

# Arbeidsflyt i stålmontering innen mekanisk konstruksjon

- et delprosjekt innen Nymos involverende prosjektgjennomføring/Lean construction

**Lino A. Dolva**

**Veileder**

Bo Terje Kalsaas

*Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.*

Universitetet i Agder, 2013

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for ingeniørvitenskap

## Førord

Denne masteroppgaven er gjennomført ved Universitetet i Agder våren 2013 og er en avsluttende oppgave i masterstudieprogrammet; Industriell økonomi og teknologiledelse.

Oppgaven har fokus på hvordan arbeidsflyt og sløsing på byggeplassen kan måles og hvordan det kan analyseres ved å anvende prinsipper i Lean tankegang. Resultater og funn kan videre brukes som et utgangspunkt for et kontinuerlig forbedringsarbeid. Målingene ble gjennomført hos bedriften AS Nymo våren 2013 hvor det ble satt fokus på arbeidsflyt og sløsing i stålinstallasjonen.

Studentprosjekter er et delprosjekt innenfor Nymos involverende prosjektgjennomføring som er et prosjekt med 3 års rammetid, hvor det rettes fokus mot effektivisering av hele bedriftens aktiviteter.

Jeg vil rette en stor takk til veileder ved Universitetet i Agder; professor Bo Terje Kalsaas og metodeplanlegger på Nymo; Åsmund Knutson og avdelingsleder på stål; Sven Harry Røed, for å bistå med nødvendig hjelp til masteroppgaven, og jeg vil også takke alle andre ansatte på Nymo som har vært involvert og bidratt i prosjektet, samt studentene Simen Koland, Tor Lande og Ann Kristin Homeland som har vært gode samarbeidspartnere i løpet av perioden hvor masteroppgaven ble gjennomført.

02.06.2013, Grimstad

Lino A. Dolva

## Sammendrag

I alle industrier og markeder er konkurranse medvirkende til å drive frem kontinuerlig forbedringsarbeid. Olje- og gassindustrien har et globalt nedslagsfelt og det stilles krav til innovasjon og nyskaping samt kostnadsbesparelser i alle ledd i organisasjonen for å holde følge med konkurrentene. Norsk leverandørindustri opplever økende konkurranse fra Østen på store prosjekter og fra lavkostland i Europa på mindre og mellomstore fabrikasjonsoppdrag.

Leverandørbedriften AS Nymo jobber mot olje- og gassrelaterte prosjekter i det globale markedet. Økt fokus på kostnadsbesparelser og effektivisering av prosesser har ført til et sterkere søkelys mot Lean tankegang<sup>1</sup> de senere årene – også hos Nymo. Enkelt forklart handler Lean tankegang om å eliminere *waste* for å øke andelen av verdiskapende arbeid i produksjonen samt øke verdi for kunden. Waste er for øvrig et engelsk begrep og er relatert til aktiviteter som skaper forsinkelser og sløsing i arbeidet som f. eks venting, leting etter materialer og unødvendige pauser.

En måte for å identifisere waste og verdiskapende arbeid i bedriften på, er å bruke metoder som gjør det mulig å analysere og måle arbeidsflyt. Arbeidsflyt er et begrep som brukes til å beskrive flyten i en prosess. God arbeidsflyt vil bety at prosessen har minimalt med stopp og nedetid. Begrepene waste og arbeidsflyt danner et utgangspunkt for oppgavens forskerspørsmål som er følgende:

- 1) Hvordan kan waste og arbeidsflyt måles som et ledd i en strategi for kontinuerlig forbedring?

Teorien som er lagt til grunn for å svare på problemstillingen gir et innblikk i prinsipper og metodikk anvendt i Lean tankegang som f. eks hvordan waste kan identifiseres og kategoriseres. Det er også lagt vekt på å anvende teori som beskriver hvordan arbeidsflyt kan måles og forstås, basert på forskjellige forskningsartikler og aktivitetsstudier innen Lean construction. Lean Construction er en samlebetegnelse for teorier og praktiske planleggingsverktøy knyttet til konstruksjon på byggeplassen og har sitt utspring i Lean production, som er rettet mot industriell produksjon. Aktivitetene til Nymo er

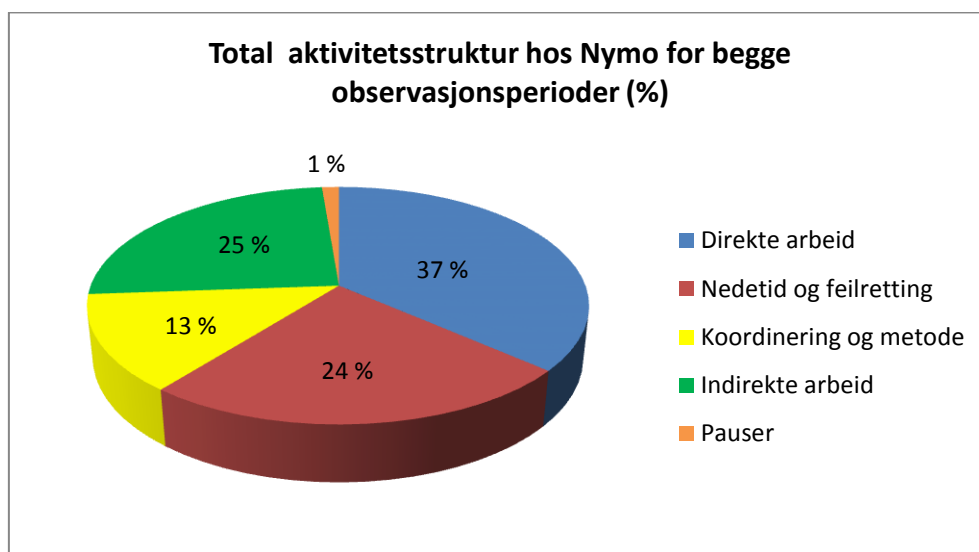
---

<sup>1</sup> Lean tankegang har sitt utspring i japansk bilindustri hvor det blir rettet stort fokus på kvalitet og gode prosedyrer i produksjonen.

prosjektbaserte og utføres på et konstruksjonsområde, derfor har det vært rettet spesielt fokus på teori relatert til Lean construction.

Teorien dannet et grunnlag for arbeidet som ble gjennomført hos Nymo i løpet av våren 2013. For å belyse oppgavens forskerspørsmål, ble det valgt å gjennomføre en casestudie<sup>2</sup> hos Nymo for å sette metoder ut i praksis. To sentrale metoder for måling av waste og arbeidsflyt ble brukt i casestudien; observasjon og spørreskjema ble praktisert for å samle inn nødvendige data og har således et hhv. kvalitativt<sup>3</sup> og kvantitativt<sup>4</sup> preg over seg.

Det ble gjennomført 2 observasjonsperioder på hhv. 5 og 4 dager, hvor utvalgte operatører i stålinstallasjonen ble fulgt gjennom en hel arbeidsdag. Alle aktiviteter ble registrert på et skjema og delt inn i 5 hovedkategorier (figur 1). Ved slutten av hver arbeidsdag fikk alle operatørene utdelt et skjema hvor de fikk muligheten til å melde fra om forsinkelser og evaluere hvor god flyt de opplevde i arbeidet hver dag.



Figur 1: Total aktivitetsstruktur hos Nymo

Figuren viser at observert waste utgjør 24 % av arbeidet i stålinstallasjonen hos Nymo. Målet til Nymo må være å redusere denne andelen for å øke graden av verdiskapende arbeid i installasjonen. Observasjon som målemetode ga detaljerte resultater og et solid datagrunnlag som gir Nymo tilgang på verdifulle data som kan brukes i kontinuerlig

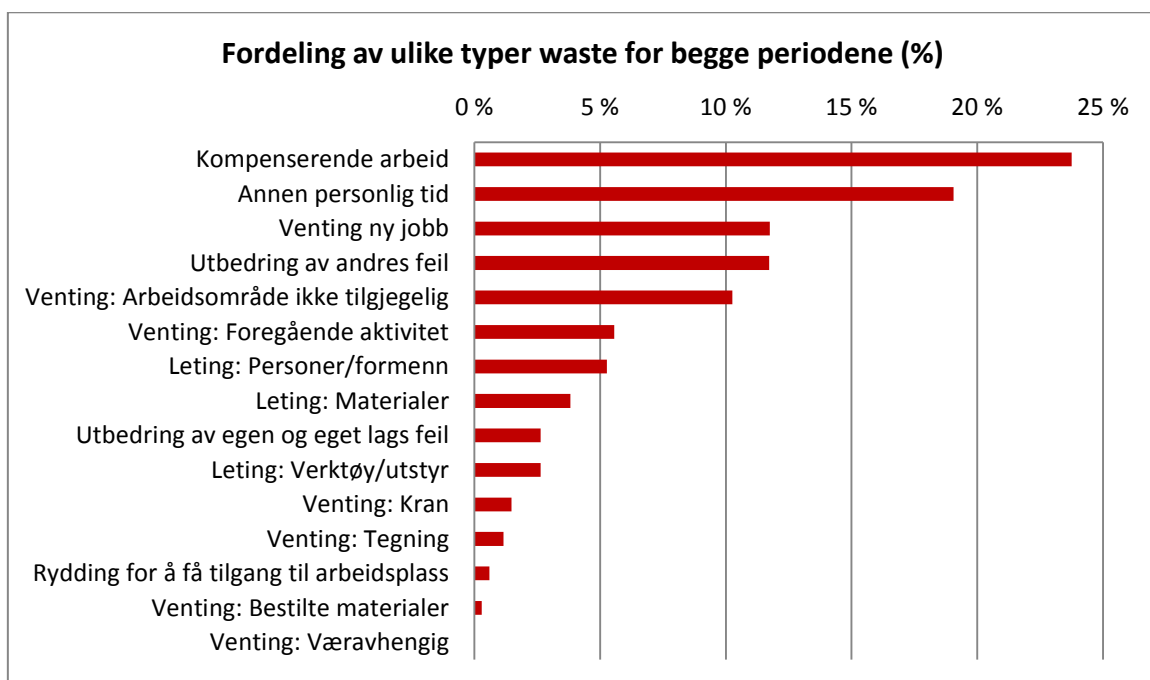
<sup>2</sup> Casestudie blir foretrukket når "hvordan" eller "hva" spørsmål blir adressert og når forskeren har liten eller ingen kontroll over utfallene som skal forskes på, og når hendelsene skjer samtidig som forskningen pågår.

<sup>3</sup> Kvalitativ metode brukes når man trenger å gå i dybden på problemer. Eks; observasjon og intervjuer.

<sup>4</sup> Kvantitative metode brukes f. eks ved behov for spørreskjemaer, statistikk og andre former for undersøkelser hvor store mengder data blir behandlet.

forbedringsarbeid. Blant annet kan andelen waste i figur 1 brytes opp i 15 aktiviteter for å se hvordan fordelingen er.

Figur 2 viser at kompenserende<sup>5</sup> arbeid, annen personlig tid, venting på ny jobb, utbedring av andres feil og venting på tilgjengelig arbeidsområde utgjør 77 % av all observert waste. Annen personlig tid består hovedsakelig av for lange kaffe- og lunsjpauser, mens venting på ny jobb og tilgjengelig arbeidsområde har med mangelfull planlegging å gjøre. Aktiviteten ”utbedring av andres feil” kan relateres til feil på arbeidsunderlag og er ikke nødvendigvis en feil fra Nymo, men kan stamme fra underleverandører lengre bak i verdikjeden.



Figur 2: Fordeling av ulike typer waste aggregert for begge måleperioder.

Flere typer waste kan relateres til mangelfull planlegging. Det ble foretatt en analyse av Nymos ukeplaner som beskriver detaljert info som f. eks planlagte start- og sluttdatoer for arbeidsoppgaver som skulle utføres. Analysen viser at kun 27 % av planlagte aktiviteter ble gjennomført i henhold til planen og det viser at Nymo har en utfordring når det kommer til å utnytte planleggingen til fulle. Nymo bør rette et enda større fokus mot Last Planner System<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Kompenserende arbeid kan knyttes til aktiviteter som f. eks har med tilpassing på materialer pga. for store toleransedimensjoner på tegningsunderlag, eller ved at man må kompensere for manglende utstyr/materialer.

<sup>6</sup> Last Planner System er en del av Lean construction disiplinen, og er en metode for å involvere faggrupper til å være med å planlegge sin egen hverdag på arbeidsplassen. Hovedformålet er å skape god koordinasjon på arbeidsplassen med involverende planlegging.

for å forbedre tilretteleggingen av sunne aktiviteter<sup>7</sup> gjennom bedre og mer involverende planlegging. Ukeplanene viser et konkret bilde av hvordan waste preger prosjektets fremgang, men gir ikke et detaljert bilde av hva som er årsaken eller hvor mye tid de medfører. Derfor vil nivå etterprøving av planene kun være et overordnet supplement til målemetodene, som kan vise en tendens på hvordan prosjektet preges av waste i arbeidet.

Tabell 1 viser selvevaluert waste fra alle platearbeiderne i formannslaget<sup>8</sup> aggregert over 2 måleperioder med fokus på de fem største kategoriene for waste. Tabellen viser at retting av andres feil (22 %) samt feil på materialer, feil materialer, for lite materialer (12 %) til sammen utgjør 1/3 av all rapportert waste. Det viser at med riktig arbeidsunderlag ville flyten i arbeidet vært betraktelig bedre. Til sammenlikning utgjør feilretting 12 % av observert waste, men er dog bare for operatørene som ble fulgt.

Selvevaluert waste for begge måleperioder (Topp 5)	%
<b>1) Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser</b>	<b>22</b>
<b>2) Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig pga. annet arbeid, tilrettelegging</b>	<b>16</b>
<b>3) Annen årsak til forsinkelse og heft</b>	<b>15</b>
<b>4) Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer</b>	<b>12</b>
<b>5) Forutgående aktivitet var ikke riktig utført</b>	<b>10</b>
Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig	6
Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide	5
Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene	5
Manglende eller dårlig tilpasset utstyr	4
Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du kom på jobb i dag tidlig?	3
Manglende mulighet til å melde fra om avvik/feil til nærmeste leder	1
Jeg følte jeg ikke hadde rett annen informasjon til å utføre jobben	1
Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser	1
Dårlig tilrettelagt logistikk	0
Jeg følte jeg ikke hadde rett kompetanse til å utføre jobben	0
<b>SUM</b>	<b>100</b>

Tabell 1: Selvevaluert waste for begge måleperioder.

Påliteligheten av målemetodene som ble gjennomført hos Nymo har blitt testet ved å sammenlikne observerte resultater opp mot selvevaluerte resultater fra operatørene som ble fulgt.

<sup>7</sup> En sunn aktivitet kjennetegnes ved at syv forutsetninger er helt eller delvis oppfylt før aktiviteten begynner: Informasjon, materialer, plass, utstyr, bemanning, eksterne faktorer og forutgående/etterfølgende aktivitet.

<sup>8</sup> Formannslaget er alle operatørene på stålavdelingen. I gjennomsnitt var det ca. 11 operatører de ukene det ble observert.

Resultatene fra analysen viser følgende korrelasjons mellom observasjons- og selvevalueringskjemaet:

- 1.periode: Det ble observert 24 % waste av tilgjengelig arbeidstid.  
Operatørene som ble fulgt meldte 20 % waste av tilgjengelig arbeidstid.
- 2.periode: Det ble observert 24 % waste av tilgjengelig arbeidstid.  
Operatørene som ble fulgt meldte 7 % waste av tilgjengelig arbeidstid.

Avvikene mellom observert og selvevaluert waste kan blant annet forklares med at noen av de observerte operatørene ikke meldte ifra om tiden som det medførte, selv om de bekreftet på skjemaet at det hadde vært former for waste. Dette gjelder spesielt for 2.periode hvor det er størst avvik. Kun svar med angitt waste i tid ble brukt som datagrunnlag for å kunne sammenlikne selvevaluering opp mot observasjon. En annen årsak til avviket antas å være at operatørene ikke er bevisste i å melde ifra om for lange pauser eller annen unødvendig personlig tid. Det medfører et avvik da annen personlig tid (waste) utgjør nest størst andel av observert waste. Det er også viktig å gi opplæring til de som skal bruke skjemaet slik at det ikke forekommer misforståelser eller usikkerhet på hvordan man fyller ut selvevalueringskjemaet.

For å oppsummere de to måle metodene:

#### Selvevaluering av waste og arbeidsflyt

Fordeler:

- Kan enkelt distribuere skjema til mange respondenter for å få et bredt datagrunnlag som kan generaliseres.
- Fanger opp intuitiv og subjektiv vurdering av flyt fra arbeiderne.
- Fanger opp alle 7 former for waste.

Ulemper:

- Gir et lite detaljert da tiden som blir angitt er et intuitivt anslag som blir foretatt etter endt arbeidsdag.
- Kan ikke knytte waste opp mot tid på dagen. F. eks når på dagen det ble foretatt flest unødvendige pauser.
- Fanger mest sannsynlig ikke opp annen unødvendig personlig tid fra arbeiderne, da de ikke er bevisste på det, eller at de unnlater å melde fra for å unngå et negativt fokus.

## Observasjon av waste og arbeidsflyt

### Fordeler:

- Gir et meget detaljert bilde over hele arbeidsdagen og gir et godt utgangspunkt for å måle waste samt arbeidsflyt.
- Gjør det mulig å se nærmere på waste som skjuler seg i indirekte arbeid som f. eks unødvendig bevegelse mellom arbeidssteder, henting av materialer osv.
- Kan knytte waste opp mot tidspunkter på dagen.

### Ulemper:

- Kan være vanskelig å generalisere hvis det er få arbeidere som observeres og hvis de ikke er representative for resten av laget.
- Krever mye tid da det bør observeres i minst én uke og gjerne mer for å få et godt nok datagrunnlag.

Med årsakene til avviket tatt i betraktning viser korrelasjonen mellom selvevalueringsskjemaet og observasjonsskjemaet at begge målemetoder kan være pålitelige nok til å måle arbeidsflyt i prosjektstyrt konstruksjonsarbeid.

I studentprosjektet har det blitt kartlagt store mengder datagrunnlag fra installasjonen på stålavdelingen, og avslutningsvis listes det opp de forbedringsområdene som Nymo kan oppnå størst gevinst med å gripe tak i:

1: Rette større fokus på Last Planner System og involverende planlegging.

2: Større fokus på kvalitet. Finne årsaker til hvorfor det blir feil på arbeidsunderlag. Foreta en rotårsaksanalyse for å finne kilden(e) til der feil oppstår, og gjennomføre tiltak for å fjerne feilkilden(e).

3: Foreta en vurdering av hvilke type lagerhold som er mest lønnsomt. Utstyr og verktøy i bulk<sup>9</sup> må vurderes i forhold til å ha full kontroll på lagerbeholdning.

4: Rette fokus mot å redusere andelen indirekte arbeid som går med til unødvendig bevegelse mellom arbeidssteder og henting av materialer. Ved å tilrettelegge for sunne aktiviteter samt forenkle logistikk på arbeidsplassen kan indirekte arbeid reduseres.

**Nøkkelord:** Måling, waste, arbeidsflyt, kontinuerlig forbedring

---

<sup>9</sup> Bulk er en type lagerstyring hvor man ikke registrerer reduksjon eller tillegg i lagerbeholdningen, men hvor arbeiderne fritt kan hente de artiklene som trengs til en hver tid.



# Innholdsfortegnelse

Forord.....	ii
Sammendrag .....	iii
Innholdsfortegnelse .....	ix
1 Innledning.....	1
1.1 Forskerspørsmål .....	3
2 Teori.....	5
2.1 Lean og “The Toyota Production System”.....	5
2.1.1 Lean construction og Lean production.....	6
2.1.2 De syv formene for sløsing/ the 7 wastes .....	7
2.1.3 Making-do.....	9
2.1.4 The Last Planner System.....	9
2.1.5 A3.....	12
2.1.6 De syv forutsetninger for sunn aktivitet.....	13
2.2 Flyt.....	14
2.2.1 Forskjellige flytkonsepter .....	15
2.2.2 Oppfattelse av flyt .....	16
2.2.3 Måling av arbeidsflyt .....	17
2.2.4 Forbedring av flyt .....	19
2.3 Læring og endring i organisasjonen .....	20
2.4 Oppsummering av teori.....	22
3 Case: AS Nymo.....	24
3.1 AS Nymo .....	24
3.1.1 Stål fabrikasjon og stål sammenstilling .....	25
3.1.2 Prosjekt: OSX .....	26
3.1.3 Involverende prosjektgjennomføring (IPG).....	27
4 Metodebeskrivelse .....	28
4.1 Kvantitativ og kvalitativ metode .....	28
4.2 Casestudie .....	28
4.3 Arbeidsmetoder.....	29
4.4 Datainnsamling - Observasjonsstudie .....	31
4.4.1 Observasjonsperioden.....	32
4.5 Datainnsamling - Evalueringsskjema .....	32
4.6 Relevans og pålitelighet .....	34

5	Datagrunnlag og analyse .....	36
5.1	Totalt resultat fra begge måleperiodene .....	36
5.1.1	Observert waste samlet fra begge observasjonsperioder .....	37
5.1.2	Indirekte arbeid .....	41
5.1.3	Selvevaluerings skjema.....	42
5.1.4	Beregning av flyt samt subjektiv og intuitiv oppfattelse av flyt .....	46
5.2	Resultater og funn fra 1.observasjonsperiode .....	49
5.2.1	Observert waste .....	51
5.2.2	Resultater fra selvevaluering.....	54
5.3	Resultater og funn fra 2.observasjonsperiode .....	57
5.3.1	Observert waste .....	60
5.3.2	Resultater fra selvevaluering.....	61
5.4	Etterprøving av ukeplaner .....	64
6	Konklusjon .....	69
7	Refleksjon og anbefalinger .....	73
8	Bibliografi .....	78
9	Vedlegg .....	81

## 1 Innledning

Det er for tiden svært gode utsikter for olje- og gassindustrien. Analyser viser at investeringene på norsk sokkel vil øke betydelig de nærmeste årene og norsk sokkel vil være det største markedet for den norske leverandørindustrien. Også globalt er det spådd en stor vekst i investeringene. Ifølge Statistisk sentralbyrå<sup>10</sup> (2013), har det vært en rekordhøy produksjon i bygging av skip og plattformer i 1.kvartal 2013. Næringer som maskinindustri, bygging av skip og oljeplattformer samt maskinreparasjon og installasjon har økt betraktelig de siste årene. Siden 2005 har det vært en vekst i produksjonen i maskinindustri og bygging av skip og plattformer på hhv. 90 og 97 prosent.

Leverandørbedriften AS Nymo jobber mot olje- og gassrelaterte prosjekter i det globale markedet og de siste årene har markedet for nye borerigger tatt seg opp og forventes å forbli stabilt godt de nærmeste årene. Det kan gi Nymo nye muligheter innen bedriftens kjerneområde. Utfordringen for norsk leverandørindustri er imidlertid konkurransen fra Østen på store prosjekter og fra lavkostland i Europa på mindre og mellomstore fabrikkasjonsoppdrag. Nymo må derfor styrke sin posisjon som leverandør av kompliserte prosjekter med stort teknisk innhold. Her er det igjen en utfordring med rekruttering av kvalifisert personell til prosjektledelse og engineering i et marked der det er stor konkurranse om denne kategori arbeidskraft både lokalt og nasjonalt (Nymos årsrapport, 2011).

I tillegg til økt fokus på rekruttering av kvalifisert personell er det også viktig å øke fokuset på kvalitet og effektivisering i bedriften.

I alle industrier og markeder er konkurranse medvirkende til å drive frem kontinuerlig forbedringsarbeid. Olje- og gassindustrien har et globalt nedslagsfelt og det stilles krav til innovasjon og nyskaping samt kostnadsbesparelser i alle ledd i organisasjonen for å holde følge med konkurrentene. Mange aktører innenfor olje- og gassindustrien har store nettverk av leverandører og underleverandører som supplerer de med materialer, moduler, utstyr og andre tjenester. Bedrifter holder på kjernekompetansen, men outsourcer i større grad aktiviteter til underleverandører, og da gjerne leverandører i lavkostland. Det fører til sterk

---

<sup>10</sup> Hentet fra: <http://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/pii/maaned/2013-05-08>

konkurranse i leverandørindustrien for å kunne konkurrere med lave lønnsnivåer og samtidig ha fokus på kvalitet og utvikling.

