



UNIVERSITETET I AGDER

Integrasjon av engineering og produksjon i prosjektbasert mekanisk industri

En casestudie av verdikjeden til arbeidspakker og oppstrøms årsaksanalyse av sløsing, nedetid og feilretting i installasjon

KATSIARYNA TRYSTSEN

KATRINE STENVOLD ANDREASSEN

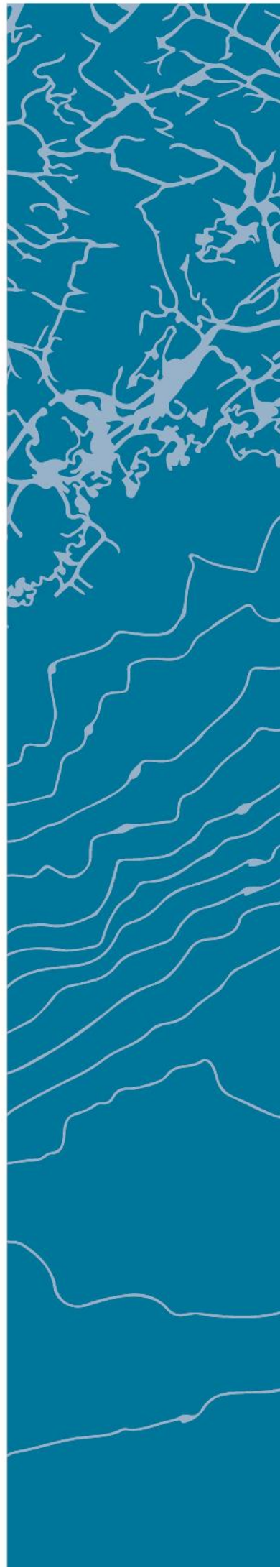
VEILEDER

Bo Terje Kalsaas (Universitetet i Agder)

Universitetet i Agder, 2017

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for ingeniørvitenskap



I. Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på studiet i industriell økonomi og teknologiledelse ved Universitet i Agder. Vi setter stor pris på samarbeidet med Nymo, og har fått gleden av å møte mange engasjerte, åpne og behjelpelige mennesker i løpet av vår tid hos bedriften.

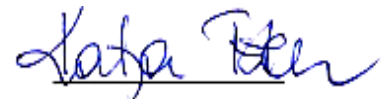
Vi vil spesielt rette en stor takk til våre kontaktpersoner på Nymo, Åsmund Knutson og Oddbjørn Haugeto som har bidratt med sin kunnskap og brukt sin tid på å hjelpe oss med store og små spørsmål gjennom hele semesteret. Vi vil også takke Even Ask og Erik Ehli for sin deltakelse i arbeidsgruppemøtene, samt Espen Wang Johannessen, Trygve Davidsen, Bjørn Heggelund, Tommy Hansen Schartner, Sven Magne Larsen og Erik Thygesen som sa seg villige til å bli intervjuet, og som delte sine erfaringer og kunnskap med oss. En stor takk rettes også til Leif Henriksen og Kenneth Nordbø som tok oss så godt imot og lot oss observere installasjonsarbeidet ute i produksjon. Takk også til installasjonsarbeiderne som bidro med å fylle ut skjema, og gav mange gode innspill og hyggelige samtaler i løpet av observasjonstiden.

En stor takk rettes også til vår veileder Bo Terje Kalsaas for god veiledning og faglige innspill. Vi vil også takke den andre studentgruppen for godt samarbeid med erfaringsutveksling og hyggelige samtaler. Sist men ikke minst er vi svært takknemlige for all støtte og interesse fra de ansatte i bedriften.

Grimstad, 29.05.2017



Katrine S. Andreassen



Katsiaryna Trystsen

II. Sammendrag

Leverandørindustrien innen olje og gass er Norges nest største næring målt i omsetning. Den negative utviklingen med lav oljepris, lavere etterspørsel og som følge av det lavere aktivitetsnivå har ført til at selskapene innen oljeindustrien blir nødt til å jobbe med kostnadsreducerende tiltak for å kunne overleve i en tøff konkurransesituasjon.

Denne teoretisk informerte casestudien omhandler AS Nymo, som er en totalleverandør innen olje og gassindustrien og har omfattende erfaring fra prosjektering, innkjøp, konstruksjon, transport og installasjon av moduler for offshorevirksomhet. På lik linje med andre aktører i bransjen viser bedriften omstillingsevne ved at de reduserer kostnadsnivået, øker effektiviteten og har en målsetting om 40 prosent reduksjon av prosjektgjennomføringskostnaden. Redusering av sløsing og forbedring av flyt står sentralt i denne sammenhengen. Basert på dette ble det utarbeidet følgende problemstilling:

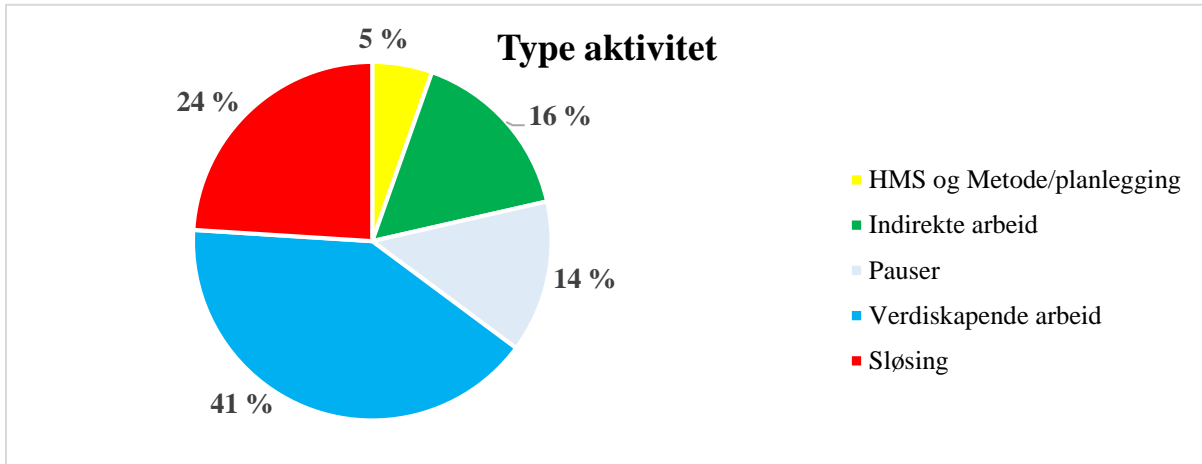
Hva er de viktigste rotårsakene til sløsing i produksjonen og hvordan kan flyten forbedres?

For å svare på problemstillingen har vi først målt sløsing i produksjonen. For å finne bakenforliggende årsaker til observert sløsing fulgte vi verdikjeden til arbeidspakker. Arbeidspakker går gjennom flere ledd og arbeidet med de foregår i samarbeid med flere avdelinger og kan derfor gi et godt grunnlag for å analysere og identifisere rotårsaker til sløsing.

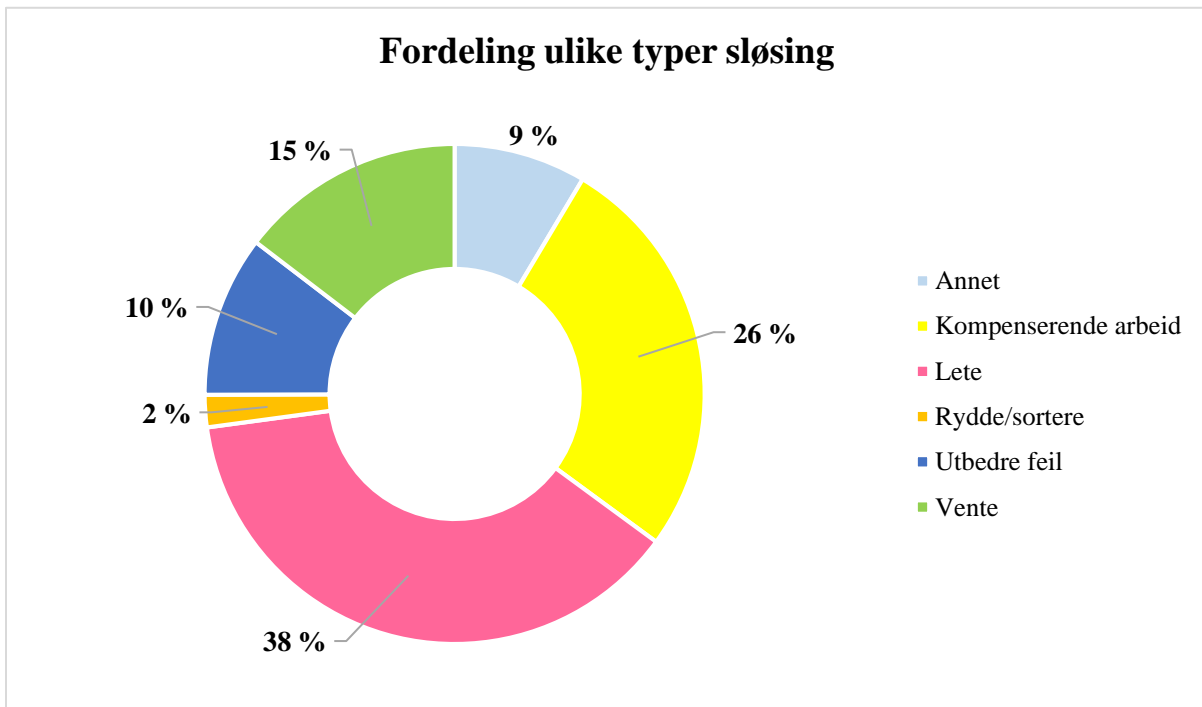
Det teoretiske grunnlaget for fortolkninger er basert på hovedbegreper fra Lean og Lean Construction med oppmerksomheten rettet mot flyt, sløsing, making-do (improvisering) og sunne aktiviteter. Det ble også lagt vekt på begreper som koordinering, kompleksitet og planlegging for å kunne belyse problemstillingen ytterligere og få en dypere forståelse av emnet.

To sentrale metoder for måling av sløsing og arbeidsflyt i produksjonen ble brukt: direkte observasjon og selvevaluering. Videre ble det brukt semi-strukturerte intervjuer med avdelingene installasjon, engineering, plan og fabrikkasjonsengineering for å kunne finne rotårsaker til målt sløsing og for å få innblikk i prosessene i bedriften. Resultatene fra innsamlet data sammen med det teoretiske grunnlaget ble brukt i analysen og besvarelsen av problemstillingen.

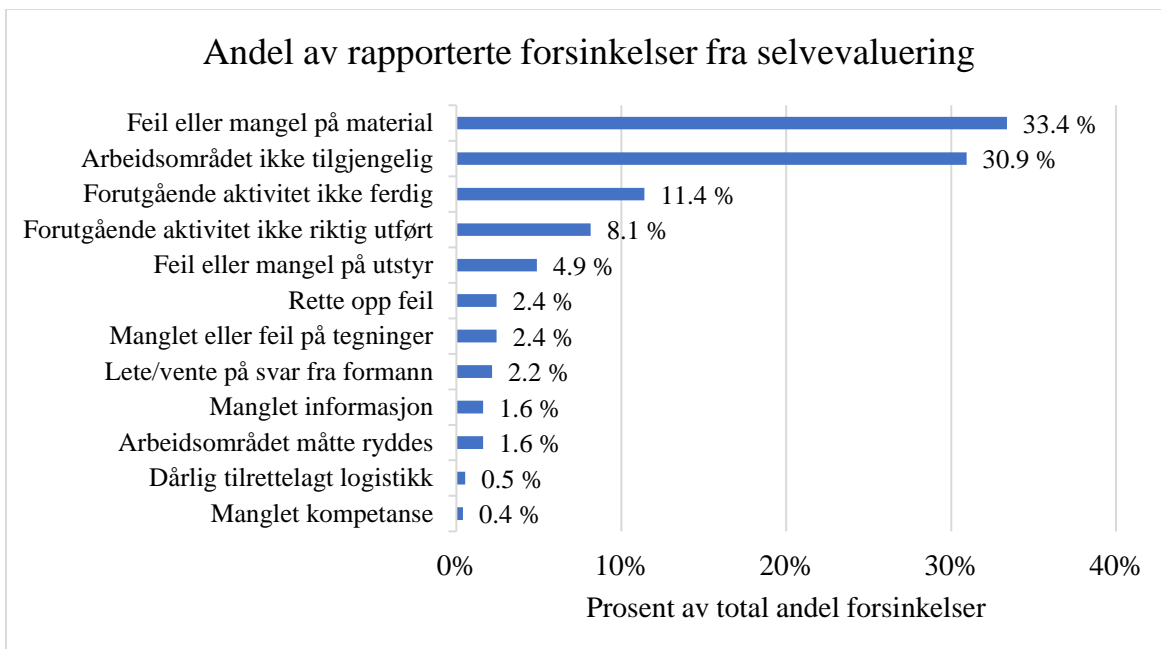
Gjennom 10 dager med observasjon av rørleggere i avdelingen for rørinstallasjon, utgjorde observerbar sløsing 24% av tilgjengelig arbeidstid. Den rapporterte sløsing fra selvevalueringsskjemaene var på 19%. Figur 0-1, Figur 0-2 og Figur 0-3 viser resultat fra observasjonsperioden samt fordeling av de ulike typene sløsing og hindringer.



Figur 0-1: Samlet resultat fra observasjonsskjema



Figur 0-2: Fordeling av ulike typer sløsing fra observasjonsskjema



Figur 0-3: Andel av rapporterte forsinkelser fra selvevaluering

Materialmangel og utilgjengelig arbeidsområde fremstår som de to største problemområdene i produksjonsfasen. Det store omfanget av usunne arbeidspakker i produksjonen bidrar til problemer med planlegging og koordinering, samt fører til mye making-do og sløsing. Making-do foregår i alle avdelingene, noe som fører til redusert flyt for arbeidspakkene gjennom verdikjeden.

Rotårsakene til sløsing i installasjonen er oppsummert i Figur 0-4.

- Rotårsaker til sløsing i casebedriften**
- Egne IPG prosessbeskrivelser og LPS metodikken blir ikke fulgt opp under hektiske perioder
 - Forutsetningene for sunne aktiviteter blir ikke tatt tak i tidlig nok i verdikjeden, men forskyves til produksjon
 - Materialbestilling blir gjort før designet er frys
 - Utilstrekkelig samarbeid på tvers av avdelinger
 - Making-do og improvisasjon er en vanlig måte å håndtere problemer på

Figur 0-4: Rotårsaker til sløsing i casebedriften

Som resultat av våre analyser har vi kommet opp med følgende forslag til forbedringer for Nymo:

- Å ha en dedikert prosessleder kan kanskje bidra til å unngå en del av problemene med å forankre Last Planner og IPG prosessen i organisasjonen, samt forbedre kommunikasjonen og samarbeid mellom avdelingene
- Etablere metodeteam som har ansvar for å opprette og vedlikeholde metodene gjennom hele prosjektforløpet
- Innføre jevnlig samarbeidsmøter på tvers av avdelinger. Mulige deltakere: planlegger, formenn, fabrikkasjonsleder, fabrikkasjonsengineering og engineering
- Tilrettelegge for tettere samarbeid for gjensidig avhengige fag, eksempelvis «pipe support» og «rør»
- Holde utviklingsmøter med fokus på å friskmelde aktiviteter tidligere i verdikjeden i tillegg til det som allerede holdes i produksjon
- Endre fokus fra sunne arbeidspakker til sunne oppgaver eller områder i de tilfellene der arbeidspakkene er store og strekker seg over flere områder
- Kjøpe plukklister noen dager før arbeidspakkene utgis slik at lager får tid å samle alt materiale, og komme med tilbakemeldinger dersom det er mangler eller feil
- Innføre 5s i prefabrikasjonshallene og på lager
- Etablere sjekkrutiner for innkjøpslister fra engineering for å minske antall feilbestillinger

III. Innholdsfortegnelse

I. Forord	I
II. Sammendrag.....	II
III. Innholdsfortegnelse.....	VI
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling og begrensninger.....	2
1.2 Oppgavens oppbygning.....	3
2 Teori.....	5
2.1 Prosjektledelse.....	5
2.2 Ledelse av komplekse prosjekter	7
2.3 Koordineringsteori	10
2.4 Cynefin – et rammeverk for bevisstgjøring og beslutningstaking	13
2.5 Lean.....	17
2.6 Transformasjons-, Flyt- og Verdiperspektiv i produksjonsteori	28
2.7 Last Planner System	33
2.8 Teoretisk analyse.....	37
3 Metode	41
3.1 Innledning.....	41
3.2 Casestudier	41
3.3 Forberedelser til datainnsamling	43
3.4 Intervjuer	45
3.5 Måling av arbeidsflyt i produksjon	46
3.6 Analyse av data	52
3.7 Validitet og reliabilitet.....	53
4 Casebedriften AS Nymo	55

4.1	Johan Sverdrup-prosjektet.....	56
4.2	Involverende Prosjektgjennomføring.....	59
5	Resultater fra datainnsamling.....	65
5.1	Resultater fra observasjon.....	65
5.2	Resultater fra selvevaluering.....	74
5.3	Resultater fra intervjuer.....	75
5.4	Vurdering av forskningskvalitet.....	81
6	Analyse og diskusjon.....	83
6.1	Kategorisering av årsaker til sløsing i produksjonen.....	83
6.2	Forutsetninger for sunne aktiviteter i produksjonen.....	93
6.3	Prosjektstyring, koordinering og planlegging.....	101
7	Konklusjon.....	115
7.1	Forslag til forbedringer.....	117
7.2	Teoretiske implikasjoner og forslag til videre forskning.....	118
8	Referanser.....	119
9	Vedlegg.....	125
9.1	Observasjonsskjema.....	125
9.2	Selvevalueringsskjema.....	126
9.3	Intervjuguide.....	128
9.4	Registrering av tid benyttet til ulike aktiviteter.....	129
9.5	Tabell for kategorisering av underkategorier og forutsetninger.....	130
9.6	Aktiviteter dag for dag.....	132

Figurliste

Figur 0-1: Samlet resultat fra observasjonsskjema	III
Figur 0-2: Fordeling av ulike typer sløsing fra observasjonsskjema	III
Figur 0-3: Andel av rapporterte forsinkelser fra selvevaluering.....	IV
Figur 0-4: Rotårsaker til sløsing i casebedriften	IV
Figur 2-1: Prosjektets livssyklus. Basert på Larson og Gray (2011)	6
Figur 2-2: Gjensidige avhengigheter (Thompson, 1967). Oversatt fra engelsk	8
Figur 2-3: Avhengigheter mellom multiple oppgaver og ressurser (Crowston, 1994, s. 8). Oversatt fra engelsk	12
Figur 2-4: Cynefin domener (Snowden, 2005). Oversatt fra engelsk.....	14
Figur 2-5: Lean-hierarkiet (Modig og Åhlström, 2012, s. 138). Oversatt fra engelsk.....	18
Figur 2-6: 7 forutsetninger for sunne aktiviteter (Koskela, 2000, s. 188). Oversatt fra engelsk ..	25
Figur 2-7: Kausaldiagram for sløsing (Formoso et al., 2015). Oversatt fra engelsk	28
Figur 2-8: Tredelt ledelse av konstruksjonsprosjekter (Bertelsen og Koskela, 2002, s. 5). Oversatt fra engelsk.....	32
Figur 2-9: Forskjellige planstadier i LPS (Hamzeh og Bergstrom, 2010), oversatt fra engelsk...	34
Figur 2-10: Teoretisk modell	40
Figur 3-1: Prosessen i Casestudier (Yin, 2009, s. 1). Oversatt fra engelsk	43
Figur 3-2: Konvergerende bevis med flere datakilder. Basert på figur fra Yin (2009, s. 117).....	44
Figur 4-1: Oversiktsbilde over AS Nymos lokaler i Vikkilen, Grimstad	55
Figur 4-2: Boreplattformen som leveres av Aibel i samarbeid med Nymo	56
Figur 4-3: Boreplattformens tre moduler	57
Figur 4-4: Boreenheten som bygges av Nymo	58
Figur 4-5: Verdiskapende prosesser hos AS Nymo.....	59
Figur 4-6: Oversikt over Nymos system for IPG (Kalsaas og Knutson, 2017)	60
Figur 4-7: 10 forutsetninger for en sunn fabrikkstart hos AS Nymo (Kalsaas, 2013a)	62
Figur 4-8: Telaris med definisjoner av objekt, punch og arbeidspakke.....	64
Figur 5-1: Samlet resultat fra observasjonsskjema	65
Figur 5-2: Fordeling av ulike typer sløsing fra observasjonsskjema	66
Figur 5-3: Fordeling av verdiskapende arbeid fra observasjonsskjema.....	67
Figur 5-4: Fordeling av indirekte arbeid fra observasjonsskjema	68

Figur 5-5: Resultat fra observasjonsskjema dag 1	69
Figur 5-6: Stålplate montert under ventilen på grunn av en tidligere revisjon	70
Figur 5-7: 3 av 4 sveis i merket område på bildet hadde feil.....	71
Figur 5-8: 4 av 4 sveis i merket området på bildet hadde feil.....	72
Figur 5-9: Andel av rapporterte forsinkelser fra selvevaluering.....	74
Figur 5-10: Sjekkliste fab.eng.....	77
Figur 6-1: Andel ulike kategorier leting	84
Figur 6-2: Mellomlager for smådeler rør	86
Figur 6-3: Leting etter rør i prefabrikasjonshallen.....	87
Figur 6-4: Andel ulike kategorier venting	88
Figur 6-5: Andel ulike kategorier kompensere arbeid	89
Figur 6-6: Andel uoppfylte forutsetninger fra observasjonsskjema	94
Figur 6-7: Andel uoppfylte forutsetninger fra selvevaluering	95
Figur 6-8: Årsakssammenhenger leting	98
Figur 6-9: Årsakssammenhenger venting	99
Figur 6-10: Årsakssammenhenger making-do og omarbeid.....	100
Figur 6-11: IPG møttestruktur hos Nymo (Kalsaas og Knutson, 2017)	103
Figur 6-12: Usunne input og output til de ulike avdelingene	111
Figur 6-13: Nettverk av sløsing	113
Figur 7-1: Årsaker til sløsing i casebedriften.....	116

Tabelliste

Tabell 2-1: Klassifisering av sløsing i konstruksjon (Bølviken et al., 2014). Oversatt fra engelsk	24
Tabell 2-2: TFV-modellen (Koskela, 2000, s. 89). Oversatt fra engelsk.....	30
Tabell 2-3: Interaksjon mellom fenomener innenfor de ulike produksjonskonseptene (Koskela, 2000, s. 92). Oversatt fra engelsk	31
Tabell 3-1. Hovedkategorier for måling av arbeidsflyt	48
Tabell 3-2 Mulige årsaker til forsinkelser/nedetid i løpet av en arbeidsdag (Kalsaas, 2012).....	51
Tabell 5-1: Livsløpet til arbeidspakkene det var planlagt å følge i observasjonstiden.....	73
Tabell 5-2: Fordeling av svar på spørsmål om arbeidsflyt fra selvevaluering.....	75
Tabell 6-1: Observasjonsskjema og forutsetninger for sunne aktiviteter	94
Tabell 6-2: Selvevaluering og forutsetninger for sunne aktiviteter	95
Tabell 6-3: Making-do og forutsetninger for sunne aktiviteter	96
Tabell 6-4: Uoppfylte forutsetninger i de ulike avdelingene	112

1 Innledning

Leverandørindustrien innen olje og gass er Norges nest største næring målt i omsetning, og består av flere enn 1100 selskaper¹. Industrien har utviklet seg gjennom 50 år med petroleumsvirksomhet i Norge og er i dag en høykompetent og internasjonalt konkurransedyktig industri. Olje og gassindustrien har vært under stort press de siste årene på grunn av synkende oljepris og lavere etterspørsel. Et betydelig lavere aktivitetsnivå har gitt store utfordringer for selskapene som leverer teknologi og tjenester til oljeselskapene. Stadig reduserte ordreserver gjør at disse selskapene nå tilpasser egen kapasitet gjennom omfattende nedskjæringer og effektiviseringsarbeid.

Nymo er en totalleverandør innen olje og gassindustrien og har omfattende erfaring fra prosjektering, innkjøp, konstruksjon, transport og installasjon av moduler for offshorevirksomhet. Bedriften har kontrakt på prosjektering og bygging av breenheten, Drilling Equipment System (DES), til boreplattformen Johan Sverdrup Drilling Plattform (JSDP) tilhørende første fase utbygging av Johan Sverdrup feltet på Utsirahøyden utenfor Haugesund. Nymo sin andel av JSDP er beregnet til 450 000 produksjonstimer.

Johan Sverdrup prosjektet pågår på Nymos produksjonslokaler i Grimstad under skrivingen av denne masteroppgaven, og det vil bli jobbet tett opp mot prosjektet i løpet av de 5 månedene som denne oppgaven er under arbeid.

Som leverandør til olje- og gassnæringen har også Nymo blitt nødt til å jobbe med tiltak for å redusere kostnadsnivået for å kunne overleve i en tøff konkurransesituasjon. Nymo og andre aktører i næringen viser omstillingsevne ved at de reduserer kostnadsnivået og øker effektiviteten. Statoil meldte under ONS 2016² at de har redusert kostnadene for å bygge ut første fase av gigantfunnet Johan Sverdrup med 20 prosent³. Det ligger dermed an til at utbyggingen for hele prosjektet får en prislapp på 99 milliarder kroner, 24 milliarder mindre enn i

¹ <http://www.norskpetroleum.no/utbygging-og-drift/leverandorindustrien/>

² Stiftelsen Offshore Northern Seas (ONS) er en norsk stiftelse som har som vedtektsfestet formål å være en møteplass for internasjonal energibransje. Arrangementet holdes i august annethvert år i Stavanger, Norge.

³ <https://www.tu.no/artikler/statoils-teknologidirektor-johan-sverdrup-er-ikke-en-kjedelig-kjempe/350854>

utbyggingsplanen. Sammen med kostnadsreduksjonene har dette bidratt til at den første fasen av Johan Sverdrup-utbyggingen nå har en balansepris på under 25 dollar fatet. Når også fremtidige faser er bygget ut vil feltet ha en balansepris på under 30 dollar fatet.

Nymo har en målsetting om 40 prosent reduksjon av prosjektgjennomføringskostnaden⁴. Reduksjon av såkalt «sløsing»⁵, det vil si blant annet nedetid, feilretting og andre barrierer som hindrer god og effektiv flyt, er et viktig ledd i Nymos arbeid for kontinuerlig forbedring og involverende prosjektgjennomføring. Dette kan bidra til å komme nærmere målet om kostnadsreduksjon. Arbeidet med å identifisere sløsing startet i 2012 i samarbeid med Universitetet i Agder. Det har blitt utført flere målinger av sløsing i bedriften siden den gang av tidligere masterstudenter. Fokuset her var rettet mot tall og identifisering av årsaker til sløsing knyttet direkte til avdelingene hvor målingene foregikk. I denne masteroppgaven skal vi gå et steg videre og forsøke å finne bakenforliggende årsaker til sløsing ved å studere verdikjeden til arbeidspakkene. Arbeidspakker går gjennom flere ledd og arbeidet med de foregår i samarbeid med flere avdelinger og kan derfor gi et godt grunnlag for å analysere og identifisere rotårsaker til sløsing.

1.1 Problemstilling og begrensninger

Det å identifisere sløsing i verdikjeden kan være et viktig element i arbeidet med å forbedre prosjektgjennomføringen hos Nymo. I denne masteroppgaven vil det bli gjort nye målinger for å se på situasjonen per 2017, men hovedfokuset i analysen vil være å avdekke rotårsakene til at sløsing har oppstått ved å studere verdikjeden til arbeidspakker og utføre oppstrøms årsaksanalyse av nedetid og feilretting i installasjon. Vanligvis finnes det en sammenheng mellom sløsing og flyt i produksjon. Ved å identifisere og fjerne årsaker til sløsing er det også mulig å forbedre flyten. Med utgangspunkt i dette ønsker vi å besvare følgende problemstilling:

Hva er de viktigste rotårsakene til sløsing i produksjonen og hvordan kan flyten forbedres?

⁴ Fra intern presentasjon hos Nymo; Kick-off IPG prosjekt, 2014.

⁵ Sløsing er en oversettelse av det engelske begrepet «waste», som er sentralt innenfor Lean-filosofien. Lean og begrepet sløsing beskrives nærmere i kapittel 2.5

Oppgaven er begrenset i tid og omfang, noe som har ført til at bestemte avgrensninger måtte settes. Oppgaven begrenses til installasjonsfasen på breenheten for fagdisiplinen «rør». Metodisk tilnærming for oppgaven er teoretisk informert casestudie. Datainnsamling er avgrenset til avdelingene installasjon, fabrikkasjongsengineering, plan og engineering, siden de er direkte involvert i utarbeidelse og utforming av arbeidspakker. I en mer omfattende studie ville det vært interessant å inkludere innkjøpsavdeling. Målingene av sløsing er begrenset til 10 dagers tidsperiode, hvorav alle målingene foregikk i installasjonsavdeling for rør.

1.2 Oppgavens oppbygning

For å svare på problemstillingen er oppgaven bygd opp på følgende måte:

Kapittel 1 Innledning innleder oppgaven med en presentasjon av bakgrunn for temaet og problemstillingen for oppgaven. Videre blir begrensninger definert og kapittelet avsluttes med en forklaring på rapportens struktur med en oversikt over kapitlenes innhold.

Kapittel 2 Teori beskriver oppgavens teoretiske rammeverk. Først vil vi identifisere hva kjennetegner prosjekter og ledelse av komplekse prosjekter, samt hvilken rolle koordineringsteori spiller for valg av planleggingsverktøy. Vi skal også se nærmere på begrepet kompleksitet og muligheter til å håndtere komplekse prosjekter ved hjelp av Cynefin rammeverket. Videre vil vi gjøre rede for Lean-filosofien generelt før vi går nærmere på begrepene sløsing, making-do og flyt. Deretter beskrives Transformasjons-, Flyt- Verdi- modellen og det utdypes videre hvorfor den kan være nyttig for ledelse av komplekse prosjekter. Kapittelet avsluttes med beskrivelse av Last Planner System planleggingsystem, og en teoretisk analyse med tilhørende teoretisk modell.

Kapittel 3 Metode presenterer en beskrivelse og begrunnelse for oppgavens metodebruk. Forskningsstrategi og undersøkelser gjort gjennom casestudie blir forklart. Deretter gis det en beskrivelse av metodetriangulering. Videre presenteres valgte metoder og deres fremgangsmåter, samt analyseverktøy for innsamlet data. Avslutningsvis presenteres begrepene validitet og reliabilitet.

Kapittel 4 Casebedriften Nymo gir en kort presentasjon av AS Nymo og pågående Johan Sverdrup prosjekt. Videre går vi inn på de verdiskapende prosessene hos Nymo, for så deretter å beskrive Involverende Prosjektgjennomføring, som er bygd på Lean og Last Planner prinsipper

og er basis for prosjektstyring i bedriften. Kapittelet avsluttes med en kort presentasjon av det nye kvalitetssikringssystemet, Telaris.

Kapittel 5 Resultater fra datainnsamling beskriver resultatene fra empirien, hvor vi trekker frem sentrale funn fra observasjoner, selvevaluering og intervjuer. Resultatene skal, i liket med det teoretiske rammeverket, bidra til oppnåelsen av oppgavens formål og besvarelsen av problemstillingen. Sammen med det teoretiske rammeverket danner resultatene grunnlaget for diskusjonen. Kapittelet avsluttes med en vurdering av forskningskvalitet på innsamlet data på bakgrunn av refleksjon rundt validitet og reliabilitet.

Kapittel 6 Analyse og diskusjon utgjør analysedelen til oppgaven, hvor vi diskuterer resultatene fra empirien med utgangspunkt i problemstillingen og det teoretiske rammeverket presentert i kapittel 2. Avdekkede problemer belyses i forhold til forutsetninger for sunne aktiviteter, making-do, Last Planner System og Cynefin rammeverket. Kapittelet rundes av med en avsluttende diskusjon om rotårsaker til sløsing i produksjon sett i lyset av making-do fenomenet i hele verdikjeden.

Kapittel 7 Konklusjon og videre arbeid konkluderer rapporten ved å gi svar på oppgavens problemstilling. Oppgaven avsluttes med forslag til forbedringstiltak, samt anbefalinger til videre arbeid innenfor temaet.

2 Teori

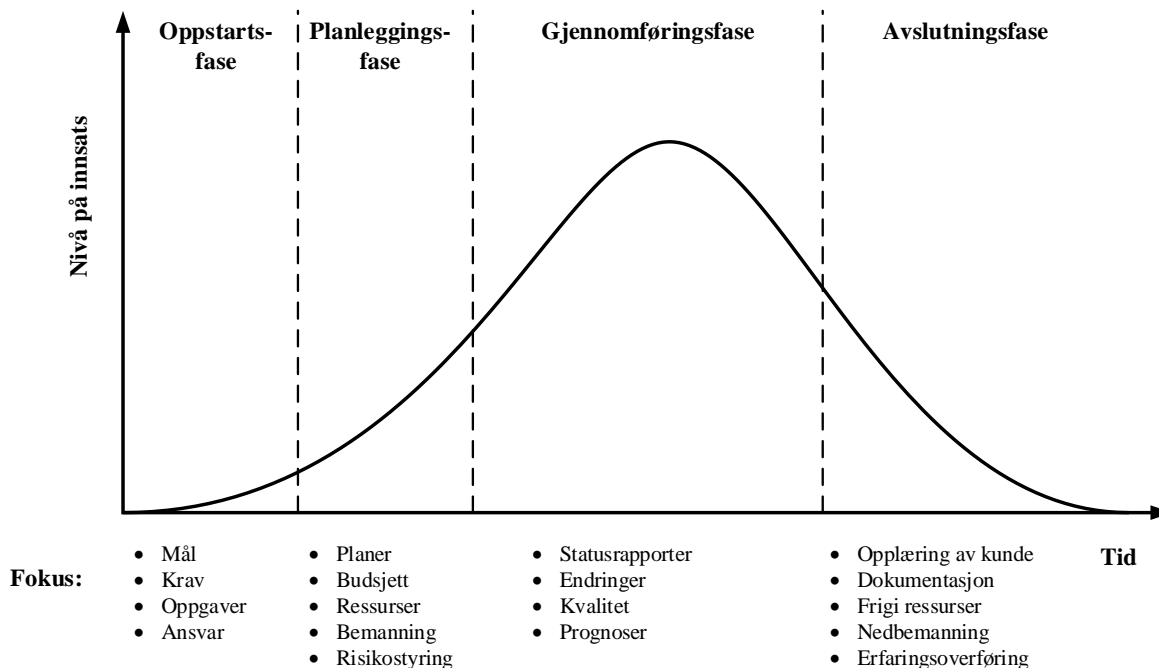
I dette kapittelet legges frem det teoretiske rammeverket for vår oppgave. Valgt teori skal bidra til å belyse relevante synspunkter på Lean, sløsing og flyt begrepene, samt fremheve sentrale aspekter som det bør tas hensyn til for å lykkes med gjennomføring av komplekse prosjekter. Teorien skal sammen med empiri bidra til svar på problemstillingen.

Kapittelet starter med en beskrivelse av kjennetegn ved komplekse prosjekter og hvilke faktorer som påvirker valget av styrings- og koordineringsmekanismer for en vellykket gjennomføring av slike prosjekter. Deretter omtales Cynefin rammeverket og hvordan det kan hjelpe med å ta riktige beslutninger angående ledelsesstil og håndtering av kompleksitet. Videre redegjør vi for utviklingen av Lean-filosofien og definerer sløsing, making-do og flyt begrepene, for deretter å beskrive transformasjon-, flyt-, verdi- modellen og hvordan denne kan brukes for styring av prosjekter. Siste del omhandler Last Planner System og dets bruksfordeler for planlegging og gjennomføring av prosjekter. Kapittelet avsluttes med en analyse av presentert teori og en modell laget på bakgrunn av den.

2.1 Prosjektledelse

Den teoretiske delen av oppgaven starter med definisjoner av begrepene innen prosjektledelse som er nødvendig for videre diskusjon og analyse.

I tradisjonell prosjektledelse forstås et prosjekt som et ordnet og enkelt, og dermed forutsigbart fenomen som kan deles inn i kontrakter, faser, aktiviteter, arbeidspakker og oppgaver som skal utføres mer eller mindre uavhengig av hverandre. Et prosjekt kan også bli sett på som en hovedsakelig sekvensiell, lineær prosess, som kan planlegges til en hvilken som helst detaljeringsgrad gjennom en tilstrekkelig innsats og utførelse i samsvar med planene (Bertelsen, 2004). Prosjektets livssyklus er en av de faktorene som skiller prosjektarbeid mest ut fra andre rutineoppgaver. Inndeling av prosjekter i faser varierer fra organisasjon til organisasjon og er avhengig av prosjektets art og størrelse (Karlsen og Gottschalk, 2005). Figur 2-1 viser en tradisjonell framstilling av prosjektets livssyklus, som omfatter fire prosjektfaser. I figuren er det også definert fokusområder for de forskjellige fasene.



Figur 2-1: Prosjektets livssyklus. Basert på Larson og Gray (2011)

Hovedformålet med oppstart av et prosjekt er å oppnå spesifikke mål og hovedoppgavene til en prosjektleder er å koordinere og integrere alle aktiviteter som er nødvendig for å nå prosjektets mål (Davis, 1983). Når prosjektets arbeidsomfang er blitt definert og prosjektplan utarbeidet, er prosjektet i gang med gjennomføringsfasen. Det er da viktig at prosjektlederen styrer utførelsen i riktig retning for å oppnå de målene som er satt opp. Prosjektstyring dreier seg om å planlegge og følge opp gjennomføringen av prosjektet og er en kontinuerlig prosess som vil pågå til prosjektet er avsluttet (Karlsen og Gottschalk, 2005).

Graden av suksess for et prosjekt kan vurderes ut ifra 3 dimensjoner: tid, kostnad og kvalitet. Tid og kostnad begreper er enkle å forstå, mens kvalitet kan ha flere fortolkninger. I oppgaven tar vi utgangspunkt i definisjonen til NS-EN ISO 9000 standarden. Den definerer kvalitet som «*hvilken grad en samling av iboende egenskaper oppfyller behov eller forventning som er angitt, vanligvis underforstått eller obligatorisk*» (Gundersen, 2014). Videre er det viktig å skille mellom begrepene kvalitetsstyring og kvalitetssikring. Kvalitetsstyring kan defineres som «*koordinerte aktiviteter for å rettlede og styre en organisasjon når det gjelder kvalitet*» (Beggerud, 2010). En effektiv styring av kvaliteten krever dermed at ansvaret for kvaliteten integreres i alle funksjoner og avdelinger. Dette kan gjøres ved hjelp av blant annet kvalitetssikring, som kan defineres som sannsynligjøring av «*at kravene til kvalitet blir oppfylt*

gjennom å dokumentere prosessene og sørge for at prosessene følges» (Iden, 2013). Med andre ord, er kvalitetssikring en del av et større system, som handler om kontroll av at et produkt eller tjeneste er i samsvar med forventninger til kvalitet.

Kvalitet er og har vært en av de viktigste faktorer for å vurdere prosjektets suksess, men dagens utvikling tilsier at det bør vurderes andre kriterier for å vurdere prosjekter og deres gjennomføring (Atkinson, 1999). Det er i dag stor bevissthet om at prosjekter ikke gjennomføres kun for å skape verdi for selve bedriften, men også for samfunnet, kunder og brukere. Fokuset retter seg mot helheten og hvordan verdi kan skapes med, blant annet, mindre bruk av ressurser og uten sløsing (Kalsaas, Bølviken og Klakegg, 2017). Prosjektene begynner å bli større og betydelig mer komplekse enn for noen år siden og kan ikke lengre bli ansett for sekvensielle og lineære. Tradisjonell planlegging holder dermed ikke for en effektiv prosjektgjennomføring. Dette skal vi argumentere for videre i kapitlet.

2.2 Ledelse av komplekse prosjekter

I løpet av de siste femti årene har konstruksjonsbransjen endret seg enormt i forhold til størrelse og kompleksitet av prosjektene, som resultat av bransjefragmentering. Dette krever effektiv koordinering mellom prosjektdeltakere og påvirker samtidig prosjektledelsesprosessene. Prosjektpartnere må forholde seg til store mengder informasjon som stammer fra ulike interessenter, slik som eiere, designere, entreprenører, underentreprenører, leverandører, banker og statlige enheter (Alaloul, Liew og Zawawi, 2016). Koskela (2000) har sammenliknet konstruksjonsprosjekter med prosjekter i andre industrier og konkluderte med at deres særegenheter er at:

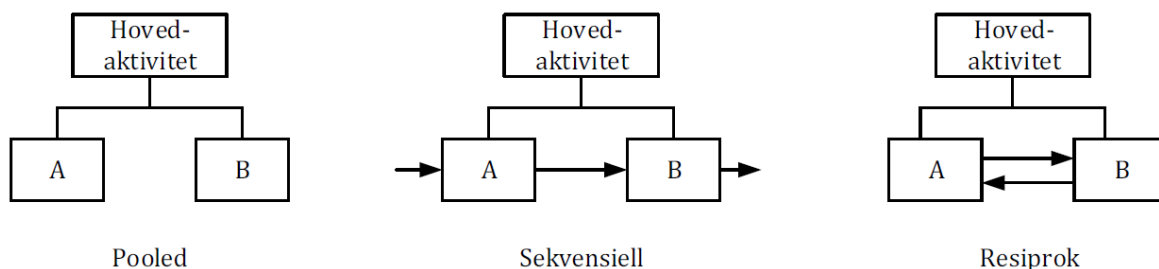
- Prosjekter utføres av et sammensatt lag, som kan variere på hvert prosjekt
- Hvert prosjekt er vanligvis «one of a kind» - en unik prototype
- Hvert prosjekt gjennomføres på stedet, og blir utsatt for vær og spesielle forhold

Egenskaper ved et prosjekt bestemmer den nødvendige ledelsesmåten for en vellykket gjennomføring av prosjektet. Kompleksitet er en av slike kritiske egenskaper. Komplekse prosjekter krever et eksepsjonelt nivå av ledelse og anvendelsen av konvensjonelle prinsipper utviklet for vanlige prosjekter kan være upassende eller utfordrende (Baccarini, 1996).

Baccarini (1996) har forsket på kompleksitet i prosjekter og definerte begrepet som «*consisting of many varied interrelated parts and can be operationalized in terms of differentiation and interdependency*». Forfatteren påpeker også at det er viktig å skille mellom organisatorisk og teknologisk kompleksitet.

Konstruksjonsprosjekter kjennetegnes vanligvis ved involvering av flere separate og ulike organisasjoner, som for eksempel konsulenter og entreprenører, for en begrenset tidsperiode. Dette fører til opprettelse av en midlertidig organisasjonsstruktur, som kan differensieres både vertikalt og horisontalt. Vertikal differensiering vil si den hierarkiske strukturen, slik som antall nivåer i organisasjonen, mens den horisontale handler om antall enheter (avdelinger, grupper) innen strukturen. Større differensiering fører dermed til høyere organisatorisk kompleksitet. En annen egenskap av organisatorisk kompleksitet i prosjekter er graden av operasjonsavhengigheter og samhandling mellom prosjektets organisatoriske elementer (Baccarini, 1996).

Thompson (1967) beskriver tre forskjellige typer avhengigheter i en kompleks organisasjon. Disse er sekvensielle, resiprokale og «pooled» (Figur 2-2).



Figur 2-2: Gjensidige avhengigheter (Thompson, 1967). Oversatt fra engelsk

Pooled avhengigheter er de minst komplekse, og betyr at aktivitetene har liten eller ingen innvirkning på hverandre. Aktivitetene kan utføres uavhengig av hverandre, men de er gjensidig avhengige på den måten at dersom en av de feiler, kan hovedaktiviteten være i faresonen (Thompson, 1967). Denne type avhengighet er noe man kan finne mellom enkelte avdelinger i organisasjonen som kan utføre aktivitetene sine uten å bli påvirket av hva den andre avdelingen gjør, selv om de begge jobber mot det samme forretningsmålet og visjonen til organisasjonen. Sekvensielle avhengigheter har sterkere bånd, og de følger hverandre tidsmessig. Det vil si at den

ene aktiviteten må ferdigstilles før den neste kan starte. Resiprokale avhengighet betyr at en aktivitet er avhengig av utfallet til en annen aktivitet. Output fra aktivitet A blir input for aktivitet B (Thompson, 1967). En organisasjon har gjerne en blanding av disse tre avhengighetene, og man må ta stilling til type avhengighet ved koordinering av aktivitetene.

Teknologi kan defineres som en transformasjonsprosess, som konverterer input til output og som innebærer utnyttelse av materialer, teknikker, ferdigheter og kunnskap. Teknologisk kompleksitet av gjensidig avhengighet kan omfatte avhengigheter mellom oppgaver, et nettverk av oppgaver, samt ulike teknologier og ulike lag. Teknologiske avhengigheter, på samme måte som de organisatoriske, kan også defineres som pooled, sekvensielle eller resiprokale. Teknologisk kompleksitet ved differensiering referer til variasjon eller mangfold i noen aspekter av oppgaver, slik som (Baccarini, 1996):

- Antall og mangfold av input og/eller output
- Antall av separate og ulike aktiviteter eller oppgaver
- Antall spesialfelt (for eksempel underleverandører eller bransjer) involvert i prosjektet

Kompleksitet i konstruksjonsprosjekter har blitt studert fra forskjellige perspektiver, noe som har ført til en veletablert kunnskap om at differensiering og avhengighetsforhold skal administreres ved integrasjon, det vil si ved koordinering, kommunikasjon og kontroll (Baccarini, 1996).

De vanlige målene for et prosjekt er å fullføre prosjektet i tide, med ønsket kvalitet og innenfor det tildelte budsjettet. Det er imidlertid mangel på en etablert og velfungerende koordineringspraksis blant parter i mange konstruksjonsprosjekter. Videre kan det oppstå mange problemer i et stort prosjekt, noe som gjør det nødvendig å koordinere innsatsen til de involverte parter, inkludert eieren, entreprenører, designere, leverandører samt lokale myndigheter. Selv om koordineringsprosessen ikke er blitt klart definert frem til nå, blir den ansett som en av de mest kritiske prosjektledelsesfunksjonene som bestemmer passende handlinger for en vellykket prosjektgjennomføring. Koordineringsprosessen påvirker prosjektets resultat og ikke minst prosjektets suksess. For effektiv styring av et konstruksjonsprosjekt må koordineringsprosessen brukes som en av de grunnleggende funksjonene i prosjektledelse (Alaloul et al., 2016).

2.3 Koordineringsteori

Det grunnleggende premisset i organisasjonsteori er at alle organisasjoner trenger koordinering. Koordinering innebærer å integrere eller koble sammen ulike deler av en organisasjon for å fullføre et sett med oppgaver (Van de Ven, Delbecq og Koenig Jr, 1976). Koordinering av avhengighetene mellom oppgaver utgjør et problem for mange organisasjoner på grunn av kompleksiteten i prosessene (Crowston, 1997). Det er derfor koordineringsteori spiller en viktig rolle for å kunne administrere avhengigheter i en prosess. Koordinering kan defineres som håndtering av avhengigheter mellom aktiviteter, som utføres for å oppnå et mål (Malone og Crowston, 1990). Formålet med koordineringsprosessen er å tilføre verdi til prosjektet, og forbedre effektiviteten ved å håndtere avhengigheter mellom prosjektoppgaver og parter involvert i prosjektet, samt en vellykket levering av prosjektet.

