks potensial i et prosjekt. ....	2
Figur 1.4-1: Illustrasjon av rapportens oppbygging. ....	5
Figur 2.1-1: Planleggingsperspektiv (Estudie, 2014). .....	7
Figur 2.1-2: Tre ulike planleggingsnivåer (Estudie, 2014). ....	7
Figur 2.1-3: Oversikt over ulike mål (Estudie, 2014). .....	8
Figur 2.2-1: Eksempel på oppgaveskrivingsplan for mai 2017. ....	9
Figur 2.2-2: Illustrasjons bilde, hvordan planlegger ingeniørene fremdriften tidligere gjennom historiene? .....	12
Figur 2.2-3: Eksempel på Gantt-diagram (Eastman, et al., 2011). .....	13
Figur 2.2-4: Eksempel på nettverksdiagram. ....	13
Figur 2.2-5: MS Project illustrasjon .....	14
Figur 2.2-6: MS Project logo. ....	14
Figur 2.2-7: Illustrasjon av Excel.      Figur 2.2-8: Excel logo. ....	15
Figur 2.3-1: 4D BIM, Tidsplanlegging og Simulering (VICO Software Integrating Construction, 2017). .....	16
Figur 2.3-2: 4D modellerings prosess (Eastman, et al., 2011). ....	17
Figur 2.3-3: Illustrasjon linking av aktiviteter mellom 3D-modellen og fremdriftsplanen (Tulke & Haff, 2007a). ....	18
Figur 2.3-4 Software programmer for 3D-modell og fremdriftsplan er involvert i 4D-prosess. ....	18
Figur 2.3-5: 4D-planleggingsprosess, tradisjonell metode (Tulke & Haff, 2007b). ....	19
Figur 2.3-6: 4D-planleggingsprosess, forbedret metode (Tulke & Haff, 2007a). ....	19
Figur 2.3-7: 4D Planning SH Disneyland (Theme Park Review, 2014). .....	20
Figur 2.3-8: SH Disneyland (Daily Mail, 2016). .....	20
Figur 2.3-9: 4D Planning SH Tower (Qing, 2012). .....	20
Figur 2.3-10: SH Tower (Bilde ble tatt i 2011). .....	20
Figur 2.3-11: 4D Planlegging Fuglerede i Beijing (Zhenzhong , et al., 2008). ....	20
Figur 2.3-12: Fuglerede i Beijing (Skyscraper City, 2006). ....	20
Figur 3.1-1: Respect for people (Lean Construction Institute, 2017). ....	21
Figur 3.1-2: Ford T-modell samlebåndproduksjon (Ford, 2017). ....	23
Figur 3.1-3: Toyota Production System (Lean Enterprise Institute, 2017). .....	24
Figur 3.1-4: Effektivitetsmatrise (Kristensen, 2016). ....	24
Figur 3.1-5: Lean Produksjonssystem (Kristensen, 2016). ....	25
Figur 3.1-6: Ett prosjekts suksessperspektiv (Kristensen, 2016). .....	26
Figur 3.1-7: Kvantitative verdiskapning i ett prosjekt (Kristensen, 2016). ....	26
Figur 3.1-8: Seven wastes of Lean (Tasko Consulting, 2017). ....	28
Figur 3.3-1: Planlegging av gjennomføring av arbeid i LPS (Ballard, 2000a). ....	31
Figur 3.3-2: LPS – Pull effekt og Tradisjonell planlegging – push effekt (Delgum, 2011). .....	32
Figur 3.3-3: SHOULD – CAN – WILL – DID (Delgum, 2011). .....	32
Figur 3.3-4: De sju forutsetningene til sunn aktivitet (Delgum, 2011). .....	33

Figur 3.3-5: Utkvikksprosess i LPS, aktiviteter flyttes fra høyre mot venstre når datoene for arbeidet nærmer seg (Delgum, 2011).....	34
Figur 3.3-6: LPS – Arbeidsflyt kontroll (Delgum, 2011).....	35
Figur 3.3-7: Relasjoner/forhold mellom ulike plannivåer (Delgum, 2011). ....	36
Figur 4.1-1: Grunnleggende strategier for sikkerhetsforbedring (Bølviken, 2012). ....	37
Figur 4.1-2: Bygning er prosjektproduksjon (Svalestuen, et al., 2016). ....	37
Figur 4.2-1: Oversikt over hva arbeidstiden blir brukt til (Svalestuen, et al., 2016). ....	38
Figur 4.2-2: Byggefeil (Svalestuen, et al., 2016).....	39
Figur 4.5-1: Syv forutsetninger for en sunn aktivitet (Andresen, et al., 2014). ....	41
Figur 4.6-1: Arbeidsfordeling i tid (Andresen, et al., 2014). ....	42
Figur 4.7-1: Strategisk- og operativ planlegging (Svalestuen, et al., 2016).....	42
Figur 4.7-2: Plan- og møtestruktur (Andresen, et al., 2014, s.9).....	43
Figur 4.7-3: Kommunikasjon (Andresen, et al., 2014).....	43
Figur 4.8-1: HMS Risikostyring (Andresen, et al., 2014). ....	44
Figur 4.9-1: Modell for sikker og effektiv drift (Andresen, et al., 2014). ....	45
Figur 4.10-1: Eksempel på hovedfremdriftsplan (Svalestuen, et al., 2016).....	46
Figur 4.10-2: Eksempel på faseplan (Svalestuen, et al., 2016). ....	46
Figur 4.10-3: Lappeteknikk (Svalestuen, et al., 2016). ....	47
Figur 4.10-4: Hjelpemiddel for å planlegge egen hverdag (Veidekke, 2015) ....	48
Figur 4.10-5: Eksempel på lagsplan (Veidekke, 2015).....	48
Figur 4.11-1: Eksempel på utkvikksplan i MS Project .....	49
Figur 4.11-2: Eksempel på ukeplan i MS Project.....	50
Figur 5.1-1: Forskjellen mellom kvalitative- og kvalitative metoder (Estudie.no, 2017). ....	52
Figur 5.4-1: En illustrasjon av validitet og reliabilitet (Sander, 2017).....	56
Figur 6.9-1: Illustrasjons av Prosjekt – Vitaminveien (Thon eiendom, 2017).....	66
Figur 6.9-2: Illustrasjonstegning – Vitaminveien 11 (Thon eiendom, 2017).....	67
Figur 6.9-3: Utvendig arbeid – Vitaminveien 11. ....	70
Figur 6.9-4: Illustrasjon av 4D planlegging – Vitaminveien 11.....	70
Figur 6.9-5: Illustrasjon av PAD bruk – Vitaminveien 11. ....	71
Figur 6.9-1: Illustrasjon – Diskusjon.....	72
Figur 7.4-1: Illustrasjon av 4D planlegging – Gode koordineringer av aktiviteter. ....	76

## Tabelliste

Tabell 2.2-1: Ulike begreper for fremdriftsplanlegging (Rolstadås, 2011).....	11
Tabell 3.1-1: Kategori av sløsing (Kristensen, 2016). ....	27
Tabell 3.3-1: Oversikt over Plansystem (Delgum, 2011).....	35
Tabell 4.5-1: Syv forutsetninger (Veidekke, 2015) .....	41
Tabell 5.1-1: Ulemper og fordeler ved bruk av kvalitative metoder (Larsen, 2012). ....	52
Tabell 5.1-2: Ulike metoder som er knyttet til forskningsspørsmålene.....	53
Tabell 5.2-1 Oversikt over ulike søkeord.....	54
Tabell 5.3-1 Fordel mellom e-post og telefon intervju (Larsen, 2012).....	55
Tabell 6.1-1: Informasjon om informantenes bakgrunn fra e-postintervju. ....	59
Tabell 6.2-1: E-post besvarelse knyttet til spørsmålet - Hvilke utfordringer i fremdriften kan IP løse.....	60
Tabell 6.3-1: Besvarelse som knyttes til forskningsspørsmålet – utfordringer med fremdriftsplanlegging i dag. ....	61

Tabell 6.4-1: Besvarelse fra forskningsspørsmålet – Hvilke utfordringer har IP i dag.....	62
Tabell 6.5-1: Besvarelse knyttes til forskningsresultat – Bruk av 4D planlegging på byggeplass. .....	63
Tabell 6.6-1: Besvarelse fra forskningsspørsmålet – Hvordan 4D planlegging kan bidra med i fremdriftsplanleggingen.....	63
Tabell 6.7-1: Besvarelse som knyttes til forskningsspørsmålet – Utfordringen med å implementere 4D BIM i prosjektene. ....	64
Tabell 6.8-1: Besvarelse av forskningsspørsmålet – Kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere på byggeplass. ....	65
Tabell 6.9-1: Generell oversikt over Vitaminveien Prosjektet (Veidekke, 2016). ....	66

## Formelliste

Formel 1.1-1: Beregning av produktivitet 1 (Langlo, 2014).....	1
Formel 1.1-2: Beregning av produktivitet 2 (Langlo, 2014).....	1
Formel 3.4-1: PPU beregning (Næringsforening i Trondheim, 2017).....	30

## Forkortelser & Begreper

AOA:	Activity on Arrow
BAS:	Gruppeleder eller oppdragsleder
BIM:	Building Information Model
4D-BIM	4-Dimensional Building Information Model
CPM:	Critical path method
Formann:	Planlegger arbeidsoppgaver for grunnarbeider og anleggsmaskiner
IP:	Involverende planlegging
JIT:	Just-In-Time
LPS:	Last Planner System
PPC:	Procent Plan Complete
PPU:	Prosent Planlagt Utføring
Paretooptimalitet:	Alle aktørene i prosjektet oppnår det maksimale punktet i en gitt situasjon, ingen av aktørene skal merke en skjevfordeling iht. maksimal oppnåelse og samt skal det ikke være slik at noen av aktører får det dårligere enn andre
PERT:	Program Evaluation and Review Technique
SJA:	Sikker Jobb Analyse
SSB:	Statisk Sentralbyrå
TPS:	Toyota Production System
UE:	Underentreprenør

# 1 Innledning

I denne innledningskapitlet inneholder det en generell introduksjon om masteroppgaven og oppgavens problemstilling. Samt inneholder det også begrensninger og omfang i henhold til oppgaven. I tillegg blir også oppgavens oppbygging introdusert i dette kapitlet.

## 1.1 Bakgrunn

Når man skal sammenligne produktiviteten i byggenæringen med andre næringer i Norge, så har byggenæringen lavest vekst sammenlignet med andre norske hovednæringer. Hva man har skapt i verdi og samt hvor mye ressurs det trengs, betegnes som produktivitet (Langlo, et al., 2013).

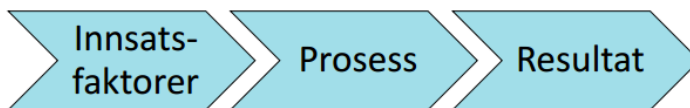
Hvordan produktivitet er definert:

- Produksjon i forhold til innsats i et økonomisk perspektiv

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{Hva vi har skapt av verdi}}{\text{Hva det kostet}}$$

Formel 1.1-1: Beregning av produktivitet 1 (Langlo, 2014).

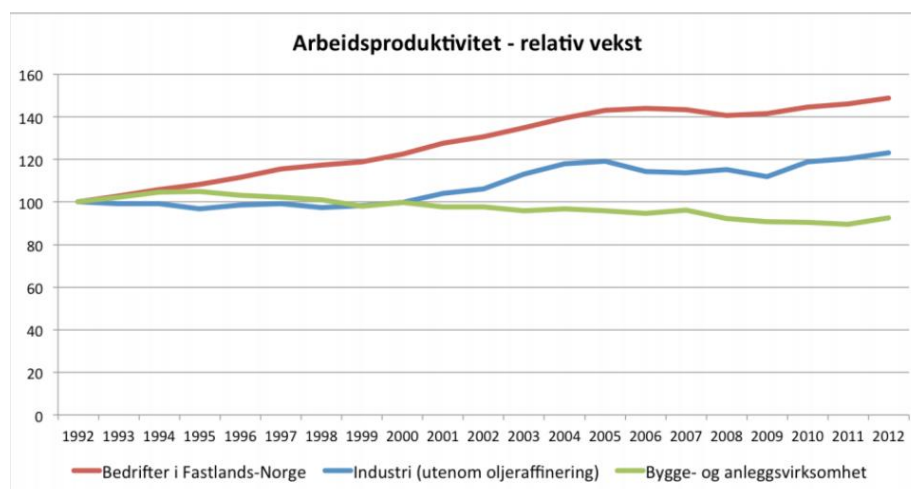
- Består av innsatsfaktor, prosess og Resultat



$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{Resultat}}{\text{Innsatsfaktorer}}$$

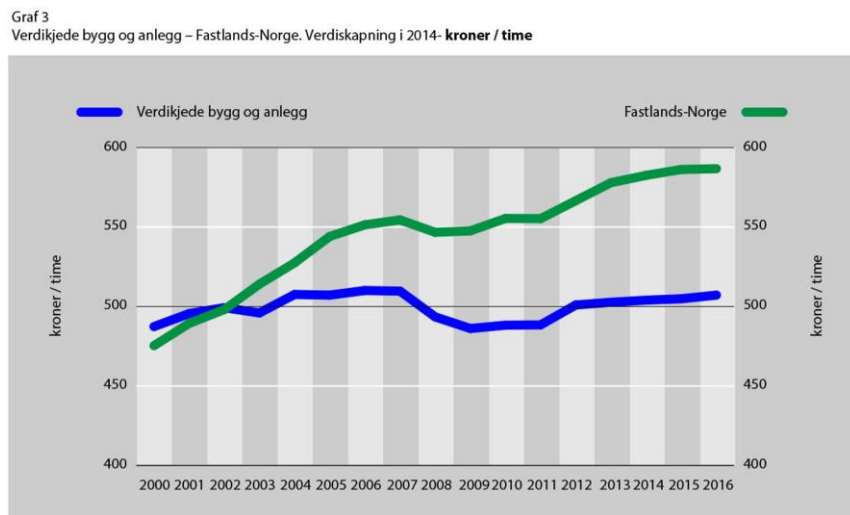
Formel 1.1-2: Beregning av produktivitet 2 (Langlo, 2014).

Ut ifra figur 1.1-1 ser man nedgang på produktiviteten i byggenæringen sammenlignet andre næringer, både Industri og bedrifter i fastland-Norge har hatt en økning i produktiviteten. Det er fremdeles rom for å effektivisere produksjonen på byggeplass i dag, sammenlignet med tidligere tradisjonelle produksjon.



Figur 1.1-1: Arbeidsproduktivitet måling fra 1992-2012 (Langlo, et al., 2013).

Ifølge Statisk Sentralbyrå (SSB) i år 2017 så har produktivitsutvikling i norske bygg- og anleggsvirksomhet vokst, produktiviteten har vokst siden 2011-2016. Men hvis man sammenligner med andre næringer i fastland-Norge så er det et stykke unna. Det er fordi Industriene i fastland- Norge har kommet lengere frem med automatisering og digitalisering enn byggenæringen. Det vil være utfordrende å automatisere og digitalisere alle prosessene i et byggeprosjekt, men byggenæringen i dag er under utvikling for en fullstendig digital plattform (Byggeindustrien, 2017). Se figuren 1.1-2 nedenfor, produktivitsutviklingen mellom byggenæringen og andre næring i fastland-Norge.



Figur 1.1-2: Produktiviteten mellom Fastland-Norge og Byggenæringen i Kr/time (Byggeindustrien, 2017).

Bygg- og anleggsprosjekter i dag består av tre hovedelementer: Kostnad, tid og kvalitet. Når man klarer å skape en riktig balanse mellom de tre hovedelementene, vil også byggeprosjektet nå sitt maks potensial. Byggebransjen i dag har stort fokus på kostnader og kvalitet, samt er det godt dokumentert. Det er positivt at kvalitet og kostander blir høyt prioritert, men det er også viktig å fokusere på tiden. Tid er knyttet til planleggingen, det er viktig å kontroll over tidsdisponeringen og hvis man klarer å disponere tiden godt nok vil man også få en god plan (Levy & Emma, 2016). Planlegging i henhold til tidsdisponeringen vil også ha innvirkning i kostander og kvalitet, for eksempel en god tids disponering vil føre til lavere kostnader og bedre kvalitet.



Figur 1.1-3: Illustrasjon av balansen mellom de tre hovedelementene som kan føre til maks potensial i et prosjekt.

Byggeprosjektets resultat fra oppstart, varighet og til slutfase er påvirket av ulike tilfeldigheter i dag. Disse ulike tilfeldighetene kan være for eksempel tiden på saksbehandlingen, ønsker fra byggherren og kapasiteten til entreprenøren. Byggeprosjektets sluttdato er ofte satt av byggherren og selv om man er noe uker eller måneder utover den fastsatte datoen, må entreprenøren opprettholde eller levere prosjektet i den avtalte tiden. Man lager ofte en fremdriftsplan fra prosjektoppstart og samt håpe at planen vil bli en veiledende plan for byggeprosjektet, men i virkeligheten vil denne fremdriftsplanen møte store utfordringer i henhold til dagens komplekse byggeprosjekter.

Fremdriftsplanlegging vil påvirke produktiviteten på byggeprosjektene i stor grad. Fremdriftsplanleggingen knyttet til tid og man må kunne kartlegge varighet i tid på aktivitetene, når og hvor det skal utføres. Samt er det viktig å planlegge rekkefølge og avhengighet mellom ulike aktiviteter. Hvis planen er gjennomførbar er det tegn på god fremdriftsplanlegging.

4D BIM eller 4D planlegging er satt sammen av 3D-bygningsmodell og fremdriftsplan. Når modellen og planen blir satt sammen kan man kjøre fremdriftsplanlegging visuelt gjennom ulike Software. Ut ifra 4D Planleggingen blir aktivitetenes varighet og rekkefølge knyttet til bygningsmodellen, endring i aktivitetenes rekkefølge og varighet vil vises fullstendig i bygningsmodellen. Meningen med 4D planleggingen er å gi en helhetlig forståelse for alle involverte aktørene i byggeprosjektet. I tillegg er det lettere å oppdage feil ved å se fremdriften visuelt.

Masteroppgaven skrives i samarbeid med Veidekke i Trondheim og Oslo Distrikt, som er en del av Veidekke ASA. Veidekke er en av de største entreprenør- og eiendomsutviklingselskapene i Skandinavia, med 7 400 ansatte og hadde en omsetning på 30 MRD i 2016 (Veidekke, 2017). Veidekke har stort fokus rettet mot BIM-produksjon på byggeplass og søker kontinuerlig etter forbedringer, dette kan være for eksempel programvarer, hardware eller prosesser. Både i Oslo, Trondheim og Stockholm har Veidekke satsing- og utviklingsområder innen BIM. I tillegg utvikler de Lean Construction i samarbeid med IGLC og NTNU (Grong, 2013).

Den tradisjonelle planleggingen i dag er bygd opp av digitale verktøy -4D BIM og effektive planleggingsmetoder som for eksempel LPS og IP. Tidligere var det mye ulemper med fremdriftsplan, fordi planlagte planen ikke samsvarer med den virkelige planen ute på en byggeplass og på grunn av prosjektets kompleksitet og mye endringer i etterkant. Bruk av digitale verktøy innen planlegging er ikke fullstendig tatt i bruk blant alle entreprenørene, men Veidekke er i gang med 4D planlegging i noe av de store prosjektene og samt bruker de egenutviklet planleggingsmetode i alle prosjekter.

## **1.2 Oppgavens problemstilling**

Oppgavens problemstilling er bearbeidet sammen med eksterne- og interne veileder, både fra Veidekke og UiT Narvik. Oppgaven har fokus på hvordan man kan effektivisere fremdrift i den operativ planlegging ved å bruk av digitalisering. Dermed er det fokus på hvordan vi kan kombinere nye planleggingsmetoder sammen med digitale verktøy, 4D planlegging.

### 1.3 Omfang og begrensninger

Arbeidet skal omfatte:

1. Innledende arbeid/litteraturstudium med avgrensninger og definisjoner
2. Hvordan vi tradisjonell planlegger fremdriften i dag
3. Hvilke utfordringer finnes med tradisjonelle planleggingsmodell
4. Hvordan kan en benytte 4D-BIM for å løse utfordringer med planlegging av prosjekter

Punkt 2 og 3 benyttes det intervjuer av personer på byggeplass/prosjekter, og i punkt 4 evalueres et prosjekt der de benytter 4D BIM.

Fremdriftsplanlegging er en av de sentrale temaene i oppgaven. Det finnes mange ulike planleggingsmetoder i henhold til fremdrift, men i denne oppgaven er det knyttet til hvordan Veidekke tradisjonelt planlegger sin fremdrift i dag og samt er det tatt ut litteraturmaterialer som er knyttet til Veidekke sin planleggingsmetode. Involverende Planlegging er Veidekke sin metode for å planlegge fremdriften i dag og litteraturen som bygger på Involverende planlegging er Lean Construction. Dermed er det tatt ut litteraturmaterialer i henhold til rapporten som knyttes til Veidekke sin planleggingsmetode og samt vil også knytte til forskningsspørsmålene.

4D planlegging eller 4D BIM er også en av de sentrale temaene i oppgaven. Kunne kartlegge utfordringer ved bruk av 4D BIM og samt utfordringen med å implementere 4D BIM i byggeprosjekter. I tillegg kunne kartlegge fordeler ved bruk av 4D BIM kontra prosjekter uten 4D BIM.

Faglige begrensninger: Skal ikke se på hele prosjektgjennomføringen i et byggeprosjekt fra a-å, men skal heller rette fokus mot en bit av prosjektgjennomføringen - Planlegging av fremdrift fra prosjektstart til operativ planlegging.

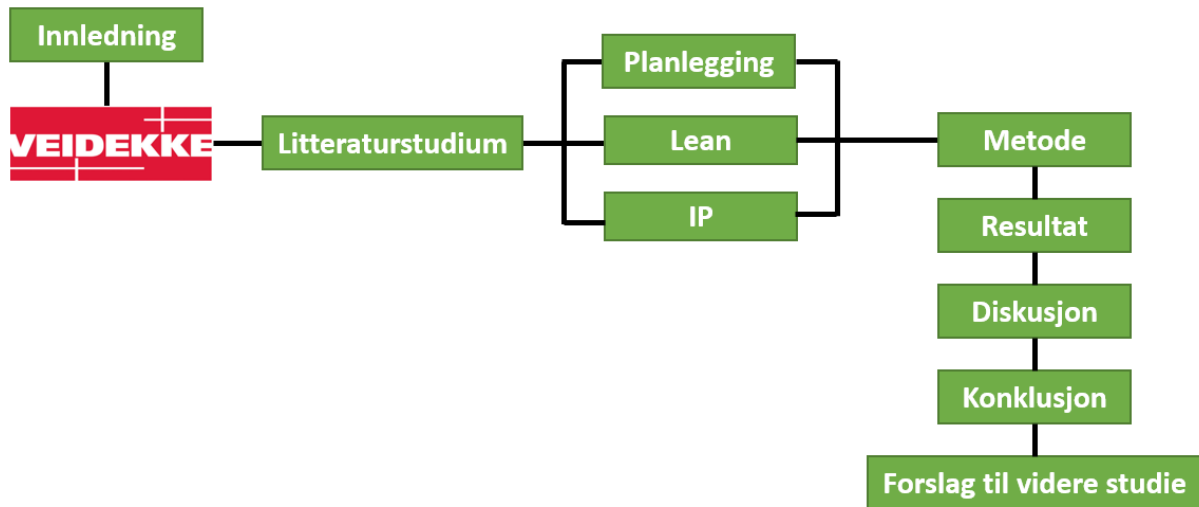
Tekniske begrensninger: Skal ikke gå i dybden på i den tekniske delen, hvordan ulike programvarer fungerer og hvordan man bruker den. Dermed blir det fokus på hvordan programvaren bidrar med å løfte prosjektene et hakk høyere enn tidligere, det vil si hvordan de kan bidra med å effektivisere fremdriften på prosjektene i dag.

I henhold til denne rapporten er det rettet direkte fokus mot 4D BIM, generelle forkunnskap eller kjennskap til BIM- konseptet vil være en stor fordel for å forstå 4 BIM. Det vil også muligens være en fordel å ha litt kjennskap til fremdriftsplanlegging på forhånd.



## 1.4 Oppbygging

Se figur 1.4-1, nedenfor er det en illustrasjon av rapportens oppbygging.



Figur 1.4-1: Illustrasjon av rapportens oppbygging.

### ***Kapittel 1: Innledning***

Dette er et introduksjonskapittel for masteroppgave temaet og oppgavens omfang, begrensninger og problemstilling blir også presentert.

### ***Kapittel 2: Planlegging***

Første del består av generell introduksjon om planlegging. Videre blir fremdriftsplanlegging, historisk utvikling av fremdriftsplanlegging, ulike verktøy innen fremdriftsplanlegging introdusert. I tillegg inneholder dette kapitlet 4D planlegging.

### ***Kapittel 3: Lean***

I dette kapitlet blir Lean filosofien introdusert. Implementere Lean filosofien i prosjektene og ulike fordeler med å implementere Lean i prosjektene. Lean Construction verktøy som Last Planner System bli presentert, denne metoden er tatt i bruk blant entreprenørselskapene i dag, Veidekke kaller det for Involverende Planlegging.

### ***Kapittel 4: Veidekke – Involverende Planlegging (IP)***

I dette kapitlet inneholder det Veidekke sin egen planleggingsmetode for å drive fremdriften i byggeprosjektene i dag. IP har hentet inspirasjon fra Lean Construction.

### ***Kapittel 5: Metode***

I dette kapitlet blir ulike forskningsmetoder presentert: Kvalitative- og kvantitative metoder. Her begrunnes det for metodevalg og samt ulike type intervju (e-post, telefon eller personlig).

### ***Kapittel 6: Resultat***

Resultatene som er knyttet til forskningen blir introdusert. Både i form for e-post og personlig intervju. Resultatene fra intervjuet vil danne grunnlag for diskusjon og besvarelse av forskningsspørsmålene.

### ***Kapittel 7: Diskusjon***

I dette kapitlet blir det introdusert diskusjon i henhold til resultatene og sammen med valgte litteraturstudium.

***Kapittel 8: Konklusjon***

I dette kapitlet blir konklusjon introdusert sammen med forskningsspørsmålene. I noen av besvarelsene i forskningsspørsmålene vil det også være anbefalinger og forslag.

***Kapittel 9: Forslag til videre studie***

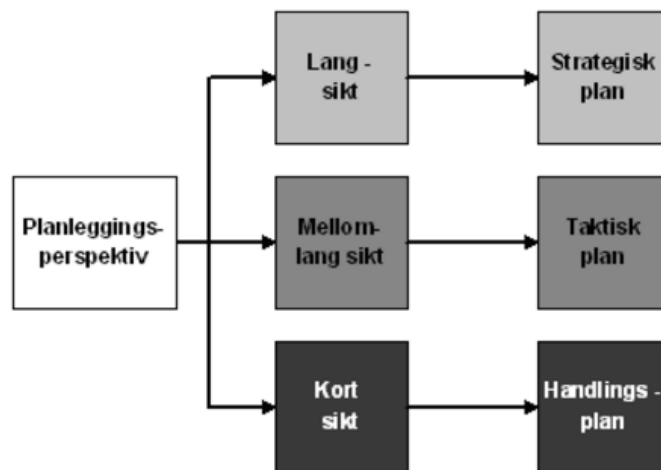
I dette kapitlet vil det bli presentert forslag til nye forskningsmetoder som bygger på den nåværende problemstillingen.

## 2 Planlegging

I dette kapitlet inneholder det en generell introduksjon om planlegging. Samt inneholder det fremdriftsplanlegging, verktøy for fremdriftsplanlegging og fremdriftsplanlegging ved bruk av 4D BIM i dette kapitlet.

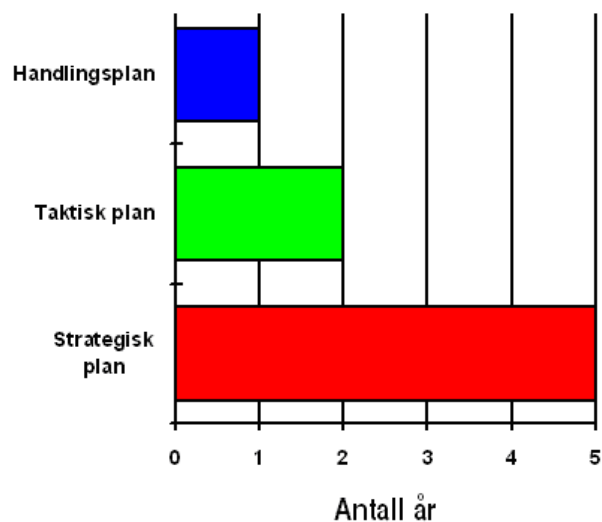
### 2.1 Strategisk planlegging

Ved å legge langsiktige planer for virksomheten kalles strategisk planlegging, vi kan dele planleggingen i tre tidsperspektiver: Langsiktig-, Mellomlang- og Kortsiktig planlegging. Fra ulike tidsperspektiv finnes det ulike plan, se figur 2.1-1.



Figur 2.1-1: Planleggingsperspektiv (Estudie, 2014).

Langsiktige plan fokuserer på de kommende fem årene, mens mellomlange plan fokuserer på de neste to til tre årene. Kortsiktige plan fokuserer på det kommende året. Mål og strategier fra den langsiktige planen er bygd opp av mellomlange- og kortsiktige planer og samt blir sett på som drivkraften til den langsiktige planen.

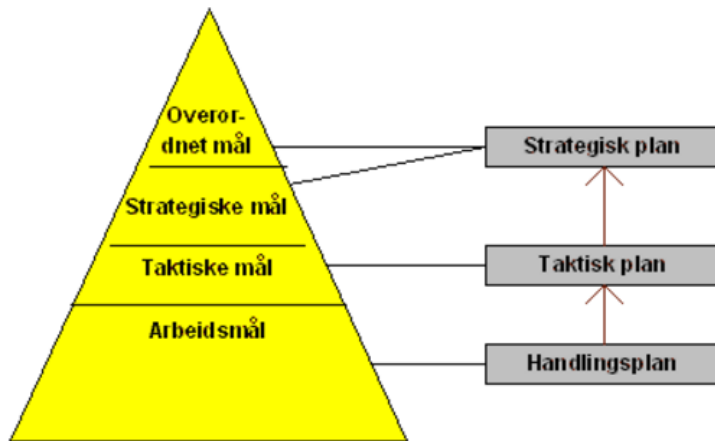


Figur 2.1-2: Tre ulike planleggingsnivåer (Estudie, 2014).

En strategisk plan må kunne svare på spørsmålene som: Hvordan bedriften ser ut i fremtiden eller hva vi ønsker å oppnå på lang- og kortsikt. En strategisk plan varer ca. tre til fem år, regnes som en langsiktig plan. Denne planen skal kunne kartlegge bedriftens langsiktige endringer og samt sørger for at bedriften skal være markedsdyktig. En bedrift vil være markedsdyktig når planen blir gjennomført riktig. Vi regner ofte med at strategiske plan er fastbindende dokument innen den langsiktige planen. Alle organisasjoner er ofte i forandring og utvikling for å tilpasse seg i markedet og dette skjer med planene også.

Taktisk plan er en støtte for den strategiske planen, målet er å nå den strategiske planen. Den taktiske planen gir en detaljert oversikt over kortsiktige mål og tiltak, planlegges to til tre år fremover i tid.

Handlingsplan blir sett på som en operativ plan og fokuserer på planer for det kommende året. Denne planen inneholder kortsiktige mål, aktivitetenes virkemidler og koordineringer. I tillegg gir den budsjettoversikt, tidsplaner og fordeling av ansvarsoppgaver. De målene som blir trukket frem fra den taktiske planen, skal videre fullføres av en handlingsplan.




Figur 2.1-3: Oversikt over ulike mål (Estudie, 2014).

Den klassiske feilen er at prosjektplanlegging blir forskjøvet videre til det tredje stadiet. Dette fører til mangel av informasjon eller ufullstendig informasjon blir videreført til det tredje stadiet som resulterer til at de langsiktige målene for aktivitet og tiltak blir uklare (Estudie, 2014).

På en byggeplass skjer det mye i den operative fasen, der det er mange arbeidslag som skal jobbe i forskjellige tidsrammer og samt kreves det gode koordineringer. I den operative planleggingen er vi avhengig av en god fremdriftsplan for å unngå sløsing av tid, penger og ressurs.

## 2.2 Fremdriftsplanlegging

For å forklare fremdriftsplanlegging kan vi for eksempel starte med å forklare vår egen fremdriftsplanlegging for hverdagen. Det vil være fornuftig å sette opp en total oversikt over arbeidet for oppgaveskrivingen i henhold til forberedelse eller siste finpuss før oppgaven skal leveres. Disponering av tid knyttet til oppgaveskriving er viktig for å få en total oversikt. Vi kan lage en oversiktlig plan gjennom kalenderformat, i denne formatet kan vi legge inn viktige informasjon som dato, tidsfrister, innleveringsdato og helligdager. I tillegg er det viktig å handle inn mat i de dagene butikkene er stengt. Vi kan starte med å planlegge fordelingen med ulike tema i oppgaveskrivingen i de tilgjengelige dagene når man er ferdig med planleggingen. Noe faser i oppgaveskrivingen kan være tidkrevende og derfor vil det være lønnsomt å ha en total oversikt slikt at man får disponert tiden riktig i ulike faser. Figur 2.2-1 er bare et eksempel på oppgaveskrivings plan for mai 2017.

Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Søndag
1 Jobbe med oppgaven	2 Handle mat	3	4	5 Jobbintervju	6	7 Bursdag
8 Handle mat	9 Jobbe med oppgaven – siste delen	10	11	12	13 KS oppgaven	14
15 Leverer oppgaven	16	17 	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Figur 2.2-1: Eksempel på oppgaveskrivingsplan for mai 2017.

Dette er bare en enkel plan for vår hverdag og samt finnes det flere metoder for fremdriftsplanlegging. Innen komplekse byggeprosjekter finnes det ulike metoder for fremdriftsplanlegging, det krever en bedre oversikt når man har mange arbeidslag inn i prosjektet. Milepælene i henhold til eksempelet ovenfor er innleveringsfrist, man tenker eller vurderer på hva som kunne vært en god arbeidsfordeling mellom de ulike temaene i oppgaveskrivingen. I noen tilfeller er det nødvendigvis gjøre noen endringer midt i oppgaveskrivingen på grunn av det muligens dukker opp mer forståelse for omfang i de ulike temaene. Fremdriftsplaner i denne skalaen blir laget og utviklet på samme måte som eksempelet.

### 2.2.1 Hvorfor fremdriftsplanlegging er viktig

Fra forrige eksempelet med oppgaveskrivingsplan gir det en oversikt over perioden og fremdriftsplanlegging i bygg- og anleggsprosjekter i større skala har flere viktige elementer. Innen byggeprosjekter er tiden knyttet til penger og sløsing av tid resulterer til unødvendige kostnader. Vi får kortere byggetid, redusert buffer, leie av bemanning og utstyr blir kortere gjennom god planlegging. I det totale bilde så kan alle disse tilfellene bidra til å spare penger, unngå sløsing av tid, ressurs og penger. God fremdriftsplanlegging fører til kostnadsreduksjon i byggeprosjekter (Rørtveit, 2011). Dermed blir fremdriftsplanlegging sett på som viktig tema innen bygg- og anleggsprosjekter i dag, planlegging av når, hvor og hvordan aktivitetene skal utføres kan ha stor påvirkning på kostnadene og ressursbruk (Eastman, et al., 2011).