Økt fokus på kostnadsbesparelser og effektivisering av prosesser har ført til et sterkere søkelys mot Lean tankegang de senere årene. Enkelt forklart handler Lean tankegang om å eliminere sløsing for å øke andelen av verdiskapende arbeid i produksjonen samt øke verdi for kunden. Men for å eliminere sløsing er man først nødt til å ta utgangspunkt i nåsituasjonen og forstå prosessene som skal analyseres. Gjennom målinger og tidsstudier vil man kunne få et dypere innblikk i hva en vanlig arbeidsdag består av og dermed kartlegge andelen *waste*<sup>11</sup> og sammenlikne det opp mot andelen verdiskapende arbeid. Måling av arbeidsflyt er en metode som kan gi nettopp denne forståelsen av hvilke aktiviteter en arbeidsdag består av og dermed danne et utgangspunkt for kontinuerlig forbedring. Så, hvordan kan man måle arbeidsflyt?

Kalsaas (2012) presenterer en metode for å måle arbeidsflyt basert på tilbakemelding fra arbeiderne. Metoden går ut på at arbeiderne fyller ut et spørreskjema hvor de blir bedt om å rapportere ulike typer waste som de møtte i løpet av arbeidsdagen – og hvis de melder ifra blir de bedt om å oppgi tiden som det medførte. Grunntanken bak denne metoden er å koble svarene opp mot 7 kategorier for waste (blir forklart i kapittel 2). Arbeiderne blir også bedt om å svare på følgende påstand: "I dag har arbeidet hatt god flyt". De er fire svaralternativer: Meget enig, enig, uenig og meget uenig. Bakgrunnen for dette er å samle et grunnlag for å vurdere rapportert tid opp mot arbeidernes intuitive og subjektive oppfatning av flyt. Kalsaas peker også på en annen metode for å måle arbeidsflyt som baserer seg på observasjon av arbeiderne gjennom en hel arbeidsdag hvor aktivitetene blir kategorisert i fem kategorier (direkte arbeid, indirekte arbeid, koordinering og HMS, feilretting og nedetid og personlig tid).

Disse metodene kan danne et utgangspunkt for hvordan man kan måle arbeidsflyt i en industribedrift, men det gjenstår å sette teori ut i praksis for å underbygge metodene og ikke minst for å se om reliabiliteten er tilstrekkelig for å kunne vurdere dataene.

---

<sup>11</sup> Waste er et engelsk begrep for det norske ordet sløsing, og er relatert til aktiviteter som f. eks venting, leting etter materialer og unødvendige pauser. Begrepet waste står sentralt i Lean-teorien da Lean tankegang handler om å fjerne waste for å forbedre flyten i arbeidet.

## 1.1 Forskerspørsmål

Med utgangspunkt i økende konkurranse i leverandørindustrien og større fokus på kvalitet og effektivisering rettes denne oppgaven inn mot hvordan man kan måle arbeidsflyt og hvordan det kan benyttes i Lean tankegang for kontinuerlig forbedring.

For en bedrift ligger det stor verdi i å kartlegge hva en arbeidsdag inneholder i form av verdiskapende- og ikke-verdiskapende arbeid. Med bedre forståelse av hva tiden ute på installasjonsområdet går med på, gjennom observasjonsstudie og selvevaluering fra operatørene, vil det kunne dannes et grunnlag for hva og hvordan man kan forbedre eksisterende prosesser. Arbeidsflyt og waste er nøkkelbegreper som vil være viktig å få kartlagt. Arbeidsflyt er et begrep som brukes til å beskrive en prosess; god arbeidsflyt vil bety at arbeidet har minimalt med stopp og nedetid i arbeidet. Waste er som tidligere nevnt et engelsk begrep som motvirker god arbeidsflyt i form av forsinkelser, feilretting, venting etc. Begrepene arbeidsflyt og waste bringer oss inn på forskerspørsmålet for denne oppgaven. Forskerspørsmålene er utarbeidet i samarbeid med veileder og er som følger:

- 1) Hvordan kan waste og arbeidsflyt måles som et ledd i en strategi for kontinuerlig forbedring?

Forskerspørsmålene berører sentrale områder innenfor Lean tankegang som har med identifisering og analysering av waste som kan danne et grunnlag til forbedring. Spørsmålene vil også belyse relevant fagteori og metoder som brukes til å analysere, forstå og vurdere arbeidet som blir utført. Samtidig vil målemetodene bli satt ut i praksis og dermed testet og vurdert med tanke på pålitelighet og korrelasjon.

Oppgaven kan gi et nyttig innblikk i hvilke områder som oppleves som utfordrende for en leverandør til olje- og gassmarkedet når det kommer til prosjektstyrt arbeid, og kan samtidig bidra til ny teori om hvordan arbeidsflyt kan måles.

Forskerspørsmålene vil bli belyst i en case kalt for Case: AS Nymo.

Nymo er leverandørbedriften hvor målemetodene har blitt satt ut i praksis og hensikten med casen er nettopp å få testet målemetodene i et reelt prosjekt rettet mot olje- og gassindustrien. Case-kapittelet i rapporten vil gi en bedre forståelse av bedriften hvor det ble jobbet i og vil sammen med metodekapittelet gi nødvendig informasjon til å kunne sette seg

inn i analysearbeidet. Mer om det senere i rapporten.

Før case-kapittelet vil rapporten først bli delt opp i en teoridel for å danne et felles grunnlag og forståelse før analysearbeidet. Etter teorien vil case: AS Nymo bli presentert før metodekapittelet beskriver arbeidsmetoder og metodikk for oppgaven. Deretter vil datagrunnlag og analysen bli gjort rede for, før det fattes en konklusjon til slutt.

## 2 Teori

### 2.1 Lean og “The Toyota Production System”

*Lean Thinking*, eller Lean tankegang på norsk, handler om å anvende metoder og prosedyrer for å forbedre en bedrifts prosesser gjennom å forbedre seg kontinuerlig og redusere andelen waste. *Lean production* er et begrep som blir brukt innen produksjonsindustrien for å forbedre flyt i produksjonen. Det var den japanske bilprodusenten Toyota som “oppfant” Lean production, som er basert på Toyotas produksjonsfilosofi kalt for The Toyota Production System (TPS). Toyota designet og leverte ekstremt sikre biler til en konkurransedyktig pris og hvis det ble oppdaget en feil i produksjonen som gjorde de sårbare i forhold til konkurrenter, rettet de raskt opp og kom sterkere tilbake. Toyota var og er fortsatt ekstremt gode på å levere kvalitet samt være effektive i produksjonen av biler (Liker, 2004). TPS forandret ikke bare den globale bilindustrien, men har revolusjonert en hel verden i måten å tenke på når det kommer til å effektivisere og optimalisere prosesser til kundens beste.

Det finnes i dag flere avgreininger av Lean production som er tilpasset forskjellige disipliner. *Lean construction* og *Lean enterprise* er to forgreininger som handler om henholdsvis prosjektbasert industri, som f. eks byggeindustrien, mens Lean Enterprise fokuserer på rene serviceinstitusjoner som banker, sykehus og restauranter. I Lean tankegangen blir det anvendt mange forskjellige begreper som benyttes til å både forstå og forbedre prosesser. Mange av begrepene stammer fra TPS og er derfor japanske ord. *Kaizen* for eksempel betyr å være i kontinuerlig forbedring. (Evans & Lindsay, 2010).

I Lean tankegang er det som nevnt fokus på å eliminere waste og ikke-verdiskapende arbeid, men det er viktig å ikke glemme hvorfor og hvem som er sluttbrukeren, nemlig kunden. Man kan effektivisere en produksjonsfabrikk til å produsere dobbelt så mange bildeler som før, men hvis det ikke har verdi for kunden vil det være nytteløst. Det er flere faktorer som spiller inn for å svare på kundens forventninger, og en faktor som står høyt på kundens forventninger er ledetid. Ledetid er den tiden kunden må vente på å motta et produkt eller tjeneste etter å ha plassert en ordre (Womack & Jones, 1996). Det er mange faktorer som spiller inn for å bestemme ledetiden. Forsinkelser, feilretting, flaskehals og prosesser med unødvendig mange steg kjennetegner et system som ikke opererer i takt, og dermed vil

produksjonen foregå i rykk og napp som fører til økt ledetid og redusert kundetilfredshet som resultat. Å redusere ledetiden vil derfor ha stor innvirkning på å møte kundens forventninger og ideelt sett overstige dem.

### 2.1.1 Lean construction og Lean production

Lean Construction er en samlebetegnelse for teorier og praktiske planleggingsverktøy knyttet til konstruksjon på byggeplassen og har sitt utspring i Lean production. Lean construction tar utgangspunkt i Toyotas produksjonsprinsipper og tilpasser det til byggeplassens særegne logistikk og produksjon (Koskela 1999, i Ballard 2000). Lauri Koskela gir konstruksjon følgende tre karakteristikk: unike prosjekter, på-stedet produksjon og midlertidig sammensetning av leverandører og firmaer. Prosjektene er unike i form av at det ofte er en engangsliveranse til kunden (Koskela 1998, i Ballard & Howell 1998).

Koskela nevner at produksjon i bygg og anlegg er fundamentalt forskjellig fra produksjon, men at det er mulig å trekke paralleller og tilpasse Lean production tankegangen til byggenæringen ved å komme med teoretiske nytolkninger. Bertelsen (2004) peker på at det vil være et problem å forbedre produktiviteten i konstruksjonen, da veldig få ser på konstruksjon som produksjon, og at det derfor vil være vanskelig å overføre prinsipper fra Lean production. Videre oppgir Bertelsen kompleksiteten i byggeprosjekter som omfatter underleverandører og midlertidige prosjektgrupper som må sees på som et "*komplekst sosialt system*". Flere metoder og teorier har i de senere år blitt utviklet til å passe til Lean construction, og Bertelsen nevner blant annet The Last Planner-metoden (kapittel 2.3) for produksjonsplanlegging, som et viktig element i å utvikle byggenæringen videre.

Salem, Solomon, Genaidy & Minkarah, (2006) nevner stikkordet kvalitet som en viktig forskjell i produksjon vs.<sup>12</sup> konstruksjon. Der vanlige oppgaver i repeterende produksjonsarbeid er å sørge for å hindre defekte produkter gjennom kontroll og stikkprøver, vil det i byggenæringen være større fokus på å sette kvalitetsstandard gjennom spesifikasjoner og tegninger, siden dette er unike produkter og unik prosjektproduksjon. Det er også høyst vanlig at man i konstruksjonsarbeid må gjøre omarbeid som følge egen eller

---

<sup>12</sup> Vs. er en forkortelse for *versus* og betyr *i forhold til* eller *kontra*.

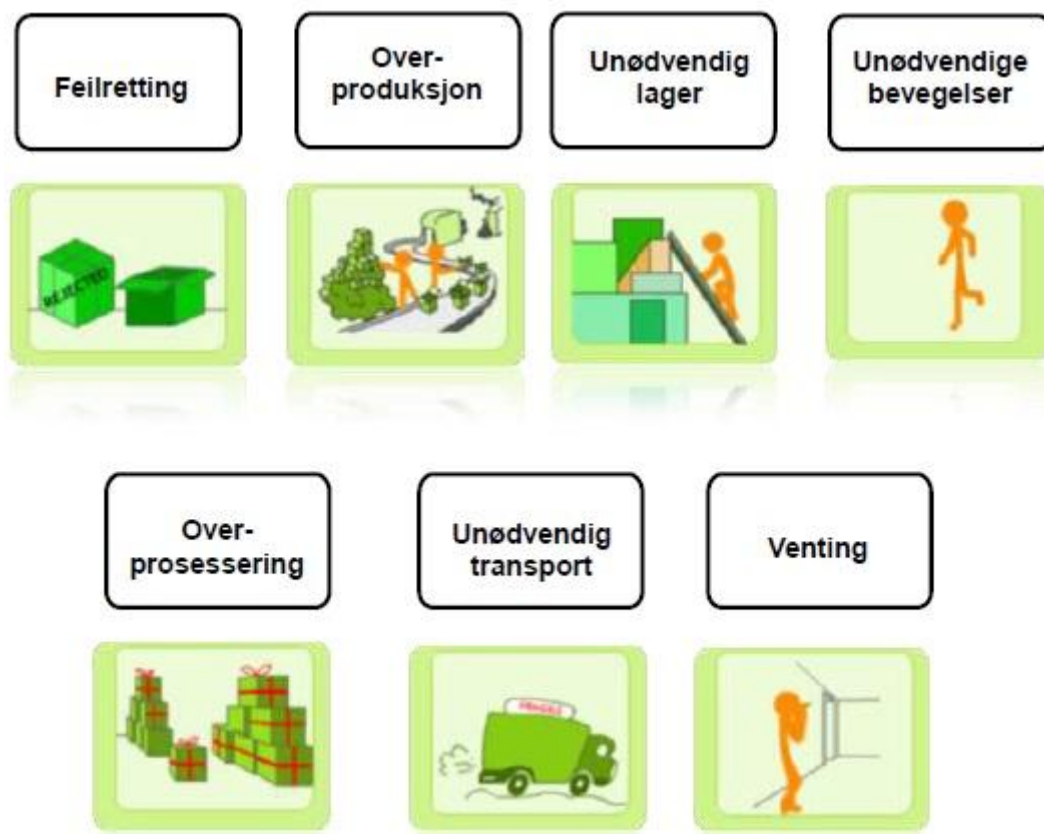


andre lags feil. I tillegg er det større fokus på sikkerhet og HMS<sup>13</sup> i tillegg til miljømessige krav på byggeplassen.

### 2.1.2 De syv formene for sløsing/ the 7 wastes

De syv formene for sløsing, eller "The 7 wastes", er en viktig del i Lean tankegang og ble identifisert av bilprodusenten Toyota. Daværende sjefsingeniør i Toyota, Taiichi Ohno, understreket at for å skape flyt i produksjonen, var det viktig å redusere ikke-verdiskapende unødvendige aktiviteter i produksjonsprosessen (Liker, 2004). Waste er et sentralt emne i TPS og blir ofte referert til i litteraturen som *Muda*<sup>14</sup>.

For å redusere sløsing i bedriften er det første steget å identifisere hvilke former for waste som er tilstede. Ohno har kategorisert waste i 7 forskjellige kategorier (figur 3).



Figur 3: De syv formene for sløsing, illustrert av Førsund (2012).

<sup>13</sup> HMS = Helse, Miljø og Sikkerhet. Samlebetegnelse på arbeid med helsevern, miljøvern, arbeidsmiljø, sikkerhet og trygghet for ansatte og brukere.

<sup>14</sup> Muda er det japanske ordet for waste (sløsing) – nøkkelkonsept i Toyotas Production System

Alle 7 former for waste blir regnet som å være ikke-verdiskapende aktiviteter, hvilket betyr at de ikke skaper noe verdi for bedriften og/eller kunden. Ifølge W. Edward Deming<sup>15</sup> er en verdiskapende aktivitet noe som kunden skal være villig til å betale for. Men for at en bedrift skal kunne levere og produsere varer, er det f. eks helt nødvendig å ha aktiviteter som ikke skaper verdi for kunden som f. eks transport og kontroll. Selv om de ikke påfører noe verdi til produktet/tjenesten er de helt nødvendig i prosessen. (Evans & Lindsay, 2010).

### **1. Unødvendig transport**

Flytting av materialer mellom arbeidssteder, eller å flytte deler ut og inn av lager. Tid og kostnader vil gå med til å flytte varer fra A til B, og da det ikke skapes noe verdi for kunden i forflytningsfasen, blir slikt arbeid sett på som ikke-verdiskapende arbeid.

### **2. Unødvendig lager**

Overflødig lager kan komme av at bedriften produserer for mye i forhold til etterspørsel. Store mengder råvarer/ferdigvarer som venter på lager, fører til økte lager- og transportkostnader. Varene kan miste holdbarhet ved lengre lageropphold, og et overflødig lager kan skjule andre problemer som ujevn produksjon og feilproduserte varer.

### **3. Unødvendige bevegelser**

Alt en arbeider gjør som ikke skaper verdi for produktet, som f. eks leting etter materialer, sortering av deler, eller å bevege seg mellom prosesser. Dette kan komme som følge av at en bedrift har lokaler og logistikk som ikke er tilpasset bedriftens aktiviteter.

### **4. Venting**

Denne kategorien omhandler f. eks arbeider som venter på å få en ny arbeidsoppgave, eller venter på at en maskin/operasjon skal bli ferdig. Det kan også være at det er nedetid på systemet eller på arbeidsområde.

### **5. Overproduksjon:**

Overproduksjon oppstår når man produserer mer enn nødvendig og før det er nødvendig. Overproduksjon vil generere andre former for sløsing som økte transportkostnader, overflødig lager, overbemanning. I Lean tankegang har man fokus på JIT (Just-In-Time), som betyr at man produserer i henhold til kundens bestilling. Motsetningen vil være å produsere til lager for å være sikker på at man kan levere nok i henhold til etterspørselen.

### **6. Overprosessering**

---

<sup>15</sup> William Edwards Deming var en statistiker, professor og lærer, men han er mest kjent for å illustrere The Plan-Do-Check-Act, som blir brukt til kontinuerlig forbedring i prosesser.

Overprosessering oppstår hvis det er unødvendig mange steg i en prosess som må til for å produsere et produkt eller levere en tjeneste. Sløsing genereres ved å legge mer vekt på kvalitet enn nødvendig og ved å gjøre en prosess mer kompleks enn det er behov for.

Unødvendig mange steg i prosessen fører til lengre ledetid for produktet eller tjenesten.

## **7. Feilretting**

Reparasjon av defekte produkter, sortering og håndtering av feilproduserte produkter, inspeksjon og erstatning er former for sløsing som kommer av defekte produkter. Slike former for sløsing koster både tid, innsats og penger.

### **2.1.3 Making-do**

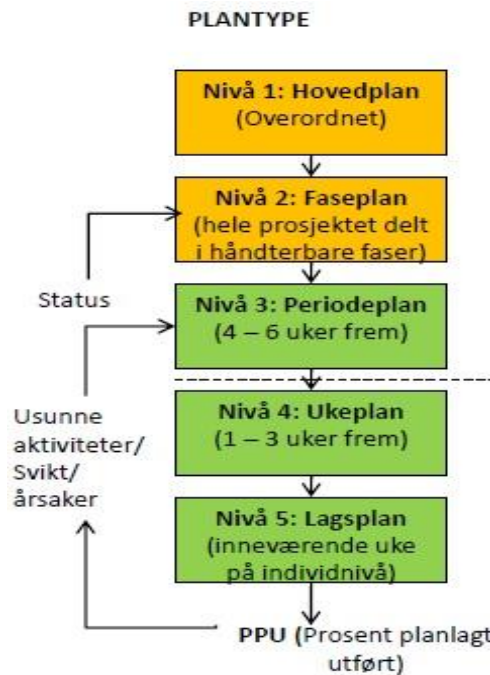
Ifølge Koskela (2004) finnes det en overordnet form for waste som ofte kommer som følge av andre typer waste. Den kalles for making-do og refererer til en type arbeidsoppgave som starter uten at nødvendig utstyr, material eller nødvendig informasjon er tilgjengelig, eller at man fortsetter arbeidet til tross for at ovennevnte forutsetninger mangler. Med andre ord er det stikk motsatt av hva som skjer når materialer venter på å bli behandlet. I making-do starter man i noen tilfeller prosessering før materialene har ankommet. En konsekvens av making-do kan føre til mer variasjon i produksjonen, som leder til dårligere kvalitet, som igjen kan føre til økt behov for kompensere arbeid eller reparering/omarbeid.

”Brannslukking” kan også forekomme som et resultat av making-do, ved at det hurtig settes inn ressurser for å løse et problem som har oppstått, men problemet blir bare løst midlertidig. Hvis ikke rotårsaken til problemet blir identifisert og løst, vil det bare være et spørsmål om tid før samme problem dukker opp igjen. Det er definisjonen på brannslukking; midlertidig løsning.

### **2.1.4 The Last Planner System**

The Last Planner System (LPS) er en del av Lean Construction disiplinen og beskrives som en metode for å involvere alle faggrupper til å være med å planlegge sin egen hverdag på arbeidsplassen. Hovedformålet med LPS er å skape god koordinasjon på arbeidsplassen med involverende planlegging. Det vil både skape forutsigbarhet og stabilitet i arbeidet (Kalsaas, 2011).

LPS blir sett på som det mest betydningsfulle og konkrete hjelpemiddelet i Lean construction. LPS har flyt i produksjonen som målsetning og systemet legger til rette for god flyt gjennom god og detaljert planlegging over fem plannivåer (Lean Construction NO).



Figur 4: Planhierarkiet i Last Planner illustrert av Lean Construction NO<sup>16</sup>.

Nettverket Lean Construction NO<sup>17</sup> illustrerer i figur 4 at plannivåene er delt opp i 5 nivåer, med hovedplanen som nivå 1, og lagsplanen som nivå 5. Hensikten med hovedplanen er å sette start, stopp og milepæler for prosjektet. Faseplanen skal kartlegge rekkefølge, risiko og ressurser, mens de tre siste nivåene har som hensikt å sette opp forpliktende avtaler og involvere fagarbeiderne i utforming av egen hverdag.

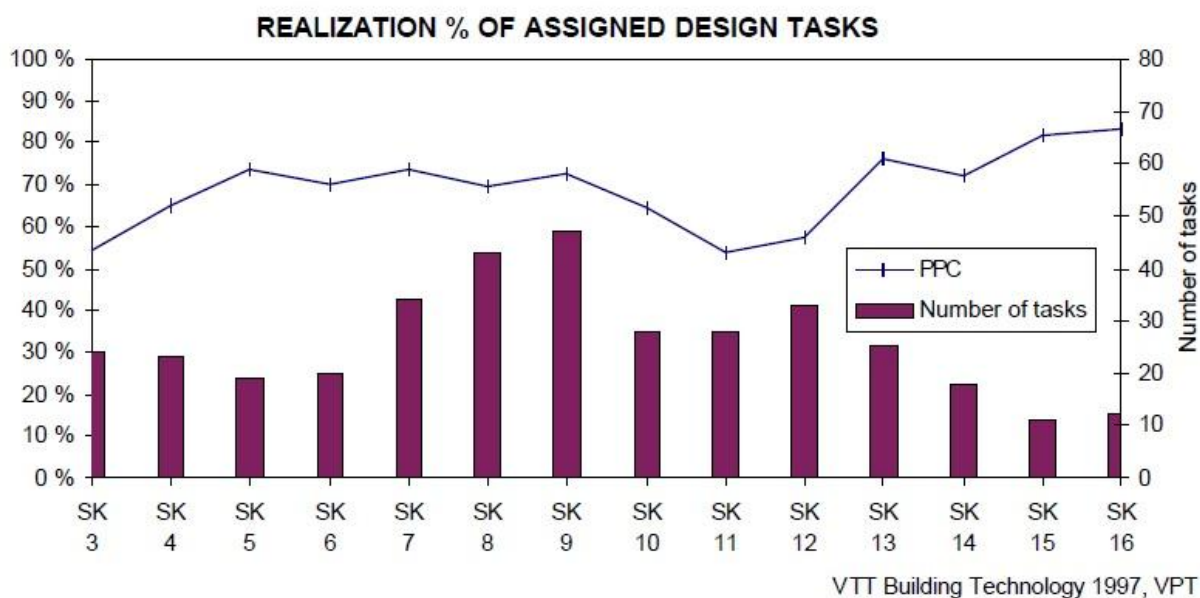
Sløyfen på figuren fremhever oppfølgingen som er knyttet til nivå 5 planene. Det blir sett på eventuelle avvik mellom planlagte og gjennomførte aktiviteter, som deretter blir meldt videre til planlegger på nivå 3, som lager periodeplan for å forbedre planleggingen kontinuerlig.

Ifølge Ballard (2000) blir Last Planner forstått som en mekanisme for å transformere hva som **skal** bli gjort til hva som **kan** bli gjort, og dermed samle opp et sett med arbeidstimer som fordeles utover ukeplaner. Formenn/baser klargjør ukeplanen og inkluderer de aktiviteter som **faktisk** skal gjennomføres.

<sup>16</sup> Figuren er hentet fra en forelesning i faget IND 501. Presentasjonen er kalt "Mennesker i samspill" og er utarbeidet av Lean Construction NO. Se litteraturlisten for nærmere referanse.

<sup>17</sup> Lean Construction NO er et nettverk for prosjektbasert produksjon.