Ulike typer avhengighetsforhold krever forskjellige måter å koordinere på og der det finnes forskjellige typer avhengighet, kan vi forvente å finne ulike verktøy for å oppnå koordinering (Kalsaas og Sacks, 2011). Thompson (1967) definerte koordinering ved standardisering, ved gjensidig tilpasning og ved planlegging. Koordinering ved standardisering innebærer etablering av rutiner eller regler som begrenser handlingene til hver enhet eller fører deres handlinger i samsvar med de etablerte rutinene. Koordinering ved gjensidig tilpasning omfatter overføring av ny informasjon under en handlingsprosess og kan innebære kommunikasjon på tvers av hierarkiske linjer, men det kan ikke antas at den nødvendigvis gjør det. Jo mer uforutsigbar og preget av endringer situasjonen er, jo viktigere er det med koordinering ved gjensidig tilpasning. Koordinering ved planlegging referer til etablering av planer for gjensidig avhengige enheter, som skal styre deres handlinger (Kalsaas og Sacks, 2011).

Van de Ven et al. (1976) har identifisert tre fundamentale determinanter for valg av koordineringsmekanisme. Disse er usikkerhet i oppgaver, gjensidig avhengighet og størrelsen på arbeidsenheten. Usikkerhet i oppgaver henviser til vanskeligheten og variasjonen av arbeidet som utføres av en organisatorisk enhet. Dersom arbeidet er analyserbart og med lite variasjon, kan de fleste oppgaveaktiviteter være standardisert og programmert. Når oppgaven øker i usikkerhet, blir den vanskeligere å koordinere. Dette kan være på grunn av et større antall unntakstilfeller som oppstår, noe som gjør den vanskeligere å analysere (Van de Ven et al., 1976).

Gjensidig avhengighet på arbeidsenhetsnivå referer til i hvilken grad enhetens individer er avhengige av hverandre for å utføre deres individuelle arbeid. Thompson (1967) definerer avhengighet i form av arbeidsflyt og antyder at den kan måles ved å fokusere på flyt av arbeid, materialer og objekter mellom individer. Van de Ven et al. (1976) bygget videre på avhengighetsteorien til Thompson og kom frem til at et hierarki med økende nivå av gjensidig avhengighet mellom medarbeiderne kan bestemmes ved å observere om arbeidsflyten er: uavhengig (pooled), sekvensiell, resiprokal eller en del av et gruppearrangement.

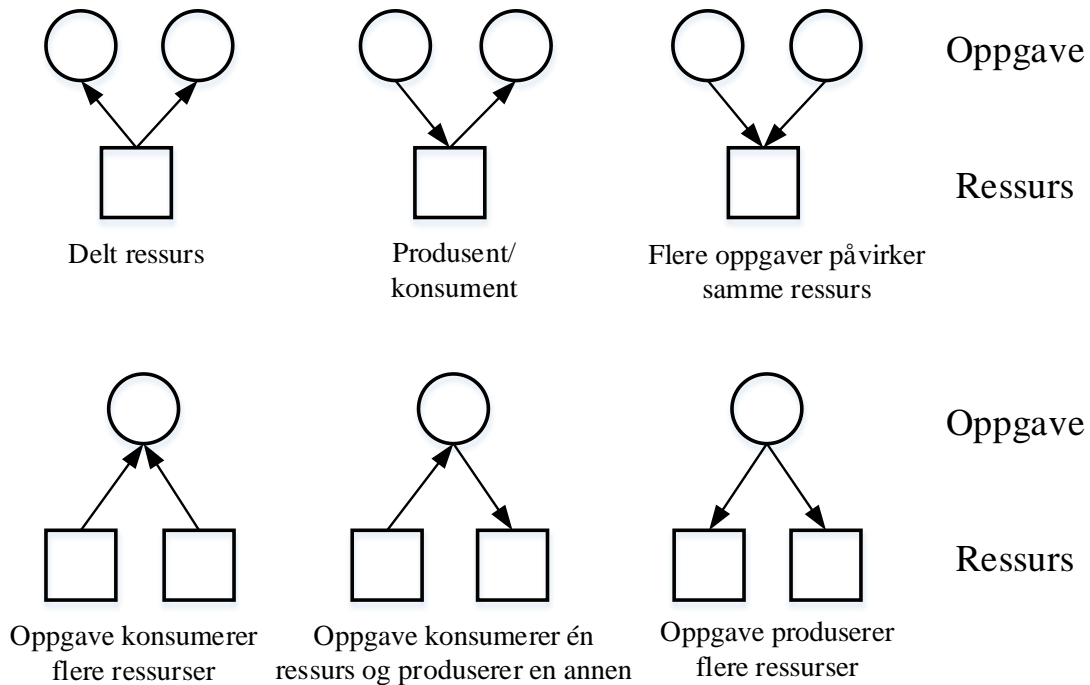
Gruppeavhengighet referer til situasjoner hvor mennesker jobber samtidig med samme oppgave, som for eksempel under en kirurgisk operasjon eller under en fotballkamp. Thompson (1967) antok at det også eksisterer et hierarkisk forhold ut ifra arbeidsflytsavhengighet, det vil si at pooled må finnes før den sekvensielle, og den sekvensielle før den resiprokale. Liknende forhold finnes også mellom koordineringsmekanismer med standardisering først, så planlegging og gjensidig tilpasning til slutt. Økende gjensidig avhengighet krever mer utarbeidete koordineringsmekanismer, som skal klare å knytte organisatoriske enheter sammen. Nærmere bestemt, fører pooled avhengigheter til standardisering, sekvensielle fører til planlegging, mens de resiprokale avhengighetene krever gjensidig tilpasning (Thompson, 1967; Van de Ven et al., 1976).

Den siste determinanten for valg av koordineringsmekanisme er størrelsen på arbeidsenheten, som indikerer antall aktører som medvirker eller er involvert i en oppgave. Effekten av denne determinanten er motsatt av det som er omtalt i de tidligere situasjonene. Usikkerhet og gjensidig avhengighet innebærer et skifte fra en programmert koordinering, slik som planer og standarder, til mellommenneskelige mekanismer, som gjensidig tilpasning. Økt størrelse på arbeidsenhet, i motsetning, fører til skifte til mer formaliserte mekanismer og informasjonssystemer, som en erstatning for mellommenneskelig kommunikasjon, som er lite hensiktsmessig eller umulig i store systemer (Van Fenema, Pentland og Kumar, 2004).

De sentrale begrepene i koordineringsteori ble foreslått av Malone og Crowston (1990), hvor selve teorien ble definert som «*a body of principles about how activities can be coordinated*» (Malone og Crowston, 1990). Teorien frembringer måter å studere og forbedre koordineringsprosesser på. Crowston (1994) diskuterte også ideen om å veksle mellom koordineringsmekanismer. Det kan være mulig å erstatte en mekanisme med en annen der det

finnes flere måter å koordinere en avhengighet på. Dette gir en måte å omstrukturere og forbedre prosesser, fordi ved å forstå hvilke erstatninger som er mulig, kan organisasjoner forbedre fleksibiliteten i sine prosesser.

Koordineringsteori fokuserer mer på avhengigheter mellom aktiviteter fremfor avhengigheter mellom aktører. Malone et al. (1999) har foreslått tre typer avhengighet mellom aktiviteter og ressurser: flyt, deling og egnethet. Flytavhengighet oppstår når en aktivitet produserer en ressurs for en annen aktivitet, deling oppstår når to eller flere aktiviteter bruker samme ressurs og egnet avhengighet referer til situasjoner hvor to eller flere aktiviteter produserer én ressurs. Crowston (1994) dekomponerte disse avhengighetene ytterligere. Forfatteren har først foreslått to kategorier av koordineringskomponenter: oppgaver og ressurser. Oppgaver inkluderer aktiviteter og mål, mens ressurser omtaler alt som blir brukt eller påvirket av oppgaver, slik som aktører eller deres arbeid og materialer. Ut i fra dette, kan koordinering bli definert som en mekanisme for å håndtere problemer forårsaket av avhengigheter mellom oppgaver, mellom ressurser og mellom oppgaver og ressurser. De forskjellige avhengighetene definert av Crowston (1994) mellom multiple oppgaver eller multiple ressurser er presentert i Figur 2-3.



Figur 2-3: Avhengigheter mellom multiple oppgaver og ressurser (Crowston, 1994, s. 8). Oversatt fra engelsk

Alle de perspektivene omtalt over presenterer kategoriseringer av avhengigheter som er nyttige i forbindelse med varige og stabile strukturer. Det er ikke overraskende at organisasjonsdesign og tradisjonelle prosjektplanleggingsmetoder har viet en betydelig mengde oppmerksomhet til disse typer koordineringsmekanismer, men de ulike koordineringsmekanismene og klassifisering av avhengigheter tar ikke opp de dynamiske egenskapene til oppgaver, som er dominerende i komplekse prosjekter (Cataldo et al., 2006). Koordineringsoppgaver og krav endrer seg vanligvis i løpet av et prosjekts livssyklus (Bailetti, Callahan og DiPietro, 1994). Koordineringsteori omhandler primært eksplisitt koordinering, og er ikke egnet for prediksjon, selv om den er nyttig for å identifisere avhengigheter og koordineringsmekanismer (Strode, 2012). Tradisjonelle planleggingsmetoder basert på koordineringsteori tar hensyn bare til sekvensielle avhengigheter mellom oppgaver, selv når det er tegn på resiproke avhengigheter (Kalsaas og Sacks, 2011). Manglende evne til å identifisere nye behov for koordinering og informasjonsutveksling kan hindre organisasjonens evne til å tilpasse seg endringer i dagens konkurransemiljø (Cataldo et al., 2006).

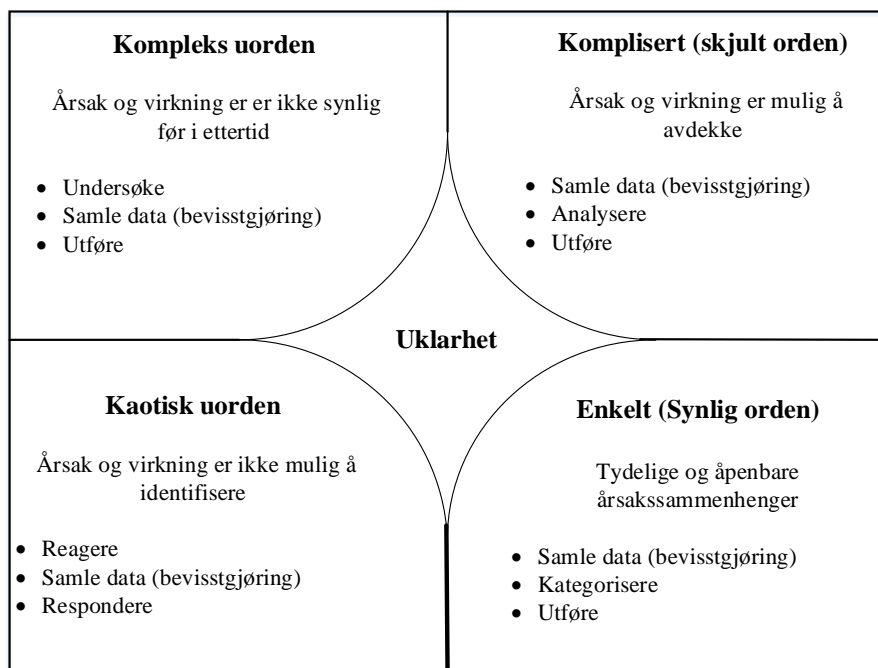
2.4 Cynefin – et rammeverk for bevisstgjøring og beslutningstaking

Cynefin er et Walisisk ord som beskriver stedet der man er født og oppvokst, miljøet man bor i og hvor man hører hjemme (Snowden, 1999). Det er et konsept som omhandler helhet, historie og felles kultur. Dette konseptet bruker Snowden (1999) for å beskrive hvordan suksessfulle organisasjoner har klart å etablere en felles forståelse for verdier og kultur. En organisasjons evne til å lage sin egen historie som definerer kulturen og dens plass i samfunnet er et nøkkelelement for suksess.

Cynefin som et rammeverk for bevisstgjøring og beslutningstaking, utviklet av Kurtz og Snowden (2003), skal hjelpe ledere til forstå konteksten de opererer i og diagnostisere problemer slik at de kan ta bedre beslutninger. Ofte kan ledere oppleve at ønsket resultat uteblir når man står ovenfor situasjoner som krever mange ulike beslutninger og tiltak (Snowden og Boone, 2007). Beslutninger baseres gjerne på fremgangsmåter som har vist seg å virke tidligere, men som kan vise seg utilstrekkelig når konteksten blir endret. Forfatterne mener at det er tid for å utvide det tradisjonelle synet på ledelse og beslutningstaking med et nytt perspektiv basert på kompleksitetsteori. Cynefin rammeverket er et hjelpemiddel til å sortere hendelser inn i fem ulike domener definert av deres årsak- virkningsforhold (Snowden og Boone, 2007). Ved å forstå

hvilket domene man befinner seg i kan ledere ta bedre beslutninger og unngå problemer som kan oppstå når deres foretrukne ledelsesstil ikke strekker til. Rammeverket er spesielt nyttig for å oppnå felles forståelse av situasjoner, som igjen gir grunnlag for å kunne samarbeide om å ta bedre beslutninger (Kurtz og Snowden, 2003; Snowden og Boone, 2007).

Figur 2-4 viser de fem domeneene i rammeverket: enkelt (synlig orden), komplisert (skjult orden), kompleks (kompleks uorden), kaos (kaotisk uorden) og uklarhet (disorder). De fire første krever at man diagnostiserer situasjonen og tar beslutninger basert på dette. Det femte domene, uklarhet, er når man ikke vet hvilket av de andre kontekstene problemet faller innunder. Hvert domene krever ulik fremgangsmåte og ledelsesstil. I tilfelle av uklarhet bør man dele opp problemet eller situasjonen i mindre biter for å lettere kunne plassere delene under det domene de hører hjemme (Snowden og Boone, 2007). I enkle og kompliserte kontekster forutsettes det en *orden*, og at det finnes en klar link mellom årsak og virkning. Linken trenger ikke være lett å se eller opplagt for alle, men man forutsetter at det finnes en slik link som kan bestemmes gjennom datainnsamling og analyse. I kompleks- og kaos domeneene, forutsettes det *uorden*, det vil si at det ikke er noen direkte og opplagt link mellom årsak og virkning. Med begrepet uorden menes ikke her fravær av orden, men refererer til en annen type orden som betyr at systemet vil endres i en eller annen form hvis man begynner å studere det (Snowden, 2005).



Figur 2-4: Cynefin domener (Snowden, 2005). Oversatt fra engelsk

Domenet enkelt karakteriseres av stabilitet og klare årsak- virkningsforhold som er lett merkbare for de involverte (Snowden og Boone, 2007). Beslutninger gjøres på bakgrunn av en etablert praksis som gjerne er definert i prosedyrer og standarder. Fremgangsmåte for å lede oppgaver innen dette domene kjennetegnes ved datainnsamling, kategorisering basert på tidligere erfaringer og deretter handling etter etablert praksis (Snowden, 2005). Funksjoner kan automatiseres og beslutninger kan lett delegeres fordi all nødvendig informasjon er tilgjengelig (Snowden og Boone, 2007). Problemer kan allikevel oppstå i disse enkle kontekstene. En fallgrube kan være at man feilaktig har kategorisert problemet i dette domenet gjennom overforenkling. Dersom man er vant til å operere i det enkle domene kan man også bli blind for endringer og overse nye synspunkter, noe som kan føre til at man ikke plukker opp signaler som tilsier at man beveger seg ut av den enkle konteksten. Det er verdt å merke seg at etablert praksis også betyr forhenværende praksis, og denne er ikke nødvendigvis riktig for fremtidige utfordringer.

Domenet komplisert kjennetegnes av at det kan finnes flere riktige løsninger for et problem (Snowden og Boone, 2007). Komplekse kontekster er ekspertenes domene. Selv om det eksisterer klare sammenhenger mellom årsak og virkning, så er ikke disse innlysende, og det kreves eksperter og kunnskap for å forstå de (Snowden, 2005). Fremgangsmåte for å ta beslutninger i dette domener er først å samle data, analysere de ved hjelp av eksperter og deretter handle. Det kan være mange måter å løse oppgaven på, men ved bruk av eksperter innen fagområdet kan ulike løsninger utredes før man tar en beslutning (Snowden og Boone, 2007). En fallgrube i dette domenet kan være arroganse og uvillighet til å tenke nytt, noe som kan hindre kreativitet og nytenkning. Beslutningstaking i det kompliserte domenet kan ofte ta tid, og man må inngå kompromiss mellom det å analysere muligheter og det å klare å ta en beslutning.

Dersom det riktige svaret er uklart og man må ta beslutninger basert på ufullstendig informasjon, befinner man seg mest sannsynlig i det komplekse domenet (Snowden og Boone, 2007).

Interaksjoner mellom flere agenter produserer mønster og en fremvoksende orden som kan forstås i etterkant (Snowden, 2005). Snowden og Boone (2007) mener at mange av dagens organisasjoner befinner seg innenfor det komplekse domenet. Enkelthendelser kan trigge uforutsette konsekvenser, og man kan ofte ikke se linken mellom årsak og virkning før i etterkant. Man kan allikevel finne mønster og sammenhenger i disse kontekstene, men man bør ha en avventende holdning til beslutninger for å klare å se hvordan veien videre forløper.

Fremgangsmåten i dette domenet blir derfor først å undersøke eller teste (probe), deretter bevisstgjøring og handling. En fallgrube her kan være at man forsøker å styre ved bruk av tradisjonell ledelse og kontroll fordi man blir stresset av følelsen av å ikke ha oversikt. Påtvunget kontroll i komplekse situasjoner vil ikke fungere, og man bør ta et steg tilbake for å få oversikt over situasjonen før man tar beslutninger. Komplekse problemer krever mer kommunikasjon og samarbeid enn de andre domenene (Snowden og Boone, 2007).

I kaotiske kontekster vil søking etter riktig svar være meningsløst fordi sammenhengen mellom årsak og virkning er ikke-eksisterende (Snowden, 2005; Snowden og Boone, 2007). Lederens oppgave i en kaotisk kontekst er først og fremst å handle raskt, enten ved å påtvinge orden eller å tilrettelegge forholdene slik at sammenhenger og mønstre kan fremtre. I etterkant kan man analysere situasjonen og kanskje finne mønstre som gjør at man kan unngå lignende hendelser i fremtiden (Snowden og Boone, 2007). Ledere som er gode på krisehåndtering har blitt hyllet for sin besluttsomhet og evne til å ta kontroll, men slike ledere kan ha mindre suksess dersom konteksten endres fordi de ikke evner å endre ledelsesstil (Snowden og Boone, 2007).

Van Beurden et al. (2013) bruker Cynefin rammeverket som basis for en gjennomgang av implikasjonene av komplekse problemstillinger innen helsesektoren, og ser på muligheten for å bruke det som et hjelpemiddel for å forstå de ulike stadier av et prosjekt i lys av de ulike domene. Forfatterne hevder at for prosjekter kan rammeverket brukes som en prosess for bevisstgjøring og forståelse av at systemene man jobber innenfor er i stadig bevegelse. Prosjektledelse og planlegging vil variere for hver del eller fase i prosjektet. Et problem kan lett bevege seg over grensene til de ulike domenene (Van Beurden et al., 2013). Aspekter av et uordnet komplekst prosjekt kan bevege seg inn i området for orden gjennom analysering, etablering av strategier, metoder, samt innføring av prosesser og prosedyrer. Ved å bryte ned et komplekst prosjekt i mindre deler som kan plasseres i ulike domener, så kan man finne ulike metoder for å håndtere problemene innen den konteksten de tilhører.

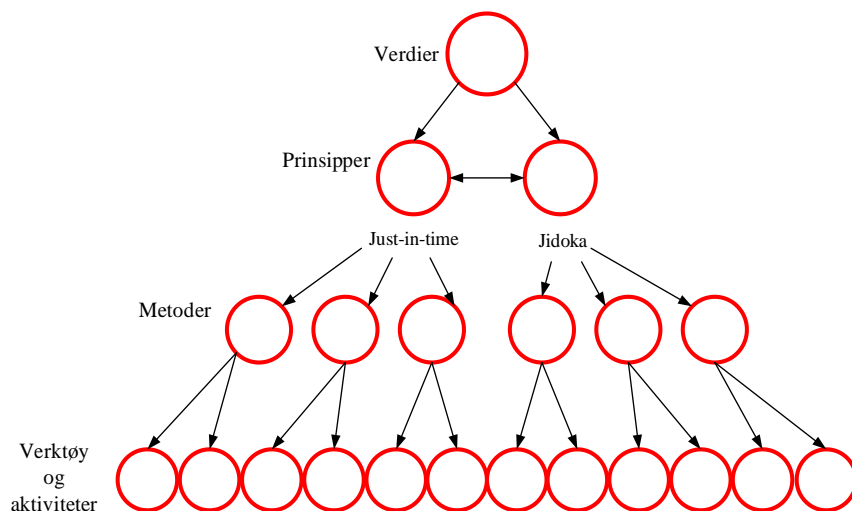
På bakgrunn av det overnevnte kan det trekkes en konklusjon om at det er behov for bedre planleggingsmetoder og verktøy, som kan håndtere resiproke avhengigheter som er dominerende i komplekse prosjekter. The Last Planner System (omtalt mer detaljert i kapittel 2.7) kan potensielt utvide fordelene med planlegging og muliggjøre bedre kontroll. Last Planner System (LPS) er basert på Lean-filosofien og dets hovedanliggende er å koordinere ressurser og

avgjørelser som tar sikte på å skape forutsigbarhet i produksjon for å redusere sløsing gjennom redusert variabilitet (Kalsaas og Sacks, 2011). Men LPS alene er, ifølge Kalsaas og Sacks (2011), ikke nok for å kunne håndtere de resiprokale avhengighetene, som er dominerende i konstruksjonsprosjekter. Graden av kompleksitet kan også by på utfordringer. Bruk av koordineringsteori og Cynefin rammeverket kan være gode hjelpemidler for identifisering av avhengigheter og graden av kompleksitet og samtidig bidra til en mer effektiv prosjektledelse og vellykket prosjektgjennomføring.

2.5 Lean

Grunnlaget for det man i dag kaller Lean ble utviklet av Toyota Motor Corporation i tiden etter andre verdenskrig, hvor de ble nødt til å gjøre noe med produksjonen for å overleve i en tid med økonomisk krise. Oljekrisen i 1973 ble etterfulgt av nedgangstider som påvirket organisasjoner over hele verden og Japans økonomiske vekst stoppet opp (Ohno, 1988). Eiji Toyoda og Taiichi Ohno, som jobbet i Toyota Motor Corporation, var drivere for utviklingsprosessen, og konkluderte med at masseproduksjon utført på samme måte den ble utført i USA ikke ville fungere i økonomiske nedgangstider (Ohno, 1988; Womack, Jones og Roos, 1990). Denne konklusjonen ledet til arbeidet med å utvikle det de kalte «The Toyota Production System» (TPS), som senere ble kalt «Lean Production». Før oljekrisen var det svært liten interesse rundt TPS, men i årene etter hadde Toyota, til tross for synkende profitt, allikevel større økning i inntekter enn andre bedrifter (Ohno, 1988). Dette førte til at interessen for The Toyota Production System økte.

Tankegangen innen Lean innebærer å spesifisere hva som gir verdi, for deretter å finne gode måter å jobbe på og prioritere aktivitetene på en best mulig måte (Womack og Jones, 2003). De verdiskapende aktivitetene skal utføres mest mulig effektivt og uten avbrudd. Lean gir mulighet for å kunne produsere mer, ved bruk av færre ressurser og kortere tid (Womack og Jones, 2003). Mange har prøvd å kopiere TPS systemet, og mange har også feilet i forsøket. Et problem er, ifølge Modig og Åhlström (2012), at man ofte blander sammen betydningen av verdier og prinsipper i Lean med spesifikke metoder og verktøy. Forfatterne presenterer en figur som visualiserer Lean-hierarkiet, vist i Figur 2-5. Lean består av et hierarki, der verdier står øverst. Verdiene som virksomheten vil satse på må deretter understøttes med ulike prinsipper, metoder og verktøy.



Figur 2-5: Lean-hierarkiet (Modig og Åhlström, 2012, s. 138). Oversatt fra engelsk

Ulike mål i de forskjellige lagene i hierarkiet, vil være med på å utvikle en Lean strategi for virksomheten. Hos Toyota var den viktigste verdien å alltid fokusere på kunden. Å tilfredsstille kundens behov skulle alltid prioriteres, og alle aktiviteter de gjorde skulle underbygge denne verdien. Prinsippene i Lean styrer hvordan bedriften bør tenke. De to hovedprinsippene i TPS er «Just-in-time» og «Jidoka» (Modig og Åhlström, 2012). Just-in-time handler om å skape flyt, ved å levere de riktige enhetene til riktig tid og i riktig mengde (Womack og Jones, 2003). Begrepet Jidoka innebærer å legge til rette for en transparent organisasjon, der alt er synlig for alle, og alle problemer kommer opp i dagens lys (Modig og Åhlström, 2012). Begrepet blir også omtalt som «autonomation» som betyr at maskiner og prosesser automatiseres, slik at avvik blir oppdaget uten at man må overvåke maskinene hele tiden (Womack og Jones, 2003). Metodene definerer hvordan man skal jobbe for å oppnå Jidoka og Just-in-time. En av de viktigste metodene hos Toyota var standardisering. Ved å standardisere arbeidsprosesser, vil man redusere variasjoner og skape grunnlag for flyteffektivitet. En annen vanlig metode er 5s⁶, som er en metode brukt for organisering av arbeidsplassen. 5s går blant annet ut på å fjerne alt unødvendig utstyr og rydde slik at alle verktøy og annet utstyr har sin faste plass som er tydelig merket og synlig fra arbeidsplassen (Womack og Jones, 2003). Andre metoder kan være visuell kontroll og verdistrømsanalyse. Nederst i hierarkiet har vi aktiviteter og verktøy som brukes for å lettere

⁶ 5s = sorting, structuring, shining, standardising, sustaining (Modig og Åhlström, 2012)

kunne gjennomføre metodene. Verktøy som ofte brukes er kanban⁷ og andontavler⁸. Modig og Åhlström (2012) poengterer at det er viktig å ikke legge for stor vekt på verktøyene i Lean, fordi ulike virksomheter kan ha nytte av ulike verktøy selv om de lever etter de samme verdier og prinsipper som ble beskrevet hos Toyota.

2.5.1 Flyt

Flytbegrepet er utstrakt i Lean, og har vært beskrevet og omtalt av mange. Flytbegrepet i teorien om tradisjonell Lean produksjon der man i hovedsak har lineære aktiviteter, varierer noe fra perspektivet til Lean Construction, hvor oppgavene er mer komplekse og har resiproke avhengigheter.

Å få til flyt i Toyota Production System innebærer blant annet etablering av direkte kommunikasjonslinjer og at man alltid skal gi utvetydige svar, samt sørge for at enhetene beveger seg gjennom verdikjeden uten unødvendige omveier eller stopp (Spear og Bowen, 1999). Man kan få kontroll på flyten ved å få arbeid til å bevege seg mellom produksjonsenheter i en gitt sekvens og hastighet (Ballard, 2000). Flyt er her et begrep som omhandler en enhets vei gjennom hele prosessen fra design til lansering, bestilling til levering eller fra råmateriale til overlevering til kunde. En flytenhet kan være materialer, informasjon eller mennesker og målet er å eliminere alle stopp i produksjonsprosessen (Womack og Jones, 2003). For å oppnå flyt må man tilpasse maskiner for å kunne omstilles raskt og de involverte må være i stand forstå hele prosessen. Arbeidet med å få til flyt kan kombineres med visuell kontroll for å oppnå det viktige prinsippet med at alle involverte må kunne se og forstå alle aspekter av operasjonen. Medarbeiderne må også være i stand til å overvåke sitt eget arbeid for å hindre at defekte deler kommer videre til neste steg. For å redusere variasjon og unngå feil bør operasjonene standardiseres. Womack og Jones (2003) presiserer at standardiseringen må utføres av arbeidslaget selv, og ikke av en gruppe ingeniører eller ledere som er distansert fra selve arbeidet.

I sin bok «A study of Toyota Production System» retter Shingo og Dillon (1989) oppmerksomhet mot forskjellen mellom begrepene prosess og operasjon. Prosess kan beskrives som objektets

⁷ Et kort som festes på utstyrsboksene for å signalisere behov for oppstrøms produksjon eller levering (Womack og Jones, 2003, s. 349)

⁸ Et system for å oppnå visuell kontroll, gjerne i form av en lysende tavle som viser produksjonsstatus (Womack og Jones, 2003, s. 347)

flyt, og operasjon som det faktiske arbeidet med å produsere produktet. Når vi ser på prosessen, ser vi en flyt hvor råmaterialer omdannes til det endelige produktet. Når vi betrakter operasjonen, ser vi det arbeidet som utføres for denne transformasjonen eller med andre ord et samspill og bevegelse av arbeidere og produksjonsmaskineri i tid og rom (Shingo, 1990; Shingo og Dillon, 1989). For å oppnå en grunnleggende forbedring av produksjonsprosessen, trenger vi å skille mellom produktflyt (prosess), og arbeidsflyt (operasjon) og analysere dem individuelt. Prosess og operasjon inneholder samme komponenter: prosessering, inspeksjon, transport og forsinkelser (Shingo, 1988, 1990). Kalsaas, Gundersen og Berge (2014) beskriver flyt i operasjon som arbeidsflyt, og flyt i prosess som materialflyt. Grensesnittet mellom prosess og operasjon diskuteres av Kalsaas og Bølviken (2010), hvor de illustrerer forskjellen på de gjennom aktiviteten transport. Aktiviteten transport sett på som en del av en prosess, innebærer objektets bevegelse fra en stasjon til en annen, mens transport sett fra perspektivet operasjon, er bevegelse av operatøren eller maskinen. Forsinkelse får dermed også ulik betydning, da forsinkelse i prosessen transport betyr at produktet stopper opp, mens forsinkelse i operasjonen transport vil si at arbeideren er forsinket mellom arbeidsstasjon (Kalsaas og Bølviken, 2010; Shingo, 1988).

Modig og Åhlström (2012) bruker begrepene flyt- og ressurseffektivitet, hvor høy flyteffektivitet betyr at man har en stor andel av verdiskapende tid i forhold til totaltid for flytenheten. Høy ressurseffektivitet derimot, innebærer at man har høy andel verdiskapende tid i forhold til en gitt tidsperiode, innenfor en spesifikk operasjon. Deres bruk av begrepene kan sammenlignes med Shingos oppdeling i prosess og operasjon. Flyteffektivitet handler om produktets eller objektets flyt gjennom prosessen (produktflyt) og ressurseffektivitet innebærer effektivitet for en gitt operasjon (arbeidsflyt). En maskin eller en operatør har høy ressurseffektivitet dersom den produserer maks antall enheter pr time, men det betyr ikke at flyteffektiviteten er høy. Flyteffektiviteten er høy dersom den produserte enheten beveger seg kontinuerlig gjennom alle operasjonene, uten unødvendige stopp mellom hver stasjon.

Flytbegrepet som beskrevet over utspringer fra produksjonsbedrifter hvor man har mest lineære aktiviteter, men i konteksten konstruksjon, har man en blanding av resiproke og lineære avhengigheter og aktiviteter (Kalsaas og Bølviken, 2010). Kalsaas (2013b, s. 5) definerer arbeidsflyt i konstruksjon som *«alle typer arbeid som utføres innenfor den tilgjengelige arbeidstiden – når hindringer som nedetid, feilretting og andre former for sløsing er trukket fra»*.

Kalsaas og Bølviken (2010) diskuterer hvordan flytbegrepene i prosess- og operasjonsperspektivet kan passe inn med hvordan arbeidet i et konstruksjonsprosjekt foregår. Prosjekter består av mange sub-prosesser som hver for seg har sin egen flyt, samtidig som alle sub-prosessene også skal inngå i hele prosjektets prosess. Dette gjør konstruksjonsprosjekter mye mer komplekse i forhold til linjeproduksjon, og det å få oversikt over flyten i en slik kontekst kan være utfordrende. I prosjektsammenheng kan prosessen forstås som den totale fremgangen i prosjektet, mens operasjon innebærer det arbeidet hvert enkelt fag utfører (Kalsaas og Bølviken, 2010). Operasjoner i prosjektvirksomheter kan deles i mindre arbeidspakker, som også har hver sin interne flyt gjennom prosessering, inspeksjon, transport og forsinkelser. Hver arbeidspakkes interne prosess kan igjen påvirke hele prosjektets framgang.

Prosess og operasjon kan fremstilles som variabler i en todimensjonal figur. Shingo mente at dersom man skal gjøre forbedringsarbeid, bør alltid prosessforbedringer ha første prioritet (Kalsaas og Bølviken, 2010; Shingo, 1988, 1990). Modig og Åhlström (2012) gjorde samme prioritering med begrepene flyt- og ressurseffektivitet. Disse to variablene ble også fremstilt i en todimensjonal figur, hvor flyteffektivitet må prioriteres før ressurseffektivitet når man skal gjøre en forbedringsprosess. Ifølge Koskela (2000) er motivasjonen bak Shingos prioritering at bedre prosessflyt fører til mindre behov for operasjonell forbedring, og dermed mindre investeringer i utstyr og fasiliteter, samt at ved en kontrollert prosessflyt vil implementering av ny produksjonsteknologi være lettere i etterkant. Kalsaas et al. (2014) utfordrer denne antakelsen, og poengterer at dette ikke nødvendigvis er riktig for komplekse konstruksjonsprosjekter, da disse har ulike karakteristika i forhold til tradisjonell produksjon. I konstruksjonsprosjekter vil det være flere gjensidige avhengigheter mellom fag, og mellom ulike leverandører. Gjennom å forbedre arbeidsmetoder og redusere variasjon vil man kunne oppnå større grad av forutsigbarhet i arbeidsflyten, som igjen vil påvirke prosessflyten positivt (Kalsaas et al., 2014).

Pull

I en verdikjede med god flyt kan produkter eller tjenester produseres raskere og mer effektivt, men det har ingen hensikt å jobbe med å forbedre flyt for produkter som kunden ikke vil ha. Å organisere produksjonen slik at man kun produserer akkurat det som neste ledd i verdikjeden etterspør og til riktig tid, kalles «pull» (Womack og Jones, 2003).

Begrepet pull er sentralt innen Lean, og assosieres gjerne med just-in-time prinsippet (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2015). Begrepet handler om at man ikke produserer noe som kunden ikke har sagt at han trenger, som beskrevet av Womack og Jones (2003, s. 24): «*That is, you can let the customer pull the product from you as needed rather than pushing products, often unwanted, onto the customer*». Litt utvidet, kan man si at pull ikke bare handler om eksterne kundebehov, men omfatter også interne kunder eller prosesser. Kalsaas et al. (2015, s. 2) definerer pull som: «*a downstream work process that pulls materials from an upstream process*». Ballard (2000, s. 3.10) skriver at: «*pulling allows materials or information into a production process only if the process is capable of doing that work*». Ballard omtaler her pull som et begrep innenfor planlegging av konstruksjonsarbeid, der han innfører begrepet «pull scheduling», som vil si at man bruker et pull-system for å planlegge videre arbeid, og for å bestemme hvilke arbeidsoppgaver som skal utføres i hvilken rekkefølge (Ballard, 2000). Pull i planleggingsarbeidet er et av prinsippene innenfor Last Planner System (LPS), som vil bli beskrevet nærmere i kapittel 2.7.

2.5.2 Sløsing

I Toyota arbeidet de med å systematisk øke flyteeffektiviteten og tilstrebet å eliminere all aktivitet som hindret god flyt og som ikke var med på å skape verdi for produktet. Slike ikke-verdiskapende aktiviteter kalles «*Muda*», som er det japanske ordet for sløsing (Womack og Jones, 2003). Motgiften mot *Muda* er, ifølge Womack og Jones (2003), Lean. For å eliminere sløsing må man først identifisere den, fordi den farligste formen for sløsing er den vi ikke gjenkjenner (Shingo, 1990).

Konseptet sløsing (engelsk «waste»), har vært brukt i forbindelse med produksjon siden begynnelsen av det 20. århundre og er en grunnleggende forestilling for Toyota Production System (TPS) og dets derivater, eksempelvis Lean produksjon (Koskela, Sacks og Rooke, 2012).

Sløsing er et av nøkkelbegrepene innen Lean produksjon og eliminering av den har i stor grad blitt brukt som en driver for forbedring i produksjonsindustrien (Viana, Formoso og Kalsaas, 2012). Sløsing kan defineres som bruk av mer ressurser enn det som er nødvendig eller et uønsket resultat av produksjonen (Formoso et al., 2015). Taiichi Ohno, som ansees for å være faren til TPS, forklarer at sløsing kan referere til alle elementene i produksjon som ikke tilfører

noe verdi, men øker kostnader. I sin bok *Toyota Production System: beyond large scale production* identifiserer forfatteren syv typer av sløsing: overproduksjon, overdrevent stort lagerhold, produksjon med feil/mangler, overprosessering, unødvendig transport, venting og unødvendig bevegelse. Overproduksjon er, ifølge Ohno (1988), den primære eller den mest betydelige av de overnevnte typene av sløsing og det er den som bør bekjempes først for å kunne oppnå gode resultater. Samtidig er det viktig å forstå hva sløsing er, hvorfor det oppstår og hvilke konsekvenser sløsing kan ha for produksjonen. Forfatteren prater om en såkalt «ond sirkel» av sløsing, som handler om at sløsing (primær) én plass i produksjonen kan føre til enda mer sløsing (sekundær) om den ikke blir eliminert.

Ohnos liste har blitt aktivt brukt for å eliminere sløsing i mange bransjer. Men erfaringen viser at den er mest anvendelig for industrien eller masseproduksjon, og tar ikke høyde for særtrekk ved prosjektbasert produksjon eller byggeprosjekter (Koskela, Bølviken og Rooke, 2013). Det er også viktig å merke seg at det inngår som regel en designfase i et prosjekt, i tillegg til at design ofte foregår parallelt med prosjektet, noe som fører til mye høyere grad av iterasjonskoordinering og -håndtering. For å kunne eliminere sløsing i de overnevnte prosessene oppstår det et behov for utvidelse av begrepet og dypere forståelse av dette.

Koskela et al. (2013) mener at det er mulig å dele de overnevnte 7 formene for sløsing inn i operasjonelle- og prosessrelaterte former for sløsing. Eksempelvis er venting og unødvendige bevegelser operasjonell sløsing, mens de andre fem er prosessrelaterte. Denne tanken stammer fra Shingo og Dillon (1989), som skiller mellom prosesser og operasjoner i produksjonen. Selv om prosessen består av en serie av operasjoner, kan ikke den anses som lineær, da det fører til feilaktig oppfatning at en forbedring av de enkelte operasjonene øker den totale effektiviteten av prosessen i hvilken de inngår. Derfor bør enhver produksjon bli sett på som et nettverk av funksjonelle prosesser og operasjoner, og det er viktig å forstå disse grunnleggende begrepene og deres interaksjon (Koskela et al., 2013). Koskela et al. (2013) innførte begrepet «chains of waste» eller kjeder av sløsing på norsk. Når vi undersøker én type sløsing i en prosess, kan vi også forvente å finne kjeder av sløsing. Med dette menes kjeder av årsaker og virkninger, hvor én type sløsing fører til en annen. For hele systemet behøver ikke hovedproblemet å være selve sløsing, men hele kjeden av sløsing som den skaper. Det er nettopp det Ohno (1988) refererte til som en ond sirkel av sløsing.

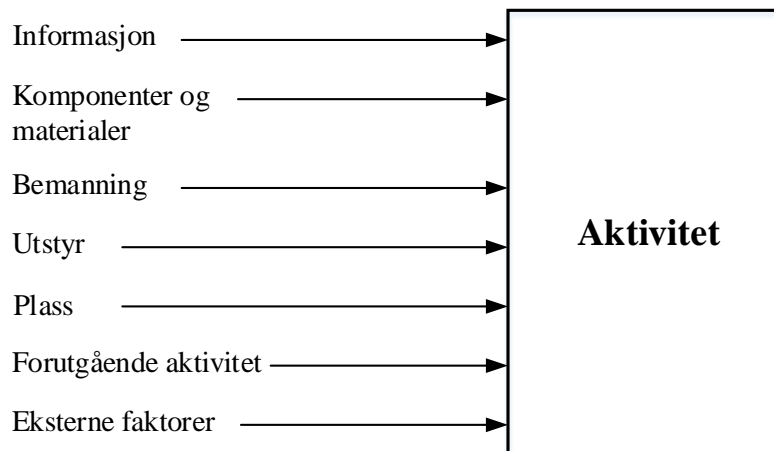
Bølviken, Rooke og Koskela (2014) mener også at Ohnos liste i hovedsak er relatert til masseproduksjon og har derfor jobbet med å utarbeide en klassifisering av sløsing basert på Transformasjon-Flyt-Verdi (TFV) produksjonsteorien (kapittel 2.6) Forfatterne har etablert tre kategorier: materialsløsing, tidstap og verditap, hvor materialsløsing er relatert til transformasjonsperspektiv, tidstap er relatert til flyt og verditap til verdiperspektiv. I transformasjonsperspektiv blir produksjon sett på som en transformasjon av råmateriale til et produkt ved hjelp av maskineri, energi og arbeidskraft, og sløsing blir derfor definert som unødvendig overforbruk av disse ressursene. I flytperspektivet er tid den fundamentale ressursen og sløsing blir da definert som bruk av mer tid enn det som er nødvendig. Her er det også viktig å skille mellom arbeids- og produktflyt og sløsing kan oppstå i begge typer. I verdiperspektivet fokuseres det på resultatet eller output av en produksjonsprosess heller enn på selve prosessen. Resultatet er i denne sammenhengen et ferdig produkt som er ment å bli brukt av kunden og være i samsvar med kundenes ønsker og krav. Samtidig kan det forekomme uønskede output i form av uønskede bi-produkter, eksempelvis farlig utslipp eller personskader. Ut i fra dette perspektivet blir sløsing sett på som verditap når produktet ikke blir brukt, er umulig å brukes som tiltenkt eller når det forekommer uønskede effekter med negativ verdi (Bølviken et al., 2014). På bakgrunn av dette ble det utarbeidet en klassifisering av ulike typer sløsing som er kompatibel både med byggeprosjekter og TFV produksjonsteorien (Tabell 2-1).

Tabell 2-1: Klassifisering av sløsing i konstruksjon (Bølviken et al., 2014). Oversatt fra engelsk

	Transformasjon	Flyt	Verdi
Produksjonsressurs	Materialer, maskiner, energi og arbeidskraft	Tid	
Type sløsing	Tap av materiell	Tap av tid	Tap av verdi
Sløsing	<ol style="list-style-type: none"> 1. Material-sløsing 2. Ikke optimal bruk av materialer 3. Ikke optimal bruk av maskiner, energi og arbeidskraft 	<p>I arbeidsflyt</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Unødvendig bevegelse (av folk) 2. Unødvendig arbeid 3. Ineffektivt arbeid 4. Venting <p>I produktflyten</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Område som det ikke jobbes i 2. Materialer som ikke blir prosessert 3. Unødvendig transport (av material) 	<p>Hovedprodukt</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kvalitetsmangler 2. Annen bruk enn tiltenkt <p>Biprodukt</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Farlig utslipp 2. Skader og arbeidsrelatert sykdom

2.5.3 Making-do

I senere tid ble en åttende type sløsing lagt til den originale Ohnos liste i et forsøk på å tilpasse den til byggeprosjekter. Koskela (2004) har forsket på et fenomen kalt «making-do», som ble videre definert som en type sløsing. Ideen stammer fra konseptet om en komplett utstyrspakke av Ronen (1992), som argumenterte for at et arbeid ikke bør starte før alle komponenter (komplett utstyrspakke) er på plass. Making-do referer dermed til en situasjon hvor en oppgave starter uten at alle de nødvendige innsatsfaktorene, slik som materiale, maskineriet, verktøy eller mannskap, er tilstede. Koskela (2000) mente at making-do kan være en av de største årsakene til sløsing i byggeprosjekter og har foreslått syv forutsetninger som skal være oppfylt for at en oppgave blir vellykket utført (Figur 2-6). Aktiviteter med oppfylte forutsetninger kalles for «sunne aktiviteter».



Figur 2-6: 7 forutsetninger for sunne aktiviteter (Koskela, 2000, s. 188). Oversatt fra engelsk

Det er også verdt å merke at det ikke alltid finnes et «ja eller nei» svar på om alle forutsetningene er oppfylt og i noen tilfeller kan det handle om at forutsetningen er tilstede, men ikke er optimal, eksempelvis når et arbeidsområde eller utstyr skal benyttes av flere simultant (Koskela, 2004).

Konseptuelt er making-do det motsatte av bufferlagring, det vil si at en forutsetning kommer på plass etter at prosessen er iverksatt og ikke før. Making-do forekommer hovedsakelig i situasjoner der det er mer ønskelig å sikre fremdriften ved bruk av suboptimale substitutter for manglende forutsetninger enn stopp i fremdriften. Fra et produksjonssystem-perspektiv som helhet, kan dette virke mot sin hensikt. De negative konsekvensene øker i stedet for å reduseres, samtidig som rotårsakene til manglende forutsetninger ikke blir håndtert eller funnet (Bølviken et

al., 2014). De potensielle konsekvensene av making-do kan være større mengde av varer i arbeid, lengre og variable ledetider, dårlig kvalitet og mer omarbeid, økte kostnader, behov for komplekse kontrollsystemer, samt nedgang i produktivitet og arbeiderenes motivasjon (Koskela, 2004; Ronen, 1992).

Making-do kan oppstå på alle stadier i et konstruksjonsprosjekt. Det starter gjerne med design på grunn av manglende eller udefinerte spesifikasjoner fra kunden. Dette føres videre til innkjøp, hvor materialer bestilles før designet er avsluttet noe som gjenspeiles igjen i prefabrikasjonsstadiet, hvor det ikke blir nok tid for ordentlig planleggingsarbeid på grunn av sen input fra design. Alle problemene som ikke ble sett eller lagt merke til i løpet av de overnevnte stadiene ender opp i installasjonen og skaper hindringer for progresjonen (Koskela, 2004).