I et byggeprosjekt er det knyttet til mange ulike aktører, for eksempel ulike faggrupper. For å få planen til å gå er vi avhengig av tverrfaglig samarbeid, det krever mye samarbeid fra de ulike aktører. Før arbeidet starter på byggeplass må det planlegges slikt at entreprenøren er klare eller forberedt før de skal starte med gravingen. Uten noe form for planlegging vil det være vanskelig for ulike aktører å være klar over sin rolle i prosjektet i henhold til dens arbeidsoppgaver, når, hvor og hvordan det skal gjøres. Det er viktig å få oversikt over bemanningen før prosjektstart, hvor mye mannskap man har behov for knyttet til prosjektets skala. Samt blir bemanningen også knyttet til aktivitetenes varighet. I henhold til bemanningen må også andre ressurser som for eksempel antall kran, gravemaskin kartlegges, hvor mye man trenger og hvor lenge man skal leie det knyttet til prosjektets skala. I tillegg er det viktig å kartlegge utførelsen av de ulike aktivitetene. Tilgjengelige tiden for hver av de ulike aktivitetene blir fastsatt gjennom en fremdriftsplan som blir utformet og videre kan vi få en oversikt over hvilken utførelse som passer best. En hovedfremdriftsplan er bygd opp av flere andre planer, de planene som bygger opp hovedfremdriftsplanen kan være for eksempel som innkjøps-, beslutnings- og kontraheringsplan. Både innkjøps-, beslutnings- og kontraheringsplan kan være eksempel på faktorer som fører til en god byggeprosess.

Eksterne aktører som myndigheter og eiere vil få viktig informasjon gjennom fremdriftsplanleggingen. Informasjonen kan for eksempel inneholde prosjektets varighet (fra prosjekt start til slutt) og støy i aktivitetene (når de skal starte med sprenging). En fremdriftsplan inneholder mye informasjon og man kan hente ut mye informasjon ut ifra denne planen og samt vil disse informasjonene bidra til god flyt for alle aktørene som er involvert i prosjektet (Rørtveit, 2011).

## 2.2.2 Oversikt over begreper innen fremdriftsplanlegging

Tabellen 2.2-1 nedenfor er det en kortoversikt over de ulike begreper innen fremdriftsplanlegging med forklaring.

Ord	Forklaring
Aktivitet	En eller flere arbeidsoppgaver som krever ressurs for å bli fullført.
Avhengighet	Rekkefølgerelasjoner mellom aktiviteter.
Avvik	Forskjell mellom planlagt og faktisk utført arbeid.
Bakoverplanlegging	LPS metode for å få med underentreprenørene til å delta i planleggingen.
Bemanning	Mekanisme som håndterer variasjoner ofte i form av ekstra tid, aktiviteter eller bemanning.
Crashing	Egen teknikk for å redusere varigheten til et prosjekt. Formålet er å redusere tiden til en lavest mulig kostnad.
Dagmukkt	En form for bot, når entreprenøren leverer prosjektet etter tidsfristen. Må betale pr antall dager etter avtalt tidsfrist har utløpt.
Enhetstider	Er angitt i tid pr mengde for en arbeidsoperasjon.
Flyt	Den maksimale tiden en aktivitet kan forskyves uten å påvirke etterfølgende aktivitet eller sluttdato til prosjektet.
Fremdriftsplanlegging	Planlegging av et byggeprosjekt med tanke på blant annet aktivitetenes rekkefølge og varighet.
Frontline	Vertikal linje som angir dags dato i en fremdriftsplan.
Gant-diagram	Prosjektplan som viser aktiviteter langs en tidsakse.
Hendelse	Det tidspunktet hvor en aktivitet starter eller slutter.
Involverende Planlegging	Veidekke sin metode for å drive fremdriften på i sine prosjekter, teorien kommer fra LPS.
Innkjøpsplan	Plan for fremtidige innkjøp.
Kritisk aktivitet	En aktivitet uten flyt. Enhver endring i fremdriften for denne aktiviteten vil påvirke sluttdatoen til prosjektet.
Lappeteknikk	Det samme som Bakoverplanlegging – Veidekke sitt begrep.
LPS – Last Planner System	Planleggingsfilosofi som blant annet går ut på at den som utfører arbeidet skal være med i planleggingen.
Milepæler	En planlagt registrerbar hendelse knyttet til en definert ferdigstillelse eller et oppnådd resultat.
MS Project	Dataverktøy for fremdriftsplanlegging.
Oppfølging	Registrer fremdriften og om nødvendig iverksettelse av korrigerende tiltak.
4D Planlegging	Fremdriftsplanlegging knyttet til en BIM-modell.
Produktivitet	Mål på forholdet mellom produsert mengde og innsatsfaktor brukt. Utrykkes ofte som produkt produsert per timeverk.
Prosjektnedbryting	Systematisk måte å dele opp et prosjekt på.
Relasjon	Viser hvordan aktiviteter er avhengig av hverandre.
Ressurs	Alle innsatsfaktorer som kreves for å gjennomføre en aktivitet.

Tabell 2.2-1: Ulike begreper for fremdriftsplanlegging (Rolstadås, 2011).

### 2.2.3 Historisk utvikling om fremdriftsplanlegging

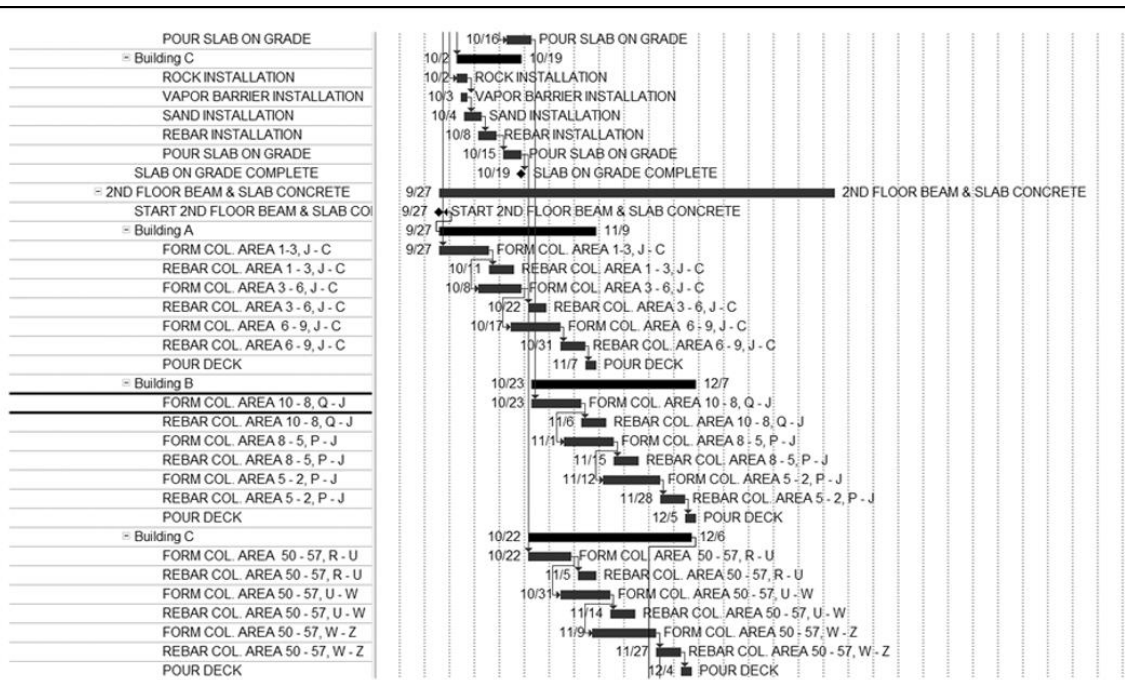
Det har blitt gjennomført mange store byggeprosjekter gjennom historiene, som for eksempel den kinesiske mur, den forbudte by i Beijing og pyramidene fra Egypt. Man skulle tro at tidligere historiske byggeprosjekter krevde planlegging for gjennomførelse av prosjektet, sammenlignet med prosjekter i dag som preget av kompleksitet og samt avhengig god planlegging. De store byggeprosjektene gjennom historiene var tidkrevende og hadde en lang varighet for utførelse, muligens hundrevis av år.



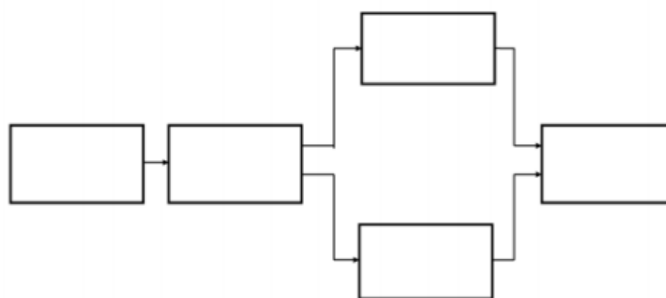
Figur 2.2-2: Illustrasjons bilde, hvordan planlegger ingeniørene fremdriften tidligere gjennom historiene?

Den moderne fremdriftsplanleggingen ble utløst i 1917 av en amerikansk ingeniør som het Henry Gantt (1861-1919) som utviklet Gantt-diagrammet (Hinze, 2012). Bakgrunnen for utviklingen av denne metoden var knyttet til fabrikkens produksjonskontroll. I dag er det mange virksomheter innen bygg- og anleggsbransjen som bruker denne metoden (Weber SC, 2005). Figur 2.2-3 er Gantt-diagram og figur 2.2-4 er Nettverksdiagram.





Figur 2.2-3: Eksempel på Gantt-diagram (Eastman, et al., 2011).



Figur 2.2-4: Eksempel på nettverksdiagram.

Fra figur 2.2-3 Gantt-diagrammet kan man se at aktivitetene er knyttet til tidslinjen, den tykke svarte streken forteller om aktivitetens varighet. Fordel med dette diagrammet er at vi får raskt forståelse og samt godt overblikk over planen og derfor er det mange ulike virksomheter som tar bruk i denne metoden i dag (Hinze, 2012).

Critical path method (CPM) ble utviklet gjennom samarbeid mellom to ulike bedrifter starten av 1950-årene. CPM har fokus på å plukke ut de kritiske aktivitetene for produksjonen og denne metoden blir fremstilt via nettverk, se figur 2.2-4 nettverksdiagram. I tillegg ble det også utviklet en annen metode som lignet på CPM, denne metoden ble kalt for Program Evaluation and Review Technique (PERT) fra den amerikanske marinen, der de kjørte tverrfaglig samarbeid mellom ulike aktører for rakett produksjon til ubåter. Det som skiller fra CPM er at PERT metoden inneholder aktivitetenes varighet ut ifra statistiske sannsynligheter. Activity on Arrow (AOA) metoden ble utviklet fra CPM. Innen den nye metoden AOA ble statistiske komponenter fra PERT utviklet og samt ble det mer fokus på å beregne aktivitetenes varighet (Weber SC, 2005).

En ulempe med tradisjonelle planleggingsmetoder er at den visuelle graden av aktivitetene som knyttes til komponentene ikke er tilstrekkelig og samt er det ingen tilknytting til design eller bygningsmodell. Dermed blir den tradisjonelle planleggingen en adskilt prosess og samt

vil det være utfordrende å gi en helhetlig forståelse. Det vil skape usikkerhetsfaktor blant de involverte aktørene i prosjektet, lite forståelse til fremdriftsplanen og logistikkens innvirkning på byggeplass (Eastman, et al., 2011).

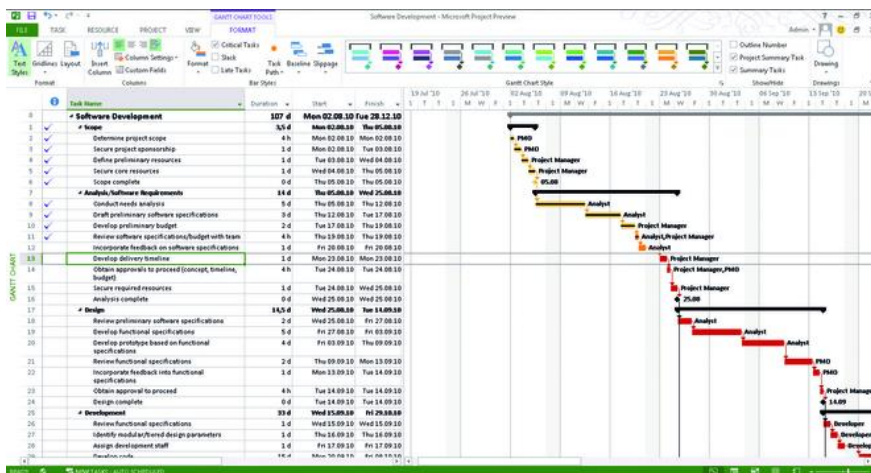
Det er vanlig med å bruke digitale verktøy innen fremdriftsplanlegging i dag. Man kan kombinere ulike metoder for fremdriftsplanlegging med digitale verktøy som for eksempel 4D planlegging.

### 2.2.4 Digitale verktøy innen fremdriftsplanlegging

Bruk av digitale verktøy innen fremdriftsplanlegging gir oss en visuell oversikt gjennom større skala, samt vil det også skape bedre flyt med henhold til informasjonsbehandling. Gjennom årene har det blitt utviklet mange ulike programmer for fremdriftsplanlegging og prisene på programmene er varierende. Det krever nødvendigvis forståelse og kompetanse for å forstå og samt bruke de ulike programmene, derfor vil det være avhengig av dataene som blir plottet inn i programmet. Feil innputt av data kan ha negative innvirkninger på fremdriftsplanen, kvaliteten på planen kan bli redusert (Weber SC, 2005).

#### Microsoft Project

En av de mest brukte programmene i dag innen bygg- og anleggsbransjen er Microsoft Project, MS Project. Årsaken er at MS Project er enkelt program og samt lett å lære seg, i motsetning til andre programmer som er mer avanserte og tidkrevende. MS Project klarer å behandle maksimalt titusen aktiviteter og samt er det sjeldent at et prosjekt overskrider med mer enn titusen aktiviteter. Det gir også rom for å legge til relasjoner mellom aktivitetene og planens visualisering er nesten samme som Gantt-diagram. Programmet kan også vise oss nettverksdiagram hvis vi ønsker det. Hvis det oppstår forsinkelser i henhold til planen, klarer MS Project finne årsakene til forsinkelsen. I tillegg markerer den alle aktivitetene som har påvirkning til forsinkelsen. Videre kan også MS Project gi mulighet for oppfølging av fremdriften gjennom ulike funksjoner fra programmet, samt kan også programmet produsere rapporter og ulike varianter av fremstillinger (Weber SC, 2005).



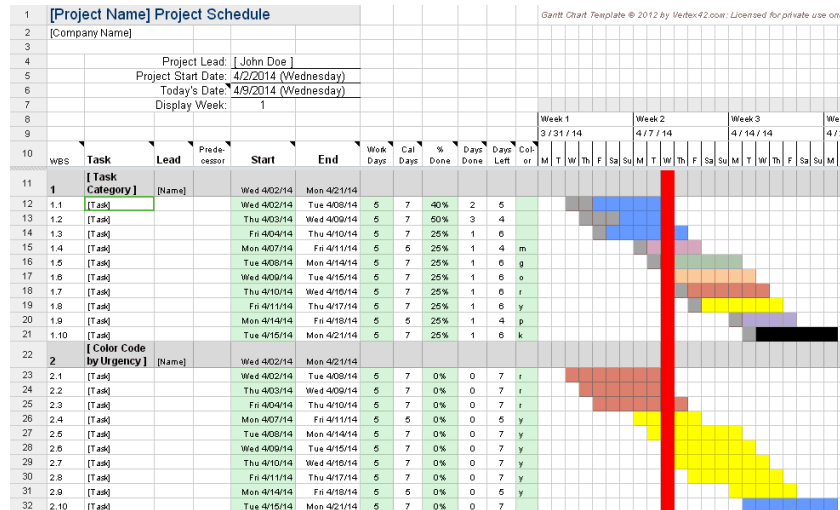
Figur 2.2-5: MS Project illustrasjon



Figur 2.2-6: MS Project logo

## Excel

Det som mest brukt blant de mindre og mellomstore entreprenør selskapene i dag er Excel. Man kan få ukeplaner eller treukersplaner ut ifra detaljerte planer med Excel. Samt skjer det endringer i planen, BAS og fagarbeiderne gjør endringer i planen. I tillegg gir det rom for å legge til ekstra informasjon etter behov, som for eksempel utstyr og materialer.



Figur 2.2-7: Illustrasjon av Excel.



Figur 2.2-8: Excel logo.

Det finnes også andre avanserte verktøy innen fremdriftsplanlegging som knyttes til komplekse bygg- og anleggsprosjekter, som for eksempel Primavera Project Planner og ISY Prosjektplan (Halleraker, 2014).

## 2.3 Nye metoder innen planlegging

Vi har mange ulike planleggingsmetoder innen planlegging og det som er utfordrende for alle bygg- og anleggsbransjer i dag er at produksjonshastigheten samsvarer ikke med det planlagte og samt er det hard konkurranse i denne bransjen (Nordahl, 2016). Dermed har vi behov for nye planleggingsmetoder kombinert med digitaliseringen som for eksempel 4D BIM eller Planlegging i 4D. Veidekke bruker en planleggingsmetode som heter Involverende planlegging (IP) og samt bruker de 4D planlegging i noen utvalgte prosjekter, som for eksempel Vitaminveien (Svalestuen, 2016). Involverende Planlegging har blitt utformet fra en metode som heter Last Planner System, LPS. Både Involverende Planlegging og Last Planner System er beskrevet i egne kapitler. I henhold til oppgavens omfang er det fokus på Veidekke sin planleggingsmetode og samt dens bruk av 4D BIM i sine utvalgte prosjekter.

### 2.3.1 4D BIM



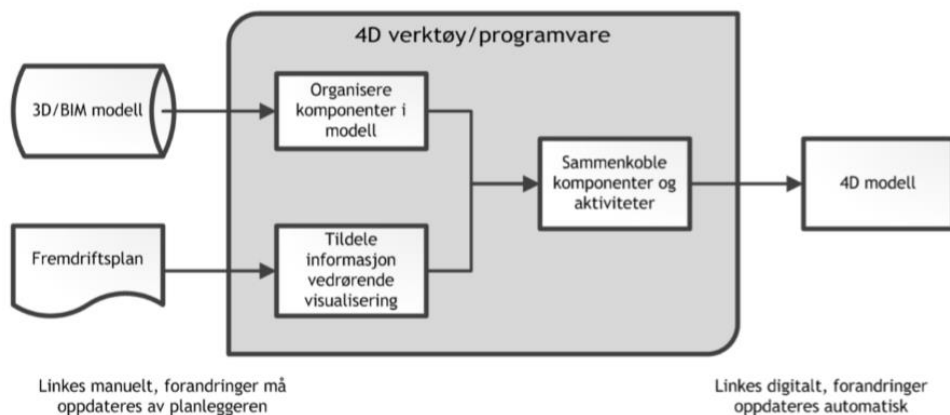
Figur 2.3-1: 4D BIM, Tidsplanlegging og Simulering (VICO Software Integrating Construction, 2017).

Mange av små og store prosjekter i dag er knyttet til BIM – Bygningsinformasjonsmodellering og det er en del bygg- og anleggsvirksomheter som bruker det i sine prosjekter (Halleraker, 2014). Nye Veier AS stiller krav til sine totalentreprenører bruk av BIM både i prosjektering og produksjon (Aanesland, 2016). Sykehusbygg HF skal bruke 8 MRD årlig i sine kommende prosjekter og dermed ønsker de også BIM kompetanse. Veksten på produktivitetsutviklingen i byggebransjen har vært lavt sammenlignet med andre næringer siden 1964 og byggekostnadene hadde vært 40% mindre hvis byggebransjen hadde samme vekst som andre næringer, hvis byggebransjen hadde var digitalisert siden 1964 som andre næringer (Høie, 2016).

BIM er overgang fra 2D papirtegninger til 3D visualisering av bygningsmodell og ut ifra denne modellen kan vi for eksempel ta en kollisjonstest eller mengdeuttak. I tillegg kan vi også bruke denne modellen til planlegging, det som blir kalt for 4D BIM eller 4D planlegging. 4D BIM er en kombinasjon mellom tid og bygningsmodell, objektene i 3D fra BIM-modellen kan kobles sammen med fremdriftsplanleggingen. Man kan få mange fordeler ved å digitalisere fremdriftsplanleggingen ved bruk av 4D BIM, man får bedre grad av kontrollering underveis i planleggingen og i oppfølgingsfasen ved at planleggingen er visuelt (Iversen, 2013). Aktørene som er involvert i prosjektet kan for eksempel se variasjoner i tidshorisonter fra uke1 til uke10, der det viser de visuelle endringene på bygget, hvordan man plasserer de ulike aktivitetene i henhold til tidsplanen vil ha påvirkning på den visuelle. For eksempel fra uke1 vil man se grunnarbeid og videre til uke3 eller 4 dukker det opp kraner i modellen. Dermed kan man simulere fremdriften i ulike tilfeller og finne det som passer best i henhold til de aktivitetene som er knyttet til tidsplanene. Gjennom god visualisering kan man raskt oppdage feil og samt vil det være lettere å formidle fremdriftsplanen. Den positive effekten er at det er lett å tolke og formidle informasjonene ut fra en visuell bygningsmodell for alle som er involvert i prosjektet. 4D planlegging vil vise nøyaktig varighet på aktivitetene på grunn av eksakte mengder på elementene, det er fordi at elementene og aktivitetene er bundet til tiden (Halleraker, 2014).

For å planlegge i 4D er vi avhengig av 3 programmer etter dagens situasjon. Dataene fra BIM-modellen og fremdriftsplanen overføres separat til 4D simuleringen, softwaren skal kunne koble modellen og planen sammen. Se 4D modellerings prosess figuren nedenfor (Iversen, 2013):

- Opprette en BIM-modell
- Opprette en fremdriftsplan
- Software for 4D simulering

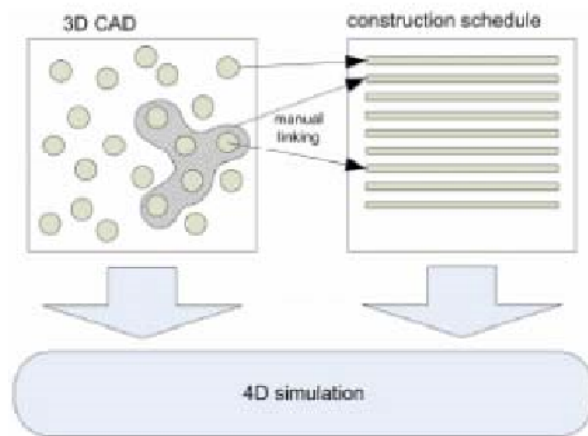


**Figur 2.3-2: 4D modellerings prosess (Eastman, et al., 2011).**

Arbeidet blir utført i form for manuelt eller halvautomatisk når man skal sammenkoble dataene fra 3D-modellen til fremdriftsplanen. Når graden av detaljene og inndelingene ikke samvirker med hverandre vil føre til merarbeid og ofte meget tidkrevende.

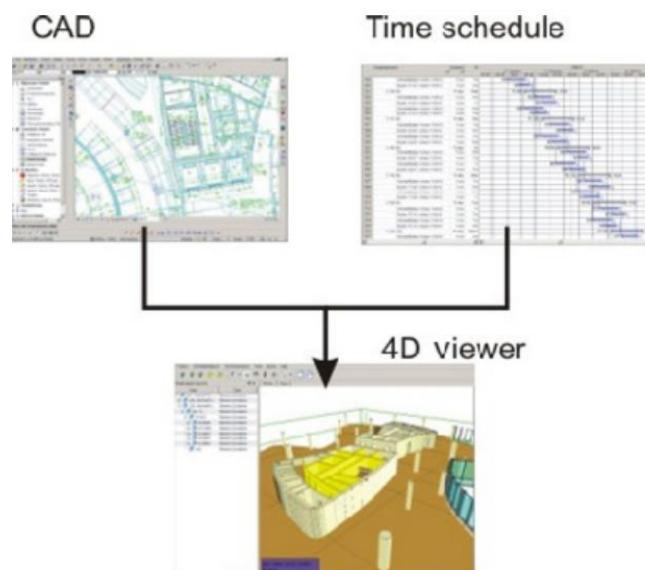
Ut ifra figuren oven ifra ser man at 4D Planlegging er avhengig av en fullstendig BIM-modell og muligens en god fremdriftsplan. Dermed er 4D Planlegging avhengig av BIM-modellen og på dagens nivå er ikke BIM 100% utnyttet eller tatt i bruk. Det er en stor utfordring med å effektivisere bruken av BIM og det krever både opplæring av ny kompetanse og tekniske forståelser. Samt krever det tettere samarbeid mellom de aktørene som er involvert i prosjektet. Implementering av noe som er nytt vil være utfordrende og tidkrevende. Når BIM blir fullstendig utnyttet i denne bransjen, vil også 4D Planlegging være effektivt verktøy i byggeprosjektene. Det krevet også at alle aktørene som er involvert i prosjektet jobber i samme retning (Halleraker, 2014).

Når det gjelder sammenkobling mellom dataene fra 3D-modellen og fremdriftsplanen finnes det i dag ikke helautomatisk metode for sammenkobling, dermed blir det en del manuelt arbeid med å linke aktivitetene i fremdriftsplanen sammen med elementene fra 3D-modellen. Man kan for eksempel linke elementene fra 3D-programvare som ArchiCad med de utvalgte aktivitetene i fremdriftsplanen fra MS Project – programvare. Samt kan ikke sammenkoble 3D-modell og fremdriftsplan sammen, i form for kommunikasjonsdeling eller informasjonsdeling mellom disse programvarene. Eneste løsning er å overføre dataene fra disse to programvarene separat til en 4D-simuleringsprogram, for eksempel Synchro. Nedenfor er det en illustrasjon mellom linking av elementer fra 3D-modellen og aktivitetene fra fremdriftsplanen.



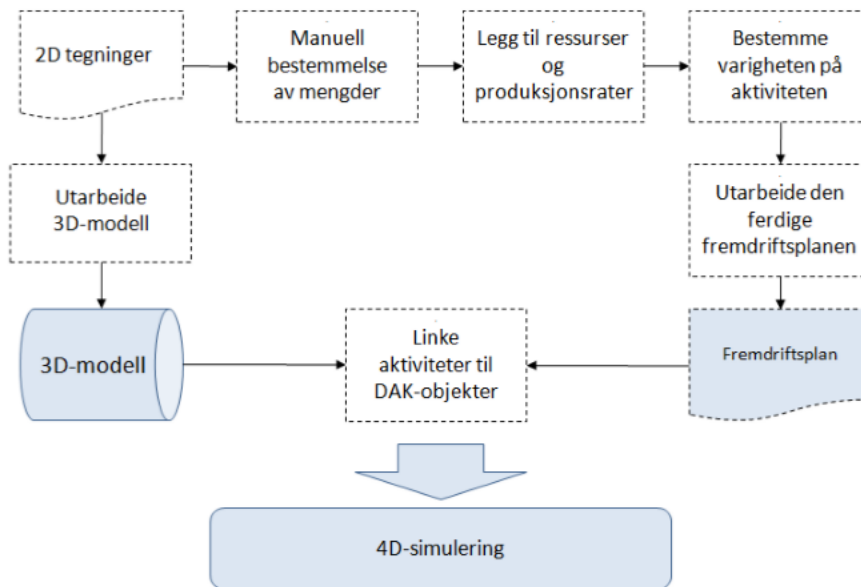
**Figur 2.3-3: Illustrasjon linking av aktiviteter mellom 3D-modellen og fremdriftsplanen (Tulke & Haff, 2007a).**

I visse situasjoner som for eksempel hvis man ønsker å gjøre endringer eller det oppstår noe feil, må man gå tilbake til 3D-modellen eller fremdriftsplanen. Etter at endringene har blitt gjort må man overføre dataene fra 3D-modellen og fremdriftsplanen separat på nytt. I dag er det normalt at dataene fra 3D-modellen og fremdriften eksporteres til 4D- simulering en del ganger for å oppnå den forventende kvaliteten og presisjonen på prosjektet (Ramstad, 2011).

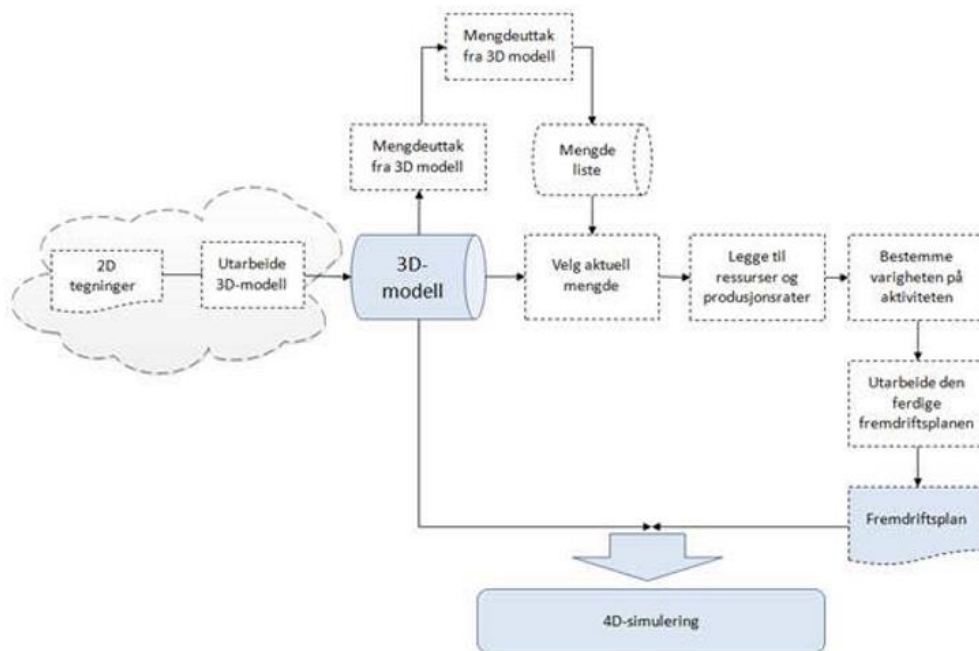


**Figur 2.3-4 Software programmer for 3D-modell og fremdriftsplan er involvert i 4D-prosess.**

Nedenfor er det en figur som illustrerer et prosesskart av 4D-planlegging både i tradisjonell- og forberedt metode.



Figur 2.3-5: 4D-planleggingsprosess, tradisjonell metode (Tulke & Haff, 2007b).



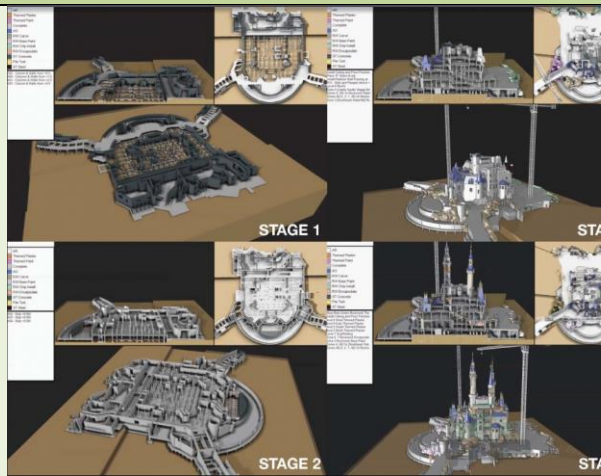
Figur 2.3-6: 4D-planleggingsprosess, forbedret metode (Tulke & Haff, 2007a).

4D BIM er tatt i bruk gjennom utvalgte prosjekter eller utviklingsprosjekter hos bygg- og anleggsvirksomheten i dag. Fordelen med dette er at entreprenøren får muligheten til å involvere seg tidlig i prosjektet. På starten av en planleggingsfase kan man iverksette 4D BIM og ved bruk av 4D planlegging får man etablert fortløpende plan. Ved at 4D BIM kan brukes tidlig i planleggingsfasen vil det føre til bedre detaljeringsgrad og samt vil det medføre til redusert avvik og unødvendig arbeid mellom de ulike aktørene i prosjektet (Halleraker, 2014).

Noen av de store prosjektene på internasjonal skala som har tatt i bruk 4D planlegging: Shanghai Disneyland Resort (Walt Disney Parks & Resort, 2014), Shanghai Tower (Qing, 2012) og fugleredet i Beijing (Zhenzhong , et al., 2008). Nedenfor er det en enkel illustrasjon av 4D Planlegging.

**Shanghai Disneyland**

**4D Planlegging**



Figur 2.3-7: 4D Planning SH Disneyland (*Theme Park Review, 2014*).

**Virkeligheten**



Figur 2.3-8: SH Disneyland (*Daily Mail, 2016*).

**Shanghai Tower**

**4D Planlegging**



Figur 2.3-9: 4D Planning SH Tower (*Qing, 2012*).

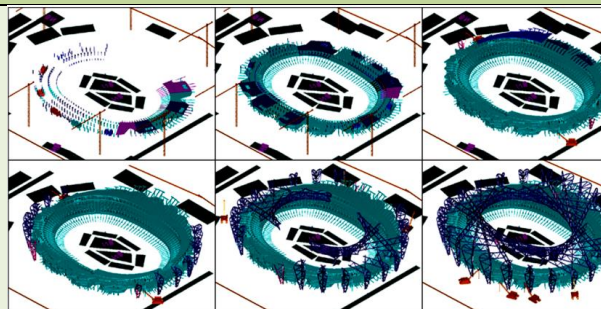
**Virkeligheten**



Figur 2.3-10: SH Tower (Bilde ble tatt i 2011).

**Fuglerede i Beijing**

**4D Planlegging**



Figur 2.3-11: 4D Planlegging Fuglerede i Beijing (*Zhenzhong, et al., 2008*).

**Virkeligheten**



Figur 2.3-12: Fuglerede i Beijing (*Skyscraper City, 2006*).



### 3 Lean

I dette kapitlet blir Lean filosofien introdusert. Implementere Lean filosofien i prosjektene og ulike fordeler med å implementere Lean i prosjektene. Lean Construction verktøy som Last Planner System bli presentert, denne metoden er tatt i bruk blant entreprenørselskapene i dag, Veidekke kaller det for Involverende Planlegging.

#### 3.1 Generell om Lean

Lean er en metode som kontinuerlig søker etter forbedring og samt administrere prosjekter gjennom relasjoner, felles kunnskap, gjensidig tillitt, og felles mål. Formålet med Lean er å redusere "Waste" i komplekse, usikre og raske prosjekter. Lean som en integrert prosjektleveranse er et svar på kundenes misnøye på enorme byggefeil i byggenæringen med prosjekter uten Lean. Effektivitet og produktivitet innen prosjektbasert produksjon innen bygg og anlegg har gått ned og i andre bransjer så har det økt siden 1960-tallet. Foreløpig er det ca. 70 % prosjektene i byggenæringen overbudsjettet og levert sent. Samt er det fortsatt 800 dødsfall og tusenvis av skader hvert år (Lean Construction Institute, 2017).



Figur 3.1-1: Respect for people (Lean Construction Institute, 2017).

Hensikten med å bruke Lean teorien i prosjektbaserte produksjon er å se ulike innvirkninger Lean filosofien kan påvirke produksjonen på bygg- og anleggsprosjekter. Det finnes ulike filosofiske forklaringer som kan definere Lean design & construction og hvordan det kan skape flyt i produksjonen. Både Forbes, Ballard, Thomsen, Russel og Emmitt har egne definisjoner og hvordan Lean design & construction metode kan implementere i prosjektbaserte produksjon.