Ballard gjennomførte studier relatert til Last Planner, og gjennom sitt arbeid oppdaget han at kun halvparten av de arbeidsoppgaver som ble gitt til byggarbeidere ble fullført til planlagt tid. Det ble utarbeidet en hypotese om forsinkelser og feil kom som et resultat av lite spesifikke arbeidsoppgaver og dårlige rutiner.



Figur 5: PPC (Per cent plan complete). Figur er hentet fra Koskela et al, 1997, gjengitt i Ballard (2000), s. 3-20

PPU (Prosent planlagt utført) er en type måling for å finne ut hvor mange av de planlagte aktivitetene som ble utført i henhold til planen. Det gjøres ved å ta det antallet aktiviteter som er fullført og dividere de på totalt antall planlagte aktiviteter. Det vil da komme frem en prosentsats som beskriver korrelasjonen mellom planlagt og utført (figur 5). En høy PPU vil bety at produktiviteten og fremgangen er bra med riktig bruk av ressursene. En lav PPU vil bety at bare et fåtall av aktivitetene ble fullført i henhold til planen, og det finnes flere årsaker til det. Ballard (2000) har pekt på noen årsaker:

- Defekte direktiver eller feil informasjon gitt til planleggeren. F. eks at informasjonssystemet feilaktig indikerte at informasjon var tilgjengelig, eller at forrige aktivitet var fullført.
- Unnlattelse av å bruke kvalitetskriterier til oppdrag, f. eks for mye arbeid var planlagt
- Svikt i koordinering av felles ressurser, for eksempel mangel på nødvendig utstyr som kreves til jobben.

- Endring i prioritet; f. eks at arbeidere ble overført midlertidig til en oppgave som plutselig fikk høy prioritet
- Designfeil eller leverandørfeil oppdages i forsøket på å utføre en planlagt aktivitet.

### 2.1.5 A3

Begrepet A3 er mest kjent som den internasjonale standarden på et ark med størrelsen 297 x 420 mm. Men for Toyota og andre selskaper som praktiserer Lean betyr det så mye mer enn et vanlig ark. Toyota mener at ethvert problem som organisasjonen møter, kan og bør kunne beskrives på et A3 ark. Dette sørger for at alle som jobber med problemløsning i bedriften kan se og forstå samme problem som er presentert på arket. A3 er et lite resymé som kan bli tilpasset i layout, stil, innhold slik at det passer til det problemet eller situasjonen som vil bli presentert (Shook, 2008). Vanlige elementer som pleier å være med på et A3-ark kan sees i tabell 2.

Innhold i en A3	Beskrivelse
<b>Tittel</b>	Forklarer temaet, problemet og/eller hvilket prosjekt det går inn under.
<b>Eier/dato</b>	Identifiserer hvem som adresserer problemet/prosjektet og en dato for sist reviderte versjon.
<b>Bakgrunn</b>	Forklarer viktigheten av problemet og relaterer det til virksomheten.
<b>Nåsituasjon</b>	Forklarer hva man vet om problemet og hvordan det fungerer per dags dato.
<b>Mål</b>	Beskriver målene man vil oppnå ved å løse problemet.
<b>Analyse</b>	Analyserer situasjonen og de underliggende årsakene som har skapt problemet.
<b>Forbedringsforslag</b>	Presenterer forslag til hvordan man skal nå de målene som er satt og hvordan man løser problemet.
<b>Plan</b>	Beskriver en handlingsplan på hvem som gjør hva og når det blir gjennomført i henhold til å nå de målene som er satt.
<b>Oppfølging</b>	Beskriver en oppfølgingsplan på hvordan man skal oppnå kontinuerlig forbedring og hvordan man følger opp prosjektet.

Tabell 2: Tradisjonelt innhold i en A3

Videre forklarer Shook hvor viktig det er å være bevisste på å kommunisere og ta opp problemer med en gang de forekommer. Han trekker frem et sitat som ledere i Toyota ofte ble sitert på: "No problem is problem". Det viser til en holding som fordrer til kontinuerlig forbedring og gjennom å implementere A3-tankegang til alle ansatte i organisasjonen vil

bedriften ikke bare lære å unngå problemer, men også lære seg til å gjenkjenne problemer – ikke som et negativt ord, men som en mulighet for læring og forbedring.

Det er ingen perfekt mal på hvordan en A3 må se ut, for først og fremst handler det om å involvere deltakerne i prosjektet til å tenke forbedring og problemløsning.

### 2.1.6 De syv forutsetninger for sunn aktivitet

For at en aktivitet skal regnes som sunn<sup>18</sup>, bør det være oppfylt syv kriterier. Disse syv er som følger: Bemanning, materialer, utstyr, plass, informasjon, eksterne forhold og før- og etterfølgende aktivitet (figur 6). Hvis disse kriteriene er på plass vil aktiviteten regnes som å være sunn og dermed redusere sjansen for waste og forsinkelser (Koskela, 2000). Ideelt sett skal alle kriteriene være på plass, men det vil alltid forekomme variasjon i alle kategorier. Eksterne forhold som f. eks vær, kan være medvirkende i at flyten i arbeidet ikke vil fungere optimalt. Forutsetningen om plass handler om at arbeidsplassen er klargjort og egnet til det arbeidet som skal utføres.



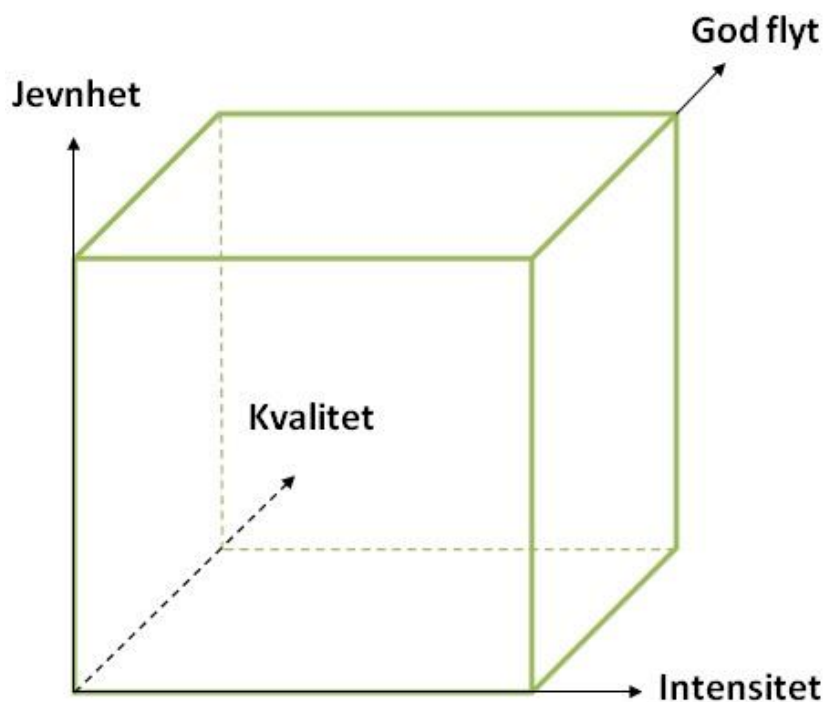
Figur 6: De syv forutsetninger for en sunn aktivitet. Hentet fra Ballard (2000), s.188. Figuren er oversatt til norsk.

<sup>18</sup> En sunn aktivitet er en aktivitet hvor de 7 forutsetningene i figur 6 er til stede.

## 2.2 Flyt

Bølviken & Kalsaas (2011) har definert og illustrert begrepet flyt. De har sammen med Salthaug og Sørensen (2010) konkludert med at det må inkluderes tre dimensjoner for å forstå begrepet flyt. Den ene dimensjonen kalles for intensitet som er mengden varer som blir produsert – konvertert fra råvare til ferdig produkt, eller intensitet i arbeidet hvis det er snakk om arbeidsflyt fremfor materialflyt. Den andre dimensjonen blir kalt jevnhet og representerer hvor stabilt varene strømmer gjennom produksjonen per tidsenhet, eller hvor jevnt arbeiderne jobber. Den tredje dimensjonen står for kvalitet og handler om å unngå feilproduksjon som skaper defekte produkter som igjen fører til feilretting. Å gjøre det riktig første gangen vil spare bedriften for både tid og kostnader. Figur 7 illustrerer dimensjonene med intensitet på x-aksen, jevnhet på y-aksen og kvalitet på z-aksen.

Et eksempel som kan simplifisere figuren, er hvis en ser for seg en produksjonsprosess hvor det blir produsert varer jevnt og trutt, men intensiteten er lav. Det vil si at det ikke blir produsert nok varer per tidsenhet og dermed er flyten dårlig. Omvendt kan en forestille seg en prosess hvor det blir produsert mye varer, men at produksjonen foregår i rykk og napp. Det blir heller ikke karakterisert som god flyt, for optimalt vil man ha en prosess som produserer jevnt og stabilt, men også med nok intensitet til å dekke etterspørselen.



Figur 7: Begrepet flyt. Figuren er modifisert med utgangspunkt fra Bølviken & Kalsaas (2010), s.3



I forbindelse med en aktivitetsstudie gjennomført på en byggeplass våren 2013, har Kalsaas (2013) definert arbeidsflyt som all type arbeid som blir gjennomført innenfor tilgjengelig arbeidstid, minus hindringer som nedetid, feilretting og andre former for waste. Videre rettes det fokus mot flytbegrepet (figur 7) hvor hver akse blir definert med relasjon til waste; **Jevnhet** vil man oppleve ved fravær av nedetid. **Kvalitet**, som er en tredje dimensjon som Kalsaas inkluderer i aksediagrammet, kommer til syne ved fravær av aktiviteter som feilretting. **Intensitet/arbeidsintensitet**, antas å være konstant for måleperioder som varer i ca. én uke. Videre pekes det på hvordan arbeidsflyt kan regnes ut og følgende formel blir presentert:

$$\frac{(\text{Tilgjengelig arbeidstid} - \text{observerbar waste målt i tid})}{\text{Tilgjengelig arbeidstid}} 100 \%$$

Formelen vil sette tall på hvordan arbeidsflyten er, og vil kunne være nyttig for konkretisering og sammenlikning mellom måleperioder, men det understrekes at det viktigste i målemetoden er å rette fokus mot kontinuerlig forbedring gjennom analyser og problemløsning.

### 2.2.1 Forskjellige flytkonsepter

Ifølge Koskela (2000) kan produksjonssystemer deles inn i tre modeller: 1) transformasjon<sup>19</sup>, 2) flyt og 3) verdiskaping og kvalitet. Flytmodellen har mest vekt på det som skjer mellom transformasjonene og kompletterer dermed transformasjonsmodellen, men den tilfører også en annen ledelsesfilosofi: Involvering av ansatte i produksjonen og fordeling av ansvar til arbeidsgruppene for å engasjere de ansatte og stimulere til økt motivasjon. Også ny tenkning om å integrere industrielle leverandører i verdikjeden er en del av flyttenkningen for å bygge ned hindringer mot flyt av arbeid, materialer, informasjon og økonomiske transaksjoner. En sentral idé er å eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter (Kalsaas, 2009). Med ikke-verdiskapende arbeid menes den type arbeid som ikke påfører produktet eller tjenesten noe verdi for kunden, men det er også et annet aspekt som er verdt å nevne: Aktiviteter kan også være verdiskapende kun for bedriften i form av gevinster som skapes ved å utføre sunne aktiviteter som fører til kostnadsbesparelser for bedriften, og dermed økt

---

<sup>19</sup> Transformasjon er betegnelsen på direkte arbeid som f. eks skjæring, sliping, sveising osv.

profitt ved levering av varen/tjenesten. Det pågår dog en diskusjon i diverse Lean-forum på hva som kan regnes som å være en verdiskapende aktivitet og for hvem verdien skapes for.

Det er også viktig å skille mellom begrepene *process flow* og *operation flow*, henholdsvis referert til material- og arbeidsflyt på norsk. Materialflyt beskrives best som flyt av råvarer og materialer som blir tilvirket til å bli et ferdig produkt. Operasjonsflyt derimot er basert rundt arbeidsflyten til den enkelte arbeider fremfor selve varen/produktet (Shingo 1988, i Kalsaas & Bølviken 2010). Et enkelt eksempel på materialflyt kan være på en fabrikk hvor de produserer bildeler. Da vil materialflyt være flyten av bildeler produsert i f. eks løpet av en dag. Med andre ord så er materialflyt flyt av varer. Et eksempel på arbeidsflyt kan være mengden forsinkelse eller venting som arbeiderne på bilfabrikken opplever i løpet av en arbeidsdag. Hvis de opplever mye waste i løpet av dagen, vil det føre til dårlig arbeidsflyt, men hvis arbeidet går på skinner og alt går etter planen, vil det være god arbeidsflyt.

### 2.2.2 Oppfattelse av flyt

Kalsaas & Bølviken (2010) ser etter en overgang mellom Quinn's (2005) fire påstander om hvordan man oppfatter flyt subjektivt, sammenliknet med oppfattelse av flyt basert på målinger. Quinn har utviklet fire påstander som beskriver korrelasjonen mellom hvordan man oppfatter egen flyt og handling:

- 1: Jeg visste hvordan jeg skulle utføre denne aktiviteten
- 2: Jeg visste hvordan jeg kan respondere til uforutsette ting som måtte oppstå
- 3: Jeg kunne forstå hvorfor avgjørelsen jeg tok var riktig
- 4: Jeg visste hva jeg skulle gjøre under enhver omstendighet

En måte som brukes til å måle flyt er å spørre arbeiderne om hvordan dagens arbeid har vært. F. eks; "Har du opplevd god flyt i arbeidet i dag?" og man får som svar " I dag har det ikke gått så bra, da jeg har måttet vente på å få tilgang til arbeidsstedet og jeg visste ikke hva jeg skulle gjøre". Dette er subjektiv respons som er med på å underbygge datainnsamlingsgrunnlag som f. eks en observasjonsstudie gir.

Det er forskjeller på hvordan flyt kan ses på i produksjon kontra konstruksjon. I bilproduksjon jobbes det som oftest i sekvenser hvilket vil si at man har arbeidsstasjoner som består av standardisert arbeid i form av montering eller sammensetning hvor hver arbeider er ansvarlig for sitt område og arbeid. I konstruksjonen er det som oftest større

produkter/konstruksjoner som bearbeides i et prosjekt og det er vanligere at det pågår flere arbeidsoppgaver parallelt. Kalsaas & Bølviken beskriver videre et eksempel hvor en produksjonsarbeider som er ferdig med å tilvirke et produkt mest sannsynlig vil begynne å jobbe på neste produkt eller vente, mens en konstruksjonsarbeider vil starte på en ny oppgave i prosjektet, vente eller forlate prosjektet og begynne i et annet.

### 2.2.3 Måling av arbeidsflyt

I en studie gjennomført av Kalsaas & Bølviken(2010) ble det fokusert på hvordan en skulle forstå og måle arbeidsflyt i byggeprosjekter. Det er sentralt å kunne måle hvor mye tid som går med til venting, forsinkelser, nedetid på maskiner/utstyr og ekstraarbeid, men like viktig å finne ut hvorfor. Studien danner utgangspunkt for en aktivitetsstudie gjennomført av Ellingsen & Fredriksen (2011), hvor det ble målt arbeidsflyt hos Nymo gjennom aksjonsforskning<sup>20</sup>. Det ble blant annet lagt vekt på å observere og følge arbeidere gjennom en hel arbeidsdag, hvor det ble registrert hvert 5.minutt hvilken aktivitet som ble bedrevet. I tillegg til observasjonen fikk også arbeiderne mulighet til å vurdere egen arbeidsflyt, samt svare på spørsmål som implisitt belyser de syv formene for sløsing identifisert av Taiichi Ohno (kapittel 2.2).

I Kalsaas (2012) blir arbeidsrelaterte aktiviteter delt opp i 5 kategorier (figur 8).



Figur 8: Kategorier for arbeidsrelaterte aktiviteter.

**Direkte arbeid (transformasjon):** Dette er arbeid som påfører produktet eller tjenesten bearbeidingsverdi.

<sup>20</sup> Aksjonsforskning er en vitenskapelig arbeidsmåte som både produserer konkrete resultater og som samtidig gir bidrag til ny teoretisk kunnskap. Metoden har sitt opphav i K. Lewin sitt arbeid (Klev & Levin, 2009).

**Indirekte arbeid:** Arbeid som ikke har direkte med produktet eller tjenesten å gjøre, men som er nødvendig å gjennomføre for at man skal kunne gjøre direkte arbeid. Dette kan være å rigge opp/ned arbeidsområde, hente materialer eller utstyr som er nødvendig for å gjøre jobben.

**Koordinasjon og HMS:** Dette er arbeid som går på planlegging og nødvendig sikringsarbeid. Eksempelvis kan det nevnes at det ofte foregår morgenmøter på arbeidsplassen for å delegere arbeidspakker til arbeiderne. Det er heller ikke uvanlig at det gjennomføres ukentlige HMS-møter hvor man kan ta opp feil/avvik som har blitt meldt inn av arbeiderne.

**Sløsing:** Dette er kategorien som går på usunne aktiviteter, som retting av egen/andres feil, kompensierende arbeid eller leting etter materialer og utstyr. Venting er også en aktivitet som er med i denne kategorien da det ikke fører til god arbeidsflyt.

**Personlig tid:** Dette er en kategori som omfatter nødvendig personlig tid og andre aktiviteter som matpause, nødvendige småpauser osv.

De ovennevnte kategoriene danner bakteppe for hvordan man kan gjennomføre en observasjonsstudie og dermed måle arbeidsflyt på arbeidsplassen.

Men for å underbygge og supplere observasjonsstudiet blir det brukt et selvrapporterings skjema hvor arbeiderne selv kan svare på hvordan arbeidsdagen har vært, og angi ulike former for waste. Det blir også oppgitt spørsmål relatert til making do (Koskela, 2004) og omarbeid som følge av feil.

Kalsaas (2012a) nevner noen eksempler på påstander/spørsmål som kan fange opp ulike typer waste:

- Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide
- Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble gjort tilgjengelig
- Mangel på utstyr eller feil/mangler på utstyr

Det blir også rettet et supplerende spørsmål som er relatert til making do, og omarbeid:

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

I aktivitetsstudiet fikk arbeiderne også muligheten til å vurdere påstanden ”I dag har arbeidet hatt god arbeidsflyt”. Hensikten med påstanden var å bringe frem arbeiderens intuitive og subjektive oppfattelse av flyt ved å knytte svaret opp mot selvrapportert tid.

#### 2.2.4 Forbedring av flyt

Koskela (2000) legger fram seks grunnleggende flytkonseptrelaterte prinsipper som han mener er kilden til forbedring av flyt. Det første prinsippet bygger på en del av et teoretisk og et konseptuelt fundament som viser til den mest grunnleggende kilden til forbedring:

**1. Reduser andelen ikke-verdiskapende aktiviteter og indirekte arbeid.** Det kan eksemplifiseres ved å se på de syv formene for sløsing som ble beskrevet i kapittel 2.2. Ved å fremheve og legge til rette for sunne aktiviteter vil man kunne redusere de ikke-verdiskapende aktivitetene.

**2. Reduser ledetid:** Ledetid er den tiden det tar fra man mottar ordre fra en kunde til produktet/tjenesten er levert. Forenkling av prosesser og bedre utnyttelse av arbeidskraft kan redusere ledetiden drastisk. Et eksempel kan være hvis det er ujevn fordeling av arbeidsoppgaver som fører til at noen har mye å gjøre, mens andre har for lite å gjøre. Det vil da danne seg en flaskehals som vil påvirke rytmen til hele systemet, og dermed redusere ledetiden.

**3. Redusere variabilitet.** Variasjon finnes i alle prosesser og det vil være umulig å fjerne det fullstendig. W. Edward Deming mente man først måtte forstå variasjon gjennom statistiske metoder som f. eks *Six Sigma*<sup>21</sup>, og deretter redusere variasjon gjennom forbedringer i teknologi, prosessdesign og trening. Det vil føre til mindre behov for inspeksjon og omarbeid samt føre til mer konsistent menneskelig ytelse, som igjen fører til høyere produktivitet og kundetilfredshet (Evans & Lindsay, 2010).

**4. Redusere og forenkle aktivitetene:** Forenkling av både aktiviteter og logistikk er sentralt i Toyotas tankegang, og det kan ved små justeringer gjøres store gevinster. Standardisering av produkter kan gjøre jobben lettere for arbeiderne, og dermed også redusere variasjon på arbeidsplassen. I tillegg blir produktet billigere å produsere ved at det er lettere å produsere og krever kanskje færre komponenter.

**5. Øke fleksibiliteten:** Fleksibilitet handler blant annet om å kunne tilpasse seg omgivelser i

---

<sup>21</sup> Six Sigma er en metode for å forbedre kvalitet gjennom å redusere variasjon i prosesser. En six sigma prosess kjennetegnes ved at den har kun 3,4 defekte produkter per million.

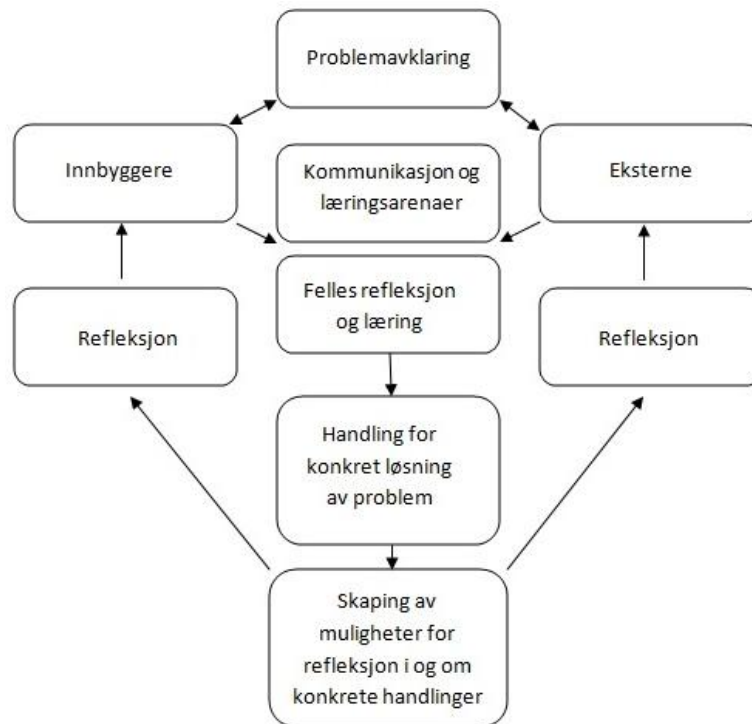
endring. Det kan være å redusere eller øke produksjonen for å svare på hhv. nedgang/økning i etterspørselen. Trening av ansatte til å håndtere flere arbeidsoppgaver samt redusere omstillingstid på maskiner og innføre JIT-prinsippet kan være med på å øke fleksibiliteten i bedriften.

**6. Øke gjennomskiktigheten:** Stalk & Hout (1990) observerte at selskaper som praktiserte tidsbesparing hadde vedtatt som mål å gjøre produksjonsprosessen gjennomskiktig og observerbar for gjennomsyn og kontroll, med den hensikt å stimulere til kontinuerlig forbedring. Det kan oppnås ved å gjøre prosessene direkte observerbare gjennom organisatoriske og fysiske forutsetninger, målinger og ved å gjøre informasjon tilgjengelig. Økt gjennomskiktighet vil være med på å øke sjansen for å oppdage feil og mangler – før kunden gjør det.

### 2.3 Læring og endring i organisasjonen

Organisasjoner er i stadig endring for å være konkurransedyktige og for å tilpasse seg stadig endringer i omgivelser. Klev & Levin (2009) bruker begrepet endringsledelse som et viktig aspekt i organisasjonsendringer. Endringsledelse handler om styring og ledelse av endringsprosjekt med fokus på målstyring, kontrollsystem, visjon, endring og læring i organisasjonen.

Klev & Levin forklarer at det grunnleggende i en endringsprosess er å systematisere og strukturere læringsprosesser. Dette betyr blant annet å strukturere samspillet mellom problemeierne (de som opplever et behov for endring av praksis) og pådriverne som kan være både ledere og interne/eksterne konsulenter. Den samskapte læringsmodellen (figur 9) er en konseptualisering av læringsprosessen mellom pådrivere og aktører (kalt "innbyggere" i figuren).