Formoso et al. (2017) har forsøkt å identifisere og analysere making-do på byggeplasser ved hjelp av to casestudier gjennomført i forskjellige selskaper. Identifikasjon av making-do ble i undersøkelsen basert på to typer hendelser:

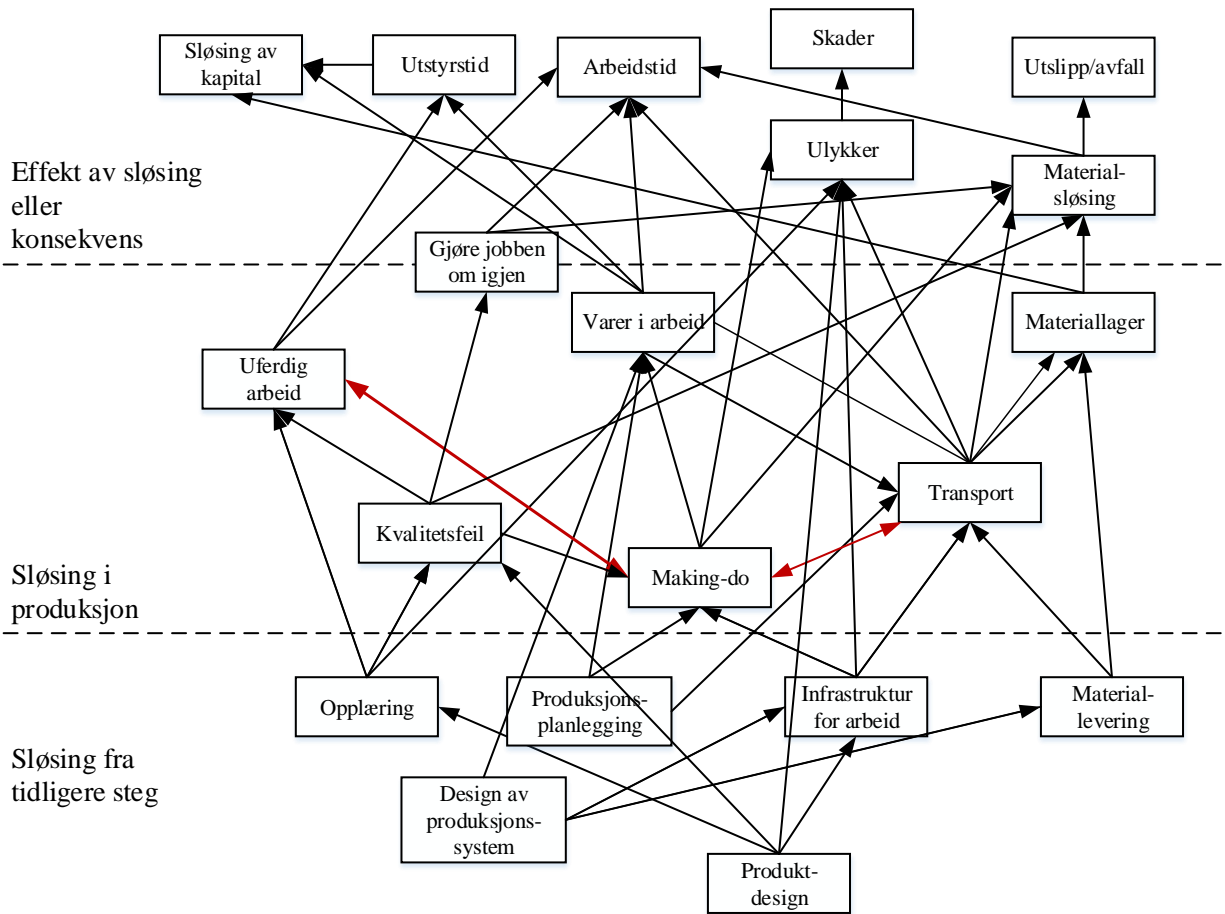
1. Improvisasjon fra arbeidere, som en engangshendelse ved utførelsen av bestemte oppgaver
2. Improvisasjon som skyldtes latente forhold, som arbeiderne ikke selv har direkte kontroll over

Forskjellen mellom disse typer improvisasjon er at den første typen skjer kun i en liten periode, mens den andre kan være mer langvarig og i noen tilfeller påvirke flere oppgaver. Gjennomførte studier gir indikasjon på at making-do kan være nokså høy og det er viktigere å forstå hovedårsakene til sløsing og identifisere forbedringsmuligheter fremfor generelle målinger.

I konstruksjonsprosjekter har man mye installasjonsarbeid som krever forskjellige input. For å få til flyt i denne prosessen beskriver Kraemer et al. (2007) viktigheten av å innfri de sju forutsetningene som må være tilstede før en aktivitet kan begynne. I Last Planner System, utviklet av Ballard (2000), er et viktig aspekt det å uforme kortsiktige planer der arbeid ikke blir tildelt uten at alle forutsetningene for sunne aktiviteter er på plass (Kraemer et al., 2007). Det betyr også å vektlegge fjerning av hindringer før de oppstår og er noe som er i fokus i utviklingsplanleggingen. LPS kan sies også å være en effektiv metode for å beskytte produksjon fra

oppstrøms variabilitet og å unngå making-do. Flere studier av innføring av systemet viser at hovedårsak til planleggingsfeil er dårlig styring av oppstrøms flytprosesser, slik som materialforsyning, prosjektering og oppsett av utstyr. Dette gjør det vanskelig å utføre oppgaver i kortsiktige planer på grunn av dårlig eller manglende input (Formoso et al., 2017).

Formoso et al. (2015) har forsøkt å identifisere de viktigste typer sløsing og deres årsaker i byggeprosjekter og skisserte ved hjelp av en konseptuell modell kausalforholdet mellom dem (Figur 2-7). Forfatterne har utvidet begrepet sløsing, og har kommet frem til at sløsing i byggeprosjekter kan deles inn i statisk, dynamisk og kompleks. Statisk sløsing er enkel og har enkel årsak, mens dynamisk forekommer på grunn av variasjon i prosessene og generer mer sløsing jo tidligere variasjonen oppstår. Relasjoner mellom forskjellige typer sløsing kan ta flere former, inkludert lineære kjeder, sykluser, og nettverk, mens sammenhengene mellom de kan være enten enveis eller interaktiv. Hvis én type sløsing i en syklus forårsaker flere andre, og de resulterende typer sløsing også er sammenkoblet, får vi et komplekst nettverk av sløsing. På bakgrunn av dette har det blitt utarbeidet en modell for representasjon av årsaksforhold mellom forskjellige typer sløsing med utgangspunkt i making-do og materialsløsing. Modellen viser at ved å angripe årsaken til eksempelvis making-do i tidligere stadier, kan man unngå sløsing og de problemene det medfører (Formoso et al., 2015; Kalsaas, 2017). Modellen er tilpasset for produksjonskontroll og viser de typer sløsing som bør være i fokus for eliminering av sløsing i produksjon. Hvis fokuset er en annen fase av byggeprosjekter, som for eksempel design eller innkjøp, bør det identifiseres andre kategorier (Formoso et al., 2015).



Figur 2-7: Kausaldiagram for sløsing (Formoso et al., 2015). Oversatt fra engelsk

Effekt av sløsing eller konsekvenser er dannet av tradisjonelle kategorier som er sterkt knyttet til virkningene av sløsing funnet i produksjonsprosesser. Sløsing i produksjon er kategoriene som er relevante for produksjonskontroll og hver kategori her har en årsak-virkning kobling med de andre kategoriene. I foregående produksjonstrinn er noen av de foregående produksjonsstadier representert, siden svikt i disse stadiene kan være en grunnleggende årsak til sløsing i produksjon. Det er viktig å kunne forstå forholdet mellom tidligere trinn i produksjonen og produksjonskategorier for utforming av strategier for eliminering av sløsing.

2.6 Transformasjons-, Flyt- og Verdiperspektiv i produksjonsteori

Koskela (2000) utforsker forholdet mellom flyt, verdi og transformasjon i sin modell for produksjon, TVF (Transformasjon, Flyt, Verdi) -modellen (Koskela, 2000). TFV-modellen beskrives nærmere i dette kapittelet etter en introduksjon om tidligere produksjonsmodeller som TFV modellen er basert på.

En produksjonsteori er preskriptiv og burde avsløre hvordan ulike handlinger påvirker produksjonsmålene (Koskela et al., 2002). Produksjon har tre typer mål. Første mål er å få produktene produsert, det andre er interne mål angående karakteristika til produksjonen, som kostnads- og effektivitetsmål. Det siste er mål som er relatert til eksterne kundebehov, som for eksempel kvalitet, brukervennlighet og robusthet. Det er i også tre mulige handlinger: (a) design av produksjonssystemet, (b) kontroll av produksjonssystemet for å kunne realisere produksjonen, og (c) forbedring av produksjonssystemet.

Det er i hovedsak tre etablerte modeller for produksjon som har utviklet seg i løpet av det 20. århundre (Koskela, 2000). Den mest dominerende modellen har vært *transformasjonsmodellen*. I transformasjonsmodellen ansees produksjon som en transformasjonsprosess, hvor transformasjonene igjen kan dekomponeres til mindre transformasjoner. Produksjon gjøres ved å transformere innsatsfaktorer til resultat og kostnaden kan minimeres ved å holde nede kostnaden til hver enkelt sub-transformasjon (Koskela, 2000). Transformasjonsperspektivet kritiseres for å ikke anerkjenne at det er flere elementer enn selve transformasjonene som er viktige for produksjon, eller at verdien til det man produserer ikke bare avhenger av selve transformasjonen, men avgjøres av kundene etter hvor godt man klarer å oppfylle deres behov (Koskela et al., 2002). Modellen anerkjenner heller ikke viktigheten av å unngå bruk av unødvendige ressurser (Kraemer et al., 2007).

Flytmodellen er en annen fremtredende modell. Den er basert på just-in-time prinsippet innenfor Lean produksjon. Flytmodellen handler om mer enn bare å transformere input til output. Den inkluderer i tillegg ventetid, inspeksjon og transport. Produksjonsteori basert på flytmodellen handler om å minimere steg i prosessen som ikke er nødvendig for transformasjonen. Kilder til forbedring i flytprosesser er å redusere ledetid⁹, variasjon og andelen aktiviteter som ikke gir verdi (sløsing) (Koskela, 2000).

Den tredje modellen kalles *verdimodellen*. I denne modellen er ikke transformasjonen det viktigste, men at resultatet korresponderer med ønskene og behovene til kunden. Verdi skapes dermed fra kundens synspunkt (Koskela, 2000; Kraemer et al., 2007). I verdimodellen er produktdesign et fokusområde fordi designet bestemmer attributtene til produktet, og er dermed

⁹ Ledetid = prosesseringstid + inspeksjonstid + ventetid + transporttid (Koskela, 2000, s. 58)

den viktigste fasen for å skape verdi for kunden. *Kontroll* av transformasjonen og flyten blir viktigere for å skape verdi for kunden enn den fysiske produksjonen. Konseptet produksjon fokuserer på interaksjonen mellom kunde og produsent, hvor spesifikasjonskravene settes av kunden, og verdien skapes av produsenten. Kilder til forbedring innenfor verdiperspektivet kan være å måle kundetilfredshet, for deretter å tilpasse produksjonen (Koskela, 2000).

Disse tre modellene har tidligere fungert som konkurrerende modeller, men Koskela (2000) mener de med fordel kan brukes i kombinasjon, se Tabell 2-2. Dermed kan modellene komplementere hverandre for å få en ny helhetlig modell, der de beste aspektene fra hver kan brukes sammen for å forbedre produksjonen.

Tabell 2-2: TFV-modellen (Koskela, 2000, s. 89). Oversatt fra engelsk

	Transformasjonsperspektiv	Flytperspektiv	Verdiperspektiv
Konseptualisering av produksjon	Transformasjon av input til output	En flyt av materialer, sammensatt av transformasjon, inspeksjon, transport og venting	En prosess der verdi for kunden skapes gjennom å oppfylle kundens ønsker og krav
Hovedprinsipper	Effektivisering av produksjonen	Eliminere sløsing (fjerne aktiviteter som ikke skaper verdi)	Eliminere verditap (oppnådd verdi i forhold til potensiell verdirealisering)
Metoder og praksis	Nedbryting av arbeidsoppgaver i mindre pakker (Work Breakdown Structure (WBS)), Logistikksystemer for materialhåndtering (Material Requirements Planning (MRP))	Kontinuerlig flyt, pull-system, kontinuerlig forbedring	Metoder for å fange opp kundekrav, og sikre at kravene gjenspeiles i produksjonen
Praktisk bidrag	Fokusere på det som må gjøres	Sørge for at unødvendige aktiviteter unngås	Sørge for at kundekrav oppfylles i størst mulig grad
Forslag til navn for praktisk anvendelse	Oppgaveledelse	Flytledelse	Verdiledelse

Hovedbidraget fra TFV modellen er at den bringer perspektivene transformasjon, flyt og verdi sammen, og at den bringer oppmerksomhet mot modellering, strukturering, kontrollering og forbedring av produksjonen fra alle disse tre perspektivene (Koskela, 2000; Kraemer et al., 2007). Transformasjonskonseptet bør brukes på den verdiskapende delen av produksjonen, flytkonseptet

på de ikke-verdiskapende aktivitetene og verdikonseptet for kontroll av produksjonen fra kundens synspunkt (Koskela, 2000). Det er dog ikke nok å bruke oppgave-, flyt-, eller verdiledelse som separate funksjoner, de må integreres og balanseres etter hvilken kontekst man befinner seg i. Bertelsen og Koskela (2002) foreslår noen veiledende regler for å vite hvilke prinsipper som bør brukes i en gitt situasjon:

- **Integrasjon:** De tre perspektivene er aspekter av samme fenomen, og derfor bør man anerkjenne alle tre i enhver ledelsessituasjon
- **Balansering:** Dersom man kommer over motstridende prinsipper, så bør det være en balansert avveining om hvilket man prioriterer
- **Synergi:** Det bør tilstrebes å skape synergi mellom de ulike prinsippene, og utnytte denne synergieffekten
- **Beredskap:** Det kommer an på situasjonen hvilket perspektiv som blir kritisk for suksess. Alle aspekter bør ikke nødvendigvis vektlegges like mye

De ulike perspektivene på produksjon påvirker hverandre, som vist i Tabell 2-3. De ulike perspektivene innebærer både divergerende og parallelle forslag for produksjonsforbedring, og man må nødvendigvis gjøre en avveining mellom de divergerende forslagene og prøve å skape en synergi mellom de parallelle (Koskela, 2000).

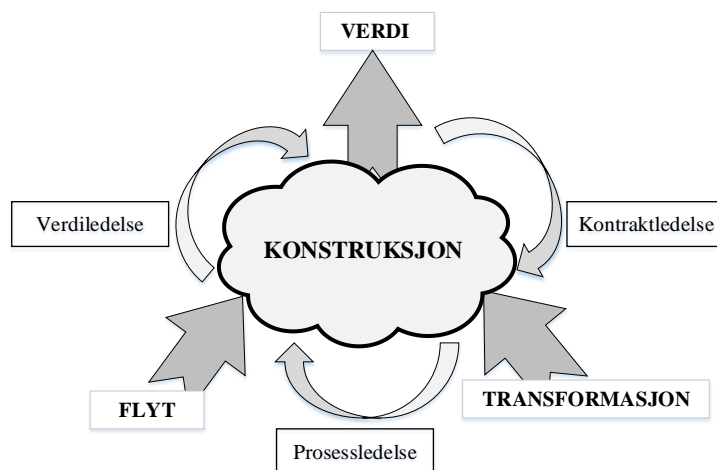
Tabell 2-3: Interaksjon mellom fenomener innenfor de ulike produksjonskonseptene (Koskela, 2000, s. 92). Oversatt fra engelsk

	Innvirkning på Transformasjon	Innvirkning på Flyt	Innvirkning på Verdi
Innvirkning fra Transformasjon		Kostbar transformasjonsteknologi vil føre til mindre variasjon	Kostbare innsatsfaktorer fører til et bedre produkt
Innvirkning fra Flyt	Flyt med mindre variabilitet krever mindre kapasitet. Det er enklere å introdusere ny teknologi for transformasjon dersom det er mindre variabilitet		Fleksible produksjonssystem gjør det lettere å håndtere variable krav fra kundene. Produksjonssystemer med mindre intern variabilitet er kapabel til å produsere enheter med bedre kvalitet
Innvirkning fra Verdi	Mer variable kundekrav gjør det vanskeligere å utnytte stordriftsfordeler og få høy ressurseffektivitet	Perfeksjon av interne kunde-leverandørforhold fører til mindre sløsing	

TFV konseptet går dypere enn tidligere produksjonsteorier, men Koskela (2000) poengterer samtidig at TFV modellen har sine svakheter siden den er oppdelt i tre, og sier at det kreves mer forskning for å etablere en fullstendig og enhetlig modell.

2.6.1 Ledelse av konstruksjonsprosjekter ved bruk av TFV-modellen

Tradisjonell prosjektledelse er utilstrekkelig innen konstruksjon fordi den fokuserer mer på å styre og kontrollere aktivitetene enn på arbeidsflyt (Koskela et al., 2002). Tradisjonell prosjektledelse forfølger oppgavene i prosjektet, og neglisjerer ofte verdimaksimering og minimering av sløsing. Kompleksitet og usikkerhet i konstruksjonsprosjekter stammer ofte fra mange konkurrerende og stadig endrede ønsker fra kunden. Implementering av TFV-modellen kan være gunstig ved slike komplekse prosjekter (Koskela et al., 2002). Bertelsen og Koskela (2002) har utformet en metode for å operasjonalisere TFV-modellen for konstruksjonsprosjekter. «The TFV model shows that construction should be understood as a generation of value for the client. This takes place through a series of processes; forming a workflow drawing on transformations delivered by the trade contractors under a contractual arrangement with the client – either directly or through a general contractor» (Bertelsen og Koskela, 2002, s. 4). De foreslår en tredelt styringsmodell for prosjektledelse som vist i Figur 2-8. Modellen viser at i prosjektvirksomheter er sammenhengen mellom verdi, flyt og produksjon ikke et lineært, eller ovenfra og ned- forhold, men derimot en loop av aktiviteter som er avhengige av hverandre. Modellen impliserer også at dette er en repeterende syklus, og at kontinuerlig forbedring må være en del av systemet.



Figur 2-8: Tredelt ledelse av konstruksjonsprosjekter (Bertelsen og Koskela, 2002, s. 5). Oversatt fra engelsk

Kontraktledelse er den tradisjonelle prosjektledelse, som styrer forholdet mellom kundens spesifikasjoner og arbeidsoperasjonene. Dette tilsvarer det som ble kalt oppgaveledelse i TFV-modellen. Kontraktledelse er mer fremtredende i konstruksjonsbransjen enn i produksjon, fordi man jobber med prosjekter med til dels unike arbeidsoppgaver. Oppgavene til kontraktlederen er å håndtere kontraktene, og sørge for at jobben blir gjort i henhold til disse. Målet for kontraktlederen bør være rettidig overlevering innenfor avtalt kostnad og kvalitet (Bertelsen og Koskela, 2002).

Prosessledelse fokuserer på å få en forutsigbar produksjonsflyt, hvor høy effektivitet er hovedmålet. Prosesslederen har ansvar for koordinering av produksjonsflyten, og dermed få produksjonssystemet til å produsere prosjektet som skal levere verdi til kunden. Suksesskriterier for prosesslederen er å unngå feil og eliminere årsakene til at feil oppstår. Ledelsesstilen som egner seg for denne typen er såkalt «myk ledelse», som går ut på å skape et godt samarbeidsklima mellom alle arbeidslagene, samt sørge for involvering. Tanken er at prosessen er ikke bedre enn det svakeste ledd, derfor må alle arbeidere involveres. Det viktigste formelle verktøyet innenfor prosessledelse er Last Planner System med PPU målinger (Bertelsen og Koskela, 2002).

Verdilederen har ansvar for å sørge for at verdien levert fra prosjektet tilfredsstillende kundens behov. Det er viktig å forstå kundens behov, og hva kunden ser på som verdifullt, både spesifisert og underforstått. Dette krever en leder som er i kontakt med marked og salg, og er god på relasjoner. Samtidig må man kunne lede på en hardere måte, når man skal få realisert behovene til kunden gjennom produksjonen. Endringsønsker underveis i prosjektet fra kunden er også verdilederens ansvar å få tilrettelagt (Bertelsen og Koskela, 2002).

Bertelsen og Koskela (2002) påpeker at det vil være mest hensiktsmessig å ha tre forskjellige personer til å lede de ulike områdene, da de tre ledelsespostene har forskjellig ansvarsområde og krever differensierte ledelsesstiler og metoder.

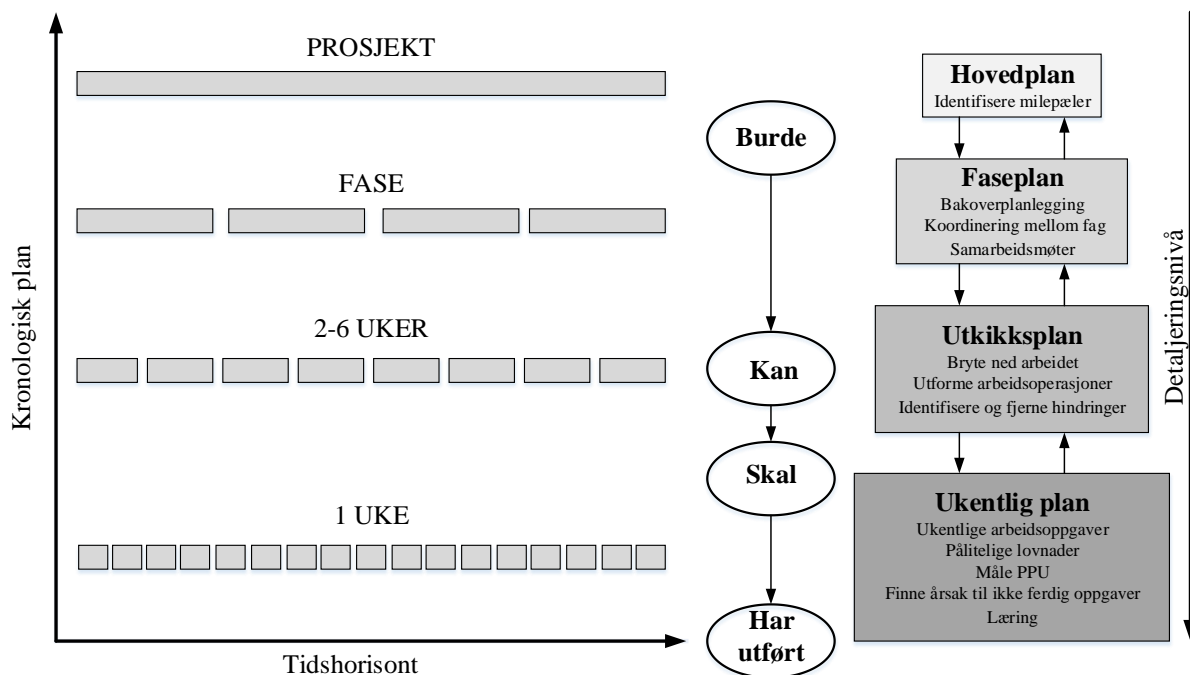
2.7 Last Planner System

Last Planner System (LPS) er en planleggingsmetode presentert av Ballard (2000) i doktoravhandlingen «*The Last Planner system of Production Control*». Ballard (2000) skriver at LPS startet som en metode for å øke produktiviteten og kvaliteten på aktiviteter i ukeplanen, men utviklet seg raskt til å inkludere utviklings- og faseplaner. Faseplanen er en viktig komponent i

systemet, da den kobler arbeidsstruktur og produksjonskontroll sammen, og fremhever konkrete delmål som prosjektet kan styres mot (Ballard og Howell, 2003).

LPS er en sentral del av Lean Construction, og sammenfaller med denne filosofien ved at den handler om involvering, fokuserer på prosess- og arbeidsflyt, og at visuelle hjelpemidler er en sentral del av planleggingen (Kalsaas, 2014). Systemet innebærer et skifte fra kontroll av arbeidere mot kontroll og planlegging av arbeidet som binder arbeiderene sammen (Ballard, 2000). I LPS planlegges det hva som *skal* og *kan* gjøres de neste ukene, dette innebærer en lovnad om gjennomføring mellom kolleger, i motsetning til tradisjonell planlegging, der noen høyere opp i hierarkiet planlegger hva som *bør* utføres (Ballard, 2000).

LPS støtter utviklingen av en metodikk for å håndtere planlegging for gjennomføring av komplekse prosjekter, ved å vektlegge prosesseffektivitet og fokus på måloppnåelse. LPS refererer til prosesser knyttet til utarbeidelse av en hovedplan, faseplan, utviklingsplan, og ukentlige arbeidsplaner, som vist i Figur 2-9. I tillegg inneholder den måling av prosentandel planlagt utført arbeid (PPU) og analyser av rotårsaker til at aktiviteter som ikke er fullført (Kalsaas, 2014).



Figur 2-9: Forskjellige planstadier i LPS (Hamzeh og Bergstrom, 2010), oversatt fra engelsk

Hovedplan er det øverste nivået, og er en oversikt over de viktigste milepælene for hele prosjektet. Hovedplanen ligner en del på konvensjonelle planer, men avviker på det punktet at den er ofte mye mindre detaljert enn i konvensjonell planlegging (Kalsaas, 2014).

Faseplan bygger på hovedplanen, og her planlegges aktivitetene mellom milepælene (Kalsaas, 2014). Man starter planleggingen ved dato for ferdigstilling av milepæl, og planlegger bakover ved å spørre seg hvilke forutgående aktiviteter som må være utført før gjeldene aktiviteten kan startes. Det skapes en pull-effekt, der den ene aktiviteten drar den foregående i gang (Ballard og Howell, 2003; Kalsaas, 2014). Tanken med bakoverplanlegging er at det skal bli lettere å se avhengigheter mellom aktivitetene, og dermed klare å koordinere de ulike aktivitetene bedre (Kalsaas, 2014). Denne fremgangsmåten kan være med på å synliggjøre unødvendige aktiviteter, og dermed redusere overproduksjon (Ballard og Howell, 2003). Det er verdt å merke seg at faseplanen inneholder alle fagdisiplinene som er involvert i prosjektet (Kalsaas, 2014).

Utkvikksplanen er en plan over 3-12 uker. Lengden på planen avhenger av prosjektets karakteristika, tilgjengelig informasjon, utstyr og ledetiden til materialer (Ballard, 2000). Planen har som formål å klargjøre aktiviteter slik at de kan utføres uten forstyrrelser. Slike aktiviteter kaller man «sunne» aktiviteter (Kalsaas, 2014). Man analyserer alle aktivitetene og avdekker begrensninger og hva som skal til for at de skal kunne utføres. Etterhvert som aktivitetene blir erklært sunne, overføres de til en arbeidsplan.

Arbeidsplanen har en horisont på 2-4 uker, og er multidisiplin. Denne flerfagligheten er i stor kontrast til tradisjonelle planleggingsmetoder. Flerfaglighet sammen med høy grad av medarbeiderinvolvering er noe av det unike med LPS. I arbeidsplanen er det viktig å legge inn aktiviteter som ikke drar ut i tid mer enn en uke ettersom man skal kunne måle antall utførte aktiviteter på ukesbasis (Kalsaas, 2014). Fra arbeidsplanen trekkes det ut PPU, som gir grunnlag for å kunne kontrollere at prosjektet er i rute. De aktivitetene som ikke ble fullført etter planen, skal analyseres for å finne årsaken til at de ikke ble fullført. Man benytter seg ofte av «5 hvorfor metoden», det vil si man spør *hvorfor* igjen og igjen for å avdekke bakenforliggende årsaker (Kalsaas, 2014).

LPS er et dynamisk system som er under utvikling (Kalsaas, 2014). Ulike bransjer har tatt LPS prinsippene i bruk, og følgelig fører det til tilpasninger for de enkelte brukerne. I Norge er en

vanlig tilpasning at LPS utvides til også å inneholde en lagsplan (Kalsaas, 2014). Lagsplanen er inndelt per fagdisiplin, og inneholder aktiviteter for 1-2 uker fram i tid. Denne planen er siste detaljeringsnivå, og inneholder informasjon om hvem (på personnivå) som skal utføre aktiviteten, og når den skal utføres. Lagsplanen fungerer som arbeidsinstrukser for et arbeidslag (Kalsaas, 2014).

Som en metode innen Lean brukes LPS for (Ballard, 2000; Hamzeh og Bergstrom, 2010):

- Planlegging i større detalj når tiden nærmer seg utførelse av arbeidet
- Utvikling av arbeidsplanen med dem som skal utføre arbeidet
- Å identifisere og fjerne arbeidspress fremover i tid som et team, å gjøre arbeidet ferdig og å øke påliteligheten av arbeidsplaner
- Å lage pålitelige løfter og en arbeidsutførelse basert på samordning og aktiv forhandling med handelspartnere og prosjektdeltakere
- Å lære av planleggingsfeil ved å finne årsaker til feilene og deretter innføre forebyggende tiltak

Et viktig prinsipp i LPS er at planleggingen skal utføres sammen med de som skal utføre arbeidet. Prosjektledelse i denne sammenheng betyr derfor mindre ekspertplanlegger og mer prosessleder rettet mot å få fattet beslutninger og avklaringer sammen med de som skal utføre arbeidet (Bertelsen og Koskela, 2002; Kalsaas, 2014). En slik type ledelse kan også virke motiverende for de involverte (Kalsaas, 2014).

Last Planner System utfordrer etablert praksis med detaljplaner fra ledelsen som presses på de som skal utføre arbeidet, samt fremmer samarbeid og læring. Metoden institusjonaliserer koordineringsoppgaver ved å gjøre de dagligdags (Hamzeh og Bergstrom, 2010). I tillegg kan LPS være med på å hindre lokal suboptimalisering av arbeidsoppgaver i og med at man legger til rette for å koordinere rekkefølgen gjennom samarbeid mellom flere fag, og dermed jobber for bedre arbeidsflyt gjennom både fase- og utviklingsplanen (Ballard, 2000).

AlSehaimi, Tzortzopoulos og Koskela (2009) har utarbeidet en rapport fra en undersøkelse utført i Saudi Arabia, hvor de innførte LPS i to pågående byggeprosjekter, og registrerte resultatene av PPU i løpet av en periode på 18 uker. Resultatene viste en betydelig oppgang i PPU på begge prosjektene etter innføringen. Selv om implementeringen av LPS viste et godt resultat, ble det

samtidig rapportert om flere problemer. Et av hovedproblemene var koordinering mellom mange underleverandører og mangel på kommunikasjon mellom dem. Det ble også nevnt problemer som mangel på dedikasjon og i noen tilfeller motivasjon, så vel som kulturelt betingete problemer.

LPS er et verktøy som krever lang implementeringstid og man kan ikke forvente raske resultater (Dombrowski, Zahn og Mielke, 2010). Det er nødvendig å tenke på hver eneste detalj av styringssystemet, slik som hvordan man jobber med leverandører og ikke minst personale. Man oppnår ikke gode effekter av LPS kun ved planleggingen alene. Motiverte arbeidere, og ikke minst motiverte ledere, som er villig til å dele sin beslutningsmakt, er essensielt for en vellykket implementering av LPS (Porwal et al., 2010).

2.8 Teoretisk analyse

Prosjektledelse på lik linje med alle typer produksjon har tre overordnede mål. Først og fremst er det målsatt å produsere tiltenkte produkter. Så kommer det interne mål, som kostnadsreduksjon og utnyttelsesgrad. Tilslutt har man eksterne mål relatert til kundens behov, som kvalitet, pålitelighet og fleksibilitet (Koskela og Howell, 2002). I tradisjonell prosjektledelse anses et prosjekt for å være et ordnet, enkelt og dermed forutsigbart. Et prosjekt kan også bli sett på som en hovedsakelig sekvensiell, lineær prosess, som kan planlegges på en hvilken som helst detaljeringsgrad gjennom en tilstrekkelig innsats og utførelse i samsvar med planene. Som konsekvens dominerer «ledelse som planlegging» ved gjennomføring av prosjekter (Bertelsen, 2003). Planene presenterer et idealisert lineært bilde av hva som skal skje, men ikke av det som faktisk skjer (Bertelsen og Koskela, 2004). Koskela og Howell (2002) har forsket på det underliggende teoretiske grunnlaget for prosjektledelse og har konkludert med at tradisjonell prosjektledelse er ikke tilstrekkelig for en vellykket prosjektgjennomføring.

Resiprokale avhengigheter, som er dominerende i komplekse prosjekter, skaper behov for nye metoder for koordinering og planlegging. Koskela et al. (2002) går så langt som å si at tradisjonell prosjektledelse er utilstrekkelig innen konstruksjon fordi den fokuserer mer på å styre og kontrollere aktivitetene enn på arbeidsflyt. Han foreslår implementering av TFV-modellen ved slike komplekse byggeprosjekter (Koskela et al., 2002). I TFV modellen er det viktig å ha ulikt fokus på prosjektledelse etter hvilket perspektiv av transformasjon, flyt eller verdi som skal styres. Flytperspektivet i produksjonsteorien krever en prosessleder som kan legge til rette for

samarbeid og kommunikasjon i prosjektet. Et av de viktigste verktøyene for prosesslederen er Last Planner System som er en planleggingsmetode basert på Lean-filosofien. LPS handler om involvering og fokuserer på å skape god flyt ved blant annet å fjerne hindringer for sunne aktiviteter gjennom utviklingsplanlegging.

Kalsaas og Sacks (2011) argumenterer for at LPS alene er ikke nok for en god arbeidsflyt i prosjektene og reduksjon av sløsing og påpeker mangel på et eksplisitt teoretisk grunnlag i forhold til koordineringsteori, som er basert på gjensidige avhengigheter mellom aktiviteter og ressurser. Forfatterens observasjoner antyder at koordineringsteori bygger på eksplisitt forståelse av at avhengigheter kan bidra til formuleringen og implementering av LPS. Systemet gir mange korrekte beskrivelser i forhold til gjensidige justering på tvers av bransjer i fase-, utviklings- og ukentlig planlegging. Det er imidlertid mindre utviklet i forhold til utførelse av ukentlig produksjonsplan eller lagsplan. Når den ukentlige arbeidssyklusen har begynt, forventes det at arbeidslag skal fullføre de oppgavene de har forpliktet seg til. Men som nevnt tidligere, har LPS ingen spesifikk metode for koordinering ved gjensidig tilpasning på dette stadiet. Daglige oppslagsmøter forbedrer systemets robusthet, men eksplisitt identifikasjon av gjensidige avhengigheter i henhold til koordineringsteori kan være en avgjørende faktor i deres suksess (Kalsaas og Sacks, 2011).

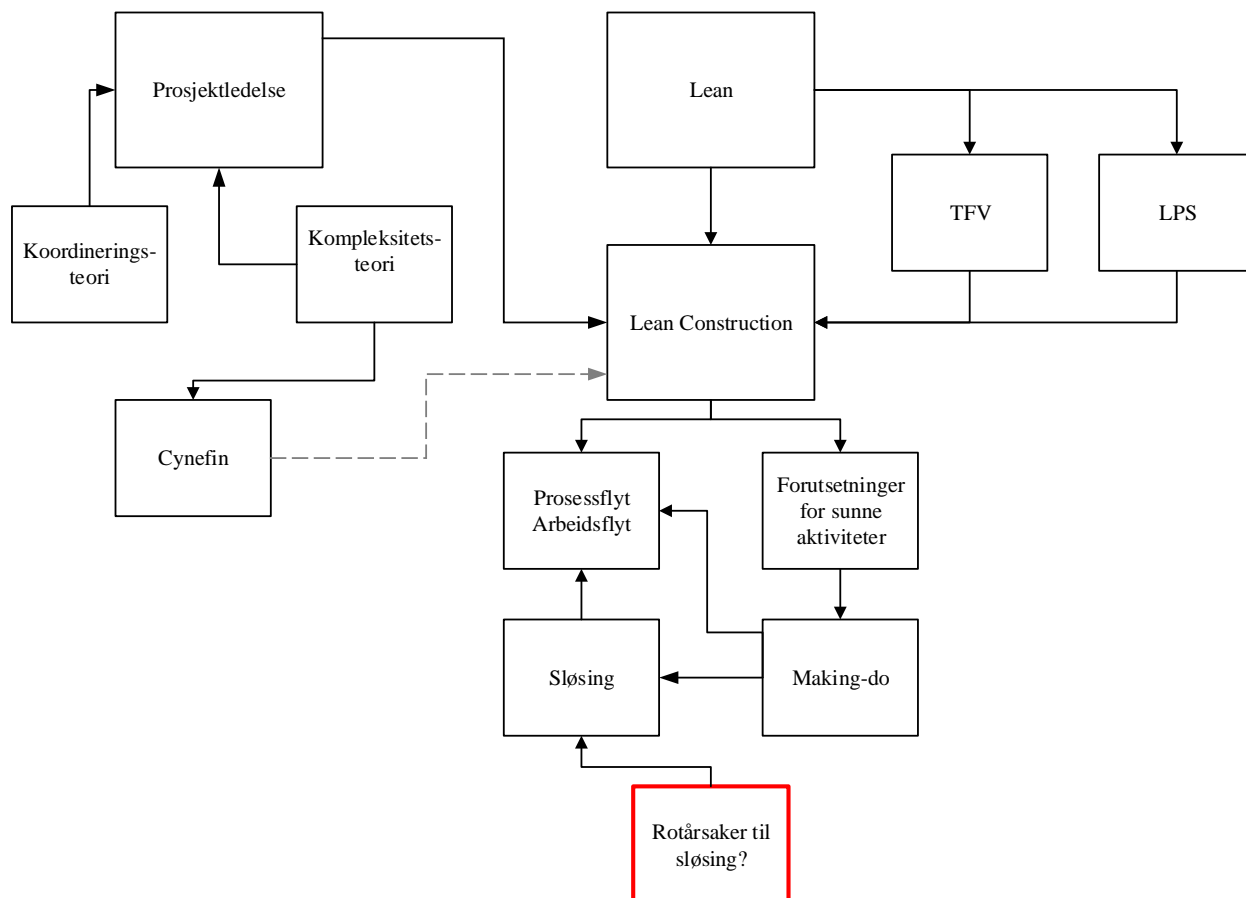
Bertelsen (2002) har forsket på både TFV-modellen og LPS og mente at disse to konseptene ikke har noen tydelig kobling. For å kunne koble de sammen er det nødvendig å tenke på et annet aspekt som kjennetegner konstruksjonsprosjekter. Prosjektledere må begynne å se på et prosjekt som et komplekst og dynamisk fenomen i en kompleks og ikke-lineær setting. Det er viktig å se på konstruksjon fra et kompleksitetsperspektiv. Kurtz og Snowden (2003) utviklet Cynefin rammeverket som et verktøy for å forstå hvordan man skal handle i situasjoner med ulike nivåer av kompleksitet basert på gjenkjenning av ulike typer årsak- og virkningsforhold. De fleste konstruksjonsprosjekter kan bli plassert i grensen mellom komplisert og komplekst som beskrevet i Cynefin rammeverket (Biton og Howell, 2013). Kompleksitet ser ut til å gi en ny forståelse av konstruksjonsprosessen og kan dermed være en inspirasjon for nye tilnærminger til prosjektledelse (Bertelsen, 2003). Biton og Howell (2013) argumenterer for at Cynefin rammeverk kan utvide det konseptuelle grunnlaget til Lean Construction. Det hjelper beslutningstakere med å forstå hvilke metoder og verktøy som sannsynligvis vil fungere i

forskjellige situasjoner. Samtidig retter rammeverket fokus mot samhandling og koordinering mellom mennesker involvert i prosjektene og hjelper med forståelse av det menneskeskapt miljøet og kulturen i organisasjonen. Selv om Lean Construction er basert på en tilnærming der samarbeid mellom mennesker styrkes, er det behov for en bedre forståelse av dette i forbindelse med Cynefin rammeverket (Biton og Howell, 2013).

Etableringen av termen Lean Construction er knyttet til utviklingen av LPS, både når det gjelder systemet som metodikk for planlegging og styring av prosjektbasert produksjon, men også når det kommer til det tankesettet som ligger bak. TFV-modellen til Koskela (2000) står sentralt på overordnet nivå når det gjelder tankesettet. I flytdelen legges det vekt på, blant annet, å fjerne sløsing, redusere ledetiden, motvirke variasjon, øke fleksibilitet og gjennomsiktighet, samt kontinuerlig forbedring. Redusering av sløsing er dog det primære fokuset, som forventes å gi positive virkninger på de overnevnte punktene (Kalsaas et al., 2017). Sunne aktiviteter er et begrep innført av Koskela (2000) i forbindelse med kartlegging av sløsing i konstruksjonsbransjen. Han har i den forbindelse også introdusert making-do som den åttende formen for sløsing, og mener at denne type sløsing er svært vanlig i konstruksjonsprosjekter. Making-do er ikke nødvendigvis alltid sløsing, men kan også være en årsak til andre typer sløsing (Formoso et al., 2017). Videre mener Koskela et al. (2013) at det er mulig å dele de ulike formene for sløsing inn i operasjonell- og prosessrelatert sløsing. Produksjon kan sees på som et nettverk av funksjonelle prosesser og operasjoner, og sløsing i en prosess eller operasjon kan føre til sløsing i andre prosesser, og dermed skape en kjede eller et nettverk av sløsing som må sees i sammenheng når man skal gjøre forbedringsarbeid. I Lean og Lean Construction er det et stort fokus på forbedringsarbeid, og måling av fysiske prosesser kan være en del et slikt forbedringsarbeid (Kalsaas, 2017).

For å belyse problemstillingen, har vi utarbeidet en modell som viser oversikt over hovedbegrepene fra teorien og sammenhengen mellom dem (Figur 2-10). Det søkes i denne oppgaven å undersøke hva som forårsaker sløsing og forhindrer god flyt i Johan Sverdrup prosjektet hos casebedriften. Ved å måle sløsing i installasjonsfasen for deretter å spore årsakene oppstrøms i verdikjeden, vil vi forsøke å få en dypere forståelse av hvilke mekanismer som forårsaker problemene. Det er viktig å påpeke at målinger av sløsing i installasjonen baseres på

målinger av arbeidsflyt, mens i analysen av rotårsaker til sløsing inkluderer vi også prosessflyten for å kunne betrakte helheten.



Figur 2-10: Teoretisk modell

Bølviken og Kalsaas (2011) drøfter ulike målestrategier knyttet til operasjonalisering av flytkonseptet knyttet til konstruksjon. Det skilles mellom to tilnærminger, beskrevet som tredjepartsobservasjon og selvevaluering. Et viktig skille i forhold til hvilke data som skal brukes for å bestemme arbeidsflyten kan gjøres mellom partenes egne oppfatninger av en slik flyt (selvevaluering) og data samlet inn av en tredjepart på grunnlag av observasjon (tredjepartsobservasjon) (Bølviken og Kalsaas, 2011).

Disse målestrategiene vil danne grunnlaget for metoden i denne studien, og resultatene sammen med intervjuer vil gi basis for å kartlegge bakenforliggende årsaker til sløsing i casebedriften.

3 Metode

I dette kapittelet beskrives fremgangsmåten som ble bruk under arbeidet med oppgaven. Vi starter med å redegjøre for valg av forskningsdesign og gjennomføring av metode i henhold til valgt problemstilling. Deretter beskriver vi de valgte forskningsmetodene og metoder for analyse av data som ble benyttet. Avslutningsvis presenteres begrepene validitet og relabilitet, som er nødvendige for å kunne vurdere forskningskvalitet.

3.1 Innledning

Vitenskapsteoretikere har vært uenige om hvordan kunnskap kan oppnås, og ulike perspektiver er blitt formulert. For forskeren vil det være viktig å være klar over at det er ulike tilnærminger til forskning, og man må tilpasse metodikken og metodene etter hvilket tema det skal forskes på, og gjennom forskerspørsmålet. Man må reflektere over hvilke forskningsmetoder som best vil tjene formålet (Easterby-Smith, Thorpe og Jackson, 2015).

Overordnet metode i denne oppgaven er teoretisk informert casestudie. Ringdal (2013) definerer casestudier som intensive undersøkelser av et fåtall analyseenheter, og ifølge Andersen (2013) kan casestudier være a-teoretiske eller teoretisk informerte. En teoretisk informert casestudie kjennetegnes ved at man benytter generell teori til å belyse forskningsobjektet, hvor en case blir til gjenstand for teoretisk analyse på bakgrunn av teoretiske forventninger og antakelser. Det betyr midlertidig ikke at studien er teoristyr, men heller teoriladet (Ringdal, 2013). Denne tilnærmingen passer godt til oppgavens problemstilling.

3.2 Casestudier

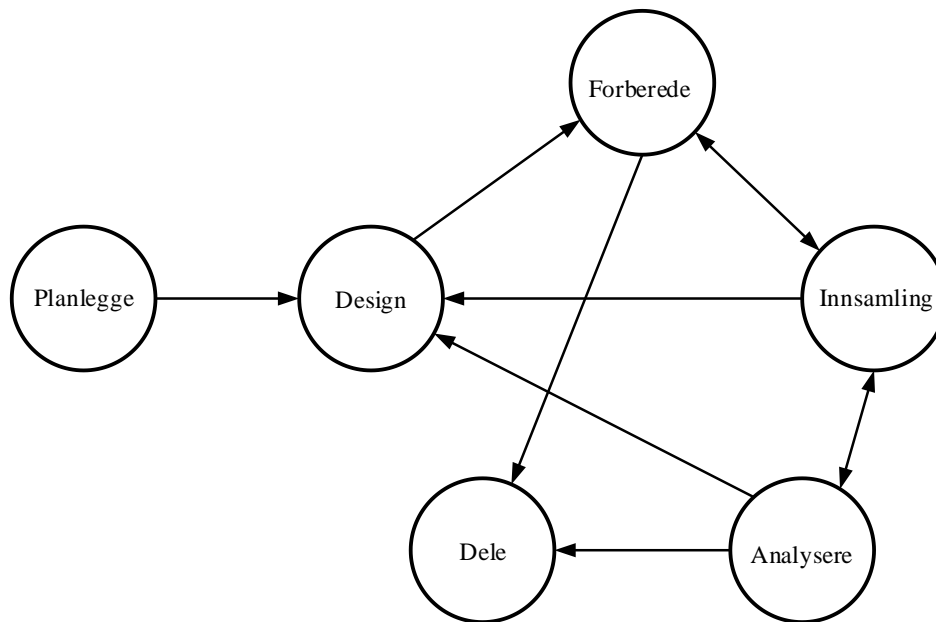
Å bruke metoden casestudie kan være hensiktsmessig dersom man ønsker å undersøke et samtidfenomen i dybden, og i en reell kontekst (Yin, 2009). Videre påpeker forfatteren at casestudier er å foretrekke dersom man stiller spørsmål som «hvordan» og «hvorfor» i problemstillingen og dersom forskeren har liten kontroll over hendelsene. Yin (2009, s. 18) foreslår en todelt definisjon:

1. *«A case study is an empirical inquiry that*
 - *investigates a contemporary phenomenon in depth and within its-real life context, especially when*
 - *the boudaries between phenomenon and context are not clearly evident.»*
2. *«The case study inquiry*
 - *cope with the technically distinctive situations in which there will be many more variables of interest than data points, and as one result*
 - *relies on multiple sources of evidence, with data needing to converge in a triangulating fashion, and as another result*
 - *benefits from the prior development of theoretical propositions to guide data collection and analysis»*

Mange ser casestudier i sammenheng med kvalitativ forskning selv om det også kan omfatte kvantitative metoder (Halvorsen, 2008). Kvantitativ studie er deduktiv og partikulær. Den utføres ved at det formuleres en vitenskapelig hypotese, som deretter blir undersøkt og eventuelt bekreftet empirisk ved å motta numeriske data (Frankfort-Nachmias og Nachmias, 1996). Etter en fullført kvantitativ studie, systematiseres den samlede data i en matrise, som undersøkes ved anvendelse av en eller flere statistiske metoder. I henhold til resultatene av statistiske studier utføres tolkningsanalyse av de mottatte data (Kashcheeva, 2013). Kvalitative data er samlet inn gjennom ikke-numeriske metoder. Vanlige kvalitative data er blant annet intervjutranskripter og skrevne notater fra observasjoner og samtaler (Easterby-Smith et al., 2015). I motsetning til kvantitative data, må kvalitative data tolkes i stor grad av forskeren selv, og konteksten blir veldig viktig. Kvalitative metoder er utforskende eller undersøkende i sin form, og brukes mye i de tilfeller der man ikke har så mye forkunnskaper om forskningstemaet fra før (Harboe og Eriksen, 2008). I denne masteroppgaven vil det bli brukt en blanding av kvalitative- (intervjuer) og kvantitative data (observasjonsskjema og selvevalueringsskjema) for datainnsamling, mens den empiriske analysen baserer seg hovedsakelig på kvalitativ tilnærming.