En oversikt over ulike beskrivelser og definisjoner av Lean:

- Lean prosjekteringsledelse er en metode for å implementere filosofier av effektiv produksjon innen bygningsprosess og prosjektering. For å ha en produksjon som retter mot kundenes behov må vi ha utvikling av verdiforslag, klarer å balansere budsjetter med forventende behov og samt klarer å tilpasse seg mot møtende utfordringer som for eksempel byggeforskriftene. For å få maks verdi av selve designet er vi avhengig av administrerende funksjoner som styrer prosjekteringsinformasjon og samt legge rette til en effektiv design. Det er prosjekteringsleder som har den administrerende rollen. Når det gjelder egenskaper som kompetanse og løsning for kostnadsutviklings effektivitet for prosjekteringsfasen, sliter vi ofte med å få fange opp disse egenskapene

hos prosjekteringsteamet. Og resulterer til at kostnader og endringer øker etter en viss periode for design og prosjekterings gjennomgang (Forbes & Ahmed, 2011).

- Sammenheng mellom verdier, konsepter og kriterier er grunnlag for Lean (Ballard, 2008).
- Lean kan defineres som et integrert styringssystem som vektlegger eliminering av avfall som vil hindre produksjonsflyten og kontinuerlig forbedring av driften (Russel & Taylor, 2006).
- For å fremme Lean implementeringen i kommende prosjektbaserte produksjon er vi avhengig av deltakernes bevisste atferd i prosjektet. Den bevisste atferden hos prosjektdeltakerne kan skape en kollektiv prosjektoppnåelse gjennom endringer av tankegjennomgangen for personlige oppnåelser og kontraktoppnåelser (Thomsen, et al., 2010).
- Implementering av Lean filosofien også avhengig av oppbygging av tillit mellom prosjektdeltakere der risiko og belønning er et kollektivt ansvar. De sentrale emnene som oppbygging av tillit, teamwork, konstruktiv tankegang, "ønsker hverandre vel og gjør hverandre gode" er drivkraften til utviklingen av bedre resultat iht. prosjektbaserte produksjon (Emmitt & Ruikar, 2013).

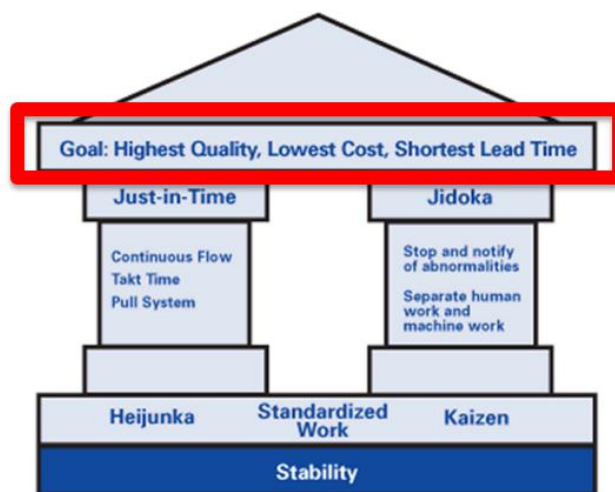
### **3.1.1 Historien bak Lean filosofien**

Henry Ford (1863-1947) er kjent for sin samlebåndproduksjon som skapte flyt i produksjonen starten av 1900-tallet. Hvor teorien hans baserte på å gjøre produksjonen slankere hvor hver enkelt arbeidsprosess var standardiserte i samlebåndproduksjonen. Der enkelte arbeidsgrupper tilhører en del av arbeidsprosessen, gjør en bestemt oppgave også går det videre til neste arbeidsprosess som en annen arbeidsgruppe skal jobbe med. Dermed skapte denne samlebåndsteorien flyt i produksjonen. Ordet "slank" på norsk kommer fra det engelske ordet "Lean", gjøre produksjonen slankere for å skape produksjonsflyt. For å øke produktiviteten hadde Henry Ford industrimaskiner som var tilpasset til en bestemt produksjon som produserte samme deler gjentatte ganger dermed blir kostandene pr. enhet og arbeidsmengden redusert. Den mest kjente Fordmodellen var T-modellen på 1900-tallet, ulempe med denne produksjonsmetoden var at hele prosessen var låst til kun en modell og når det er stopp i produksjonsprosessen på grunn av maskinene må omstilles, reparasjon eller andre årsaker får vi null inntjening på salget. En fordel med denne produksjonsmetoden er at man klarer å produsere et bestemt produkt på korttid og samt et stort kvantum, det ble ferdigstilt en T-modell hvert tiende sekund (Ford Motor Company, 2017).



**Figur 3.1-2: Ford T-modell samlebåndproduksjon (Ford, 2017).**

Toyota var en av de første som klarte å videreutvikle LEAN filosofien og implementerte videre til egen produksjonsteori for å skape flyt i produksjonen og i dag er de en av de største bilprodusentene i verden. Når det gjelder antall produksjonsmengde pr. dag kunne ikke Toyota konkurrere med Ford tidligere. Samt når det gjelder landareal og naturressurser så er ikke Japan sammenlignbar med USA. Den tid var det urealistisk for Toyota å ha samme produksjonsmetode som Ford men hadde store ønsker å være en av de største bilprodusentene i verden. For å finne en løsning til Toyotas egen produksjonsmetode sendte de ingeniører til USA for å kunne observere og studere Ford sin produksjonsmetode. De langvarige observasjonene og studiene ga dem gode resultater, Taiichi Ohno (1912-1990) og gjengen kom tilbake fra USA med nye metoder og ideer som kunne øke produksjonen. Taiichi Ohno og ingeniør gjengen videreutviklet Ford sin teori, hentet inn fordelaktige metoder og samt endret noe av teoriene som var nødvendig for å få fleksibilitet i Toyotas egen produksjon. Denne nye metoden for å øke fleksibilitet i produksjonen ble kalt for "Toyota Production System", forkortelse TPS. TPS kontrollerer hele produksjonsprosessen og samt klarer den å gå nøye inn i detaljer gjennom hver enkelt prosess i produksjonen for å få maksutbytte fra prosessen. I tillegg var også viktig å sikre alle produksjonsdelene kommer på riktig plass, til rett sted på hvert trinn og samt kommer til rett tid og et slikt prinsipp for produksjonsorganisering blir kalt for Just-In-Time (JIT) som ble utviklet av Toyota. Ut ifra den nye produksjonsmetoden til Toyota fikk de redusert kostanden på produksjonen og kvaliteten økte. Endring av omstillingstiden var mye kortere fra Toyota sin produksjonsmetode sammenlignet med Ford og fordel med raskt omstillingstid var at produksjonen kunne tilpasse seg i en raskt og varierende markedsetterspørsel ut ifra design og kvantum. Ford sin produksjonsprosess var låst til kun en bestemt modell og hadde problemer med å tilpasse etterspørselen fra markedet. Gjennom Toyota sin produksjonsprosess fikk ansatte et helhetlig ansvar gjennom hele prosessen. Når det oppdages feil eller mangler gjennom produksjonen fra en av ansatte blir produksjonen stoppet, fokuset retter mot avviket i produksjonen og samt prøver å unngå samme feil gjentatte ganger. Den type arbeidsgjennomføringen kommer fra Lean filosofiens hovedprinsipper som har fokus på eliminering av avfall som vil hindre produksjonsflyten og kontinuerlig forbedring av driften (Lean Enterprise Institute, 2017).

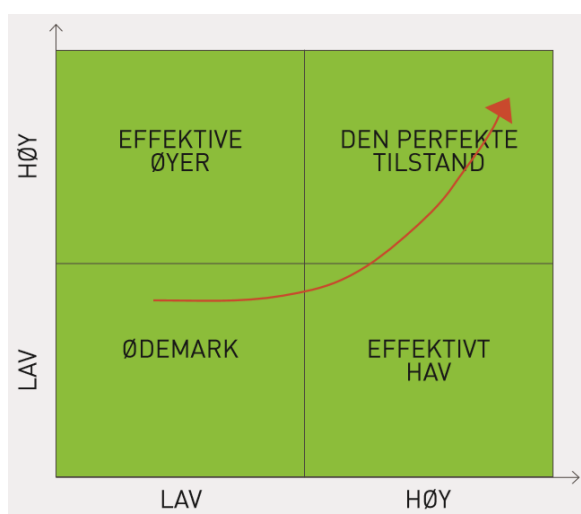


Toyota Production System "House."

Figur 3.1-3: Toyota Production System (Lean Enterprise Institute, 2017).

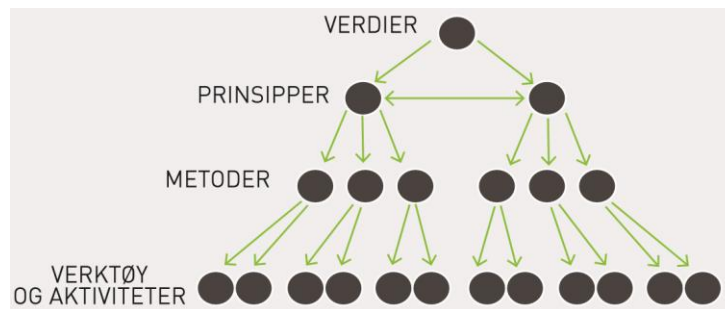
### 3.1.2 Lean teori i praksis

Løsningen på "effektivitetsparadokset" som Lean representeres av har to type form for effektivitet, den ene er *ressurseffektivitet* og den andre *flyteeffektivitet*. Når vi fokuserer på de ressursene som kan skape merverdi for en organisasjon kalles det ressurseffektivitet og når vi fokuserer på enhetsbehandling i en organisasjon kalles det flyteeffektivitet. Flyteeffektiviteten er avhengig behandlingsperiode fra en flytenhet blir identifisert og til den blir tilfredsstilt. Ressurseffektiviteten blir ofte førsteprioritet blant mange bedrifter og samt blir flyteeffektiviteten utelukket. Ved å prioritere ressurseffektivitet alene vil føre til at kundenes verdisystem blir avvirket. I Lean sammenheng så ønsker vi å skape verdi for kundene og derfor er det viktig å opprettholde prosesser som har en verdiskapning. Det er viktig å skape en balanse mellom flyteeffektivitet og ressurseffektivitet, for å få et optimalt resultat på balansen må vi fokusere på å øke flyteeffektiviteten over en lengere tidsperiode. Et slikt effektivitets balanse vil både skape verdi for kundene, leverandører og produsentene. En driftsstrategi for å øke flyteeffektiviteten er altså definisjon på Lean.



Figur 3.1-4: Effektivitetsmatrise (Kristensen, 2016).

I utgangspunktet må man finne en Lean produksjonssystem som passer for bedriften ut ifra organisasjonens verdikjeder.



Figur 3.1-5: Lean Produksjonssystem (Kristensen, 2016).

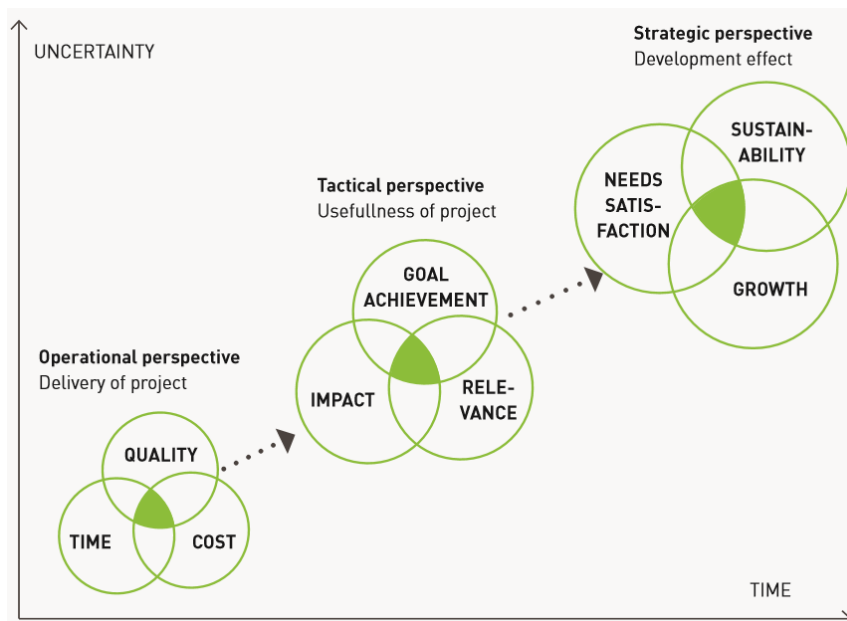
Verdier i Lean produksjonssystem på primærnivå handler om hvordan en bedrift kan skape verdi for kundene og hvordan det kan tilpasse seg for å opprettholde kundenes verdisystem. Prinsipper i sekundærnivå bestemmer bedriftens produksjonsmetode som for eksempel Toyotas Just-In-Time prinsippet for å optimalisere ressursbruket. Samt for å få en effektiv produksjon, kommunikasjon og en optimal produktivitet er det viktig å synliggjøre mellom deltakere og prosessene. Slike produksjonsprinsipper er fastformet eller uforanderlige for bedriften. Det neste nivået i Lean produksjonssystemet er metoder, avhengig av hvordan vi gjør det på. Metoder kontrollerer og bestemmer utførelsen av produksjonen. I tillegg får vi muligheten til å teste ut nye metoder, muligens bruke metodene som gir gode resultater og forkaste metoder som ikke gir noe resultat. Prøving og testing gjennom metodene er en av de grunnleggende prinsipper innen Lean "kontinuerlig forbedring" (Kristensen, 2016).

### 3.1.3 Lean kan løse kommende utfordringer – Verdiskapning, Sløsing og Flyt

Lean filosofien består av tre grunnleggende begreper som verdiskapning, sløsing og flyt. Bedrifter som skal implementere Lean i sitt produksjonssystem er avhengig av disse tre begrepene og samt regnes det som drivkraften for produksjonssystemet.

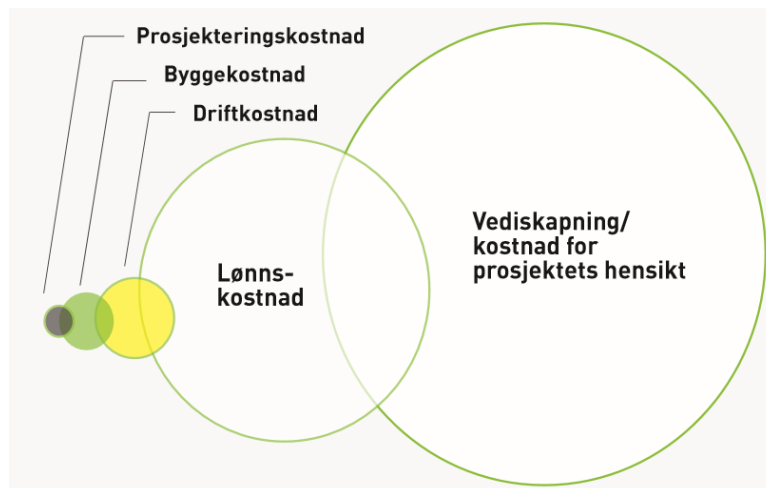
#### **Verdiskapning**

Lean filosofien er subjektivt ut ifra vurderingene og verdien kan endre seg over tid. I byggeprosjekter har vi iboende egenskaper som verdiskapning og det er kundene selv som oppfatter verdiskapningen når byggeprosjektet ferdigstilles. Dermed er det viktig at en bedrift klarer å oppfylle kundenes behov- eller forventningsgrad og samt bruke minst mulig ressurs om det er nødvendig. Vi ønsker å skape merverdi for kundene som er en del av Lean forutsetningene. Verdiskapningen i et produksjonssystem kan være avhengig av prosjektets variasjon, kompleksitet og endring over lengere tidsperioder. Derfor er det viktig å godta endring av verdiskapning over tid. Det er også viktig at alle aktørene gjør seg bevisst på verdiskapning både for seg selv og andre. Før prosjektoppstart oppstår det verdiskapning for kunden og videre inn i byggefasen. Ut ifra tidligere prosjekter viser det seg at kundens forventninger ikke blir godt nok implementert i prosjektoppstart. Det finnes gode verktøy i prosjekteringsprosessen og produksjonsprosessen som kan skape verdi for kundene. Vi har for eksempel ett av hovedverktøy som retter mot strategisk tenking for prosjekt planleggingen for å få perspektiv av suksess gjennom konkretisering, se figur 3.1-7 For å nå konkrete mål i prosjektet er vi avhengig av at gjennomføringsprosessen er godt definert og har midler for videreutvikling.



Figur 3.1-6: Ett prosjekts suksessperspektiv (Kristensen, 2016).

Vi har ofte blanding av to forskjellige mål som kvalitative og kvantitative i suksessperspektivet, figur 3.1-7. Vi havner ofte i den kritiske beslutningssituasjonen hvor vi ofte sliter med å vurdere alternativer i prosjektet. For å se reelle verdier av prosjektet er vi avhengig av vurderingen av neddiskonterte kostnader i alle viktige faser. Vi kan få en lett oversikt over de alternativer som gir best mulig verdiskapning for kundene gjennom å vurdere alle de fasene som verdiskapning og kostandene som følger med, figur 3.1-8.



Figur 3.1-7: Kvantitative verdiskapning i ett prosjekt (Kristensen, 2016).

Gjennom Lean filosofien kan vi oppnå en Pareto-optimal fordeling i prosjektets økonomi og samt avhengig av alle aktørenes ærlighet. For å få størst mulig verdiskapning i sum av prosjektet er vi avhengig av gjensidige tillitt blant alle aktørene. Og for å få et bedre samlet resultat er vi avhengig av åpen økonomi og samt alle aktørene i prosjektet deler de samme incentivene. I Norge er det preget av lukket økonomi ved prosjektoppstart og samt oppstår det begrenset mulighet for Pareto-optimalisering for alle aktørene, dermed vil det føre til at noen av aktørene vil forsvare sin innsats for å ikke tape penger. Dette er muligens i strid mot Lean sine prinsipper men det er fremdeles mulig å benytte seg av Lean filosofien uten å gå på

bekostning av etikk og moral. Hovedfokus er å redusere sløsing av ressurser og øke flyten på prosessen, regnes som primær faktor hos alle aktørene i prosjektet. Aktørene i prosjektet ønsker å nå sin maks verdi men denne verdien er ofte låst til ett fast beløp.

### **Sløsing**

Ressurser som ikke kan bidra til verdiskapning, kan også tolkes som ressurser brukes i aktiviteter hvor det gir tap av verdi. Det vil også oppstå sløsing av et prosjekt avhengig av hva vi sammenligner med, en subjektiv verdi størrelse medfører til subjektiv sløsing. Ved å unnlate aktiviteter regnes det også som sløsing, avvikle alle aktiviteter som bidrar til verdiskapning. Vi må være bevisste på hva sløsing er slik at vi klarer å definere de nødvendige elementene av sløsing, enten avvikle eller redusere disse i en del av prosjektets systematiske prosess. Ut ifra tabell 2.1.3.1 har vi ulike kategori av sløsing i produksjon- og prosjekteringsfasen gjennom tidligere erfaringer. Det er også viktig at alle deltakere i prosjektet gjør seg bevisst på hva sløsing er og samt klare å avvikle eller reduserer dette om det er nødvendig. I tillegg regnes det som kontinuerlig forbedring ved å motvirke sløsing for å ha best mulig flyt i prosessen – Lean prinsipp (Kristensen, 2016).

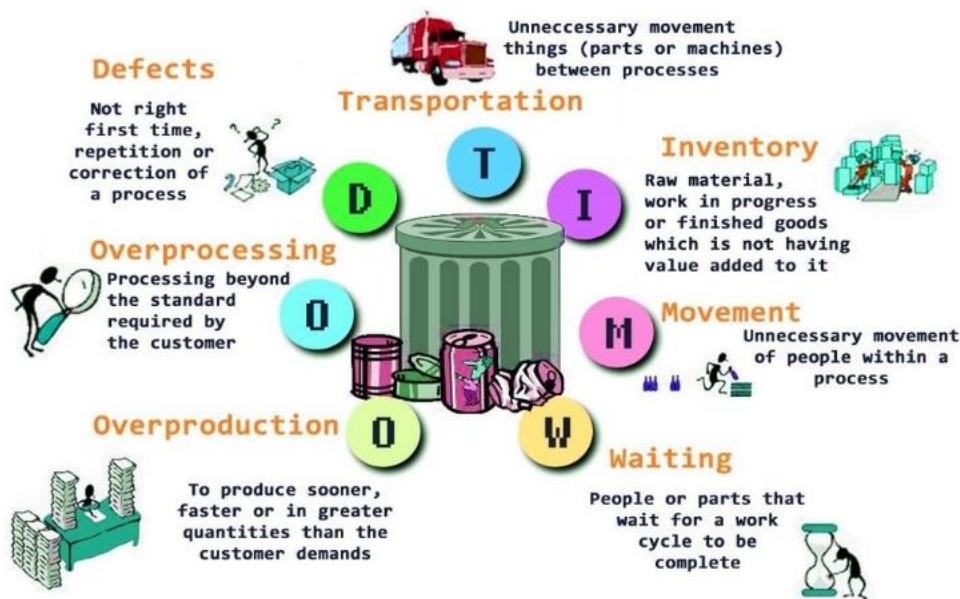
I PRODUKSJON	I PROSJEKTERING
«Making do» – Støpesjuka	«Making do» – Støpesjuka
Feil	Dårlig ledelse
Overproduksjon	Omarbeide
Lager	Teknologiske løsninger
Unødvendig arbeid	Informasjonslogistikk
Transport av varer	Unødvendig arbeid
Unødvendig flytting av mennesker	Venting
Venting	

**Tabell 3.1-1: Kategori av sløsing (Kristensen, 2016).**

Toyotas Lean filosofi nevner også sløsing “The seven wastes”, hvor det defineres som sløsing er noe annet enn å tilføre verdi til produktet eller tjenesten. De sju ulike sløsingene i “The Seven wastes” (Russel & Taylor, 2006):

- Venting
- Transport
- Overproduksjon
- Reparasjon
- Inventar
- Unødvendige bevegelser
- Unødvendig arbeid

## 7 Wastes of Lean



Figur 3.1-8: Seven wastes of Lean (Tasko Consulting, 2017).

### Flyt

kan defineres slikt at når en person gjør en bestemt aktivitet gjennom motivasjon og engasjement vil denne personen glemme sted og tid. Definisjonen av flyt kommer fra psykologien. Forutsetningene for å mestre en oppgave er avhengig av utfordringsgraden, hvordan flyt kan løse kommende aktiviteter. Flyt kan også betegnes som flyt av produksjon flytter fra en prosess til en annen prosess, omflyttingsprosessen av produksjonen gjennom én om gangen uten noe form for forstyrrelser – Lean i industriell produksjon. Ved å kjøre én prosess om gangen "one-piece flow" hvor første prosess ferdigstilles og neste prosess overtar gir oss systematisk produksjonsprosess. Dette medfører til redusert tid og økt kvalitet ved å avvikle ventetiden mellom hver prosess og samt klare å øke effektiviteten til kjerneprosessen. Flyt har forskjellige betydninger mellom byggeproduksjon og industriell produksjon. Det er prosessflytning i byggeprosjekter mens i industriell produksjon foregår det flytting av produkter. Arbeidsprosessene for produksjonen i byggeprosjekter er varierende, og komplekse og dermed er det viktig å ha en detaljoversikt av sin natur går rykk og napp. For å ivareta nødvendige variasjoner i prosjektet og sikre at prosessen går etter planen er det viktig med helhetlig vurdering "fugleperspektiv" og dette betyr at en må være underforstått for å kunne påføre nødvendig slakk i aktivitetene for å skape flyt. Når alt går etter planen betegnes det som flyt i et byggeprosjekt. For å få god flyt i prosjektene er vi avhengig av produksjonsprinsippet "Just-In-Time" og samt de verktøyene og aktivitetene som bidrar til flyt i produksjonen. Felles planer er forutsetningen til god planlegging. Vi har to type form for kontinuerlig overvåking, den første er at vi får flyt ved at slakk i aktivitetene blir ivaretatt. Den andre er avviksbehandling hvor der et maks-grenser på hvordan vi ivaretar variasjonen. Avvikshåndtering i en organisasjon avhengig av kontinuerlig forbedringsarbeid der en del metoder og verktøy implementeres og trenes for å motvirke avvik (Kristensen, 2016).



*Verdi* er avhengig av kundenes forventninger til tjenester eller produkter iht. kravene som gitt. Når det gjelder produksjon av tjenester/produkter må vi jobbe med kontinuerlig forbedring for å oppnå optimal kvalitet og samt ønsker vi å skape verdi for kunden. For å oppnå optimal kvalitet på tjenester/produkter vil kvaliteten kontrolleres før distribusjon og samt kontrollere produkter/tjenester tilfredsstillende de kravene på spesifikasjonene som er gitt.

### **3.2 Push og Pull**

De finnes generelle uttrykk som "Push" og "Pull" innen byggeprosjekter i dag. Vi kan sammenligne pull-teorien som dagligvarebutikk fenomen hvor produksjonen er avhengig av etterspørsel eller forbrukernes behov utløser produksjon, for eksempel påfyll av varer på butikken. Push-teorien der produksjonen er uavhengig av den kortsiktige etterspørselen eller produksjon uavhengig av det kortsiktige behovet fra forbrukerne. Produksjonen i push-teorien er standardiserte i liket med konstant etterspørsel og produksjonen i pull-teorien tar hensyn til den nåværende situasjon og samt tillater mer arbeid inn i systemet. Det som skal sette i gang arbeidet innen push-teori kan være produksjonsplaner som er ekstern informasjon (Hopp, et al., 1996).

Pull-teorien i byggeprosjekt sammenheng betyr at vi iverksetter arbeid uten noe form for hindringer. En arbeidsprosess som stagnerer eller stopper opp på byggeplass på grunn av ressurs eller arbeidskraft mangel. Det kan også være andre grunner som for eksempel forutsetningene for arbeid ikke er til stede som fører til arbeidsprosessen på byggeplass blir stillestående, betegnelse for sløsing. For å utløse produksjonen er vi avhengig av behovet og i byggeprosjekt sammenheng vil behovene være alt i fra arbeidsoppgaver på rekker og rad, til planlagt dato for prosjektets fullføring (Ballard, 2000).

Vi kan for eksempel ikke montere på veggplate før vi har satt inn isolasjon. Det realistisk å starte med forbedrende arbeid før vi kan starte med arbeidsoppgavene. Arbeidsoppgave sorteres i rekkefølger, når et behov blir tilfredsstillt starter man på neste oppgave og utførelsen av en rekke med oppgaver vil bli knyttet til behovene. For å sette i gang arbeidet i et byggeprosjekt er det knyttet til mer enn et behov, kjennetegn som effektivt arbeid.

Push-teorien er knyttet til tradisjonell byggeprosjektstyring. I den klassiske push-styringen har vi en opprinnelig plan som mobiliserer arbeidslagene og ulempe med det er at vurderingen av tilstanden i systemet blir utelat. Det er mindre åpenhet mellom arbeidslagene i den tradisjonelle prosjektstyringen som er preget av push, der det er mindre åpen dialog for produksjonsproblemer. Det blir mer fokus på å drive fremdrift etter bestemt tidsplan enn å fokusere på hvordan vi kan motstå fremtidige problemer i produksjonsmøtene. (Seppänen & Olli, 2009).

Det er viktig å ha overblikk på hvordan vi klarer kontrollere framdriften i byggeprosjekter og en vanlig feil er at vi ofte griper oss inn etter at problemer har oppstått. Innen prosjektstyring fenomenet der fokus på prosjektstyringssystemet er "å gi nødvendig informasjon til prosjektteamet til å indentifisere og rette på problemområder og i siste instans holde kostnader og framdriftsplaner under kontroll". Dette betyr at man oppsøker ulempene i henhold til de bestemte målene som ble iverksatt, slik man kan gripe seg inn for å korrigere hvis problemene oppstår. Prosjektstyring med pull-system vil få hendelsene til å gå i samvirke med planen og samt klarer å oppdage potensial avvik før det oppstår konsekvenser (Ballard, 2000).

### 3.3 Glenn Ballard



Foto: Glenn Ballard

Glenn Ballard er Professor ved U.C Berkeley, Civil and environmental engineering. Samt Professor II ved NTNU, Institutt for bygg og transport. En av de mest kjente verktøyene innen Lean construction er Last Planner System (LPS) som ble utviklet av Glenn Ballard sammen med Greg Howell. I tillegg er de grunnleggere for Lean Construction Institute (Drevland, 2016).

#### 3.3.1 Last Planner System - LPS

Tanken bak Last Planner System var at arbeiderne skulle delta i utarbeidelsen av ukeplanene. De som egner seg til å planlegge er de som skal utføre arbeidet, grunnleggende prinsipp innen LPS. fra LPS har fokus på å forbedre planleggingen og ulike prosessfasene i bygg- og anleggsprosjekter.

Byggeprosjekter er komplekse og varierende, utsatt for uforutsigbare endringer mellom byggeprosessene. Dermed blir det stor utfordring å kontrollstyre byggeprosjekter både i prosjektering- og utførelsesfasen. I den tradisjonelle planleggingsfasen er planene ofte estimert langt tid i forveien og utfordringene i den tradisjonelle planleggingen er at vi får større grad av usikkerhet og samt får en vanskelig oppfølgingsplan. Ved å bruke verktøy som LPS vil det redusere graden for usikkerhet og samt klare å tilpasse oppfølgingsplanen. Last Planner System er et verktøy innen Lean construction som er basert på at de planlagte aktivitetene planlegges ut ifra involverende samarbeid i senere fase, i motsetning til tradisjonelle planlegging.

Vi ha en tett oppfølging i de planlagte aktivitetene ved å bruke noe som heter *Prosent Planlagt Utføring* (PPU), PPU er en måleverdi for vurdering av fremdriften i bygg- og anleggsprosjekter og samt kan kontrollere ukentlige planer. Ved å bruke PPU må vi jobbe tilbake i tid med de planlagte målene, hvor spørsmålprossene stilles i tidligere fase for å unngå feil eller missforståelse i utførelsesfasen og samt skal spørsmålene gjennomgås grundig og detaljert. Vi beregner PPU ut ifra antall planlagte utførte aktiviteter delt på totalt antall planlagte aktiviteter, vi får beregning i prosent.

$$PPU = \frac{\text{Antall planlagte utførte aktiviteter}}{\text{Totalt antall planlagte aktiviteter}} = [\%]$$

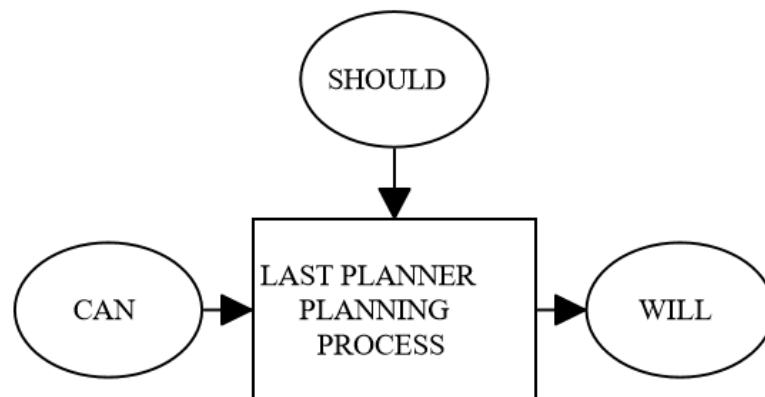
Formel 3.3-1: PPU beregning (Næringsforening i Trondheim, 2017).

PPU verdien i tradisjonelle prosjekter er på 35-65 % og LPS har som mål å nå større PPU enn 80 %. For en aktivitetsplan bruker vi PPU til å måle planens pålitelighet og samt ser bort ifra produksjon og produktivitet, en PPU som ikke er på 100 % vil ikke nødvendigvis si at alle gjennomføringene av aktivitetene ikke blir ferdig. Dermed viser PPU kun prosentandel av en ukentlig aktivitetsplan som blir utført iht. den planlagte planen. En svakhet med PPU målingen er at den tar hensyn til kun antall aktiviteter og ikke den store forskjellen på tid og utstrekningen av aktivitetene. Senere så viste det seg at økning i prosentandel gjennomførte

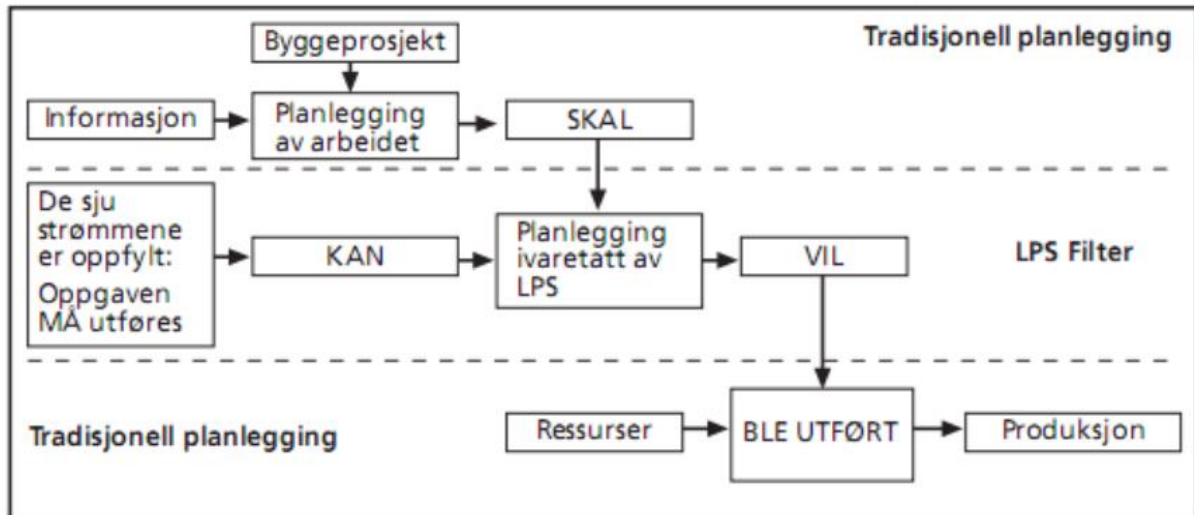
aktiviteter var proporsjonal med produktiviteten. I tillegg viste det seg at PPU hadde innvirkning på produksjonen og produktiviteten.

De bestemte målene og planene i et bygg- og anleggsprosjekt, hvordan, hvorfor, når målene skal oppnå etc. er et hierarki struktur som er knyttet til LPS metoden. I dette hierarki strukturens øvre del setter man generelle mål og rammer, nedre del av hierarkiet skal man være mer presis på detaljering av planleggingsprosessen. Videre i hierarki strukturen hvor gjennomføringsprosessen i nærmeste fremtid bestemmes ut ifra spesifikke og fysiske arbeidsforhold som skal tilpasse prosessen. Samt blir slikte planer ofte kalt for produksjonsplaner, disse planene har fokus på konkrete arbeid istedenfor å fokusere på andre arbeidsplaner. Ukentlige planer lages av den siste planleggeren i prosessen "Last Planner", kjent som produksjonsplan. Det er viktig at fagfolk/yrkesarbeider på byggeplass veit hva, når hvordan ting skal gjøres ut ifra LPS metoden, hovedformålet er å gi konkrete og gode arbeidsinstrukser.