Figur 9: Den samskapte læringsmodellen. Figur er hentet fra Klev & Levin (2009), s.74.

Illeris m.fl. (2010) fremhever arbeidsfelleskap som et av hovedpunktene i det sosiale læringsmiljøet. *”Hvis ikke medarbeiderne opplever at arbeidet er meningsfullt, har de heller ikke grunn til å engasjere seg og involvere seg i læreprosesser”*(Illeris m.fl, 2010, s.37). Videre blir det nevnt at arbeidsfelleskap og læring dannes ved utførelse av felles arbeidsoppgaver. Det avhenger også av om arbeiderne ser en felles mening i arbeidet og om de utvikler personlige relasjoner til hverandre. Arbeidere som står side om side ved et samlebånd har ofte ingen arbeidsfelleskap fordi de ikke samarbeider direkte, men jobber individuelt samtidig som de kan ha en instrumentell holdning til arbeidet.

Hvis arbeidere er motiverte og ser mening i arbeidet, vil det være lettere å engasjere seg i en læringsprosess. Dette underbygges også i Lean-litteraturen, eksemplifisert av Spear & Bowen (1999) som har gjennomført en 4-årsstudie av *”The Toyota Production System”* og besøkt over 40 fabrikker. De peker på hvordan Toyotas ansatte er dedikerte og motiverte til å hjelpe til i å utforme produksjonsprosesser og delta den type eksperimentering som er anerkjent som en hjørnestein i en lærende organisasjon.

Det handler om å skape en kultur for læring på arbeidsplassen, og legge forholdene til rette gjennom felles læringsarenaer som gir mulighet til refleksjon jf. den samskapte læringsmodellen.

Kalsaas (2012b) beskriver gjennom sitt forskningsarbeid sine erfaringer med å innføre Lean basert forbedringsarbeid i prosessbedriften 3B Birkeland. Det beskrives blant annet hvilke faktorer som kan virke hemmende mot læring i organisasjonen. Kalsaas peker på ”..*hvor vanskelig det kan være å få til forandring basert på samarbeid når det blir nødvendig med grenseoverskridende læring, og slik sett støter mot følelser og psykologisk motstand knyttet til arbeidsidentitet på det individuelle plan*”. Videre rettes det søkelys på hvordan arbeiderne opplever frustrasjon som følge av å bli hindret av manglende materialer, og at beskjeder ikke når fram eller at det ikke gis tilbakemeldinger. Slike erfaringer blir negative over tid i forhold til motivasjon og vil dermed føre til negativt stress og hinder mot læring i organisasjonen.

## 2.4 Oppsummering av teori

Teorien som har blitt presentert i kapittel 2 danner et utgangspunkt for videre drøfting og analyse for å kunne belyse forskerspørsmålet med faglig kunnskap. Lean tankegang har naturligvis vært i fokus, og det har blitt brukt prinsipper både innenfor disiplinene Lean production og Lean construction. Last Planner er et sentralt verktøy som anvendes i Lean construction for å skape god koordinasjon, forutsigbarhet og stabilitet på arbeidsplassen gjennom involverende planlegging på flere nivåer.

Videre har det blitt presentert metodikk som stammer fra Lean construction relatert til identifisering av waste. Identifisering av forskjellige typer waste står sentralt i Lean tankegang, og de syv formene for sløsing har sådan vært et viktig innslag for å kunne kategorisere waste som blir observert. Samtidig har det blitt gjort rede for ulike årsaker til hvordan waste kan oppstå og hvilke forutsetninger som bør ligge til stede, for å sikre god flyt i arbeidet.

Arbeidsflyt og flytbegrepet generelt har blitt definert grundig for å kunne forstå de ulike metodene for å måle og analysere arbeidsflyt. Forskjellige målemetoder som observasjon og sevaluering fra arbeiderne har blitt presentert, etterfulgt av ulike prinsipper for hvordan arbeidsflyt kan forbedres.

I tillegg til Lean-teori og Lean-prinsipper har det også vært viktig å belyse støttende teori som baserer seg på læring og endring i organisasjonen. Forskerspørsmålet retter seg inn mot hvordan waste og arbeidsflyt kan måles, og en underliggende faktor for å kunne



gjennomføre målemetoder som f. eks observasjon og selvevaluering, er at deltakerne er villig til å bidra i en felles læringsprosess.

Teorikapittelet knytter teori og begreper sammen og vil være medvirkende i å svare på problemstillingen som er adressert i innledningen. Videre vil teorien bli drøftet og knyttet til resultater og funn som kommer frem i rapporten, som igjen kan bidra til ny teori og kunnskap på fagområdet.

Før resultatene blir presentert og analysert i kapittel 4, vil det bli presentert en case som omhandler virksomheten der teori og metode ble satt ut i praksis, etterfulgt av et metodekapittel som gjør rede for valg av metoder og prosedyrer for gjennomføring.

### 3 Case: AS Nymo

#### 3.1 AS Nymo

AS Nymo er en del av NODE-nettverket, som er en teknologibasert olje- og gassklynge på Sørlandet og består av 57 medlemsbedrifter. Nymo ble opprettet i år 1946 i Grimstad og siden da har selskapet blant annet blitt kjøpt opp av Ugland-familien i 1956.

Nymo er en EPCI<sup>22</sup> leverandør til olje- og gassmarkedet, hvilket betyr at de utfører aktiviteter helt fra designfasen til ferdig installering. I installasjonsfasen jobbes det med bore- og boligmoduler samt gassturbinutløp og systemer for luftinntak.

Bedriften utfører også store oppdrag innen utrustning og ombygging av rigger og flytende offshore installasjoner. Det jobbes også med mobilisering og utrustning av service-skip for undervanns rørlegging, modul installasjon, vindmølleinstallasjon og mer.



Figur 10: Vikkilen, Grimstad. Bildet er hentet fra en bedriftspresentasjon av Nymo sendt over mail.

Nymo holder til i Grimstad på to forskjellige lokasjoner. I Vikkilen (figur 10) har Nymo sitt hovedkontor samt fabrikkasjons- og installasjonsslokaler for offshoremodulene. Den andre avdelingen ligger på Fjære hvor det produseres i hovedsak mindre seksjoner i rustbestandig materiale, blant annet avgassanlegg for offshoreanlegg. Nymo driver også virksomhet i

<sup>22</sup> EPCI står for de engelske betegnelsene; *engineering, procurement, construction og installation*

Arendal, nærmere bestemt Eydehavn hvor det blant annet bygges subsea moduler samt reparasjon, utrustning og oppgradering av borerigger. For anlegget i Vikkilen løper det leieavtale frem til 2039 med eierselskapet J. J Ugland AS (Nymos årsrapport, 2011). I Vikkilen er det 310 fast ansatte, men det leies også inn arbeidskraft til prosjektene, så normalt vil det være ca. 500-700 arbeidere i Vikkilen og Eydehavn. En stor del av de ansatte på Nymo er operatører/fagarbeidere med fagbrev eller annen praktisk erfaring. En operatør/fagarbeider kan være f. eks mekaniker, sveiser, rørlegger, maler, stillasbygger eller platearbeider.

### 3.1.1 Stål fabrikasjon og stål sammenstilling

I stålavdelingen hos Nymo jobber det ca. 60 fast ansatte, og gjennom et helt år leier Nymo inn ca. 20 fagarbeidere, basert på hvor mye arbeidskraft som trenges i de forskjellige prosjektene. I stålavdelingen er det en driftsassistent, fabrikasjonsleder i prosjekt, avdelingsleder og formenn. Formannen har blant annet ansvaret for å koordinere og delegere arbeidspakker til operatørene i samarbeid med avdelingsleder. Det er også ansatt en planlegger som har ansvaret for å holde oversikt over prosjektets fremgang og oppdatere hovedplanene, samt sende ut mer detaljerte 2-ukersplaner og lagsplaner til formannen. Planene er en del av det som blir kalt *nivå 5-planer*, som er det mest detaljerte nivået for planlegging. Nivå 5-planene inneholder informasjon som tegningsnummer, beskrivelse av jobb, planlagt timeforbruk og planlagt sluttdato for hver aktivitet.



Figur 11: Operatør på Nymo som utfører kranarbeid.

Operatørene i stålfabrikasjonen, også kalt platearbeidere, jobber både dag- og kveldstid, men bytter på annenhver uke. Dagskiftet er fra 07:00 – 15:00 mens kveldskiftet normalt er fra 15:00 – 24:00. Det blir jobbet overtid i helgene ved behov for å oppnå ønsket fremdrift dersom noen aktiviteter ligger bak planen. Vanlige jobber som utføres i stålfabrikasjonen er kutting, sliping og montering av stålplater som skal sammenstilles. Det forekommer også en del krankjøringsaktiviteter (figur 11) for å flytte stålplatene og annet materiell. Oppgavene varierer fra hvilket prosjekt det jobbes på, og denne våren ble det arbeidet på et prosjekt som heter OSX.

### 3.1.2 Prosjekt: OSX

Prosjektet som ble jobbet på da denne oppgaven ble skrevet ble kalt for OSX, som er et brasiliansk firma som opererer innen frakt, skipsbygging og operasjonelle tjenester innen olje- og gassindustrien. Prosjekt OSX går ut på at Nymo skal bygge to komplette boremoduler som skal fraktes til Brasil. Nymo fikk tildelt kontrakten, som har en verdi på 460 millioner, i januar 2012 og det er planlagt å ferdigstille og levere boremodulene i 2. eller 3.kvartal 2013. Prosjektet blir gjennomført i samarbeid med TTS Energi, Siemens og MI-Swaco. Se figur 12 for illustrasjon av boremodul.



Figur 12: Prosjekt OSX: Boremodul. Hentet fra en PowerPoint-presentasjon av Nymo.

### 3.1.3 Involverende prosjektgjennomføring (IPG)

Studentprosjektet er en del av et større prosjekt på Nymo kalt for IPG (Involverende Prosjektgjennomføring). Hensikten med IPG er å kartlegge forbedringsområder som kan bidra til effektivitetsøkning på opptil 40 % for Nymo. Et overordnet mål er å oppnå en effektiviseringsgevinst på 20 % innen utgangen av 2015. Samtidig er det ønske om å innføre "involverende planlegging" i planprosessene. Det er satt et mål om at samtlige prosjekter i Nymo skal benytte anbefalt planverktøy innen 1.august 2013.

Prosjektet har også som mål å sikre at samtlige prosjektdeltakere og involverte skal ha grunnleggende opplæring i valgt metode innen 1.januar 2014.

Det er også andre pågående prosjekter innen IPG, som har med prosjektstyring å gjøre. Blant annet jobbes det med å utvikle et allerede eksisterende databaseprogram til å fungere sammen med to andre programmer for planlegging/fremdrift og dokumentkontroll- og arkivering. Studentprosjektet som gjennomføres vil også være et delprosjekt i IPG.

Resultatene som kommer frem i rapporten kan sammen med datagrunnlaget danne et fundament som Nymo kan bygge videre på i sitt arbeid for kontinuerlig forbedring av bedriften. Gjennom dokumentasjon og analyse av tidsbruk på arbeidsplassen kan studentprosjektet være med på å initiere en forbedringsprosess for å håndtere velkjente, men udokumenterte problemstillinger, samt rette søkelys mot nye områder med forbedringspotensial.

## 4 Metodebeskrivelse

### 4.1 Kvantitativ og kvalitativ metode

Den kvantitative metoden tar sikte på å forme informasjonen om til målbare enheter som gir mulighet til å foreta regneoperasjoner, som det å finne gjennomsnitt og prosent av en større mengde data. Kvantitativ metode brukes f. eks ved bruk av spørreskjemaer og statistikk og andre former for undersøkelser hvor store mengder data blir hentet inn og behandlet. Kvalitativ metode tar sikte på å fange opp mening og opplevelse som ikke lar seg tallfeste eller måle. Eksempel på aktiviteter som faller inn under kvalitativ metode er observasjoner, intervju av nøkkelinformanter og andre aktiviteter hvor man trenger å gå i dybden på det som skal undersøkes grunnet liten forkunnskap på området (Dalland, 2001).

Det har blitt lagt mest vekt på kvalitativ metode, gjennom observasjon, i oppgaven for å gjenspeile et ganske nøyaktig bilde av hvordan arbeidsdagen til operatørene på stå er. For å gjøre datagrunnlaget så representativt som mulig, ble det gjennomført detaljerte målinger over flere dager, for flere personer. Kvalitativ metode ble brukt i stor grad gjennom deltakende observasjon av arbeiderne, men også ved møter og diskusjon med nøkkelinformanter i bedriften. Kvantitativ metode har også blitt anvendt og ble spesielt lagt vekt på i å samle inn data fra operatørene gjennom strukturerte spørreskjemaer som ble delt ut, og gjennom bruk av statistiske verktøy som tabeller og diagram for å avdekke trender og tendenser i datagrunnlaget. Forskningsdesignet i oppgaven bærer preg av flere metoder, men det har i stor grad foregått en innsamling av empirisk materiale som videre analyseres og systematiseres for å svare på problemstillingen. Teorien blir brukt aktivt i analysen for å sette innsamlede data i system, samt teste ut hvordan målemetodene fungerer i praksis – som igjen kan gi grunnlag for ny teori.

### 4.2 Casestudie

For å sette teori og målemetoder ut i praksis har det blitt gjennomført en casestudie som nevnt i forrige kapittel der casen ble kalt Case: AS Nymo. Ifølge Yin (2003) blir en casestudie foretrukket når "hvordan" eller "hva" forskerspørsmål blir adressert, når forskeren har liten eller ingen kontroll over utfallene som skal forskes på, og når hendelsene skjer samtidig som forskningen pågår.

Det blir rettet kritikk mot casestudier hvor det stilles spørsmål ved om funnene kan generaliseres og anvendes i andre virksomheter. Yin nevner at det forekommer analytisk generalisering i casestudier hvor forskeren fokuserer på å generalisere resultatene til velkjent teori, og på den måten kan resultatene danne grunnlag for ny teori som kan anvendes i tilsvarende virksomheter.

Grunnen til at det ble gjennomført en casestudie hos Nymo er:

1. Forskerspørsmålet spør ”**hvordan** kan waste og arbeidsflyt måles som et ledd i en strategi for kontinuerlig forbedring”. Spørsmålet er utforskende og krever undersøkelser gjennomført over tid for å fange opp tendenser, fremfor enkeltstående hendelser og forekomster som lettere kan spores i en undersøkelse.

2. Det er liten mulighet til å kontrollere utfall som forskes på. Yin peker på at i en case studie har forskeren liten kontroll og mulighet til å påvirke hendelser, men kan stole på direkte observasjon og intervjuer av personer knyttet til hendelsene. Til sammenlikning har forskeren mer kontroll i et eksperiment hvor forskeren selv setter premisser for hvordan eksperimentet utføres.

Casestudien i oppgaven berører ovennevnte metoder og trekk som; observasjon og undersøkelser over tid, samtaler med nøkkelpersoner og tilbakemelding fra deltakere i observasjonen gjennom selvevaluering.

### 4.3 Arbeidsmetoder

For å kunne foreta en analyse og måling av arbeidsflyten hos Nymo var det som nevnt tidligere nødvendig å foreta en observasjon av operatørene ute i feltet. Gjennom **møter** med veiledere fra Universitetet i Agder og Nymo, avdelingsledere og formenn, ble det utarbeidet en fremdriftsplan som var knyttet til selve observasjonen, men som også inneholdt både før- og etterarbeid som informasjons- og erfaringsmøter. Hensikten med observasjonene var å kartlegge synlig sløsing og tidsforbruk på arbeidsplassen ved bruk av et observasjonsskjema og et selvevalueringsskjema. Møtene var strukturerte og det ble skrevet og sendt ut møteinnkallelse og møtereferat til alle som var på møtet, samt nøkkelpersoner som trengte å bli informert. På møtene ble det eksempelvis presentert planlagt opplegg for observasjonsperioden samt foreløpige resultater og tendenser fra arbeidet. Det ble også



holdt **presentasjoner** for hele formannslaget for å informere om prosjektet, og forklare hensikten med observasjons- og selvevalueringskjemaet samt presentere foreløpige resultater. Det foregikk også informasjonsutveksling på **E-mail** hvis det trengtes å få tilgang til nødvendig data eller for generell problemløsning. Gjennom hele perioden ble det disponert egen kontorplass hos Nymo, og det ga mulighet til å gjennomføre spontane diskusjoner med veiledere og andre nøkkelpersoner hos Nymo når det trengtes.

Det har også blitt brukt **A3** (beskrevet i kapittel 2.4.1) i arbeidet for å samle og presentere resultatene på en enkel, men effektiv måte. Etter at første datainnsamling var gjennomført ble det utarbeidet en A3 som inneholdt mål for prosjektet, problemstilling, nåsituasjon, og analyse hvor flere av de foreløpige resultatene ble presentert. A3'en inneholdt også en kort fremdriftsplan for veien videre (vedlegg 8). A3'en ble sendt ut til nøkkelinformanter i bedriften, og det ble foretatt revisjoner for å tilpasse den ytterligere til bedriftens formål.

Formålet med A3 i bedriften var å presentere problemstilling, mål og innsamlede data for operatørene ute i fabrikasjonen på en enkel og forståelig måte, uten at operatørene følte seg hengt ut. Det viste seg til slutt at A3'en som ble utarbeidet blir presentert internt i første omgang før det vurderes om den henges opp i fabrikklokalene for operatørene. Det har vært interessant å bruke A3 for å belyse problemstilling og resultater i et reelt prosjekt, og gjennom god dialog med nøkkelpersoner hos Nymo har det vært foretatt nødvendige endringer i A3'en underveis.

En A3 skal kunne oppdateres og revideres jevnlig for å bidra til ny forståelse, og gi et korrekt bilde av prosjektets fremskritt og problemstilling. Derfor ble det laget en ny og oppdatert A3 som også inkluderte resultater fra et tilsvarende studentprosjekt, som rettet fokus mot rørinstallasjon (vedlegg 9). Grunnen til at det ble sammenslått var for å generalisere resultatene for rør- og stålavdelingen, for at de observerte ikke skulle få et negativt fokus på seg.

Gjennom hele prosjektet ble det lagt vekt på å være tydelig og åpen til alle aktørene som inngikk i studiet, men samtidig ble det planlagt hvordan resultatene fra aktivitetsstudiet skulle presenteres på en måte som ikke ga grunnlag for å rette et negativt fokus på de operatørene som ble fulgt. Eksempelvis ble det valgt å ikke bruke ordet "waste" eller sløsing



i A3'en eller i presentasjoner for operatørene da det var negativt ladet. Ordet "forsinkelser" ble foretrukket i samråd med veiledere.

#### 4.4 Datainnsamling - Observasjonsstudie

Det ble gjennomført en observasjonsstudie på byggeplassen hvor det i samråd med veiledere, avdelingsledere og formenn ble planlagt i forkant en fremgangsmåte for hvordan, når, hva og hvem som skulle observeres. Hensikten med observasjonsstudie var å kartlegge arbeidsflyt på byggeplassen i stålinstallasjonen. Dette ble gjort gjennom å observere 2 operatører over to perioder på henholdsvis 5 og 4 arbeidsdager i mars/april måned. For å kunne registrere hva og hvilke aktiviteter som operatørene brukte tiden, på ble det utarbeidet et observasjonsskjema (vedlegg 1). Observasjonsskjemaet representerer en hel arbeidsdag<sup>23</sup> hos Nymo hvor hver time er delt opp i 12 intervaller på 5 minutter hver. Hvert 5.minutt ble det registrert på skjemaet hvilken aktivitet operatørene holdt på med. Skjemaet inneholdt 31 kategorier som hver representerer én spesifikk aktivitet, som f. eks venting på materialer, leting etter verktøy, krankjøring etc. Hver av de 31 kategoriene er relatert til 6 fargekoder som representerer hvilke type aktivitet som blir utført (figur 13).



Figur 13: Fargekoder for observasjon.

Det ble tatt utgangspunkt i observasjonsskjemaer som ble brukt av Ellingsen & Fredriksen (2012) og Svien & Sveen (2012), basert på metoder fra Kalsaas (2012) i lignende prosjekter for henholdsvis Nymo og Veidekke. Skjemaet er ytterligere tilpasset Nymos aktiviteter og prosjekt for å kunne representere en vanlig arbeidsdag på byggeplassen, så godt som mulig. Tilpasninger og konkretisering av aktivitetskategorier ble gjort i tett samarbeid med veileder

<sup>23</sup> En hel arbeidsdag hos Nymo er på 8 timer i uker med dagskift. I observasjonen ble det trukket fra lunsj, kaffepause og tid som gikk med til å fylle ut selvevalueringsskjema for å rette fokus mot den tiden arbeiderne kan gjøre noe med samt gi et bilde av en normal arbeidsuke. Dvs. at en hel arbeidsdag hos Nymo i oppgaven vil være på 7 timer på dagskift.

fra Universitetet i Agder, studenter på et tilsvarende prosjekt for rørinstallasjonsavdelingen og avdelingsledere/veiledere ved Nymo.

#### **4.4.1 Observasjonsperioden**

Selve observasjonsperioden ble avviklet over to perioder. Den første perioden var i begynnelsen av mars (4.mars – 8.mars) og den andre perioden var i slutten av april (22.april – 25.april). Hensikten med å splitte det opp i to uker var for å ha et erfaringsmøte i mellom periodene for å kunne presentere foreløpige resultater samt utveksle erfaringer, og komme med korrigerende tiltak foran neste periode. I dialog med Nymo ble det fattet konsensus om at det var hensiktsmessig å utføre én prøveperiode (1 arbeidsdag) før 1.observasjonsperiode. Hensikten med prøveperioden var å bli bedre kjent med prosessene på arbeidsplassen og arbeidslaget (i gjennomsnitt 2 operatører) som skulle observeres. I tillegg ga det også mulighet for å tilegne seg nyttig erfaring fra arbeidet på byggeplassens samtidig som en fikk praktisert å bruke observasjonsskjemaet.

Prøveperioden ble gjennomført på kvelden da operatørene jobbet kveldsskift (Kl. 15:00 – 23:00), mens 1.observasjonsperiode ble gjennomført på dagtid (Kl. 07:00 – 15:00).

Observasjonsperiode nr.2 ble gjennomført på kveldsskift fra kl. 15:00 – 24:00 mandag til onsdag, og fra 15:00 – 23:00 på torsdag. Fredag ble det ikke observert fordi operatørene har fri på fredager i uker med kveldsskift.

Formannen på stålavdelingen valgte ut to operatører som skulle bli fulgt gjennom arbeidsdagen, men pga. sykdom hos arbeidslaget ble det totalt observert fire forskjellige operatører i 1.observasjonsperiode. I 2.observasjonsperiode ble det totalt fulgt 3 operatører pga. at noen arbeidsoppgaver var en enmannsjobb, mens andre oppgaver krevde minst 2 operatører til å samarbeide.

#### **4.5 Datainnsamling - Evalueringsskjema**

I observasjonsperioden ble det også satt av tid på slutten av dagen for operatørene til å fylle ut et selvevalueringsskjema (vedlegg 2). Hensikten med skjemaet var å la operatørene få komme med sine egne synspunkter på hvordan arbeidsdagen hadde vært og hvilke forsinkelser og problemer de støtte på. Skjemaet inneholdt enkle avkrysnings spørsmål samt en totalvurdering av hvordan dagen hadde vært med tanke på flyt.

Skjemaet som ble brukt var i likhet med observasjonsskjemaet også basert på skjemaet som ble brukt av Ellingsen & Fredriksen og Svien & Sveen. Det ble utarbeidet en ny layout for å adressere at datainnsamlingen var en del av IPG-prosjektet, og for å gjøre det mer appellerende å fylle ut. Selvevalueringskjemaet ble også utformet i samarbeid med studenter på tilsvarende prosjekt samt veiledere hos Nymo. Det ble også samarbeidet med en student som skrev masteroppgave rettet mot avvikssystemet på Nymo, og alle studentene var til stede under utfylling av skjemaene for å svare på eventuelle spørsmål fra operatørene.

Spørsmålene på skjemaet hadde som hensikt å plukke opp de syv formene for sløsing samt synliggjøre making-do.