I følge Yin (2009) er casestudiet velegnet for å bidra til å forstå komplekse sosiale fenomen siden det gir mulighet til en helhetlig tilnærming i stedet for å se på enkeltfaktorer. En begrensning ved casestudier er at man ikke kan generalisere på bakgrunn av ett enkelt tilfelle (Easterby-Smith et al., 2015). Som svar på denne kritikken mener Yin (2009) at for å sikre gyldighet, bør alle

casestudier ha et klart design før man starter datainnsamlingen, og man bør følge systematiske prosedyrer. Prosessen med å gjennomføre en casestudie betegnes av Yin (2009) som en lineær og samtidig iterativ prosess. Figur 3-1 viser prosessen for å gjennomføre studiet, og som det er planlagt å følge i denne masteroppgaven. Det er viktig å merke seg at fasene ikke fullføres en etter en, men som vist i figuren, går man fram og tilbake mellom fasene etter hvert som studiet fremskrider og ettersom man får mer innsikt.

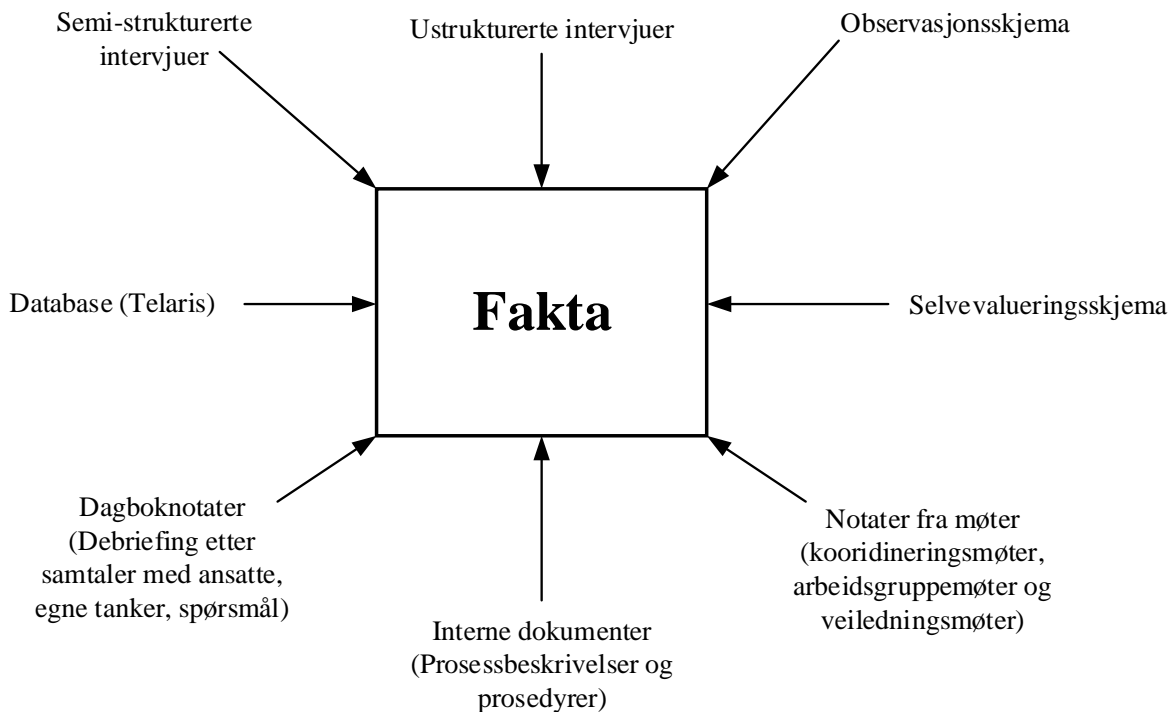


Figur 3-1: Prosessen i Casestudier (Yin, 2009, s. 1). Oversatt fra engelsk

Det er likevel ikke hensikt med vår oppgave å gjøre en empirisk generalisering, men det kan tenkes at våre funn kan bidra til en analytisk generalisering når de behandles i forhold til utvalgt teori. En analytisk generalisering kan ifølge Yin (2009) være at oppgaven kan bidra til ny forståelse på et høyere konseptuelt nivå.

3.3 Forberedelser til datainnsamling

Triangulering, det vil si å bruke flere kilder til informasjon, har blitt trukket fram av Yin (2009) som et viktig element for å sikre kvaliteten i studiet. Det vil bli brukt multiple kilder til informasjon i denne oppgaven for å sikre kvaliteten på de innsamlede data, som vist i Figur 3-2.



Figur 3-2: Konvergerende bevis med flere datakilder. Basert på figur fra Yin (2009, s. 117)

De tre hovedkildene til data vil være intervjuer, observasjonsskjema og selvevalueringskjema. Data fra observasjonsskjema og selvevalueringskjema brukes som utgangspunkt for å utføre videre årsaksanalyser av funnene. Intervjuer brukes for å få dypere innsikt i emnet, få førstehåndserfaringer om hvordan de ansatte opplever sin arbeidshverdag, samt deres oppfatning av årsaker til problemer og eventuelle forslag til forbedringer. Interne dokumenter, egne notater, uformelle samtaler med ansatte og observasjon på møter vil danne bakgrunn for utarbeidelse av intervjuguide, samt bidra til å få en større forståelse for arbeidsprosessene og verdikjeden til arbeidspakkene.

Arbeidsgruppemøter

Hver tredje uke har vi arbeidsgruppemøter i bedriften der studentene skal presentere aktuelle spørsmål, foreløpige funn og planer videre. Overordnede spørsmål rundt aktuelle tema og metodikk blir også behandlet i disse møtene. Arbeidsgruppen består av to studentgrupper, veileder og fire ansatte i Nymo. Studentene har ansvar for å utarbeide agenda før hvert møte, samt å skrive møtereferat.

3.4 Intervjuer

Intervjuer er målrettede samtaler med spørsmål og svar som dreier seg om et spesifikt tema, som brukes for å få dybdekunnskap om et emne eller aktivitet (Easterby-Smith et al., 2015).

Kvalitative intervjuer består av ulike intervjuteknikker som spenner fra helt åpne, til helt lukkede spørsmål, og ustrukturerte, semi-strukturerte eller strukturerte intervjutyper. Ustrukturerte intervjuer utføres uten medbrakte spørsmål eller intervjuguide, og spørsmålene som stilles stimulerer til en mer uformell samtale. Ved semi-strukturerte intervjuer har man en intervjuguide med predefinerte emner eller saker som skal danne grunnlag til å forme spørsmål underveis i intervjuet. Strukturerte intervjuer er mer formelle, og brukes ofte i markedsundersøkelser. Her har man formulert alle spørsmålene på forhånd, man går gjennom alle spørsmål i planlagt sekvens og man kan i tillegg ha laget svaralternativer (Easterby-Smith et al., 2015). I denne oppgaven vil det bli brukt semi-strukturerte intervjuer i tillegg til ustrukturerte.

3.4.1 Ustrukturerte intervjuer (samtaler)

Ustrukturerte intervjuer gjøres for å få en oversikt over utfordringer, arbeidssituasjonen og oppgavene til de ulike rollene i prosjektet. Informantene velges etter tilgjengelighet og gjennom at utvalgte deltakere foreslår andre som man burde snakke med. Informantene fra en avdeling har gjerne tips til hvem som kan være aktuelle å snakke med i andre avdelinger, og da kontakter vi igjen disse. En del snakker vi også med grunnet tilfeldigheter siden vi har kontorplass i bedriften under forskningsperioden. Det blir derfor naturlig å hilse på folk, og de forteller gjerne litt om hva de jobber med. Mange liker å snakke om utfordringene de møter i arbeidet sitt, og dette har gitt en del bakgrunnsmateriale som senere kan brukes i dybdeintervjuene. Vi bruker dagboknotater for å huske hvem vi har snakket med, hva vi snakket med de om og noterer i tillegg ned våre egne refleksjoner og eventuelle spørsmål.

3.4.2 Semi-strukturerte intervjuer

Semi-strukturerte intervjuer består av en intervjuguide med spørsmål. I løpet av intervjuet har man fleksibilitet til å justere spørsmålene, velge å utelate noen, og gå dypere inn på andre ved å komplementere med ytterligere spørsmål (Easterby-Smith et al., 2015). Ved å gjennomføre dybdeintervju kan man spørre om informantenes mening om saker, i tillegg til fakta, og intervjuene kan gjerne foregå over flere sesjoner (Yin, 2009).

3.4.3 Gjennomføringen av intervjuene

Det ble utført intervjuer med representanter fra engineering, fabrikkasjonsengineering (fab.eng), planavdeling og produksjon. Intervjuobjektene var to formenn fra produksjon, to personer fra fab.eng, en planlegger, samt et intervju med avdelingsleder på engineering. Intervjuene tok mellom 1 - 1,5 time, og ble utført ved bruk av en intervjuguide med forhåndsdefinerte tema, med noen konkrete spørsmål. Vi var opptatt av å få frem deres meninger og synspunkter og lot de snakke mest mulig fritt. Intervjuene ble gjennomført ved bruk av notatskriving med skriveblokk og penn for å ikke distrahere informantene med lydbånd eller PC skriving.

Temaene som det ble snakket om var:

- Arbeidsdagen og hvordan de planlegger arbeidet sitt
- Største utfordringer i dette prosjektet
- Arbeidspakker
- Informasjonsflyt og koordinering mellom avdelinger
- Nytt datasystem, Telaris

3.5 Måling av arbeidsflyt i produksjon

Observasjons- og selvevalueringskjemaene som ble brukt i denne undersøkelsen er de samme som har blitt brukt for målinger hos Nymo tidligere år. Målemetodene er et resultat av et forskningsprosjekt om arbeidsflyt (Bølviken og Kalsaas, 2011; Kalsaas et al., 2014; Kalsaas, 2012, 2013b, 2017). Metodene er videreutviklet og testet ut i samarbeid med studenter i forbindelser med tidligere masteroppgaver (Dolva, 2013; Koland og Lande, 2013).

3.5.1 Tredjepartsobservasjon

Observasjonsforskning vil si å observere deltagere i en bestemt situasjon. Det skilles mellom fire ulike typer observasjon etter hvor involvert forskerne er i prosessen (Easterby-Smith et al., 2015):

1. Ren observatør: Forsker har fullstendig avstand til deltakerne og unngår all direkte kontakt
2. Observatør som deltaker: Forsker deltar passivt, ved for eksempel å stille spørsmål, og samtidig prøver å ikke påvirke deltakerne.

3. Deltaker som observatør: Forsker skjuler ikke intensjonene ved observasjonen, og er involvert i prosessen både som forsker og deltaker.
4. Fullstendig deltaker: Forskeren skjuler intensjonen bak forskningen, og integrerer seg fullstendig som deltaker.

Observasjonene som skal utføres i dette studiet vil befinne seg innenfor kategori to, observatør som deltaker. Det holdes en viss avstand for ikke å forstyrre arbeidet, men vi deltar i noen grad, ved å stille spørsmål når det er aktiviteter vi ikke forstår.

Formålet med observasjonen vil være åpen, og vil bli forklart i forkant. Dette for å unngå reservasjoner angående det å bli observert. Det er viktig at de forstår at formålet er å avdekke årsaker til hindringer som dukker opp i installasjonsfasen, og at disse årsakene ofte henger sammen med arbeidspakkens liv lenger opp i verdikjeden, og derfor er utenfor deres kontroll.

Målemetoden går ut på at det utføres en detaljert registrering av aktiviteter og tidsbruk som kan relateres til operasjoner i produksjonen (Kalsaas, 2011). Observatør registrerer hvilke aktiviteter som utføres av arbeiderne hvert femte minutt og hver registrering kalles et tellepunkt. Antall registrerte tellepunkter summeres opp etter endt måling hver dag, og en prosentandel for hver aktivitet i forhold til total arbeidstid kan kalkuleres.

Kalsaas (2011) fordeler aktivitetene som registreres inn i kategoriene: direkte arbeid, indirekte arbeid, uproduktiv og ubenyttet tid, samt nødvendig personlig tid. Uproduktiv og ubenyttet tidsbruk er tiden som går med til utbedring av feil og annen tidsbruk som åpenbart er sløsing. Når det gjelder sløsing, introduserer forfatteren begrepet «synlig sløsing». Synlig sløsing refererer til det faktum at det også må forventes at det skal være «skjult» sløsing, som representerer et potensial for å øke effektiviteten og flyten av direkte arbeid, og fremfor alt forarbeidet med å forberede området for at de ulike oppgavene kan utføres (Kalsaas, 2011). Innføring av begrepet fanger opp poenget om at observatører ikke alltid vet om arbeidet utføres etter den beste metoden når det gjelder rekkefølge og utstyr og kan derfor ikke måle potensiell sløsing i utførelsen (Kalsaas, 2017).

Skjemaet består av fem kategorier for ulike aktiviteter, som er delt opp i intervaller på fem minutter. Disse hovedkategoriene er blitt videre brutt ned i mer detaljerte underkategoriene

(Kalsaas, 2017). Tabell 3-1 viser kategoriene som registreres ved målinger av produksjonen, samt hvilke underkategorier de ulike aktivitetene tilhører.

Tabell 3-1. Hovedkategorier for måling av arbeidsflyt

Verdiskapende arbeid	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte arbeid • Inspeksjon/kontroll • Krankjøring og liknende
Indirekte arbeid	<ul style="list-style-type: none"> • Rigge opp og ned • Rydding/sortering • Materialbehandling • Transport av materiale • Bevegelse
Planlegging, koordinering og HMS	<ul style="list-style-type: none"> • Sikkerhetsarbeid (HMS) • Planleggingsmøter/metode og koordinering
Pauser	<ul style="list-style-type: none"> • Kaffe- og spisepause • Nødvendig personlig tid
Observerbar sløsing	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte arbeid: utbedring av egne eller andres feil • Venting/nedetid • Leting • Kompenserende arbeid • Annen personlig tid (personlig sløsing av tiden gjennom for lange pauser)

Direkte arbeid er verdiskapende arbeid og beskriver alle aktiviteter som tilfører verdi til det ferdige produktet. Det kan for eksempel være montering, sliping og kutting av rør samt inspeksjon og kontroll. Indirekte arbeid er aktiviteter som er nødvendige for å kunne skape verdi. Det inkluderer alt som må ligge til rette for at rørleggerne skal kunne utføre direkte arbeid, som for eksempel forflytning mellom arbeidsteder, henting av verktøy og bevegelse mellom stasjonært utstyr. Koordinering og HMS gjenspeiler planlegging, møtevirkosomhet og sikringsarbeid. Nødvendig personlig tid og spisepauser består av matpauser, kaffepauser, fem-minutters pauser etter en hard arbeidsøkt, nødvendige telefonsamtaler, toalettbesøk og lignende. Observerbar sløsing er alle de unødvendige aktiviteter som ikke skaper verdi og som hindrer arbeidsflyten. Dette omhandler venting, leting etter materialer, utbedring av forskjellige typer feil og oppgaver som må gjøres på nytt i tillegg til uutnyttet tid.

Fremgangsmåte for observasjoner

Direkte observasjoner ble gjennomført på Nymos produksjonsanlegg i Vikkilen i Grimstad, og foregikk ute på produksjonsområdet. Det ble observert et arbeidslag med to rørleggere.

Observasjonsundersøkelsen ble gjennomført i en periode på to uker (uke 10 og uke 11), hvor rørleggerne jobbet tidlig skift i uke 10 og sent skift i uke 11. Det ble også valgt å observere operatørene ved overtidarbeid for å få et mer helhetlig bilde av arbeidsflyten. De siste tjue minuttene av hver arbeidsdag ble brukt for utfylling av selvevalueringsskjema og ble derfor ikke registrert på skjema. Arbeidstidene er dermed som følger: I uke 10 var det fire dager med arbeidstid fra klokken 07.00-14:40 og to dager med arbeidstid fra klokken 07.00-18:40 for den ene operatøren og 07.00-14.40 for den andre. I uke 11 var det tre dager med arbeid fra klokken 15.00-23:40 og en dag fra klokken 15.00-23:10. Ved å følge skiftarbeid har vi fått mulighet til å observere arbeidet på flere tider av døgnet. Operatørene hadde også organiserte kaffe- og spisepauser på til sammen 40 minutter og ved overtidarbeid hadde de 30 minutter ekstra spisepause.

Det var formann på avdelingen «installasjon rør» som valgte ut hvilket arbeidslag og hvilke arbeidspakker som skulle observeres. Uken før observasjonene ble det foretatt et lite møte med rørleggerne, der vi fikk hilst på dem og forklart formålet med målingene og hvordan målingene skulle gjennomføres. De fikk samtidig mulighet til å se gjennom selvevalueringsskjema og observasjonsskjema.

Planen var å følge arbeidet på to arbeidspakker fra start til slutt, men det viste seg i løpet av dag 1 at disse arbeidspakkene måtte legges på vent i avvente på at manglende materiale skulle ankomme. Fra dag to ble det tatt opp igjen arbeid på andre arbeidspakker, og rørleggerne vekslet mellom å jobbe med de ulike arbeidspakkene ut observasjonstiden.

Hvert femte minutt ble det registrert hva rørleggerne gjorde. Det er nødvendig å nevne at det var aktiviteten som ble utført i det øyeblikket det hadde gått fem minutter som ble registrert. Det betyr at hvis en operatør ryddet i fire minutter og kuttet rør i det siste minuttet, ble hele arbeidet registrert som direkte arbeid.

I løpet av observasjonstiden fikk vi god kontakt med operatørene og hadde en god kommunikasjon med dem. Dette var helt avgjørende for kvaliteten på registreringen siden det var noen ganger krevende å definere den riktige kategorien for arbeidet. Ved noen oppgaver måtte de dele laget og utføre hvert sitt arbeid. Det var også noen tilfeller hvor det var det litt krevende å

fotfølge de observerte operatørene og noen ganger hendte det at de bevegde seg ut av syne. De ble da spurt i etterkant om hvilke oppgaver de hadde utført.

Det ble gjort en justering på skjema for å skille tiden som ble brukt på inspeksjon inne og inspeksjon ute på modulen. Underkategorien «Krankjøring» var ikke aktuell fordi det ble ikke brukt kran, så derfor ble denne endret til «inspeksjon kontroll ute». En kategori som vi følte manglet var «inspeksjon/kontroll som følge av bytting mellom arbeidsoppgaver» eller «gjenopptak av tidligere påbegynte oppgaver» for å få frem hvor mye tid som gikk bort ved bytte av arbeidsoppgaver. «Metode/Koordinering/Informasjon» kategorien kunne med fordel blitt brutt ned i flere underkategorier for å gjenspeile hvor mye av tiden som gikk på koordinering og diskusjon mellom operatørene som følge av endring i planene eller arbeidsoppgaver.

Kategorien kompensierende arbeid bød også på vanskeligheter under registreringen, og denne kunne med fordel være brutt ned i flere underkategorier. Vi løste dette ved å skrive stikkord underveis på skjema hver gang vi registrerte aktiviteter på denne kategorien som forklarte hva kompensierende arbeid gikk ut på i de konkrete tilfellene. Det ble også skrevet dagboknotater hver dag som i etterkant kunne brukes for å forklare årsakene til de ulike aktivitetene.

3.5.2 Selvevaluering

Etter endt arbeidstid fylte operatørene ut et selvevalueringsskjema, der de skulle evaluere arbeidsdagen sin. Dette gav også en mulighet til å sammenligne egne observasjoner med hvordan operatørene selv følte at arbeidsdagen hadde gått. Skjemaet gir også mulighet til operatørene å nevne problemer samt komme med innspill til forbedringer. Skjemaet ble utfyllt på slutten av arbeidsdagen. Det ble avtalt både med ledelsen og formann at arbeidet for de operatørene som fylte ut skjema ble avsluttet 20 minutter før tida for at arbeiderne skulle slippe å bruke fritiden sin på utfyllingen. Dette var nødvendig for å styrke kvaliteten ved utfylling og for å unngå at operatørene svarte fort fordi de skulle skynde seg hjem.

Spørreskjemaet tar utgangspunkt i de sju forutsetningene for sunne aktiviteter (se kapittel 2.5.3). Metoden er basert på arbeidernes egne daglige vurderinger av arbeidsflyt. I denne tilnærmingen, blir arbeiderne spurt om de oppgavene de står overfor i løpet av dagen ble forsinket eller ikke mulig å utføre på grunn av diverse årsaker (Tabell 3-2). Det blir også gitt noe supplerende

spørsmål knyttet til making-do og omarbeid. For hvert spørsmål der respondenter bekrefter at det har vært tidstap, blir de bedt om å vurdere hvor mye tid som gikk tapt (Kalsaas, 2012).

Tabell 3-2 Mulige årsaker til forsinkelser/nedetid i løpet av en arbeidsdag (Kalsaas, 2012)

Foregående aktivitet ble ikke ferdig i tide
Foregående aktivitet oppfylte ikke kvalitetsstandard og ble derfor ikke helt ferdig
Arbeidsområdet var utilgjengelig på grunn av annet arbeid
Arbeidsområdet måtte bli ryddet opp før det kunne brukes
Manglende tegninger eller feil/manglende informasjon på tegninger
Manglende eller uklar informasjon
Manglende kompetanse for å utføre jobben/ måtte bruke ekstra lang tid
Lete etter/vente på formann for å få svar på spørsmål eller for å få ny jobb
Materialer med feil eller mangel på materialer
Mangel på utstyr eller feil utstyr
Dårlig tilrettelagt logistikk
Andre årsak til forsinkelse / nedetid i arbeid

Spørsmålene knyttet til making-do og omarbeid er som følger:

Making-do	Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag tidlig?
Omarbeid	Har du brukt tid i dag på å rette egne eller andres feil?

Ideen bak making-do spørsmålet er at ikke planlagte eller uforutsette aktiviteter genererer en relativt stor mengde indirekte arbeid eksempelvis knyttet til rigging, diskusjon av løsninger og merarbeid med tegninger. I tillegg til de spørsmålene hvor respondentene gir konkrete vurderinger av tapt tid, blir de bedt om å vurdere følgende utsagn: «I dag har arbeidet mitt vært preget av en god arbeidsflyt», hvor de kan si seg enige eller uenige i påstanden. Hensikten er å samle inn en basis for kalibrering av tapt tid i forhold til den intuitive og subjektive oppfatningen av flyt (Kalsaas, 2012).

En sterk side ved metoden er at den identifiserer årsaker til sløsing og kan være egnet til å arbeide med forbedringer og den fremmer samtidig prinsippet om involvering i Last Planner (Kalsaas, 2017). Selvevaluering er også relativt lite ressurskrevende å gjennomføre. Ulemper med metoden kan være manglende differensiering mellom type arbeid, slik som i tredjepartsobservasjon. Det er også rimelig å anta at personlig sløsing med tid ikke blir rapportert, men det er antagelig heller ikke så vesentlig da det ikke burde være et problem i et motivert arbeidslag, som er en forutsetning for at selvevaluering skal fungere (Kalsaas, 2017).

3.6 Analyse av data

Analyse av innsamlet data er ikke en adskilt del av forskningsprosessen. Det vil være en kontinuerlig prosess som starter når forskeren begynner arbeidet med forskning og avsluttes når studien avsluttes. Datainnsamling og analyse er gjentatte og dynamiske prosesser, og det finnes mange måter å bearbeide datamaterialet på (Dalen, 2011). I analyseprosessen inngår både en sammenstilling av data og en utvidelse av funnene ved å reflektere over dataens innhold og å knytte den til valgt tema. De valgene som forskeren tar og videre refleksjoner betegnes som analytiske valg og kan knyttes til den forståelsen som utvikles i løpet av studiet. Det er viktig å tenke over hva som kan betraktes som relevant data og hvilken måte som er best egnet for fremstilling og videre analyse av den (Thagaard, 2013).

Etter endt datainnsamling måtte både kvalitativ og kvantitativ data analyseres og bearbeides. Vi benyttet Excel i stor grad for sammenstilling og presentasjon av resultater fra observasjons- og selvevalueringsskjemaer. Dette ga oss et godt og oversiktlig bilde av data og dannet et formålstjenlig grunnlag for videre arbeid og analyse. Resultatene ble også fremstilt i form av PowerPoint presentasjoner både for kontaktpersonene i casebedriften og studieveilederen, hvor de fikk mulighet til å kommentere og vurdere funnene. Videre analyse av resultatene bestod av gruppering, kategorisering og bearbeiding av målt data for å kunne besvare problemstilling. Vi har blant annet brukt en del tid på kategorien «kompenserende arbeid», hvor vi måtte gå gjennom dagbøkene og notater på skjemaene og vurdere hver registrering enkeltvis for å kunne finne en riktig kategori for sløsing. Systematisering av resultatene fra selvevalueringsskjemaene var så vel krevende på grunn av varierende kvalitet på utfylling. På slutten av analysearbeidet har vi koblet kategoriene av sløsing mot de 10 forutsetningene for sunne aktiviteter som brukes av Nymo. Dette ble gjort for å kunne finne årsaker til sløsing ikke bare i produksjonen, men videre opp i verdikjeden, samt å kunne sammenlikne resultatene med resultatene fra intervjuene.

Intervjuanalyse er en sammenheng mellom beskrivelse og tolkning (Kvale et al., 2009).

Kvalitativ analyse innebærer vanligvis at forskeren fortolker empirien og analyseprosessen pågår også mens man samler inn datamaterialet (Melvær, 2017). Formålet med analyse av materialet er for det første å systematisere, ordne og komprimere data, og for det andre å utvikle tolkninger av funnene (Kvale et al., 2009). Alle intervjuene ble nedskrevet i sin helhet samme dag de foregikk basert på notatene tatt under intervjuet. Vi har også diskutert hvert intervju mellom oss for å se

om vi oppfattet informasjonen likt eller om vi var uenige om noe. Videre har vi lest gjennom intervjuene for å sammenlikne informasjonen fra alle informantene om de temaene som ble definert i intervjuguiden. Dette ga oss et dypere forståelse om temaene og ga et godt analyse- og sammenlikningsgrunnlag. Samtidig fant vi sammenfallende problemer og utfordringer nevnt i intervjuene. Dette ble brukt for videre analysearbeid. Samtlige av informantene fikk også tilbud om å få tilsendt transkriberingen i ettertid av intervjuet for å lese gjennom og å komme med mulige rettelser og tilføyelser. Dette var positivt mottatt og førte til høyere validitet og reliabilitet av resultatene i og med vi kunne bekrefte at vi hadde forstått informasjonen riktig og alle eventuelle misforståelser ble avklart.

Etter datainnsamlingen ble det brukt rotårsaksanalyse for å avdekke de virkelige årsakene til problemene (Evans, 2013). Først ble de ulike kategoriene for sløsing som ble dokumentert under målingene kartlagt og koblet mot de 10 forutsetninger for sunne aktiviteter. Videre ble intervjuene, dagboknotater og selvevalueringskjemaene brukt for kunne utføre årsaksanalysen av de ulike kategoriene av sløsing som ble observert. Fremgangsmåten som ble brukt for å identifisere rotårsaker er «5 hvorfor» teknikken, som går ut på å synliggjøre kildene til problemene. Ved å spørre «hvorfor» flere ganger, kan man komme langt nok bakover i kjeden av hendelser til å kunne identifisere den virkelige årsaken til problemet.

Analyse i kombinasjon med tidligere beskrevet teori ble videre brukt for å besvare problemstillingen og å komme med forslag på hvilke områder bedriften bør fokusere på for å få en god flyt i arbeidspakkens livssyklus.

3.7 Validitet og reliabilitet

Sentralt for en studie er at en måler det en faktisk ønsker å måle, det vil si gyldighet eller relevans (validitet) og at det en kommer frem til er troverdig eller pålitelig (reliabilitet) (Everett og Furseth, 2012).

Etiske spørsmål som kan være aktuell i denne sammenhengen er utfordringen med at intervjuobjektene ikke har den anonymiteten som de har i en spørreundersøkelse. Man må derfor være veldig varsom med å publisere meninger og sitater uten at intervjuobjektet har godkjent det på forhånd. Når intervjuobjektet ikke er anonymt, må man også ta stilling til om de snakker den hele sannheten, og ikke er påvirket av for eksempel ledelsens ønske om å fremstille bedriften på

en spesiell måte. Det er derfor nødvendig å snakke med flere, og man må forsøke å etablere tillitt. Det er også viktig som forsker å være klar over at man vil alltid påvirke objektene i en forskningssituasjon. (Easterby-Smith et al., 2015). Man må prøve å ikke lede respondenten for mye, og forsøke å ikke ha forutinntatte meninger om emnet for å sikre validitet og troverdighet, og unngå selektiv utvelgelse av data.

Intern validitet er noe som må vurderes, spesielt i casestudier hvor man gjør et forklarende studie, der man forsøker å forklare hvorfor hendelse x førte til hendelse y (Yin, 2009). Den interne validiteten er ikke tilfredsstillende dersom forskeren feilaktig har oversett at det faktisk var en tredje hendelse, z, som egentlig var årsak til y. Man må derfor være forsiktig med å trekke forhastede slutninger, og sørge for å ha flere konvergerende bevis. Validiteten forsøkes sikret gjennom å inkludere tilstrekkelig antall datakilder og personer i undersøkelsene. Det vil være en viktig oppgave å sikre at deltakerne representerer flere avdelinger, og i ulike hierarkiske lag i organisasjonen. Det vil være viktig å få med flere synspunkter, og i analysene må det tilstrebes å se på helheten, ikke bare utvalgte resultater.

Ekstern validitet handler om funnene i det spesifikke caset er generaliserbare utenfor casebedriften (Yin, 2009).

Relabilitet forteller om dataene i undersøkelsen er pålitelige og metoden for gjennomføring av undersøkelsen kan påvirke den innsamlede data (Everett og Furseth, 2012; Kalsaas, 2017). Jenkins og Orth (2003) hevder at utvelgelsen av observatørene er avgjørende for studien, siden studieresultatene må gjenspeile de faktiske forhold på arbeidssstedet. Dermed er det viktig at observatører innehar kunnskap om det arbeidet de observerer. Samtidig påstår Josephson og Björkman (2013) at det kan være en fordel med unge, ikke-erfarne observatører, siden de er mindre forutinntatt, mens observatører med lang erfaring har en tendens til å akseptere mange situasjoner som en del av en vanlig arbeidsdag og er derfor mer tilbøyelig til å se flere aktiviteter som verdiskapende.

På grunn av oppgavens oppbygging finner vi det naturlig å vurdere validitet og relabilitet på innsamlet data etter presentasjon av resultatene fra innsamling. Forskningskvalitet blir derfor vurdert i kapittel 5.4.

4 Casebedriften AS Nymo

Nymo er en totalleverandør innen olje- og gassindustrien¹⁰. Det er en Engineering, Procurement, Construction og Installation bedrift (EPCI), noe som gjør de i stand til å levere totalsystemer til kunden, hvor de har ansvar for prosjektering, anskaffelser, produksjon, transport og i noen tilfeller, installasjon. Nymo ble etablert i 1946, og ble i 1956 overtatt av Ugland familien¹⁰. De har hovedkontor i Vikkilen i Grimstad kommune, og har i tillegg avdelinger på Eydehavn i Arendal og Fjære i Grimstad. Selskapet har cirka 250 fast ansatte, men under gjennomføring av prosjektet engasjerer de over 600 personer¹¹. Nymo er en del av GCE NODE¹², og har kunder som er store globale aktører innen olje og gass. Nymo er en relativ liten bedrift, men har en rekke konkurransefortrinn i og med at de kan levere totalpakker og de har en gunstig lokasjon. De er geografisk plassert i regionen til klyngebedriftene GCE NODE på Sørlandet, og er en hjørnesteinsbedrift i regionen. Nymo er plassert ved sjøen, og har hovedkontor i nærhet av produksjonsstedene sine (Figur 4-1). Nærheten til sjøen gjør at sammenstillingen kan gjøres ferdig og de kan sende modulen med båt rett fra produksjonssted.



Figur 4-1¹³: Oversiktsbilde over AS Nymos lokaler i Vikkilen, Grimstad

¹⁰ <http://www.nymo.no/>

¹¹ Fra reportasje i avisen «Grimstad Adressetidene» 6.april 2017

¹² Global Center of Expertice, Norwegian Offshore and Drilling Engineering: <http://gcnode.no/>

¹³ Bilde fra <http://www.jjuc.no/>

4.1 Johan Sverdrup-prosjektet

I løpet av tiden denne masteroppgaven gjennomføres, er Nymo i fabrikkasjons- og installasjonsfasen av boreenheten til en av plattformene som skal ut til Johan Sverdrup-feltet. Feltet ligger på Utsirahøyden i den sentrale delen av Nordsjøen, 140 kilometer vest for Stavanger, og er et av de største oljefunnene noensinne på norsk kontinentalsokkel¹⁴. Feltsenteret vil i første fase bestå av en prosesseringsplattform, en stigerørsplattform, en brønnhodeplattform med borerigg og en boligplattform. Plattformene vil bli plassert på 120 meters dyp. Lundin Norway har en eierandel i feltet på 22,60 % og Statoil er operatør med en eierandel på 40,0267 %. Øvrige lisenspartnere er Maersk Oil, Petoro og Aker BP.

Aibel er tildelt kontrakten for prosjektering, innkjøp og bygging av dekket til boreplattformen, Johan Sverdrup Drilling Plattform (JSDP)¹⁵ (Figur 4-2). Kontrakten har en estimert verdi på åtte milliarder kroner og totalt antall arbeidstimer er estimert til 4 millioner. Nymo sin andel av JSDP er beregnet til 450 000 produksjonstimer. Den ferdige plattformen skal overleveres til Statoil i andre kvartal 2018.



Figur 4-2: Boreplattformen som leveres av Aibel i samarbeid med Nymo¹⁶

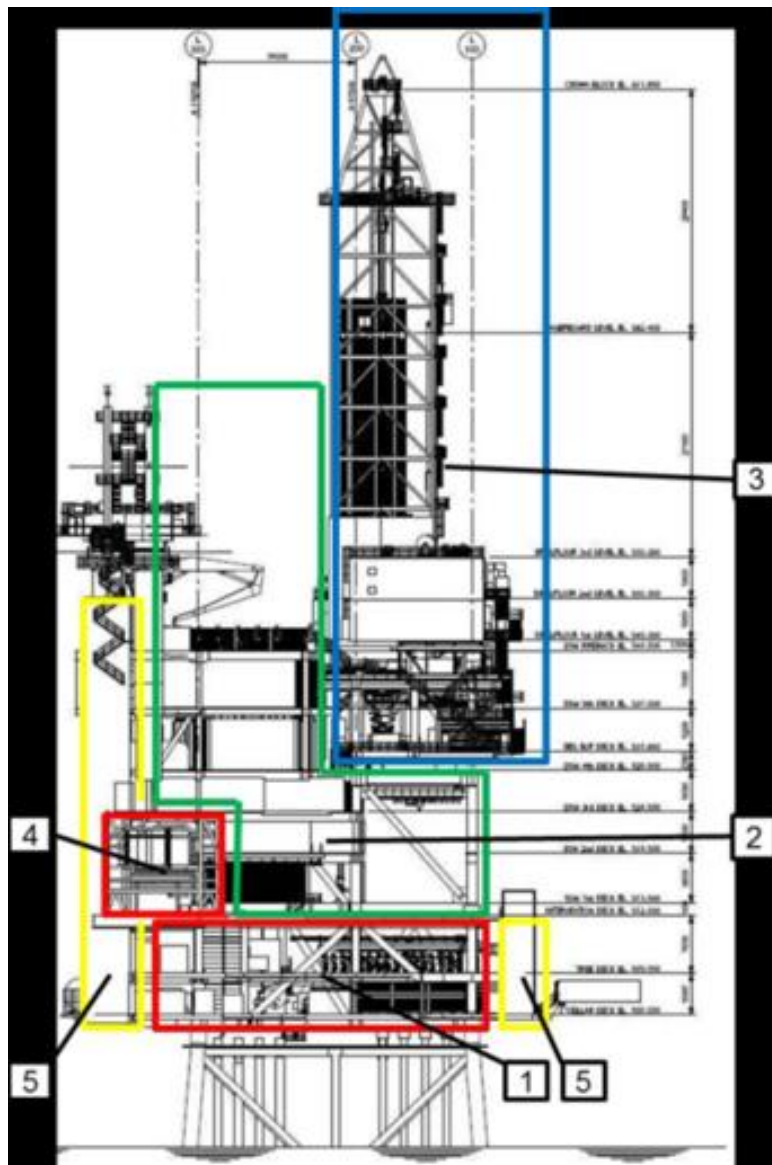
¹⁴ <https://lundin-norway.no/project/johan-sverdrup/>

¹⁵ <http://aibel.com/no/news-and-media/press-releases/johan-sverdrup-oppdrag-til-aibel>

¹⁶ Fra Nymos interne metodebeskrivelse (nivå 4) for prosjektet

Plattformdekket til boreplattformen vil bestå av tre moduler¹⁵ som vist i Figur 4-3:

- Hoveddekket (1), Main Support Frame (MSF), bygges av Aibel ved selskapets verft i Thailand
- Borestøttemodulen (2 og 4), Drilling Support Module (DSM), som er den nest største modulen, bygges ved Aibels verft i Haugesund
- Boreenheten (3), Drilling Equipment Set (DES), samt trappemodul (5) bygges og sammenstilles av Nymo i Vikkilen, Grimstad



Figur 4-3: Boreplattformens tre moduler

Figur 4-4 viser 3D modell av omfanget til Nymos del av boreplattformen. Enheten blir omtrent 100 meter høy fra kai, inkludert boretårnet og vil veie cirka 3000 tonn.



Figur 4-4¹⁷: Boreenheten som bygges av Nymo

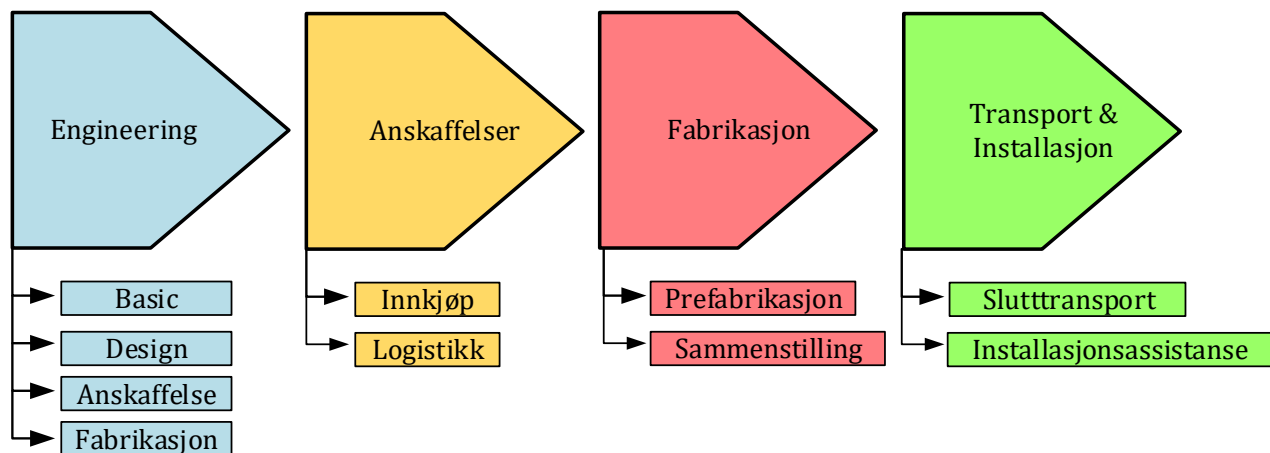
Nymo har satt ut deler av arbeidet til Polen og til Aker Egersund. Boretårnet regnes som Company Provided Item (CPI) og leveres av boreutstyrslleverandøren National Oilwell Varco (NOV). Nymos leveranse, inkludert CPI, sammenstilles hos Nymo ved deres produksjonslokaler i Vikkilen (Kalsaas og Knutson, 2017). Modulen vil deretter bli fraktet på lekter til Bømlafjorden utenfor Haugesund. Høsten 2017 starter arbeidet med å sammenstille alle tre modulene¹⁵. Understellet på plattformen produseres av Aker Verdal, og vil stå klart på havbunnen når de tre modulene skal løftes på plass. Løftet, på 23000 tonn, vil blir utført med et spesialbygget skip, og det hevdes at dette vil bli det tyngste løftet som noen gang er utført (Kalsaas og Knutson, 2017).

¹⁷ Fra Nymos interne metodebeskrivelse (nivå 5) for disiplin rør.

Nymos engineeringprosess er basert på ideen om at informasjon er en gradvis modningsprosess, noe som generer mange endringer i prosjektet etter hvert som de enkelte aktørene i verdikjeden tenker ut nye løsninger. Det vil derfor være mange iterasjoner med nye beregninger, endret design og layout, og det har vist seg å være vanskelig i praksis å fryse designunderlaget for å gå videre til neste fase i prosjektet (Kalsaas og Knutson, 2017). Nymo har fire hovedprosesser. Disse kalles verdiskapende prosesser, det vil si prosesser som direkte påvirker verdiskapningen i bedriften.

4.2 Involverende Prosjektgjennomføring

De verdiskapende prosessene til Nymo er: Engineering (prosjektering), anskaffelser, fabrikasjon, transport og installasjon¹⁸. Det er disse prosessene som er kjernevirksomheten, og som skaper verdi for bedriften. Nymo har opprettet dokumenter som beskriver disse prosessene, og de skal sees i sammenheng med prosjektstyringsprosessen Involverende Prosjektgjennomføring (IPG). Fasene fremstilles her forenklet, som om de var en lineær prosess, men det er som nevnt over i virkeligheten mange iterasjoner og overlappinger mellom de ulike fasene.

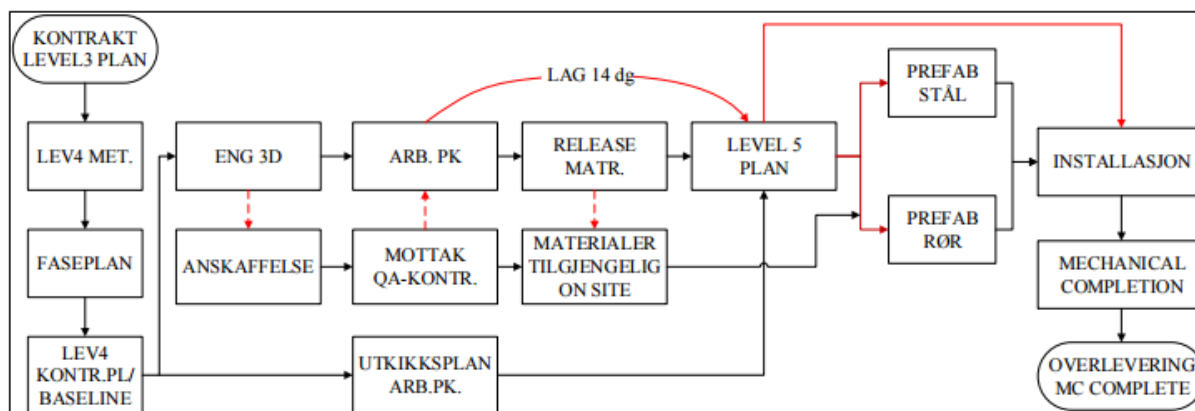


Figur 4-5: Verdiskapende prosesser hos AS Nymo

¹⁸ Basert på bedriftens interne prosesser og referansedokumenter: MS-PMA-00067, MS-PMA-00005, MS-ENG-00092

Prosjektstyring handler om å lede og kontrollere de verdiskapende prosessene. AS Nymo kaller sin prosjektgjennomføringsprosess for Involverende Prosjektgjennomføring (IPG). IPG er en tilpasning av ideer og metoder fra Lean Construction og Last Planner System.

Målet med IPG er å oppnå økt forutsigbarhet og kontroll i produksjonen. Prosjekter styres etter milepæler og det arbeides systematisk med å fjerne hindringer for at aktiviteter kan gjennomføres og kategoriseres som sunne. Metoder og planer er viktig i IPG og brukes for å kommunisere hvordan prosjektet skal gjennomføres. Prosjektets fase avgjør detaljgraden i metodene og planene. Det blir utarbeidet metoder for alt arbeid. Metodene beskriver på øverste nivå hvordan modulene skal deles opp, og detaljeres videre helt ned til rekkefølge på oppgaver på en enkel tegning. Planene sikrer at metodene blir satt i verk til riktig tid. Det opereres med flere nivåer på planene: Level-3 - Kontraktplan, Level-4 - Prosjektplan, Level-5 - Detaljplan. Det er på Level-4 og Level-5 at innføringen av IPG har vært mest gjeldene. Figur 4-6 viser en oversikt over IPG systemet hos Nymo.



Figur 4-6: Oversikt over Nymos system for IPG (Kalsaas og Knutson, 2017)

Level-3 Kontraktplan:

En grov milepælplan som er en del av kontraktunderlaget til kunden.

Level-4 Prosjektplan baseline:

Overordnet styring av prosjektene, basert på milepælene fra kontraktplanen i tillegg til selvpålagte milepæler. Planen beskriver arbeidsomfanget fra kontraktinngåelse til leveransen er komplett.

Utvikling av Prosjektplanen gjøres ved å bruke metoden faseplanlegging, kjent fra Last Planner System. Metodikken er basert på bakoverplanlegging, hvor man starter på slutten av hver fase, og planlegger aktiviteter ved å definere hvilke forutgående aktiviteter som må være utført før den gjeldende aktiviteten kan gjennomføres. Planen detaljeres mer jo nærmere nåtid man kommer. Det benyttes post-it lapper på gråpapir på veggen i møterommet som verktøy for planleggingen. Det gjøres gjentagende faseplanmøter i løpet av prosjektet.

Level-5 Detaljplan

Detaljplanene gjelder per fagdisiplin, men utarbeidelsen av de gjøres ved multidisiplint samarbeid og inneholder alle fag og aktiviteter. Planen har en to ukers tidshorisont og utarbeides som en nettverksplan. Planen skal identifisere arbeid per dag. Detaljplanene på Nymo skal inneholde sunne aktiviteter, det vil si arbeidsoppgaver som ikke har noen hindringer for å bli utført.

Lagsplan

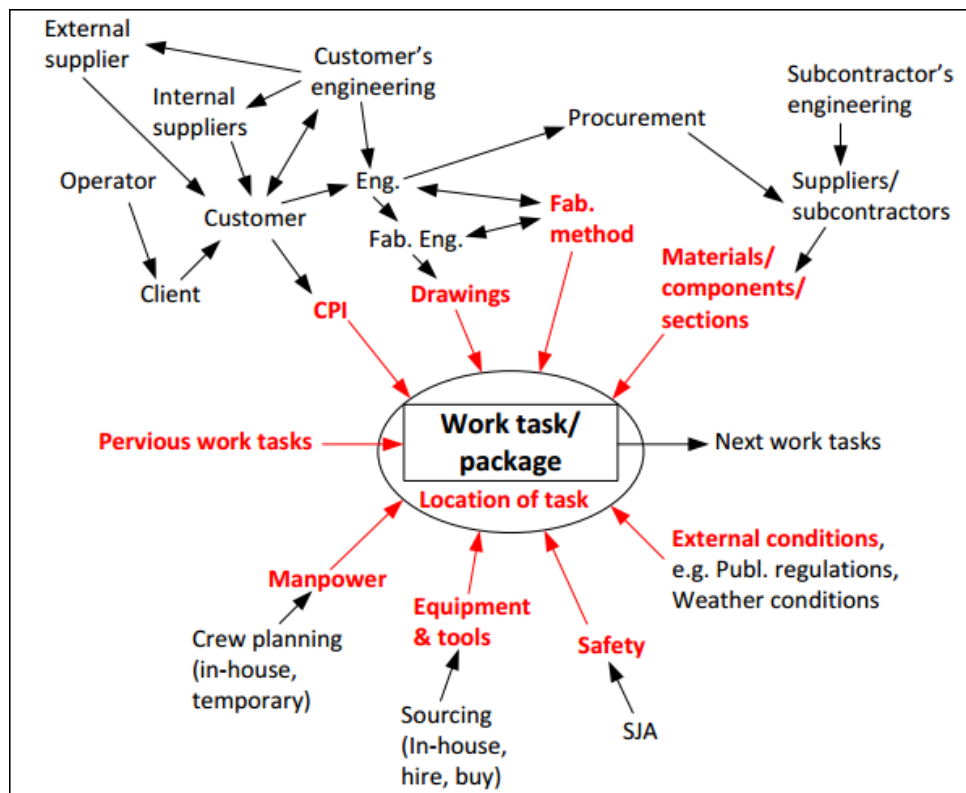
Lagsplan er en detaljert plan på ukesbasis for ett arbeidslag i ett fag. Denne er foreløpig ikke implementert hos Nymo, men det er planlagt å få til dette i fremtiden. I lagsplanen skal det fremkomme hva hver enkelt operatør skal gjøre hver dag. Planen skal utarbeides av formann for den enkelte fagdisiplin.