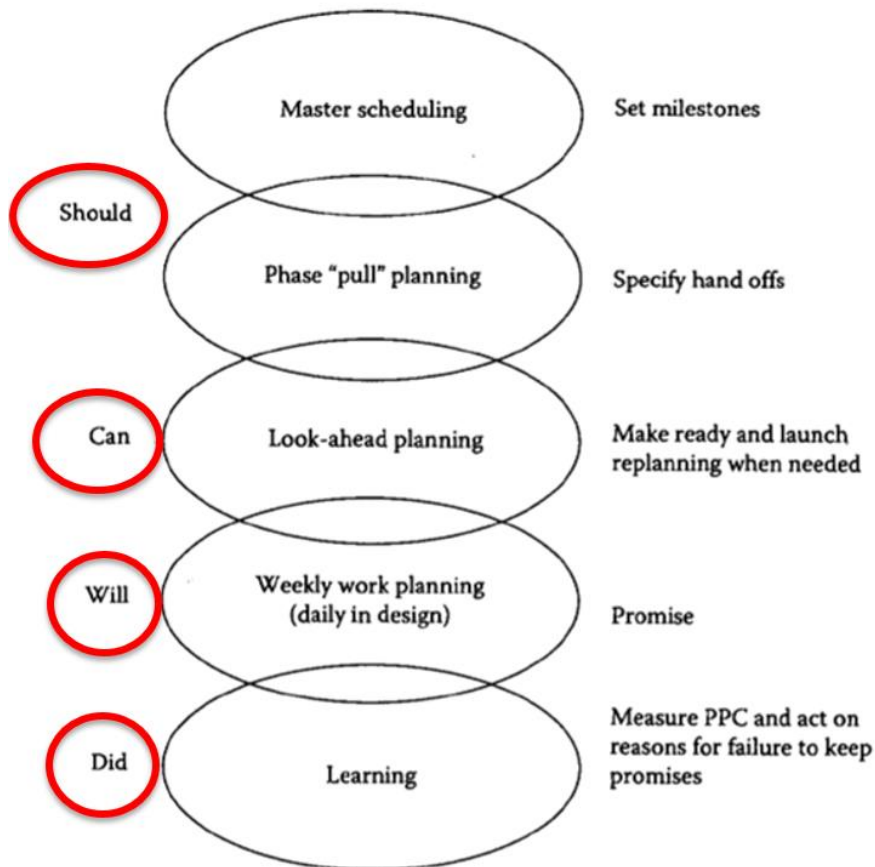
Den planlagte produksjonen er avhengig av tillit og støtte fra alle i organisasjonen for at siste planleggeren skal kunne gi arbeidsinstrukser for utførelses prosess. Ut ifra LPS må vi ta utgangspunkt til tre ting, hva som *bør* gjøres ("SHOULD") og hva som *kan* ("CAN") gjøres. Videre LPS kan vi planlegge hva som *skal* ("WILL") gjøres. I tillegg er det viktig å skille mellom forskjellen på "SHOULD" og "CAN". I helhetlig skal det skapet en arbeidsflyt uten noe form for motstand. Det tradisjonelle planleggingssystemet er påvirket av "Push-effekt", *bør* gjøre "SHOULD" hvor arbeidsoppgavene ble tvunget gjennom. I tillegg kan vi se på hva som ble gjort for å forbedre planleggingen, PPU.



Figur 3.3-1: Planlegging av gjennomføring av arbeid i LPS (Ballard, 2000a).



Figur 3.3-2: LPS – Pull effekt og Tradisjonell planlegging – push effekt (Delgum, 2011).



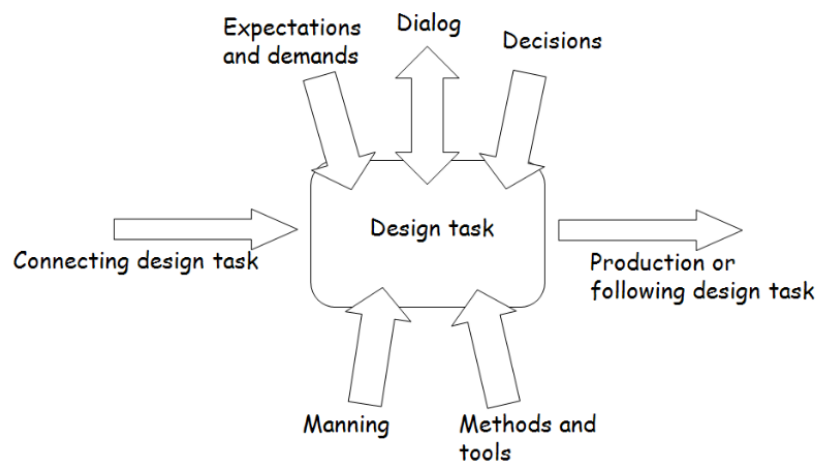
Figur 3.3-3: SHOULD – CAN – WILL – DID (Delgum, 2011).

LPS metode har to styringselementer; *produksjonsenheter* og *arbeidsflyt*. Designgrupper og arbeidslag kan for eksempel være produksjonsenheter. Styring av arbeidsflyten med henhold til produksjonen gjennom de ulike arbeidslagene er en produksjonsenhet styring. Planlegging for styring av produksjonsenheter og styring av arbeidsflyten forekommer på to ulike nivåer i hierarkiet. Planlegging av konkrete produksjonsplaner skjer gjennom planleggingsprosess av produksjonsenhet og planlegging av overordnede planer (utkikk- og faseplan) skjer gjennom planleggingsprosess av arbeidsflyt.

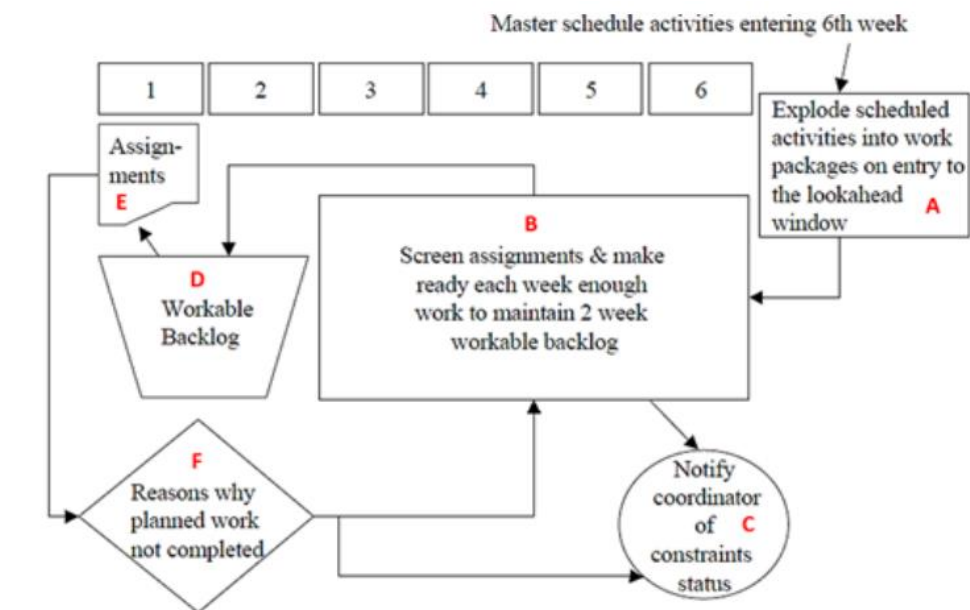
Overordnede planer har prosesser som utviklings- og faseplan. Planleggingsprosessen for utviklingsplan blir påvirket av "pull-effekt" eller "suge-effekt" på norsk, hvor arbeidet blir "sugd" fra overordnede planer og videre til mer konkrete tidsplaner. Samt har slike prosesser et overblikk over de faste periodene fremover i tid, avhengig av kompleksiteten av prosjektet, ressurs- og material transport og disse faktorene avhengig av tiden. Generelt blir det ca. 3-12 uker fremover i tid.

Før vi kan implementere arbeidet fra overordnet plan videre til utviklingsprosessen, skal aktivitetene transformeres til et detaljnivå som samsvarer med produksjonsplaner og deretter analyserer vi beslutningsfaktorene for ulike forutsetninger som kan oppstå før man iverksetter arbeidet. En planlegger i prosessen må være tilstrekkelig sikker på estimert tid på start og når det blir ferdigstilt iht. bestemte tidsrammer før man kan slippes inn i utviklingsprosessen. Arbeidet kan utsettes hvis planleggeren finner ut at ulike årsaker av faktorer for usikkerhet ikke blir fjernet innen bestemte tidspunkt.

I utviklingsplanen pleier man å implementere gjennomførbare aktiviteter i siste uke og deretter forskyves en uke fremover hver uke. Aktivitetene implementeres inn i en "to-ukers aktivitetsplan"/ "workable backlog" noen uker før arbeidet iverksettes. Aktiviteter som blir kalt for "sunne aktiviteter", er sunn aktivitet når arbeidet gjennomføres uten noen hindringer. I en aktivitetsliste må alle aktivitetene være sunne og forekomme i systematisk rekkefølge. Utviklingsprosessen er avhengig av planleggerens egenskaper for overblikk av utviklingen og endringene i prosessene pga. utviklingsprosessens kompleksitet.



Figur 3.3-4: De sju forutsetningene til sunn aktivitet (Delgum, 2011).

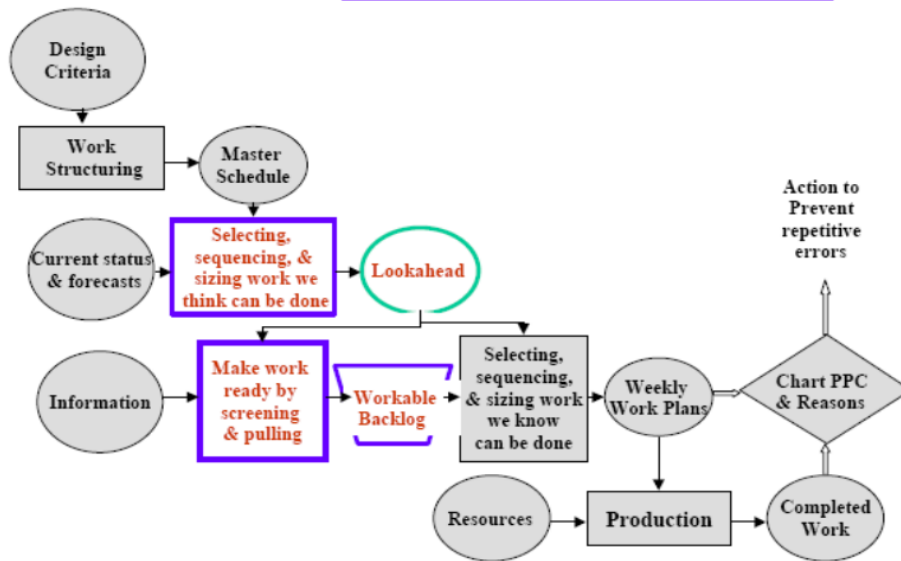


Figur 3.3-5: Utkvikksprosess i LPS, aktiviteter flyttes fra høyre mot venstre når datoene for arbeidet nærmer seg (Delgum, 2011).

Aktivitetenes tidsavhengighet og tidsrammer avklares i øverste delen planleggingshierarkiet, det som er over utkvikksprosessen.

*Faseplan/Prosessplan* iverksettes ved å samle felleskapet til et møte hvor underentreprenørene er involvert, alle aktivitetene som skal gjøres planlegges gjennom felleskapet og slike møter kjennetegnes som sosialt planleggingsverktøy for LPS. Samt vil også denne sosiale modellen være en viktig faktor for pull-effekten i arbeidet, der alle involverte deltakere jobber i lik linje "alignment". Faseplanen skal være veggdekkende og samt skal den ha horisontale tidslinjer som er delt inn i uker, vertikale skal være dekket med ulike fag. Det brukes vanlige poster-it-lapper med ulike farger, hvor ulike farger representerer ulike faggrupper, fagrepresentanter fra ulike fag fører navn og varighet på aktivitetene. Hovedformålet med en slik prosess er å involvere alle deltakere å gi dem en helhetlig forståelse og mening med arbeidet. Samt blir denne prosessen åpen for alle involverte deltakere, hvor all informasjon og diskusjon går gjennom felleskapet.

## LAST PLANNER SYSTEM

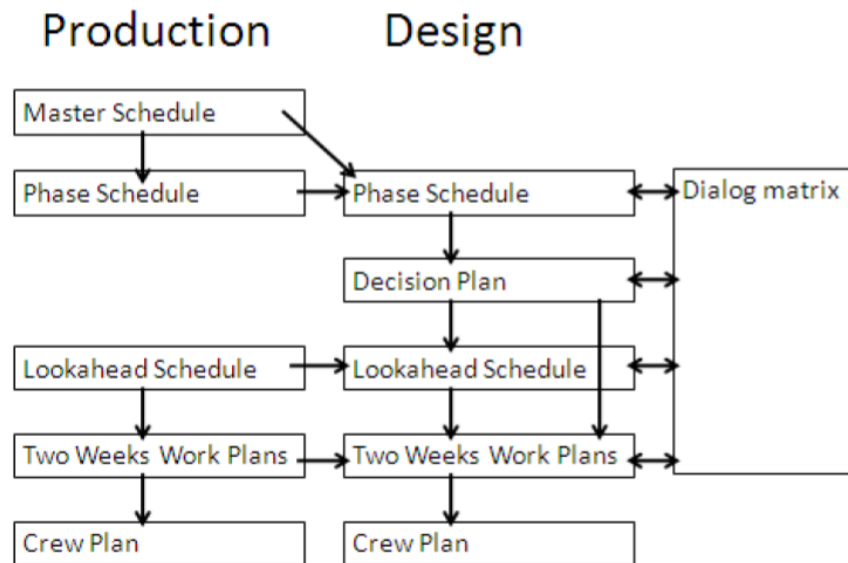


Figur 3.3-6: LPS – Arbeidsflyt kontroll (Delgum, 2011).

Ut ifra figur 3.3-6 er det en LPS oversikt over hele prosessen og planleggingshierarkiet er plassert vertikalt hvor det består av hovedplan i den øverste delen (faseplan) og videre til utviklingsprosessen. Fra utviklingsprosessen går det videre til ukentlige produksjonsplaner. Ferdigstilte produkter tar hensyn til kundenes behov eller forventninger og prosessen brytes ned for finne riktige og optimale produksjonsaktiviteter i riktig tid.

Plans	Planer	Perspektiv
Master schedule	Hovedfremdriftsplan	Prosjektet fra start til slutt
Phase plan	<b>Faseplan</b>	Detaljing av innholdet i fasen
Lookahead plan	<b>Utkviksplan</b>	5-9 uker
Weekly work plan	Ukeplan	2-5 uker
Daily work plan	Lagsplan	1 uke

Tabell 3.3-1: Oversikt over Plansystem (Delgum, 2011).



**Figur 3.3-7: Relasjoner/forhold mellom ulike plannivåer (Delgum, 2011).**

For å implementere LPS i en organisasjon stilles det krav til endringer i organisasjonsstrukturen. Bygg- og anleggsbransje i dag står ovenfor komplekse prosjekter og er avhengig av en bred kompetanse iht. utfordringene. Samt er det vanlig å bruke spesialister til å koordinere aktiviteter fra forskjellige nivåer for ulike arbeidstyper. For å få en fordel ved å bruke LPS metoden må vi først ha spesialkompetanse i mindre ansvarsområder og samt klarer å redusere de vertikale nivåene i ledelsesstrukturen (Ballard, 2000).



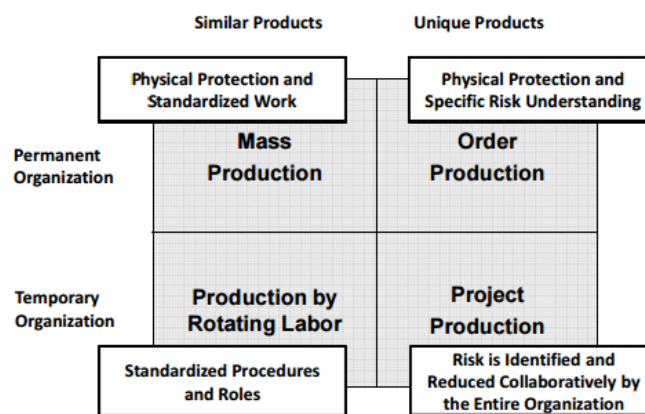
## 4 Veidekke – Involverende Planlegging

I dette kapitlet inneholder det Veidekke sin egen planleggingsmetode for å drive fremdriften i byggeprosjektene i dag. IP har hentet inspirasjon fra Lean Construction.

### 4.1 Innledning

Veidekke bruker en metode som heter involverende planlegging (IP) i fremdriftsplanleggingen i ulike prosjektbaserte produksjon. IP i prosjektbaserte produksjon vil bidra til redusert tid, og risiko og skape flyt i produksjonen. I likhet med dette må alle aktørene i prosjektet delta planleggingen av egen hverdag (Andresen, et al., 2014).

Organisasjonens produksjonsmatrise er et verktøy som vil bidra til forståelse og samt kan brukes til å identifisere og analysere forskjellige strategier, relevans for ulike former for produksjon. Se både figur 4.1-1 og 4.1-2 (Bølviken, 2012).



Figur 4.1-1: Grunnleggende strategier for sikkerhetsforbedring (Bølviken, 2012).



Figur 4.1-2: Bygning er prosjektproduksjon (Svalestuen, et al., 2016).

De største utfordringer med prosjektbasert produksjon er at bygget sitter fast i bakken og alle bygninger er forskjellige med ulike forventninger iht. krav. I prosjektbasert produksjon er vi avhengig av tverrfaglige samarbeid sammen med byggherre, rådgivende, leverandører og Underentreprenørene (Svalestuen, et al., 2016).

For nærmere 10år siden startet veidekke med å prøve ut IP- metode i sine prosjekter. Fra 2006 - 2008 prøvde veidekke IP- metode i sine utvalgte pilotprosjekter i mindre skala og fra 2008 - 2010 ble IP brukt i flere større prosjekter (læreprosjekter). Samt selve systemet for risikostyring var integrert med IP og den måten å drive fremdriftsplanlegging var

revolusjonerende metode for veidekke tidligere. Ifølge tidligere læreprosjekter som ble utført og testet viser det seg at den mest effektive måten for å lære IP er å prøve det ut selv (Andresen, et al., 2014).

## 4.2 Involverende planlegging

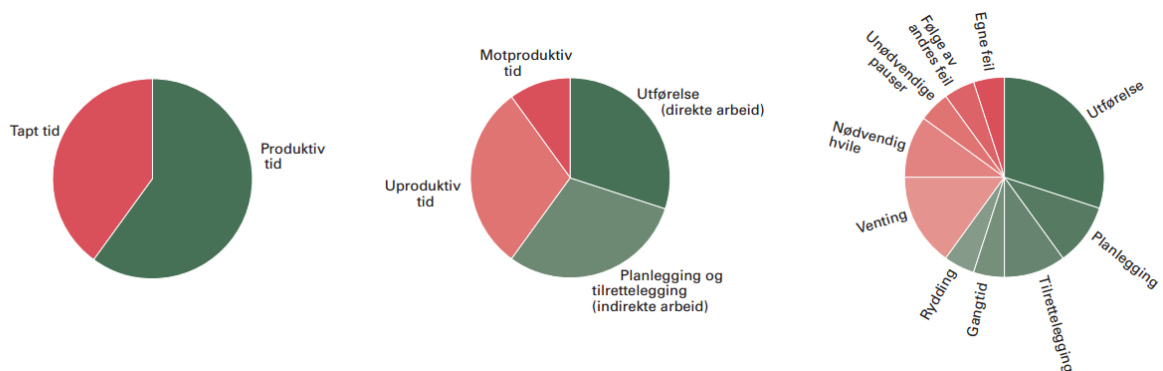
Når det gjelder tapt tid og redusert flyt på produksjonen kan det forklares via to ulike årsaker. Den ene er at vi ikke kan forutsi nøyaktighet pga. aktivitetenes tidsforbruk varierer og det andre er at når vi skal utføre en aktivitet via ulike forutsetninger så har vi ikke en sikker metode for å redusere hindringene. For eksempel effekten av redusert flyt og tid kan forklares via figur 4.2-1 som forteller hva arbeidstiden går med til.

Figur 4.2-1 viser ikke eksakt måleresultat men viser generelt tidsforbruk i et prosjekt. Ulike figurene viser bare detaljeringen.

Dårlige eller uoversiktlige tegninger, avvik på materialer og utstyr, produksjons avvik og mye dødtid på ventingen pga. forrige pågående arbeid ikke er ferdig til avtalt tid kan være årsaken til tapt tid.

Uproduktiv tid og motproduktiv tid kan betegnes som tapt tid. Motproduktiv tid betegnes som produksjonsfeil. Eksempel på motproduktiv tid kan være en vegg som ble montert feil, må rives og deretter monteres på nytt. Dermed får vi x antall timer ekstra for å montere veggene på nytt som deretter vil skape mistrivsel og frustrasjoner. Uproduktiv tid kan være venting som f.eks. vareleveranse som ikke har kommet innen bestemt tid.

For å bruke tiden til planlegging, tilrettelegging og utførelse (grønn sektor) kan vi redusere den tapte tiden (rød sektor). Stor produktivitetspotensial kan vi få ved å redusere en liten mengde av den tapte tiden (Andresen, et al., 2014).



Figur 4.2-1: Oversikt over hva arbeidstiden blir brukt til (Svalestuen, et al., 2016).



**Figur 4.2-2: Byggefeil (Svalestuen, et al., 2016).**

Ifølge Sintef oppdages det byggefeil hvert år i etterkant av byggeprosessen og byggefeilen tilsvarer 5% av totalt summen det bygges for. Totale omsetningen fra oppføring bygninger i 2011 var 177,2 milliarder og 5% av totale summen tilsvarer 8,9 milliarder kroner som er kostnader for byggefeil (Svalestuen, et al., 2016).

### **4.3 Involverende planlegging bidrar til økning i produktiviteten**

Involverende planlegging har fokus på produktiviteten til arbeidslaget i bygg- og anleggsprosjekter økes ved å redusere den tapte tiden. Vi ønsker ikke å øke arbeidsintensiteten til hver enkelte og ønsker at arbeidslagene har en uhindret arbeidsprosess vi metodikken.

I planleggingsfasen har vi diverse prosesser som har tilknytting til hverandre og prosessene blir sett på som aktivitetskjede som følger etter hverandre. Produksjonen på en bygg- og anleggsplass består av en rekke kjeder med aktiviteter som følger etter hverandre. Faktorene som bestemmer produksjonsflyten og fremdriften er den totale samvirke mellom alle forsinkelser og forseringene i aktivitetskjeden.

Når det gjelder tidsvariasjoner som ikke kan detaljplanlegges og samt ta beslutninger i lengere tidsperioder enn at vi i løpende periode kan tilpasse det virkelige tidsforbruket i produksjonen er typiske kjennetegn for konsekvenser til planlegging. Involverende planlegging består av korttids- og langtidsplanlegging og kan ofte kombineres iht. produksjonen. Det er ikke nødvendig å ta en beslutning tidlig men det er viktig å ha rullende plan for å ta beslutninger innen fastsatte milepælene for en faseplan.

Samt er det viktig å ha andre planer som kan erstatte den eksisterende plan og hvis nåværende arbeidslagets plan er umulig å gjennomføre kan de settes på andre oppgaver.

Involverende planlegging er bygd opp av tre ulike elementer:

- Rullende planlegging: Gode og sunne aktiviteter som kan erstattes med eksisterende hvis den frafaller, å være fleksibel med tidstilpasninger i produksjonen og samt ta tak i utnyttings muligheter.
- Systematisk hindringsanalyse: Aktiviteter uten noen hindringer kan fås ved å jobbe kontinuerlig, være konstruktiv og samt kunne tilrettelegge aktiviteter. På grunnlag av det kan vi få forventet kvalitet som ivaretar helse og sikkerhet.
- Plannivå og møtестruktur kombinasjon: Gir oss kommunikasjonseffektivitet som blir satt i system via åpen dialog, diskusjon og kollektiv beslutning.

Klimatiske forhold som vær og temperatur kan ha innvirkning på tidsforbruket på bygg- og anleggsplass. For eksempel snøvær vil redusere effektiviteten på produksjonen og det er derfor viktig å planlegge værforholdet noe dager i forveien (Andresen, et al., 2014).

#### **4.4 Risikostyring integrert i involverende planlegging**

På bygg- og anleggsplass er det mange aktiviteter som skjer samtidig. Kran som løfter tyngre fundament over en høyde, gravemaskiner som er stadig i bevegelser og diverse arbeid som skaper stor trafikk. Og det er derfor viktig å ha ta hensyn til risikostyring på en bygg- og anleggsplass som blir påvirket av stortrafikk. For å redusere risikoen er det viktig at vi jobber kontinuerlig for at arbeidet skal utføres på en forsvarlig måte. Samt er det viktig at hver enkelte har kompetansene som trengs for at sikkerheten for seg selv og andre blir tatt hånd om.

Mål for veidekke er å unngå skader på bygg- og anleggsplass. For å unngå all form for alvorlige skader har veidekke satt opp delmål og ønsker mindre alvorlige skader skal bort som består av 4/5. Risikostyring en integrert del av Veidekke IP-system.

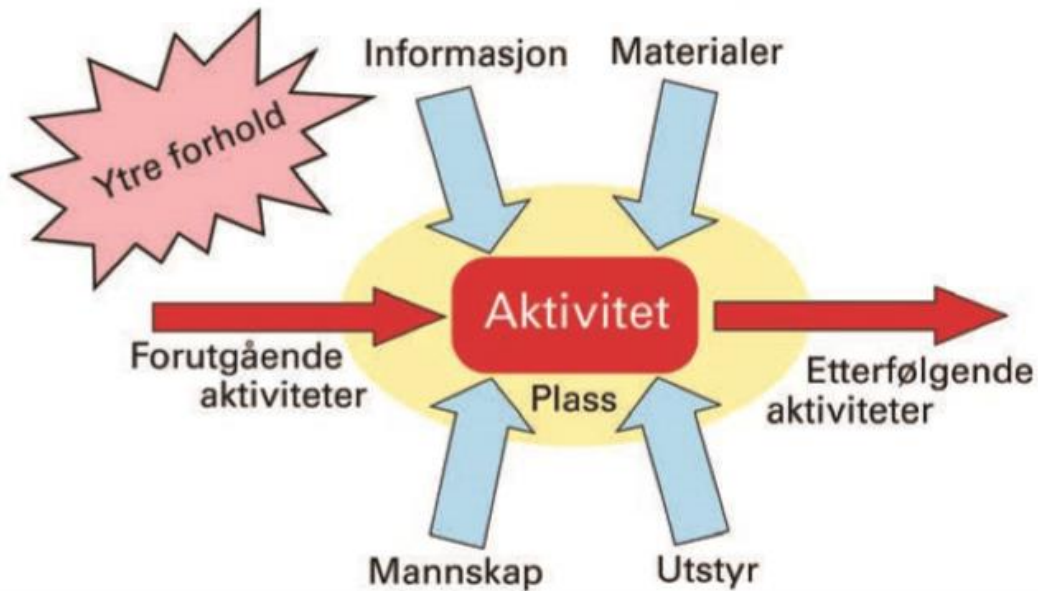
Ved å integrere Risikostyring i IP-systemet får vi da:

- Viktig å ha rullende plansystem for å kunne vurdere lang- og kortsiktig planer for å vurdere risiko og deretter fjerne farer.
- Å ha en god plan som skal tilpasse møtestrukturen og samt må vi kontinuerlig sørge for en effektiv dialog for å redusere farer og opprette risikoreduserende tiltak.
- Systematisk hindringsanalyse for å kunne kartlegge farene og deretter opprette tiltak eller justering for å unngå skadene.
- Tidsoversikten for arbeidsdelingen i ulike ledelsesnivåer må være oversiktlig slikt at vi kan se hvem som har ansvar for risikovurderende tiltak og videre skal den formidles til neste plannivå på det som er gjort.

Fare situasjoner oppstår ikke i enkelte arbeidsoperasjoner, men det kan oppstå i sammenhengende arbeidsoperasjoner. Den klassiske risikoanalyse fokuserer bare på direkte arbeid som for eksempel enkelte planlagte produksjonsaktivitet. Ifølge rapporten fra veidekke 2012 er det kun 1/3 av skadene under direkte arbeid og 2/3 via sammenhengende arbeid. Sammenhengende arbeid kan være rigging, transport, forflytting etc. (Andresen, et al., 2014).

## 4.5 Hindringsanalyse

En hindringsanalyse består av 7 forutsetninger som kan bidra til sunn aktivitet. Når en aktivitet utføres uten hindringer er aktiviteten sunn og samt skal den ivareta helse og sikkerhet. Kravet for å få en sunn aktivitet er at alle 7 forutsetningene må være tilstede (Andresen, et al., 2014).



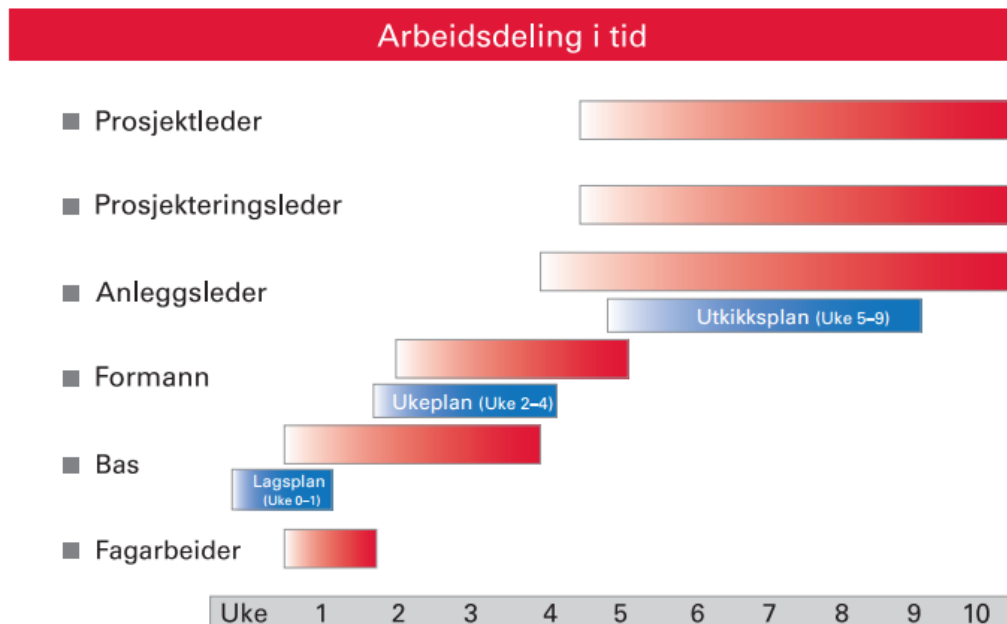
Figur 4.5-1: Syv forutsetninger for en sunn aktivitet (Andresen, et al., 2014).

Forutsetning	Beskrivelse
Forutgående aktivitet	En forutgående aktivitet må være helt avsluttet og samt har riktig kvalitet før vi kan begynne med neste aktivitet. For eksempel man kan ikke male veggene før den er bygd.
Informasjon	All informasjon må være tilgjengelig for de som skal utføre aktiviteten. Informasjon i form for tegninger, beskrivelser og annen informasjon for å sikre kvaliteten, helse og sikkerhet.
Materialer	På arbeidsstedet må riktig kvalitet og mengde på materialer være tilgjengelig.
Mannskap	Det kreves riktig kompetanse og kapasitet fra mannskapet. Samt skal man ivareta variasjon i arbeidsoppgaver etter behov.
Utstyr	Nødvendig sikkerhetsutstyr og utstyr må være tilgjengelig for å utføre aktiviteten. Slike utstyr kan være alt fra gravemaskin helt til skruer. Man må sikre at utstyret er effektivt, sikkert og lite belastet.
Plass	Det må være ryddig og klargjort i arbeidstedet og område rundt. Samt må sikkerhetstiltakene være på plass.
Ytre forhold	Det kan være gitte tillatelser og godkjenninger. Værforholdet kan også være en forutsetning.

Tabell 4.5-1: Syv forutsetninger (Veidekke, 2015)

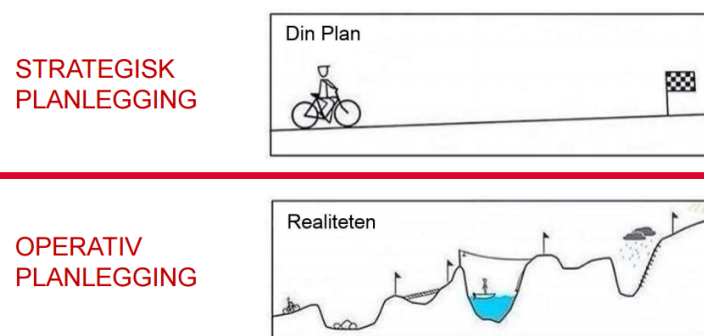
## 4.6 Arbeidsfordeling i tid

Tidsfordelingen for arbeid kartlegges av ulike ledelsesnivåer som har fokus på forskjellige tidsperioder fremover i tid. En anleggsleder fokuserer på det som skjer i morgen iht. informasjonene. Hva som skjer i nærmere horisont er formannens oppgave og hva som skjer nærmest fremtid er basens oppgave. Fagarbeidere skal planlegge sin egen aktivitet i inneværende uke (Andresen, et al., 2014).



Figur 4.6-1: Arbeidsfordeling i tid (Andresen, et al., 2014).

## 4.7 Plan- og møtестruktur



Figur 4.7-1: Strategisk- og operativ planlegging (Svalestuen, et al., 2016).

### Planstruktur

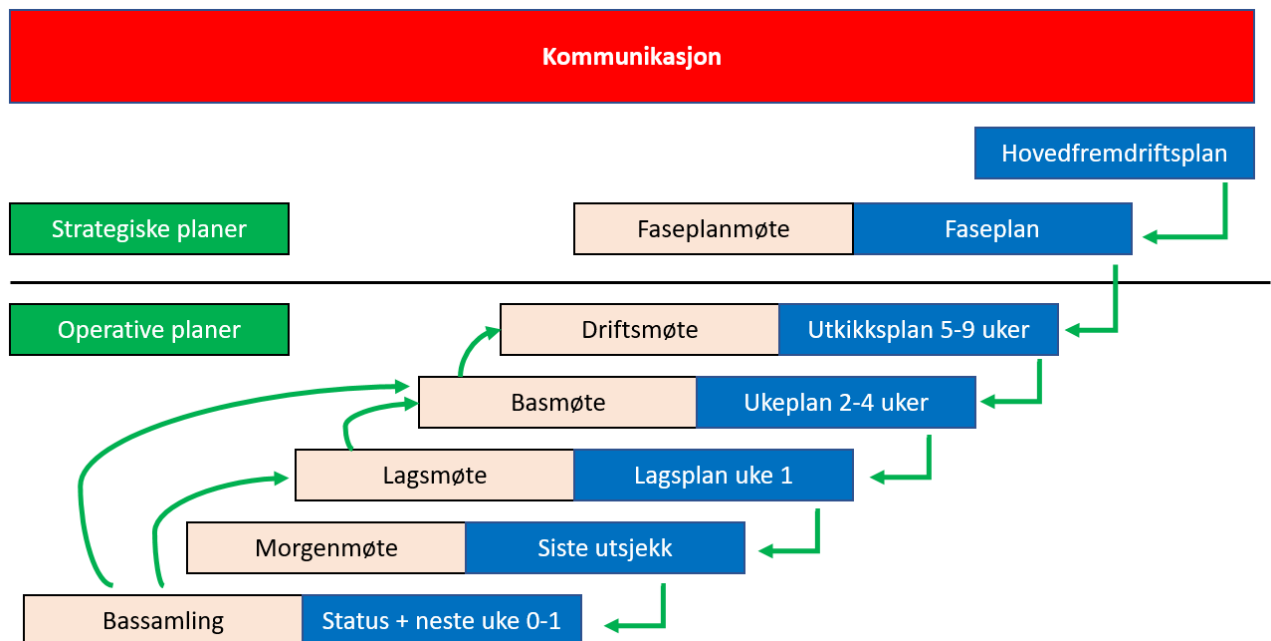
I involverende planlegging har vi plansystem med to ulike nivåer som strategiske- og operative planer. I oppstartfasen bruker vi strategiske planlegging og gjennomføres en gang. Den strategiske planen endres etter behov fra den operative fasen. Aktiviteter som skjer løpende gjennom prosjektet er den operative fasen. Hele strukturen blir bygd opp slikt at aktiviteter fra faseplan blir sendt videre til utkvikksplan, utkvikksplan videre til ukeplan, uke plan videre til lagsplan. Aktivitets endringer i ulike plannivåer formidles videre til høyere plannivåer, se figur 4.7-3.