Et eksempel på et spørsmål som ble stilt i skjemaet er:

*"Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser?"* Hvis det ble svart "ja", ble det oppfordret til å anslå hvor mye tid som forsinkelsen medførte. Det ble også formulert spørsmål som *"Har du hatt positive observasjoner i løpet av arbeidsdagen din?"* med oppfordring til å kommentere i kommentarfeltet hvis de hadde noe å komme med. Sistnevnte spørsmål hadde ikke som formål å generere et empirisk datagrunnlag til oppgaven, men var heller ment som å gjøre skjemaet mer positivt ladet da de fleste spørsmålene fokuserte på avvik og waste. I tillegg ble det i innledningen til skjema fremmet følgende påstand om arbeidsflyt: *"I dag har arbeidet hatt god flyt"*. Operatørene skulle krysse av i ett av de fire svaralternativene: *Meget enig, uenig, enig eller meget uenig*. Spørsmålet var ment for å få en overordnet persepsjon fra operatørene av hvordan arbeidsflyten var den dagen, og knytte det opp mot rapportert waste i tid.

Selvevalueringskjemaet ble delt ut til hele formannslaget på stålmonteringen ved slutten av hver arbeidsdag. Det ble satt av 20 minutter til utfylling i 1.observasjonsperiode hvilket betyr at de begynte å fylle ut skjemaet 20 minutter før endt arbeidsdag. Dette varierte noe i 2.observasjonsperiode hvor det noen dager ble satt av 30 minutter, men det er blitt tatt høyde for i kalkulasjonene. Skjemaene fra operatørene som ble observert ble med tillatelse markert for å kunne brukes til å sammenliknes opp mot observert resultat.

## 4.6 Relevans og pålitelighet

Det er to krav som stilles til innsamlet data, som har betydning både for hva dataene kan brukes til, og for hvilken verdi de har for undersøkelsen. Det ene kravet er hvilken relevans dataene har for problemstillingen, og det andre er hvor pålitelige de er.

Et grunnleggende krav til data er at de må være gyldige. Det betyr at dataene er relevante for problemstillingen. Hvis det f. eks gjennomføres en spørreundersøkelse, så er det viktig at spørsmålene fanger opp de sentrale sidene ved problemstillingen. For å teste ut om spørreundersøkelsen gir relevante svar, kan det gjennomføres en prøveperiode hvor kandidatene svarer på spørreundersøkelsen, men med mulighet til å spørre hvis noe virker uklart (Dalland, 2001).

I tillegg til at data må være relevante, må de også være samlet inn på en slik måte som gjør de pålitelige. F. eks ved en observasjon kan det være lett å miste oversikten hvis det er flere som observeres samtidig. I intervjuer kan det oppstå situasjoner som påvirker dataenes pålitelighet, som f. eks; er spørsmålet riktig oppfattet? Blir det notert ned riktig svar, eller brukes det båndopptaker? Er lyden på båndopptakeren god nok til å gjengi intervjuet korrekt? Det er mange feilkilder som fort kan oppstå, hvis man ikke er godt nok forberedt, og det vil være med på å svekke påliteligheten av innsamlede data.

Innsamlet informasjon er bygget på en aktivitetsstudie som avdekker tidsforbruk på byggeplassen hos Nymo, og er en mulighet til å teste ut målemetoder. Innsamlede data gir derfor et tilstrekkelig grunnlag for å kunne svare på forskerspørsmålet på en god måte, og kan derfor betraktes som å være gyldige og dermed relevante. Observasjonsskjemaet og selvevalueringsskjemaet utfyller hverandre godt med tanke på å samle inn data fra både observatør og deltaker i aktivitetsstudiet som er med på å styrke reliabiliteten i aktivitetsstudiet. Indikatorene og tendensene som kommer frem i resultatene fra aktivitetsstudiet, er i stor grad relevante for å kunne danne seg et riktig bilde av hva en normal arbeidsdag på Nymo består av. I møter med ansatte på Nymo hvor resultatene ble presentert, kom det også frem at noen av funnene i aktivitetsstudiet var velkjente problemer.

Observasjonen som ble gjennomført på byggeplassen, fordret å ha en god dialog med operatørene for å sikre reliabilitet i målingene, slik at riktig aktivitet ble registrert til enhver

tid. Men det er viktig å påpeke at man ikke skulle være til unødvendig hindring eller forstyrrelse i arbeidet. For begge operatørene i 1.observasjonsperiode ble det ført 192 (12 kryss i timen x 8 timers arbeidsdag x 2 operatører) registreringer hver dag. Det kan forekomme noe unøyaktighet i enkeltavkryssninger på skjemaet hvis det var tvil om hvor operatøren(e) var eller hvilken aktivitet som ble gjennomført, men aggregert resultat per dag skal gi et mer pålitelig empirisk grunnlag. Dette underbygges også av resultatene fra selvevalueringen.

Selvevalueringskjemaet ble fylt ut av hele formannslaget, men oppmøte var variabelt fra dag til dag. I utfyllingen av skjemaet, som for øvrig var anonym, ble det lagt merke til at noen svarte ja på en kategori for waste, uten å angi tid. I aggregert tidsstudie ble dermed disse registreringene ikke tatt med, da mye av dataene er basert på gjennomsnitt, men det kan stilles spørsmål ved om resultatene er representative for hele laget, da bare de som har angitt tid har blitt tatt med i analysen. Blant de operatørene som ble fulgt var det enkelte som ikke anslo tid selv om de registrerte waste. Det vil da føre til et avvik når man sammenlikner observerte resultater mot selvevaluerte resultater, men grunnen til avviket er forklart med både tekst og figur i analysen.

Det kan stilles spørsmål til påliteligheten i datagrunnlaget i forhold til subjektiv persepsjon av flyt på byggeplassen. Som allerede nevnt ble det pga. sykdom fulgt totalt 4 operatører den første perioden. Det er med på å skape variasjon i datainnsamlingen, da operatørene har forskjellig persepsjon av flyt på arbeidsplassen, og det kan være med å skape noe unøyaktighet i både selvevalueringskjemaet og observasjonsskjemaet de dagene det forekom sykdom i 1.observasjonsperiode (onsdag og torsdag). I 2.periode ble det totalt fulgt 4 operatører, og det vil også skape variasjon i datagrunnlaget.

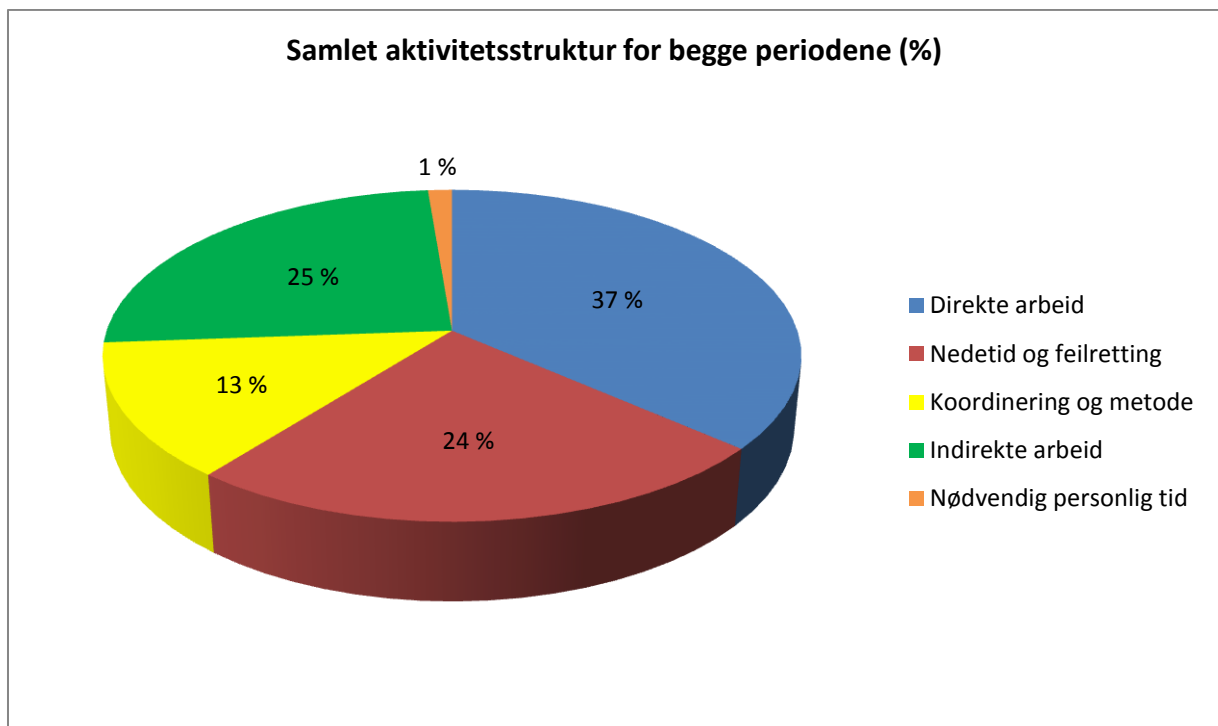
Det er viktig å påpeke; at for å få så nøyaktige målinger som mulig, er det nødvendig å ha en tett og god dialog med operatørene gjennom arbeidsdagen. Operatørene kjenner tross alt prosessene og arbeidsoppgavene bedre enn observatør, og derfor var det nyttig med jevnlig oppdatering og kunnskapsutveksling. Det hendte også at en av de to operatørene som ble fulgt, forsvant ut av syne, og da måtte det spørres om hva de hadde gjort for å kunne registrere aktiviteten på skjemaet. I slike tilfeller vil påliteligheten av datagrunnlaget avhenge av at operatørene ga riktig informasjon om hva de gjorde.

## 5 Datagrunnlag og analyse

### 5.1 Totalt resultat fra begge måleperiodene

Begge observasjonsperiodene som ble gjennomført var uavhengige av hverandre, og det ble ikke foretatt noen korrigerende tiltak for å bedre arbeidsflyten til operatørene mellom måleperiodene. Derfor vil det ikke være nødvendig å gå veldig i dybden på forskjeller i resultater mellom 1. og 2.observasjonsperiode, men det vil bli pekt på ulikheter knyttet til metode og gjennomførelse, da rammebetingelsene varierte for hver periode. Resultatene fra hver periode vil bli analysert grundig i kommende kapitler.

Først vil de aggregerte resultatene fra begge periodene bli presentert med spesielt fokus på waste og hvilke aktiviteter som det kan knyttes til. Figur 14 viser en total oversikt over tidsforbruk for begge periodene.



Figur 14: Total aktivitetsstruktur for begge observasjonsperiodene.

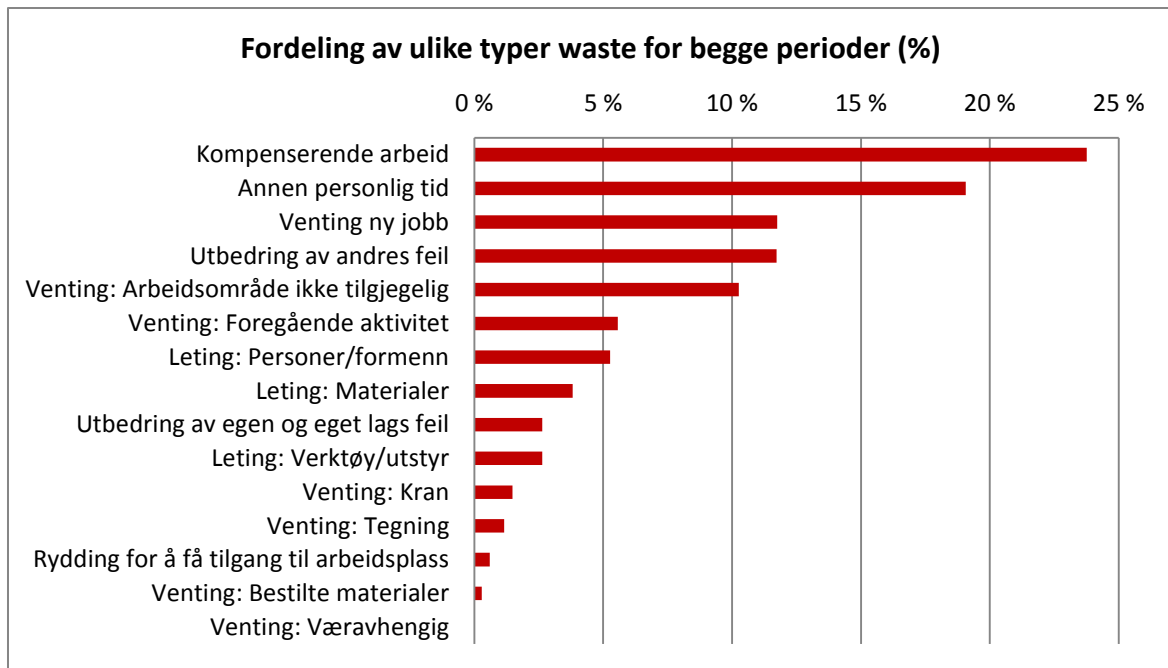
Fra figuren kan man se at 24 % av kakediagrammet består av waste. Det ble forøvrig også registrert 24 % waste i både 1. og 2.observasjonsperiode. Totalt sett for hele uken utgjør kategoriene **"direkte arbeid"** og **"nedetid og feilretting"** størst prosentvis andel. Direkte arbeid består av 3 underordnede aktiviteter: Transformasjon, Inspeksjon/Kontroll/stand-by, og krankjøring og lignende (vedlegg 1). Aktiviteten som står for mesteparten av direkte

arbeid er transformasjonsarbeid. Transformasjon er knyttet til fysiske aktiviteter som sliping, skjæring, og annet arbeid som påfører produktet direkte verdi.

Figuren viser også at kategorien **"koordinering og metode"** utgjør en stor andel av kakediagrammet, noe som kan forklares med at det var mye kommunikasjon mellom både operatører og formenn om hvordan jobben skulle utføres på en best mulig måte. **Indirekte arbeid** omfatter aktiviteter som går på tilrettelegging, rydding/sortering og forflytning mellom arbeidssteder. Indirekte arbeid utgjør 25 %, og er helt nødvendig for at operatørene skal kunne utføre jobben sin. Kategorien **"nødvendig personlig tid"** inneholder småpauser på inntil 10 minutter og annen nødvendig personlig tid. I samråd med veiledere ble det enighet i at småpauser på inntil 10 minutter ble registrert i denne kategorien og ikke under rød kategori, da det er sunt å ta noen småpauser innimellom med tanke på arbeidsbelastningen i monteringsarbeidet.

#### **5.1.1 Observert waste samlet fra begge observasjonsperioder**

Rød kategori "nedetid og feilretting" er en kategori som går inn på observerbar waste og usunne aktiviteter som skaper dårlig arbeidsflyt. For å kunne forstå andelen waste bedre er det nødvendig å bryte den opp i mindre kategorier. Figur 15 viser total fordeling av aktivitetene. Kompenserende arbeid utgjør størst andel med 24 %, og vil bli forklart nærmere i resultatene fra 1.observasjonsperiode, hvor det ble observert mest kompenserende arbeid. De andre aktivitetene vil også bli forklart nærmere i resultatene fra 1. og 2.periode.



Figur 15: Fordeling av ulike typer waste for begge perioder.

En måte å sette de ulike formene for waste i system er å fordele og identifisere de i henhold til "The 7 wastes". Av de 15 røde aktivitetene er det 6 aktiviteter som har med **venting** å gjøre. **Feilretting** er representert med 3 aktiviteter. Kompenserende arbeid er inkludert i feilretting da den passer best i den kategorien, men det er ikke nødvendigvis feilretting hvis det har med tilpassing å gjøre.

**Unødvendig transport** er en kategori som omhandler tid som går med til å flytte/hente og transportere materialer/verktøy mellom prosesser. ifølge W. Edward Deming blir det ikke regnet som verdiskapende arbeid fordi kunden skal være villig til å betale for arbeidet som blir gjort, men på en annen side er det helt nødvendig å hente både materialer og utstyr. Derfor ble transport- og bevegelsesaktivitetene lagt til i grønn kategori fremfor rød, men det er grunn til å se nærmere på det da det går mye tid med til indirekte arbeid.

**Unødvendig bevegelse** har med aktiviteter som leting etter materialer å gjøre eller bevege seg mellom prosesser pga. dårlig tilrettelagt logistikk. Det er tre aktiviteter som har med leting å gjøre, men hvis aktiviteten "rydding for å få tilgang til arbeidsplass" blir inkludert vil det være fire aktiviteter, da rydding fører til unødvendig bevegelse.

**Unødvendig lager, overproduksjon og overprosessering** er alle kategorier som er vinklet spesielt mot en produksjonsprosess fremfor et prosjektstyrt prosjekt som denne oppgaven



omhandler, og det blir derfor vanskelig å peke på noen aktiviteter som kan speile ovennevnte kategorier. Observatør var mye ute på installasjonsområdet sammen med operatørene og det var liten mulighet for å se på lagerhold. Dessuten er OSX-prosjektet et unikt prosjekt, og det blir derfor ikke produsert varer på lik linje som f. eks i en bilfabrikk, men det blir heller levert varer og komponenter som trengs til prosjektet.

En aktivitet som er vanskelig å trekke inn i de syv kategoriene for sløsing er "annen personlig tid". Den er nest størst av observert waste med 19 %. Det som er mest forbundet med denne aktiviteten er unødvendige pauser og annet unødvendig tidsforbruk, og for å få et dypere innblikk av hva som skyldes den høye andelen av annen personlig tid, er det foretatt en analyse som knytter registrert aktivitet opp mot tidspunkter i arbeidsdagen. Resultatene i analysen er aggregert fra 1. og 2. observasjonsperiode og det er rettet fokus mot 5 perioder fremfor klokkeslett, da det ble observert både på kvelds- og dagtid med forskjellige rutiner for pauser:

- **Oppstart**

Oppstart representerer et 30 minutters intervall fra operatørene kommer på jobb til det har gått 30 minutter.

- **Kaffepause**

Avtalt kaffepause varer i 10 minutter. Det er valgt å ta med registrerte målinger fra 15 minutter før pausen startet til 15 minutter etter at pausen var ferdig for å fange opp om operatørene gikk for tidlig til pause eller satt for lenge. (Merk: det er tatt hensyn til at operatørene får 5 minutter til å bevege seg til matsalen).

- **Lunsj**

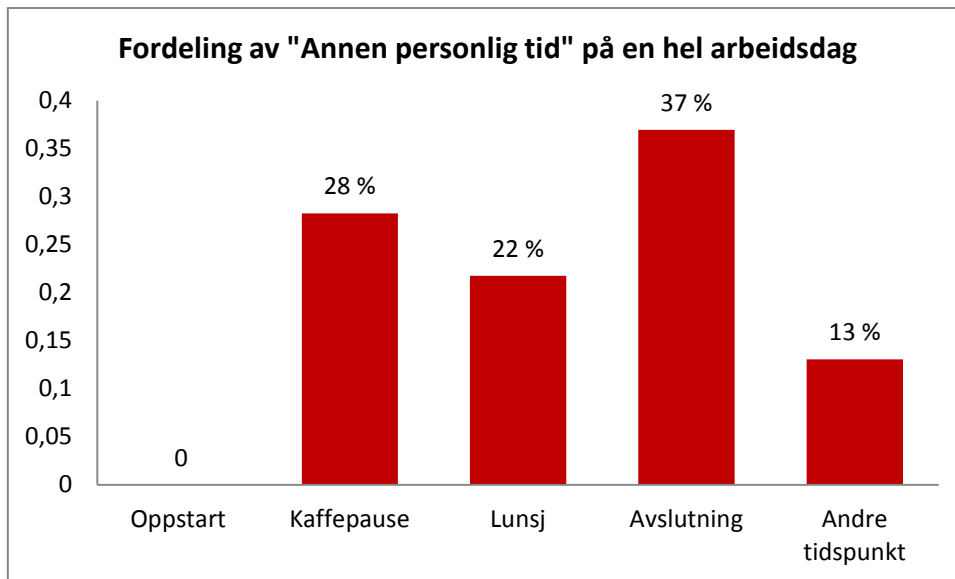
Lunsjen varer i 30 minutter, og er midt på dagen. I likhet med kaffepausen er det tatt med målinger fra 15 minutter før pausen til 15 minutter etter.

- **Avslutning**

Avslutning er forbundet med den siste halvtimen før endt arbeidsdag. I observasjonsperioden vil det bety de siste 30 minuttene før operatørene begynte å fylle ut selvevalueringsskjemaene.

- **Andre tidspunkt**

Målinger som ikke er knyttet til noen spesiell hendelse, men som er mer tilfeldig.



Figur 16: Annen personlig tid relatert til perioder i løpet av arbeidsdagen.

Figur 16 viser at pausene samt avslutning på dagen trekker til seg mest unødvendig tidsbruk. Så mye som 87 % av all personlig tid kan relateres til for lange pauser og for tidlig avslutning på dagen. Kaffepause og lunsj står for henholdsvis 28 og 22 %, og det skyldes at operatørene enten går for tidlig til kaffepause/lunsj eller sitter for lenge. Det oppleves at hele formannslaget (i gjennomsnitt 11 operatører) generelt sitter for lenge i lunsj- og kaffepausene. Det kan være behov for en større bevisstgjøring for hvor lang pause man er tildelt av arbeidsgiver for å få bukt med problemet. Det er ikke snakk om mange minutter per operatør, men i sum går det vekk mange arbeidstimer i løpet av en uke.

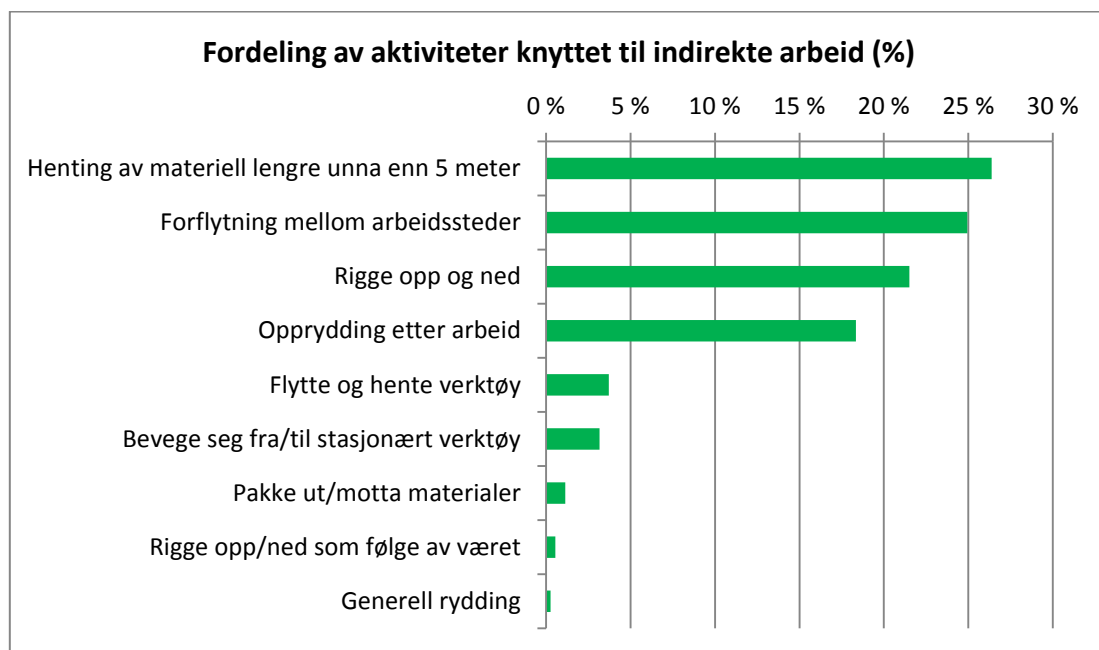
De siste 30 minuttene før endt arbeidsdag kalles for "avslutning" og utgjør størst prosentandel av annen personlig tid. Det forklares med at operatørene ofte ikke har noe arbeid å gjøre den siste halve timen før endt arbeidsdag. Som regel ble de ferdige med arbeidet som skulle gjøres, men så ikke nødvendighet i å begynne på en ny arbeidspakke så sent på arbeidsdagen. Beslutningen ble til dels tatt i samråd med formann som er ansvarlig for å dele ut arbeidspakker.

Et spørsmål som kan stilles er hvorfor det ikke blir fokusert mer på å forberede arbeid som skal bli gjort neste dag. Det oppleves at operatørene sjelden vet hva som er neste arbeidsoppgave før de faktisk får tildelt oppgaven. Et eksempel er fra en dag hvor arbeidslaget fikk tildelt en arbeidspakke, men de fant ikke nødvendig materialer til å påbegynne oppgaven. Tid gikk med til leting etter materialer, og leting etter formann for problemløsning. Det endte i at formannen ga arbeidslaget en ny oppgave.