De ulike trinnene med utforming av planer i IPG har fokus på å friskmelde aktiviteter i flere ledd, for å unngå uheldige overraskelser i fabrikasjonsfasen. Det er også en metode for å bli mer fleksible, samt å fange opp endringer. Arbeidspakkene har her en viktig rolle fordi de blir bindeleddet mellom engineering og fabrikasjon, og det stilles krav til arbeidspakkens kvalitet for å sikre en sunn fabrikasjonsfase.

4.2.1 Utarbeidelse av Level-5 plan

Ved utarbeidelse av detaljplanene skal metoden utkikkplanlegging, også kjent fra Last Planner System, brukes. En uke tas inn fra prosjektplanen, og en uke friskmeldes til detaljplan level-5. Utkikkplanen går over omtrent 6 uker om gangen, og fungerer som et hjelpemiddel for å få fjernet hindringer, og for å skape en buffer av sunne aktiviteter som kan starte opp. Fokus i utkikkplanen er å arbeide for sunne aktiviteter for å unngå tilfeller hvor oppgavene ikke kan avsluttes og for å hindre generering av tapt tid og dermed sløsing eller making-do.

Nymo har med utgangspunkt i de sju forutsetningene for sunne aktiviteter for konstruksjon som ble definert av Koskela (2000), begynt å operere med 10 forutsetninger for en sunn fabrikkstart (Kalsaas, 2013a). På Figur 4-7 er disse forutsetningene markert med rødt.



Figur 4-7: 10 forutsetninger for en sunn fabrikkstart hos AS Nymo (Kalsaas, 2013a)

I likhet med utviklingsplanen, så vil man i detaljplanmøtene også sjekke om aktivitetene kan starte uten hindringer, men på et enda mer detaljert nivå for de nærmeste to ukene. Å koordinere adkomst til arbeidsplassen mellom de ulike faggruppene er viktig i disse møtene.

Aktivitetene i level-5 planen er på tegningsnivå, og tegningene er organisert i arbeidspakker. En arbeidspakke kan inneholde en eller flere tegninger, med underliggende oppgaver tilknyttet hver tegning. En arbeidspakke skal frigjøres to til tre uker før fabrikkstart, og denne skal da være sunn i forhold til de 10 forutsetningene.

Level-5 planen legges til grunn for prefabrikkasjon av rør, stål, elektro og installasjon. Det ble tidligere forsøkt å lage en felles detaljplan for alle fagene i samsvar med LPS tenking. Dette ble dessverre ikke vellykket på grunn av størrelse på prosjektene og for stort arbeidsomfang for

planleggeren. Derfor lages det en plan for hvert av fagene, og planen koordineres videre på koordineringsmøter.

4.2.2 Kvalitet i prosjektgjennomføring og arbeidspakker

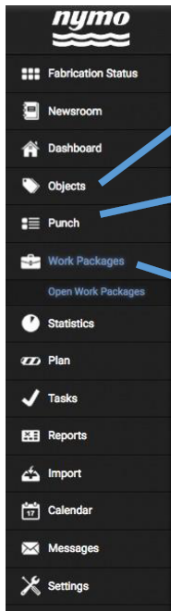
Som et element i IPG prosjektet og bedriftens mål om kontinuerlig forbedring, har Nymo innført et kvalitetssikringssystem, som de kaller «Quality in Execution» (Kvalitet i prosjektgjennomføring). I forbindelse med dette har de nylig begynt å ta i bruk ett nytt dataverktøy, Telaris (Kalsaas og Knutson, 2017). Telaris er en database der all informasjon skal registreres. Målet er å bygge ut systemet slik at det kan integreres med de andre systemene i Nymo, som innkjøpssystemet (M3) og 3D-modellen.

Alt arbeid i fabrikkasjonsprosessen skal organiseres i arbeidspakker. Arbeidspakkene defineres av tilretteleggingsleder på fab.eng, med bakgrunn i tegninger levert fra design, samt metodebeskrivelser og planer fra level-4, og senere level-5. Planavdelingen registrerer deretter tidsperioden de ulike arbeidspakkene skal utføres i. Tilretteleggere på fab.eng utarbeider arbeidspakkene og legger inn all nødvendig informasjon. Arbeidspakkene inneholder tegninger og kuttetisser, materialister, sveiseprosedyrer, bilde av 3D modell, samt detaljerte bygge- og sammenstillingsmetoder. Tegninger fra designengineering bearbeides til arbeidstegninger, og det skal også sjekkes at materialer er mottatt og gjort tilgjengelig før utsendelse. Arbeidspakken overføres deretter prosjektkontroll som kalkulerer timer og estimerer ressursbruk. To til tre uker før arbeidet skal starte opp skrives arbeidspakkene ut, og frigis til fabrikkasjon. Formann har videre ansvar for å fordele oppgavene i arbeidspakke til operatørene gjennom lagsplanen, samt sørge for at utførte oppgaver blir registret som fullført.

Alle arbeidspakker med tegninger og oppgaver for Johan Sverdrup prosjektet er registrert i Telaris. Her registrerer man når oppgaver er påbegynt og ferdigstilte, og man kan få opp fremdriftsplan basert på disse dataene. Feil og mangler (punch) samt revisjoner, legges også inn i Telaris. Informasjonen er bygd opp hierarkisk, med komponenter som nederste lag. Disse komponentene danner bestillingsgrunnlaget for innkjøp. Alle komponenter inngår i objekter og hvert objekt har en tegning tilknyttet seg. Objektene inngår i arbeidspakker. En arbeidspakke kan ha ulikt antall objekter. Kvalitetssystemet og Telaris er et arbeid under utvikling og Johan

Sverdrup er det første prosjektet som kjøres ved bruk av dette systemet. Figur 4-8 viser hovedmenyen i Telaris.

Definisjoner:



Objekt: Et objekt er et unikt identifikasjonsnummer for en spesifikk komponent eller et utstyr.

Objekt-type: Skiller de forskjellige typene i fra hverandre

Vedlegg: Datablad, tegninger, andre filer og bilder kan lastes opp til objektet

Punch: Avvik som kan beskrives ved å laste opp bilder og rapportere status direkte i systemet.

Registrer punch:

- Direkte basert på objekt eller system
- Fra punkt i sjekklisterne

Work Package: Samlet pakke for jobben som skal utføres. Oppgaver og tegninger legges inn i et felles dokument som kan skrives ut. Rapportert live på oppgaver og underliggende tasks.

Status analyseres:

- på overordnet nivå fra oversikt på dashboard
- oppsummert som på **Fabrication Status**
- inne på den enkelte arbeidspakke

Figur 4-8: Telaris med definisjoner av objekt, punch og arbeidspakke

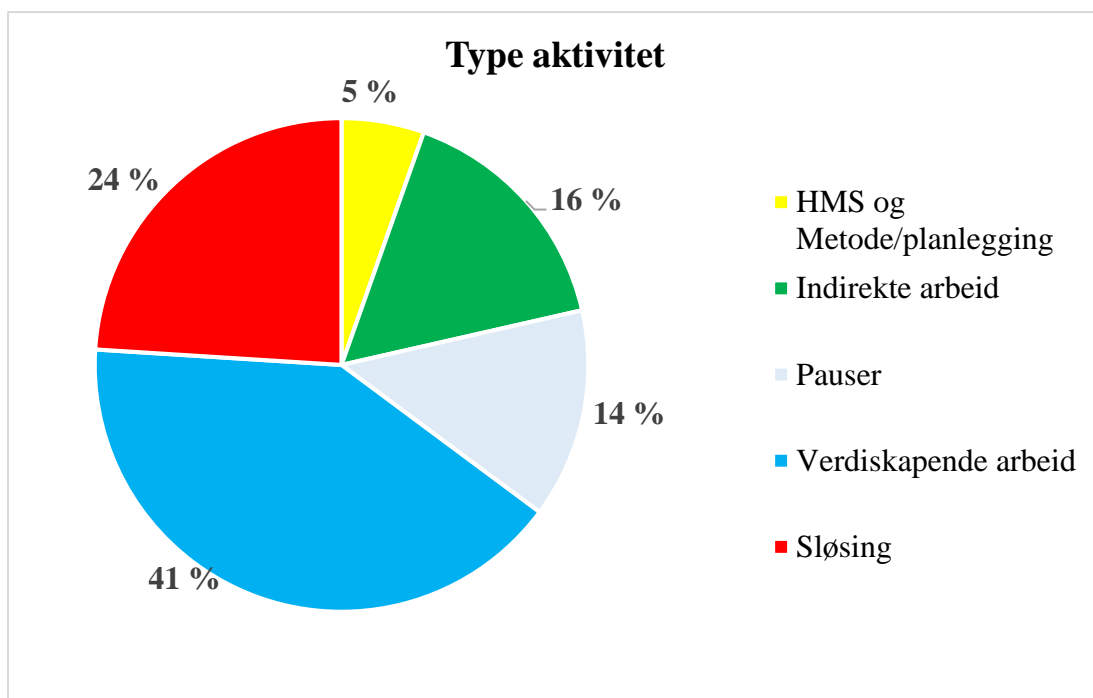
Arbeidspakkene er inndelt etter type og fag. Fagdisiplinen rør har ulike arbeidspakker for prefabrikasjon og for installasjon. Samme objekter opptrer i ulike arbeidspakker, og punch registreres på objektnivå. Hver arbeidspakke består av en eller flere objekter, og hvert objekt er tilknyttet en hovedaktivitet, som utgjør hele arbeidstegningen for objektet. Hovedaktiviteten er deretter brutt ned i mange mindre oppgaver, som markeres ferdig etter hvert som de blir utført. Basert på denne registreringen, vil systemet oppgi prosent utført arbeid på arbeidspakkene til enhver tid.

5 Resultater fra datainnsamling

I dette kapitlet presenteres resultatene fra datainnsamlingen, sortert etter hvilken metode som ble brukt. Det redegjøres også for forutsetninger tatt underveis i innsamlingen, slik som forklaring på noen av begrepene i skjemaene. Det presenteres også noen eksempler fra datainnsamlingen som er relevante for problemstillingen for oppgaven. Resultatene fremstilles nøytralt uten egne refleksjoner. Kapitlet avsluttes med en vurdering av forskningskvaliteten på innsamlet data på bakgrunn av refleksjon rundt validitet og reliabilitet.

5.1 Resultater fra observasjon

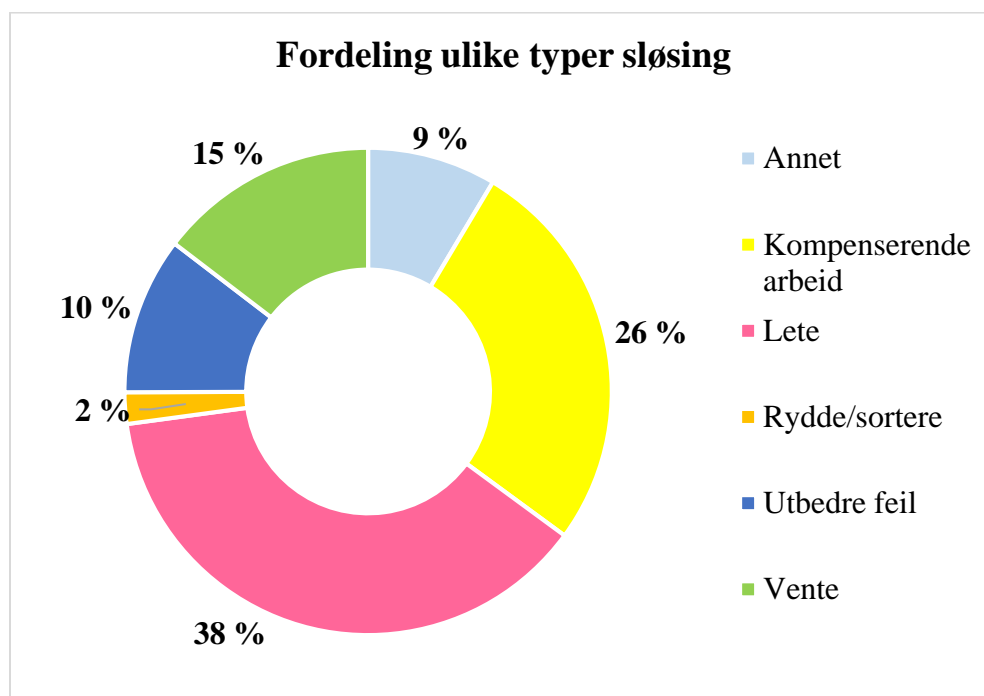
Figur 5-1 viser samlet resultat for hele observasjonsperioden. Observerbar sløsing ble registrert til 24% av total arbeidstid, verdiskapende arbeid sto for 41%, indirekte arbeid for 16%, HMS, metode og planlegging for 5% og pauser 14%.



Figur 5-1: Samlet resultat fra observasjonsskjema

Sløsing

Figur 5-2 viser andelen av ulike typer observerbar sløsing



Figur 5-2: Fordeling av ulike typer sløsing fra observasjonsskjema

Leting er den største andelen av sløsing, og inkluderer leting etter materialer, utstyr eller formann. Den største andelen leting var å lete etter materialer på mellomlageret. Leting etter formann inkluderer både å oppsøke formann og drive problemløsning sammen med formann.

Kompenserende arbeid innebærer aktiviteter som ikke var spesifisert i arbeidspakkene de jobbet med. Det kan være for eksempel å prøve og fikse en maskin som ikke virket, lete etter andre oppgaver som kunne gjøres når planlagt arbeid ikke kunne utføres, eller at de gjorde andre småting mens de ventet på at de kunne fortsette med verdiskapende arbeid.

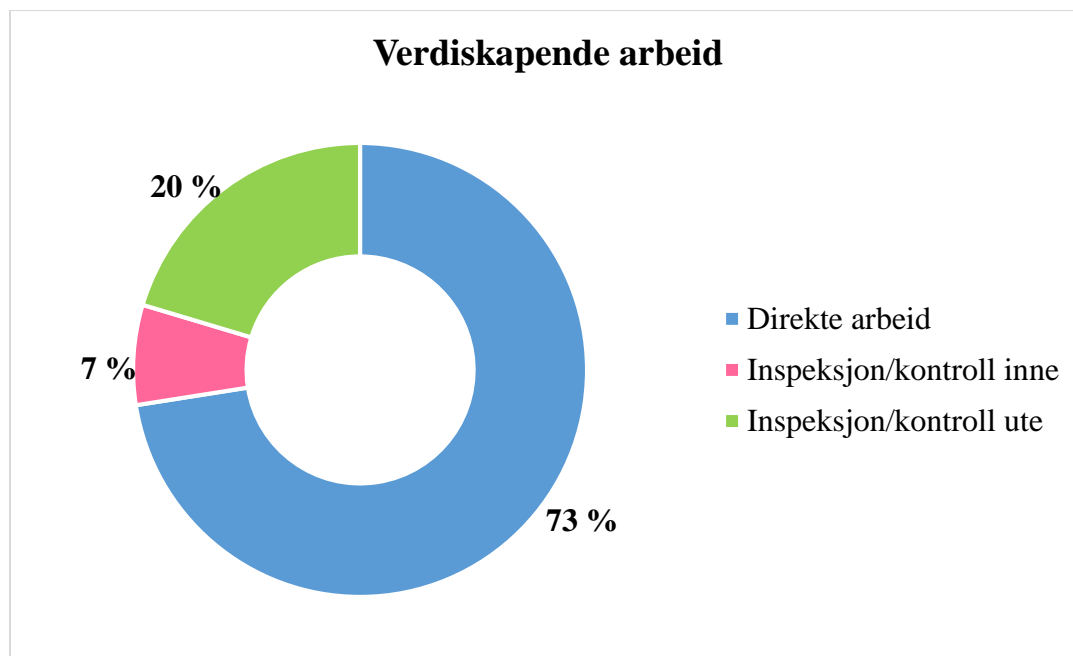
Vente inkluderer venting på nye oppgaver, foregående arbeid eller på at arbeidsområdet skulle bli klart. Den største årsaken til venting observert på det arbeidslaget vi fulgte var venting på foregående aktivitet, i hovedsak vente på at sveiser skulle bli ferdig.

Utbedre feil består av å rette opp feil fra sveis eller rette opp feil som var forårsaket av en maskin som ble brukt til å bøye rør. Rydde/sortere var å rydde for å komme til ute på riggen.

Kategorien annet er annen personlig tid. Denne kategorien var i hovedsak tid som gikk bort før pauser og før arbeidsdagens slutt.

Verdiskapende arbeid

Verdiskapende arbeid (Figur 5-3) er fordelt på direkte arbeid, inspeksjon/kontroll inne i hallen og inspeksjon/kontroll ute på modulen. Direkte arbeid er arbeid som utføres både inne i hallen og ute. Dette inkluderer å studere tegninger, bøye rør og gjøre de klar for sveiser, samt å installere de ute på riggen. Inspeksjon/kontroll ute innebærer å inspisere arbeidsområdet, gjøre kontrollmålinger, skrive opp mål og tegne opp hvordan rørene skulle bøyes. Inspeksjon/kontroll inne innebærer å kontrollere alt materiale til en tegning, sjekke at alt er tilgjengelig og riktig, samt å hjelpe sveiser med å måle og holde rørene i vater når sveiseren skulle sveise.

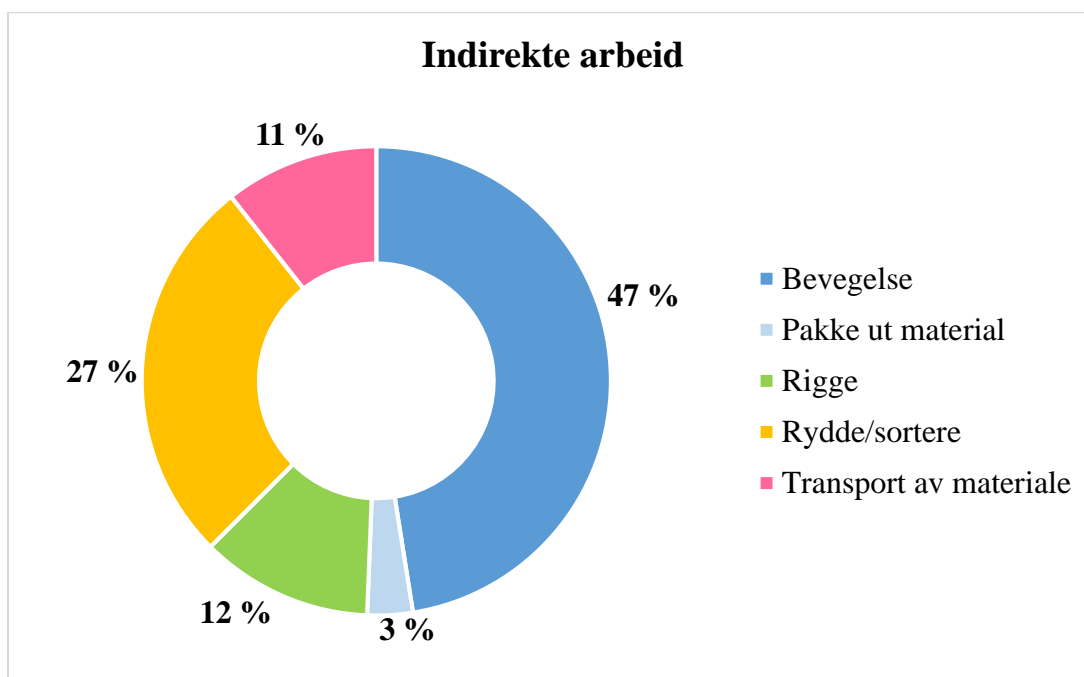


Figur 5-3: Fordeling av verdiskapende arbeid fra observasjonsskjema

Indirekte arbeid

Indirekte arbeid (Figur 5-4) består av bevegelse, transport, rigging, pakke ut materialer og rydding. Den største andelen, bevegelse, er i hovedsak bevegelse mellom arbeidssteder. Det var ganske stor avstand mellom prefabrikasjonshallen, lager og modulen, så det gikk mye tid på å gå

mellom disse stedene. Generell rydding står for den nest største andelen. Dette skyldes i stor grad at en av dagene fikk rørleggerne beskjed av formann om å ta et skikkelig skippertak for å få ryddet opp inne i hallen etter at det hadde vært en HMS runde på stedet. Rigge opp og ned inkluderer å finne fram utstyr og verktøy når de skulle starte arbeidsdagen eller bytte arbeid. Transport av materiale er flytting av rør og transport fram og tilbake fra røntgen, hvor rørene sjekkes for eventuelle sveisefeil. Pakke ut er tiden de brukte etter at de hadde fått utlevert materiale fra lager til å sortere og systematisere delene.

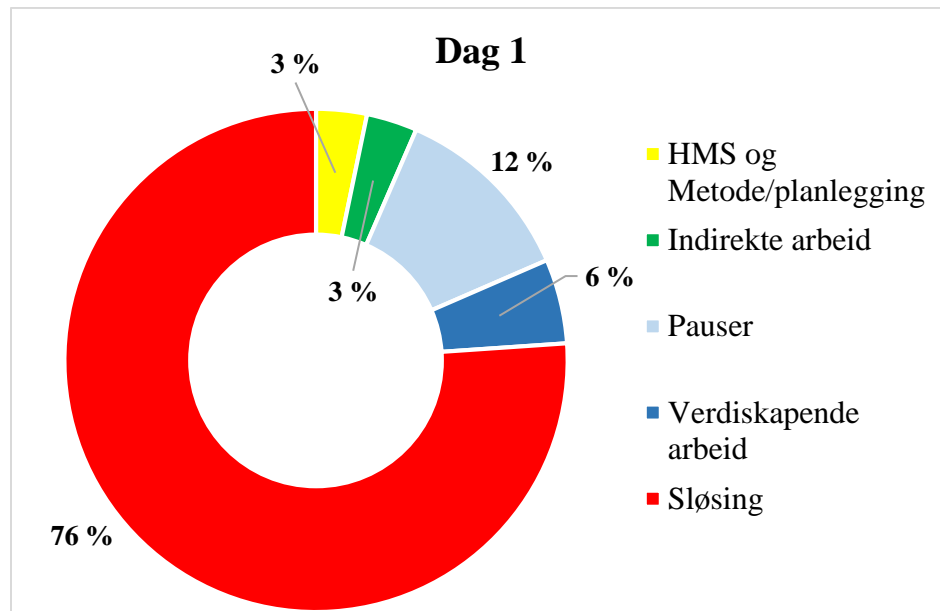


Figur 5-4: Fordeling av indirekte arbeid fra observasjonsskjema

5.1.1 Observasjonstiden

Dag 1: Manglende og feil materialer; Arbeidspakkene 1005-L001-D01 og 1005-L003-D01

«Hele arbeidsdagen gikk tapt i leting og tull» (Sitat formann)



Figur 5-5: Resultat fra observasjonsskjema dag 1

Arbeidslaget skulle begynne på to nye arbeidspakker som det var planlagt at de skulle jobbe med kontinuerlig fra start til slutt i løpet av 12 dager. På morgenen fikk de pakkene av formann, og de brukte litt tid i starten på å studere tegningene og planlegge arbeidet. Deretter gikk de til mellomlager for rørinstallasjon for å hente delene. Delene på mellomlager sorteres etter arbeidspakker.

På mellomlageret gikk det mye tid på å lete etter, finne fram og melde ut delene. Rørleggerne mottok materialer på mellomlageret og sjekket de mot plukklisten for arbeidspakkene. Det viste seg at det manglet noen deler, men de tok med seg det de hadde funnet tilbake til prefabrikasjonshallen. Der gikk de gjennom de delene som de hadde, og kontrollerte de mot arbeidstegningene. Nå viste det seg at det i tillegg var feil koblinger de hadde fått, de var derfor ikke kompatible med det utstyret de skulle koble de sammen med ute på installasjonsområdet. Rørleggerne brukte deretter tid på å gå ut å inspisere arbeidsområde for å se om noen av oppgavene i arbeidspakkene kunne startes på. Det viste seg at de feilbestilte koblingene, kombinert med de komponentene som manglet, gjorde at de kunne ikke starte med noen av oppgavene før riktige deler kommer på lager. Dette kunne ta 3-4 uker ifølge formann. Resten av arbeidsdagen gikk med på å rydde opp igjen, og levere utlevert materiale tilbake til lageret. I mellomtiden sjekket formann ut hvilke arbeidspakker de kunne starte på neste dag.

Dag 2 til 10

På grunn av at operatørene ikke kunne arbeide med de to planlagte arbeidspakkene, ga formannen beskjed om at de kunne gjenoppta arbeid på noen arbeidspakker som de hadde jobbet med tidligere. Disse arbeidspakkene hadde de for en del uker siden lagt på vent på grunn av at det hadde manglet noen materialer der også, men nå skulle alt være på plass og arbeidet kunne starte opp igjen. Arbeidslaget splittet seg opp i noen dager og arbeidet med hver sin arbeidspakke frem til midten av dag 5. Da ble begge rørleggerne forhindret fra videre arbeid på hver sin kant. Den ene rørleggeren måtte utsette arbeid på sitt område på grunn av at det var mange sveisefeil på allerede installerte rør på modulen, og dermed måtte disse feilene rettes opp av sveiserne før han kunne fortsette installasjonen. Den andre rørleggeren skulle montere opp tre ventiler i sitt område, men rørene inn til to av de hadde også sveisefeil som måtte rettes før han kunne fullføre installasjonen. Den tredje ventilen kunne monteres, men rett under ventilen var det montert en stålplate som stengte veien for videre rørstrekk (Figur 5-6).



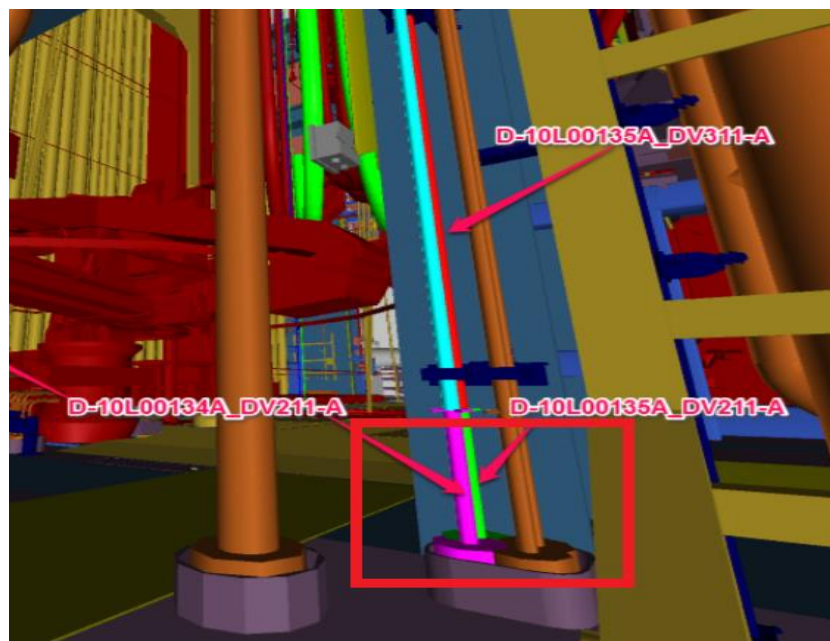
Figur 5-6: Stålplate montert under ventilen på grunn av en tidligere revisjon

Denne platen var ikke å se på arbeidstegningene, så det måtte avklares med formann hva som kunne være årsaken til at plata var montert. Stålplata viste seg å være montert på grunn av en tidligere revisjon. I ny revisjon skulle ikke plata være der. Videre arbeid her måtte derfor

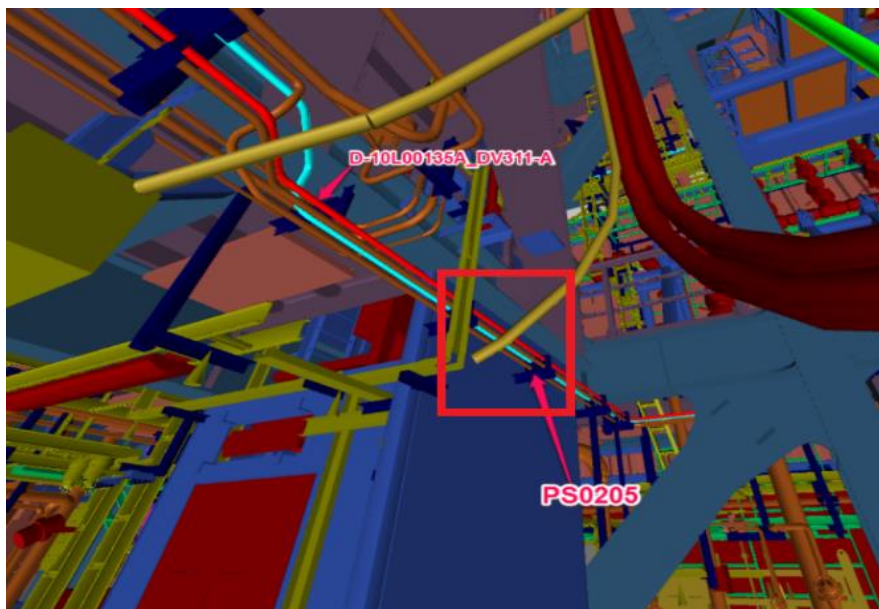
avventes til platen var fjernet. Arbeidslaget måtte finne nye arbeidsoppgaver, og bestemte seg for, i samarbeid med formann, å starte opp igjen arbeidet med å installere tre rørlinjer i samme området siden stillaset allerede var klart. De tre rørlinjene var definert i tre forskjellige arbeidspakker, men de gikk ved siden av hverandre, så det var naturlig å jobbe med de parallelt. Dette jobbet de med sammen resten av dagene. Dag 10 fikk en av rørleggerne i oppgave å utføre endringer på noen rør som allerede var montert, fordi det hadde kommet ut en ny revisjon på en arbeidspakke som allerede var ferdig. Siste halvdel av dagen gikk med på dette.

Problemer med sveis

På dag tre ble det oppdaget at omtrent alle sveis utført av en spesifikk sveiser var blitt underkjent i kontroll. Sveiseren hadde utført 30-40 sveis før kontrollene ble utført, og det dårlige sveisearbeidet skapte dermed store problemer. Mange av de aktuelle rørene var allerede installert, og dermed måtte de fikses ute på riggen fremfor inne i hallen, noe som ville vært både lettere og mye mindre tidkrevende. Det var flere sveisefeil i samme området på flere rør, se Figur 5-7 og Figur 5-8. Man kunne ikke fortsette med arbeid på disse rørlinjene før sveisefeilene ble rettet opp, fordi rørene måtte kappes, prepareres og sveises på nytt. Når nye sveisere skulle ut å reparere feilene, var arbeidsområdet utilgjengelig for andre og arbeidet måtte derfor utsettes til sveiserne var ferdige med jobben.



Figur 5-7: 3 av 4 sveis i merket område på bildet hadde feil



Figur 5-8: 4 av 4 sveis i merket området på bildet hadde feil

Rørleggerne måtte finne nye oppgaver underveis i observasjonstiden på grunn av mange sveisefeil i det området de hadde planlagt å jobbe. En av rørleggerne mente det var uheldig at sveiseren fikk lov til å sveise så mange rør som ble installert på modulen uten at det ble tatt røntgen i forveien. Man kunne ha oppdaget feilen mye tidligere dersom testene ble utført kontinuerlig. Ideelt, ifølge rørleggeren, var å sveise, ta røntgen, for så deretter å sette rørene på plass. Nå måtte han stoppe arbeidet og alle rør med sveisefeil måtte kuttes vekk og fikses på før han kunne fortsette installasjonen i det gjeldende området. Alle sveisere har et spesifikt nummer, og det kunne derfor ha blitt oppdaget tidligere av NTD (røntgentest av sveis) at samme sveiser hadde hatt mange feil.

5.1.2 Livsløpet til arbeidspakkene 1005-L001-D01 og 1005-L003-D01

Tabell 5-1 viser en oversikt over livsløpet til de to arbeidspakkene som skulle følges, beskrevet i avsnittet om observasjonstiden. Dialog opprettholdes også i etterkant av observasjonstiden med formenn vedrørende disse pakkene for å få oppdateringer om oppstart på arbeidet.

Tabell 5-1: Livsløpet til arbeidspakkene det var planlagt å følge i observasjonstiden

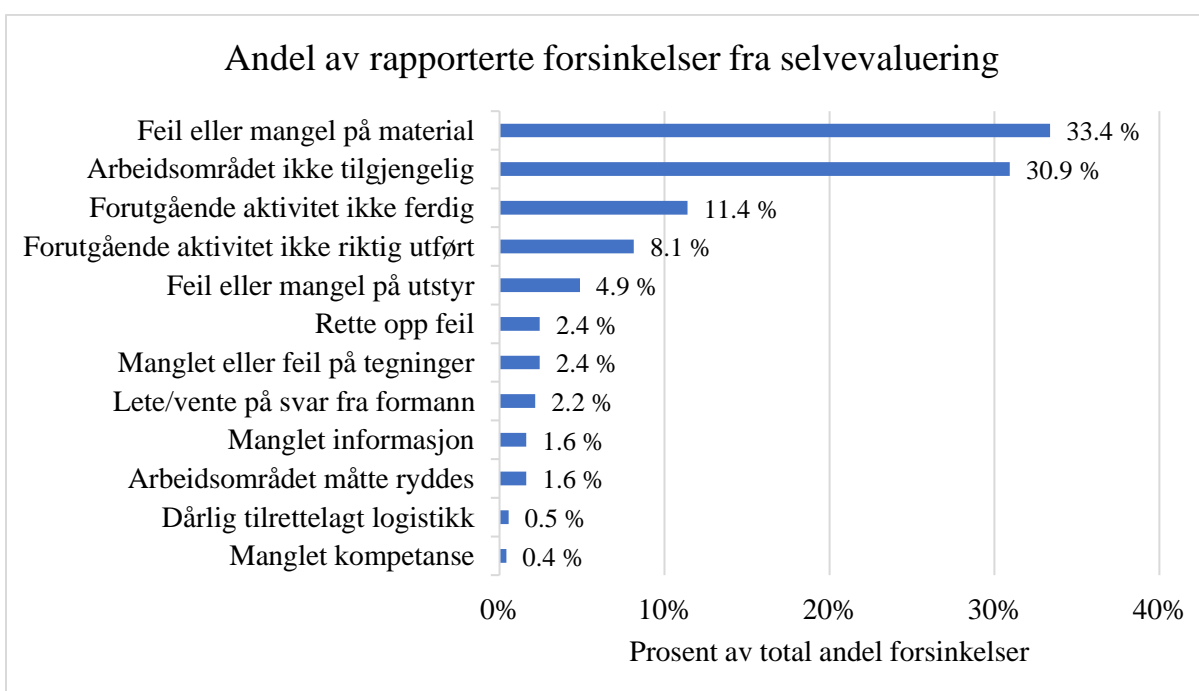
Dato	Status/aktivitet
23.11.2016	Arbeidspakkene ble opprettet og definert i Telaris
04.01.2017	To punch på at det mangler materiale legges inn i Telaris
09.01.2017	Start og sluttdato for arbeidet registreres. Planlagt arbeidsperiode er 12.01.2017 til 27.01.2017. Samme dag blir arbeidspakken utgitt, plukkklister til lager kjøres og papirkopi av arbeidspakkene distribueres til formenn
19.01.2017	Ny oppstartdato blir satt til 06.03.2017 på grunn av manglende materiale
06.03.2017	Oppstart tredjepartsobservasjon hvor det planlegges å følge installasjonen av arbeidspakkene og registrere observerbar sløsing. Rørleggerne som skal utføre arbeidet oppdager at i tillegg til de materialene som er registrert som manglende i databasen, så er det også feil på noe av det materiale som er ankommet og plukket ut til arbeidspakkene. Det er feil type koblinger, og disse passer ikke til utstyret de skal monteres på Punch blir oppdatert til også å gjelde de feilbestilte koblingene
18.04.2017	Punch blir oppdatert med informasjon om at Nymo selv skal lage koblingene. Det må utføres test og godkjenning av delene før de kan tas i bruk
27.04.2017	Punch blir registrert som fullført. Koblingene er godkjent og arbeidet kan starte
08.05.2017	Oppstart av installasjonsarbeidet på arbeidspakkene. Under arbeidet oppdages det feil på tegningene. Det er for liten avstand mellom rørene som skal installeres og andre, større rør i samme området. Dette blir ikke godkjent på grunn av tekniske krav, og installasjonsarbeiderne må derfor bygge om for å fikse problemet
29.05.2017	Avsluttende samtale med formann med statusoppdatering på arbeidspakkene. De estimerer at det gjenstår tre dager med arbeid igjen, og regner derfor med at pakkene kan ferdigstilles 1-2 juni

Dette eksemplet viser at feil fra tidligere i verdikjeden har skapt mye forsinkelser og problemer i installasjonsfasen. Arbeidspakkene kunne tilsynelatende blitt utført på to uker, men ble forsinket i flere måneder på grunn av feil materiale. Videre førte feil på engineeringstegningen til mye merarbeid for produksjon. Rørene var allerede prefabrikkert, men måtte kastes da det viste seg at de ikke kunne brukes allikevel. Dette har gitt utslag i sløsing i form av både tid og penger.

5.2 Resultater fra selvevaluering

Under hele observasjonsperioden ble de siste tjue minuttene av hver arbeidsdag brukt til utfylling av selvevalueringsskjema. Hensikten med skjemaet var å få rørleggerens syn på flyt og sløsing i arbeidsdagen. Rørleggerne skulle svare Ja/Nei på 14 spørsmål som omhandlet ulike typer sløsing, og hvis de svarte «ja», ble de bedt om å anslå hvor mye tidsbruk sløsing medførte. Totalt ble det samlet inn 39 skjemaer. Total antall arbeidstimer var 326.6, og rapporterte forsinkelser av totalt timeantall fra selvevalueringsskjemaene var på 19%.

Figur 5-9 viser prosentandel av de ulike typene forsinkelser som ble registrert.



Figur 5-9: Andel av rapporterte forsinkelser fra selvevaluering

Spørsmålet «har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag?» er tatt ut fra rapporteringen av antall timer og prosentandel forsinkelse fordi dette spørsmålet relaterer seg til fenomenet making-do. Selv om de har utført arbeid som ikke var planlagt var det ikke nødvendigvis sløsing. Totalt antall timer som ble registrert på dette spørsmålet var 33,5 timer, som utgjør cirka 10% av total arbeidstid. I kommentarfeltene har rørleggerne i enkelte tilfeller beskrevet årsaken til at de måtte utføre arbeid som ikke var planlagt. De årsakene som ble nevnt var som følger:

- Jobbet med en revisjon
- Hjalp til å bytte gass (til sveiserne) ute på modulen
- Gjorde annet arbeid på grunn av at vi manglet stillas
- Rettet opp feil på prefabrikkerte rør
- Jobbet med en annen arbeidspakke på grunn av materialmangel

På selvevalueringsskjemaene ble de også bedt om å vurdere flyt i arbeidet, hvor de skulle si seg enige eller uenige i påstanden. Når det kommer til evaluering av arbeidsflyten, viser Tabell 5-2 fordelingen av svarene.

Tabell 5-2: Fordeling av svar på spørsmål om arbeidsflyt fra selvevaluering

Påstand: i dag har arbeidet hatt god flyt	Antall svar
Meget enig	7
Enig	22
Uenig	8
Meget uenig	2

Det som er verdt å merke seg her er at de rørleggerne som sa seg enige i at arbeidsflyten har vært god, har samtidig rapportert opp til nesten 4 timer med forsinkelse. Dette tyder på at arbeidsdagene deres er preget av uforutsette hendelser og hindringer. Selv om de rapporterer en god del sløsing, anser de ikke flyten til å være dårlig, men ser heller på det som en del av det vanlige arbeidet. Det er kun ved noen uvanlige hindringer eller ved sløsing på 4 timer eller mer at operatørene mente at arbeidsflyten ikke var god. De to «meget uenig» besvarelsene omhandler den første dagen med observasjon, hvor arbeidslaget vi skulle observere ikke kunne utføre noe som helst av arbeidet sitt på grunn av feil materialer.

5.3 Resultater fra intervjuer

Vi har foretatt intervjuer med forskjellige avdelinger i bedriften, nærmere presisert, fab.eng, installasjon, plan og engineering. Siden avdelingene jobber med forskjellige ting, har vi valgt å presentere resultatene per avdeling og trekke frem felles hovedtemaer vi pratet om under intervjuene.

5.3.1 Formenn

Planlegging

Formenn planlegger arbeidsdagen sin på bakgrunn av 3D modell og visuell inspeksjon. Sekvensen av arbeidspakkene planlegger de selv, og de vil helst ha en stor buffer med arbeidspakker slik at de alltid kan ha noe arbeid når hindringer oppstår. Detaljplanen (level-5) fra planavdelingen har de tilgang på, men den blir ikke brukt. Begge formennene prøver å lage plan med arbeid for en eller to uker frem i tid, men opplever at den må endres ofte på grunn av uforutsette hendelser.

De deltar på de ukentlige multidisiplin koordineringsmøtene (IPG), og synes disse fungerer fint for å ordne de fleste koordineringsproblemer mellom fag. Utenom disse møtene opplyses det at kommunikasjonen mellom fag ikke fungerer optimalt. Det blir mest kortvarige samtaler ute i produksjon og formennene synes at de også burde hatt koordineringsmøter innad i rørfaget.

Arbeidspakker

Formennene opplever at de konstant må etterlyse og mase for å få ut arbeidspakker som de mener kan startes på. Arbeidspakkene er delt etter testnummer som er predefinert av kunde, og i noen tilfeller kan størrelsen være for stor. Dette løses ved at formenn deler opp arbeidspakkene selv. I de tilfellene hvor oppgavene i arbeidspakkene skal utføres i samme området, jobbes det ofte med flere arbeidspakker samtidig på grunn ferdigstilt stillas og åpen tilkomst. Ellers så mener begge formennene, samt alle rørleggerne vi har snakket med, at oppsettet på arbeidspakkene er bra og at man ikke trenger mer informasjon enn det som kommer med nå. Metodene i arbeidspakkene er riktige, og sekvensene er korrekte.

Materialer

Mangel på deler og ikke rettidig plukking blir oppgitt til å være en av de største utfordringene i dette prosjektet. Noen deler er feilbestilt og noen er ikke bestilt, samtidig som ansatte på mellomlageret ikke har tid nok til plukking av deler siden det er mange pakker de må plukke til samtidig. Formennene får, som regel, oppdateringer kun når det mangler kritiske deler og må ellers skaffe oppdateringer selv.

Revisjoner og endringer

Formenn nevner at de opplever en stor økning i antall revisjoner og endringer i forhold til tidligere prosjekter og mener at det er utfordrende å utgi kun sunne arbeidspakker som følge av dette. De synes også at det er vanskelig å holde oversikt over revisjoner, og savner et bedre system eller bedre måte å varsle om revisjoner på. Mange av revisjonene på tegninger er i tillegg ikke gjort skikkelig. I stedet for å endre på tegningen, er endringene markert oppå eksisterende tegning og nye mål er skrevet inn med rød tusj. Begge formenn mener at dette er veldig uheldig, og de har klaget på det flere ganger.

Telaris

Formennene bruker Telaris for å finne hvor rørene befinner seg i verdikjeden, for å hente tegninger og for melde fremdrift. Fremdriftsmåling, ifølge formenn, blir lite reell i forhold til virkelighet. Hadde vært mye bedre om man kunne trykke fullført per spool (rørdel), siden en tegning kan inneholde flere «spool», og man kan ikke melde fullført før hele tegningen er fullført. Tildeling av arbeidspakker i Telaris er de heller ikke helt fornøyd med. Alle arbeidspakker blir tildelt den ene formannen, så må de viderefordre pakkene mellom seg.

5.3.2 Fabrikasjonsengineering

Arbeidsdagen og planlegging.

Arbeidsdagen til fab.eng avdeling rør består hovedsakelig av å sette sammen arbeidspakker. Det har blitt utarbeidet en brukervennlig og oversiktlig sjekkliste på hva enhver arbeidspakke skal inneholde før den kan utgis. Figur 5-10 viser et utsnitt fra en slik liste.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
I dag	Uke			100.0 %	100.0 %																	
25-jan-17	4			tegninger	pakker																	Klikk regelmessig slik at arkivet oppdateres for alle
Oversikt->						3																NOTE
Sendt ut	Pakke	Beskrivelse	Rev.	Rev.	Klar	Arb settet	Pipe lagoppsett, rør/klipp	Pakke i Telaris	Tegning lag oppsett	WIP	Pipe lagoppsett, bekke/tilb	WIP	CPV lagoppsett, rør/klipp	WIP	CPV lagoppsett, bekke/tilb	WIP	Pipe i linje	Fullført	Pakke i klar	Saksform		
13.jan	1036-L001-D02	Installation Of Hydraulic Lines To Rig Skidding N/S DV211	OH	2	13-jan-17	20-feb-17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	620	13.01: kun pipesupport og referansefiler som er revidert.
13.jan	1036-L002-D02	Hydraulic Line From Drag Chain N/S To Gripper Jack	OH	2	13-jan-17		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	620	
16.jan	1036-L003-D02	Hydraulic Line From Drag Chain N/S To Gripper Jack	OH	1	13-jan-17		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	620	
13.jan	1036-L004-D02	Installation of Hydraulic Fluid Supply From Drag Chain N/S	1	OH	5	13-jan-17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	620	
16.des	1036-L005-D02	Installation of Hydraulic Fluid Return	OH	3	13-jan-17		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	620	
13.jan	1036-L006-D02	Installation of Hydraulic Fluid Drain From Drag Chain N/S	OH	3	13-jan-17		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	620	13.01.2017: Ny rev, kun pipesupp og ref.
	1036-L007-D02	Hydraulic Fluid Return from Drill Line Reel	OH	-	02-mai-17		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	620	
16.jan	1036-L008-D02	Hydraulic Line From Drag Chain N/S To Gripper Jack	OH	1	12-jan-17	13-feb-17	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	620	
20.des	1036-L009-D02	Hydraulic Fluid Return from Rotary Table Control Station Assembly	OH	1	19-des-16		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	620	19.12.2016: Denne er sendt til installasjon, pakke er sunn, men noe manko på tegning.
	1036-L010-D02	Hydraulic Distribution BOP Deck Return Lines	OH	-			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	610	
	1036-L011-D02	Hydraulic Distribution BOP Deck Drain Lines	1	OH	-		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	610	
	1036-L012-D02	Hydraulic Distribution BOP Deck Supply Lines	OH	-			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	610	

Figur 5-10: Sjekkliste fab.eng

Fra sjekklisten er det også mulig å se hva som mangler ved hver pakke, eller når og hvem som har jobbet med den. Dette er noe som er utarbeidet av avdeling rør for sitt arbeid og vi har ikke kjennskap til hvordan de andre avdelingene utfører kontroll over arbeidspakker.