## Møtestruktur

Hovedformålet er å sikre de ulike plannivåene. Se figur 4.7-2 om møtestruktur, forslag til rekkefølge til ulike møtene (Andresen, et al., 2014).



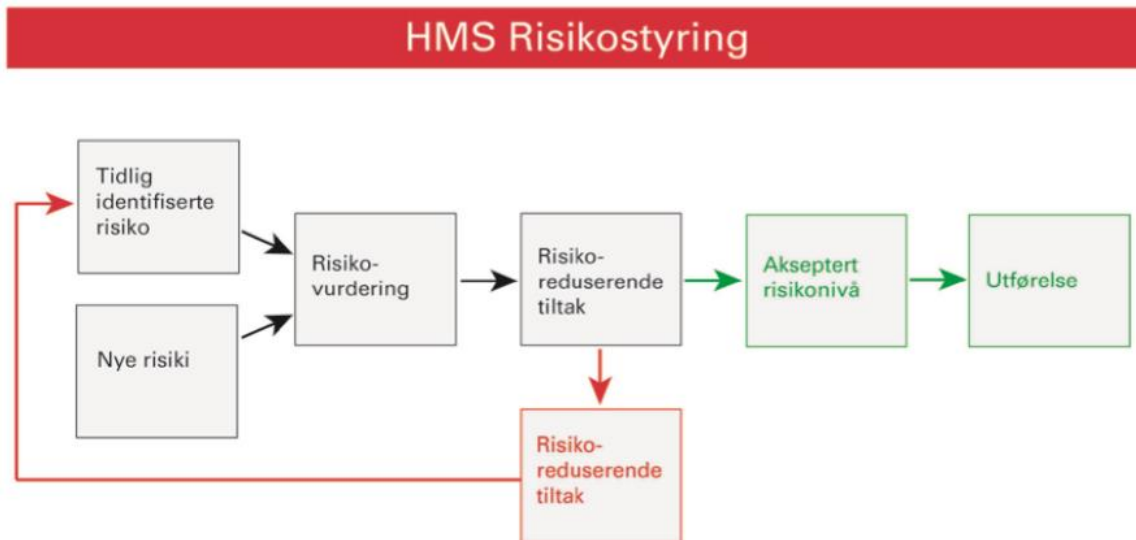
Figur 4.7-2: Plan- og møtestruktur (Andresen, et al., 2014).



Figur 4.7-3: Kommunikasjon (Andresen, et al., 2014).

## 4.8 Risikostyring nivå

Før prosjektet skal utføres må vi ta hensyn til vurderingskriterier som risiko og samt klare å fjerne farer fra prosjekt start til slutt. For å kontrollere prosessen før oppstart må vi klare å risikovurdere og samt kartlegge risikovurderende tiltak dersom risikoen er høyere enn akseptert nivå. Se figur 4.8-1, det formidles videre til neste plannivå hvis risikoen er høyere enn akseptertnivå. Vi må risikovurdere hvert plannivå når planene blir mer synlig og detaljerende der aktiviteter og farer kan bli synlige. Risikovurderingen kan gjøres som en integrert del av fremdriftsplanleggingen ved å bruke plan- og møttestruktur fra IP (Andresen, et al., 2014).



Figur 4.8-1: HMS Risikostyring (Andresen, et al., 2014).



## 4.9 Modell for sikker og effektiv drift

# Modell for sikker og effektiv drift

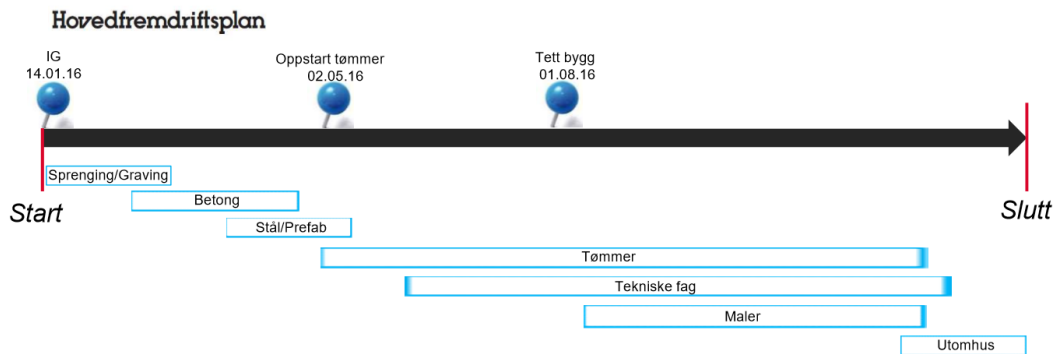
	Plannivå	Ansvarlig	Hvor	Fremdriftsplanlegging	Rigg-/logistikplan	HMS risikostyring
	Prosjektutvikling og prosjektering	Prosjektleder Prosjekteringsleder	I utviklingsfasen	Lage en prosjekteringsplan for fasen Etablere beslutningsplan	Vurdere: Hovedsaksmøt Trafikkløpninger Plassering av rigg og legar	Innrente (eventuelt lege) SHA-planen Synliggjøre og videreformidle risiko
1	Hovedfremdriftsplan (høle prosjektet)	Prosjektleder	Før oppstart av prosjekt	Lage oversikt over hovedaktivitetene Sette milepæler	Lage overordnet riggplan	Identifisere farer i og mellom hovedaktivitetene og synliggjøre dem i planen
2	Faseplan (for hver fase)	Anleggsleder	Faseplanmøte	Lage faseplan	Lage en omforent riggplan for fasen	Identifisere farer i enkelte aktiviteter og i samtidige aktiviteter Synliggjøre behov for Sikker Jobb Analyse (SJA) i planen
3	Utsiktsplan (5-9 uker)	Anleggsleder	Driftsmøte	Datajøre aktiviteter Identifisere og fjerne hindringer	Ta hensyn til plassering av kommende leveranser i riggplanen	Vurdere risiko i enkelte aktiviteter Dialog mellom samtidige aktiviteter Bestemme hvilke SJAer som skal leges
4	Ukeplan (2-4 uker)	Formann	Basemøte	Kontrollere at alle aktivitetene er på samme datajeringnivå og i riktig rekkefølge. Identifisere og fjerne hindringer	Gjennomgå leveranser kommende uker Oppdatere riggplan	Vurdere farer i enkelte aktiviteter Dialog mellom samtidige aktiviteter Legge SJAer
5	Legsplan (ukent)	Bas	Legsmøte	Gjennomgå ukens aktiviteter Beslutte endelig legsplan	Gjennomgå ukens leveranser og plassering	Gjennomgå SJA
6	Siste utsjekk (dagen)	Hver enkelt, og da som jobber sammen	Morgenmøte	Hendelser fra gårsdagen? Kort gjennomgang av dagens gjøremål.	Kort gjennomgang av leveranser og plassering	Gjennomgå risikoen i dagens arbeidsoppgaver
	Løpende	Hver enkelt	I arbeidet			Den enkelte vurderer løpende risikoen i sitt arbeid

Figur 4.9-1: Modell for sikker og effektiv drift (Andresen, et al., 2014).

## 4.10 Ulike plannivåer

### Hovedfremdriftsplan

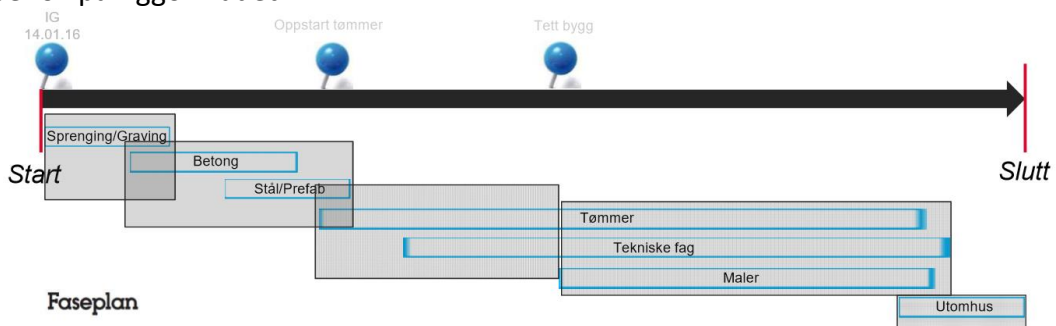
Gir oversikt over hovedfasene med milepæler i prosjektet og samt beskriver overordnet plan for hele prosjektet og den må kunne vurdere risiko gjennom alle hovedaktivitetene. Farene må kunne identifiseres i hovedfremdriftsplanen. En prosjektleder er ansvarlig for at hovedfremdriftsplanen blir utarbeidet i samarbeid med kundene. Før oppstart av et prosjekt utarbeides en hovedfremdriftsplan i form for tilbud- eller kontraktdokument. Strategisk plan er en hovedfremdriftsplan som lages kun en gang og brukes til faseplaner, riggplaner og risikostyring.



Figur 4.10-1: Eksempel på hovedfremdriftsplan (Svalestuen, et al., 2016).

### Faseplan – Fasemøte

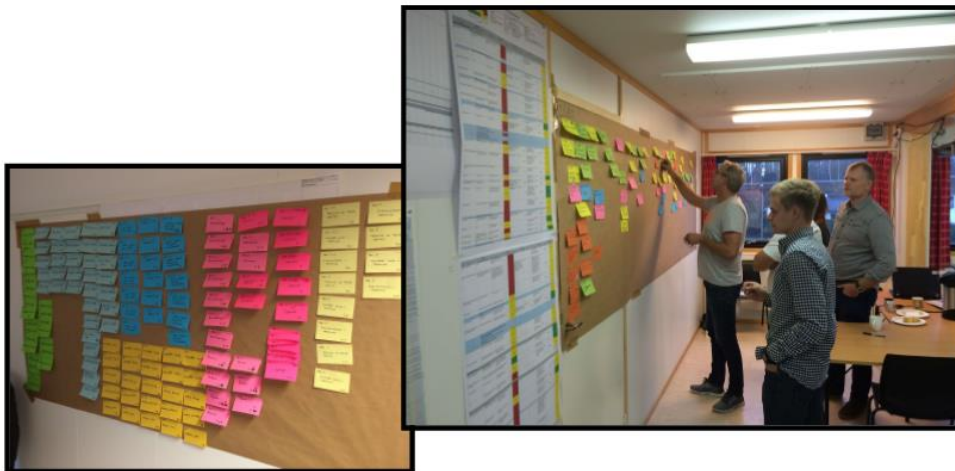
Må kunne kartlegge oversikt over hovedaktivitetene for ulike fag og samt kunne planlegge ressursbruken. I en faseplan må man kunne vurdere risiko for enkelte aktiviteter, andre sammen gående aktiviteter og kunne identifisere farer. En anleggsleder i samarbeid med prosjektleder har ansvar for å utarbeide en faseplan. For at de første aktivitetene kommer inn i utkikkspanen må faseplanmøte holdes 5-6 uker før oppstart. Det er også viktig at alle faggruppene før møte er forberedt, hvor de på forhånd har utarbeidet en aktivitetsplan for de aktuelle fasene, tidsbruk og risiko. I tillegg er det viktig at nødvendige informasjon og tegninger må være på plass før møte. Vi må også ta hensyn til vurderingskriterier som plassbehov på riggområdet.



Figur 4.10-2: Eksempel på faseplan (Svalestuen, et al., 2016).

### **Lappeteknikk – Utarbeidelse av en faseplan**

Lappeteknikk eller poster-it lappeteknikk påvirker utarbeidelse av en faseplan og det er viktig å få frem en nøyaktig og realistisk plan. Alle faggruppene vil få eierskap til planen og samt føler seg forpliktet til arbeidsoppgavene. Alle aktivitetene må tidfestes i rekkefølge og bestemmes av felleskapet for å få en helhetlig vurdering av planen. Milepælene i hovedfremdriftsplanen bestemmer den totale tidsrammen for fasen. Alle deltakere fra ulike faggrupper jobber med sine poster-it lapper og aktivitetene fra hver enkelte fag er selvstendige, dvs. oppgavene kan utføres uten at noe andre fag må gjøre noe arbeid i mellomtiden. Poster- it lapper med ulike farger representerer ulike faggrupper, pr. lapp noteres det kun en selvstendig aktivitet og samt tidsforbruket noteres. Det er viktig at ulike faggrupper kommer forberedt og det er derfor viktig å lage poster- it lapper på forhånd.



Figur 4.10-3: Lappeteknikk (Svalestuen, et al., 2016).

Når vi har fått på plass alle poster- it lappene på veggen med ulike selvstendig aktivitet må vi avklare rekkefølgen på aktivitetene og muligens noe av aktivitetene kan utføres samtidig. Via diskusjoner mellom ulike faggrupper blir lappene omplassert i en riktig rekkefølge. Risiko og behov for sikker jobbanalyse (SJA) skal indentifiseres i faseplanmøte.

### **Utkikksplan – Driftsmøte**

En utkikksplan skal kontrollere flyt i arbeidsprosessen og sikre selvstendige aktiviteter. I en periode 5-9 uker frem i tid må vi ha beskrivelse av aktivitetene i en utkikksplan. Samt må vi kunne vurdere en sikker jobb analyse (SJA) og grunnlag for ulike vurderingsfaktorer. Det er ofte plassmangel på bygg- og anleggsplass og det er derfor viktig å vurdere plasskapasiteten på riggplan. De som har ansvar for at planen skal bli oppdatert er anleggsledere, i samarbeid med sine formenn. På et driftsmøte må vi sikre at alle aktiviteter er på samme detaljeringsnivå, utføre systematisk hindringsanalyse (7 forutsetninger), risiko diskusjon om sammenhengende aktiviteter og oppdatering av riggplan.

### **Ukeplan – Basmøte**

Aktivitetene må klargjøres for utførelse i en ukeplan. 2-4 uker fremover beskriver aktiviteter som starter, uke 2 beskriver aktiviteter for den kommende uka. Samt må det lages en sikker jobb analyse (SJA). I en basemøte må behandle avviksplan, kontrollere aktivitetene er på samme detaljeringsnivå, risikovurdering for sammenhengende aktiviteter, utføre systematisk hindringsanalyse (7 forutsetninger), leveranse- og riggplan oppdatering.


## Lagsplan – Lagsmøte

Detaljplan over inneværende ukes aktiviteter er en lagsplan. En lagsplan skal kunne fordele aktiviteter for hver enkelt faggruppe og samt kunne gjennomgå en sikker jobb analyse (SJA). I Et lagsmøte skal inneholde plangjennomgang for inneværende uke, beslutningsplan for leveranse og tiltak for risikovurdering.



Figur 4.10-4: Hjelpemiddel for å planlegge egen hverdag (Veidekke, 2015)

## Eksempel på lagsplan

Side: 

Utarbeidet av: Jan Olaf Lunden

UKE	BAS: Sigmund	ORDENS MANN:	VERNE-LEDER: Jan Bjørn	VERNE-OMBUD: Steinar	UTSTYRS-ANSV.: Sigmund
Hvem	MANDAG 2/9	TIRSDAG 3/9	ONSDAG 4/9	TORS DAG 5/9	FREDAG 6/9
Sigmund	Isolering dekke på grunn 1 lag SJA Prefab 09.30	Isolering dekke på grunn 1 lag	Montere prefab vegger i akse 8	Montere prefab. Vegger i akse 12	Forhøyning av vegger
Steinar	Isolering dekke på grunn 1 lag SJA Prefab 09.30	Isolering dekke på grunn 1 lag	Montere prefab. Vegger i akse 8	Montere prefab. Vegger i akse 12	Forhøyning av vegger/ Dekkereis høyt parti
Iselin	Isolering dekke på grunn 1 lag	Dekkestenge	Bygge multiproptårn	Dekkereis høyt parti	Dekkereis høyt parti
Jan-Erik	Isolering dekke på grunn 1 lag Mottak Forskaling	Dekkestenge	Bygge multiproptårn	Dekkereis høyt parti	Dekkereis høyt parti
Roger	Forskaling terrassedekker	Forskaling terrassedekker	Forskaling terrassedekker	Radontetting	Radontetting
<b>Risikoaktiviteter og tiltak</b>	SJA Prefab 09.30				
Aktivitet: Fra ukeplan ( uke 2) Tiltak: Fra ukeplan (uke 2)					
<b>Bufferaktivitet</b>	1. Utsparinger til Dekke over 1. etg // 2. Fundamentkasser til akse B // 3.				
<b>VARELEVERANSER</b>	Forskaling til Dekke Kl. 13.00 Legges ved siden av Verktøy container. (se riggplan) Jan-Erik		Prefab. vegger KL 08.00 Rettt fra bil Sigmund	Prefab. vegger KL 08.00	
<b>Møter</b>	HMS-kvarter 06.50 Lags møte Morgenmøte	Morgenmøte Bas møte kl 14	Morgenmøte Driftsmøte Kl.13.00	Morgenmøte	Morgenmøte Bassamling kl 10
<b>MÅLSETTING FOR UKEN</b>	Ferdig med isolering lag 1. Halvferdig med dekkearmoring. Montert prefabvegg i akse 8 . Begynt på dekkereis mellom akse 7 og 8. Forhøyning av vegg i akse 5 + vegger mellom akse 6 og 7				

Figur 4.10-5: Eksempel på lagsplan (Veidekke, 2015).

## Morgenmøte/skiftmøte

Morgenmøte er daglig gjennomgang av arbeidsoppgaver og risiko som er tilknyttet til disse arbeidsoppgavene. Morgenmøte er det håndverkenes ansvar for lede og bas/forman følger opp kvaliteten på møtene.

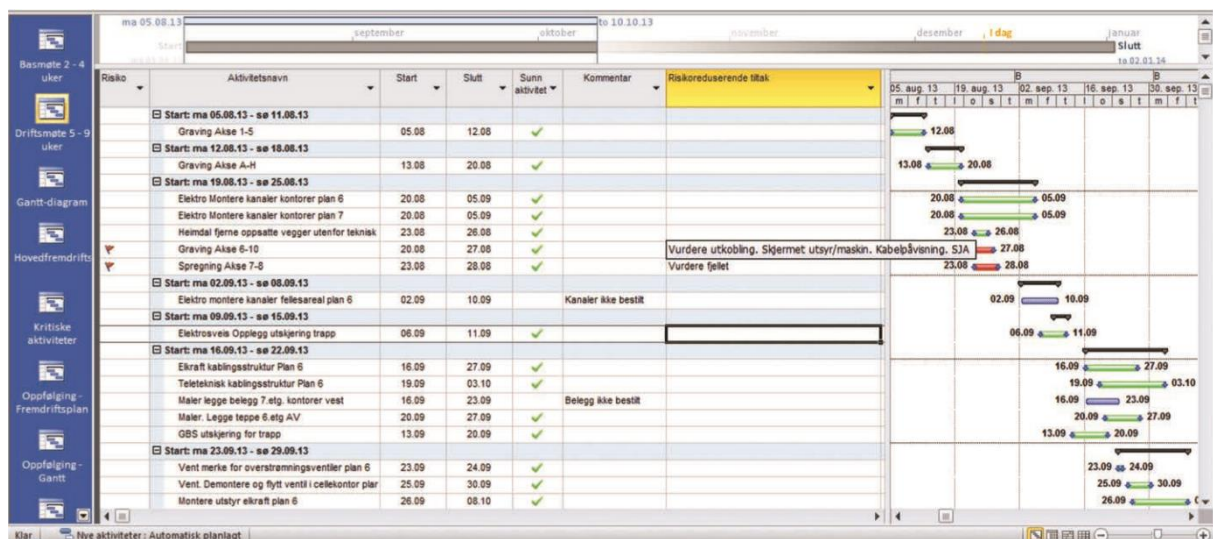
## Riggplan – og leveringsplan

Det skal være en oppdatert riggplan i alle prosjekter. Riggplanen skal vise bruksoversikten for både inne og ute. På alle plannivåer må riggplanen være behandlet og oppdatert (Andresen, et al., 2014).

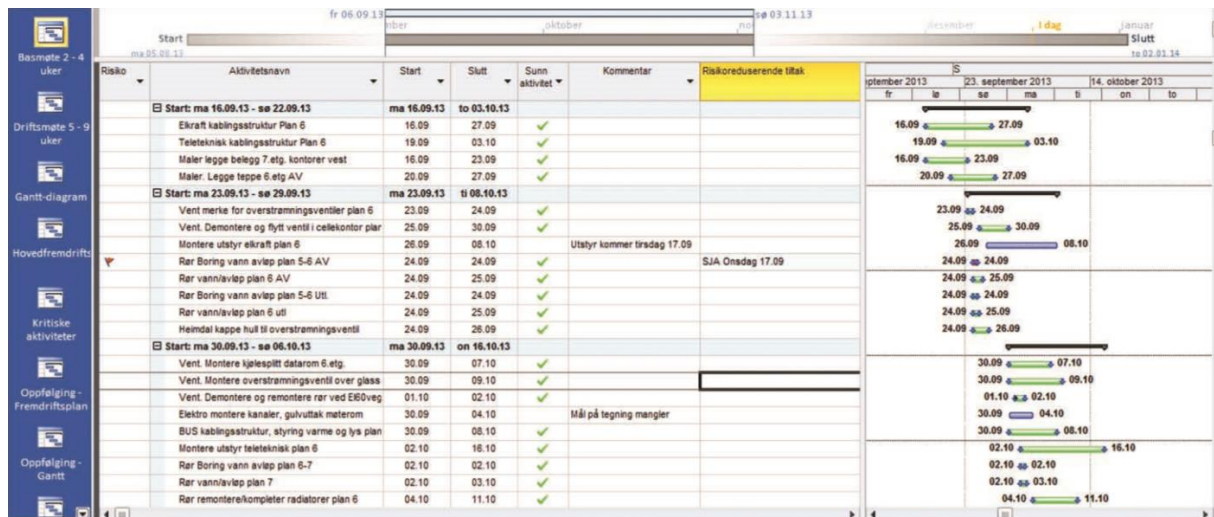
## 4.11 MS Project i Involverende Planlegging

Ved å kunne bruke MS Project i Involverende Planlegging får vi en prosjektplan ved at alle plannivåene sammenstilles. Samt vil det sikre oversikt over konsekvensene på de vurderingene av rullende operative planer i den strategiske planen. For eksempel kan man få direkte oversikt over avgjørelsene som blir tatt i basmøtene som kan påvirke prosjektets totale fremdrift.

Ifølge Veidekke sin MS Project veileder (2.utgave) for Involverende planlegging er det laget individuelle visninger til de forskjellige møtene som skal fungere som referat. Dermed vil det unngå unødvendig arbeid for å lage referat til hvert møte og samt vil det gi oversikt over avgjørelsene som blir tatt på kryss mellom de ulike møtene på grunn av plannivåene er sammenstilte. I tillegg gir det muligheten til å opprettholde arbeidsdeling i tid, aktiviteter som er utenfor tidshorisonten blir filtrert bort. Hindringsanalysens får sentrale oppgave i hver visning, hvert enkelte aktivitet skal opprettholdes gjennom en utsjekk som knyttes til de 7 forutsetningene. Samt må de også gjøre en risikovurdering for hvert enkelte aktivitet. Når det oppstår risiko ved aktivitetene, må det hukes av og legge til kommentarer for risikoreduserende tiltak (Svalestuen, et al., 2015). Mer utdypende informasjon i henhold til bruk av MS Project finner man på Veidekke sin MS Project veileder, 2.utgave. Nedenfor er det illustrasjon av utkviksplan og ukeplan i MS Project.



Figur 4.11-1: Eksempel på utkviksplan i MS Project



Figur 4.11-2: Eksempel på ukeplan i MS Project

## 5 Metode

I dette kapitlet blir ulike forskningsmetoder presentert: Kvalitative- og kvantitative metoder. Her begrunnes det for metodevalg og samt valg av intervju i form for e-post, personlig eller telefon.

En metode er en planmessig fremgangsmetode og stammer fra det greske ordet "methodos" som betyr "det å følge veien mot et mål, forskning" (Store Norske Leksikon, 2014).

En metode kan også defineres slik:

" En metode er en framgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme fram til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder" (Hellevik, 2002).

Metodekapittel viser frem til hvordan bestemte valg av design og metode vil tilpasse forskningsspørsmålet og samt kunne vise frem til faktorer som validitet (gyldighet) og reliabilitet (pålitelighet) i sin vurdering. I tillegg er det viktig å fortelle og begrunne leserne de valgene man tar i henhold til design og metode for å belyse forskningsspørsmålet "Show, don't tell". For eksempel på et godt metodekapittel skal fortelle hva som skal gjøre i studien, hvordan det skal utføres og samt kunne henvise til svakheter og styrker (Schimel, 2012).

### 5.1 Forskningsmetode

Vi har ulike metoder som kan brukes innen forskning. De meste kjente metodene og samt mest brukte innen forskning er kvalitative- og kvantitative metoder. Vi kan enten kombinere eller skille mellom de to type metodene.

*Kvantitative metoder* er målbare størrelser gjennom ulike former statiske modeller, de sentrale emnene innen denne metoden er tall og statistikk som kan leses og forstås. Samt er denne metoden avhengig av etterprøvnbarhet og stor vekt på presisjon.

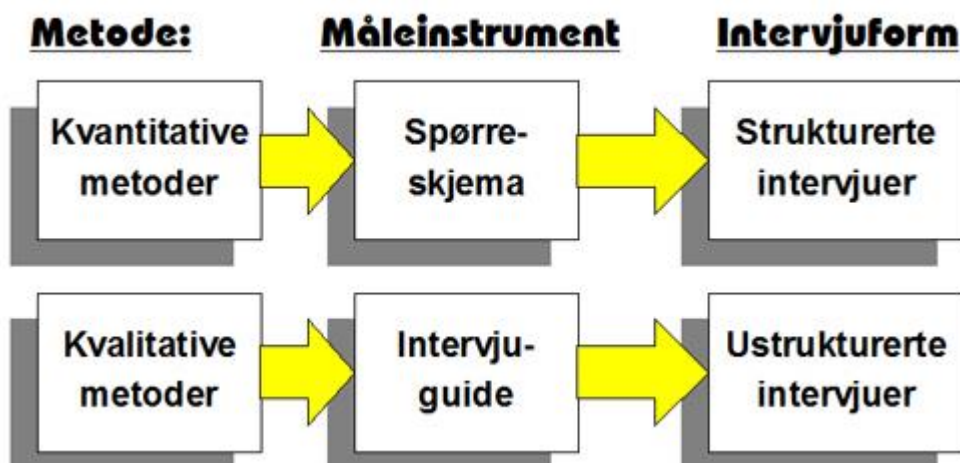
*Kvalitativ metode* er basert på teoretisk tolkning og erfaring. Samt blir informasjonene samlet inn systematisk og bearbeidet. Vi har 3 ulike type av analyser av informasjon; gjennom samtale, observasjon eller skriftlig form for tekst (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2010).

Man kan tilføre ulike metoder i en undersøkelse for å redusere svakhetene og samt belyser styrkene i forskningen, denne metoden blir kalt for *metodetriangulering*. For å belyse undersøkelsen er vi avhengig at trianguleringen klarer kontrollere over de relevante forholdene som er tilknyttet til oppgavens problemstilling. For eksempel kan man bruke kvalitative undersøkelser forbedre en kvantitativ undersøkelse, kvantitative- og kvalitative metoder sammen kan belyse undersøkelsen (Larsen, 2012).

Ved å bruke kvalitative eller kvantitative metoder får vi både fordeler og ulemper mellom de to metodene, se tabell 5.1-1.

	Kvalitative metoder	Kvantitative metoder
<b>Fordeler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intervju for å få informasjon via "Face to face" situasjon</li> <li>▪ Man kan gå i dybden på forskningen hvis det er nødvendig</li> <li>▪ Man kan komme med oppfølgingsspørsmål</li> <li>▪ Validiteten blir sikret</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengden av informasjon kan begrenses etter behov</li> <li>▪ Gir bredde i undersøkelsen når samme spørsmål besvares av et stort antall</li> <li>▪ Det gir ærlige svar pga. de som besvarer spørsmålene er anonyme</li> <li>▪ Ikke personlig undersøkelse/Ikke behov for å oppsøke folk personlig for en undersøkelse</li> </ul>
<b>Ulemper</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vanskelig å generalisere</li> <li>▪ Ved forenkle mengde av data og detaljere materialene er en omfattende oppgave</li> <li>▪ Personen man intervjuer kan være "uærlige" i noen tilfeller</li> <li>▪ Den måten man intervjuer på kan ha innvirkning på resultatet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Har problemer ved å sikre validiteten</li> <li>▪ Stor sannsynlighet for å ta feilbeslutninger</li> <li>▪ Reliabiliteten blir ikke sikret godt nok, pga. unøyaktighet i databehandling, stor mengde av tall.</li> </ul>

Tabell 5.1-1: Ulemper og fordeler ved bruk av kvalitative metoder (Larsen, 2012).



Figur 5.1-1: Forskjellen mellom kvalitative- og kvalitative metoder (Estudie.no, 2017).



I denne rapporten er det brukt kun kvalitative metoder. Samt inneholder det litteraturstudium som er knyttet til undersøkelsen. I denne sammenheng med henhold til rapporten vil kvalitative metoder være mer realistisk. Det kreves kompetanse og arbeidserfaring fra informantene for å besvare spørreundersøkelsen. Folk som jobber på byggeplass er ofte opptatte (Anleggsleder, Formann, Prosjektleder etc.) og samt har mye å gjøre i henhold til prosjektsfremgang. Derfor vil det være passelig å bruke kvalitative metoder og plukke ut de riktige informantene til å besvare undersøkelsen. Kvantitative metoder i form for "spørreundersøkelse" er avhengig stor mengde av informanter som kan besvare på spørsmålene for å få en bredde i undersøkelsen. Dessuten er det viktig at spørsmålene besvares av informanter med riktig bakgrunn, kvantitative metoder oppsøker ikke informantene personlig og dermed vil det føre til ujevnheter i undersøkelsen. I tillegg vil det være urealistisk å plukke ut et stort antall mengder av informanter til en kvantitativ undersøkelse, det vil både være tidkrevende og nødvendigvis ikke gir noe bedre resultat. I følge eksterne veilederen fra Veidekke som har veiledet mange studenter gjennom årene med oppgaveskriving vil det være mer realistisk med kvalitative metoder i henhold til problemstillingen. Han mente også at vi muligens ikke får noe særlig mer ut av forskningen ved å kombinere kvalitative- og kvantitative metoder sammen i en undersøkelse med et større omfang.

Tabell 5.1-2 viser oversikt over de ulike metodene som er brukt for å besvare forskningsspørsmålene.

Forskningsspørsmål	Foretrukket metode for informasjonsinnsamling
1. Hvordan vi tradisjonell planlegger fremdriften i dag?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Litteraturstudium</li> <li>▪ Intervjuer</li> </ul>
2. Hvilke utfordringer finnes med tradisjonelle planleggingsmodeller?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Litteraturstudium</li> <li>▪ Intervjuer</li> </ul>
3. Hvordan kan en benytte 4D BIM for å løse utfordringer med planlegging av prosjekter?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Litteraturstudium</li> <li>▪ Intervju</li> <li>▪ Evaluere/Observere av et bestemt prosjekt</li> </ul>

Tabell 5.1-2: Ulike metoder som er knyttet til forskningsspørsmålene.

## 5.2 Litteraturstudium

Det er utført et litteraturstudium om fremdriftsplanlegging og 4D BIM både innen teori og forskning. Bearbeidelsen av informasjon kommer fra internettsøk og fra ulike bøker både fra biblioteket og internett. Samt har en del av informasjonene kommet fra Veidekke.

4D BIM er fremdeles et nytt tema for Norges byggebransjen i dag, den første delen av søkeprosessen består av generelle søkeord som "4D BIM", "4D Building Information Modelling", "BIM" og "Building Information Modelling". I den andre søkefasen var det knyttet til mer konkrete søkeord som for eksempel "4D BIM challenges" eller "Use of 4D BIM". Og i tillegg har vi andre søkeord som er knyttet til fremdriftsplanlegging/Produksjon i den operative fasen "Progress planning" og "LEAN". Tabell 5.2-1 oversiktsliste for ulike søknadsord.

Søkeord	Hvilken søkemotor/program	Totalt søketreff
BIM	Google	56 900 000
Building Information Modelling	Google	16 100 000
4D BIM	Google	684 000
4D Building Information Modelling	Google	708 000
4D BIM challenges	Google	367 000
Use of 4D BIM	Google	2 210 000
Implement 4D BIM	Google	110 000
Implement 4D BIM on construction site	Google	453 000
4D BIM history	Google	2 270 000
4D BIM status	Google	236 000
LEAN	Google	263 000 000
LEAN Production	Google	13 000 000
LEAN Construction	Google	1 320 000
Progress planning	Google	329 000 000
Progress planning in Construction Projects	Google	184 000 000
Last planner system	Google	3 900 000
Fremdriftsplanlegging	Google	7 630
Fremdriftsplanlegging i bygg	Google	82 900
Fremdriftsplanlegging i bygg- og anleggsproduksjon	Google	198

**Tabell 5.2-1 Oversikt over ulike søkeord.**

### 5.3 Intervju

Intervjuet er basert på spørreundersøkelse som består av kvalitative forskningsmetoder og de som blir intervjuet er nøkkelpersoner fra Veidekke. De nøkkelpersonene som skal bli intervjuet blir plukket ut og anbefalt fra eksterne veilederen fra Veidekke. Den første delen er basert på e-post intervju, og den andre delen er både observasjon av et bestemt prosjekt og samt et personligintervju.

Nedenfor er det en oversikt over forskjellen mellom telefon- og e-post intervju, selv om telefonintervju ikke ble brukt i denne forskningsrapporten.

Telefon	E-post
Får bedre forståelse fra informantene ved stille generelle oppfølgingsspørsmål	Ingen mulighet for å stille oppfølgingsspørsmål, det kan oppstå misforståelse som fører til at informantene tolker spørsmålene feil
Det er viktig å planlegge før man ringer, evt. avtale bestemt tidspunkt	Ikke avhengig av avtalt tidspunkt og planlegging. Mailen kan sendes når som helst, informantene svarer på mailen når dem er ledig
De svarene som man forventer kan være "uærlige" gjennom telefonintervju	De svarene som man forventer kan være "ærlige" fordi kommunikasjonen ikke er direkte med intervjueren
Det kan være vanskelig å formulere spørsmålene på kort tid fra informantene gjennom telefonsamtale, ofte er det vanskelig å formulere eller komme med en setning som er faglig og godt formulert	Informantene får tid å tenke gjennom før dem svarer på spørsmålene, slikt at de kan bruke litt tid på å svare. Bruker den tiden de trenger for å formulere besvarelsen, godt gjennomtenkt besvarelse.

Tabell 5.3-1 Fordel mellom e-post og telefon intervju (Larsen, 2012).

I henhold til valg av hvilke typer intervjuer som passet best for informantene, var det e-post intervju som egnet seg best. Det ble laget et intervju skjema som knyttet til e-post intervjuene, skjemaet var strukturert og inneholder åpne svar. Samme intervju skjema ble sendt til alle informantene, det er for å sikre at spørsmålene blir formulert likt og samt at spørsmålene kommer i samme rekkefølge. Fordelen med denne metoden er at det blir lettere å sammenligne svarene fra intervjuene og samt blir mengde av informasjon redusert.