Last Planner System er som nevnt i kapittel 2.1.4, og er en metode for å involvere alle faggrupper i å være med å planlegge egen hverdag for å gjøre klart arbeid før det begynner. Det vil si å gjøre klar materialer, ressurspersoner, utstyr osv. Ved å sette større fokus på LPS i bedriften vil det gjennom bedre planlegging bli tilrettelagt for de syv forutsetningene for sunn aktivitet (kapittel 2.1.6). Det gjelder å utnytte potensialet som ligger i de resterende 30-45 minuttene av arbeidsdagen som går vekk til unødvendige aktiviteter.

### 5.1.2 Indirekte arbeid

Indirekte arbeid på Nymo utgjør totalt 25 % av en hel arbeidsuke. Det gjør den til nest størst etter observert waste. For å se litt nærmere på hvilke aktiviteter som indirekte arbeid på Nymo består av er det utarbeidet en oversikt i figur 17.



Figur 17: Fordeling av aktiviteter relatert til indirekte arbeid.

Indirekte arbeid er helt nødvendig for å kunne utføre det direkte arbeidet, men aktiviteter som; henting og flytting av materialer, forflytning mellom arbeidssteder og stasjonært verktøy, bør sees nærmere på da de utgjør en veldig stor andel (58 %) av alle indirekte aktiviteter. Ifølge Deming blir slike aktiviteter sett på som ikke-verdiskapende aktiviteter, og unødvendig transport og bevegelser er listet opp blant de syv formene for sløsing. En ikke-verdiskapende aktivitet er ikke nødvendigvis sløsing, men den kan ofte føre til sløsing. For eksempel; Et arbeidslag på to operatører jobber sammen, og den ene av operatørene må gå til verktøylageret for å hente nødvendig utstyr. Aktiviteten blir sett på som en ikke

verdiskapende aktivitet og den fører til venting for den andre operatøren som står igjen på arbeidsstedet, og dermed fører den indirekte til sløsing.

Ovennevnte eksempel ble ofte observert hos Nymo. Spesielt når operatørene jobbet ute var det mye tid som gikk med til å hente verktøy og utstyr på verktøylageret. I noen tilfeller fant de heller ikke hva de skulle ha, som førte til at de måtte bevege seg til et annet lager som lå forholdsvis langt unna. Operatørene ga også uttrykk for at de ville ha noen typer artikler på lageret i såkalt bulk. Bulk er en type lagerstyring hvor man ikke registrerer reduksjon eller tillegg i lagerbeholdningen, men hvor arbeiderne fritt kan hente de artiklene som trengs til en hver tid. Lagerbeholdningen fylles opp kontinuerlig ved f. eks hjelp av et kanban-system<sup>24</sup>. Ulempen med å bruke bulk som lagerstyring er at man mister oversikten over hva som går inn- og ut av lagerbeholdningen, og det kan være uheldig for artikler som er kostbare å kjøpe inn.

Ideelt sett burde alt utstyr vært tilstede før arbeidet påbegynnes slik at det unngås henting og leting etter materialer. Det ligger et stort potensial i å redusere unødvendig transportering av materialer og verktøy, og med bedre planlegging og større fokus på LPS vil det kunne være mulig å gripe tak i problemstillingen.

Andelen av indirekte arbeid hos Nymo utgjør en stor andel og bør reduseres ved å legge til rette for sunne aktiviteter. Reduksjon av indirekte arbeid og ikke-verdiskapende aktiviteter er et av Koskelas seks prinsipper for forbedring av flyt og er ifølge Koskela det mest grunnleggende prinsippet (kapittel 2.2.4).

### 5.1.3 Selvevalueringsskjema

Hensikten med selvevalueringen var å få vite operatørens synspunkt på waste i arbeidet. Hver dag fikk operatørene utdelt selvevalueringsskjemaer hvor de skulle svare Ja/Nei på påstander om ulike typer waste. Hvis de svarte "ja", ble de oppfordret til å anslå hvor mye tid som det medførte (vedlegg 2).

Resultatene fra skjemaene er bygget på anslått tid fra operatørene som waste medførte (figur 18). For eksempel, hvis det har gått med 2 timer til å vente fordi den forutgående

---

<sup>24</sup> Et Kanban-system drar i gang arbeid etter behov ved å signalisere det. F. eks: På bedriftens lager finner man blant annet en boks med skruer som trengs til produksjonen. Når boksen når halvfullt nivå av skruer vil det komme til syne f. eks en rød strek i boksen som signaliserer at det må bestilles nye skruer. Enkelt, men effektivt.

aktivitet ikke var ferdig, vil det bli registrert som 2 timer waste, men hvis operatørene har svart "Ja" til at han/hun har ventet på forutgående aktivitet, men ikke anslått tid, vil det ikke bli registrert tidsbruk. Det ble derfor lagt vekt på å utforme skjemaet slik at det skulle være lett å forstå, og oppfordre operatørene til å angi nødvendig informasjon.

**2) Mine arbeidsoppgaver har blitt forsinket på grunn av (kryss av et svaralternativ):**

	Nei	Ja	Anslag tidsbruk
a) Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Figur 18: Eksempel på en påstand fra selvevalueringsskjemaet

Totalt ble det samlet inn 91 selvevalueringsskjemaer fordelt på to perioder. 53 skjemaer ble samlet inn i 1. periode, og 38 skjemaer ble samlet inn i 2.periode. Grunnen til færre skjemaer ble samlet inn i 2.periode var at mange operatører ble flyttet til å jobbe med et prosjekt i Eydehavn som krevde bemanning. Ellers var det samme forutsetninger som lå til grunn for utfylling av skjemaene da ingen spørsmål eller metoder hadde blitt endret på. Men ett punkt som er interessant å peke på er andelen som anslo tid på skjemaet i 1.periode kontra andelen som gjorde det samme i 2.periode. Det er en merkbar nedgang i svarprosent (tabell 3)

Periode	Antall "Ja"-svar på at det har vært waste	Antall "Ja"-svar på at det har vært waste, men uten angitt tid	%
1.periode	131	33	25 %
2.periode	81	38	47 %

Tabell 3: Andel av operatører som har meldt waste med angitt tid.

Tabellen viser at operatørene i noe grad har latt være å oppgi tid da de registrerte waste på skjemaet. Omtrent halvparten av alle svar mangler angitt tid i 2.periode. Waste som ikke har blitt angitt med tid blir ikke brukt i dataanalysen, og er derfor ikke til noe stor nytte. Det har derfor vært ønskelig med så høy svarprosent som mulig for å få et best mulig datagrunnlag. I 1.periode var svarprosenten på 75 %, og det ble meldt om flere forbedringsforslag. I 2.periode var svarprosenten på lave 53 %, og det ble ikke registrert noen forbedringsforslag fra operatørene.

En årsak til nedgangen i antall svar og tilbakemeldinger kan være at operatørene ikke følte

samme motivasjon og interesse for å fylle ut skjemaene ordentlig i 2. periode, som de gjorde i 1. periode da konseptet var nytt. Det antas også at noen operatører verken var til stede på gjennomgangen av skjemaet før 1. observasjonsperiode samt utfylling. Det kan ha ført til manglende kunnskap og forståelse rundt spørsmålene og den kunne med fordel ha vært en kort gjennomgang av skjemaet på nytt for å forsikre om at alle skjønnte det. Men det må påpekes at det var mulig å stille spørsmål hvis operatørene lurte på noe underveis.

En grunn til manglende motivasjon og interesse til å fylle ut skjemaet kan knyttes til den samskapte læringsmodellen i kapittel 2.7. Der refereres det til blant annet følgende utsagn: *”Hvis ikke medarbejderne oplever at arbejdet er meningsfuldt, har de heller ikke grund til at engagere sig og involvere sig i læreprosesser”* (Illeris m.fl, 2010, s.37). Gjennom observasjon og kommentarer fra selvevaluerings skjema hos Nymo oppleves det at platearbeiderne har et godt arbeidsmiljø. Men det oppleves også at noen ser på jobben mer som en rutinejobb hvor man gjennomfører det man får beskjed om, men uten å gripe tak i ting som kan forbedres. Det kom også frem eksempler på uvitenhet og mangel på interesse i OSX-prosjektet som en helhet. Ut ifra Illeris sin påstand om motivasjon for læring er det verdt å stille spørsmål ved om operatørene var motiverte og overbeviste nok på dette stadiet til å bidra i en felles lærings- og endringsprosess.

Selvevaluert waste fra begge måleperioder (Topp 5)	%
<b>1) Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser</b>	<b>22</b>
<b>2) Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig pga. annet arbeid, tilrettelegging</b>	<b>16</b>
<b>3) Annen årsak til forsinkelse og heft</b>	<b>15</b>
<b>4) Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer</b>	<b>12</b>
<b>5) Forutgående aktivitet var ikke riktig utført</b>	<b>10</b>
Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig	6
Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide	5
Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene	5
Manglende eller dårlig tilpasset utstyr	4
Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du kom på jobb i dag tidlig?	3
Manglende mulighet til å melde fra om avvik/feil til nærmeste leder	1
Jeg følte jeg ikke hadde rett annen informasjon til å utføre jobben	1
Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser	1
Dårlig tilrettelagt logistikk	0
Jeg følte jeg ikke hadde rett kompetanse til å utføre jobben	0
<b>SUM</b>	<b>100</b>

Tabell 4: Selvevaluert waste fra begge måleperioder (topp 5).

Tabell 4 viser en oversikt over alle påstandene som operatørene skulle svare på, og de er rangert i rekkefølge etter hvilke type waste som utgjorde størst andel. Tabellen retter fokus

mot de fem største aktivitetene for waste som ble meldt av formannslaget for begge observasjonsperiodene. Til sammen utgjør de 75 % av all waste som ble meldt. Utbedring av andres feil og misforståelser, og kategorien "arbeidsområde var ikke tilgjengelig pga. annet arbeid, tilrettelegging" samsvarer godt med hva som ble observert, da de også er representert blant topp 5. "Annen årsak til forsinkelse og heft" er en kategori som er vanskelig å definere konkret, men den kan inneholde aktiviteter som kompensere arbeid. "Annen personlig tid" fanges ikke opp av noen andre spørsmål på skjemaet, og det kan være mulig at operatørene har brukt "annen årsak til forsinkelse og heft"-kategorien til å melde ifra om f. eks unødvendige lange pauser og for tidlig avslutning på dagen. Men det antas at operatørene neppe vil melde ifra om selvforskyldt waste i form av for lange pauser, og det vil bety at skjemaet mest sannsynlig ikke fanger opp denne type waste.

Angående feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer (12 %), er det en kategori som kan føre til utslag i feilretting, leting og venting. Leting etter materialer og venting på bestilte materialer sto for over 4 % av observert waste til sammenlikning. Kategorien "forutgående aktivitet var ikke riktig utført" kan sammenliknes med "venting: foregående aktivitet" fra observasjonsskjemaet hvor det ble observert 6 % venting på foregående aktivitet.

De anslåtte resultatene fra operatørene i tabellen sammenfaller bra med hva som ble observert med tanke på at hele formannslaget blir sammenliknet opp mot operatørene som ble fulgt. Operatørene viser seg således å være nokså representative for hele formannslaget, og det gir mulighet til å danne et godt bilde av hvordan arbeidsflyten hos Nymo er.

Det er også verdt å berøre spørsmålet som skal fange opp making-do; "Har du brukt tid på arbeid som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag tidlig?". Kun 3 % har meldt om utført arbeid som ikke var planlagt, men det ble observert flere eksempler på making-do i 1. periode som vil bli forklart senere i rapporten. Det kan diskuteres om det er flere kategorier i skjemaet som også berører making-do. Kategoriene "arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig" og "jeg følte jeg ikke hadde rett annen informasjon til å utføre jobben" kan vurderes som en form for making-do også.

#### 5.1.4 Beregning av flyt samt subjektiv og intuitiv oppfattelse av flyt

For å konkretisere flyt som ble observert hos Nymo, kan det regnes ut ved å bruke formelen utviklet av Kalsaas (kapittel 2.2). Formelen kan sette tall på hvordan arbeidsflyten er og vil kunne være nyttig for konkretisering og sammenlikning mellom måleperioder.

$$\frac{(\text{Tilgjengelig arbeidstid} - \text{observerbar waste målt i tid})}{\text{Tilgjengelig arbeidstid}}$$

Det har blitt regnet ut samlet flyt for begge periodene. Det har blitt brukt timer som enhet. Total tilgjengelig arbeidstid er summen av 70 timer i 1.periode + 47 timer i 2.periode, som er 117 timer. Total observerbar waste målt i tid er summen av 17,08 timer i 1.periode + 11,33 timer waste i 2.periode, som er 28,41. Samlet flyt for begge periodene er:

$$\frac{(117 - 28,41)}{117} \times 100 \approx 76 \%$$

Formelen viser at samlet flyt i stålarbeidet hos Nymo er på 76 %, og er identisk med flyten for 1. og 2. periode som også ble på 76 %. Det er påfallende at det ble lik flyt i begge perioder med tanke på variasjonen i arbeidsoppgaver som ble utført i hver periode. Det kan være en tilfeldighet, men kan også ha med at det ikke ble utført noen korrigerende tiltak fra Nymo sin side mellom periodene. Flyt målt i prosent er som nevnt en god måte å sammenlikne måleperioder på, men det må understrekes at det viktigste er å rette fokus mot kontinuerlig forbedring gjennom å forstå hva som ligger bak god/dårlig flyt.

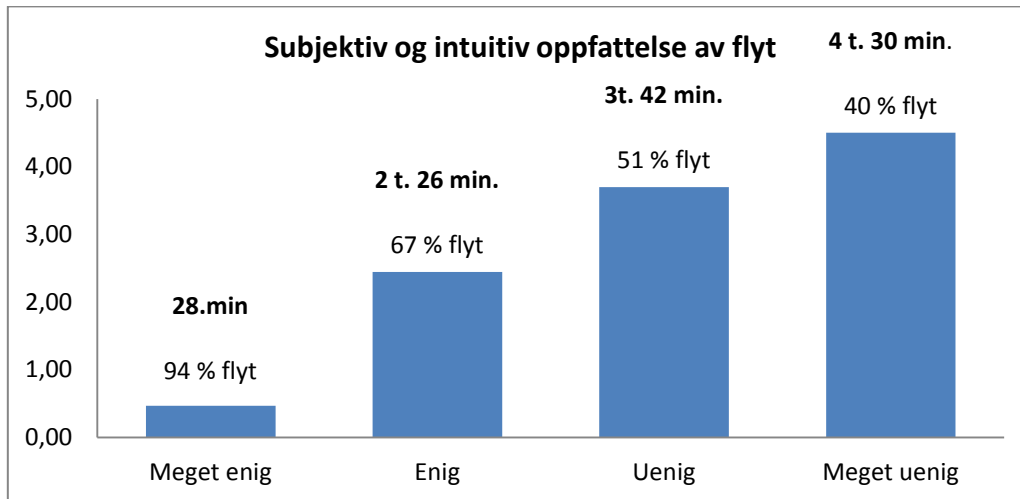
I selvevalueringsskjema fikk operatørene muligheten til å vurdere egen arbeidsdag ved å svare på følgende påstand: "I dag har arbeidet hatt god flyt". Svaralternativene var som følger: Meget enig, enig, uenig og meget uenig.

For å kunne knytte operatørenes subjektive og intuitive vurdering av arbeidsdagen opp mot hvor mye waste som ble rapportert, har det blitt laget en figur som viser forholdet i tid (figur 19).

Det ble kun tatt utgangspunkt i de svarene som inneholdt rapportert tid. F. eks hvis det var en operatør som svarte "uenig" på "god flyt"-påstanden, men som ikke anslo noen tid på waste i skjemaet – ble det ikke tatt med i analysen fordi; det samsvarer dårlig hvis det har



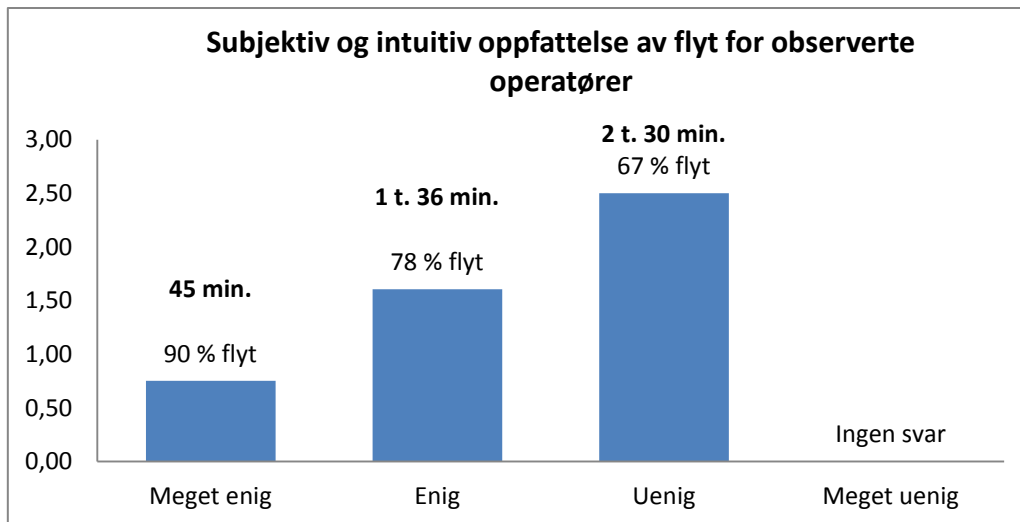
vært dårlig flyt og blitt meldt om null waste. Hvis det har vært andre faktorer som påvirker operatørens svar, har de hatt mulighet til å melde om det i "annen årsak til forsinkelse og heft". Rapportert tid i figuren baserer seg på et gjennomsnitt fra alle som har anslått tid på én eller flere typer waste. Kun de som har svart "meget enig" har blitt tatt med uavhengig om det ble meldt tid eller ikke fordi svaret "meget enig" henger sammen med liten eller ingen tid medgått til waste.



Figur 19: Stolpediagram som viser subjektiv og intuitiv oppfattelse av flyt.

Figuren viser at når operatørene sier seg meget enig i at det har vært bra flyt, blir det i gjennomsnitt meldt 28 minutter waste per person. Samme forklaring på de som har svart enig også hvor det blir meldt 2 timer og 26 minutter per person. De to siste søylene Uenig og Meget uenig er naturligvis høyere med hhv. 3 timer og 42 minutter mot 4 timer og 30 minutter. Figuren er det nærmeste man kommer en intuitiv og subjektiv vurdering fra operatørene på hva som er god og dårlig flyt i timer og minutter.

Figuren viser også flyt beregnet i prosent med samme formel som vist tidligere, men er nå basert på rapportert waste målt i tid. Tilgjengelig arbeidstid er satt til 7,5 timer, da det ble observert i to uker perioder med 8 og 7 timers arbeidsdag fratrukket matpauser/utfylling av skjema. 7,5 timer vil være gjennomsnittlig tilgjengelig arbeidstid. Det kan drøftes hvor riktig det er å anvende og inkludere selvrapportert waste i formelen, da skjemaet ikke inneholder de samme aktivitetene som et observasjonsskjema har. Observasjonsskjemaet er mer detaljert og derfor kan det stilles spørsmål ved om det er sammenlignbart.



Figur 20: Subjektiv og intuitiv oppfattelse av flyt for observerte operatører.

Figur 20 er basert på samme metode som figur 19, men gjelder nå kun operatørene som ble observert. Datagrunnlaget er betraktelig mindre, og det er blant annet ingen som sagt seg meget uenig i at det har vært god flyt. Figuren viser at resultatene avviker litt fra hva hele formannslaget mente, spesielt når de svarte enig og uenig på påstanden om god flyt.

Et eksempel på hvor subjektiv oppfattelse hver enkelt har er eksemplifisert under:

2 operatører har svar "enig" på påstanden om god flyt, men begge har meldt veldig forskjellig tid på waste.

1. Operatør 1 har sagt seg enig i at det har vært god flyt på arbeidsplassen i dag.  
Meldt waste: 1,5 timer
2. Operatør 2 har også sagt seg enig i at det har vært god flyt på arbeidsplassen i dag.  
Meldt waste: 4 timer

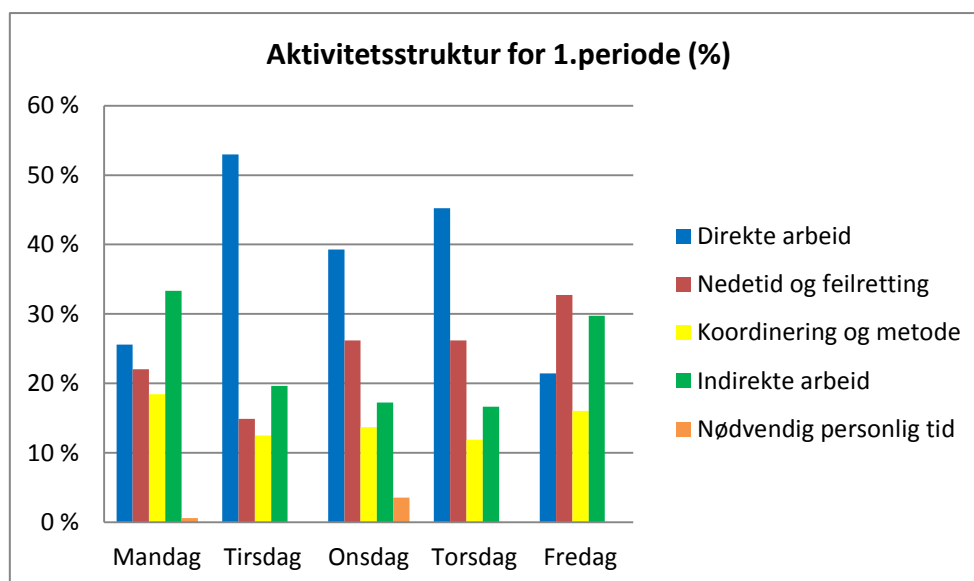
Det er en differanse på 2,5 timer med waste som skiller operatør 1 og 2 i deres syn på hva som er god flyt på arbeidsplassen. Operatøren som meldte 4 timer ligger i følge figur 19 midt mellom hva gjennomsnittet har karakterisert som dårlig og meget dårlig flyt. Det viser igjen at man har forskjellig oppfattelse av hva som er god flyt basert på erfaringer og hva man opplever som "normalt".

## 5.2 Resultater og funn fra 1.observasjonsperiode

I 1.observasjonsperiode ble to operatører fulgt i én uke og det ble registrert hvilke aktivitet(er) som ble utført hvert 5.minutt. Det er valgt å ikke bruke resultatene fra prøveperioden (torsdag 28.februar) da den var ment for å bli kjent med både operatørene og observasjonsskjemaet.

Operatørene ble fulgt fra kl. 07:00 – 15:00 og det var lunsj fra kl. 11:30-12:00. Lunsj og kaffepause går derimot ikke med i beregningene fordi det skal fokuseres på den effektive arbeidsdagen, uten avtalte pauser. Derfor vil kategorien ”nødvendig personlig tid” kun bestå av småpauser inntil 10 minutter og annen nødvendig personlig tid. De siste 20 minuttene fra kl. 14:40-15:00 hvor operatørene fylte ut selvevalueringskjemaet blir heller ikke tatt med da det ikke representerer en vanlig arbeidsdag hos Nymo.

Kategoriene for måling av flyt tar utgangspunkt i Kalsaas sin måte å kategorisere arbeidsrelaterte aktiviteter på (kapittel 2.2.3). Figur 21 viser hvordan arbeidsstrukturen var hver dag i prosent.