Planlegging av arbeidet med arbeidspakker sies til å være en stor utfordring på grunn av manglende prioriteringsplan, og endringer i byggemetode. Ansatte på fab.eng blir heller ikke invitert på koordineringsmøter eller planleggingsmøter, noe de synes kunne ha vært fint med tanke på å ha en bedre dialog med alle på avdeling rør. Kommunikasjonen foregår hovedsakelig muntlig eller på mail.

Arbeidspakker

Den største utfordringer som blir nevnt i forhold til arbeid med arbeidspakker er mangel på materialer og feilbestilte materialer. Hovedårsakene til dette kan være at engineering avdeling var ikke helt ferdig med design når MTO'er (Material to Order) ble sendt, samt antall revisjoner og manglende retningslinjer og rutiner for håndtering av revisjoner i starten i Johan Sverdrup prosjektet.

Det ble også nevnt problemer i innkjøpsavdelingen og ikke optimale sjekkrutiner av ankomne deler på lageret som mulige grunner til problemer med materialer.

Utestående materialer fører til at det blir utgitt veldig mange usunne arbeidspakker. Formenn ser, for eksempel, at de kan utføre deler av arbeidspakken, og for å kunne ha noe å gjøre ber de om å få ut den pakken.

Telaris

Det var litt tungt å begynne å bruke systemet, men det var naturligvis lettere for den nyansatte, siden han ikke hadde så mye erfaring med de gamle systemene. Det var også mulig for de ansatte å komme med kommentarer på problemer ved bruken og de kunne se at det hjalp, siden flere ting ble endret og tilpasset. Begge var derfor enige om at systemet har et stort potensial, de ønsker å beholde det i kommende prosjekter.

5.3.3 Plan

Arbeidsdagen og planlegging

I pågående prosjekt er sluttdato på test for commissioning-pakker¹⁹ en av flere styrende faktorer for planleggingen. Men det er metode, logisk rekkefølge, tilkomst og revisjoner som likevel er avgjørende for livsløpet til arbeidspakkene og man kan forvente noen justeringer i planene underveis.

Planleggingen skal baseres på metode utarbeidet av et metodeteam som settes sammen av fabrikkasjonsleder og som består av blant annet fab.eng. Metoden ble utarbeidet tidlig i prosjektet og er ikke blitt revidert eller tilpasset de faktiske forhold. Den er derfor ikke et fullgodt hjelpemiddel for planlegging på grunn av manglende oppdatering etter hvert når forutsetningene endret seg i de ulike prosjektfasene. Dette fører til at planleggingen blir utfordrende, og det blir vanskelig å lage en prioriteringsplan til fab.eng som skal vise dem rekkefølgen på hvilke arbeidspakker som skal frigjøres og når. I dette prosjektet var det nytt at level-5 planen for produksjon skulle parallellforskyves bakover i tid for å gi fab.eng en plan for frigjøring av pakker. Forut for dette må metode være klar og pakkene definert slik at planen kan bygges opp.

Det uttrykkes et ønske om å ha felles møter med fab.eng, plan og formenn, gjerne ledet av disiplinleder, for å kunne samordne arbeidet bedre. Det avholdes heller ikke regelmessige planmøter, men planlegger har på eget initiativ hatt noen møter med formenn i Pre-MC fasen på grunn av en milepæl for igangsetting av trykktest. Dette ble gjort for å koordinere detaljplanen i forbindelse med igangsetting av Pre-MC og deretter trykktest.

Arbeidspakker

Når detaljplanleggeren får en arbeidspakke tilsendt i innboksen sin fra fab.eng, er den allerede vurdert som sunn eller sunn nok til å kunne sendes ut til produksjonen. Problemet som tidvis har oppstått skyldes at flere av arbeidspakkene som ble sendt ut i starten av installasjonsfasen var veldig lite sunne, men måtte ut for at operatørene i produksjonen skulle ha noe å gå i gang på.

Det er fab.eng som vurderer og avgjør om arbeidspakken kan bli sendt ut eller ikke, da det er deres oppgave å gå gjennom punchliste og sjekke opp i årsaker som kan hindre en sunn

¹⁹ Sjekklister som avsluttes med trykktesting av rør

arbeidspakke. Planleggers oppgave er å tilpasse pakken med tanke på tilkomst i forhold til andre disipliner og aktiviteter i området, samt metode og tidsfrister som gir føringer for pakkens livsløp.

Revisjoner og endringer

I starten av prosjektet fantes det intet godt system for håndtering av revisjoner, verken med hensyn til revisjoner av tegninger eller mer-timer. Det har vært, og er veldig mange revisjoner i prosjektet og det tok lang tid før rutiner for arbeid med de ble gjennomgått og kartlagt.

5.3.4 Engineering

Arbeidsdagen og planlegging

Arbeidet med tegninger og videre detaljering preges av stor innflytelse fra kunden og arbeidet skal følge kundens retningslinjer og integreres mot deres system. Under intervjuet ble planlegging av arbeidet trukket frem som utilstrekkelig og mangelfull. Det oppleves at level-5 planlegging foregår etter hva som allerede er gjort og ikke etter hva som skal gjøres og planene sier lite om prioritering av arbeidstegningene. Ansatte på engineeringavdelingen føler også at de ikke blir involvert i tilstrekkelig grad, samt at kommunikasjonen med andre avdelingen ikke fungerer optimalt. Derfor ble det startet møter med plan, fab.eng og ved noen tilfeller innkjøp og fabrikkasjon på initiativ fra engineering for å fremme og forbedre samarbeid. Disse møtene har ikke noen spesiell agenda og mål, men blir brukt som en metode for å bedre kommunikasjonen mellom avdelingene og for å unngå dårlig stemning.

Revisjoner og materialbestilling

Økning i antall revisjoner nevnes til å være utfordrende. Hovedårsaken til så mange revisjoner kan være et større koordineringsbehov mellom deler i kundens system. Vanligvis starter arbeidet med noen av delene før de andre, men i dette prosjektet begynte de å jobbe med alt samtidig.

Retningslinjer og rutiner for bestilling hos kunden kunne også føre til større utfordringer med materialbestillinger. Det er kunden som styrer mesteparten i dette prosjektet og materialbestillinger måtte derfor foregå på kundens premisser. Kundens system er bygd opp slik at det kun kan bestilles materialer etter tegninger er utgitt offisielt. Ettersom dette som regel er for sent med hensyn til fremdriften, måtte bestillingslister legges inn manuelt og gå gjennom flere ledd. Dette førte til flere misforståelser og feil. Det finnes heller ikke noen sjekkpunkter for

bestillinger, de foregår i samarbeid mellom ingeniørene og innkjøp. Kunden var heller ikke så flink til å komme raskt med tilbakemeldinger og beskrivelser på nye komponenter, som ikke var brukt tidligere av Nymo. Ikke tilstrekkelig bemanning i innkjøpsavdelingen ble også nevnt som en mulig årsak til problemer.

5.4 Vurdering av forskningskvalitet

For å sikre validiteten har det blitt brukt triangulering for å sørge for å ha flere kilder til samme informasjon. Det ble gjennomført intervjuer med ulike avdelinger, og med personer som har ulik fartstid i selskapet. Vi har også hatt mange uformelle samtaler med folk i forskjellige avdelinger, og på den måten fått bekreftet at meningene som framkom i intervjuene også kan gjenkjennes hos andre. Etter at intervjuene var blitt renskrevet ble de sendt i sin helhet til intervjuobjektene for gjennomlesning for at de skulle få anledning til å se at de ikke var blitt mistolket eller feilsitert.

Metodene som ble brukt for å samle inn data har den fordelen at de har blitt brukt flere ganger tidligere i samme bedrift, og det kan derfor være mulig å sammenlikne resultatene med målinger utført tidligere år. Observasjonsskjema og selvevalueringsskjemaene har blitt utviklet over tid, og har vært et samarbeid mellom tidligere masterstudenter, bedriften og veileder. Det finnes gode beskrivelser for hvordan de skal brukes, noe som har vært med på å styrke den interne validiteten i studien.

Ekstern validitet handler om hvorvidt resultatene fra datainnsamling er generaliserbare og valide i andre kontekster. Selv om caset er unikt, og de samme resultatene som ble funnet ikke nødvendigvis vil være de samme som i en annen bedrift, så kan funnene være relevante også for andre. Hovedutfordringene som ble avdekket i dette caset kan finnes igjen i litteraturen, noe som gir grunnlag for å anta at funnene kan være valide også utenfor denne spesifikke konteksten. Det er ikke blitt gjort generaliseringer av resultatene utover det som gjelder dette spesifikke caset, men likhetstrekk fra resultatene til andre kilder fra teorien blir påpekt og diskutert i kapittel 6.

For å styrke reliabiliteten av forskning har vi satt oss godt inn i metoden ved å gjøre oss kjent med grunnlaget for utarbeidelse av den og ved å gå gjennom tidligere utført målinger av sløsing før observasjonsperioden. Det ble også holdt et møte med laget vi skulle observere i forkant av målinger og selvevalueringer ble gjennomført i arbeidstiden, der vi var til stedet for å svare på eventuelle spørsmål. I observasjonstiden fulgte vi det samme arbeidslaget i 10 dager

sammenhengende, vi fikk derfor god kontakt med dem. Observasjonene ble utført til ulike tider på døgnet både innenfor ordinær arbeidstid og overtidarbeid. Slik vedvarende observasjon har hjulpet oss til å kunne skille mellom relevant og ikke relevant informasjon samt til å kunne få god forståelse av konteksten. Vi hadde mange uformelle samtaler med rørleggerne der de snakket om sine betraktninger rundt problemene i deres arbeidsdag. Disse samtalene kunne supplere dataene fra observasjonsskjema med utfyllende forklaringer samt bekrefte antakelser og påstander fra selvevalueringsskjemaene. Observasjonsskjemaene gir allikevel rom for en del subjektiv tolkning av hvordan de ulike aktivitetene skal registreres, og dette kan igjen svekke reliabiliteten. En ytterlig presisering av enkelte underkategorier i observasjonsskjemaet kunne kanskje bidratt til mindre rom for tolkning. Vi så også at det hadde vært nyttig å ha hatt en testrunde før den egentlige observasjonsrunden for å kunne ha anledning til å diskutere eventuelle uklarheter med veileder.

I selvevalueringen ble deltakernes oppfatning av arbeidsflyt målt. Denne bærer preg av informantenes subjektive oppfatning, mens de direkte observasjonene kan innebære en større grad av nøytralitet og objektivitet, siden det ble målt hva som faktisk foregikk (Bølviken og Kalsaas, 2011). Egevalueringene har den svakheten av det er informantenes subjektive oppfatninger som fremkommer, og en svakhet med denne metoden er at deres oppfatning av hva som er uproduktiv tid ikke samsvarer fullstendig med hva vi legger i begrepet. Vi kan se tendensene til dette i svarene, der de samme personene som har meldt opp mot fire timer forsinkelse eller venting i løpet av en arbeidsdag, samtidig har krysset av for «enig» på påstanden «i dag har arbeidet hatt god flyt». Samtidig var det godt samsvar mellom de rapporterte årsakene til forsinkelser på selvevalueringsskjemaene og det som ble registrert i observasjonsskjemaene.

I neste kapittel skal vi analysere resultatene av datainnsamling og forsøke å avdekke mulige årsaker til problemer ved hjelp av rotårsaksanalyse på bakgrunn av den informasjonen vi har fått fra intervjuer, selvevalueringsskjemaer og våre egne observasjoner.

6 Analyse og diskusjon

I dette kapitlet diskuteres og analyseres resultatene fremlagt i forrige kapittel med bakgrunn i teori presentert i kapittel 2. Kapitlet begynner med kategorisering av årsaker til sløsing i produksjonen som deretter kobles mot forutsetningene for sunne aktiviteter. Hovedutfordringer i forbindelse med planlegging og koordinering i casebedriften diskuteres i lys av LPS og IPG. Vi fortsetter med en diskusjon rundt hvorvidt Cynefin rammeverket kan være nyttig for å analysere ulike problemstillinger som oppstår i et komplekst prosjekt, og kapitlet avsluttes med en analyse av making-do og sløsing i verdikjeden.

6.1 Kategorisering av årsaker til sløsing i produksjonen

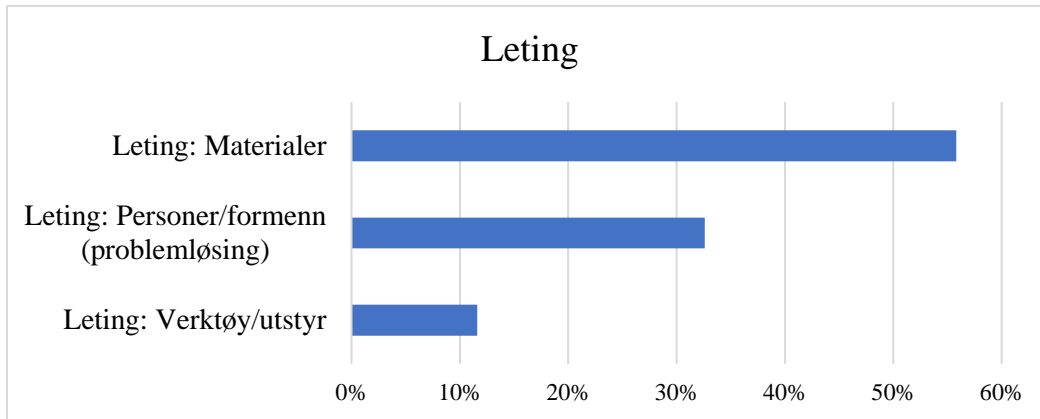
I dette kapitlet diskuteres de ulike kategoriene av sløsing som ble presentert i resultatene. Vi har valgt å se nærmere på de tre største andelene til sløsing, og vil forklare bakgrunnen for at de oppsto ved bruk av eksempler fra observasjonsperioden.

6.1.1 Sløsing fra observasjonsskjema

Under observasjonstiden hadde vi mange samtaler med rørleggerne og vi førte dagbok der vi noterte hva vi hadde snakket med de om og beskrev hva de jobbet med de ulike dagene, samt om problemer de støtte på. På bakgrunn av denne informasjonen fikk vi en god innsikt i årsakene til problemer som oppstod i løpet av perioden.

Leting

Kategorien leting sto for 38% av all observerbar sløsing som ble målt. Figur 6-1 viser fordelingen av underkategoriene til leting.



Figur 6-1: Andel ulike kategorier leting

Den største kategorien var leting etter materialer, og den letingen foregikk i hovedsak på mellomlageret. Mellomlageret ble beskrevet av mange som et «sort hull», og det gikk mye tid der til leting og venting på at lageransvarlig skulle finne riktige deler til riktig tegning. Det virker som om det er lite kontroll på hvor ting ligger.

Eksempel: Dag 2 i observasjonstiden.

En av rørleggerne brukte mye tid på mellomlageret denne dagen for å finne fram materialene. Etter en time ble de fleste materialene funnet unntatt en del. Det var registrert at den var plukket fra hovedlageret og ikke sjekket ut fra mellomlageret, så den burde befinne seg der et sted. Oppholdet på mellomlageret avsluttet med en avtale om at rørleggeren skulle ta med seg de delene som ble funnet, og dersom lagermedarbeideren skulle finne den manglende delen, ville han gi beskjed. To dager senere kunne mellomlageret melde om at den manglende delen var lokalisert. Den hadde vært plassert på feil sted.

Inne på lageret traff vi samme dag på to andre arbeidere som også lette etter deler til sine arbeidspakker sammen med lagermedarbeideren. I registeret var materialet tilsynelatende pakket i januar, men ingen kunne finne det. Mellomlageret er et nytt system, som de ikke hadde før. Noe av problemene kan skyldes, ifølge lagermedarbeideren, at noen av arbeidspakkene endrer navn og de på mellomlageret får ikke beskjed om det.

Eksempel: Dag 5 i observasjonstiden.

En time før arbeidsdagens slutt gikk en av rørleggerne på mellomlageret for å hente en rørklamme. På mellomlageret var det mye kø, og han som jobber på lageret var opptatt med å hjelpe en annen rørlegger med å finne sine deler. De lette lenge, og køen av folk som trengte deler ble lengre og lengre. Folk ble utålmodige, og noen begynte selv å lete i hyllene for å finne sine deler, selv om man egentlig aldri får lov til å hente ting der selv. Det er bestemt at kun lageransatte skal hente deler fordi når rørleggere selv eller deres formenn gikk og forsynte seg tidligere, så ble det mye problemer med at de rotet til systemet. Deler ble plassert på feil sted, eller det ble tatt deler som egentlig tilhørte andre. Etter å ha ventet vel en halvtime uten at lagerarbeideren hadde blitt ferdig med forrige bestilling, så var klokka blitt så mye at han uansett ikke ville rekke å gå opp på modulen å gjøre det han skulle. Rørleggeren gikk heller tilbake til hallen, og satset på å ha bedre lykke med rørklammen dagen etter.

Systemet på mellomlageret er helmanuelt. Det ble brukt notatbok for å registrere materialer som gikk inn og ut av lageret. Delene var organisert etter arbeidspakkenummer, i tillegg var ulike deler innad i arbeidspakken inndelt etter tegningsnummer (Figur 6-2).



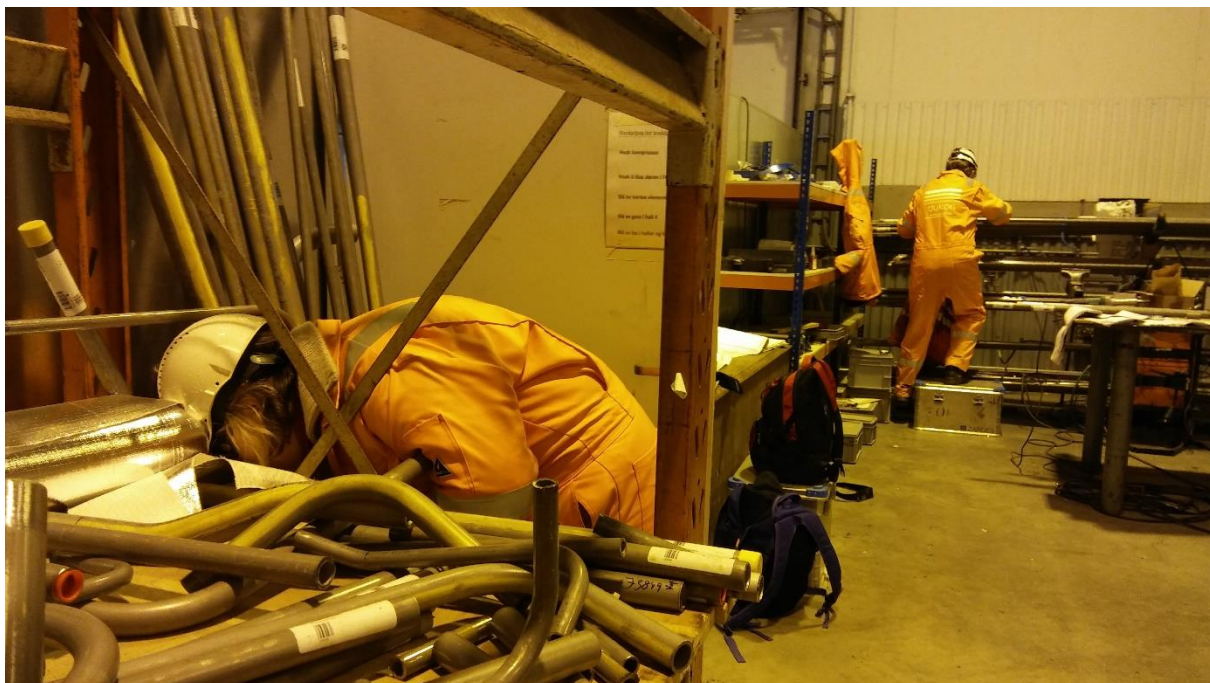
Figur 6-2: Mellomlager for smådeler rør

Installatørene organiserer arbeidet sitt etter tegninger i arbeidspakker og områder. De arbeider gjerne med flere arbeidspakker samtidig fordi de ligger i samme område og de rørene som skal installeres i samme område er like selv om de tilhører ulike arbeidspakker. Et forslag rørleggerne selv hadde var å inndele lageret etter områder, slik at når de jobber på et område i modulen, så tilsvarer det et spesifikt område på lageret også. Et annet forslag var at man kunne ha et digitalt system for å lokalisere delene med referanse til reol- og seksjonsnummer. Alt materiale er merket med QR koder, så det kunne være mulig å bruke en skanner for å registrere varer inn og ut av mellomlageret.

Leting etter formann inkluderer både å oppsøke formann, samt tiden rørleggerne brukte på å vise han problemet og drive problemløsning på stedet. De problemene som ble tatt opp med formann

var som regel koordineringsspørsmål og avklaring om hva de skulle gjøre når det oppsto ulike hindringer for det planlagte arbeidet. Dersom, for eksempel, arbeidsområdet deres var utilgjengelig på grunn av at andre fag ikke var ferdig med arbeidet sitt, så oppsøkte operatørene formannen og ble enige om andre oppgaver de kunne gjøre mens de ventet på at området skulle bli tilgjengelig igjen.

Leting etter verktøy skyldes stort sett det at mange arbeidslag deler på noe av utstyret, og da går det med litt tid til å finne det igjen fordi det ikke nødvendigvis ble lagt tilbake på samme plass etter bruk.

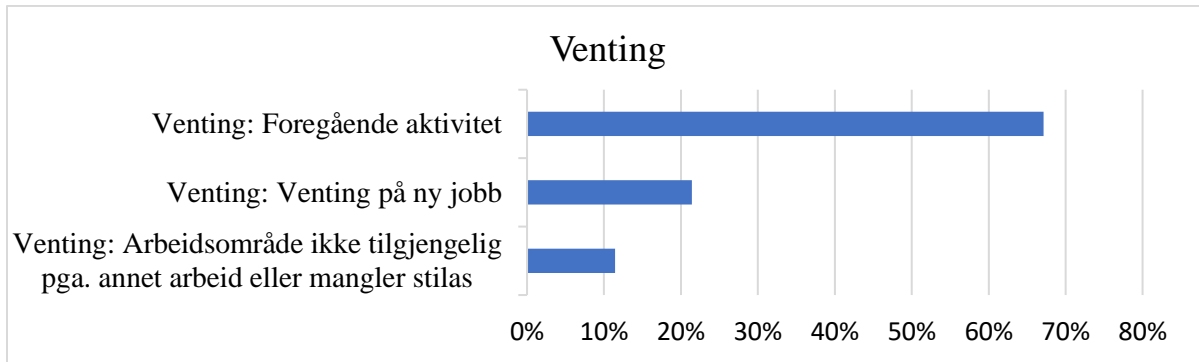


Figur 6-3: Leting etter rør i prefabrikasjonshallen

Innføring av 5S har blitt beskrevet i Lean litteraturen (kapittel 2.5) som en metode for å organisere arbeidsområdet for å skape mer orden. En opprydding i prefabrikasjonshallen med faste plasser til utstyr og verktøy kunne muligens hjelpet på dette problemet.

Venting:

Venting utgjorde 15% av observert sløsing. Figur 6-4 viser underkategoriene av venting.



Figur 6-4: Andel ulike kategorier venting

Venting på foregående aktivitet hos arbeidslaget vi fulgte skyldes i hovedsak venting på at sveisearbeid skulle bli ferdig. Mangel på sveisere gjør at man ofte må vente mye på at sveis skal bli utført og kontrollert før man kan installere rørene. På den miste rørtypen var det bare en sveiser på skiftet som kunne utføre sveisingen, og det ble derfor en del venting på at han skulle få gjort alt i løpet av observasjonsperioden. I tillegg måtte denne sveiseren rette opp en del feil fra andre, noe som skapte mer venting.

Venting på ny jobb har sammenheng med at i mange tilfeller måtte arbeid utsettes grunnet materialmangel eller utilgjengelig arbeidsplass. Derfor måtte rørleggerne vente litt på å få nye arbeidspakker å jobbe med.

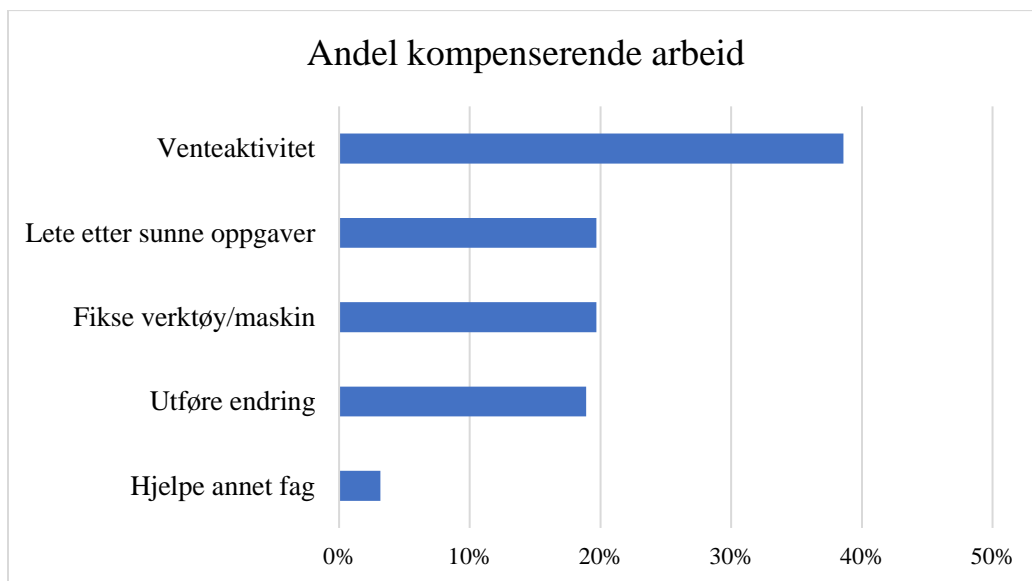
Venting på at arbeidsområde skal bli tilgjengelig skyldtes for det meste venting på at andre fag skulle fullføre arbeidet sitt i området eller at stillas ikke var ferdig montert.

Kompenserende arbeid

Kompenserende arbeid sto for 26% av totalt observert sløsing. Kompenserende arbeid ble en samlepост for aktiviteter som var vanskelige å plassere andre steder i skjema, men som vi allikevel følte burde komme med under aktiviteten sløsing. De tilfellene av kompenserende arbeid som vi registrerte har en sterk sammenheng med making-do og improvisasjon fordi det var arbeid som ble utført når de ble forhindret fra sine egentlige oppgaver. Dette skyldtes at forutsetningene for sunne aktiviteter enten ikke var på plass eller ikke var optimale, eller at rørleggerne måtte gjøre noe som egentlig ikke var deres oppgaver.

Vi ser nærmere på koblingen mellom forutsetningene for sunne aktiviteter og de ulike kategoriene av sløsing i kapittel 6.2.

I etterkant av observasjonen gikk vi gjennom alle dagboknotatene og sammenliknet de med observasjonsskjemaene for å kunne dele opp denne kategorien ytterligere for å vise hvilke aktiviteter de besto av (Figur 6-5). Årsaken bak de ulike aktivitetene kunne dermed bli mer synlig.



Figur 6-5: Andel ulike kategorier kompensere arbeid

Eksempel på venteaktivitet: Dag 5 i observasjonstiden.

En av rørleggerne måtte finne nye oppgaver på grunn av mange sveisefeil i det området han hadde planlagt å jobbe i denne dagen. Derfor måtte han vente med å installere, og for å ha noe å gjøre i mellomtiden bestemte han seg for å oppsøke en annen rørlegger for å se om han kunne hjelpe til med noe.

Venteaktivitet består av flere slike situasjoner beskrevet i eksempelet over. Operatørene blir forhindret fra å gjøre det de har planlagt å gjøre, så derfor finner de på noe annet. I de tilfellene venteaktiviteten var noe som ikke skaper verdi ut i fra det vi kunne se, og som ikke ville blitt gjort dersom de kunne fortsette arbeidet, ble det registrert som kompensere arbeid. Siden de ikke satt stille og ventet i slike tilfeller, så ble det ikke registrert på venting. Årsakene til denne typen aktivitet var i hovedsak at arbeidsområde var utilgjengelig eller at de manglet materiale.

Kategorien lete etter sunne oppgaver skyldes i hovedsak den første dagen da det gikk mye tid til å se om det var noe annet de kunne gjøre for å kompensere for at det manglet så mange deler til de to arbeidspakkene.

Fikse verktøy/maskin består av tiden det gikk med for å prøve å få bøyemaskinen for rør til å virke. Flere ganger i løpet av observasjonstiden var det problemer med å få den i gang, så det gikk bort en del tid på å forsøke å finne ut av problemet. Det løste seg til slutt når formann kom innom for å se på den. Det viste seg at det var noen som hadde feilkoblet en ledning, slik at den ikke ville starte.

Utføre endring skyldes oppstart av arbeid med en revisjon på siste dag i observasjonstiden der den ene på arbeidslaget fikk i oppgave å flytte noen rør som allerede var installert på modulen. Denne aktiviteten kunne muligens også blitt registrert på verdiskapende arbeid, men det ble valgt å føre den som kompenserende arbeid fordi den medførte dobbeltarbeid som kanskje kunne ha vært unngått dersom det hadde eksistert en produksjonsplan som kunne følges. For å få frem problemene beskrevet av formenn angående mange revisjoner som fører til at de ikke klarer å ha oversikt over hvilke oppgaver som man kan utføre og hvilke oppgaver som det var ventet revisjoner på, ble det dermed valgt å registrere dette eksemplet som sløsing. Kompenserende arbeid var den kategorien i skjemaet som best kunne beskrive aktiviteten slik som vi vurderte situasjonen på observasjonstidspunktet.

Å hjelpe annet fag ble også i noen tilfeller registrert som kompenserende arbeid, dersom det åpenlyst var oppgaver som de egentlig ikke skulle gjøre. Hjelpe annet fag i dette tilfellet var at en av rørleggerne måtte hjelpe en sveiser med å fikse gass så han kunne rette sveisefeil ute på modulen. Å hjelpe andre ble allikevel lagt inn som verdiskapende arbeid i de fleste tilfeller fordi det er en naturlig del av arbeidsdagen og de som jobber med samme fag hjelper hverandre med problemløsning og lignende.

6.1.2 Selvevaluering

Andel forsinkelser og venting som ble rapportert i selvevalueringene ble presentert i kapittel 5.2, Figur 5-9.

Feil eller mangel på material utgjør den største andelen, noe som samsvarer godt med observasjonsskjemaene. Arbeidsområde ikke tilgjengelig utgjør også en betydelig andel. Et av arbeidslagene hadde mange installasjonsoppgaver på selve modulen, og disse har rapportert om mye venting på grunn av at arbeidsområde ikke var klart. Det arbeidslaget vi fulgte og rapporterte om i observasjonsskjema oppholdt seg mest i prefabrikasjonshallen, og hadde dermed mye mindre andel av denne typen sløsing. Ute på modulen er det større sannsynlighet for at det oppstår koordineringsutfordringer, noe som bekreftes av selvevalueringsskjemaene som de leverte inn. Ved flere anledninger ble de hindret fra å utføre arbeidet sitt på grunn av manglende stillas eller på grunn av at «*alt for mange måtte jobbe oppå hverandre på samme sted. Sveisere, platearbeidere, rørleggere*» (sitat selvevalueringsskjema). Men det bør også nevnes at våre observasjoner foregikk rett etter en stor løfteoperasjon, hvor hele modulen ble sammensatt. Derfor måtte alle stillaser tas ned før løftet og bygges opp igjen etter sammenstilling. Dette kan være årsaken til at det var så mange problemer med manglende stillas i denne perioden.

Spørsmålene «forutgående aktivitet var ikke ferdig» og «forutgående aktivitet var ikke riktig utført» ble utdypet i kommentarfeltene, og årsaken ble rapportert til å skyldes at en del rør var feil prefabrikkert.

6.1.3 Making-do og improvisasjon i produksjonen

Hyppig bytte av arbeidsoppgaver ble observert til å være en stor tidstyv, som er underrapportert i resultatene. Veldig ofte måtte rørleggerne stoppe opp arbeidet fordi det var ulike hindringer ute på arbeidsområdet. Disse hindringene var i hovedsak at andre personer jobbet i samme område, slik at det ikke var plass, eller at et annet fag måtte gjøre ferdig sine oppgaver før rørleggerne kunne begynne arbeidet i området. Slike hindringer ble beskrevet i teorien som ikke optimale forutsetninger. Forutsetningene for sunne aktiviteter var ikke nødvendigvis helt fraværende, men også ikke optimale forutsetninger kan gjøre at arbeidet ikke kan fullføres eller at det tar lenger tid enn det som hadde vært nødvendig. Hindringene førte til at de observerte heller gjorde andre oppgaver enten i samme arbeidspakke eller begynte på en ny pakke. Tiden som gikk bort på opp- og nedrigging i forbindelse med bytte av arbeid kan beskrives som making-do. I observasjonsskjemaet ble veldig ofte denne type tidstyv registrert som verdiskapende eller indirekte arbeid i stedet for sløsing fordi det var oppgaver som uansett skulle gjøres på et senere tidspunkt. Allikevel observerte vi at det gikk bort mye unødvendig tid når operatørene måtte hele

tiden sjonglere mellom arbeidsoppgaver. Når man etter en stund skal gjenoppta arbeidet som ble utsatt, så går det en del tid på å finne frem materialer, man må ut å inspisere arbeidsområdet igjen, og man må sette seg inn i tegningsunderlaget på nytt. Disse aktivitetene er i realiteten dobbeltarbeid, men det fremkommer ikke i tallene fra observasjonsskjema. I tillegg går det bort mye tid på å diskutere nye arbeidsoppgaver, finne ut av hva det skal startes på, og diskutere løsninger. Denne typen aktivitet ble registrert på metode/planlegging, men i realiteten kunne det blitt registrert som sløsing siden det er tid som ikke ville vært nødvendig dersom de planlagte oppgavene kunne utføres.

Eksempel: Dag 2 i observasjonstiden.

Arbeidslaget fikk beskjed på morgenen om at de kunne fortsette på noen arbeidspakker de hadde jobbet med tidligere. De to rørleggerne skulle da jobbe videre hver for seg, med hver sine arbeidspakker i noen dager. Da de skulle ta opp tråden igjen på disse pakkene, var det 6 uker siden sist de jobbet med dem. Det gikk mye tid på å lete fram alt materiale på nytt og finne frem igjen riktige komponenter og rør. I tillegg måtte man gå opp på modulen og inspisere området og gjøre målinger på nytt fordi det kunne være endringer siden siste inspeksjon. Halvparten av dagen gikk med på slike forberedende aktiviteter før man kunne starte på de egentlige arbeidsoppgavene.

Eksempel: Dag 4 i observasjonstiden.

Planen for dagen for en av rørleggerne var å få montert opp ventiler i to områder ute på modulen. Rørleggeren gikk derfor ut for å inspisere arbeidsplassene. På det ene stedet holdt sveisere på å reparere sveisefeil, så da måtte arbeidet i dette området vente til de var ferdig. På neste område var det et stillas som ikke var blitt godkjent. Dermed måtte den andre oppgaven også vente. Rørleggeren gikk derfor tilbake til hallen for å finne nye oppgaver, og mye tid gikk med til dette.

Under observasjonstiden registrerte vi også at rørleggerne ofte måtte improvisere for å kompensere for at tegningene ikke alltid stemte med virkeligheten. For eksempel måtte de i et tilfelle selv tegne opp hvordan rørene skulle bøyes for å passe rundt noe utstyr som allerede var montert. Det var avvik på dimensjonene mellom tegning og virkelighet, fordi på modulen var det mindre plass til rørene enn det tegningen viste. Denne type tilpasninger var helt normalt, spesielt for de minste rørene, og rørleggerne hadde for vane å alltid gå ut på modulen og kontrollmåle før

de begynte arbeidet med å prefabrikkere rørene fordi de ville ikke risikere å komme opp på modulen med rør som ikke passet.

På bakgrunn av dette kan man tenke seg at andelen sløsing burde være noe høyere enn det som kommer frem i skjema. I samtaler med rørleggerne poengterte de også at bytte av arbeidsoppgaver er en av de største tidstyvene i deres arbeidshverdag. Dette funnet stemmer overens med det Kalsaas (2011) refererer til som «skjult sløsing» (ref. kapittel 3.5.1), som et motstykke til «observerbar sløsing». At det finnes mye skult sløsing representerer et potensial for å øke effektiviteten og flyten av direkte arbeid. En god del av denne typen sløsing kommer av tiden til alt forarbeid med å forberede området for at de ulike oppgavene kan utføres (Kalsaas, 2011). Skjult sløsing kan også knyttes til making-do, selv om all making-do ikke nødvendigvis er sløsing. En del making-do kan være verdiskapende arbeid fordi det er oppgaver de ville ha gjort uansett, men muligens i en mer hensiktsmessig sekvens dersom det ikke hadde vært så mange hindringer underveis. Vi kunne ikke vite om arbeidet ble utført etter den beste metoden eller sekvensen, og derfor kunne ikke skjult sløsing eller making-do måles på en tilfredsstillende måte (Kalsaas, 2017).

6.2 Forutsetninger for sunne aktiviteter i produksjonen

Koskela har, som nevnt tidligere, lagt fram forslag om at det finnes sju forutsetninger som må være tilstede for å forhindre making-do. Nymo opererer med 10 forutsetninger for en sunn produksjonsstart (ref. kapittel 4.2.1), og ved bruk av disse har vi kategorisert de ulike formene for sløsing fra observasjonsskjema og selvevalueringsskjema etter hvilke forutsetninger de kan kobles mot. Ved å se sløsing i sammenheng med forutsetningene, kommer det frem at forskjellige typer sløsing fra observasjonene, kan skyldes de samme uoppfylte forutsetningene. For eksempel kan både sløseformen venting og leting ha samme årsak, nemlig at forutsetningen riktige materialer ikke var til stede.

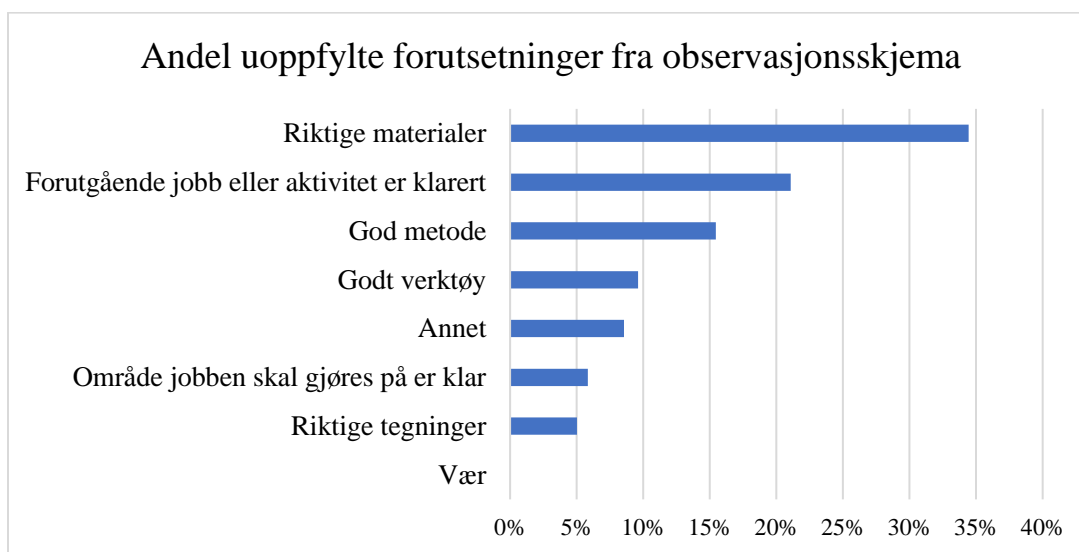
6.2.1 Observasjonsskjema

Tabell 6-1 viser funnene fra observasjonsskjema koblet sammen med forutsetningene for sunne aktiviteter og Figur 6-6 viser andelen av uoppfylte forutsetninger fra observasjoner.

Kompenserende arbeid er her delt opp i underkategorier, og fordelt på de aktuelle forutsetningene.

Tabell 6-1: Observasjonsskjema og forutsetninger for sunne aktiviteter

Forutsetning	Navn på aktivitet i observasjonsskjema
Annet	Annen personlig tid
Område jobben skal gjøres på er klar	Rydding/Sortering: Få tilgang til arbeidsplassen Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas Kompenserende arbeid: Venteaktivitet eller lete etter sunne oppgaver
Forutgående jobb eller aktivitet er klarert	Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feil Direkte arbeid: Utbedring av feil fra annet lag/fag/-underleverandør Venting: Foregående aktivitet Kompenserende arbeid: Hjelpen annet fag
Godt verktøy	Leting: Verktøy/utstyr Venting: Kran Kompenserende arbeid: Fikse utstyr/maskin
God metode	Leting: Personer/formenn (problemløsning) Venting: Venting på ny jobb
Riktige materialer	Leting: Materialer Venting: Bestilte materialer Kompenserende arbeid: Venteaktivitet eller lete etter sunne oppgaver
Riktige tegninger	Venting: Tegning/arbeidsunderlag Kompenserende arbeid: utføre endring
Vær	Venting: Værvhengig aktivitet

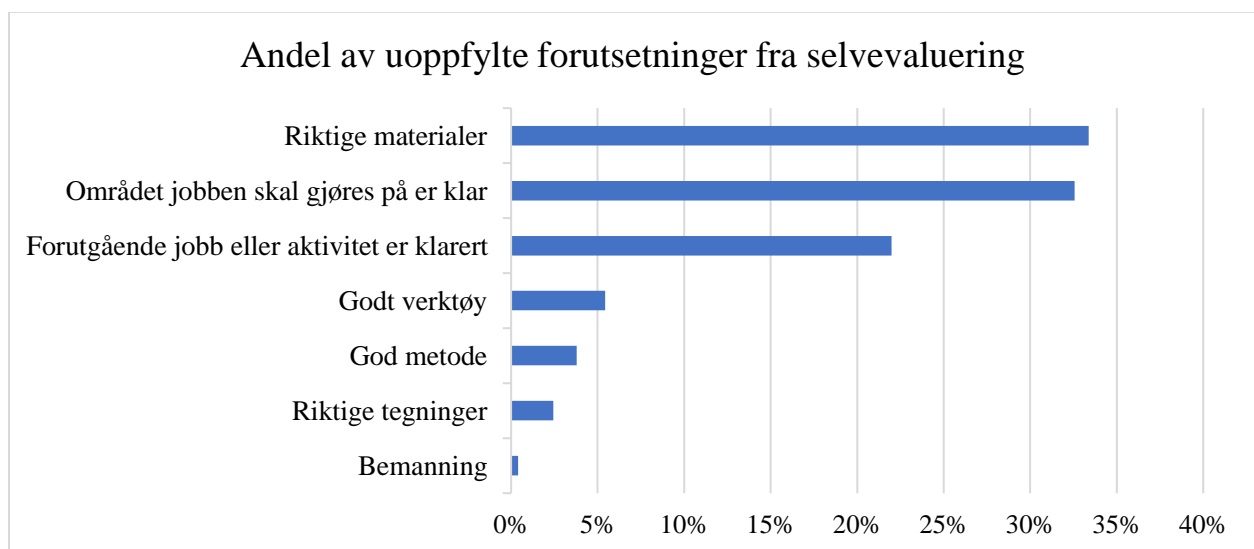

Figur 6-6: Andel uoppfylte forutsetninger fra observasjonsskjema

6.2.2 Selvevalueringsskjema

Tabell 6-2 viser en oversikt over årsakene til at arbeid ble forsinket koblet sammen med forutsetningene for sunne aktiviteter og Figur 6-7 viser andelen av uoppfylte forutsetninger fra selvevaluering.

Tabell 6-2: Selvevaluering og forutsetninger for sunne aktiviteter

Forutsetning	Årsak til forsinkelse og venting i egenevalueringsskjema
Bemanning	Jeg følte ikke at jeg hadde kompetanse til jobben og måtte bruke ekstra lang tid
Forutgående jobb eller aktivitet er klarert	Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide
	Forutgående aktivitet var ikke riktig utført
	Har du brukt tid i dag på å rette opp feil og misforståelser? (Egne eller andres)
God metode	Jeg følte ikke at jeg hadde rett annen informasjon for å gjøre jobben
	Måtte lete etter/vente på formann for å få svar på spørsmål eller for å få ny jobb
Godt verktøy	Det manglet utstyr eller utstyret var lite egnet
	Det var dårlig tilrettelagt logistikk (eks: lang vei for å hente materialer, og tralle kunne ikke benyttes pga. dårlig fremkommelighet)
Området jobben skal gjøres på er klar	Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig (eks: måtte fjerne materialer fra andre fag)
	Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid, manglende tilrettelegging (eks: manglet stilas eller et annet fag arbeidet i området, arbeid i høyden)
Riktige materialer	Det var feil på materialer, feil materialer eller mangel på materialer
Riktige tegninger	Manglet arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene (eks: måtte drive problemløsning på stedet sammen med formann)



Figur 6-7: Andel uoppfylte forutsetninger fra selvevaluering

Årsakene til making-do kan også fordeles på de øvrige forutsetningene (Tabell 6-3).

Tabell 6-3: Making-do og forutsetninger for sunne aktiviteter

Årsak til arbeid som ikke var planlagt	Forutsetning
Måtte jobbe med en revisjon	Riktige tegninger
Gjorde annet arbeid på grunn av at vi manglet stillas	Område jobben skal gjøres på er klar
Måtte jobbe med en annen arbeidspakke på grunn av materialmangel	Riktige materialer
Måtte hjelpe til å bytte gass (til sveiserne) ute på modulen	Forutgående jobb eller aktivitet er klarert
Måtte rette opp prefabrikkerte rør	Forutgående jobb eller aktivitet er klarert

6.2.3 Uoppfylte forutsetninger fra tidligere i verdikjeden skaper sløsing i produksjon

Forutsetningen riktige materialer utgjør den største andelen sløsing både fra observasjon og selvevaluering. Mangel på materialer har ført til mange problemer som har forplantet seg nedover verdikjeden og skaper en ond sirkel av usunne output som fører til making-do og sløsing i form av leting og venting.

«Materialmangel må være den største wisten i dette prosjektet» (sitat formann)

Engineeringavdelingen opplyser at de har hatt problemer med at de har måttet sende ut manuelle bestillingslister til innkjøp. Systemet til Nymo ikke er fullstendig kompatibelt med systemet til kunden, derfor måtte MTO'er lages og sendes til innkjøp før designet var fullstendig fryst. Kundens system er bygd opp slik at det bare kan bestilles materialer etter tegningene er utgitt offisielt. Ettersom dette, som regel, er for sent med hensyn til fremdriften, resulterte det i at bestillingslister måtte legges inn manuelt og gå gjennom flere ledd. Dette i sin tur førte til flere misforståelser og feil. Det har heller ikke vært noe system for kvalitetssjekk av bestillingslistene før de ble sendt til innkjøp. Det opplyses også at kunden ikke ga tilbakemeldinger raskt nok på forespørsler angående spesifikasjoner på komponenter som Nymo ikke hadde tidligere erfaring med.

«Ved «special items» skal vi lage en rekvisisjon med tegninger på hva vi trenger, slik at det ikke blir misforståelser. Men det har vært et problem her, siden vi ikke gav en god beskrivelse på hva vi skulle ha. Innkjøp sier at vi ikke kan handle fra flere, kun fra en

leverandør, som da kontakter sine underleverandører og da blir det mange misforståelser og feil når det mangler en god beskrivelse» (sitat fab.eng).