Det ble sendt ut en e-post til en konkret og utvalgt gruppe i Veidekke med forespørsel og intervju spørsmål, se vedlegg 1. Totalt kom det inn fire e-post besvarelse fra informantene i Veidekke.

Det ble også sendt en forespørsel for et personligintervju i et bestemt prosjekt med 4D BIM bruk i Veidekke, se vedlegg 3 Intervjuguide. Personligintervju ble utført med en intervjuguide, gjennomførelsen av intervjuet var ustrukturert. Fordelen med å gjennomføre intervjuet ustrukturert for at informanten ikke skal bli styrt av spørsmålene eller gjør seg avhengig av spørsmålene i en stor grad, meningen er å gi informantene stor rom for frihet slikt at de kan prate fritt (Larsen, 2012).

For å kontrollere alle temaene som knytter til oppgavens problemstilling ble intervjuguide brukt som en sjekklister. Dataene fra personligintervjuet ble registrert i form for notater med penn og papir, og for å sikre kvaliteten på intervjuet ble det også tatt et lydopptak. Notatene ble også omskrevet etterhvert ved hjelp av lydopptaket etter intervjuet, for å sikre at alle dataene er tatt med.

Før det ble foretatt et intervju ble det stilt spørsmål om informantene ønsker å være anonym eller ikke i henhold til undersøkelsen. Både navn og stillingstittel ble oppgitt fra informantens tillatelse i henhold til denne oppgaven, navn vil ikke nødvendigvis ha noe betydning for oppgaven. Men dens stillingstittel vil muligens ha betydning for oppgavens problemstilling.

## 5.4 Troverdighet

Rapportens troverdighet er avhengig av to viktige faktorer som *validitet* og *reliabilitet*. Den mengden av innsamlet data kan sammenlignes med målbare fenomen etter vårt ønske og samt er det knyttet til studiens gyldighet, kalles *validitet*. For å oppnå høy validitet er viktig med å stille de riktige spørsmålene i undersøkelsen og det sammen med høy reliabilitet er vi avhengig at spørsmålene blir stilt på riktig måte. For å ha kontroll og oversikt på hva som skal måles og hvordan er vi avhengig av entydige måleparametere (Olsson, 2011).

En rapport er avhengig av validitetens datamaterialer og samt hvor godt disse materialene er med på å belyse forskningsspørsmålene. I tillegg er det viktig å stille riktig spørsmål og ha oversikt/kontroll over hva man skal måle. Når vi snakker om etterprøvbarehet er det knyttet til reliabiliteten, dersom resultatene i forskningen samsvarer med undersøkelsen eller samme undersøkelse gjentas med samme resultat av andre forskere vil det si at vi har høy reliabilitet (Larsen, 2012).



Figur 5.4-1: En illustrasjon av validitet og reliabilitet (Sander, 2017).

### 5.4.1 Validitet

Gjennom kvalitative undersøkelser har vi muligheten til å sikre validiteten og samt er den type undersøkelse mer fleksibel og gir større rom for spørsmål enn kvantitative undersøkelser. Man kan for eksempel komme med eller endre spørsmålene underveis (Larsen, 2012).

Det ble laget en intervjuguide som er knyttet til forskningsspørsmålene for kvalitative personlige intervju og samt vil besvarelsen fra informantene gi nødvendig informasjon iht. undersøkelsen, resulterer til høy grad av validitet. I tillegg ble det utarbeidet entydige spørsmål i e-postintervjuer og samt var spørsmålene knyttet til forsknings relaterte spørsmål. For eksempel i en e-postintervju er det en fordel om det er kun "ett spørsmål i hvert spørsmål" på grunn av at informantene har tendens til kun svare på et av dem. Kvalitative undersøkelser i form for personlig intervju og e-post intervju har gitt høy validitet i etterkant, informantens besvarelse belyste stor del av problemstillingen. Det ble også utført en oversiktlig gjennomgang for å kontrollere de nødvendige spørsmålene blir stilt for å belyse forskningsspørsmålene, økt grad av validitet.

### 5.4.2 Reliabilitet

Når en undersøkelse er etterprøvbart er det knyttet til reliabilitet, resultatene i forskningen er i samsvar med undersøkelsen hvor andre forskere får eksakt samme resultat fra samme undersøkelse – høy reliabilitet. Samt får vi også høy reliabilitet når informasjonene blir behandlet riktig. I kvalitative undersøkelser vil det være en utfordring å sikre høy reliabilitet.

Utfordringen i en undersøkelse kan være at intervjusituasjonen kan påvirke informantene på det som blir sagt midt i intervjuprosessen. For eksempel i intervjusituasjoner der informantene ikke blir påvirket kan være e-postintervju. I den personlige intervjusituasjonen kan være utfordrende på grunn av informantene kan bli påvirket på hva som blir sagt og i dette tilfelle er det viktig å ta hensyn til dataenes tolkning.

I kvantitative undersøkelser kan det være utfordrende å sikre høy grad av reliabilitet, hvor det kan oppstå avvik når vi har et stort antall av innsamlet data fra spørreundersøkelser. Vi får høy grad av reliabilitet i undersøkelsen når spørsmålene blir formulert nøyaktig og samt dataene blir behandlet riktig (Larsen, 2012).

Den største utfordringen er at det ikke finnes en bestemt tolkning på dataene og dermed oppstår det ulike tolkninger, ulike fokus områder. Ifølge besvarelsene fra e-post og personlig intervju (Vedlegg 3 og 4). Der kvalitativ undersøkelse som har blitt gjort i helhet hvor det gir mulighet til å kjøre etterprøvbart på undersøkelsen for dataenes tolkning og drøfting. Det vil også være en fordel når informasjonene fra forskningen kan verifiseres fra de som har deltatt i intervjuene, når navn på informantene i forskningen blir oppgitt. For å få en oversikt over intervjudataene i et personlig intervju ble det brukt lydopptak, det er for å sikre alle detaljene på informasjonen blir tatt med og håndskrevet notater fra personlig intervju samsvarer med lydopptaket.

### 5.4.3 Feilkilder

*Litteraturstudium:* Det kan være utfordrende å ha kontroll over hva som er oppdatert litteratur og hva som er udatert litteratur. Fremgangen på hvordan vi planlegger fremdriften på byggeplass og samt hvordan vi implementerer digitalisering som 4D BIM kan utvikle seg fort gjennom årene. Noe litteratur innen fremdriftsplanleggingsmodell fra 2010 brukes fortsatt på byggeplass i dag, kun de store entreprenør selskapene som tar i bruk disse modellene. Når det gjelder digitalisering som 4D BIM er det begrensende litteratur på hva man kan finne og Veidekke tester ut 4D BIM i noe utvalgte prosjekter (Prosjekt: Vitamin veien). 4D BIM teknologi kan utvikle fort, de litteraturene man finner om 4D BIM kan muligens være udatert og det kan hende at vi har klart å implementere 4D BIM i flere prosjekter i andre land. I tillegg har vi andre faktorer gjør at forskningen og litteraturen henger litt etter av naturlige årsaker. Det vil aldri være en estimert dato på når vi blir ferdig med forskningen, det er normalt at forskning er tidkrevende.

*Intervjuer:* I noen tilfeller kan det oppstå skjevheter fra de utvalgte informantene i undersøkelsen som kan være tegn på feilkilde. De utvalgte informantene fra Veidekke har en varierende bakgrunn som er knyttet til dens kompetanse og erfaring for å svare på spørsmålene som knytter til oppgavens problemstilling. En ulempe med e-postintervju kan være at informanten ikke svarer på alle spørsmålene, av en eller annen grunn mistolker spørsmålet. Noen av informantene bruker litt tid og tenker gjennom før de svarer. I noen tilfeller kan det være at informantene ikke gir noe tilbakemelding etter at man har sendt ut e-

postintervjuene eller at de svarer på spørsmålene fort på grunn av hastverk. De vil være varierende på hvem av informantene som svarer på spørsmålene, en med mer erfaring og bredere kompetanse vil gi et utfyllende svar enn en med mindre erfaring.

## 6 Resultat

Resultatene som er knyttet til forskningen blir introdusert. Både i form for e-post og personlig intervju. Resultatene fra intervjuet vil danne grunnlag for diskusjon og besvarelse av forskningsspørsmålene.

### 6.1 Informantenes bakgrunn

Nedenfor er det en tabell med en kort oversikt over informantenes bakgrunn fra e-postintervjuet (Vedlegg 2).

Informantenes navn	Utdanning	Nåværende stilling i Veidekke	Kjennskap med IP	Tidligere arbeidserfaring
Deglum.E.Ø	Siv. Ing. Konstruksjonsteknikk NTNU	Startet 2006 Prosjekteringsleder	Ganske godt Jobbet med IP ca. 6år	-
Bredesen.K.O	Siv. Ing. Produksjonsutvikling NTNU	Startet i 2015 Trainee	Grunnleggende 1år	1år Reinertsen Olje og Gass
Mogstad.C.S	Byggingeniør HiOA	Startet 2009 Anleggsleder	Ganske godt Jobbet med IP ca. 8år	-
Høyen.V	Bachelor Bygg og miljø HiST - Master Teknologi ledelse NTNU	Startet i 2016 Jobber med tilvalg (Synchro, Dalux etc.)	Lite kjennskap	5år Reinertsen Prosjektøkonom

Tabell 6.1-1: Informasjon om informantenes bakgrunn fra e-postintervju.

## 6.2 Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen kan IP løse?

Nedenfor er det besvarelser fra informantene knyttet til Forskningsspørsmålene: Hvordan kan IP løse utfordringer i fremdriftsplanleggingen (Vedlegg 2).

Informantenes navn	Besvarelse fra informantene
Deglum.E.Ø	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kommunikasjon, Hindringsanalyse og forpliktelse/eierskap til plan</li> <li>▪ Fører bedre kvalitet i planene</li> <li>▪ Vil styrke tilnærmingen til fremdriftsplanlegging, fordi alle blir utfordret til å utfordre alle i prosjektet til å planlegge i felleskap</li> </ul>
Bredesen.K.O	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gir alle oversikt over fremdriftsplanen</li> <li>▪ Fremdriftsplanen blir mer korrekt når alle har kommet med innspill og rekkefølge på aktivitetenes varighet</li> </ul>
Mogstad.C.S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Få alle deltakere som er involvert i prosjektet hva som skal leveres og til hvilken tid.</li> <li>▪ En oversiktlig struktur på hverdagen, både for fagarbeidere, formann, driftsleder, anleggsleder og som UE.</li> <li>▪ UE får lettere oversikt over leveransen, når det skal leveres.</li> <li>▪ Datoene blir spikret i god tid</li> <li>▪ Riggplan blir lettere å planlegge og vite når og hvor ting skal inn</li> </ul>
Høyen.V	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Involvere alle som skal utføre jobben i planleggingsfasen</li> <li>▪ Deltakere i prosjektet får lov å være med på å bestemme hvordan jobben skal utføres – Eierskap i oppgavene.</li> <li>▪ Koordineringene mellom ulike faggrupper blir bedre – de skal utføre jobben diskuterer fremdriften imellom</li> </ul>

Tabell 6.2-1: E-post besvarelse knyttet til spørsmålet - Hvilke utfordringer i fremdriften kan IP løse.



### 6.3 Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanleggingen i dag

Nedenfor er det besvarelser fra informantene som knyttes til forskningsspørsmålene: Hvilke utfordringer er det i fremdriftsplanleggingen i dag (Vedlegg 2).

Informantenes navn	Besvarelse
Deglum.E.Ø	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vi forstår ikke grunnleggende mekanismer i planleggingen, og mangler dedikerte planleggere</li><li>▪ Det er mer synsing i stor grad i utarbeidelse av planer og fortsatt lite andel involvering</li><li>▪ Ulike bruk av planleggingsverktøy, Ufullstendige planer etc.</li></ul>
Bredesen.K.O	-
Mogstad.C.S	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fortsatt henger Excel igjen og vi klarer ikke å tenke langt nok frem</li><li>▪ En stor grad av fagarbeidere ønsker å snakke om dagens uke og neste uke</li><li>▪ Å se langt frem er en utfordring</li></ul>
Høyen.V	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Se konsekvenser av samtidigheter og hvordan riggen endrer seg</li><li>▪ Lage en plan der alle bidrar til og forplikter seg til – noen ganger blir det papir man ser på innimellom i stedet for bindene plan</li></ul>

Tabell 6.3-1: Besvarelse som knyttes til forskningsspørsmålet – utfordringer med fremdriftsplanlegging i dag.

## 6.4 utfordringer med IP i dag

Nedenfor er det besvarelse på forskningsspørsmålene: Hvordan utfordringer har vi med IP i dag (Vedlegg 2).

Informantenes navn	Besvarelse
Deglum.E.Ø	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Det er tidskrevende å involvere UE i planleggingen – griper inn i kontrakt forpliktelse</li> <li>▪ Sliter med å få aktørene til å gi tydelig svar på aktivitetenes varighet + omfang av aktiviteter</li> <li>▪ Trenger mer kunnskap med å lede team i IP-seanser- krever mye trening</li> <li>▪ Trenger planlegging-, elementer i fremdriften- og ressursforståelser.</li> <li>▪ Utfordring med planverket – Det blir benyttet ulike verktøy og samt er det ikke noe sammenheng mellom ulike plannivåer eller typer planer</li> <li>▪ MS Project løser til en viss grad, men det er utfordring å få plass en felles plattform for utveksling av planinformasjon</li> </ul>
Bredesen.K.O	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deltakerens vilje til å bruke IP og samt bidra</li> <li>▪ Vanskelig å innføre IP i prosjektene når en stor grad av deltakere i prosjektet er negativt innstilt</li> </ul>
Mogstad.C.S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utfordring i forhold til ansvar – Ikke alle har gjort seg bevisste på hva de takker JA til når det gjelder aktivitetenes varighet, mangel på betinget bekreftelse når aktivitetene skal gjennomføres i den gitte tiden</li> <li>▪ Utfordring – Involvere alle deltakere i prosjektet</li> <li>▪ Faseplan – formenn og baser må være mer aktive og få det rommet de trenger, viktig at det legges til rette for det fra anleggsleder</li> </ul>
Høyen.V	-

Tabell 6.4-1: Besvarelse fra forskningsspørsmålet – Hvilke utfordringer har IP i dag.

## 6.5 Bruk av 4D Planlegging på byggeplass

Nedenfor er det besvarelser som knytter til forskningsspørsmålet: Bruk av 4D planlegging på byggeplass og samt bruk av programvare (Vedlegg 2).

Informantenes navn	Benytter du 4D planlegging på byggeplass?	Hvilke Program bruker du for 4D planlegging
Deglum.E.Ø	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ NEI</li> </ul>	-
Bredesen.K.O	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ NEI</li> <li>▪ Fått det presentert</li> </ul>	-
Mogstad.C.S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ NEI</li> <li>▪ Har fått prøve – Gleder seg til å lære om det</li> </ul>	-
Høyen.V	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ JA</li> </ul>	Synchro

Tabell 6.5-1: Besvarelse knyttes til forskningsresultat – Bruk av 4D planlegging på byggeplass.

## 6.6 Hvordan kan 4D planlegging bidra i fremdriftsplanleggingen

Nedenfor er det besvarelse som knyttes til forskningsspørsmålet: Hvordan 4D planlegging kan bidra i fremdriftsplanleggingen (Vedlegg 2).

Informantenes navn	Besvarelse
Deglum.E.Ø	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bidra godt – Krever bedre 3D-modeller</li> <li>▪ 3D-modeller – Nødvendig å jobbe med rådgivende for å implementere ressurs og massebetraktning i modellen</li> <li>▪ 4D-BIM vil gi bedre forståelse – Aktivitetene vises visuelt knyttet til elementene i en bygningsmodell</li> </ul>
Bredesen.K.O	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alle deltakere i prosjektet får en god oversikt over fremdriften</li> <li>▪ Effektive møter – Modellen kan vises i møtene og gir økt forståelse over arbeidsomfanget</li> </ul>
Mogstad.C.S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Visuelt – Stor fordel som knytter til faseplaner og taktiskeplaner</li> </ul>
Høyen.V	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Løse problemer – Se konsekvenser av samtidigheter og hvordan rigging endrer seg</li> <li>▪ Koordinering av aktiviteter i rekkefølger og samtidigheter vil vises visuelt, se hvordan riggen/tomta forandrer seg/må forandre seg – Bedre forståelse</li> </ul>

Tabell 6.6-1: Besvarelse fra forskningsspørsmålet – Hvordan 4D planlegging kan bidra med i fremdriftsplanleggingen.

## 6.7 Hvilke utfordringer har man ved å implementere 4D BIM

Nedenfor er det besvarelse av forskningsspørsmålet: Hvilke utfordringer har man ved å implementere 4D BIM i byggeprosjektene (Vedlegg 2).

Informantenes navn	Besvarelse
Deglum.E.Ø	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Innføring av nye verktøy</li><li>▪ Metoder og systemer tar tid</li><li>▪ Kost/nytte?</li></ul>
Bredesen.K.O	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Synchro – Hvis programvaren ikke er lett å lære seg, vil det være vanskelig å innføre det i byggeprosjektene</li></ul>
Mogstad.C.S	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Utfordring – til bruk i 2-4uker og 5-9uker, lan bli mye for folk å følge med på (ikke alle klarer å følge med når de ser Gantt-diagrammer)</li><li>▪ Detaljnivå – muligens mye hopping fram og tilbake på modellen, mye detaljer som er i modellen og kan muligens bli for detaljert</li></ul>
Høyen.V	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kunnskap og ferdigheter ved å bruke programvarer kan bli utfordrende</li><li>▪ Negativt til endring – Flere i denne bransjen er ikke glad i endringer og samt bruk av nye programvarer</li><li>▪ Små prosjekter (leiligheter) – Det vil være utfordringer ved å bruke 4D BIM på prosjekter som har kort varighet (2-3dager) og små arealer – Vanskelig å illustrere på 4D</li></ul>

**Tabell 6.7-1: Besvarelse som knyttes til forskningsspørsmålet – Utfordringen med å implementere 4D BIM i prosjektene.**

## 6.8 Kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere

Nedenfor er det besvarelser som knyttes til forskningsspørsmålet: Kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere (Vedlegg 2).

Informantenes navn	Hvordan er kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeiderne	Forbedringspotensial - Kommunikasjon
Deglum.E.Ø	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gjennom dialog, tegninger og beskrivelser</li> <li>▪ Naturligvis avtaler</li> <li>▪ Kommunikasjonen varierer fra prosjekt til prosjekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Digitale arbeidsunderlag</li> <li>▪ Mer omfattende kontroller av underlag gjennom dialog</li> <li>▪ Tidlig involvering</li> </ul>
Bredesen.K.O	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kunne vært bedre</li> <li>▪ Utfordring – Vanskelig å få formenn og baser til å engasjere slikt at fagarbeidere blir også engasjerte og bidrar til utforming av sin egen hverdag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bli flinkere til å overlate mer ansvar til formenn og BAS – Henger sammen med IP og arbeidsfordeling i Tid</li> <li>▪ Ansvar – Driftsleder kan ha problemer med å “slippe” jobben til formann/BAS og gi dem fulle ansvar for resten av gjennomføringen og planleggingen</li> </ul>
Mogstad.C.S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flat struktur – Da blir det lettere for fagarbeidere å ta opp ting med formann/BAS, og muligens bedre løsninger blir presentert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flat struktur – rom for diskusjon rundt løsninger, fagarbeidere har bedre kjennskap til løsninger enn noen annen</li> <li>▪ Viktig å la Basen komme seg til med formann</li> </ul>
Høyen.V	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ God kommunikasjon blant de fleste</li> <li>▪ Styre – Det er flere formenn som har jobbet tett sammen fagarbeiderne ute</li> </ul>	-

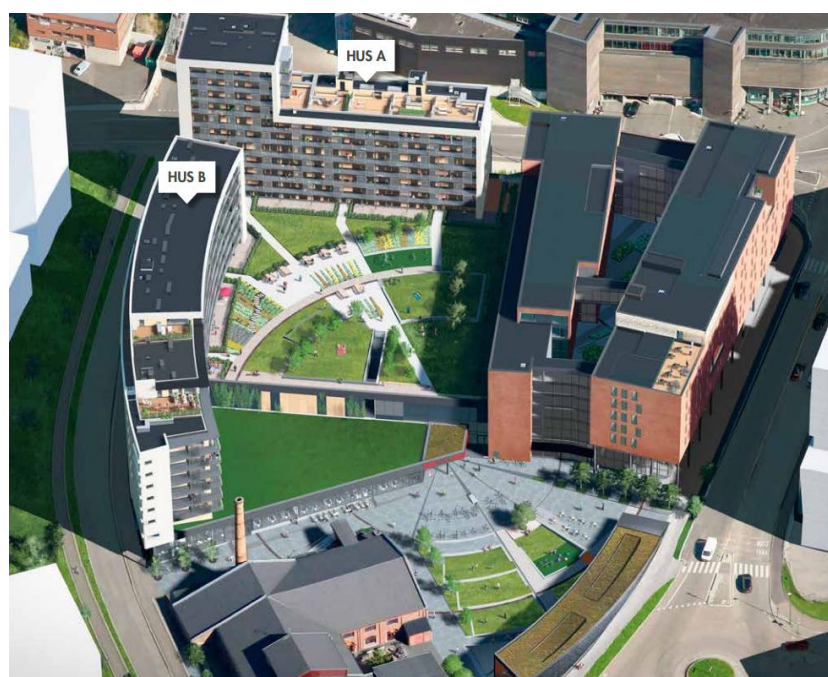
**Tabell 6.8-1: Besvarelse av forskningsspørsmålet – Kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere på byggeplass.**

## 6.9 Observasjon og intervju av prosjektet – Vitaminveien 11

Nedenfor er det generell informasjon om Veidekke prosjekt – Vitaminveien 11.

Veidekke	
Prosjekt navn	Vitaminveien 11
Byggherre	Olav Thon Gruppen
Kontrakttype	Totalentreprise
Verdi	1 MRD NOK ekskl. mva.
Omfatter	Hotel, kinosenter, boliger, barnehage og næring
Areal	
Parkering	10 500 m <sup>2</sup>
Leiligheter	18 500 m <sup>2</sup> (149stk)
Hotel	15 500 m <sup>2</sup> (325 rom)
Kino	6500 m <sup>2</sup> (14 saler)
Forretning	5 000 m <sup>2</sup>
Kontor	3 000 m <sup>2</sup>
Beverting	2 000 m <sup>2</sup>
Barnehage	1 000 m <sup>2</sup>
Totalt	<b>62 000 m<sup>2</sup></b>

Tabell 6.9-1: Generell oversikt over Vitaminveien Prosjektet (Veidekke, 2016).



Figur 6.9-1: Illustrasjons av Prosjekt – Vitaminveien (Thon eiendom, 2017).



Figur 6.9-2: Illustrasjonstegning – Vitaminveien 11 (Thon eiendom, 2017).

### **6.9.1 Personligintervju**

Besvarelse fra personligintervju som knyttes til forskningsspørsmålene og samt til prosjektet Vitaminveien 11 (Vedlegg 4).

#### ***Bakgrunn***

Informanten har jobbet som tømrer i 4år og videre studerte på fagskolen. Har vært ansatt i Veidekke ca. 10år nå og startet sin første jobb hos Veidekke som tømrer. Nåværende stilling hos Veidekke er både driftsleder og BIM-koordinator (2år) på boligdelen.

#### ***Utfordringer i fremdriftsplanen som IP løser***

Fordeler med å bruke IP-metoden i fremdriftsplanleggingen er at den klarer å skape et felleskap forståelse ved å involvere alle deltakere inn i planleggingen, både de siste som skal utføre jobben får vært med "de siste som skal utføre jobben har bedre forståelse enn noen annen". Ved å involvere alle skaper det en helhetlig forståelse til fremdriften blant alle deltakere i prosjektet, hvor deltakere får sett utvikling av hele prosessen. Planene er godt strukturert og hvert plan har en egen leder, kommunikasjonen skjer fra plan til plan. Dermed blir det enklere å forholde seg til den delen av planen man skal forholde seg til, slikt at man ikke begynner å synse og samt rote seg bort når man ikke har en klar oversikt.

#### ***Utfordringer med fremdriftsplanleggingen i dag***

I henhold til dagens situasjon er det bare "en" eller et lite antall av deltakere som sitter og planlegger fremdriften. Det vil være utfordrende å involvere alle deltakere tidlig inn i planleggingsfasen. Det oppstår alltid uforutsigbare endringer på en byggeplass, slike ting er man ikke forberedt i den den strategiske planleggingen (4D BIM kan muligens være en løsning).

#### ***Utfordring med IP i dag***

Første gang Veidekke brukte IP i sine prosjekter var 10år siden og det finnes internkurs om Involverende planlegging som starter for ett år siden. Utfordringen er å involvere og samt få alle i Veidekke til å bruke IP i sine prosjekter. Dette går ut på deltakeres vilje til å tilegne nye planleggingsmodeller. Den eldre generasjonen er vant til å bruke de metode de stoler mest på og er ofte negativt til nye metoder "de har en egen måte å løse ting på", men kan ikke fastsette at alle i denne generasjon er negativt til nye ideer og det varierer fra person til person. Dette er basert på deltakeres vilje og interesse etter IP-kurset om de har lyst å studere og samt teste ut IP i sine prosjekter. Ved å lage et enkelt og interessant spill (App) som knyttes til IP vil muligens skape bedre forståelse og engasjement for IP-metoden.

#### ***Benyttes det 4D planlegging i deres prosjekt***

I henhold dette intervjuet som er knyttet til dette prosjektet Vitaminveien 11 basert på 4D BIM. Målet er å bruke det mer på tømrearbeid eller de innvendige fagene (tekniske) for å unngå at faggruppene jobber på samme sted i samme tid, da vil det være kollisjon mellom aktivitetene. Det kan også nevnes at Paviljongen på 800m<sup>2</sup> skal utføres papirfritt, noe som er populært i dag.

#### ***Hvilke program blir brukt i henhold til 4D planlegging***

Det brukes Synchro. Synchro er nesten samme som MS Project, men det har ekstra funksjoner som kan visualisere fremdriften ut ifra en modell. Aktivitetene fra planen er linket til elementene i modellen, ved å plukke ut tilfeldige aktiviteter kan man se aktivitetens utvikling visuelt. Det vises også oversiktlig arbeidsdiagram fra prosjektstart til prosjektslutt, der ulike faggrupper er representert med ulike farge i denne diagrammet. Ved å kunne se aktivitetene



visuelt vil det skape bedre forståelse for alle og samt kan ulike faggrupper se dens aktivitet ut ifra denne modellen. I det totale bilde vil det skape bedre felleskap forståelse. Et ekstra program innen Sychro som heter Sychro Work Group gir alle UE tilgang til 4D modellen. Der kan alle deltakere se aktivitetene fra forskjellige faggrupper gjennom en visuell modell der aktiviteter linkes med elementene i bygget og dermed vil det skape bedre forståelse og samt klarer å involvere alle i prosjektet. En som har ansvar for en bestemt plan får bedre oversikt og koordinering ut ifra modellen og slipper unødvendig arbeid ved å gå rundt på alt. I tillegg er Sychro Work Group gratis, dermed kan alle UE laste den ned. Når man skal sammenligne prisen mellom MS Project og Sychro, så er Sychro mye rimeligere i pris. For eksempel for en liten UE som skal plukke opp et mindre oppdrag fra Veidekke, vil det koste mye for selskapet å få MS Project lisensen.

### ***Hvordan kan 4D Planlegging bidra til fremdriftsplanleggingen***

Ut ifra 4D Planlegging får vi bedre forståelse innen planlegging av fremdrift gjennom å se aktivitetene visuelt ut ifra en modell. Å se ting visuelt vil gi bedre forståelse, når man ser aktivitetene linkes til de bestemte elementene i modellen og samt kan man simulere denne fremdriften fra en bestemt tidsperiode. Når man planlegger aktivitetene som knytter til en modell, vil man fort oppdage om det er to aktiviteter som går oppå mot hverandre. Det skjer uforutsigbare endringer på en byggeplass som vil være utfordrende for planleggere, men ved hjelp av 4D planlegging kan man simulere for eksempel tre ulike tilfeller. Deretter kan man plukke ut den beste alternative ut ifra simuleringen. Når det gjelder fremdriftsplanlegging i ren 2D vil det være vanskelig å oppdage når og hvor aktivitetene går oppå mot hverandre. For andre som ikke har god nok erfaring med fremdriftsplanlegging vil det være utfordrende å se konsekvensene ut ifra en Gantt-diagram.

### ***Hvilke utfordringer har vi med å implementere 4D BIM i prosjektene***

Den største utfordringen er å overbevise folk ved å bruke nye programvarer. Men hvis man klarer å komme med gode begrunnelser og muligens klarer å gi noe gode eksempler ved å vise de modellen, samt overbevise de at det gir bedre forståelse i henhold til planleggingen. Dermed vil det muligens øke interessenivået ved bruk av programvarer. En viktig ting med nye programvarer er at det skal være enkel å bruke og samt skal det være brukervennlig blant de som virkelig skal bruke det. Videre så ønsker Veidekke å gå fra MS Project til Sychro, muligens om noe år.

### ***Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere***

Kommunikasjonen varierer fra ledere til ledere, men foreløpig fungerer det bra. Det er en del utenlandske fagarbeidere på byggeplass som kan være utfordrende når det gjelder å kommunisere, koordinere av arbeidsoppgaver ut ifra 2D-tegninger.

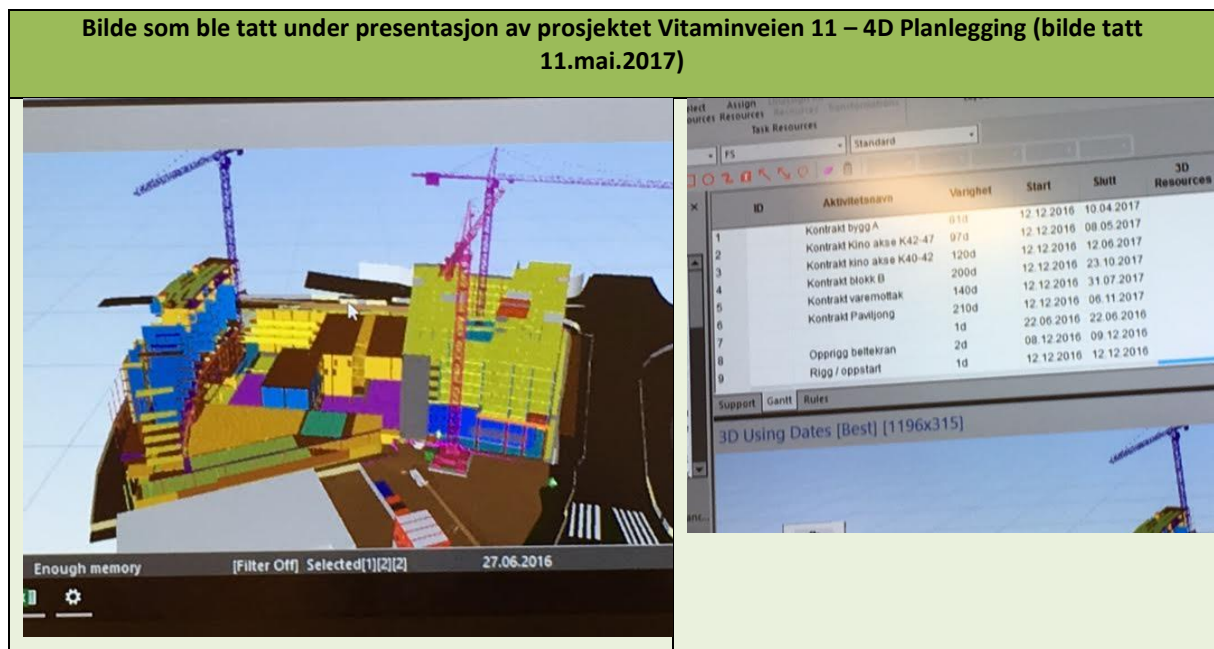
### ***Hvilke forbedringspotensial på byggeplass har vi i kommunikasjon mellom ledere og fagarbeidere***

Vi kan bruke modellen fra Sychro til å forklare arbeidsoppgave for fagarbeidere. Det er også brukt PAD og BIM-kiosker på byggeplass slikt at det blir lettere å kommunisere gjennom en 3D-modell. En formann kan kontrollere på byggeplass med en PAD ved å notere hvor langt aktivitetene har kommet 50% eller 70% utført og i tillegg kan man notere avvik hvis det oppstår, alt data innsamling fra PAD vil sende videre til en felles modell. Dermed vil det skape bedre forståelse og all kommunikasjon foregår på en digital plattform.

## 6.9.2 Bilder som ble tatt i henholdt til intervjuet og observasjon av prosjektet



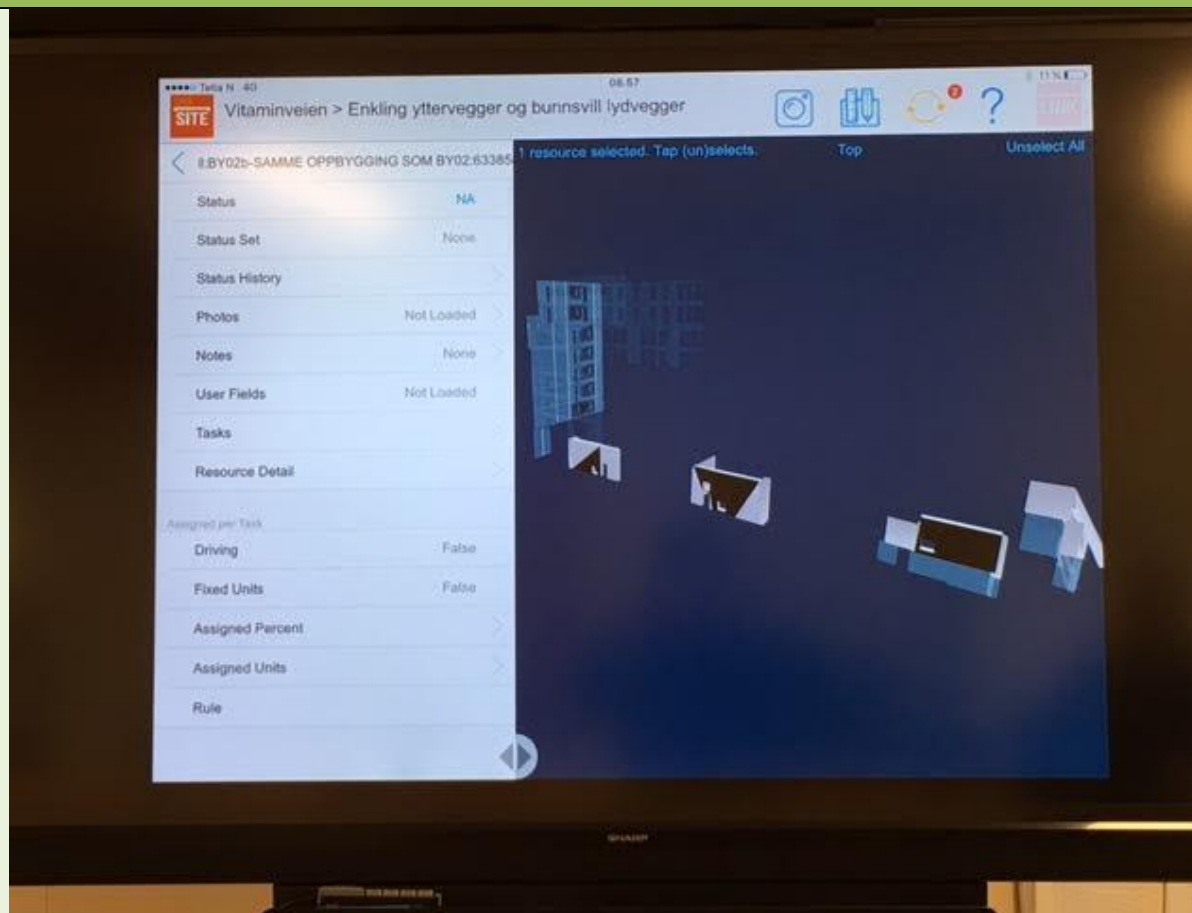
Figur 6.9-3: Utvendig arbeid – Vitaminveien 11.