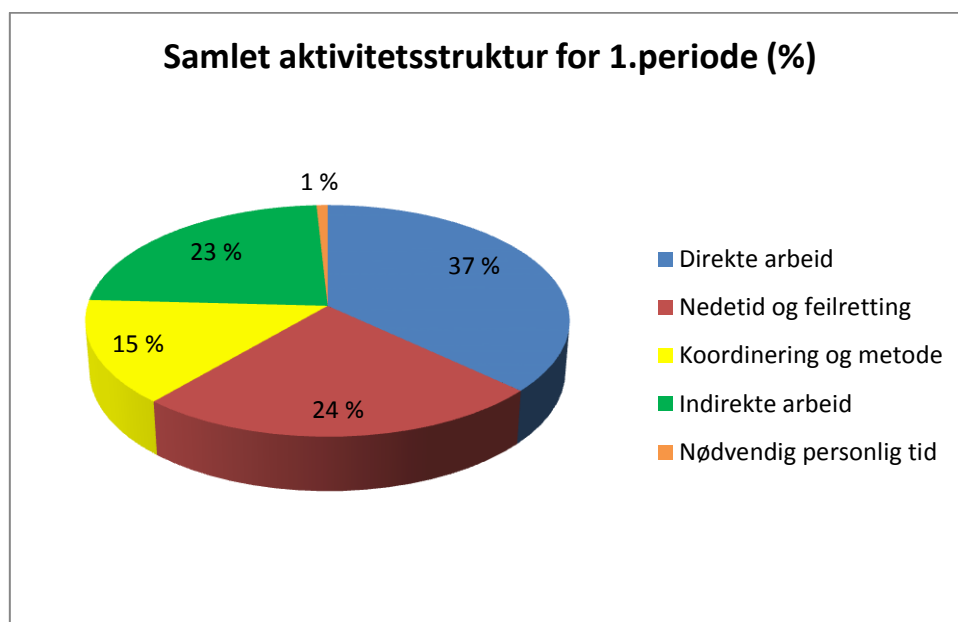
Figur 21: Aktivitetsstruktur fordelt på én arbeidsuke i 1.periode.

Figuren viser at på mandag var det relativt jevnt fordelt mellom alle aktivitetene. Det skyldes at operatørene jobbet ute på riggen, i motsetning til de andre dagene, og da er det mer variasjon i aktiviteter pga. av mer kompliserte arbeidsoppgaver. Det er også lengre vei til verktøylageret ute, enn inne i hallen.

På tirsdag er det observert mye direkte arbeid i forhold til de andre kategoriene. Inne i

produksjonshallen var det, som nevnt, kortere vei til verktøylageret og det førte også til mindre venting på at verktøyet ble hentet. I tillegg var jobben mer ensidig da det som regel ble jobbet på ett sted hele dagen. Ifølge diagrammet var det meget god flyt på tirsdagen, og det gjenspeiler seg også i selvevalueringsskjemaene fra operatørene som ble fulgt (kapittel 5.2.2). På onsdag og torsdag ble det observert totalt 4 operatører hvorav 3 var nye for observatøren. Det skyldtes at den ene operatøren var syk, og det ble derfor endring på arbeidslagene. Det kan ha vært med å skape mer variasjon i målingene pga. at hver enkelt operatør har sin subjektive forståelse av flyt. På fredag var det dårlig flyt i arbeidet, og det ble eksempelvis brukt unødvendig tid på å lete etter materialer, som de ikke fant – og til slutt måtte operatørene få en ny arbeidsoppgave fra formannen.

Figur 22 viser en oversikt over aktivitetsstrukturen for 1.periode, og er omtrent identisk med aggregert resultat fra begge perioder.

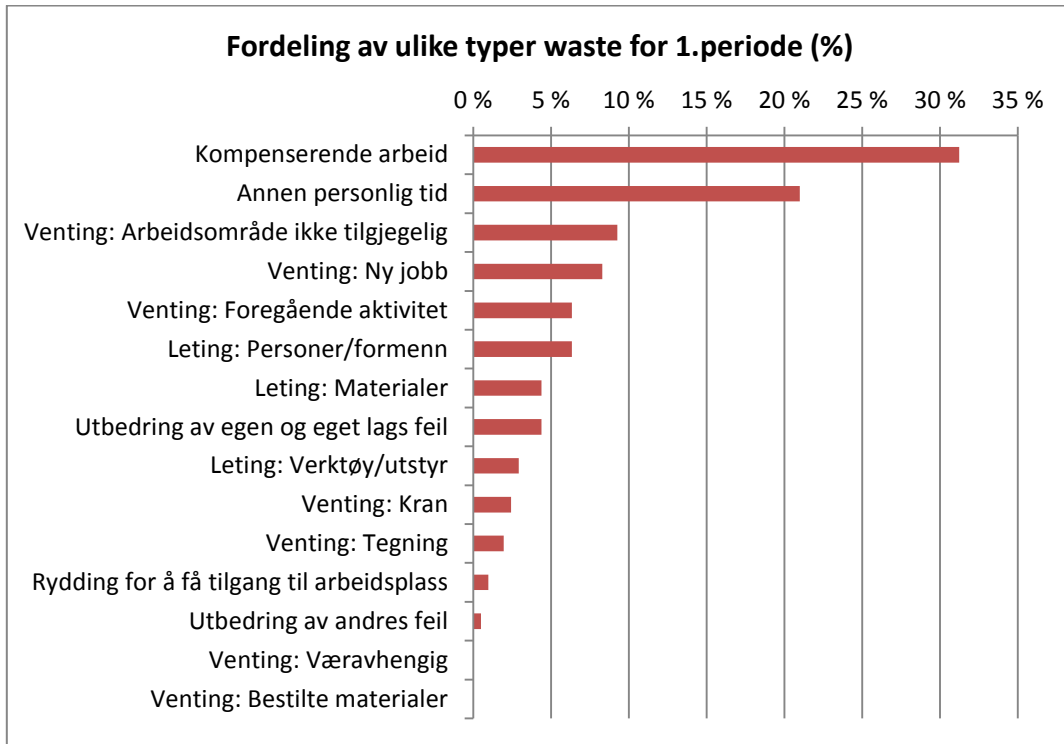


Figur 22: Samlet aktivitetsstruktur for 1.periode.

Indirekte arbeid står for 23 % av kakediagrammet, og utgjør  $\frac{1}{4}$  av arbeidsuken. Det er som tidligere nevnt mulig å relatere noen aktiviteter av indirekte arbeid til waste, som f. eks henting av materialer og unødvendig bevegelse mellom prosesser, men det vil ikke gå under observerbar waste som ifølge kakediagrammet står for 24 %.

### 5.2.1 Observert waste

For å kunne analysere de ulike formene for waste nærmere er det nødvendig å bryte opp kategorien "nedetid og feilretting".



Figur 23: Fordeling av ulike typer waste fra 1.periode.

Figur 23 viser at **kompenserende arbeid** står for 31 % av observert waste, fulgt av aktiviteten "**annen personlig tid**" med 21 %. Sammen står de for halvparten av all waste. Annen personlig tid er forklart tidligere, og kan ifølge analysen relateres til for lange lunsj- og kaffepauser og for tidlig avslutning på dagen. Kompenserende arbeid trenger å bli forklart og det ble observert fire eksempler på kompenserende arbeid:

1. Tilpassing (sliping, kutting, justering etc.) på stålplater før de monteres. Et eksempel er da operatørene brukte kran for å løfte på plass og montere et stålelement på *drill floor*<sup>25</sup>, men måtte løfte det tilbake igjen for å kutte og slipe det til, da det ikke passet (figur 24).

<sup>25</sup> Drill floor er boredekket, som er det nivået på riggen hvor alt av maskiner og utstyr for boring er plassert. Det er for øvrig det nivået hvor de operatørene som ble observert jobbet mesteparten av tiden.



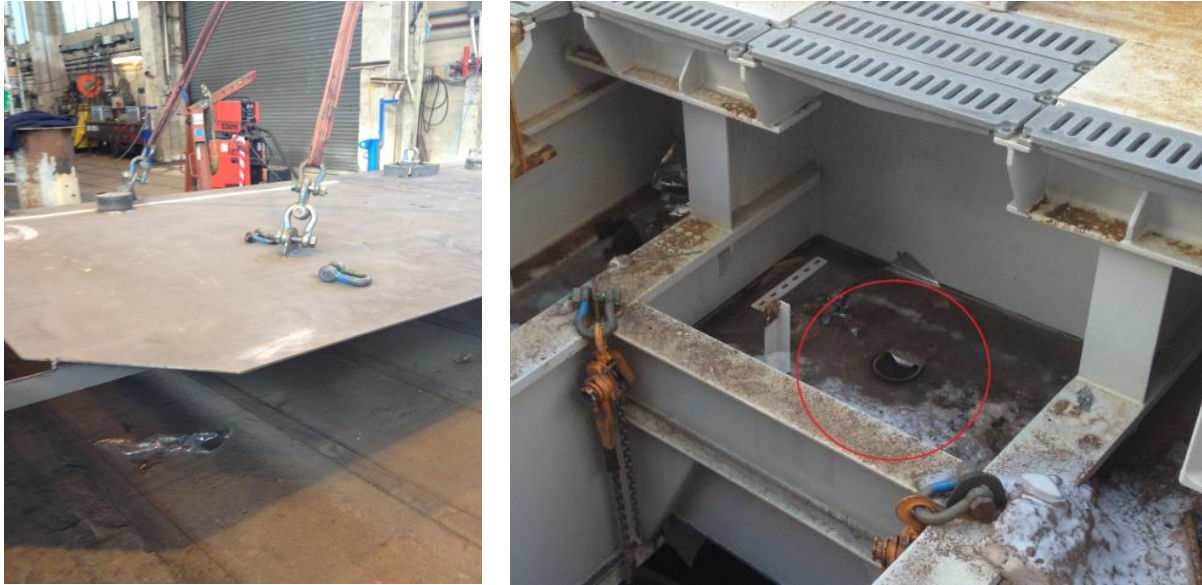
Figur 24: Til venstre: Operatør må gjøre tilpasninger på et stålelement. Til høyre: Operatørene kompenserer for manglende verktøy. En form for sløsing kalt making-do.

**2.** Operatørene skulle forsterke et løfteøre med å sveise på en stålplate, og måtte gjøre tilpasninger på platen. De hadde ikke nødvendig utstyr (skrueklemme) til å holde stålplaten på plass, så det måtte kompenseres ved at en operatør sto på platen oppe på bordet, slik at den andre operatøren kunne skjære i platen (figur 24). Dette er også en form for "making do" (kapittel 2.1.3).

**3.** Operatørene skulle heise opp et stålfak ved bruk av kran, men lasten ble skjev da kranen løftet, så de måtte hente flere sjakler<sup>26</sup> for å justere lasten så stålfaket ble løftet stabilt. Dette brukte de en del tid på da de måtte balansere lasten riktig og prøve/feile med kran i gjentatte forsøk (figur 25).

---

<sup>26</sup> Sjakkel er en type stålbøyle med løs bolt som brukes til å koble sammen last til tau, kjetting eller wire for løfting.



Figur 25: Venstre: Stålflak som blir løftet opp ved bruk av kran. Høyre: Eksempel på omarbeid som følge av for små toleranser på tegningene.

4. Et annet eksempel var da de måtte øke diameteren i et rør ment for avløpsvann på drill floor ved å slipe det. Diameteren var innenfor toleransegrensene, men måtte allikevel gjøres større for at det skulle være stort nok til å montere et rør der. Ifølge formannen kunne dette vært unngått ved å øke toleransene på diameteren, da han ikke mente det gjorde noe om *”det var litt ekstra margin å gå på”* (figur 25). Operatørene meldte også ifra om at det var liten toleranse på delene som de fikk ut, og det medførte en del tilpasninger som de mener kunne vært unngått.

## 5.2.2 Resultater fra selvevaluering

I første observasjonsuke ble det totalt samlet inn 53 selvevalueringsskjemaer fra operatørene på stå. Aggregert resultat fra de selvevalueringsskjemaene gir et grunnlag for å si hva operatørene selv mener om egen arbeidsflyt. Nedenfor er det presentert de fem største aktivitetene som operatørene mente skapte forsinkelse og heft i 1.observasjonsuke (tabell 5). Fem aktiviteter står for til sammen 74 %.

Selvevaluerte waste fra 1.periode (Topp 5)	%
<b>1) Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser</b>	<b>22</b>
<b>2) Annen årsak til forsinkelse og heft</b>	<b>18</b>
<b>3) Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer</b>	<b>13</b>
<b>4) Forutgående aktivitet var ikke riktig utført</b>	<b>11</b>
<b>5) Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig pga. annet arbeid, tilrettelegging</b>	<b>10</b>
Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig	6
Manglende eller dårlig tilpasset utstyr	5
Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene	4
Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide	4
Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du kom på jobb i dag tidlig?	3
Manglende mulighet til å melde fra om avvik/feil til nærmeste leder	2
Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser	1
Jeg følte jeg ikke hadde rett annen informasjon til å utføre jobben	0
Dårlig tilrettelagt logistikk	0
Jeg følte jeg ikke hadde rett kompetanse til å utføre jobben	0
<b>SUM</b>	<b>100</b>

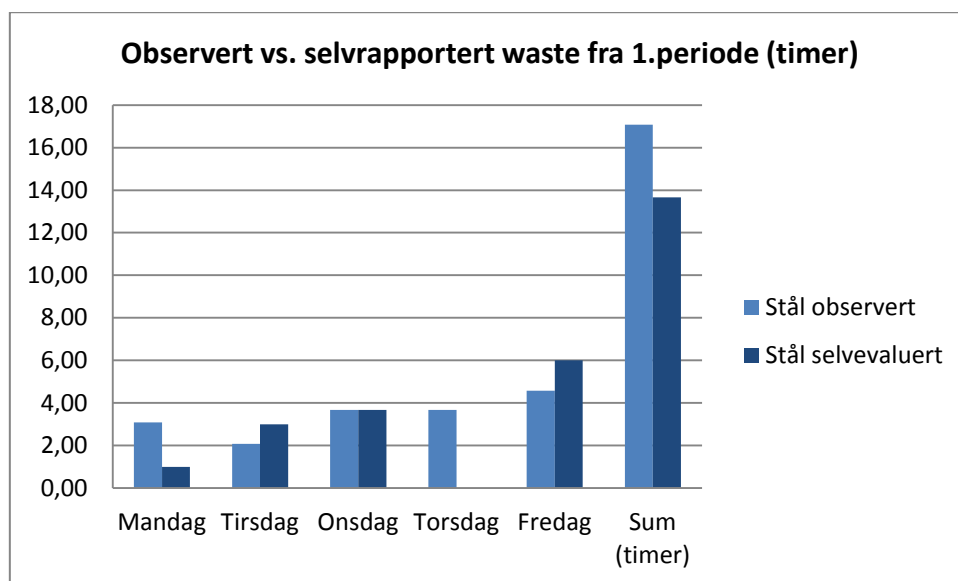
Tabell 5: Selvevaluert waste fra 1.måleperiode (topp 5).

Retting av andres feil og misforståelser utgjør 22 % av all waste som operatørene har rapportert. Et eksempel feil og misforståelser kan være feil eller manglende informasjon på arbeidstegninger og annet arbeidsunderlag. Feilretting kan også relateres til dårlig kvalitet på materialer og utstyr. Kvalitet er for øvrig en av de tre dimensjonene i begrepet flyt som ble forklart av Bølviken og Kalsaas (kapittel 2.2).

18 % skyldes "andre årsaker til forsinkelse og heft" som skjemaet ikke dekker. Men det er kan antas at kompensere arbeid fanges opp i ovennevnte kategori da kompensere arbeid kan være mye forskjellig, som forklart tidligere. Aktiviteten "annen personlig tid" ble nest størst av observerte aktiviteter, og det er som nevnt tidligere vanskelig å finne en kategori i selvevalueringsskjemaet hvor den blir fanget opp. Det antas at aktiviteten ikke blir fanget opp i stor nok grad til å relatere den til "annen årsak til forsinkelse og heft".



I figur 26 er det sammenliknet observert waste i timer med selvrapportert waste over en hel arbeidsuke. Her er det kun tatt utgangspunkt i selvrapportert data fra operatørene som ble fulgt. Summert for hele uken viser figuren at det ble observert 17 timer waste, mens det ble rapportert om 14 timer. Avviket skyldes blant annet at på torsdag ble det observert to nye operatører pga. sykdom i opprinnelig lag. Det kan ha vært medvirkende i å skape det avviket som vises, da man har subjektiv oppfattelse av flyt basert på blant annet erfaring; hvis det f. eks er helt vanlig med forsinkelser og heft på arbeidsplassen vil arbeiderne karakterisere det som "normalt", men en utenforstående vil karakterisere det som dårlig flyt basert på sin erfaring. Det kommer an på hvilken oppfattelse man har av hva som er beste praksis.



Figur 26: Sammenheng mellom selvrapportert og observert waste fra 1.periode.

Tabell 6 viser en oversikt over hele uken hvor det er tatt hensyn til tilgjengelig arbeidstid for operatørene. Tallene er i timer og representerer observert waste mot selvevaluert waste på samme måte som i figur 26. I 1.periode ble det observert 2 operatører hver dag (mandag – fredag), og de jobbet 7 timer<sup>27</sup> hver dag. Tilgjengelig arbeidstid på en hel uke blir da 7 timer x 5 dager x 2 operatører = 70 timer. I høyre kolonne i tabellen har operatørene som ble observert meldt at 20 % av deres arbeidstid går med til waste. Til sammenlikning ble det observert 24 % waste den uken. Det stemmer ganske bra med hva som ble selvevaluert hvis det også tas høyde for at det forekommer subjektiv oppfattelse av arbeidsflyt, samt at operatørene antas å ikke melde ifra om tid medgått til unødvendig personlig tid.

<sup>27</sup> Arbeidsdagen er justert for 30 minutter lunsjpause, 10 minutter kaffepause og 20 minutter koordinering.

1.observasjonsperiode								
Observert vs. selvevaluert	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Totalt	Tilgjengelig arbeidstid	Andel waste av tilgjengelig arbeidstid
Sum, meldt waste fra arbeidslaget (t)	1,00	3,00	3,67	0,00	6,00	13,67	70,00	<b>20 %</b>
Sum, observert waste (t)	3,08	2,08	3,67	3,67	4,58	17,08	70,00	<b>24 %</b>

Tabell 6: Observert waste vs. selvevaluert waste for arbeidslaget i 1.periode.

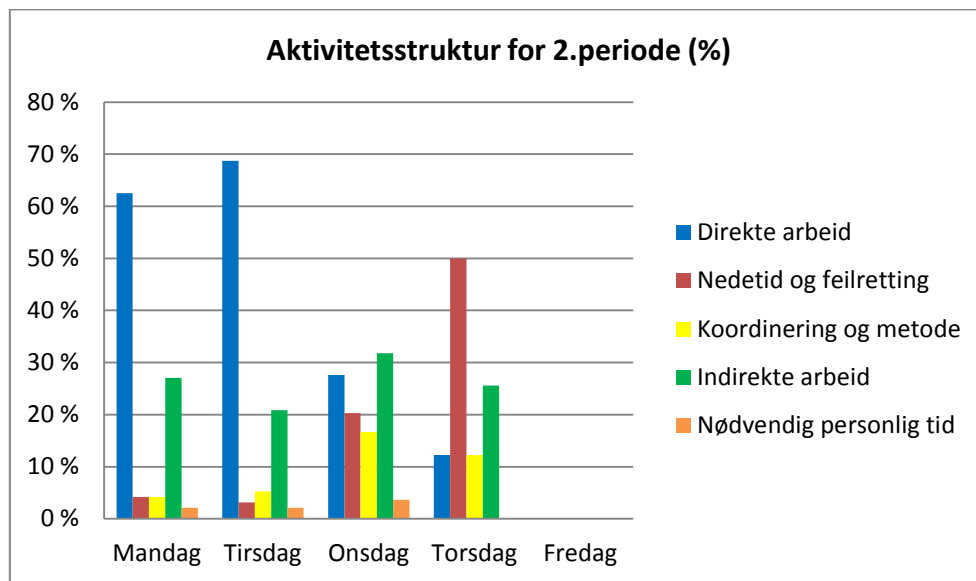
Tabell 7 er identisk med tabell 6 med unntak av at datagrunnlaget er basert på hele formannslagets rapporterte waste og ikke bare de operatørene som ble fulgt. I kolonnen "andelen waste av tilgjengelig arbeidstid" har formannslaget meldt at arbeidsuken inneholder 28 % waste. Til sammenlikning ble det observert 24 % på hele arbeidsuken. Avviket kan forklares med at i 1.observasjonsperiode utførte operatørene mye forskjellig type arbeid. Noen var ute på riggen og monterte stålplater ved hjelp av kran, mens andre var inne i fabrikkhallen og drev med kutting, brenning og sveising av stålbeiler. Normalt sett er det mer waste ute på riggen da det ofte forekommer venting på tilgjengelig arbeidsområde og leting/henting av materialer på lageret.

1.observasjonsperiode								
Observert vs. selvevaluert	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Totalt	Tilgjengelig arbeidstid	Andel waste av tilgjengelig arbeidstid
Sum, meldt waste fra formannslaget (t)	31,25	38,50	20,60	3,00	12,00	105,35	371,00	<b>28 %</b>
Sum, observert waste (t)	3,08	2,08	3,67	3,67	4,58	17,08	70,00	<b>24 %</b>

Tabell 7: Observert waste vs. selvevaluert waste for formannslaget i 1.periode.

### 5.3 Resultater og funn fra 2.observasjonsperiode

2. observasjonsperiode ble gjennomført fra mandag til torsdag (22.april – 25.april). I motsetning til 1.obsevasjonperiode ble det observert på kveldstid (kl.15:00-24:00) og derfor ble det ikke noen observasjoner på fredag da operatørene kun jobber mandag – torsdag i uker med kveldsskift. Observasjonene ble utført ute på installasjonsområdet hvor drill floor er plassert for sammenstilling. På mandag og tirsdag ble det fulgt én operatør, og på onsdag /torsdag ble det fulgt to operatører fordi den første operatøren startet litt senere på jobb.



Figur 27: Aktivitetsstruktur fordelt på én arbeidsuke i 2.periode.

Figur 27 viser at mandag og tirsdag skiller seg ut med tanke på andelen av direkte arbeid kontra nedetid og feilretting. Det ble registrert minimalt med waste disse to dagene, og flyten i arbeidet var veldig god. Som nevnt var det én operatør som ble fulgt, og det fører til at det blir mye mindre venting på foregående aktivitet eller venting på ny jobb, som kan forekomme ofte hvis det er to eller flere som jobber sammen. Også; jobben som ble utført var ikke veldig kompleks, da den gikk ut på å montere paneler på drill floor (figur 28) ved å stå i liften og feste panelene med skruer.



Figur 28: Montering av paneler/vindvegger på riggen.

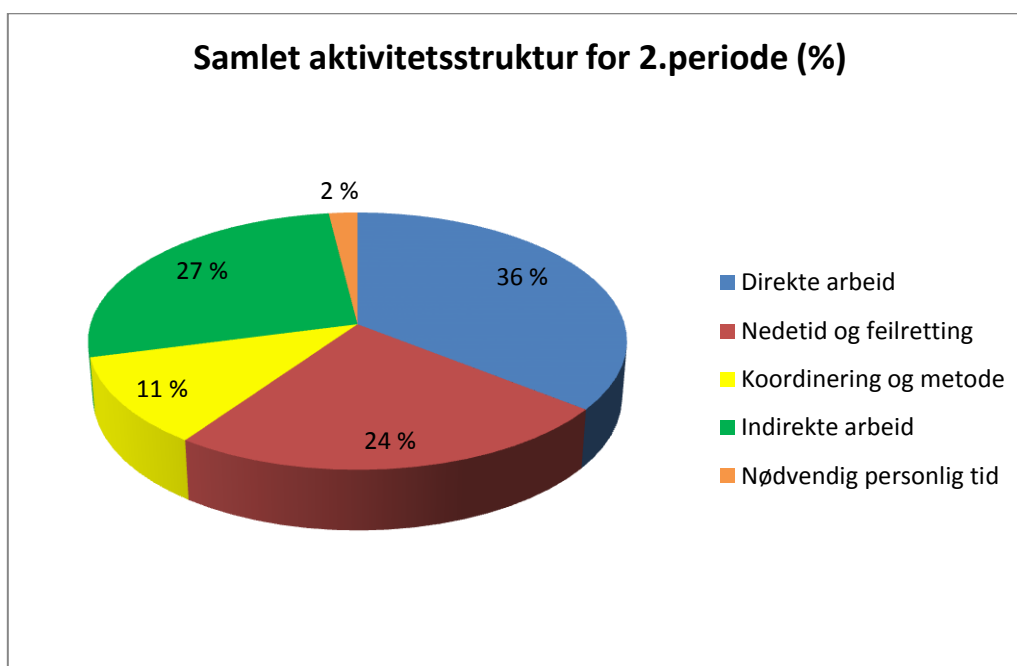
På onsdag og torsdag ble det observert to nye operatører og de fikk arbeidsoppgaver som krevde mer samarbeid. Det ble registrert mye venting på foregående aktivitet og i kategorien "arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller manglende stillas". Et eksempel som kan trekkes frem er da operatørene skulle utføre en ny jobb, men måtte fjerne oppsatt stillas fordi det blokkerte for arbeidsområdet. På det meste ble det observert 5 operatører (inkludert de som ble fulgt) i arbeid med å fjerne stillaset. Slike tiltak er et godt eksempel på begrepet "brannslukking" som henviser til at problemet løses raskt men bare midlertidig ved å sette inn i overkant mye ressurser. Men selve rotårsaken, som i dette tilfellet tyder på å være manglende koordinering mellom arbeidslag, forble uløst og vil dermed føre til lignende problemer i fremtiden.