Dette har ført til at en del materialer ikke er blitt bestilt, eller er blitt feilbestilt. I tillegg opplyser de at innkjøp har vært underbemannet og derfor har mange av bestillinger blitt liggende i kø. Manglende og feilbestilte materialer fra engineering har derfor blitt input til neste avdeling i verdikjeden, fab.eng. Dette førte til at det hopet seg opp med usunne arbeidspakker i deres avdeling. Utestående materialer førte til at det ble utgitt veldig mange usunne arbeidspakker. Fab.eng har forsøkt å holde igjen arbeidspakker som ikke var sunne, men på grunn av press for å holde folk i arbeid, ble det etter hvert sendt ut usunne pakker.

«Jeg kan huske kun 1 eller 2 arbeidspakker av 198, som var sunne når de ble sendt ut» (sitat fab.eng).

Usunne arbeidspakker fra fab.eng blir input til plan og produksjon. Plan må sende ut detaljplanen med usunne oppgaver på, som fører til at formennene ikke kan benytte planen, og dermed begynner å planlegge selv. Dette fører til at de ønsker å ha tilgang til flere arbeidspakker for å få oversikt, og de ringer fab.eng og ber om å få ut en større buffer. Dermed blir problemet forsterket, ved at det blir enda flere usunne arbeidspakker i omløp som ikke blir sluttført på lang tid.

Den store bufferen av arbeidspakker ute i produksjonen får også konsekvenser for lageret. En betydelig andel av sløsing som ble målt i løpet av observasjonsperioden var på grunn av leting etter materialer på mellomlageret. Når en arbeidspakke blir utgitt fra fab.eng går det samtidig en plukkliste til lageret. På grunn av den store bufferen av arbeidspakker med forskjellige oppstartdatoer mister lagerarbeiderne oversikt over hvilke arbeidspakker som skal prioriteres først, noe som kan føre til ekstra ventetid på delene. Ansatte på lageret får heller ikke informasjon om revisjoner, så i noen tilfeller plukker de deler til en arbeidspakke fra en utdatert revisjon.

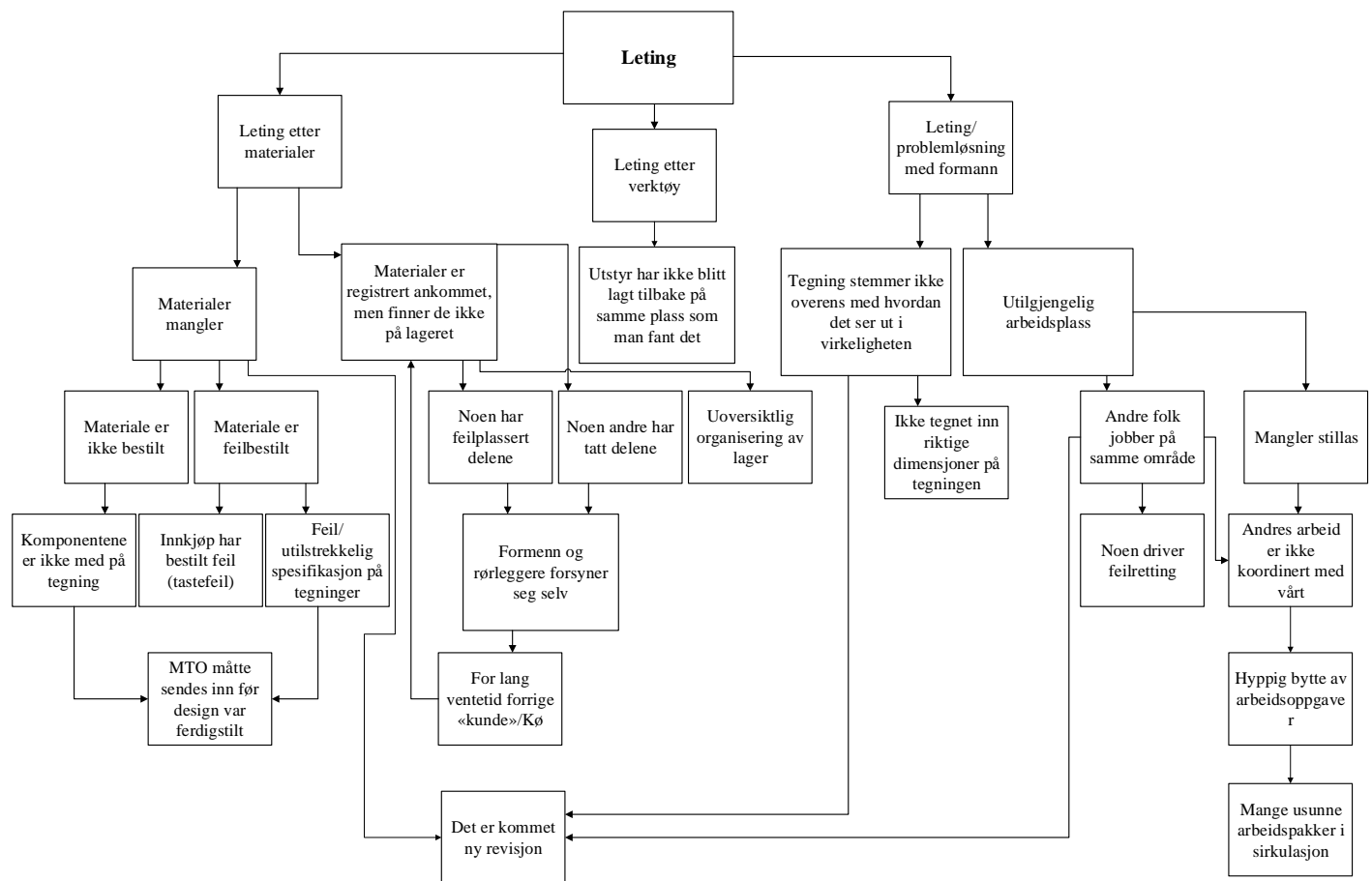
«De som plukker deler burde også ha en oversikt over revisjoner eller kommende revisjoner. De bare får en plukkliste, som kan være utdatert når de er ferdige med å plukke» (sitat formann)

Det ble også nevnt at sjekkrutinene på ankomne deler på lageret ikke var optimale, og at dette også kunne være en av årsakene til problemene med materialmangel.

*«Når deler kommer på lageret, blir de bare telt. Dersom det er kommet feil materiale som ikke har god nok beskrivelse i stock-nummer, blir ikke feilen oppdaget før i installasjon»
(sitat fab.eng)*

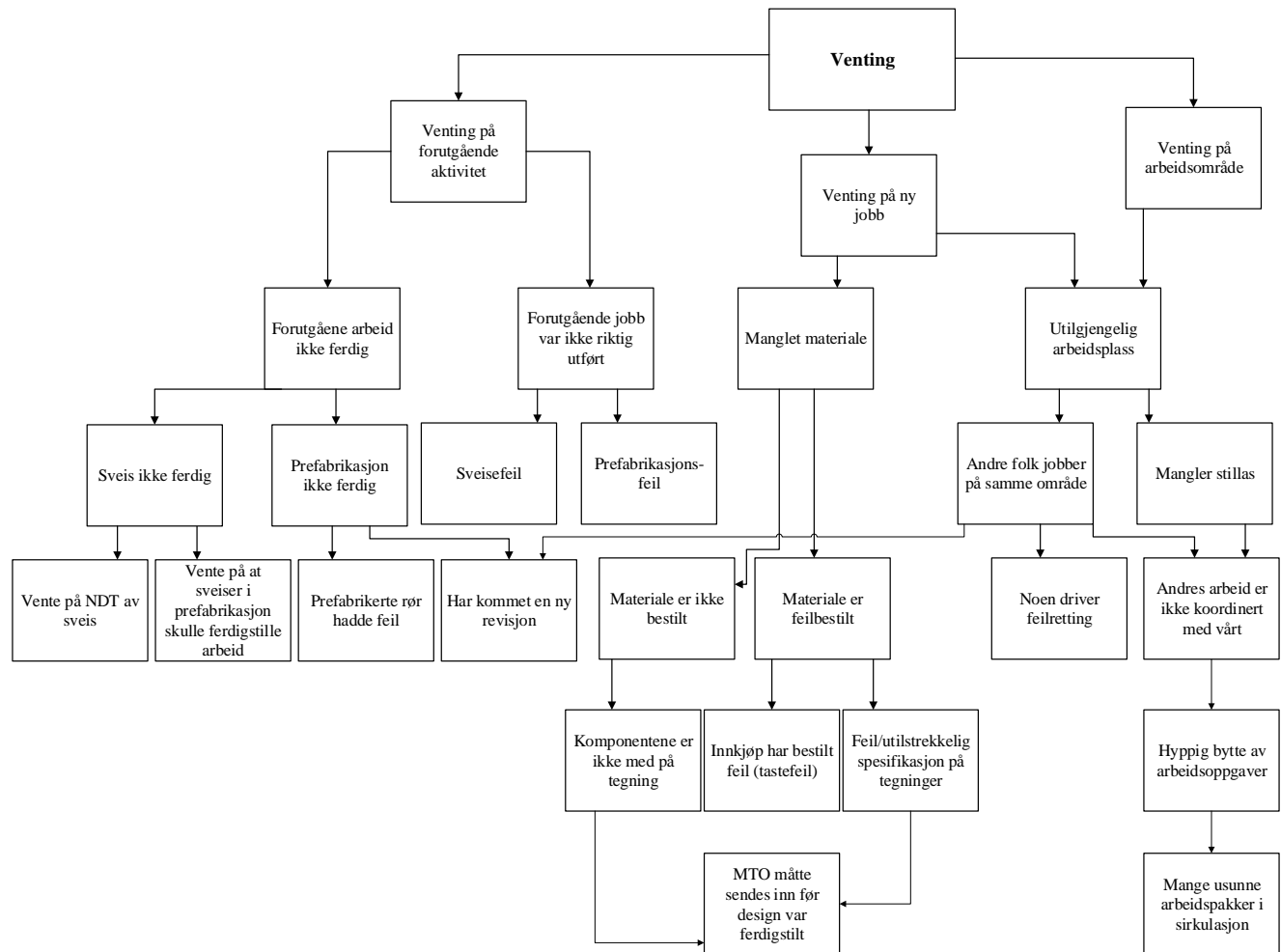
Ut fra informasjonen fra observasjonsskjema, dagboknotater, selvevaluerings skjema og intervjuer kan vi sette opp en struktur som viser årsakssammenhenger innenfor de ulike kategoriene av sløsing (Figur 6-8, Figur 6-8 og Figur 6-9). Diagrammene er bygd opp ved å starte med den observerte sløsing og deretter er «5 hvorfor» teknikken benyttet for å bygge diagrammet videre. Hver pil representerer et spørsmål om «hvorfør».

Leting



Figur 6-8: Årsakssammenhenger leting

Venting



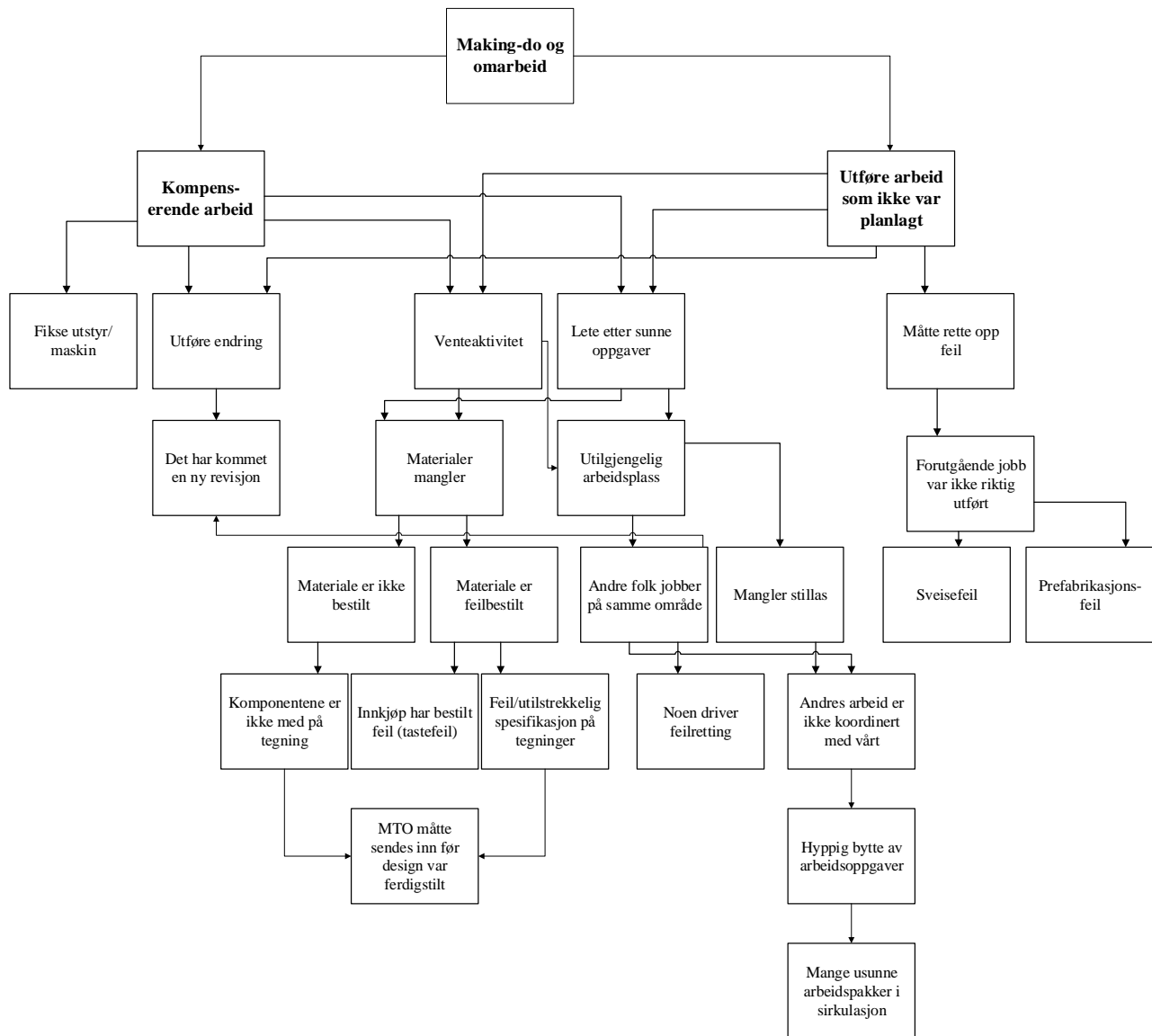
Figur 6-9: Årsakssammenhenger venting

Making-do og omarbeid

Kompenserende arbeid og utføre arbeid som ikke var planlagt kan defineres som former av making-do. Disse kategoriene er satt sammen i diagrammet for å vise at de ofte hadde samme årsak. Forskjellen er at å utføre arbeid som ikke var planlagt også inkluderer å måtte fikse feil, denne kategorien er ikke inkludert i kompenserende arbeid fordi den inngår i en annen kategori av sløsing fra skjema.

Kompenserende arbeid og utføre arbeid som ikke var planlagt oppsto som en konsekvens av at forutsetningene for sunne aktiviteter ikke var på plass. Forskjellen på making-do og de andre

formene for sløsing er at ved making-do improviseres det ved å finne på noe annet å gjøre i stedet for å lete eller det mer passive alternativet, å vente.



Figur 6-10: Årsakssammenhenger making-do og omarbeid

Som vi kan se er årsakene til sløsing ganske like etter et par ledd nedover i diagrammene.

Materialmangel og utilgjengelig arbeidsområde fremstår som de to største problemområdene i produksjonsfasen.

«Ventiler er et stort problem. Har for eksempel 3 arbeidspakker uten ventiler, som ikke kan fullføres. Vi må stoppe og begynne en annen plass, for så å komme tilbake etterpå og fikse de løse endene. Men så plutselig kan det hende at stillaset borte, at noen på forrige skift har revet det. Da er det greit å ha noe å gå på, og ha flere angrepspunkter (flere arbeidspakker å jobbe med samtidig). Dummy-ventiler (midlertidige ventiler, som skiftes ut når CPI ventilene ankommer) brukes også, men de kommer nå også for sent, og da hjelper det ikke» (sitat formann).

Revisjoner kommer også fram som et element som kompliserer arbeidet i produksjonsfasen. Mange revisjoner har blitt pekt på av flere som et stort problem i dette prosjektet.

Det har blitt betydelig flere endringer i forhold til tidligere prosjekter. Andre prosjekter har hatt kanskje 10-20 revisjoner, og nå er det hundrevis. Det er nesten umulig å holde oversikt over alle endringer nå, det er bare kaos (sitat formann).

Support har vært det største problemet på grunn av alle revisjoner. Og det kommer konstant noen nye revisjoner, som bremser hele jobben for rør. Mye dobbelt og trippelt arbeid med tanke på at mange ting må gjøres om igjen. Ikke nødvendigvis i selve avdelingen, men i andre fag (sitat formann).

Håndtering av revisjoner kunne muligens bli enklere ved mindre arbeidsomfang i arbeidspakkene. Det kunne være lettere å spore og se endringer som kommer, samtidig som at de ikke skulle berøre så store arbeidsområder. Å ha mindre arbeidspakker eller innskrenke begrepet sunne arbeidspakker til heller sunne oppgaver kan også hjelpe på problemet med at man må gi ut usunne arbeidspakker for å ha noe å gjøre. Årsakene til at det utgis usunne arbeidspakker er begrunnet med at store deler av arbeidspakkens oppgaver kan utføres selv om det mangler deler på noen av tegningene. Ved å friskmelde oppgaver i stedet for pakker kan man konsentrere seg om å fjerne hindringer på mindre områder om gangen.

6.3 Prosjektstyring, koordinering og planlegging

«Vi starter alltid med en plan, men så skjer det ting» (sitat formann)

Hovedformålet med planleggingen er prosjektanalysen, hvor arbeidet som skal gjennomføres deles inn i arbeidspakker og en effektiv prosess for prosjektgjennomføring etableres (Bertelsen, 2003). På Nymo startet de opp med IPG i 2012, som en overordnet planleggings- og prosjektgjennomføringsmetodikk. IPG er inspirert av LPS og planprosesser til metoden består av ulike planleggingsnivåer (se kapittel 4.2). Denne måten å planlegge på reduserer variabilitet i arbeidet ved å øke stabilitet og forutsigbarhet. For å kunne få fullt utbytte av metoden og dra nytte av dens fordeler er det viktig å følge prinsippene som ligger bak. Under datainnsamlingsprosessen ble det avdekket flere problemer knyttet til planlegging, koordinering og kommunikasjon på Nymo.

6.3.1 Planleggingsutfordringer

Både engineering og fab.eng avdelingene nevner at de mangler en prioriteringsplan, som er nødvendig for en optimal planlegging av sine arbeidsoppgaver.

«I overgangen 2015/2016 fikk vi aldri noen level-5 plan som viste ønsket rekkefølge på tegningsutgivelser for fabrikasjon selv om vi etterspurte dette flere ganger» (sitat engineering)

«Du har for eksempel 200 pakker du skal lage, men har ikke en plan med dato på hva som skal ut til hvilken tid. Så du bare begynner med noen, etter en muntlig beskjed, og blir plutselig avbrutt og må lage noen andre. Da glemmer du hva du hold på med i de pakkene du jobbet med tidligere» (sitat fab.eng)

Det sistnevnte eksemplet referer til making-do fenomenet, hvor arbeidspakkene lages uten at en av de nødvendige forutsetningene, i form av prioriteringsplan, er tilstede og arbeidet preges derfor av improvisasjon.

Fab.eng mener at prioriteringsplan skal komme fra planavdelingen, men for å kunne lage en slik plan er det nødvendig med en god og oppdatert metodebeskrivelse fordi «*plan er metode satt i tid*»²⁰. Det finnes en metodebeskrivelse, men denne er et statisk dokument som ble opprettet i starten av prosjektet, og grunnet mange endringer underveis er denne utdatert.

²⁰ Fra Nymos prosessbeskrivelse; Prosjektstyring MS-PMA-00005

«Da jeg startet i prosjektet i fjor høst og trengte metodene som mest, var de fortsatt under arbeid. Metodene på rør som jeg nå finner kunne på et tidligere stadium med fordel vært mer utfyllende, oppdatert og tilpasset prosjektet. Det har kommet mange endringer i selve prosjektet med direkte innvirkning på rørplanlegging samt enkeltstående revisjoner, men lite eller ingenting er blitt oppdatert i metode» (sitat plan)

Utdatert metode har også innvirkninger på level-5 planleggingen. Formenn får produksjonsplan hver uke, med to ukers tidshorisont, men velger å se bort fra planene grunnet mange revisjoner som gjør at planen ikke er oppdatert. I tillegg er det ofte ikke mulig å utføre de planlagte arbeidspakkene på grunn av hindringer som for eksempel materialmangel. Derfor planlegger de sekvensen av arbeidspakkene selv og ønsker også å ha en stor buffer med arbeidspakker slik at de alltid kan ha noe arbeid når hindringer oppstår. Dette kan igjen være et godt eksempel på making-do og improvisasjon i arbeid.

Ifølge Nymo sine interne prosessbeskrivelser om IPG metodikken, som er basert på Last Planner System (kapittel 2.7 og 4.2) skal det avholdes regelmessige utviklingsmøter som danner grunnlag for å komme fra level-4 til level-5 plan, og det skal også holdes møter for å prioritere arbeidspakker (Figur 6-11).

Møte	Frekvens	Utfyllende forklaring
Lagsmøter (formenn)	Daglig	Bestemmer rekkefølge på delaktiviteter i arbeidspakker («Last planners»)
Koordineringsmøte i produksjonen (formenn, modulansvarlige, planleggere, rigg og stillas)	2 ganger/uke	Fokus på de to siste ukene før produksjonsstart. Arbeider med å gjøre oppgaver på detaljnivå sunne for fagene rør, stål, mekanisk og dels elektro. Fagene har hver sin planlegger og hver sin plan som evalueres sammen.
Level-4 møte (fabrikang, innkjøp, modulansvarlige rør, stål, mekanisk, elektro)	1 gang/14 dag	Dette er også et utviklingsmøte. Fokus på arbeidspakkenivå og grovere. Replanlegger på faseplan med post-it lapper. Velger ut arbeidspakker som det er kritisk å følge nøye. Det gjelder ofte arbeidspakker som er i grensesnitt mellom fag. Anvender sjekklister i forhold til sunne aktiviteter (figur 6).
Fabrikasjonsmøte (fabrikasjonsleder og modulansvarlige)	1 gang/14 dag	Vurderer grad av utførelse i kvalitetssystemets for gjennomføring (figur 10) holdt opp mot level-5 planene. Bestemmer aksjoner. Dette er det nærmeste vi kommer måling av PPU i Nymos oversettelse av Last Planner

Figur 6-11: IPG møtestruktur hos Nymo (Kalsaas og Knutson, 2017)

Disse møtene er det ingen av intervjuobjektene som kjenner igjen. Utkikksplan er veldig viktig for produksjonskontroll og er et bindeledd mellom faseplan og ukentlige arbeidsplaner (Hamzeh, Ballard og Tommelein, 2012). Utkikksplanlegging gjør planlagte oppgaver klare til å være utført og reduserer variasjon i aktiviteter på den ukentlige arbeidsplanen ved å fjerne hindringer og sørge for at alle forutsetningene er oppfylt (Ballard, 2000). Hamzeh et al. (2012) mener at når utkikksplanlegging ikke er riktig implementert, blir ikke ukentlige arbeidsplaner ordentlig knyttet til langsiktige planer og planleggingssystemet mister sin forutsigbarhet. Dette resulterer videre i sløsing og making-do, noe som bekreftes av resultatene i vår datainnsamling.

Ifølge informanter fra plan, fab.eng og produksjon, det eneste utkikksmøtet de kjenner til er det multidisiplinære koordineringsmøtet som foregår ute i produksjonen, som brukes til å koordinere rekkefølgen av oppgaver som har avhengigheter og påvirker andre fag. På koordineringsmøtet er ikke fab.eng representert fordi det diskuteres oppgaver på arbeidspakker som allerede er utgitt, og ofte startet på. Fab.eng opplyser at før produksjonen startet foregikk koordineringsmøtene i administrasjonsbygget og da fikk de være med, men når det ble flyttet ut i drift, fikk de ikke lenger invitasjon. Høyere grad av involvering er beskrevet i teorien som en måte å oppnå større grad av forpliktelse og motivasjon. De møtene vi har observert har tilsynelatende lav grad av involvering, og de minner lite om møtene beskrevet i teorien om Last Planner System. På disse møtene koordineres store aktiviteter som har multidisiplinære avhengigheter, og brukes i begrenset grad til å oppdatere level-5 planen. Likhetstrekket til Last Planner er at det brukes post-it lapper på veggen med oppskrevne aktiviteter, men det er én person som har ansvar for å putte lapper opp på veggen for alle fag. De resterende møtedeltakerne involveres ved å komme med innspill eller ved at de svarer på spørsmål.

Et viktig aspekt i Last Planner System er å uforme kortsiktige planer der arbeid ikke blir tildelt uten at alle forutsetningene for sunne aktiviteter er på plass (Kraemer et al., 2007).

Koordineringsmøtet i produksjon, som også betegnes som et utkikksplanmøte av Nymo, bærer noe preg av at man prøver å friskmelde aktiviteter veldig tett opp mot installasjon, bare en til to uker i forveien. Det vil si at forutsetningene kommer på plass etter at prosessen er iverksatt, og man får dermed et element av brannslukning. Koordineringsmøtet fungerer som en god måte å friskmelde aktiviteter som ikke har blitt fanget opp tidligere i prosessen på, men slik som det har

fungert i dette prosjektet, så er koordineringsmøtet det eneste utkikksplanmøtet som foregår, og dermed kommer det kanskje for sent i prosessen.

Koordineringsmøtet fungerer veldig fint for å koordinere store oppgaver ute i produksjonen, ifølge formenn, men de savner å ha et tilsvarende møte internt innen rørfaget sammen med avdelingsleder, planlegger og fab.eng slik som de har hatt på tidligere prosjekter.

«Tidligere hadde vi koordineringsmøter med fab.eng. Dette fungerte veldig bra, og er noe som kunne ha vært fint å ha igjen cirka 1 gang i uka» (sitat formann).

«Før hadde vi møter med avdelingsleder og planlegger hvor man kunne bli enige om ting, og planlegge godt. Men nå har vi ikke de møtene, det er noe vi savner» (sitat formann).

Fab.eng opplyser at det ikke har vært koordineringsmøter for å planlegge sekvensen av arbeidet med å utarbeide arbeidspakker bortsett fra noen få helt i starten av prosjektet. De synes også at det kunne være nyttig å ha felles møter med formenn og plan for å kunne prioritere arbeidsoppgavene sine riktig.

Planavdelingen bekrefter at det ikke avholdes noen møter mellom plan og fab.eng og synes at det kunne vært fordelaktig med slike møter. Planleggeren har tatt initiativ til å ha ukentlige møter med formenn for å diskutere fremdrift på arbeidspakkene, og disse møtene har de hatt noen ganger, men det dabbet raskt av på grunn av dårlig oppmøte, og han tenker derfor å avvikle de, men skal likevel beholde kommunikasjon med formennene. Han syntes det kunne være mer hensiktsmessig og kanskje mer motiverende for formennene å komme på disse møtene dersom avdelingsleder for rør også kunne vært tilstede.

Utfra intervjuene ser vi et tydelig ønske om å ha flere møter og bedre informasjonsflyt mellom avdelinger, der de kan samarbeide om å lage gode fremdriftsplaner og diskutere metode.

Å holde jevnlig møter innad i samme fag der alle avdelingene er representert og blir involvert i planleggingen kan kanskje forhindre at alle avdelingene planlegger hver for seg. Planlegger kan få nyttige innspill fra fab.eng og formenn om byggemetode og de kan diskutere problemene som oppstår når de prøver å følge level-5 planen. For fab.eng kan det være nyttig fordi de kan komme med innspill på hvilke arbeidspakker som bør prioriteres og de kan diskutere sunnhetsgraden til

arbeidspakker med formenn. Samtidig kan de finne løsninger for å minimere antall usunne arbeidspakker og formennene får mulighet til å informere om hvilke utfordringer de opplever ute i produksjonen.

Nymo har kommet langt med implementering av IPG, men i hektiske perioder blir enkelte prinsipper fra IPG sløyfet, som for eksempel metodeoppdateringer og utviklingsplanleggingen mellom level-4 og level-5. Som et ledd i forankring og oppfølging av IPG prinsipper kan det kanskje derfor være gunstig å ha en dedikert prosessleder, som anbefalt av Bertelsen og Koskela (2002). Prosesslederen kan da ha ansvar for at IPG metodikken blir brukt og at prosessbeskrivelser følges.

6.3.2 Koordineringsutfordringer

Innføring av LPS er et tidkrevende prosess og man oppnår ikke gode resultater av systemet ved planleggingen alene (Porwal et al., 2010). Noen av utfordringene ved implementeringen av LPS ble beskrevet av AlSehaimi et al. (2009), der de pekte på mangel på kommunikasjon og koordineringsproblemer som hovedårsaker til at implementeringen ikke hadde vært like vellykket som de hadde ønsket.

Alle personene vi har intervjuet hos Nymo savner mer kommunikasjon mellom avdelingene. Engineering synes ikke de blir tilstrekkelig inkludert, selv om de ønsker å være det. Fab.eng savner også bedre koordinering med andre fag og sier i intervjuet at de skulle ønske at det var bedre informasjonsflyt mellom rør og pipe-support. Disse fagene er veldig adskilt, og det er vanskelig for fab.eng på rør å finne informasjon om pipe support. Pipe support og rør hører naturlig sammen og har veldig mange gjensidige avhengigheter. En endring på rør har store konsekvenser for pipe support og omvendt.

Kompleksitet og usikkerhet i konstruksjonsprosjekter stammer ofte fra mange konkurrerende og stadig endrede ønsker fra kunden. Samtlige intervjuede har påpekt en betydelig økning i antall revisjoner i Johan Sverdrup prosjektet, samt manglende rutiner for håndtering av de i starten av prosjektet. Dette førte til mye dobbeltarbeid og flere koordineringsproblemer. Engineering gir ut nye revisjoner etter input fra kunde, rådgivere eller interne kilder, og fab.eng gir ut reviderte arbeidspakker. Metodene som er blitt utarbeidet i starten av prosjektet, blir ikke oppdatert når nye revisjoner blir utgitt, og gjenspeiler dermed ikke virkeligheten. På grunn av at mange av

arbeidspakkene allerede er utgitt på det tidspunktet revisjonene kommer inn, fører det til merarbeid for formennene som må planlegge revisjonsarbeidet selv.

Ut ifra intervjuene kan det trekkes en konklusjon om at både formenn, fab.eng, planleggingsavdeling og engineering er gjensidig avhengige av hverandre og trenger å samarbeide i stor grad for å få et godt resultat. Mye av kommunikasjonen foregår på telefon og ved hjelp av uformelle samtaler, men det er tydelig at dette ikke er godt nok og alle parter ønsker en formell kommunikasjon i form av møter med alle avdelingene tilstede, slik at ting kan avklares og koordineres på en rask og effektiv måte. Mindre frihet og større grad av kundeinvolvering og styring over prosessene, samt behov for tilpasning til kundens system og rutiner gjenspeiles i problemer med materialbestillinger, slik som sene, feil og manglende leveranser. Størrelsen på Johan Sverdrup prosjektet og stor grad av kundeinvolvering har ført til litt mer utfordrende håndtering av revisjoner og endringer samt økning i antall av disse.

For å kunne sikre en sunn prosjektgjennomføring har Nymo utviklet et Quality Execution System, Telaris. En av ideene bak er å kunne få oversikt over det store volumet av oppgaver og lettere koordinere mellom dem. I følge Van Fenema et al. (2004) fører økt størrelse på arbeidsenhet til skifte til mer formaliserte mekanismer og informasjonssystemer, som en erstatning for mellommenneskelig kommunikasjon. I forbindelse med det passer det bra med innføring av Telaris. Telaris er et nytt system og det har skjedd en del endringer i det under arbeidet med denne masteroppgaven. Under intervjuene har de fleste av intervjuobjektene påpekt at de ser potensiale i systemet og nytte av å bruke det. Men det er viktig å tenke på at Telaris er et datasystem som klarer veldig bra å ta seg av de sekvensielle avhengighetene i prosjektet, mens de resiproke eller gjensidige avhengighetene er best å koordinere ved gjensidig tilpasning.

Koordinering ved gjensidig tilpasning er blitt definert av Thompson (1967), hvor gjensidig avhengighet på arbeidsenhetsnivå referer til i hvilken grad enhetens individer er avhengige av hverandre for å utføre deres individuelle arbeid. Forfatteren mener at koordinering ved gjensidig tilpasning blir viktigere med økt uforutsigbarhet i situasjonen. Usikkerhet og gjensidig avhengighet innebærer et skifte fra en programmert koordinering, slik som planer og standarder, til mellommenneskelige mekanismer, som gjensidig tilpasning. Prosjektene på Nymo er preget av uforutsigbarhet mens avdelingene er gjensidig avhengige av hverandre for å kunne utføre

oppgavene sine. Det bør derfor tilstrebes for å øke kommunikasjon på tvers av avdelingene med mer utarbeidede koordineringsmekanismer som kan knytte disse avdelingene sammen.

6.3.3 Cynefin rammeverket for håndtering av kompleksitet i prosjektgjennomføring hos casebedriften

Cynefin rammeverket kan kanskje brukes for å hjelpe med å forstå hvilke kontekster prosjektet befinner seg i, og som et verktøy for å analysere ulike problemer og bestemme hvordan man bør håndtere situasjonene som oppstår. Johan Sverdrup prosjektet er et komplekst prosjekt med mange involverte. I det komplekse domene vil ikke årsak- og virkningsforhold være synlig før i retrospekt, men gjennom undersøkelser og samhandling kan allikevel mønstre fremtre. Et eksempel fra engineeringavdelingen i Nymo er at materialbestillinger måtte gjøres før designet var fryst. Denne situasjonen havner, som vi ser det, inn i domenet kompleks uorden fordi man ble nødt til å ta beslutninger om hva som skulle bestilles uten at man hadde mulighet til å vite om disse beslutningene var riktige før i etterkant. Problemet med usunne arbeidspakker kan også passe inn i denne kategorien fordi virkningen av å sende de ut ikke ble klar før etter at skaden var skjedd. Måten å håndtere komplekse problemer på er, ifølge rammeverket, å ta et steg tilbake, undersøke mulige scenarioer og prøve å avdekke mønstre. Til dette kan det være nyttig å oppfordre til samarbeid mellom ulike aktører for å få belyst mulige virkninger best mulig. Hos Nymo ble denne situasjonen håndtert på den måten som blir beskrevet som framgangsmåte for det kaotiske domenet, nemlig ved først å fremst å reagere. Da det begynte å hope seg opp med usunne arbeidspakker hos fab.eng var reaksjonen «få ut arbeidspakkene så fort som mulig, så de i produksjonen ikke blir arbeidsledig». Altså en «skyt først, spør etterpå» holdning. I etterkant kom bevisstgjøringen om at denne avgjørelsen ikke gjorde situasjonen noe bedre, men heller forårsaket mange problemer videre i verdikjeden. Det å håndtere en hendelse på denne måten er det optimale dersom man befinner seg i en virkelig kaotisk kontekst, men dersom problemet egentlig ikke befinner seg i det kaotiske domene, så kan denne typen beslutningstaking være skadelig.

Et annet eksempel på et problem som oppsto i dette prosjekter var hvordan de skulle håndtere alle revisjonene som kom. Fab.eng fortalte at det i starten var veldig problematisk å vite hvordan de skulle registrere endringsordrene i Telaris. Denne situasjonen ble derimot løst litt annerledes enn problemet med arbeidspakkene. Da det ble kjent at dette var et problem, så satte de sammen en

gruppe som diskuterte seg frem til hvordan de skulle løse situasjonen, og det ble i møtet etablert en konsensus om hvordan revisjonene skulle legges inn i datasystemet. Etter dette møtet opplyser de at det har fungert fint. Kategorisering av revisjonsproblemet ble ikke gjort på forhånd, men det kan kanskje falle innunder domenet komplisert orden. Årsak og virkning var mulig å avdekke gjennom analyse av situasjonen, siden det handlet om registrering i et logisk oppbygd datasystem. Etter analysen og konsensus om en framgangsmåte, kan dette sammenfattes i prosedyrer som kan brukes videre i andre prosjekter. Situasjonen kan dermed flyttes fra komplisert til domenet enkelt. For produksjonen derimot, har ikke problemet med hyppige revisjoner forløpt like enkelt. De opplever at revisjonene kommer litt ut av det blå, og skaper mange problemer og omarbeid. Problemene her har ikke så mye å gjøre med datasystemet, men handler om implikasjoner for selve installasjonsprosessen. Revisjoner på arbeidspakker som allerede er utgitt kan muligens passe i domenet komplekst fordi det påvirker mange fag og mange mennesker. Endringer på arbeidspakker som allerede er ferdig installert påvirker ikke bare den fagdisiplinen som endringen gjelder, men også andre fag.

Gjensidige avhengigheter er et element som gjør prosjekter mer komplekse, og avhengigheten mellom for eksempel pipe support og rør er et eksempel på dette. Rør er avhengig av at pipe supportene er dimensjonert riktig i forhold til rørstørrelsen og i tillegg må de være plassert riktig på installasjonene for at rørene kan monteres der de skal. Motsatt er også pipe support avhengig av at dimensjonene på rørene passer med deres. En endring på ett av disse fagene får dermed implikasjoner for det andre. Ved en slik kompleks problemstilling burde man dermed brukt framgangsmåten for beslutningstaking som er anbefalt for det komplekse domene, men det virker som om også her er det en holdning om at man bare skal reagere med en gang; rive ned det som er installert og gjøre det på nytt, for så å håndtere eventuelle konsekvenser av handlingene i etterkant. En av formennene gav et eksempel på et tilfelle der en revisjon på rør ble utført uten at pipe support fikk beskjed om det før i etterkant. Dette førte til mye sløsing og dobbeltarbeid for pipe support:

«For eksempel, det var et tilfelle hvor alle rør gikk en størrelse opp, men pipe support fikk denne revisjonen først etter at alt var montert med feil størrelse. Så måtte det rives og gjøres på nytt» (sitat formann)

Det foreligger ikke mye teori på bruken av Cynefin rammeverket for prosjektgjennomføring, men det kunne vært interessant å få til mer forskning på dette området, samt få mer empiri om praktisk bruk av rammeverket hos prosjektbaserte virksomheter. Rammeverket kan muligens tilføre en ekstra dimensjon for ledelse av komplekse prosjekter, og kan kanskje være et supplement til LPS for å ta bedre avgjørelser. LPS kan brukes som planleggingsmetode, hvor man planlegger mer detaljert jo nærmere oppstart, og dermed oppnår å få god oversikt over problemer som oppstår. Disse problemene kan man med Cynefin rammeverket kategorisere etter hvilket domene de tilhører. Deretter kan man tilpasse ledelsesstilen til konteksten, i motsetning til det som er mest vanlig, nemlig å bruke samme fremgangsmåte for å løse alle problemer som oppstår.

Etter det vi har sett hos Nymo virker det som om kaos- og kriseledelse er den naturlige måten for bedriften å håndtere problemer på. Dersom situasjonen krever det, er det gunstig å ha personer som er gode på krisehåndtering og brannslukning, men dersom situasjonen ikke virkelig er kaotisk, så kan kanskje denne type ledelse gjøre slik at man tar forhastede beslutninger som ikke gagnar prosjektet som helhet. Vi må samtidig poengtere at vi har ikke nok empiriske data for å kunne konkludere med at antakelsene våre angående ledelsesstilen til Nymo stemmer. For å kunne gjøre dette må det mer forskning til, men ut fra det vi har hørt og sett i løpet av de fem månedene vi har vært hos bedriften, så mener vi allikevel at det er mye som tyder på at antakelsene stemmer for mange av situasjonene som har oppstått i løpet av dette prosjektet. En slik måte å ta beslutninger på kan også ha sammenheng med at man i hektiske perioder henfaller til kriseledelse fordi man opplever at man er i en tilstand av kaos. I mer rolige perioder vil kanskje ledelsesstilen være en helt annen.

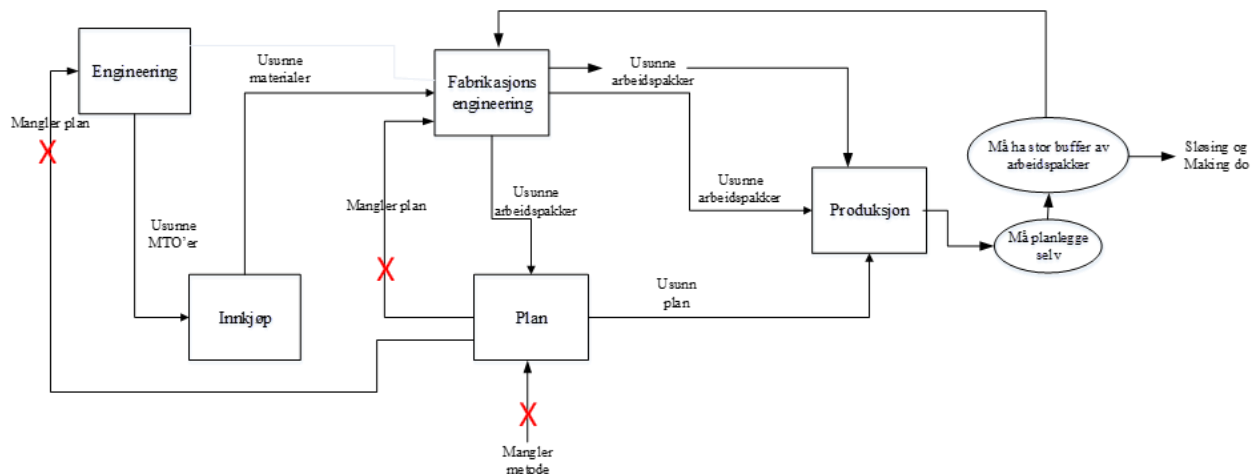
Fremgangsmåten for beslutningstaking i domenet kaos, synes å ha en del likheter med fenomenet making-do og improvisasjon. Et symptom på making-do er at man foretrekker å gjøre *noe* for å sikre framdriften. I kaosdomenet vil man også fokusere på handling først, fordi man vil gjenopprette kontroll og stabilitet.

6.3.4 Making-do og sløsing i verdikjeden

Mangel på en god metode og som følge av det, mangelfull planlegging fører til en høy grad av making-do i arbeidet til de respektive avdelingene. Ifølge Bølviken et al. (2014) foregår making-do hovedsakelig i situasjoner da det er mer ønskelig å sikre fremdriften ved bruk av suboptimale

substitutter for manglende forutsetninger enn stopp i fremdriften. Man fokuserer altså på ressurseffektivitet foran flyteffektivitet. Denne beskrivelsen kan vi kjenne igjen hos Nymo. Alle gjør det beste de kan for å sikre fremdrift, og dersom de mangler input, så prøver de å fikse det selv fremfor å stoppe opp. Dette kan, ifølge Bølviken et al. (2014), virke mot sin hensikt ved at de negative konsekvensene øker, samtidig som rotårsakene til manglende forutsetninger ikke blir håndtert eller funnet.

Making-do foregår i alle avdelingene hos Nymo, fra engineering til produksjon. I engineeringavdelingen fortelles det om manglende input i form av en god metode eller plan. Dette førte til making-do ved at avdelingslederen selv lagde en plan for arbeidet. Det samme skjedde på fab.eng. De manglet input i form av en prioriteringsplan, dermed startet de bare i en ende, og endte med å prioritere arbeidsoppgaver etter hva formennene i produksjon mente hastet mest. I produksjonen foregår making-do når formennene tar saken i egne hender og velger å planlegge selv. Når arbeidspakkene i tillegg mangler nødvendig input i form av materialer, fører det til sløsing i form av leting, venting og mer making-do fordi de begynner å arbeide på mange arbeidspakker samtidig. Formennene som velger å planlegge selv ønsker å alltid ha noe å jobbe med, og gir dermed input til fab.eng om hvilke arbeidspakker de vil ha ut, noe som fører til flere usunne arbeidspakker ute i sirkulasjon. Figur 6-12 illustrerer de overnevnte sammenhengene.



Figur 6-12: Usunne input og output til de ulike avdelingene

I produksjonen kan den observerte sløsing, som vist tidligere, i stor grad kobles til problemer med usunne arbeidspakker og usunn plan. Usunne arbeidspakker skyldes mye problemer med

materialmangel, og usunn plan skyldes mangel på en oppdatert metode, sammen med at det planlegges å utføre arbeid på arbeidspakker som ikke er sunne. Både leting, venting og kompenserende arbeid ute i produksjonen skyldes i stor grad usunne arbeidspakker, og problemet ser ut til å øke når formennene øker bufferen med arbeidspakker. Dette fører til hyppig bytte av arbeidsoppgaver, vanskeligheter med å koordinere hvor folk skal jobbe til enhver tid, samt mer kaos på lageret.

Hvis vi kobler de problemene og mangler mot Nymo sine forutsetninger for sunne aktiviteter, kan vi se at det er en av forutsetningene som ikke blir oppfylt i alle avdelingene vi har vært i kontakt med, nemlig forutsetning «god metode» (Tabell 6-4). Samtidig som forutsetningen «forutgående jobb eller aktivitet klarert» ikke er oppfylt i aktivitetene hos 3 av 4 avdelinger.