Synchro: Hvert element i BIM-modellen er linket til aktivitetene i planen. Ved å klikke på en tilfeldig aktivitet i planen blir vi linket til den bestemte elementet i bygget og kan også simulere fremdriften. Ved å klikke på en funksjon i programmet får man også opp arbeidsdiagram fra prosjekt start til prosjekt slutt, der man ser arbeidsmengde fra ulike faggrupper i forskjellige farger.

Figur 6.9-4: Illustrasjon av 4D planlegging – Vitaminveien 11.

## Bruk av PAD på byggeplass (bilde tatt 11.mai.2017)

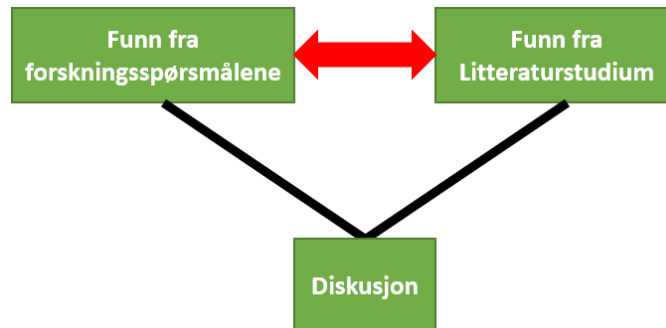


En illustrasjon av PAD-bruk, der formann kan gå rundt og kontrollere alle aktivitetene og mulighets notere status som for eksempel yttervegg er 60-70% utført. Status endringene og notater blir lagret i en felles plattform, der alle som er involvert i prosjektet vil få tilgang.

Figur 6.9-5: Illustrasjon av PAD bruk – Vitaminveien 11.

## 7 Diskusjon

I dette kapitlet drøftes funne fra intervjuet opp mot funnen fra litteraturstudium. Både temaene som kunnskapsnivå, fremdriftsplanlegging i dag, Involverende Planlegging, 4D Planlegging og kommunikasjon vil bli drøftet i dette kapitlet.



Figur 6.9-1: Illustrasjon – Diskusjon.

### 7.1 Kunnskapsnivå

Når det gjelder om kunnskapsnivå er det rettet mot Planleggingsmetode og Digitale forståelse innen 4D BIM. I henhold oppgavens omfang er satt fokus på en bestemt planleggingsmodell som Veidekke har innført for 10år siden. Denne planleggingsmodellen kommer fra Lean filosofien, modellen har blitt videreutviklet og utformet fra Lean metoden/verktøy -LPS.

I henholdt til funnene fra forskningsspørsmålene hadde informantene varierende bakgrunn, både i form for relevant arbeidserfaring og utdanning. Forståelse og kunnskap om Veidekke sin planleggingsmodell var også varierende blant informantene, dette varierte fra 0-8år. Samt viste også en av informantene stor interesse og engasjement for IP. Selve Modul1 kurset om Involverende planlegging startet for ett år siden, målet med kurset er å formidle kunnskapen om å bruke IP i flere av Veidekke sine prosjekter, slik at de som har deltatt kurset får inspirasjon og muligens blir engasjert til å teste ut IP-metoden i sine prosjekter. Selve Modul1-kurset varer i 1dag og samt vil det være begrensende hvor mye man klarer å lære på en dag. Utfordringen er å få deltakere til å bruke IP i sine prosjekter i henholdt til kurset, men går ut på deltakeres egen vilje og interesse for å prøve noe nytt. Utfordringen vil være hvordan man kan motivere alle ansatte i Veidekke til å bruke IP, en Modul1-kurs danner ikke helhetlig grunnlag for deltakeres motivasjon til å bruke IP. For å fordype kunnskapen om IP er vi nødt til å gjøre noe mer, rette mot felleskap tenking og felleskap mål ved bruk av IP gjennom nye løsninger.

Kunnskapsgraden varierende fra alder til alder eller arbeidserfaring. I veidekke er ca. over 7000 ansatte og man kan kategorisere de i alder eller arbeidserfaring, eller yngre- og eldre generasjon. De eldre eller de som har jobbet mange år i denne bransjen har egne metoder å planlegge på og kan muligens være negativt til andre metoder enn de metodene de bruker selv. Nødvendigvis kan vi ikke si at den eldre generasjonen er negativt til nye metoder innen planleggingen, men dette kan variere fra person til person.

Kunnskap om digitale verktøy innen fremdriftsplanlegging er varierende, vi står ovenfor utfordringer ved bruk av felles programvare og digitale verktøy. Utfordringen i dag er å få alle deltakere i prosjektet til å bruke samme verktøy, slik at det blir lettere å kommunisere. Som

sånn situasjonen i dag er det brukt Excel, MS Project og andre relevante programvarer innen fremdrift. Det påfører ekstra tid når alle deltakere i prosjektet bruker forskjellige programvarer og samt påvirker produksjonsflyten på byggeplass. Det vil det være vanskelig å kommunisere blant alle deltakere. I tillegg vil det også være en utfordring for UE å ha en helhetlig forståelse av prosjektets fremgang.

Kunnskapen om 4D planlegging i henhold til funn fra forskningsspørsmålene resulterte til kun 2/5 av informantene som brukte 4D planlegging i sine prosjekter. 4D BIM er fortsatt et nytt fenomen i byggebransjen Norge i dag og prosjekter med 4D BIM bruk er ikke fullstendig i utnyttet ennå. Det vil ta tid å implementere slike digitale kompetanser i prosjektene og det vil også være usikkerhet på når tid blir 4D BIM blir full utnyttet i prosjektene. Veidekke har som mål å gå fra MS Project til Synchro (4D simuleringsprogram), en bestemt dato på programvarer som Synchro blir fullstendig utnyttet i alle prosjekter er usikker. Det vil også være utfordring blant å involvere andre UE til å bruke samme programvare som Veidekke, utfordringen er å skape en felles plattform hvor alle kan på. Samt ønsker bedre kommunikasjon og detaljnivå i prosjektene.

Ut ifra funne fra litteraturstudium viser deg seg at produktiviteten hadde økt ifølge SSB i 2017, økning av produktivitet fra 2011-2017. Men hvis man skal sammenligne med andre næringer i fastland-Norge så er det et stykke unna. Industri næringer som er preget av full automatiserte prosesser i produksjonen, men vi kan si at byggebransjen i dag er på vei til en god utvikling av en digital og automatisert prosess, selv om man ikke kan sammenligne produksjonen i byggeprosjekter er annerledes enn produksjon i industri næringer. En økning av produktivitet fra 2011-2016 sier også om byggebransjens kunnskapsnivå, en økning av kunnskap og kompetanse innen digitale verktøy og effektive planleggingsmetoder.

## **7.2 Fremdriftsplanlegging i dag**

En god fremdriftsplan vil ha stor grad påvirke graden av produksjonsflyten på byggeplass. Time inn riktig koordinering på aktivitetenes rekkefølge når, hvor og hvordan det skal gjøres. Sørg for at aktivitetene ikke går oppå mot hverandre. Arbeid i timer koster penger og derfor er det viktig å planlegge fremdriften så effektiv som mulig.

### **7.2.1 Utfordringer med fremdriftsplanleggingen i dag**

Ut ifra funne fra forskningsspørsmålet ser man at det er stort problem med å forstå fremdriftsplanleggingen. Selv om vi har tidligere litteraturstudium om fremdriftsplanlegging som vil tilstrekkelig dekke forståelse om fremdriftsplanlegging. For eksempel Gantt-diagrammer som skal vise aktivitetene tidsvarighet. I situasjonen i dag mangler det grunnleggende mekanismer for planlegging og det blir stor grad av synsing ved utarbeidelse av planer. Dermed får man også ufullstendige eller uoversiktlige planer ut fra kaotiske tilstander ved å bare synse. Det krever bred kompetanse og kunnskap å forstå aktivitetenes endring i tid fra en Gantt-diagram. Man klarer lett å se aktivitetenes varighet og rekkefølge, men det vil være utfordrende å se konsekvensene blant aktivitetenes samtidigheter og hvordan det endrer seg. Det vil være vanskelig å se konsekvensene mellom aktivitetene ut ifra en gantt-diagram når man ikke klarer å se aktivitetene visuelt fra en modell. En av utfordringene i fremdriftsplanleggingen i dag er å se langt frem, det er fortsatt mye Excel bruk selv om vi ønsker at alle deltakere i prosjektet bruker MS Project. Ulike bruk av planleggingsverktøy vil også skape trøbbel blant alle i prosjektet, vi ønsker å ha felles plattform

når det gjelder programmer. Å kommunisere, oppdatere/endring på data og lage fremdriften fra ulike programvarer i et bestemt prosjekt vil være tidkrevende.

Det er mye uforutsigbare endringer på en byggeplass, vi lager ofte en strategisk plan kun engang og operativ plan blir rullende, en del endringer dukker opp i operative fasen. Dette kan føre til mye papirarbeid, detaljtegninger og informasjonene fra 2D papirtegninger endrer seg og muligens noe sitter med utdaterte tegninger.

Ved å involvere alle deltakere inn i prosjektet er den største utfordringen, IP-metoden går ut på å involvere alle deltakere. Som sånn situasjonen i dag er det lite folk som deltar i planleggingsfasen fra prosjektstart, ofte er det bare en som sitter med planleggingen.

Ut fra funne fra forskningsspørsmålene som knyttes til litteraturstudium blir prosjektene gradvis styrt av push-system hvis ikke vi klarer å involvere alle i planleggingen, blant annen fagarbeider (de siste som skal utføre jobben). Den klassiske push-systemet blir styrt av en opprinnelig plan som mobiliserer deltakere i prosjektet og ulempe med det er at vurderingene av tilstanden i systemet blir utelatt. I slike plan oppstår mindre åpenhet og dialog mellom deltakere. Fokuset er rettet mot å drive fremdrift etter bestemt tidsplan enn å fokusere på hvordan man kan motstå fremtidige problemer i produksjonen. Hvis vi klarer å involvere alle deltakere inn i planleggingen og samt klare å se langt frem sammen i felleskap, hvordan man kan løse problemer som oppstår. Hvis vi klarer å planlegge i felleskap, åpenhet (informasjon, detaljtegninger) og dialog blant deltakere vil vi føre produksjonsflyt. Etter dagens tilpasning til komplekse prosjekter og tverrfaglige samarbeide, ønsker vi at prosjektet er mer påvirket av pull-system.

### **7.3 Involverende Planlegging i dag**

Involverende planlegging er veidekke sin metode å planlegge fremdriften i sine prosjekter. Denne metoden er utformet og samt fått inspirasjon fra LPS metoden til Ballard som er en del av Lean Construction metode. Veidekke bruker IP i sine prosjekter, men det vil også være grad av usikkerheter om de bruker det i absolutt alle prosjekter.

Men for å forklare IP metoden må man nødvendigvis forklare tanke gangen bak Lean filosofien. Lean er en verdiskapende filosofi, skaper både verdi for selskapet, kunden og andre aktører som knytter til prosjektet. Sammenhengen mellom verdier, konsepter og kriterier danner grunnlaget for Lean. Verdiskapning, Flyt og Sløsing er de tre fokus områdene innen Lean filosofien. Det er nødvendigvis viktig å tenke på Flyt i produksjonen, men det er viktig å klare å balansere de tre temaene samtidig. Entreprenørbransjen som blir stemplet som "cowboy bransjen", ved å skape verdi for seg selv enn å skape verdi for felleskapet i prosjektet. Noe etiske tankegang ligger bak Lean filosofien, målet med Lean er å oppnå en Paretooptimalitet.

LPS/IP- metoden er bygget opp av grunnleggende fundamentet innen Lean. Det er viktig å være bevisst på at denne metoden ikke er en bare verktøy, men for deltakere som skal bruke denne metoden er det også viktig å forstå tankegangen bak denne metoden, prinsippet med Lean filosofien.

### **7.3.1 Utfordringene i fremdriftsplanleggingen som IP løser**

Med IP-metoden integrert i planene vil det føre til bedre struktur og kvalitet på planene og hindringsanalyse. Hvert plan har en styrer og de andre deltakere er knyttet eller tilhører planen. Kommunikasjonen mellom planene bli bedre når hvert plan har en eier og samt planen veldig strukturert (både for fagarbeidere, driftsleder, formann og UE). Den største fordelen med å bruke IP i prosjektene er at denne metoden klarer å involvere alle deltakere inn i prosjektet, helt ned til fagarbeidere. IP vil skape et felleskap følelse, tankegang, beslutning og samt bedre dialog. Det er ofte han som skal gjøre jobben sist, har mer peiling enn noen annen – fagarbeidere. Planleggingen blir styrt av pull-system i motsetning til push-system hvor en stor del av dialog og åpenhet ble utelatt. Det er vil være fordel å se langt frem, og klare å diskutere konsekvensene som vil oppstå fremover i tid og hvordan vi klare å løse problemene gjennom dialog. Samt vil også IP-metoden gi oversikt over fremdriftsplanen for alle deltakere enn tidligere planer som er mer uoversiktlige. Aktivitetenes varighet blir gradvis mer presis når beslutningene tas i felleskapet. I det totale bilde vil IP involvere alle deltakere i prosjektet til å planlegge og samt vil det skape helhetlig forståelse på fremdriftsplanen – Planlegging av aktiviteter skjer gjennom felleskapet. IP gir mye fordeler innen fremdriftsplanlegging, men det vil være en utfordrende oppgave ved å implementere IP i prosjektene.

### **7.3.2 utfordringer med IP i dag**

I dagens byggeprosjekter som er komplekse og samt preget av hastverk vil det være utfordrende å implementere IP ut i prosjektene. Ut ifra funnene fra forskningsspørsmålet vil det være utfordring innen aktivitetenes presisjon, involvere alle deltakere og diverse grunner til at IP ikke blir fullstendig brukt i prosjektene. Man ønsker å involvere alle aktørene inn i planleggingsfasen, men det vil være utfordrende med å involvere UE inn i planleggingen som vil gripe inn i kontrakt forpliktelse. Aktørene sliter med å presisere eller gi tydelig svar på aktivitetenes varighet og omfang. Selv om IP ble opprettet for 10år siden, så er det fortsatt mangel på tilstrekkelig kompetanse for å lede felleskapet i IP. Det vil være utfordrende og tidkrevende, trengs mye trening. Blant deltakere så er det også mangel på planlegging-, elementer i fremdrift- og ressursforståelse.

Utfordringen vil også knyttes til deltakeres vilje til å bruke IP i sine prosjekter eller teste ut IP i sine prosjekter. Det vil også være vanskelig å innføre IP hvis et stort antall av deltakere er negativt innstilt ved bruk av IP i sine prosjekter. Men det er ikke gjort noe forskning ved hvordan deltakere syns ved bruk av IP i prosjektene, dermed vil den negative innstillingen være personavhengig.

Veidekke innførte Modul1-IP kurs for ca. et år siden. Kurset varer kun en dag og det er begrenset hvor mye kunnskap man får fra en kurset. Det er avhengig av deltakernes vilje og engasjement til å prøve ut og samt studere IP i sine prosjekter, i motsetning til dagens prosjekter som er basert på hastverk og kompleksitet. Muligens deltakere vil ikke ta risikoen ved å innføre IP i sine prosjekter eller at deltakere egner seg tilbake til de gamle metodene.

Det brukes MS Project i IP, og alle planene blir lagt inn i Project. Målet er å lage og samt planlegge fremdriften ut ifra Project, det skal virke som en fellesplattform for kommunikasjon og planlegging. Men utfordringen med IP er at deltakere som er involvert bruker forskjellige verktøy for planlegging, dermed vil ikke være noe sammenheng plannivåer eller typeplaner.

Mer oversikt og detaljer om IP står på eget kapittel om Involverende planlegging, det er viktig at deltakere ser fordelene ved å implementere IP i sine prosjekter og må ikke være skremt ved å teste nye metoder, man må tørre å ta skyve fremover.

## 7.4 4D Planlegging

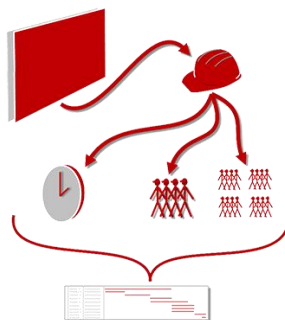
Byggebransjen i dag er preget av store utfordringer i henhold til fremdriftsplanlegging. Det er mye dårligere plan som ble laget gjennom synsing og lite forståelse mellom aktivitetene og samt klare å se aktivitetene visuelt. Dermed vil 4D planlegging være en effektiv løsning på å gi deltakere bedre forståelse ved å kombinere BIM og fremdriftsplan sammen.

Det benyttes 4D planlegging kun i noe utvalgte prosjekter eller prosjekter i større skala. Vitaminveien 11 er et godt eksempel. Samt i dette 4D planleggingsprosjektet fokuserer ned til tømmerarbeid og innvendige tekniske fag for å sikre at ingen av aktiviteter foregår i samme sted, på samme tid. Det blir også spennende å se hvordan Veidekke klarer å utføre Paviljongen på Vitaminveien (800m<sup>2</sup>) papirløs.

Programmer som ble brukt innen 4D simulering er Synchro. Synchro skiller seg ut fra MS Project, den har visuelt funksjon. Aktivitetene blir linket til elementene i BIM-modellen, og man kan simulere fremdriften visuelt. Det blir også brukt Synchro Work Group som er et program som gir alle aktørene, blant UE tilgang til 4D modellen.

### 7.4.1 4D BIM bidrag til fremdriftsplanleggingen

4D planlegging vil skape bedre forståelse blant alle aktørene som er involvert i prosjektet. For deltakere som ikke har god kjennskap med Gantt-diagrammer vil ha problemer å oppdage konsekvenser mellom aktivitetene, det kan være oppstå problemer som for eksempel to forskjellige aktiviteter foregår i samme tid, i samme sted. Men med 4D planlegging vil man lett oppdage slike feil ved å se aktivitetene visuelt, og muligens kjører en del simulering for å finne ulike tilfeller. Deretter kan man velge ut en av tilfellene som passer best for planen. Alle planene legges inn i Synchro og kan simuleres for å sikre kvaliteten på gjennomføringen av planene. Det gir også mulighet for UE til å få tilgang til planleggingen ved å bruke Synchro Work Group som knyttes til Synchro, gjennom dette programmet vil ulike faggrupper få forståelse og innsyn på sitt arbeid. Aktivitetene fra ulike faggrupper vises synlig i modellen, aktivitetene fra framdriftsplanen er linket til elementene i modellen som muligens vil skape bedre forståelse på sitt arbeid. I tillegg kan også arbeidsdiagram vise på Synchro, der det vises arbeidsmengden til ulike faggrupper, fargene i diagrammet skiller de ulike faggruppene. I det totale bilde vil alle deltakere i fremdriftsplanleggingen får en bedre oversikt enn tidligere fremdriftsplanlegging som ble utført på 2D. Samt vil man få bedre oversikt over koordinering av aktivitetens rekkefølge og samtidigheter gjennom en 3D modell.



Figur 7.4-1: Illustrasjon av 4D planlegging – Gode koordineringer av aktiviteter.



#### **7.4.2 Utfordringer ved implementering av 4D BIM**

Det er store utfordringer ved å implementere 4D BIM i prosjektene. Det kreves bred kompetanse når det gjelder 4D BIM og som sånn situasjonen i dag er det mangel på den kompetanse blant byggebransjen i Norge. Ved å innføre nye programvarer som Synchro tar tid, ofte syns deltakere at det kan være for tidkrevende og samt drukner av detaljer. Et program må klarer å tilpasse deltakere og samt har de mye å gjøre i sine prosjekter, muligens har de ikke tid til å prøve noe nytt. En programvare må være brukervennlig og samt skal det være lett å lære seg, mye detaljer kan være frustrerende blant deltakere som skal tilegne seg til dette programmet. Veidekke ønsker å bygge en felles plattform, der de går fra MS Project til Synchro. Det er fortsatt en del som ikke har egnet seg til å bruke MS Project både ansatte fra Veidekke og andre UE. Ved å implementere enda en ny programvare vil skape frustrasjoner blant de som ikke har egnet seg til Project. Dermed er det viktig å bruke den tiden, hvordan man skal presentere Synchro på en lett måte uten å skremme deltakere til å bruke nye programvarer.

#### **7.5 Diskusjon – Liten oppsummering**

Ved å bruke IP-metoden i prosjektene vil skape bedre produksjonsflyt, men det er også utfordrende å få til bruk av IP blant ledere. Dette knyttes til deltakeres vilje og engasjement til å bruke IP. Ved å kunne bruke IP får vi bedre-, strukturerte planer og hvert plan har sin eier. Bedre risikostyring i prosjektene, ha fokus på de 7 forutsetningene for at aktivitetene skal være sunn. 4D planlegging vil bidra til bedre forståelse innen fremdriftsplanlegging, og koordinering av aktiviteter blir bedre. Dermed vil fremdriftsplanlegging i visuelt nivå skape bedre forståelse innen planlegging. Ved å kunne kombinere 4D og IP vil det skape til bedre produksjonsflyt på byggeplass og samt bedre kommunikasjon når vi iverksetter digitale verktøy. Både IP og 4D BIM vil være utfordrende å implementere i prosjektene, men vi ønsker å kjøre hele planen papirfritt. Tegne modellen fra programmet på direkte og deretter lage en fremdriftsplan inn i programmet – alt planlegging og tegning skjer gjennom digitale verktøy. Se figurene der det vises 4D planleggings prosess tidligere og hvordan det gjøres i dag i kapitlet 4D-BIM.

## 8 Konklusjon

Forskningsspørsmålene i dette kapitlet skal besvares i henhold til oppgaven. Det ble også lagt til forslag og anbefalinger i noen av spørsmålene.

### 8.1 Besvarelse av forskningsspørsmål: Utfordringer i fremdriftsplanen som IP løser

#### ***Involverende planlegging bidrar til økning av produktiviteten***

IP har fokus på produktiviteten til arbeidslaget/deltakere i byggeprosjekter økes ved å redusere den tapte tiden. Vi ønsker ikke å øke arbeidsintensiteten til hver enkelte og ønsker at arbeidslagene har en uhindret arbeidsprosess vi metodikken. I planleggingsfasen har vi diverse prosesser som har tilknytting til hverandre og prosessene blir sett på som aktivitetsskjede som følger etter hverandre. Produksjonen på en byggeprosjekter består av en rekke kjeder med aktiviteter som følger etter hverandre. Faktorene som bestemmer produksjonsflyten og fremdriften er den totale samvirke mellom alle forsinkelser og forseringene i aktivitetsskjeden.

#### ***Risikostyringen er integrert i IP***

Vi kan vi få ved å integrere risikostyring i IP-systemet:

- a. Rullende plansystem som kan vurdere lang- og kortsiktig planer, for å vurdere risiko og deretter fjerne farer.
- b. Gode planer som passer til møtestrukturer og samt må vi kontinuerlig sørge for en effektiv dialog for å redusere farer og opprette risikoreduserende tiltak.
- c. Systematisk hindringsanalyse for å kunne kartlegge farene og deretter opprette tiltak eller justering for å unngå skadene.
- d. Tidsoversikten for arbeidsdelingen i ulike ledelsesnivåer må være oversiktlig slikt at vi kan se hvem som har ansvar for risikovurderende tiltak og videre skal den formidles til neste plannivå på det som er gjort.

#### ***Hindringsanalyse i IP***

En hindringsanalyse består av 7 forutsetninger som kan bidra til sunn aktivitet. Når en aktivitet utføres uten hindringer er aktiviteten sunn og samt skal den ivareta helse og sikkerhet. Kravet for å få en sunn aktivitet er at alle 7 forutsetningene må være tilstede: 1) Forutgående aktivitet, 2) Informasjon, 3) Materialer, 4) Mannskap, 5) Utstyr, 6) Plass og 7) Ytre forhold.

#### ***Arbeidsfordeling i tid i IP***

Tidsfordelingen for arbeid kartlegges av ulike ledelsesnivåer som har fokus på forskjellige tidsperioder fremover i tid. En anleggsleder fokuserer på det som skjer i morgen iht. informasjonene. Hva som skjer i nærmere horisont er formannens oppgave og hva som skjer nærmest fremtid er basens oppgave. Fagarbeidere skal planlegge sin egen aktivitet i innværende uke.

#### ***Planstruktur i IP***

IP har plansystem med to ulike nivåer som strategiske- og operative planer. I oppstartfasen bruker vi strategiske planlegging og gjennomføres en gang. Den strategiske planen endres etter behov fra den operative fasen. Aktiviteter som skjer løpende gjennom prosjektet er den operative fasen. Hele strukturen blir bygd opp slikt at aktiviteter fra faseplan blir sendt videre til utviklingsplan, utviklingsplan videre til ukeplan, uke plan videre til lagsplan. Aktivitets endringer i ulike plannivåer formidles videre til høyere plannivåer.

### ***Møtestruktur i IP***

Hovedformålet er å sikre de ulike plannivåene.

### ***Risikostyring i IP***

Før prosjektet skal utføres må vi ta hensyn til vurderingskriterier som risiko og samt klare å fjerne farer fra prosjekt start til slutt. For å kontrollere prosessen før oppstart må vi klare å risikovurdere og samt kartlegge risikovurderende tiltak dersom risikoen er høyere enn akseptert nivå. Det formidles videre til neste plannivå hvis risikoen er høyere enn akseptertnivå. Vi må risikovurdere hvert plannivå når planene blir mer synlig og detaljerende der aktiviteter og farer kan bli synlige. Risikovurderingen kan gjøres som en integrert del av fremdriftsplanleggingen ved å bruke plan- og møtestruktur fra IP.

### ***IP påvirkning***

Gjennom IP kan alle deltakere i prosjektet delta i planleggingen, til og med fagmannen som regnes som sisteperson til å utføre oppgaven. Ved å involvere alle i planleggingsfasen vil det skape bedre forståelse, blant aktivitetene og muligens lettete å fastsette en dato når beslutningene kommer fra felleskapet. Ved å planlegge i felleskap vil gi bedre forståelse innen fremdriftsplanlegging, man kan for eksempel bruke lappeteknikk ved utarbeidelse av en faseplan.

### ***MS Project knyttes til IP***

Ved å kunne bruke MS Project i IP får vi en prosjektplan ved at alle plannivåene sammenstilles. Samt vil det sikre oversikt over konsekvensene på de vurderingene av rullende operative planer i den strategiske planen. For eksempel kan man få direkte oversikt over avgjørelsene som blir tatt i basemøtene som kan påvirke prosjektets totale fremdrift.

### ***IP kommer fra Lean filosofien***

Lean som er dannet fra grunnlagene kriterier, konsepter og verdier. Man ønsker å skape verdi for felleskapet, mellom kunden og andre aktører som knyttes til prosjektet. Lean teori i praksis har fokus på tre områder: Verdiskapning, Sløsing og Flyt. Det er nødvendigvis å ha fokus på alle 3 områder. Det er viktig å oppnå paretooptimalitet gjennom Lean filosofien. Selve IP er utformet fra LPS metoden til Ballard som er en Lean Construction metode. IP metoden tar med seg Lean filosofien i prosjektene ved å skape flyt, verdi og unngå sløsing. Ved å kunne legge rette til gode fremdriftsplaner vil vi skape flyt i produksjon, unngå sløsing og samt bidra til Verdiskapning.

## **8.2 Besvarelse av forskningsspørsmål: Utfordring med IP i dag**

Ved å implementere IP i prosjektene i dag som er preget av hastverk vil være utfordrende. Der prosjektledere/ledere i prosjektene er mer opptatt av å drive fremdrift på sin egen måte, mange som har jobbet mange år i denne bransjen liker å gjøre ting på sin egen måte. Dermed vil en del ha negative innvirkninger til nye planleggingsmetoder, fordi de stoler kun på de metodene de selv har brukt i mange år.

Modul1- IP kurs noe Veidekke har starta med for 1år siden. Målet er å gi deltakere bedre forståelse for IP-metoden og fordeler ved å bruke det innen fremdrift. Kurset viser også hvorfor og hvordan IP klarer å bidra til en effektiv fremdrift. Men det er begrenset hvor mye man klarer å lære på en dag ut ifra kurset, hvis man ikke prøver eller studerer IP i sine

prosjekter vil det fort glemmes. Det er basert på deltakeres vilje, interesse og engasjement innen IP og samt håper de kan bruke denne metode i sine prosjekter.

### ***Forslag/Anbefalinger***

Det burde vært oppfølgingsstudiet etter kurset, hvor deltakere får studert og lest gjennom de temaene i IP, og muligens enkle "små case" oppgaver for å gi bedre forståelse. En annen alternativ er å lage et App spill på mobilen, let å lære seg og samt skal det være spennende "konkurransespill". Muligens motivasjon og interesse øker ut ifra et spill. Men det vil også være utfordring å motivere den eldre generasjonen til å delta i slike løsninger.

## **8.3 Besvarelse av forskningsspørsmål: Hvilke utfordringer har vi med fremdriftsplanlegging i dag**

### ***Eldre metode***

De eldre metodene som Excel/Gantt-diagrammer gir oss ikke tilstrekkelig forståelse innen fremdriftsplanleggingen. Planene blir laget uoversiktlig, planene blir laget fra synsing og grove tilfeller uten å ha noe tilstrekkelig forståelse innen planleggingen. Konsekvensene for aktivitetenes rekkefølge og samtidigheter vil være vanskelig å oppdage uten å se det visuelt, det kan hende at vi ikke klarer å se 2 forskjellige aktiviteter foregår i samme tid, på samme sted – Uproduktivt arbeid.

### ***Samarbeid***

Det er utfordrende å involvere alle arbeidslagene/deltakere til å planlegge i fellesskap. I henholdt til situasjonen i dag er det kun en som sitter med planleggingen, mindre åpenhet og dialog – drevet av push system. Problemene blir ikke diskutert i fellesskapet og dermed klarer vi ikke å komme til bedre løsninger eller forslag hvis det oppstår problemer.

### ***Ulike bruk av verktøy***

Alle arbeidslag/deltakere i prosjektet bruker forskjellige verktøy inne planlegging. Problemene er at planene blir ikke samme ut ifra ulike verktøy, vi sliter med å kommunisere og samarbeide på en felles digital plattform.

### ***Anbefalinger/forslag***

Ta i bruk Lean metoden – LPS, mange store entreprenører selskaper bruker denne metoden i dag. Veidekke har kalt LPS for IP, som har fokus på planoversikt og struktur. Bidrar til bedre kommunikasjon og samt bidrar til bedre fremdriftsplaner – lages ut ifra fellesskapet. Ta i bruk 4D planlegging, aktiviteter linkes til elementene i modellen som vil gi bedre oversikt. Det er mye fordel med å bruke 4D BIM, men foreløpig vil det være utfordrende i henholdt til dagens kompetansenivå og det er ikke mange som sitter med den type kompetanse i Norge.

## **8.4 Besvarelse av forskningsspørsmål: Hvordan kan 4D planlegging bidra til fremdriftsplanleggingen**

### ***Programvare - Sychro***

Synchro er en 4D simulerings program, dette programmet kan sammenlignes med MS Project. Bare at Sychro har en ekstra funksjon som knytter fremdriftsplanen med BIM-modellen. Man kan også modellere direkte fra Sychro og samt lage en fremdriftsplan direkte fra Sychro. Vi kan se aktivitetene blir linket med elementene fra modellen og dermed vil vi få et visuelt perspektiv i henholdt til å planlegge aktiviteter. Vi kan også simulere ulike tilfeller av

fremdriften og finne ut konsekvensene, når aktivitetene går mot hverandre. Ut ifra å planlegge fra visuelt perspektiv vil man få bedre forståelse innen fremdriftsplanleggingen.

### ***Programvare – Synchro Work Group***

Er en ekstra programvare innen Synchro. Der ulike aktørene i prosjektet kan laste programmet ned å følge med på fremdriften. Aktivitetene til de forskjellige aktørene vil vises ut ifra modellen, aktivitetene blir også linket sammen med elementene i modellen. Dermed får ulike arbeidslag/deltakere i prosjektet bedre forståelse i sitt eget arbeid ut i fra dette programmet. Kan muligens planlegge og kommunisere i felleskap med dette programmet – felles plattform for fremdriftsplanlegging. I tillegg er det gratis å laste ned for deltakere i prosjektet, spesielt UE.

## **8.5 Besvarelse av forskningsspørsmål: Hvilke utfordringer har vi med å implementere 4D BIM i prosjektene**

### ***Problemer i dag***

Ut i fra prosjektene i dag, så er ikke alle prosjekter papirløse på grunn av man får det enten i form for Excel eller diverse papirformat. Man må forvente en del manuelt arbeid når ikke alle samarbeider/jobber i en felles plattform. Dermed vil det gå på bekostning av tiden som skal utføres ved å plote dataene inn i programmet/inne i et felles program.

### ***Implementering***

Det vil være en stor utfordring å kjøre 4D BIM i alle prosjekter, man må prøve litt og litt. Kompetansen innen 4D BIM er begrensende og dermed blir 4D BIM brukt i kun bestemte prosjekter. Ved å implementere noe nytt innen teknologi for en gruppe mennesker kan være utfordrende, dette kan gå ut ifra deltalenivåene fra modellen, prøve å tilegne seg programmet raskt som mulig. Muligens en stor del av deltakere vil være negativt til innføring av 4D BIM, fordi det vil være tidkrevende å lære noe nytt og samt de er opptatt med sine prosjekter. Det har ikke gjort noen spørreundersøkelser "for eller mot" 4D BIM, så det er vanskelig å si i nåværende situasjon. Men i denne bransjen finnes det folk som liker å gjøre ting på sin egen måte, og er negativt til endringer.

### ***Anbefalinger/Forslag***

Det er nødvendig å påvise deltakere fordel ved å bruke 4D BIM. Ved å kunne komme med gode forslag og begrunnelser til hvordan løsningen skiller seg ut. Å kunne lage en forståelig modell og få ut eksemplene fra modellen – Vise de gjennomgangen. Introduksjon av nye programvarer må må skje "step by step", mye detaljer på en gang kan forvirre deltakere. En annen alternativ er å lage enkle video om hvordan man bruker programmer, slikt at man kan lære seg litt og litt gjennom video. En viktig ting er at slike programvarer må være brukervennlig og lett å lære seg, hvis det blir for detaljert vil det implementering av slike programmer være et problem.

## **8.6 Besvarelse av forskningsspørsmål: Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere**

### ***Kommunikasjon gjennom 2D***

Det foregår fortsatt kommunikasjon gjennom 2D tegninger, men det vil være utfordrende å kommunisere ut ifra en 2D tegningen i henhold til informasjon og detaljene. Dermed vil det være utfordrende ved koordinering av arbeidsoppgaver som følges av dårlig kommunikasjon.

### ***Kommunikasjon gjennom 4D BIM***

Vil skape bedre flyt av kommunikasjon når fagarbeidene ser dens aktivitet bindet med elementene fra modellen (skaper forståelse ved å se utførelse visuelt). Det blir lettere å kommunisere ut ifra visuelle tilfeller når man har 3D tegningene foran seg. Formann eller fagarbeidere kan kontrollere tilstanden på byggeplass ut ifra en pad, all status oppdatering og avvik vil bli videresendt til en felles BIM-modell – felles kommunikasjon.

## 9 Forslag til videre studie

I dette kapitlet blir det presentert forslag til videre studie. Ny problemstilling som muligens knyttet til nåværende oppgaven.

### 9.1 Alternativ – ny problemstilling

Omfang og fokus i den nåværende oppgave rettes ikke mot programvarer. Det vil muligens være interessant å forske på programvare som Synchro. Hvordan man bruker det og funksjonene i programmet som knyttes til fremdrift. Bearbeide litteraturstudium om Synchro og muligens foreta noen forskninger både i kvalitative og kvantitative. Kjører en del intervjuer og spørreundersøkelser som er knyttet til oppgaven. Veidekke ønsker å gå fra MS Project til Synchro. Ved å kunne bruke funnene fra forskningen og litteraturstudium til å påvise deltakere til å bruke Synchro. Hvordan man kan introdusere Synchro på en lettere måte eller gjennom en bedre løsning, slikt det ikke oppstår utfordringer når man skal implementere Synchro i alle prosjektene. Hva kan man gjøre i implementeringsprosessen for å få alle til å bruke nye programvarer som Synchro.

## Referanser

- Aanesland, A., 2016. *WSP Frokostseminar: Digitalisering*. Oslo: Nye Veier AS.
- Andresen, D. et al., 2014. Involverende Planlegging i produksjon. *Veidekke*, 3.Utgave(23), pp. 1-23.
- Ballard, G., 2000a. The last planner system of production controll. I: Birmingham: University og Bimingham, p. 26.
- Ballard, G., 2008. Lean construction. *The lean project delivery system*, pp. 1-19.
- Ballard, H. G., 2000. *The Last Planner System of production controll*, Birmingham: The University of Birmingham; School of Civil Engineering, Faculty of Engineering.
- Byggeindustrien, 2017. *Bygg.no: Produktivitet i bygg og anlegg går opp*. [Internett] Available at: <http://www.bygg.no/article/1312127> [Funnet 24 april 2017].
- Bølviken, T., 2012. *On the Categorization of production; The organization - Product matrix*. [Internett] Available at: [http://www.lcis.com.tw/paper\\_store/paper\\_store/2%20P%20006-2015113233138794.pdf](http://www.lcis.com.tw/paper_store/paper_store/2%20P%20006-2015113233138794.pdf) [Funnet 18 april 2017].
- Daily Mail, 2016. *From Mickey Mouse topiary to a dazzling Art Deco lobby: A sneak peek inside Shanghai Disneyland*. [Internett] Available at: [http://www.dailymail.co.uk/travel/travel\\_news/article-3584484/From-Mickey-Mouse-topiary-dazzling-Art-Deco-lobby-sneak-peek-inside-Shanghai-Disneyland-Hotel-ahead-June-opening.html](http://www.dailymail.co.uk/travel/travel_news/article-3584484/From-Mickey-Mouse-topiary-dazzling-Art-Deco-lobby-sneak-peek-inside-Shanghai-Disneyland-Hotel-ahead-June-opening.html) [Funnet 20 jan 2017].
- De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2010. *Kvalitative og kvantitative forskningsmetoder*. [Internett] Available at: <https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/medisin-og-helse/kvalitativforskning/1-kvalitative-og-kvantitative-forskningsmetoder--likheter-og-forskjeller/> [Funnet 10 april 2017].
- Delgum, E. Ø., 2011. *Last Planner System i prosjektering*. [Internett] Available at: <http://docplayer.me/6762461-Last-planner-system-i-prosjektering.html> [Funnet 1 april 2017].
- Drevland, F., 2016. *Historien bak lean construction*. [Internett] Available at: <http://frodedrevland.no/2016/04/11/historien-bak-lean-construction/> [Funnet 7 april 2017].
- 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 red. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc..
- Emmitt, S. & Ruikar, K., 2013. *Collaborative design management*, s.l.: Hoboken; Taylor and Francis.



Estudie.no, 2017. *Estudie: Kvalitative intervjumetoder for datainnsamling*. [Internett]  
Available at: <https://estudie.no/kvalitative-metoder/>  
[Funnet 1 april 2017].

Estudie, 2014. *Estudie: Strategisk-, taktisk- og operativ planlegging*. [Internett]  
Available at: <https://estudie.no/strategisk-taktisk-operativ-planlegging/>  
[Funnet 20 jan 2017].

Forbes, L. H. & Ahmed, S. M., 2011. *Modern Construction; Lean project delivery and integrated practice*. Boca Raton; CRC Press, s.n.

Ford Motor Company, 2017. *Historie*. [Internett]  
Available at: <http://www.ford.no/OmFord/Selskapsinformasjon/Historie>  
[Funnet 28 mars 2017].

Ford, 2017. *100years of the moving assembly line*. [Internett]  
Available at: <http://corporate.ford.com/innovation/100-years-moving-assembly-line.html>  
[Funnet mars 28 2017].

Grong, L. K., 2013. *BIM i Produksjon*, Trondheim: NTNU.

Halleraker, S., 2014. *Fremdriftsplanlegging i bygge- og anleggsproduksjoner*, Trondheim: NTNU, Institutt for bygg, og anlegg og transport: Bygg- og miljøteknikk.

Hellevik, O., 2002. *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. 7.utgave red. Norge: Universitetforl..

Hinze, J., 2012. *Construction planning and scheduling*. I: Boston: Pearson, p. 256.

Hopp, Wallace, J., Spearman & Mark, L., 1996. *Factory Physics: Foundation of Manufacturing Management*. ISBN: 0-256-15464-3 red. Boston: McGraw Hill.

Høie, B., 2016. *WSP Frokostseminar: Digitalisering*. Oslo: Helsebygg HF.

Iversen, J., 2013. *Produksjonsplanlegging i 4D*, Trondheim: NTNU.

Kristensen, K. H., 2016. *Veileder; Lean i byggeprosjekter*, s.l.: WSP for BA2015.

Langlo, J. A., 2014a. *Prosjektnorge.no: Produktivitetstall til å stole på?*. [Internett]  
Available at: <http://www.prosjektnorge.no/files/pages/606/2014.11.13-produktivitetstall-til-stole-p-langlo.pdf>  
[Funnet 25 januar 2017].

Langlo, J. A., 2014. *Produktivitetstall til å stole på?*. [Internett]  
Available at: <http://www.prosjektnorge.no/files/pages/606/2014.11.13-produktivitetstall-til-stole-p-langlo.pdf>  
[Funnet 25 januar 2017].

Langlo, J. A. et al., 2013. *Problemmotat - Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen*, Trondheim: SINTEF Teknologi og samfunn.

Larsen, A. K., 2012. *En enklere metode; Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*. 4.Utgave red. Norge: Fagbokforl..

- Lean Construction Institute, 2017. *What is Lean design & construction*. [Internett]  
Available at: <https://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-design-construction/>  
[Funnet 28 mars 2017].
- Lean Enterprise Institute, 2017. *A brief history of lean*. [Internett]  
Available at: <https://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>  
[Funnet 28 mars 2017].
- Lean Enterprise Institute, 2017. *Toyota production system*. [Internett]  
Available at: <https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>  
[Funnet 28 mars 2017].
- Levy, O. J. & Emma, M., 2016. *Forstudierapport: Fremdriftsplanlegging i byggeprosjekter*, Trondheim: NTNU.
- Nordahl, J. A., 2016. *Forespørsel om masteroppgave, møte med NCC: Produksjon på byggeplass* [Intervju] (1 november 2016).
- Næringsforening i Trondheim, 2017. Ekspert team - smart bygging. *Last Planner System*, 10 april, pp. 11-11.
- Olsson, N., 2011. *Praktisk rapportskrivning*, Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Qing, G., 2012. *BIM Application in the shanghai tower Construction*, Shanghai: CTBUH 2012 9th World Congress.
- Ramstad, K., 2011. *Bygnings Informasjon Modell (BIM) og Fremdriftsplanlegging av produksjon*, Oslo: UMB.
- Rolstadås, A., 2011. *Praktisk prosjektstyring. I: 5.utgave red.* Trondheim: Tapir akademisk forl., p. 408.
- Russel, R. S. & Taylor, B. W., 2006. *Operation Management; Quality and competitiveness in enviroment*. 5th edition red. s.l.:John Wiley & Sons Inc.
- Rørtveit, F., 2011. *tekna: Byggeledelse anno*. [Internett]  
Available at: [http://www.tekna.no/ikbViewer/Content/810301/\(08\)%20Fremdrifts-%20og%20](http://www.tekna.no/ikbViewer/Content/810301/(08)%20Fremdrifts-%20og%20)  
[Funnet 25 jan 2017].
- Sander, K., 2017. *Estudie; Validitet*. [Internett]  
Available at: <https://estudie.no/validitet/>  
[Funnet 20 april 2017].
- Schimmel, J., 2012. *Writing Science: how to write papers that get cited and proposals that get founded*. Oxford: Oxford University Press.
- Seppänen & Olli, 2009. *Empirical research on the success of production control in building construction projects*. 2009. 978-952-248-061-3 red. Helsinki: Helsinki University of Technology.
- Skyscraper City, 2006. *Beijing Olympic Stadium*. [Internett]  
Available at: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=392487&page=3>  
[Funnet 20 januar 2017].

Store Norske Leksikon, 2014. *Metode*. [Internett]  
Available at: <https://snl.no/metode>  
[Funnet 10 april 2017].

Svalestuen, F., 2016. *Masteroppgave møte: Utforming av problemstilling* [Intervju] (9 november 2016).

Svalestuen, F., Kleppe, R., T. & Lauritzen, J. E., 2016. *MODUL 1; Fremdriftsplanlegging*. Region Syd: Veidekke.

Svalestuen, F., Mogstad, C. S. & Martinsen, C. K., 2015. *Microsoft Project Veileder*, Trondheim: Veidekke.

Tasko Consulting, 2017. *7 Wastes*. [Internett]  
Available at: <http://taskoconsulting.com/7-wastes/>  
[Funnet 4 april 2017].

Theme Park Review, 2014. *Shanghai Disney Discussion Thread*. [Internett]  
Available at: <http://www.themeparkreview.com/forum/viewtopic.php?p=1456713>  
[Funnet 20 jan 2017].

Thomsen, C., Darrington, J., Dunne, D. & Lichtig, W., 2010. *Managing integrated project delivery: White paper of the construction management association of America*, s.l.: s.n.

Thon eiendom, 2017. *Thon Eiendom: Storotunet - Vitaminveien 11*. [Internett]  
Available at:  
[http://www.thoneiendom.no/globalassets/thoneiendom.no/boligsalg/1\\_boligprosjekter/vitaminveien-11/prospekt/storotunet\\_prospekt.pdf](http://www.thoneiendom.no/globalassets/thoneiendom.no/boligsalg/1_boligprosjekter/vitaminveien-11/prospekt/storotunet_prospekt.pdf)  
[Funnet 11 mai 2017].

Tulke, J. & Haff, J., 2007a. 4D Construction sequence planning - new process and data model. I: Germany: Bauhaus-University Weimar, Dept. Informatics in Construction, p. 3.

Tulke, J. & Haff, J., 2007b. 4D CONSTRUCTION SEQUENCE PLANNING – NEW PROCESS AND DATA MODEL . I: Germany : Bauhaus-University Weimar, Dept. Informatics in Construction, p. 2.

Veidekke, 2015. *Involverende Planlegging i produksjon*. I: Oslo: Veidekke, p. 20.

Veidekke, 2015. *Involverende Planlegging i produksjon*. I: Oslo: Veidekke, pp. 20-21.

Veidekke, 2016. *Veidekke: Vitaminveien 11, Storo*. [Internett]  
Available at: <http://veidekke.no/prosjekter/article22604.ece>  
[Funnet april 29 2017].

Veidekke, 2017. *Fakta om Veidekke*. [Internett]  
Available at: <http://veidekke.no/om-oss/article8949.ece>  
[Funnet 23 januar 2017].

VICO Software Inegrating Construction, 2017. *Introduksjonskurs 2D, 3D, 4D, 5D BIM - 1dag*. [Internett]  
Available at: [http://www.vicosoftware.se/sidor/introduktion\\_till\\_vico\\_office\\_5d.aspx](http://www.vicosoftware.se/sidor/introduktion_till_vico_office_5d.aspx)  
[Funnet 20 jan 2017].

Walt Disney Parks & Resort, 2014. *Innovative Technology Building Shanghai Disney Resort's Castle Attracts Prestigious International Architecture Award*. [Internet] Available at: <https://aboutdisneyparks.com/news/press-releases/innovative-technology-building-shanghai-disney-resort%E2%80%99s-castle-attracts> [Funnet 25 jan 2017].

Weber SC, 2005. *Scheduling construction projects: principles and practices*. I: N.J., red. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, p. 333.

Zhenzhong , H., Jianping, Z. & Xinzheng, L., 2008. *Development of a sub building information model for 4D structural safety analysis construction*, Nottingham: Nottingham University Press.

## **Vedlegg**

- Vedlegg 1: Følgerev og spørsmål til e-postintervju
- Vedlegg 2: Epostintervjuer
- Vedlegg 3: Intervjuguide for personlig intervju
- Vedlegg 4: Personligintervju

## **Vedlegg 1: Følgerebrev og spørsmål til e-postintervju**

Hei, jeg er student ved UiT Norges Arktisk Universitet i Narvik. Nå skriver jeg masteroppgave om *“Effektivisere fremdriften i den Operative Planleggingen ved bruk av digitalisering”*. I samarbeid med Veidekke og Fredrik Svalestuen. Viser til e-posten fra Fredrik 24.april hvor han foreslår at du kan svare på noen spørsmål i forbindelse med temaet. Jeg setter stor pris på om du kunne delta og svare på disse spørsmålene under innen 7.mai. Svarene blir brukt som grunnlag for å svare på oppgavens problemstilling. PS! Vennligst gi beskjed på forhånd om du ønsker å være anonym.

### **1. Kan du beskrive din bakgrunn og din nåværende stilling i Veidekke?**

- Bakgrunn (Utdanning, tidligere arbeidserfaring, andre relevante arbeidserfaring etc.)
- Nåværende stilling (Når startet du å jobbe i Veidekke, hvor mange år har du jobbet i veidekke Etc.)
- Har du god kjennskap med IP (Involverende Planlegging)? Hvor mange år har du jobbet med IP?

### **2. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen mener du IP løser?**

### **3. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?**

### **4. Hvilke utfordringer har vi med IP i dag?**

### **5. Benytter du 4D Planlegging på byggeplass?**

### **6. Hvilke program bruker du for 4D planlegging?**

### **7. Hvordan mener du 4D planlegging kan bidra i fremdriftsplanleggingen?**

### **8. Hvilke utfordringer ser du med å implementering av 4D og “Synchro” (Programvare som kan simulere fremdriften visuelt)?**

### **9. Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere?**

### **10. Hvilke forbedringspotensial har vi i kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere?**

Hører fra deg.

Med vennlig hilsen

Daniel Hong

## Vedlegg 2: Epostintervjuer

Besvarelse fra: Eirik Østby-Deglum (27.april.2017)

1. **Kan du beskrive din bakgrunn og din nåværende stilling i Veidekke?**

- **Bakgrunn (Utdanning, tidligere arbeidserfaring, andre relevante arbeidserfaring etc.)?**

Siv. Ing. Konstruksjonsteknikk fra NTNU

- **Nåværende stilling (Når startet du å jobbe i Veidekke, hvor mange år har du jobbet i veidekke Etc.)?**

Startet 2006. Prosjekteringsleder

- **Har du god kjennskap med IP (Involverende Planlegging)? Hvor mange år har du jobbet med IP?**

Ganske god. Jobbet med IP i cirka 6 år.

2. **Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen mener du IP løser?**

Kommunikasjon, hindringsanalyse og forpliktelse/eierskap til plan. Jeg mener også at det fører til bedre kvalitet i planer, uten at dette er et poeng i seg selv. IP som metodikk styrker vår tilnærming til fremdriftsplanlegging fordi vi blir utfordret til å utfordre alle i prosjektet til å planlegge i fellesskap.

3. **Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?**

Vi forstår ikke grunnleggende mekanismer i planleggingen, og vi har ikke dedikerte planleggere. Det er for stor grad av synsing i utarbeidelse av planer og fortsatt for liten andel involvering. Ulik bruk av planleggingsverktøy. Ufullstendige planer, etc.

4. **Hvilke utfordringer har vi med IP i dag?**

Det er tidvis krevende å involvere UEer i planlegging, fordi dette griper inn i kontraktsforpliktelser osv. Vi sliter med å få aktører til å gi tydelige nok svar på varighet av aktiviteter + omfang av aktiviteter. Jeg tror også at vi fortsatt trenger mye påfyll av kunnskap for å lede team i IP-seanser. Dette krever trening, forståelse av planlegging, forståelse av hva elementer i fremdriftsplaner og ressursforståelse. Videre krever det erfaring; man må prøve å feile for å få dette til å fungere. Fram til nylig har vi også slitt med planverket; her er benyttet mange ulike verktøy og det er ikke sammenheng mellom ulike plannivåer eller type planer. Project løser dette til en viss grad, men det er fortsatt mange utfordringer knyttet til å få på plass en felles plattform for utveksling av planinformasjon.

5. **Benytter du 4D Planlegging på byggeplass?**

Nei

6. **Hvilke program bruker du for 4D planlegging?**

-

**7. Hvordan mener du 4D planlegging kan bidra i fremdriftsplanleggingen?**

Det vil bidra godt, men det vil også kreve bedre modeller. Vi må jobbe med rådgivere for å implementere ressurs og massebetraktninger i modeller. I det store og det hele tror jeg at det, som med BIM, kommer til å forbedre forståelsen av de faktiske arbeidsoppgavene og avhengighetene. Man kan visualisere i større grad.

**8. Hvilke utfordringer ser du med å implementering av 4D og "Synchro" (Programvare som kan simulere fremdriften visuelt)?**

Innføring av nye verktøy, metoder og systemer tar tid. Kost/nytte?

**9. Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere?**

Gjennom dialog, tegninger og beskrivelser, og naturligvis avtaler. Dette varierer fra prosjekt til prosjekt.

**10. Hvilke forbedringspotensial har vi i kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere?**

Digitalisering av arbeidsunderlag. Mer omfattende kontroller av underlag gjennom dialog. Tidlig nok involvering.



Besvarelse fra: Kristian Opsahl Bredesen (27.april.2017)

1. **Kan du beskrive din bakgrunn og din nåværende stilling i Veidekke?**

- **Bakgrunn (Utdanning, tidligere arbeidserfaring, andre relevante arbeidserfaring etc.)?**

Siv. Ing. Produktutvikling og Produksjon ved NTNU

1 år i Reinertsen Olje og Gass

2 år i Veidekke

- **Nåværende stilling (Når startet du å jobbe i Veidekke, hvor mange år har du jobbet i veidekke Etc.)?**

April 2015 – d.d. Trainee i Veidekke

- **Har du god kjennskap med IP (Involverende Planlegging)? Hvor mange år har du jobbet med IP?**

Har deltatt og bidratt på Veidekkeskolens kurs i fremdriftsplanlegging/IP. Har jobbet med IP i ca. 1 år. Føler at jeg har god innsikt i IP-metodikken, men trenger mer erfaring.

2. **Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen mener du IP løser?**

Det gir alle oversikt over fremdriftsplanen. Fremdriftsplanen blir mest mulig korrekt ved at alle for kommet med innspill på rekkefølge og varighet.

3. **Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?**

-

4. **Hvilke utfordringer har vi med IP i dag?**

At alle i prosjektet ser nytten av IP og vil bidra. Det blir vanskelig å gjennomføre IP i prosjektene når ikke alle ledd er like positivt innstilt til dette.

5. **Benytter du 4D Planlegging på byggeplass?**

Nei, men har fått det presentert.

6. **Hvilke program bruker du for 4D planlegging?**

-

7. **Hvordan mener du 4D planlegging kan bidra i fremdriftsplanleggingen?**

At alle ledd for en god oversikt over fremdriften. Dette kan vises i alle møter og gjøre møtene mer effektive og øke forståelsen over arbeidsomfanget.

8. **Hvilke utfordringer ser du med å implementering av 4D og "Synchro" (Programvare som kan simulere fremdriften visuelt)?**

Jeg vet ikke hvilke funksjoner som finnes i Synchro, men i Region Anlegg er det høye krav til rapportering og fremstilling av planen ovenfor byggherre. Dette kan være en utfordring med Synchro. Dersom ikke Synchro er intuitivt og lett å lære seg blir det også vanskelig å innføre det på prosjektene.

**9. Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere?**

Den kunne absolutt vært bedre. Det kan være vanskelig å få formenn og Baser til å engasjere seg slik at fagarbeiderne også blir engasjerte og bidrar til utforming av sin arbeidsdag.

**10. Hvilke forbedringspotensial har vi i kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere?**

Vi kan bli flinkere til å overlate mer ansvar til Formenn og BAS. Dette henger jo sammen med IP og arbeidsdeling i tid. Driftsledere kan ha problemer med å «slippe» jobben til Formann/BAS og gi dem det fulle ansvaret for resten av gjennomføringen og planleggingen.

Besvarelse fra: Christian Settemkli Mogstad (3.mai.2017)

**1. Kan du beskrive din bakgrunn og din nåværende stilling i Veidekke?**

- **Bakgrunn (Utdanning, tidligere arbeidserfaring, andre relevante arbeidserfaring etc.)?**

Utdanning fra Høgskolen i Oslo.

- **Nåværende stilling (Når startet du å jobbe i Veidekke, hvor mange år har du jobbet i veidekke etc.)**

Har jobbet i Veidekke siden 2009 og jobbet mye med Project og Involverende Planlegging siden den gang.

Jobber nå som anleggsleder.

- **Har du god kjennskap med IP (Involverende Planlegging)? Hvor mange år har du jobbet med IP?**

Har jobbet med IP mer eller mindre siden 2009, men noe opphold grunnet anbudsregning og permisjoner.

**2. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen mener du IP løser?**

Det er med på å få folk til å tenke på hva det skal levere og til hvilken tid. Du får en mer strukturert hverdag, både som fagarbeider, formann, driftsleder, Anleggsleder og som UE. UE får lettere oversikt over leveranser og når det kan leveres. Datoer blir spikret i god tid. Rigg plan blir lettere å planlegge og vite når og hvor ting skal inn.

**3. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?**

Fortsatt henger Excel igjen og vi klarer ikke å tenke langt nok frem. Mange fagarbeidere ønsker helst å snakke om dagens uke og neste uke. Så det å klare å se langt nok frem er en utfordring ennå. Men det kommer seg.

**4. Hvilke utfordringer har vi med IP i dag?**

Vi har fortsatt utfordringer i forhold til ansvar, ikke alle skjønner at når de sier ja til en aktivitet, så betinger det at det har sagt at dette får jeg til innenfor den gitte tiden.

Noen utfordringer har vi også innad i veidekke, med å få alle med. Vi må også ta ansvar når vi sier at vi skal klare det, ikke bare skyve på problemet. I faseplan arbeidene må formenn og baser være mer aktive og få det rommet de trenger, viktig at det legges til rette for det fra anleggsledelsen.

**5. Benytter du 4D Planlegging på byggeplass?**

Jeg har ikke fått prøvd dette ennå, men gleder meg til å lære med og kanskje få prøvd det en dag.

**6. Hvilke program bruker du for 4D planlegging?**

Bruker ikke, men Veidekke skal bruke Syncro.

**7. Hvordan mener du 4D planlegging kan bidra i fremdriftsplanleggingen?**

Foreløpig ser jeg store fordeler med dette i forhold med tidlige faseplaner og taktiskeplaner. Det blir veldig visuelt og flott.

**8. Hvilke utfordringer ser du med å implementering av 4D og "Synchro" (Programvare som kan simulere fremdriften visuelt)?**

Til bruk i 2-4 uker og 5-9, kan det bli litt mye for folk å følge med på (ikke alle som klarer å følge med når det ser Gantt-diagramer). Kan bli mye hopping frem og tilbake. Men alt er avhengig av detaljeringsgraden som legges inn i Syncro. Viktig å tenke på hva du skal ha ut av planene og programmet før du setter i gang. Kan bli for detaljert.

**9. Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere?**

Slik jeg ser det er den bra, så lenge man klarer å holde en flat struktur i organisasjonen. Da blir det lettere for fagarbeidere og ta opp ting med formann/driftsleder. Og det kan ofte være bedre løsninger som blir presentert. I basmøter syntes jeg også kommunikasjonen er bra, viktig å la basen komme til sammen med formann.

**10. Hvilke forbedringspotensial har vi i kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere?**

Flat struktur slik at det inviteres til diskusjon rundt løsninger. Fagarbeiderne kjenner som sagt løsningene mer på kroppen enn noen annen.

Besvarelse fra: Vegard Høyen (5.mai.2017)

**1. Kan du beskrive din bakgrunn og din nåværende stilling i Veidekke?**

- **Bakgrunn (Utdanning, tidligere arbeidserfaring, andre relevante arbeidserfaring etc.)?**

Bachelor i bygg og miljø fra Høgskolen i Sør-Trøndelag, master i ledelse av teknologi fra Trondheim Handelshøyskole. Jobbet fra høsten 2011 til våren 2016 i Reinertsen som prosjektøkonom.

- **Nåværende stilling (Når startet du å jobbe i Veidekke, hvor mange år har du jobbet i veidekke etc.)?**

Startet i Veidekke våren 2016 og jobber med tilvalg, Synchro, Dalux, akkord++ på Blussuvoll Alle.

- **Har du god kjennskap med IP (Involverende Planlegging)? Hvor mange år har du jobbet med IP?**

Jeg har ikke veldig god kjennskap til IP utover å ha vært med i noen planleggingsmøter.

**2. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen mener du IP løser?**

Det viktigste utfordringen IP løser er involvering av de som utfører jobben. De får være med på å bestemme hvordan jobben skal utføres og på den måten får eierskap i oppgavene. Man løser også mye av koordineringen mellom fag da de som utfører jobben diskuterer fremdriften seg imellom.

**3. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?**

Se konsekvensene av samtidigheter og hvordan riggen endrer seg. Samt lage en plan som alle bidrar til og forplikter seg til – noen ganger blir det bare et papir man ser på innimellom i stedet for en bindende plan.

**4. Hvilke utfordringer har vi med IP i dag?**

Det har jeg for lite kjennskap til å si noe om.

**5. Benytter du 4D Planlegging på byggeplass?**

Ja, vi bruker Synchro.

**6. Hvilke program bruker du for 4D planlegging?**

Synchro

**7. Hvordan mener du 4D planlegging kan bidra i fremdriftsplanleggingen?**

Hovedsakelig mener jeg den kan bidra til å løse problemene i nr. 3 – se hvor det foregår samtidige arbeidsoperasjoner og se hvordan riggen/tomta forandrer seg/må forandre seg.

**8. Hvilke utfordringer ser du med å implementering av 4D og "Synchro" (Programvare som kan simulere fremdriften visuelt)?**

Kunnskap og ferdigheter til bruk av programvare er den første utfordringen. Flere i bransjen er ikke glad i endringer og bruk av nye programmer. I tillegg ser jeg noen begrensninger ved arbeid på for eksempel leiligheter. Det er arbeidsoppgaver der som går over korte perioder (2-3 dager) og på små arealer, noe som gjør at det blir vanskelig å illustrere i 4D.

**9. Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere?**

Kommunikasjonen er veldig god blant de fleste. Det er flere av formennene som har jobbet sammen med de som er ute, og derfor godt kjent med personene de «styrer».

**10. Hvilke forbedringspotensial har vi i kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere?**

Vanskelig å si da jeg ikke er så involvert i så mange møter med fagarbeiderne.

### **Vedlegg 3: Intervjuguide for personlig intervju**

1. Bakgrunn – nåværende stilling i Veidekke?
1. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen kan IP løse?
2. Utfordringer med fremdriftsplanlegging i dag?
3. Utfordringer med IP i dag?
4. Benyttes det 4D planlegging på byggeplass i dag?
5. Hvilke program blir brukt iht. 4D planlegging?
6. Hvordan kan 4D planlegging bidra i fremdriftsplanleggingen?
7. Hvilke utfordringer har vi når man skal implementering av 4D BIM?
8. Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere?
9. Hvilke forbedringspotensial har vi i kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere?

## Vedlegg 4: Personligintervju

Informanten: Johan Brommeland (11.mai.2017)

### 1. Bakgrunn – nåværende stilling i Veidekke?

- Jobbet som tømrer i 4 år deretter begynte å studere på fagskolen
- Vært ansatt i Veidekke snart 10år, startet første jobb som tømrer i Veidekke
- Nåværende stilling hos Veidekke: BIM-koordinator (2år) og Driftsleder på bolig delen – Prosjekt Vitaminveien 11

### 2. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanleggingen kan IP løse?

- Samarbeid om en fremdriftsplan
- Hjelper å forenkle forståelsen på folk
- God struktur mellom alle planene og hvert plannivå har egen leder. Dermed blir det enkel å forholde seg til den delen av planen du skal forholde deg til, slik at du ikke begynner å synse også rote deg bort når man ikke har en klar oversikt.

### 3. Utfordringer med fremdriftsplanlegging i dag?

- Utfordringen nå: Kun "en" som sitter og planlegger
- Problemer å involvere alle deltakere i prosjektet til å planlegge
- Det skjer alltid uforutsigbare endringer ute på byggeplass slikt at man ikke er forberede fra prosjektstart (Løsning 4D BIM).

### 4. Utfordringer med IP i dag?

- Få alle i Veidekke til å bruke IP i prosjektene – Deltakeres vilje til å egne seg til nye planleggingsmodeller
- En del er vant til å jobbe på sine måter og samt har negativt innsyn til andre planleggingsmetoder eller metodene som de ikke har brukt tidligere. "gamle metoder som har fungert i tidligere prosjekter vil brukes gjentatte ganger"
- Største utfordringen er få den andre til å venne seg til å bruke IP i sine prosjekter, folk bruker alltid de løsningene eller metodene de har troen på (denne metoden har de alltid brukt)
- Nødvendig å påvise de som bruker gamle metoder ved å komme med forslag, for eksempel: Vise de en fullstendig modell fra Synchro, vise de hvordan man gjør det, sånn fungerer det og dette er fordelene dere får. Dermed er det viktig å vise de gode eksemplene og fordelene man får ut ifra en modell.
- Veidekke har Modul 1 (1dag) kurs om fremdriftsplanlegging og bruk av IP metoden i fremdriftsplanlegging. Kurset startet for ett år siden og Veidekke brukte IP i sine prosjekter for 10 år siden. Man må ha interesse for kurset slikt at man kan jobbe og samt teste ut IP i sine prosjekter etterkant. Muligens lage et spill som er basert på IP, enkel og interessant spill for å øke interessenivå blant folk som har deltatt kurset.



## **5. Benyttes det 4D planlegging på byggeplass i dag?**

- Ja, Vitaminveien 11. Målet er å benytte mer på tømrerarbeid eller de innvendige fagene/tekniske fag slik at de ikke jobber på samme sted i samme tid – krasj blant aktivitetene.

## **6. Hvilke program blir brukt iht. 4D planlegging?**

- Synchro: Er en 4D simuleringsprogram, Er samme som MS Project men Synchro inneholder en ekstra funksjon BIM, der man kan se aktivitetene som knyttes til elementene i BIM modellen. Ved å se aktivitetene visuelt vil det skape bedre forståelse og ulike faggrupper kan se aktivitetene ut ifra denne modellen – Skape bedre forståelse.
- Synchro Work Group: En ekstra programvare til Synchro som gir alle deltakere tilgang i 4D BIM modellen. Alle deltakere kan se aktivitetene gjennom en visuell modell som knyttes til Tid og elementene i modellen – skaper bedre forståelse og deretter større mulighet til å involvere alle i prosjektet. Ulike faggrupper kan se sitt eget arbeid ut ifra modellen – skaper forståelse (kan se gjennom en storskjerm på møterom eller gjennom en PAD der de kan gå rundt å kontrollere sitt arbeid. En som har ansvar for en bestemt plan får bedre oversikt gjennom modellen, og han slipper unødvendig arbeid ved å gå rundt å passe på alt – lettere koordinering av arbeidsoppgaver fra en digital plattform.
- Synchro er en billigere program enn MS Project, ofte blir det vanskelig for mindre UE som ikke har tilgang MS Project for å være med i prosjektet og dermed blir de utelatt i prosjektet. For eksempel det blir dyrt for en liten UE som skal gjøre en liten jobb for å kjøpe lisensen til MS Project, det vil være dyrt og ulønnsom for en UE.
- I tillegg er Synchro gratis for UE, slikt det blir lettere for alle til å følge med i prosjektets fremgang og skaper felleskap forståelse og samt koordineringene av aktiviteter blir bedre.
- Veidekke ønsker å gå fra MS Project til Synchro, det vil også være utfordrende å få alle til å venne seg til dette nye programmet.

## **7. Hvordan kan 4D planlegging bidra i fremdriftsplanleggingen?**

- Får bedre visuell forståelse innen i fremdriftsplanlegging og man får bedre kontroll over aktivitetene.
- 4D BIM vil øke forståelse i fremdriftsplanleggingen – Visuelt perspektiv gir bedre forståelse på aktivitetene som er knyttet til elementene i BIM-modellen og dermed vil det også gi bedre forståelse i fremdriftsplanleggingen. Når det bygge på visuell måte vil man fort oppdage om det er 2 aktiviteter som går oppå hverandre. Det skjer mye raske endringer på byggeplass som man ikke er klar over (en utfordring i fremdriftsplanlegging) – Muligens en modell klarer å løse slike utfordringer ved å simulere for eksempel 3 ulike tilfeller, se det visuelt ut ifra modellen og plukke ut den som fungerer best blant de alternative.

- Planlegging i 2D: vanskelig å se når og hvor aktivitetene krasjer mot hverandre. For folk som ikke har god erfaring med fremdriftsplan vil det være vanskelig å se om 2 aktiviteter krasjer mot hverandre gjennom en Gantt-diagram.

#### **8. Hvilke utfordringer har vi når man skal implementering av 4D BIM?**

- Vanskelig å overbevise folk til å bruke nye programvarer
- Hvis man kommer med gode eksempler vil muligens øke interessenivå
- Mange forskjellige og samt nye programvarer vil muligens være skremmende – dette personavhengig

#### **9. Hvordan er kommunikasjonen på byggeplass mellom ledere og fagarbeidere?**

- Varierer mellom ledere, men det fungerer bra
- Kommunikasjon: Man har en del utenlandske fagarbeidere som ikke snakker norsk og muligens dårlig engelsk, det kan være et problem å koordinere arbeidsoppgavene ut detaljer og informasjon ut ifra pairtegninger, når hvor og hvordan oppgaven skal gjøres.

#### **10. Hvilke forbedringspotensial har vi i kommunikasjonen mellom ledere og fagarbeidere?**

- Bruke modellen fra Synchro til å forklare fagarbeidere – vil muligens skape bedre kommunikasjon og forståelse.

Sammenkobling av fremdriftsplan og BIM-modell gjøres manuelt for å kjøre 4D BIM i dag i prosjektene. Manuell linking fra elementene i BIM-modellen med aktivitetene fra fremdriftsplanlegging. Det vil skape bedre forståelse når man sitter og linker aktivitetene med elementene fra modellen, hva som tilhører hva/den aktivitet tilhører den elementet også videre.

Paviljong på 800m<sup>2</sup> skal utføres papirfritt