Tabell 6-4: Uppfylte forutsetninger i de ulike avdelingene

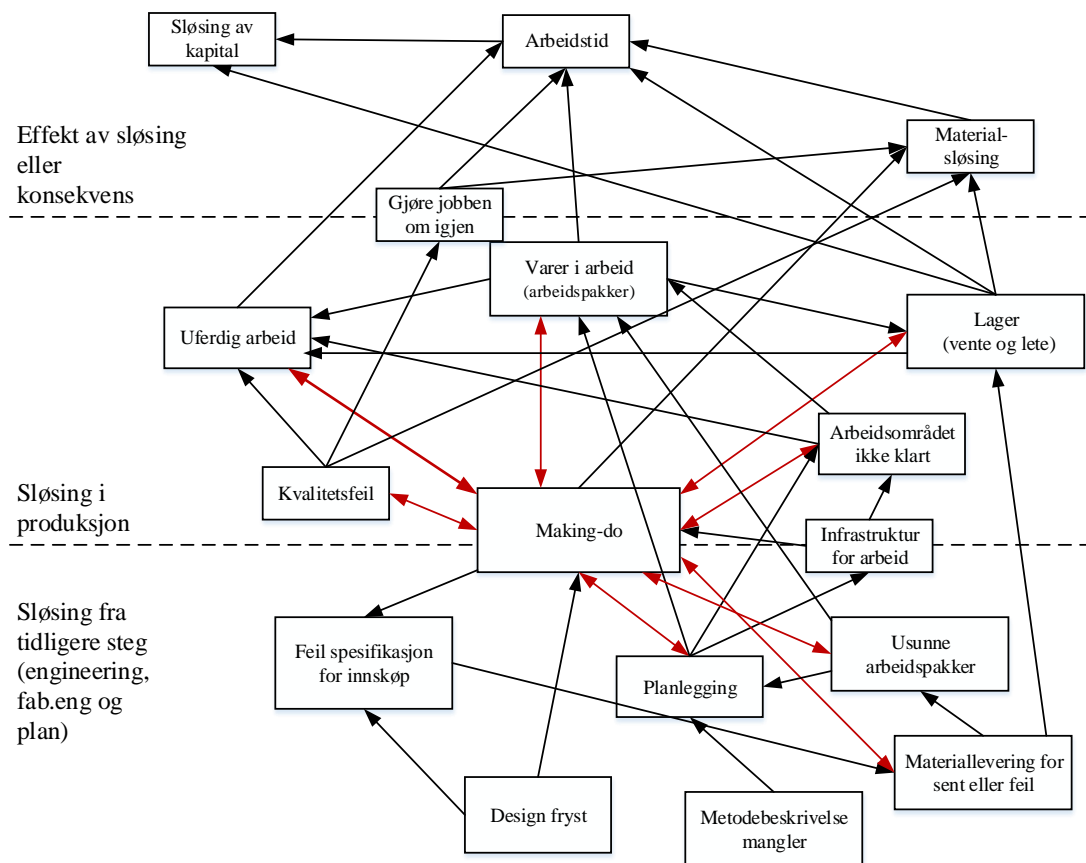
Avdeling	Forutsetning som ikke er oppfylt	Årsak
Engineering	God metode	Mangler plan
		MTO må lages manuelt før design er frosset
Fabrikasjonsengineering	Forutgående jobb eller aktivitet klarert	Mangler og feilbestilte materialer
	God metode	Mangler prioriteringsplan
Plan	Forutgående jobb eller aktivitet klarert	Usunne arbeidspakker sendt fra fab.eng
	God metode	Mangler metodebeskrivelse for å kunne lage god nok detaljplan til fab.eng og engineering
Formenn i produksjon	Riktige materialer	Usunne arbeidspakker fra fab.eng
	Forutgående jobb eller aktivitet klarert	
	God metode	Usunn plan fra planavdeling

Uppfylte forutsetninger, som utdatert metode og manglende input fører til usunne arbeidspakker, som skaper ikke kun sløsing i produksjon, men såkalte kjeder av sløsing som forplanter seg videre i hele verdikjeden. Koskela et al. (2013) introduserte begrepet «chains of

waste», som innebærer at sløsing inngår i en kjede av årsaker og virkninger, hvor én type sløsing fører til en annen. Ohno (1988) refererte også til dette fenomenet, og kalte det en ond sirkel av sløsing.

Hos Nymo kan vi kjenne igjen dette fenomenet, der materialmangel har ført til en kjedereaksjon av ulike typer sløsing. Materialmangel kombinert med press fra flere kanter har ført til at usunne arbeidspakker ble frigitt til produksjon, noe som skaper koordineringsproblemer og ulike former for sløsing som kommer frem i produksjonsfasen.

Når sløsing i en syklus forårsaker flere andre, og disse også er sammenkoblet, får vi et komplekst nettverk av sløsing. Formoso et al. (2015) har forsøkt å identifisere de viktigste typer sløsing, samt deres årsaker i konstruksjonsprosjekter og skisserte kausalforholdet mellom dem (kapittel 2.5.3). Med utgangspunkt i samme modell har vi valgt å sette opp en tilsvarende modell med de kategoriene av sløsing som har blitt identifisert gjennom intervjuer og observasjoner i bedriften.



Figur 6-13: Nettverk av sløsing

Figur 6-13 viser at sløsing kan sees på som et nettverk av årsak – virkningsforhold. Dette betyr at for å redusere sløsing kan man ikke bare konsentrere seg om én avdeling eller prosjektfase, men man må se på hele prosessen som ett system.

Making-do utgjør «hjertet» i diagrammet, og foregår både i produksjonsfasen og i fasene før. I Johan Sverdrup prosjektet jobber det veldig mange erfarne og dyktige folk som finner løsninger når det dukker opp uventede hendelser og problemer. Dersom de mangler informasjon og planer, snakker de med andre og blir enige om hvordan de skal gjøre ting og i hvilken rekkefølge. Men når de går rundt de etablerte planene og prosedyrene og finner egne løsninger så blir ikke metodene, planene og prosedyrene oppdatert, en del av problemene blir ikke tydeliggjort, og dermed mister man muligheten til å gjøre noe med det. Et av de viktigste prinsippene for Lean produksjon fra Toyota var å gjøre problemer synlige for å kunne fikse de umiddelbart. Dette prinsippet kalles «jidoka» (ref. kapittel 2.5). Making-do motvirker dette prinsippet, ved at man finne egne løsninger fremfor å stoppe opp produksjonen.

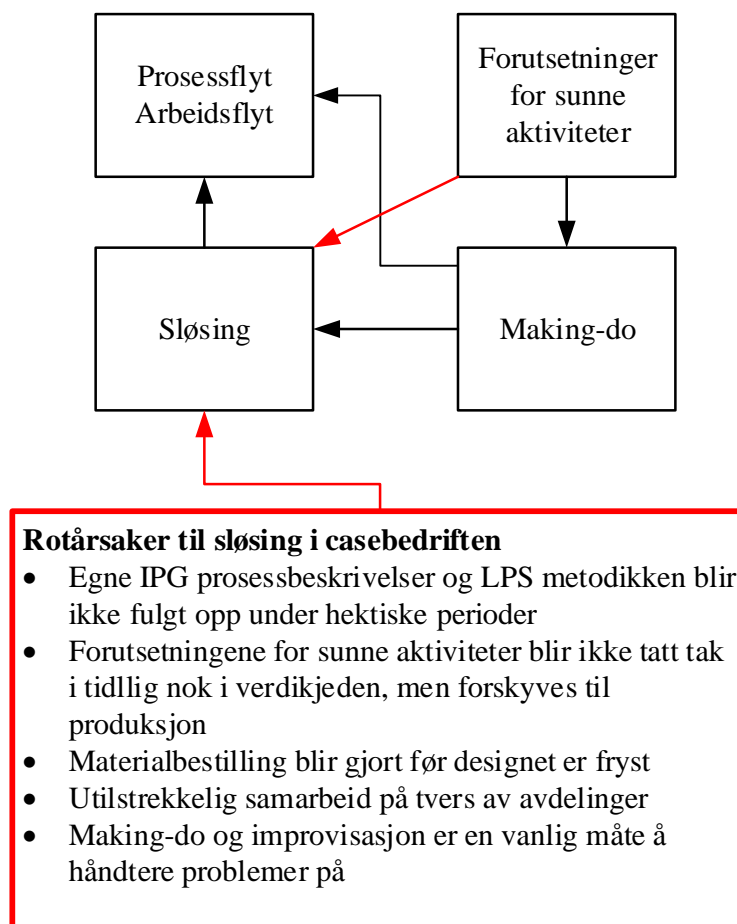
7 Konklusjon

Nymo har fokusert på forbedringsarbeid og effektivisering av prosessene i flere år og selv om de har kommet veldig langt i IPG prosjektet og har skrevet mange prosessbeskrivelser og prosedyrer om hvordan prosjektgjennomføringen skal være, så virker det som om mye av det blir satt til side når prosjektet når en hektisk fase. Man begynner å ta snarveier og glemmer å holde fast i de prinsippene som blir beskrevet i prosedyrene. Dette fører med seg at flyten i arbeidet i alle avdelinger svekkes, samtidig at problemene ikke blir synliggjort og dermed ikke gjort noe med. Alle gjør det beste de kan for å minske konsekvensene, men problemene blir bare ført nedover i verdikjeden og skaper store utfordringer for produksjonen, noe som gjenspeiles i relativ høyt målt andel sløsing. Det å forsøke å holde seg til beskrevne prosedyrer, unngå å ta snarveier og å tilrettelegge for bedre kommunikasjon innen avdelinger og mellom ulike fag, kan muligens forbedre flyten og resultere i mindre making-do og sløsing i produksjonen.

Problemstillingen på oppgaven var:

«Hva er de viktigste rotårsakene til sløsing i produksjonen og hvordan kan flyten forbedres?»

Resultatene fra datainnsamlingen viser 24% observerbar sløsing, og årsakene til sløsing kan spores tilbake til at forutsetninger for en sunn fabrikkstart ikke er oppfylt fra tidligere ledd i verdikjeden. Materialmangel og utilgjengelig arbeidsområde fremstår som de to største problemområdene i produksjonsfasen. Det store omfanget av usunne arbeidspakker i produksjonen gjør at det blir problemer med planlegging og koordinering og fører til mye making-do. I tillegg er det tydelig at planleggingsrutiner beskrevet i metodene til Nymo ikke blir fulgt helt opp. Det viser seg at utkikksmøter, som burde gi input for level-5 plan og bidra til oppdatering av metoder, er ikke-eksisterende. Dette resulterer i at making-do foregår i alle avdelingene, og fører til redusert flyt for arbeidspakkene gjennom verdikjeden. Overlevering av arbeid mellom avdelinger synes å være et svakt punkt, og det kunne med fordel vært bedre tilrettelagt for samarbeid og kommunikasjon. Det synes å være en barriere mellom engineering og de øvrige avdelingene.



Figur 7-1: Årsaker til sløsing i casebedriften

Figur 7-1 viser et utsnitt fra tidligere presentert teoretisk modell, supplert med en oppsummering av avdekkede årsaker til sløsing i installasjonsfasen for fagdisiplinen rør i Johan Sverdrup prosjektet. I løpet av analysen ble det avdekket at usunne aktiviteter fører til både making-do og annen observerbar sløsing. I de tilfellene hvor arbeiderne blir forhindret fra å utføre de planlagte oppgavene sine, står de ovenfor et valg om å enten improvisere (making-do) eller å vente (observerbar sløsing) til forutsetningen kommer på plass. Valget de tar blir blant annet påvirket av tiden det forventes å ta før forutsetningen blir oppfylt. Det kan også tenkes at det i noen tilfeller er lettere for en erfaren person å improvisere ved å finne nye løsninger eller nye oppgaver.

7.1 Forslag til forbedringer

Basert på resultatene fra intervjuene, observasjonen og selvevaluering har vi laget en liste over mulige tiltak som kan bidra til å redusere sløsing og få bedre flyt.

- Å ha en dedikert prosessleder kan kanskje bidra til å unngå en del av problemene med å forankre Last Planner og IPG prosessen i organisasjonen, samt forbedre kommunikasjonen og samarbeid mellom avdelingene
- Etablere metodeteam som har ansvar for å opprette og vedlikeholde metodene gjennom hele prosjektforløpet
- Innføre jevnlige samarbeidsmøter på tvers av avdelinger. Mulige deltakere: planlegger, formenn, fabrikasjonsleder, fabrikasjonsengineering og engineering
- Tilrettelegge for tettere samarbeid for gjensidig avhengige fag, eksempelvis «pipe support» og «rør»
- Holde utviklingsmøter med fokus på å friskmelde aktiviteter tidligere i verdikjeden i tillegg til det som allerede holdes i produksjon
- Endre fokus fra sunne arbeidspakker til sunne oppgaver eller områder i de tilfellene der arbeidspakkene er store og strekker seg over flere områder
- Kjøpe plukklister noen dager før arbeidspakkene utgis slik at lager får tid å samle alt materiale, og komme med tilbakemeldinger dersom det er mangler eller feil
- Innføre 5s i prefabrikasjonshallene og på lager
- Etablere sjekkrutiner for innkjøpslister fra engineering for å minske antall feilbestillinger

Besvarelsen på problemstillingen bør sees i lys av oppgavens begrensninger. Årsaksanalysen er begrenset til å omfatte de overnevnte avdelingene, og basert på bakgrunn av informasjonen til informantenes subjektive oppfatninger og våre egne fortolkninger av innsamlede data. De avdekkede typer sløsing og årsakssammenhengene er gyldig i dette spesifikke caset, og det kan derfor ikke trekkes empiriske generaliseringer på bakgrunn av det. I oppgaven har vi rettet oppmerksomhet mot at det er viktig å se bak tallene til målinger av sløsing, og å fokusere på årsakene til at de oppstår. Det kan derfor tenkes at funnene også kan være interessante utover den spesifikke konteksten.

7.2 Teoretiske implikasjoner og forslag til videre forskning

Som diskutert i teorien er kompleksitet blitt en dominerende faktor som påvirker prosjektgjennomføring. I den forbindelse har vi diskutert muligheten for å benytte Cynefin rammeverket som et verktøy for å hjelpe beslutningstakere med å forstå hvilke metoder og verktøy som sannsynligvis vil fungere i ulike situasjoner. Samtidig retter rammeverket fokus mot samhandling og koordinering mellom mennesker involvert i prosjektene og hjelper med forståelse av det menneskeskapte miljøet og kulturen i organisasjonen. Lean Construction og LPS fremmer samarbeid mellom mennesker, men det konseptuelle grunnlaget til disse kan utvides med forbindelse til Cynefin rammeverket. Dessverre foreligger det ikke mye teori på bruken av Cynefin rammeverket for prosjektgjennomføring, men det kunne vært interessant å få til mer forskning på dette området, samt få mer empiri om praktisk bruk av rammeverket hos prosjektbaserte virksomheter.

Making-do og improvisasjon viste seg å utgjøre en stor andel av observert sløsing og var også en årsak til at det oppsto annen type sløsing i produksjonen. Kartleggingen av making-do i oppgaven ble i stor grad basert på dagboknotater og samtaler med installasjonsarbeiderne. Det kunne derfor vært interessant å forske videre på making-do i produksjon og utarbeide en mer tilpasset metode for måling og kartlegging av denne typen sløsing.

Videre forskning i casebedriften bør kanskje også inkludere innkjøpsavdelingen og prosjektledelsen på Nymo. For en mer grundig analyse av årsakene til materialmangel kunne det være fordelaktig å studere innkjøpsprosessen og kunde- og leverandørrelasjoner. Kartlegging av hele verdikjeden for materialer helt til installasjon inkludert systemer på hoved og mellomlager kunne vært nyttig i dette anseende.

Videre oppfølging av effektene av implementering og forankring av IPG og Last Planner System i bedriften kan også være aktuelt i fremtidige oppgaver, eventuelt med uttesting av PPU målinger på lagsplanener når disse blir implementert.

8 Referanser

- Alaloul, Wesam Salah, Liew, Mohd Shahir og Zawawi, Noor Amila Wan Abdullah. (2016). Identification of coordination factors affecting building projects performance. *Alexandria Engineering Journal*, 55(3), 2689-2698.
- AlSehaimi, Abdullah O, Tzortzopoulos, Patricia og Koskela, Lauri. (2009). Last planner system: Experiences from pilot implementation in the Middle East.
- Andersen, S.S. (2013). *Casestudier: forskningsstrategi, generalisering og forklaring*: Fagbokforlaget.
- Atkinson, Roger. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International journal of project management*, 17(6), 337-342.
- Baccarini, David. (1996). The concept of project complexity—a review. *International Journal of Project Management*, 14(4), 201-204.
- Bailetti, Antonio J, Callahan, John R og DiPietro, Pat. (1994). A coordination structure approach to the management of projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 41(4), 394-403.
- Ballard, Glenn og Howell, Gregory. (2003). *An update on last planner*. Paper presentert på Proc. 11 th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr.
- Ballard, Herman Glenn. (2000). *The last planner system of production control*. The University of Birmingham.
- Beggerud, Roger. (2010). *Kvalitetsstyring : teori og praksis*. Trondheim: Tapir akademisk forl.
- Bertelsen, Sven. (2002). Bridging the gap—towards a comprehensive understanding of lean construction. *IGLC-10, Gramado, Brazil*.
- Bertelsen, Sven. (2003). Complexity—Construction in a new Perspective. *IGLC-11, Blacksburg, Virginia*.
- Bertelsen, Sven. (2004). *Construction management in a complexity perspective*. Paper presentert på 1st International SCRI Symposium, Salford, UK.
- Bertelsen, Sven og Koskela, Lauri. (2002). Managing the three aspects of production in construction. *IGLC-10, Gramado, Brazil*.
- Bertelsen, Sven og Koskela, Lauri. (2004). *Construction beyond lean: a new understanding of construction management*. Paper presentert på Proceedings of the 12 th annual conference in the International Group for Lean Construction.
- Biton, Nelson og Howell, Gregory. (2013). *The journey of Lean Construction theory: review and reinterpretation*. Paper presentert på Proceedings IGLC.

- Bølviken, Trond og Kalsaas, Bo Terje. (2011, 2011/07/13). *Discussion of Strategies for Measuring Workflow in Construction*. Paper presentert på 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Lima, Peru.
- Bølviken, Trond, Rooke, John og Koskela, Lauri. (2014). The Wastes of production in construction—A TFV based taxonomy: International Group for Lean Construction.
- Cataldo, Marcelo, Wagstrom, Patrick A, Herbsleb, James D og Carley, Kathleen M. (2006). *Identification of coordination requirements: implications for the Design of collaboration and awareness tools*. Paper presentert på Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work.
- Crowston, Kevin. (1994). *A taxonomy of organizational dependencies and coordination mechanisms*: Center for Coordination Science, Alfred P. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.
- Crowston, Kevin. (1997). A coordination theory approach to organizational process design. *Organization Science*, 8(2), 157-175.
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode*: Universitetsforlaget.
- Davis, E.W. (1983). *Project management: techniques, applications, and managerial issues*: Industrial Engineering & Management Press, Institute of Industrial Engineers.
- Dolva, Lino A. (2013). *Arbeidsflyt i stålmontering innen mekanisk konstruksjon - et delprosjekt innen Nymos involverende prosjektgjennomføring/Lean construction* Master, Lino A. Dolva.
- Dombrowski, Uwe, Zahn, Thimo og Mielke, Tim. (2010). *Roadmap for the implementation of Lean Production Systems*. Paper presentert på Proceedings of the 5 th Americas International Conference on Production Research, Bogota.
- Easterby-Smith, Mark, Thorpe, Richard og Jackson, Paul R. (2015). *Management and business research* (5th ed. utg.). Los Angeles: Sage.
- Evans, James R. (2013). *Quality & performance excellence*: Cengage Learning.
- Everett, E.L. og Furseth, I. (2012). *Masteroppgaven: hvordan begynne - og fullføre*: Universitetsforlaget.
- Formoso, Carlos, Bølviken, Trond, Rooke, John og Koskela, Lauri. (2015). A Conceptual Framework for the Prescriptive Causal Analysis of Construction Waste: IGLC. net.
- Formoso, Carlos T., Sommer, Lucila, Koskela, Lauri og Isatto, Eduardo L. (2017). Identifikasjon og analyse av making-do-sløsning på byggeplasser. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction. Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Grimstad: Fagbokforlaget.
- Frankfort-Nachmias, C. og Nachmias, D. (1996). *Research Methods in the Social Sciences*: St. Martin's Press.
- Gundersen, Dag & Halbo, Leif. (2014). *Kvalitet Store norske leksikon*.

- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*: Cappelen.
- Hamzeh, Farook, Ballard, Glenn og Tommelein, Iris D. (2012). Rethinking Lookahead Planning to Optimize Construction Workflow. *Lean Construction Journal*.
- Hamzeh, Farook og Bergstrom, Erik. (2010). *The lean transformation: A framework for successful implementation of the last planner tm system in construction*. Paper presentert på International Proceedings of the 46th Annual Conference. Associated Schools of Construction.
- Harboe, Thomas og Eriksen, Lili. (2008). *Indføring i samfunnsvidenskabelig metode*: KLO.
- Iden, Jon. (2013). *Prosessledning*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Jenkins, James L og Orth, Daryl L. (2003). Productivity improvement through work sampling. *AACE International Transactions*, CS51.
- Josephson, Per-Erik og Björkman, Lasse. (2013). Why do work sampling studies in construction? The case of plumbing work in Scandinavia. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 20(6), 589-603. doi: doi:10.1108/ECAM-12-2011-0108
- Kalsaas, B.T, Gundersen, M og Berge, T.O. (2014). *To Measure Workflow and Waste. A Concept for Continuous Improvement*. Paper presentert på 22nd Annual Conference of the IGLC. Oslo, Norway.
- Kalsaas, Bo Terje. (2011, 2011/07/13). *On the Discourse of Measuring Work Flow Efficiency in Construction. A Detailed Work Sampling Method*. Paper presentert på 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Lima, Peru.
- Kalsaas, Bo Terje. (2012). Further work on measuring workflow in construction site production. *Proceedings IGLC20. San Diego State University, San Diego, US*.
- Kalsaas, Bo Terje. (2013a). IPG-METODIKK Referansedokument for Involverende Prosjektgjennomføring (IPG). Grimstad.
- Kalsaas, Bo Terje. (2013b). *Measuring waste and workflow in construction*. Paper presentert på ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION.
- Kalsaas, Bo Terje. (2014). Last Planner System (LPS): Integrasjon av planlegging og kontroll.
- Kalsaas, Bo Terje. (2017). Måling av arbeidsflyt, prosessflyt og sløsing i byggproduksjon: hvordan brukes arbeidstiden. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction. Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Grimstad: Fagbokforlaget.
- Kalsaas, Bo Terje og Bølviken, Trond. (2010). The flow of work in construction: a conceptual discussion. *Proceedings IGLC18. Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Israel*.

- Kalsaas, Bo Terje, Bølviken, Trond og Klakegg, Ole Jonny. (2017). Produksjon og prosjekter - flyt og verdiskapning i bygg- og anleggsbransjen. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction. Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Grimstad: Fagbokforlaget.
- Kalsaas, Bo Terje og Knutson, Åsmund. (2017). Involverende prosjektgjennomføring. Eksempel fra olje og gassrelatert mekanisk industri. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction. Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Grimstad: Fagbokforlaget.
- Kalsaas, Bo Terje og Sacks, Rafael. (2011). Conceptualization of interdependency and coordination between construction tasks. *Draft submitted to IGLC 19 Lima*.
- Kalsaas, Bo Terje, Skaar, John og Thorstensen, Rein Terje. (2015). PULL VS. PUSH IN CONSTRUCTION WORK INFORMED BY LAST PLANNER.
- Karlsen, J.T. og Gottschalk, P. (2005). *Prosjektledelse: fra initiering til gevinstrealisering*: Universitetsforlaget.
- Kashcheeva, Anna V. (2013). QUANTITATIVE AND QUALITATIVE METHODS OF RESEARCH IN APPLIED LINGUISTICS. *Social-economical phenomens and processes*, 155-162.
- Koland, Simen og Lande, Tor. (2013). *Leanorientert analyse av arbeidsflyt og waste i prosjektstyrt mekanisk industri med levering til offshore-, olje- og gassmarkedet - Case AS Nymo*. Master, Simen Koland, Tor Lande.
- Koskela, Lauri. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Koskela, Lauri. (2004). Making-do—The eighth category of waste.
- Koskela, Lauri, Howell, Greg, Ballard, Glenn og Tommelein, Iris. (2002). The foundations of lean construction. *Design and construction: Building in value*, 211-226.
- Koskela, LJ, Bølviken, Trond og Rooke, JA. (2013). *Which are the wastes of construction?* Paper presentert på Proceedings for the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Koskela, LJ og Howell, Gregory. (2002). *The underlying theory of project management is obsolete*. Paper presentert på Proceedings of the PMI Research Conference.
- Koskela, LJ, Sacks, Rafael og Rooke, JA. (2012). A brief history of the concept of waste in production.
- Kraemer, K, Henrich, G, Koskela, L og Kagioglou, M. (2007). *How construction flows have been understood in lean construction*. Paper presentert på 4th International SCRI Symposium, as part of the 4th International Research Week (IRW proceedings).
- Kurtz, Cynthia F og Snowden, David J. (2003). The new dynamics of strategy: Sense-making in a complex and complicated world. *IBM systems journal*, 42(3), 462-483.

- Kvale, S., Rygge, J., Brinkmann, S. og Anderssen, T.M. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*: Gyldendal akademisk.
- Larson, E.W. og Gray, C.F. (2011). *Project Management: The Managerial Process*: McGraw-Hill.
- Malone, Thomas W, Crowston, Kevin, Lee, Jintae, Pentland, Brian, Dellarocas, Chrysanthos, Wyner, George, . . . Herman, George. (1999). Tools for inventing organizations: Toward a handbook of organizational processes. *Management Science*, 45(3), 425-443.
- Malone, Thomas W. og Crowston, Kevin. (1990). *What is coordination theory and how can it help design cooperative work systems?* Paper presented at the Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work, Los Angeles, California, USA.
- Melvær, Knut (2017). Forskning for forskerspirer Hentet fra <https://metode.holbergprisen.no/content/>
- Modig, Niklas og Åhlström, Pär. (2012). *This is lean: Resolving the efficiency paradox*: Rheologica.
- Ohno, Taiichi. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*: crc Press.
- Porwal, Vishal, Fernandez-Solis, Jose, Lavy, Sarel og Rybkowski, Zofia K. (2010). *Last planner system implementation challenges*. Paper presentert på Proceedings of the 18 Annual Conference International Group for Lean Construction, IGLC.
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*: Fagbokforlaget.
- Ronen, Boaz. (1992). The complete kit concept. *The International Journal Of Production Research*, 30(10), 2457-2466.
- Shingo, Shigeo. (1988). *Non-stock production: the Shingo system of continuous improvement*: CRC Press.
- Shingo, Shigeo. (1990). *The Shingo production management system: improving process functions* (A. P. Dillon, Trans.). Tokyo: Japan Management Association.
- Shingo, Shigeo og Dillon, Andrew P. (1989). *A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint*: CRC Press.
- Snowden, Dave. (2005). Strategy in the context of uncertainty. *Handbook of Business Strategy*, 6(1), 47-54. doi: doi:10.1108/08944310510556955
- Snowden, David. (1999). Story telling: an old skill in a new context. *Business Information Review*, 16(1), 30-37. doi: doi:10.1177/0266382994237045
- Snowden, David J og Boone, Mary E. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard business review*, 85(11), 68.
- Spear, Steven og Bowen, H Kent. (1999). Decoding the DNA of the Toyota production system. *Harvard business review*, 77, 96-108.
- Strode, Diane Elizabeth. (2012). A theory of coordination in agile software development projects.
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode*: Fagbokforlaget.

- Thompson, James D. (1967). *Organizations in action: Social science bases of administrative theory*: Transaction publishers.
- Van Beurden, Eric K., Kia, Annie M., Zask, Avigdor, Dietrich, Uta og Rose, Lauren. (2013). Making sense in a complex landscape: how the Cynefin Framework from Complex Adaptive Systems Theory can inform health promotion practice. *Health Promotion International*, 28(1), 73-83. doi: 10.1093/heapro/dar089
- Van de Ven, Andrew H, Delbecq, Andre L og Koenig Jr, Richard. (1976). Determinants of coordination modes within organizations. *American sociological review*, 322-338.
- Van Fenema, Paul C, Pentland, Brian og Kumar, Kuldeep. (2004). *Paradigm shifts in coordination theory*. Paper presentert på Academy of Management Annual Meeting, New Orleans.
- Viana, Daniela Dietz, Formoso, Carlos Torres og Kalsaas, Bo Terje. (2012). *Waste in Construction: a systematic literature review on empirical studies*. Paper presentert på ANNUAL CONFERENCE OF INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION.
- Womack, James P og Jones, Daniel T. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Simon and Schuster.
- Womack, James P, Jones, Daniel T og Roos, Daniel. (1990). *Machine that changed the world*: Simon and Schuster.
- Yin, Robert K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4 utg. Vol. 5): Sage publications.

9 Vedlegg

9.1 Observasjonsskjema

Skjema for registrering av tidsbruk innen mekanisk konstruksjon og produksjon. Formål: grunnlag for forbedringsarbeid

© Es. Inge Lehmann, UH/Agder

Registrert av:

Fag	KL 07:00-8:00					KL 08:00-09:00					KL 09:00-10:00					KL 10:00-11:00					KL 11:00-12:00					KL 12:00-13:00					KL 13:00-14:00					KL 14:00-15:00				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Aktivitet																																								
1 Direkte arbeid (Transformasjon)																																								
2 Direkte arbeid (Ubeordning av egen og eget lært fag)																																								
3 Direkte arbeid (Ubeordning av fag fra annen lært fag/underretninger)																																								
4 Inspeksjon/kontroll/rapportering (vedtidsoppende arbeid)																																								
5 Krensning og lignende (vedtidsoppende)																																								
6 Skriftlighet m.m.																																								
7 Riktig opp og ned																																								
8 Riktig opp/ ned eller andre aktiviteter som følger av næret																																								
9 Rydding/Sørring/ Få tilgjengelig arbeidsområder																																								
10 Rydding/Sørring/ Opprydding etter arbeid (Bare arbeid til samt. e.l.)																																								
11 Rydding/Sørring/ Generell rydding																																								
12 Materialbehandling/ Palle ut/inn/ta materialer																																								
13 Transportering/ Henting av materialer/ laster/ berge utna em ca. 3 m																																								
14 Leding/ Materialer																																								
15 Leding/ Verktøy/Utstyr																																								
16 Leding/ Personer/ formen																																								
17 Informasjonsflø																																								
18 Bevegelse/ Forflytning mellom arbeidssteder																																								
19 Bevegelse/ Frys og varme verktøy																																								
20 Bevegelse/ Bevege seg fra til arbeidsområde verktøy																																								
21 Uventing/ Bestille materialer																																								
22 Uventing/ Forordning av utstyr																																								
23 Uventing/ Venting på in job																																								
24 Uventing/ Venting/ Tran																																								
25 Uventing/ Tegning/arb. underl.																																								
26 Uventing/ Varsomhet/ arbeids																																								
27 Uventing/ Arbeidsområde ikke																																								
28 Uventing/ Spørsmål/ annet arbeid eller																																								
29 Kompetenstest arbeid																																								
30 Metode/koordinering/ informasjon																																								
31 Praktisingsnummer																																								
32 Kaffee- og spisepause																																								
33 Ubedyrtelig personlig tid																																								
34 Utenfor arbeid																																								
35 Andre aktiviteter																																								
36 Utenfor arbeid																																								
37 Utenfor arbeid																																								
38 Utenfor arbeid																																								
39 Utenfor arbeid																																								
40 Utenfor arbeid																																								
41 Utenfor arbeid																																								
42 Utenfor arbeid																																								
43 Utenfor arbeid																																								
44 Utenfor arbeid																																								
45 Utenfor arbeid																																								
46 Utenfor arbeid																																								
47 Utenfor arbeid																																								
48 Utenfor arbeid																																								
49 Utenfor arbeid																																								
50 Utenfor arbeid																																								
51 Utenfor arbeid																																								
52 Utenfor arbeid																																								
53 Utenfor arbeid																																								
54 Utenfor arbeid																																								
55 Utenfor arbeid																																								
56 Utenfor arbeid																																								
57 Utenfor arbeid																																								
58 Utenfor arbeid																																								
59 Utenfor arbeid																																								
60 Utenfor arbeid																																								
61 Utenfor arbeid																																								
62 Utenfor arbeid																																								
63 Utenfor arbeid																																								
64 Utenfor arbeid																																								
65 Utenfor arbeid																																								
66 Utenfor arbeid																																								
67 Utenfor arbeid																																								
68 Utenfor arbeid																																								
69 Utenfor arbeid																																								
70 Utenfor arbeid																																								
71 Utenfor arbeid																																								
72 Utenfor arbeid																																								
73 Utenfor arbeid																																								
74 Utenfor arbeid																																								
75 Utenfor arbeid																																								
76 Utenfor arbeid																																								
77 Utenfor arbeid																																								
78 Utenfor arbeid																																								
79 Utenfor arbeid																																								
80 Utenfor arbeid																																								
81 Utenfor arbeid																																								
82 Utenfor arbeid																																								
83 Utenfor arbeid																																								
84 Utenfor arbeid																																								
85 Utenfor arbeid																																								
86 Utenfor arbeid																																								
87 Utenfor arbeid																																								
88 Utenfor arbeid																																								
89 Utenfor arbeid																																								
90 Utenfor arbeid																																								
91 Utenfor arbeid																																								
92 Utenfor arbeid																																								
93 Utenfor arbeid																																								
94 Utenfor arbeid																																								
95 Utenfor arbeid																																								
96 Utenfor arbeid																																								
97 Utenfor arbeid																																								
98 Utenfor arbeid																																								
99 Utenfor arbeid																																								
100 Utenfor arbeid																																								

Merknader: 1-2 personer følger et arbeidslag på 1-3 personer. Hvert 5. minutt registreres det hvor de forskjellige fagfellene utfører ved å notere et tall i respektive celle basert på aktivitet/hendelse. Om to personer utfører et jobb som et lag så registreres tallet "2", som hele arbeidsdagen dekker av registrerte 5-minutter. Registrert aktivitet/hendelse gjelder i alle 5 minutters varigheter. Kortere pauser gjennom arbeidsdagen (5-10 minutter) kan være viktig for å holde produktiviteten oppe hele dagen, og registreres som "bedyrtelig personlig tid". Om pause er knyttet til å finne av arbeidsoppsettet registreres de som "rigge opp/ ned". Fagfellene som deltar i arbeidsdagen har deltagert dette på forhånd. De som registrerer fagfellene arbeid skal gjøre dette på en tilbakemelding måte for å sikre å forhindre arbeid, men skal stille spørsmål når det er aktivitet på å sikre å finne av arbeidsoppsettet. I tillegg er spesielle hendelser som kan betyde høyere tallene blir som de blir skrevet registrert ved å kommunisere med fagfellene. Utøvere som kommer inn og registrerer på det gir til beiflyten. Dette skal ikke kunne brukes mot noen enkeltpersoner, formålet er å lære om det som fungerer med slike på kommunikasjon/bedyrtelig personlig tid.

Skjema utgitt 27.08.2016 (10. rev. utgave)

9.2 Selvevalueringsskjema

Nymo AS. IPG-Involverende ProsjektGjennomføring

Skjema for egenvurdering av arbeidsflyt og waste. Gjennomføres i samarbeid med universitetet i Agder, vår 2017

Fylles ut av alle i et formannslag. Undersøkelsen er anonym og utføres i arbeidstiden.

Dato:	Fag:
-------	------

1) I dag har arbeidet hatt god flyt (Kryss av for et svaralternativ)

Meget enig:	Enig:	Uenig:	Meget uenig
-------------	-------	--------	-------------

Under punkt 2 er det to svaralternativ (Nei/ja). Dersom du svarer ja så skal du også anslå tiden for forsinkelsen.

2) Mine arbeidsoppgaver har blitt forsinket på grunn av (kryss av for alle spørsmål)

		NEI, ikke noe hindring i dag	JA, slik var det	Anslag tidsbruk, hvis JA
a)	Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide			
b)	Forutgående aktivitet var ikke riktig utført			
c)	Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid, manglende tilrettelegging (eks: manglet stilas eller et annet fag arbeidet i området, arbeid i høyden)			
d)	Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig (eks: måtte fjerne materialer fra andre fag)			
e)	Manglet arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene (eks: måtte drive problemløsning på stedet sammen med formann)			
f)	Jeg følte ikke at jeg hadde rett annen informasjon for å gjøre jobben			
g)	Jeg følte ikke at jeg hadde kompetanse til jobben og måtte bruke ekstra lang tid			
h)	Måtte lete etter/vente på formann for å få svar på spørsmål eller for å få ny jobb			
i)	Det var feil på materialer, feil materialer eller mangel på materialer			
j)	Det manglet utstyr eller utstyret var lite egnet			

k)	Det var dårlig tilrettelagt logistikk (eks: lang vei for å hente materialer, og tralle kunne ikke benyttes pga dårlig fremkommelighet)			
l)	Annen årsak til forsinkelse og heft i arbeidet			

3) Supplerende spørsmål knyttet til arbeidsoppgavene dine (kryss av for alle spørsmål)

		Nei	Ja	Anslag tidsbruk hvis, Ja
a)	Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag tidlig?			
b)	Har du brukt tid i dag på å rette opp egne eller andres feil og misforståelser?			

4) Frie merknader du ønsker å gi, for eksempel forslag til forbedringer og hva du synes fungerer godt

9.3 Intervjuguide

Før oppstart:

- Introdusere oppgaven vår og formålet med intervjuet. Formål: avdekke årsaker til at problemer oppstår i fabrikasjon. Snakke litt om begrepene waste, flyt, sunne aktiviteter
- Forklare hvordan intervjuet er tenkt gjennomført

Innledning:

1. Hvordan er en typisk dag på jobben for deg?
2. Hva fungerer bra/mindre bra i den daglige driften?
3. Synes du det har vært forbedringer i løpet av de siste årene? (arbeidsmetoder, planlegging etc..)
 - 3.1. Hvorfor? Har du konkrete eksempler?

Arbeidspakke livsløp, planlegging og koordinering:

Her skal vi prøve å kartlegge det egentlige livsløpet til en arbeidspakke, samtidig skal vi prøve å definere hvor de forskjellige møter befinner seg i tidslinjen og prosessen.

Arbeidspakker:

Spørsmål om arbeidspakker varierer etter hvilken avdeling som blir intervjuet.

Formenn: Fokuserer på utførelsen, innhold, usunne arbeidspakker og andre problemer i produksjon

Fab.eng: Fokuserer på utarbeidelse, innhold og usunne arbeidspakker

Plan: Fokuserer på planleggingen, level 5 planer

Engineering: Snakke om arbeidspakker i forbindelse med materialmangel

Felles: Hvordan håndteres revisjoner?

Telaris

Telaris er et nytt system. Hvordan synes du er det å jobbe i/med Telaris? Har du noen kommentarer angående bruken av programmet

Informasjon

1. Hvordan fungerer informasjonsflyten mellom avdelinger og ulike fag?
 - 1.1. Får du den informasjonen du trenger til riktig tid?
 - 1.2. Hvilke kanaler benyttes? (epost, muntlig, telaris)

På slutten:

1. Har du noe mer å tilføye som burde nevnes

9.4 Registrering av tid benyttet til ulike aktiviteter

Navn på aktivitet	Type aktivitet	Type under	Komparabel	Fortsetting	06.03.21	07.03.21	08.03.21	09.03.21	10.03.21	12.03.21	13.03.21	14.03.21	15.03.21	16.03.21	Total	
Direkte arbeid (Transformasjon)	Verdiskapende arbeid	Direkte arbeid														
Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feli	Sløsing	Utbedre feli			4			6							10,00	
Direkte arbeid: Utbedring av feli fra annet lag/lag-underservevander	Sløsing	Utbedre feli													0,00	
Inspeksjon/Kontroll/stand-by (verdiskapende arbeid)	Verdiskapende arbeid	Inspeksjon/kontroll inne														
Inspeksjon/maling/kontroll ute (verdiskapende arbeid)	Verdiskapende arbeid	oil ure			10	3	7	2	6	5	6	6	11	6	2	58,00
Sløsing HMS	Metode/planlegging				40	21	11	25	27	21	17	4	166,00			
Rigge opp og ned	Indirekte arbeid	Rigge			1	1	1								4	6,00
Rigge opp/ned eller andre aktiviteter som følge av været	Indirekte arbeid	Rigge			4	4	2	7	8	4	6	3	4	3	4	38,00
Rydding/Sortering/rå tilgang til arbeidsplassen	Sløsing	Rydd/sortere														0,00
Rydding/Sortering: Opprydding etter arbeid	Indirekte arbeid	Rydd/sortere														10,00
(Bære svifull til/cont e.l.)	Indirekte arbeid	Rydd/sortere			2	2	4	5	5	5	6	4	6	5	42,00	
Rydding/Sortering: Generell rydding	Indirekte arbeid	Rydd/sortere			10	10	3	3	2	1	28				44,00	
Materialbehandling: Pakke ut materialer	Indirekte arbeid	Pakke ut materialer			5	5	3								10,00	
Transportering: Henting av materialer-/utstyr	Indirekte arbeid	Transport av materiale			2	5	4	5	5	3	9	3	3	3	34,00	
lengre uren ca.5 m	Sløsing	Lete			56	17	11	3	2	11	11				101,00	
læting/ Materialer	Sløsing	Lete													21,00	
læting/ Verktøy/utstyr	Sløsing	Lete			8	3	3	5	11	2	2	1	2	7	59,00	
læting/ Følsomhet/forment (problemstilling)	Indirekte arbeid	Bevægelse			4	9	5	8	12	7	20	12	9	16	102,00	
Bevægelse: Forflytning mellom arbeidssteder	Indirekte arbeid	Bevægelse			9	9	3	11	4	2	4	8	3	3	47,00	
Bevægelse: Fjerte og hente verktøy	Indirekte arbeid	Bevægelse			1	1	2								3,00	
Bevægelse: Bevæges fra/til stasjonært verktøy	Sløsing	Verne													0,00	
Vernting: Bestikke materialer	Sløsing	Riktige materialer eller aktiviteter													0,00	
Vernting: Forgående aktivitet	Sløsing	Verne			21	7				6	1	12			47,00	
Vernting: Vernting på ny jobb	Sløsing	Verne			8	2	5								15,00	
Vernting: Kran	Sløsing	Verne													0,00	
Vernting: Tegning arb. underl.	Sløsing	Verne													0,00	
Vernting: Værvarerligg aktivitet	Sløsing	Verne													0,00	
Vernting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas	Sløsing	Verne				2	6								8,00	
Kompenserende arbeid	Sløsing	Lete etter summe oppgaver + venteaaktivitet			64										64,00	
Kompenserende arbeid	Sløsing	Utføre endring arbeid													24,00	
Kompenserende arbeid	Sløsing	Lete etter summe oppgaver + venteaaktivitet													10,00	
Kompenserende arbeid	Sløsing	Område jobben skal gjeves på er klar													25,00	
Kompenserende arbeid	Sløsing	Verktøy/masjin Godt verktøy			2	3	3	2							15,00	
Kompenserende arbeid	Sløsing	Hjelpe anretning å eller aktiviteter bli ferdig													4,00	
Metode/ Koordinering/ informasjon: Planlegging/møter	HMS og Metode/planlegging				6	14	7	2	14	8	10	20	6	15	102,00	
Kaffe- og spisepause	Pause				20	26	21	29	19	20	21	28	22	20	216,00	
Hjudevordig personlig tid	Pause				2	5	6	6	4	5	5	5	4	6	48,00	
Annen personlig tid	Sløsing	Annet													41,00	
															1996,00	

9.5 Tabell for kategorisering av underkategorier og forutsetninger

Navn på aktivitet	Type aktivitet	Type underkategori	Komp.arbeid	Forutsetning
Direkte arbeid: (Transformasjon)	Verdiskapende arbeid	Direkte arbeid		
Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feil	Sløsing	Utbedre feil		Forutgående jobb eller aktivitet er klarert
Direkte arbeid: Utbedring av feil fra annet lag/fag/-underleverandør	Sløsing	Utbedre feil		Forutgående jobb eller aktivitet er klarert
Inspeksjon/kontroll/stand-by (verdiskapende arbeid)	Verdiskapende arbeid	Inspeksjon/kontroll inne		
Inspeksjon/måling/kontroll ute (verdiskapende)	Verdiskapende arbeid	Inspeksjon/kontroll ute		
Sikringsarbeid HMS	HMS og Metode/planlegging			
Rigge opp og ned	Indirekte arbeid	Rigge		
Rigge opp/ned eller andre aktiviteter som følge av været	Indirekte arbeid	Rigge		
Rydding/Sortering: Få tilgang til arbeidsplassen	Sløsing	Rydde/sortere		Område jobben skal gjøres på er klar
Rydding/Sortering: Opprydding etter arbeid (Bære avfall til cont e.l.)	Indirekte arbeid	Rydde/sortere		
Rydding/Sortering: Generell rydding	Indirekte arbeid	Rydde/sortere		
Materialbehandling: Pakke ut/motta materialer	Indirekte arbeid	Pakke ut material		
Transportering: Henting av materialer-/utstyr lengre unna enn ca.5 m	Indirekte arbeid	Transport av materiale		
Leting: Materialer	Sløsing	Lete		Riktige materialer
Leting: Verktøy/utstyr	Sløsing	Lete		Godt verktøy
Leting: Personer/formenn (problemløsning)	Sløsing	Lete		God metode
Bevegelse: Forflytning mellom arbeidssteder	Indirekte arbeid	Bevegelse		

Bevegelse: Flytte og hente verktøy	Indirekte arbeid	Bevegelse		
Bevegelse: Bevege seg fra/til stasjonært verktøy	Indirekte arbeid	Bevegelse		
Venting: Bestilte materialer	Sløsing	Vente		Riktige materialer
Venting: Foregående aktivitet	Sløsing	Vente		Forutgående jobb eller aktivitet er klarert
Venting: Venting på ny jobb	Sløsing	Vente		God metode
Venting: Kran	Sløsing	Vente		Godt verktøy
Venting: Tegning/arb. underl.	Sløsing	Vente		Riktige tegninger
Venting: Væravhengig aktivitet	Sløsing	Vente		Vær
Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas	Sløsing	Vente		Område jobben skal gjøres på er klar
Kompenserende arbeid	Sløsing	Kompenserende arbeid	Lete etter sunne oppgaver + venteaktivitet	Riktige materialer
Kompenserende arbeid	Sløsing	Kompenserende arbeid	Utføre endring	Riktige tegninger
Kompenserende arbeid	Sløsing	Kompenserende arbeid	Lete etter sunne oppgaver + venteaktivitet	Område jobben skal gjøres på er klar
Kompenserende arbeid	Sløsing	Kompenserende arbeid	Fikse verktøy/maskin	Godt verktøy
Kompenserende arbeid	Sløsing	Kompenserende arbeid	Hjelpe annet fag å bli ferdig	Forutgående jobb eller aktivitet er klarert
Metode/Koordinering/informasjon: Planleggingsmøter	HMS og Metode/planlegging			
Kaffe- og spisepause	Pauser			
Nødvendig personlig tid	Pauser			
Annen personlig tid	Sløsing	Annet		Annet

9.6 Aktiviteter dag for dag

Radetiketter	Summer av 06.03.2017
HMS og Metode/planlegging	3,26 %
Indirekte arbeid	3,26 %
Pauser	11,96 %
Verdiskapende arbeid	5,43 %
Sløsing	76,09 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 07.03.2017_2
HMS og Metode/planlegging	6,52 %
Indirekte arbeid	19,57 %
Pauser	13,48 %
Verdiskapende arbeid	39,13 %
Sløsing	21,30 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 08.03.2017
HMS og Metode/planlegging	3,72 %
Indirekte arbeid	9,04 %
Pauser	14,36 %
Verdiskapende arbeid	52,66 %
Sløsing	20,21 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 09.03.2017
HMS og Metode/planlegging	1,33 %
Indirekte arbeid	14,60 %
Pauser	15,49 %
Verdiskapende arbeid	46,90 %
Sløsing	21,68 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 10.03.2017
HMS og Metode/planlegging	5,88 %
Indirekte arbeid	29,41 %
Pauser	11,76 %
Verdiskapende arbeid	17,65 %
Sløsing	35,29 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 12.03.2017
HMS og Metode/planlegging	4,91 %
Indirekte arbeid	14,72 %
Pauser	15,34 %
Verdiskapende arbeid	56,44 %
Sløsing	8,59 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 13.03.2017
HMS og Metode/planlegging	4,78 %
Indirekte arbeid	18,18 %
Pauser	12,44 %
Verdiskapende arbeid	42,58 %
Sløsing	22,01 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 14.03.2017
HMS og Metode/planlegging	9,43 %
Indirekte arbeid	19,34 %
Pauser	15,57 %
Verdiskapende arbeid	46,70 %
Sløsing	8,96 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 15.03.2017
HMS og Metode/planlegging	2,86 %
Indirekte arbeid	24,76 %
Pauser	12,38 %
Verdiskapende arbeid	44,76 %
Sløsing	15,24 %
Totalsum	100,00 %

Radetiketter	Summer av 16.03.2017
HMS og Metode/planlegging	9,55 %
Indirekte arbeid	15,58 %
Pauser	13,07 %
Verdiskapende arbeid	41,71 %
Sløsing	20,10 %
Totalsum	100,00 %