Det gikk også med mye tid til feilretting og kompenserende arbeid, spesielt på torsdag. Blant annet var det et stålfeste som var feilmontert, og som måtte roteres og flyttes 300 mm. (figur 29). Feilen var begått av et annet arbeidslag og førte til over 3 timer med feilretting.



Figur 29: Retting av andres feil.

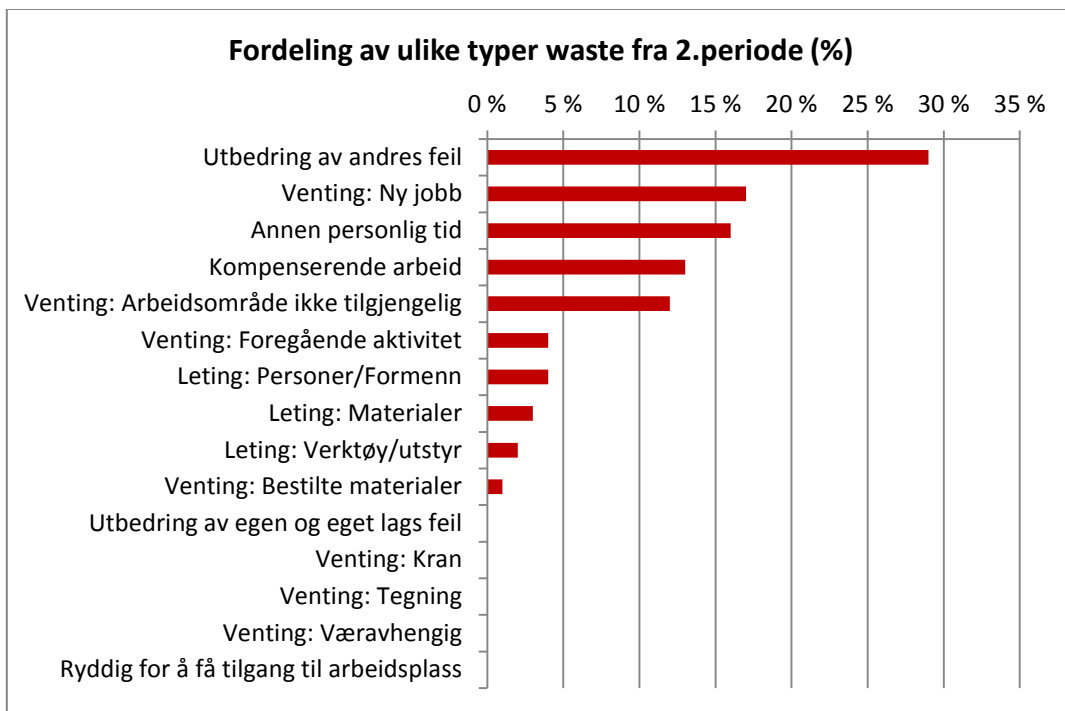
Totalt kakediagram (figur 30) for hele uken viser omtrent en helt identisk arbeidsfordeling som i 1.observasjonsperiode. Den største forskjellen er at det har blitt brukt mer tid på indirekte arbeid og mindre tid på koordinering. Det skyldes at operatørene jobbet ute i 2.observasjonsperiode, som fører til lengre vei til verktøylageret og større behov for å hente verktøy/utstyr, da arbeidet er mer variert ute på installasjonsområdet på drill floor.



Figur 30: Samlet aktivitetsstruktur for 2.periode.

### 5.3.1 Observert waste

I figur 31 er det igjen presentert en fordeling av ulike typer waste som ble registrert under rødt kategori: nedetid og feilretting. Det er spesielt 5 aktiviteter som utmerker seg. "Utbedring av andres feil" står for 29 % av alle observert waste, mens "venting: ny jobb", "annen personlig tid" "kompenserende arbeid" og "venting: arbeidsområdet ikke tilgjengelig" står for henholdsvis 17 %, 16 %, 13 % og 12 %. Til sammenlikning med tilsvarende figur fra 1.observasjonsperiode er det fire kategorier som går igjen.



Figur 31: Fordeling av ulike typer waste fra 2.periode.

Kompenserende arbeid er allerede forklart i kapittel 5.2.1, men venting på ny jobb og tilgang til arbeidsområdet kan eksemplifiseres: Når to operatører jobber sammen, kan det forekomme venting på å få en ny jobb ved at den ene utfører et arbeid som ikke er beregnet på to stykker, som f. eks ved at en operatør utfører et arbeid i liften som bare har plass til én – som fører til at den andre operatøren må vente. Det vil også forekomme en god del venting når en av operatørene må hente nødvendig verktøy eller materialer på lageret. Venting på tilgjengelig arbeidsområde forekommer også ved at det må fjernes stillas/hindringer før jobben kan påbegynnes, eller ved at en operatør utfører et arbeid som må bli ferdig før man kan slippe til.

### 5.3.2 Resultater fra selvevaluering

I 2.observasjonsperiode ble det samlet inn 38 selvevalueringsskjemaer. Til sammenlikning ble det samlet inn 53 skjemaer i 1.observasjonsperiode. Som nevnt tidligere, skyldtes det at mange operatører hadde blitt satt til å jobbe i Eydehavn med et annet prosjekt, og derfor var det færre igjen i Vikkilen til å fylle ut skjemaene.

Tabell 8 viser en oversikt over alle typer waste som formannslaget hadde mulighet til å melde om. For 2.observasjonsperiode utgjør de 5 største kategoriene 86 % av all waste som ble meldt inn. "Arbeidsområde var ikke tilgjengelig pga. annet arbeid, tilrettelegging" står for hele 43 % (!). Operatørene som ble fulgt brukte blant annet tid på å fjerne stillas som blokkerte for arbeidsområde. De observerte operatørene brukte også tid på å rette opp feil fra andre arbeidslag, og ut ifra tabellen kan man se at det går igjen for hele formannslaget. I noe grad ble det observert at forutgående aktivitet ikke var ferdig i tide eller riktig utført, og det var som regel relatert til at det var to som jobbet sammen, hvor den ene operatøren måtte vente på at forutgående aktivitet måtte bli ferdig før han kunne påbegynne en ny. Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer er igjen representert på topp 5. Tilbakemeldingene fra operatørene er at det mangler mye verktøy på lageret som f. eks bor og oljekjekker.

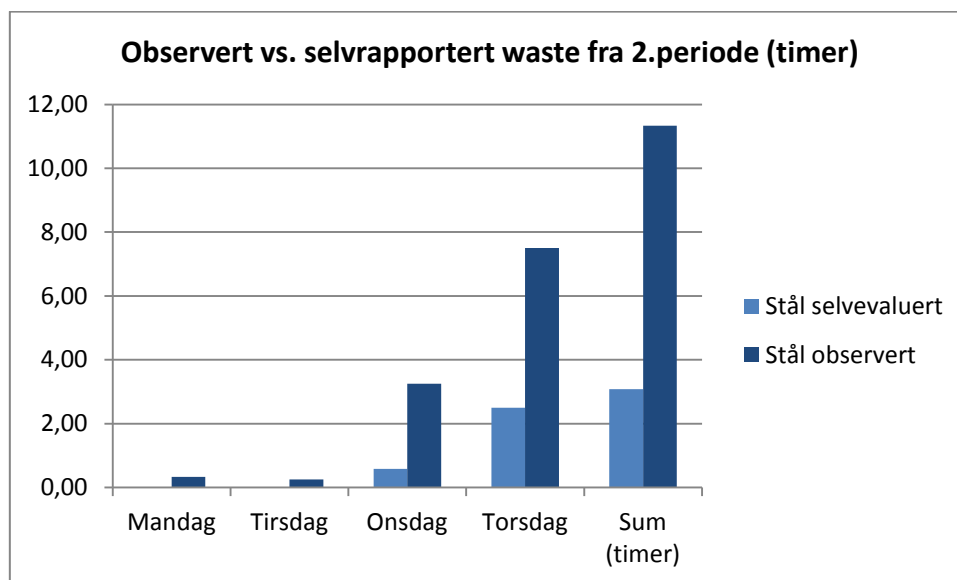
Selvevaluerte waste fra 2.periode (Topp 5)	%
<b>1) Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig pga. annet arbeid, tilrettelegging</b>	<b>43</b>
<b>2) Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser</b>	<b>19</b>
<b>3) Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide</b>	<b>9</b>
<b>4) Forutgående aktivitet var ikke riktig utført</b>	<b>9</b>
<b>5) Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer</b>	<b>6</b>
Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene	6
Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig	5
Jeg følte jeg ikke hadde rett annen informasjon til å utføre jobben	2
Annen årsak til forsinkelse og heft	0
Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du kom på jobb i dag tidlig?	0
Manglende mulighet til å melde fra om avvik/feil til nærmeste leder	0
Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser	0
Dårlig tilrettelagt logistikk	0
Jeg følte jeg ikke hadde rett kompetanse til å utføre jobben	0
<b>SUM</b>	<b>100</b>

Tabell 8: Selvevaluert waste fra 2.måleperiode (topp 5).

Observert vs. selvrapportert waste kan sees i figur 32. Det ble et større avvik i 2.periode enn i 1.periode, men det vil forklares under. Figuren viser at det ble observert 11 timer waste



mot 3 timer selvevaluert. Avviket på 8 timer skyldes at én av operatørene ikke anslo hvor mye tid som hadde gått med til waste, selv om han svarte ja på at det hadde vært flere typer waste. Samme operatør var også involvert i jobben med å rette opp det feilmonterte stålfeste som krevde over 3 timer med feilretting. En annen årsak vil være tiden før - og etter lunsjpauser hvor de går for tidlig til lunsj og sitter for lenge. Én av operatørene gikk også 20 minutter før både lunsj og kaffepause for å gjøre klar kaffe, og det ble registrert som waste i samråd med veileder. Slike typer aktiviteter vil naturligvis ikke oppfattes som waste av operatørene selv. Nevnte eksempler forklarer i stor grad avviket i figuren.



Figur 32: Sammenheng mellom selvrapportert og observert waste fra 2.periode.

Det vil fremdeles være et avvik i observert waste mot selvrapportert waste og det kan ha med at observatør og operatør har forskjellig oppfattelse av hva som er god flyt i arbeidet. Som nevnt tidligere, vil det være subjektive vurderinger på hva som er normalt og ikke normalt basert på erfaringer.

I tabell 9 er det igjen presentert en oversikt over observert vs. selvevaluert waste basert på tilgjengelig arbeidstid, men nå for 2.periode. Det ble kun observert én operatør mandag og tirsdag. Fredag var det fri. Det fører til at tilgjengelig arbeidstid kun er på 47 timer og til sammenlikning var det 70 timer i 1.observasjonsperiode. Kolonnen til høyre viser at av tilgjengelig arbeidstid, består 7 % av waste, ifølge operatørene. Til sammenlikning ble det observert 24 % waste av tilgjengelig arbeidstid. Årsaken til avviket er allerede nevnt tidligere.



2.observasjonsperiode								
Observert vs. selvevaluert	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Totalt	Tilgjengelig arbeidstid	Andel waste av tilgjengelig arbeidstid
Sum, meldt waste fra arbeidslaget (t)	0,00	0,00	0,58	2,50		3,08	47,00	<b>7 %</b>
Sum, observert waste (t)	0,33	0,25	3,25	7,50		11,33	47,00	<b>24 %</b>

Tabell 9: Observert waste vs. selvevaluert waste for arbeidslaget i 2.periode.

Samme fremgangsmåte er brukt i tabell 10, men nå sammenliknes det mot meldt waste for hele formannslaget. Spesielt på mandag og tirsdag kommer det frem at det var atskillig mer forsinkelse og heft for hele formannslaget, og at operatøren som ble fulgt var et positivt unntak. Hele formannslaget mener at 7 % av arbeidsuken går med til waste.

Det er verdt å merke seg at operatørene som ble observert står for 11,33 timer waste av totalt 21,08 timer som er meldt inn. En årsak kan være at de jobbet nesten alene ute på riggen, mens de på formannslaget jobbet inne i fabrikkhallen. Jo færre operatører som jobber på et arbeidssted, desto mindre er sannsynligheten for at man må vente på kran, tilgjengelig arbeidsområde og verktøy. En annen årsak kan være at de operatørene som ble fulgt la mer innsats i å fylle ut selvevalueringskjema ordentlig.

2.observasjonsperiode								
Observert vs. selvevaluert	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Totalt	Tilgjengelig arbeidstid	Andel waste av tilgjengelig arbeidstid
Sum, meldt waste fra formannslaget (t)	4,25	7,75	6,58	2,50		21,08	299,50	<b>7 %</b>
Sum, observert waste (t)	0,33	0,25	3,25	7,50		11,33	47,00	<b>24 %</b>

Tabell 10: Observert waste vs. selvevaluert waste for formannslaget i 2.periode.

## 5.4 Etterprøving av ukeplaner

Hvis det er mye aktiviteter relatert til waste i arbeidet vil det kunne påvirke prosjektets fremdrift. En måte å se nærmere på det, er å se på planlegging og gjennomføring av aktivitetene.

Nymo bruker nivå 5-planer som går detaljert ned på hvilke arbeidsoppgaver og aktiviteter som skal utføres. Aktivitetene blir blant annet beskrevet med tegningsnummer, fremdrift i %, planlagt start- og sluttdato (figur 33). På Nymo blir nivå 5-planene behandlet av planlegger og formann på stålavdelingen som 2-ukersplaner.

Drawing no	Activity Name	Planned Hours	% Complete	Original Duration	Start	Finish	2013		
							February		M
							11	18	25
<b>Total</b>		4140	23.66%	111	21-Sep-12	04-Jun-13			
<b>A2- Drillfloor Sect. 2</b>		4140	23.66%	111	21-Sep-12	04-Jun-13			
<b>K Material Kutting</b>		29	3.45%	19	11-Feb-...	07-Mar-13			
NM-2099-01	Rev.01 Matr.Kutte. Power Slips Control Units, Drillfloor	3	10%	6	11-Feb-...	21-Feb-13			
NM-2075-04	Matr.Kutte. Ladder Emergency Upper Platform from DC.	5	10%	6	18-Feb-...	21-Feb-13			

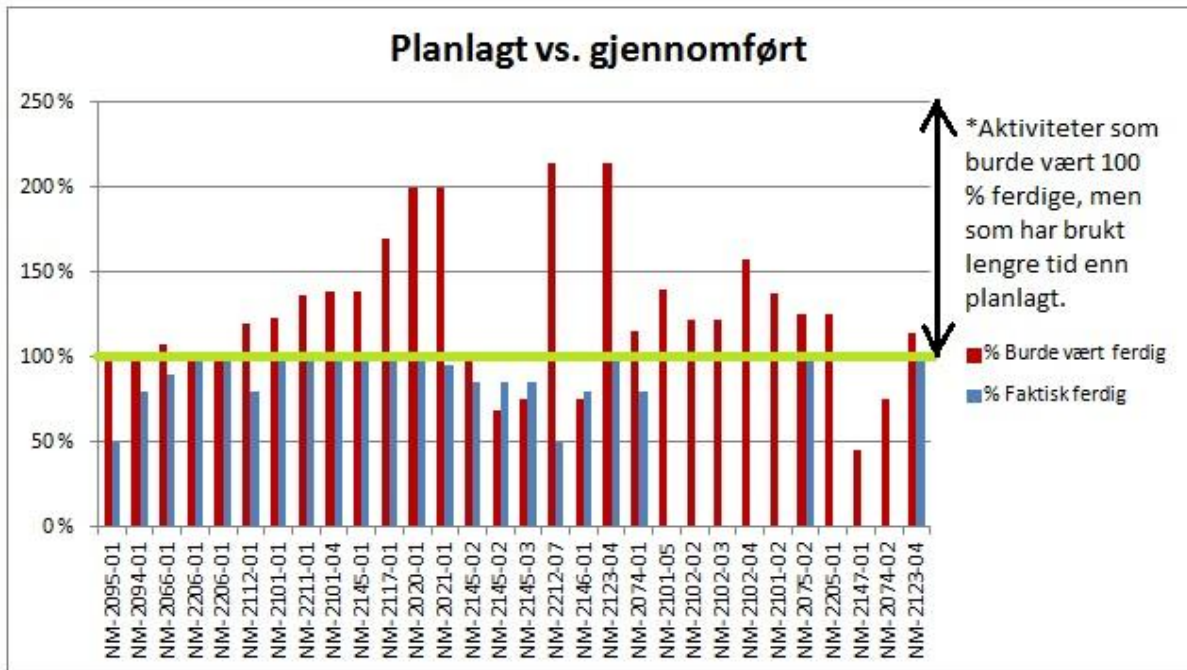
Figur 33: Eksempel på nivå 5-plan.

Det ble sammenliknet to nivå 5-planer som omhandlet perioden før og etter 1.observasjonsperiode for å kunne sammenlinke planlagt fremdrift mot hva som faktisk ble gjennomført. Sammenlikningen mellom hva som ble planlagt og gjennomført er gjort ved å se på hvor mange dager som har medgått til aktiviteten og dividere det på hvor mange dager som ble planlagt å bruke. Det ga antall prosent av aktiviteten som burde vært utført, og deretter ble det sammenlinket opp mot faktisk fremdrift som kom frem i den nye nivå-5 planen, som ble gitt ut uken etter 1.observasjonsperiode (tabell 11). Medgåtte dager er dager som er medgått fra aktivitetens startdato og til 8.mars, som var siste dag i 1.observasjonsperiode, men også siste måling før ny 2-ukersplan ble utgitt.

Tegningsnr.	Start	Uke 10	Slutt	Start - Slutt	Medgåtte dager	% Burde vært ferdig	% Faktisk ferdig
NM-2095-01	21.sep	08.mar	06.mar	166	168	101 %	50 %
NM-2094-01	28.sep	08.mar	04.mar	157	161	103 %	80 %

Tabell 11: Eksempel på hvordan nivå 5-planen etterprøves.

Figur 34 viser en oversikt over alle aktivitetene i installasjonsarbeidet som platearbeiderne pådrev i løpet av perioden 25.februar til 8.mars 2013. Tegningsnumrene<sup>28</sup> er i kronologisk rekkefølge med hensyn på når aktiviteten startet opp. Aktiviteten helt til venstre ble påbegynt 21.september 2012, mens aktiviteten helt til høyre ble påbegynt 28.februar 2013.



Figur 34: Sammenlikning mellom planlagte aktiviteter og gjennomførte aktiviteter.

Figuren gir uttrykk for at aktiviteter som blir planlagt, sjelden blir gjennomført etter planen. Grønn linje representerer det tidspunktet hvor aktiviteten er 100 % ferdig i henhold til planlagt sluttdato. Aktiviteter som går over den grønne streken er også 100 % ferdig, men det er brukt lenger tid enn planlagt på å utføre jobben. Noen av aktivitetene i figuren har likt tegningsnummer men forskjellig %, og det kan forklares med at enkelte oppgaver er like, men utføres forskjellige steder som f. eks NM 2206-01, hvor det ble montert samme type rekkverk men på forskjellig sted på drill floor. Også; aktiviteter som bare viser rød søyle indikerer at aktiviteten ikke har startet enda, men at den burde ha startet.

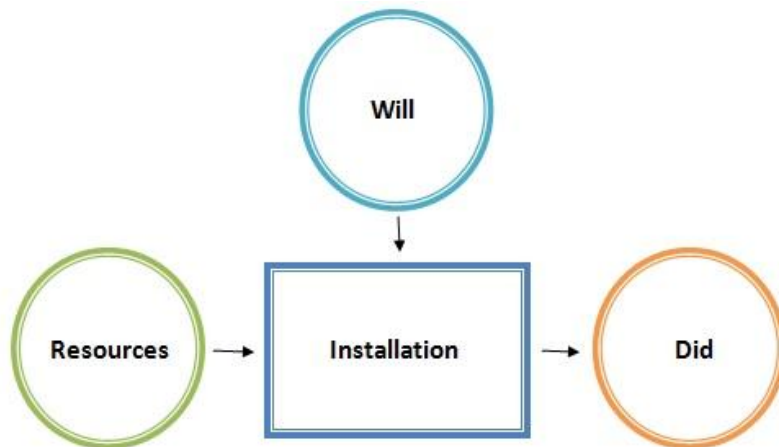
Måten aktivitetene blir presentert i figuren er forskjellig fra tradisjonell metode, som vist i kapittel 2.1.4 hvor antall aktiviteter er listet på y-aksen og PPC er regnet ut på motstående akse. Hvis tradisjonell metode hadde blitt brukt, hadde figuren bare bestått av én søyle som representerte alle 30 aktiviteter. Med tanke på at datagrunnlaget fra nivå 5-planene ikke er

<sup>28</sup> Tegningsnummer som Nymo anvender som f. eks NM-2095-01 betyr følgende: N er kode for stål, M er kode for arbeidsunderlag. Det første tallet i 2095 står for seksjon (2 = drill floor). De siste tallene er underordnede.

veldig stort og at det kun ble etterprøvd i en kort periode ble det valgt å presentere hver enkelt aktivitet for seg, for å få et bedre og mer detaljert bilde over planlagte aktiviteter vs. gjennomførte. Det kan kritiseres hvorvidt datagrunnlaget er tilstrekkelig nok til å generalisere en tendens i planleggingsarbeidet hos Nymo.

Ut fra figuren kan det regnes ut en PPU-faktor (prosent planlagt utført) som beskriver korrelasjonen mellom hva som ble planlagt og utført. Det gjøres ved å ta antallet aktiviteter som er fullført i henhold til planen og dividere på totalt antall planlagte aktiviteter. Aktivitet NM 2123-4 og 2075-02 regnes som fullført i henhold til planen, da det gikk 3 dager mellom planlagt sluttdato til ny plan kom ut som bekreftet progresjonen. Med andre ord så vites det ikke hvilke av de tre dagene aktiviteten ble ferdig. Uansett er det snakk om såpass få dager at det vil være liten nytte i å problematisere det.

PPU for figuren er regnet ut til å være på **23 %**. Syv aktiviteter var utført i henhold til planen, og totalt var det 30 planlagte aktiviteter. 23 % er en lav PPU, og indikerer at det ligger et stort potensial i å forbedre planlegging og utførelse av aktiviteter. Men som Kalsaas, Skaar & Thorstensen (2010) nevner; *PPU må imidlertid benyttes med forsiktighet, da den er enkel å manipulere og gir lite rom for nyanser, for eksempel i forhold til grad av ferdigstilling for en oppgave. Indikatoren er mest egnet til intern bruk av formann, bas og lag som del av en systematisk lære- og forbedringsprosess gjennom å analysere årsak til avvik i planen. Slik sett er årsakene til avvik viktig, ikke PPU, for om mulig å gjøre noe med årsakene ved senere planlegging (Kalsaas, Skaar & Thorstensen 2010, s.25).*



Figur 35: Utdrag fra Last Planner system. Modifisert figur med opprinnelse fra Ballard (2000), s. 3-15.

Forsinkelser og heft i arbeidet fører til at tidsfristen ikke blir overholdt, og det brukes lengre tid enn planlagt – noe som ofte kan føre til ”brannslukking”, ujevn bruk av ressurser og i verste fall; at hele prosjektet blir forsinket. Figur 35 viser en forenklet utgave av hvordan Last Planner System (LPS) fungerer. Den lyseblå sirkelen representerer de planlagte aktivitetene, den grønne sirkelen representerer ressursene (bemanning, utstyr, osv.) som legges til rette for å utføre aktiviteten(e), det blå rektangelet representerer arbeidet som blir gjort, og den oransje sirkelen viser hva som faktisk ble gjort i henhold til planen. Figuren beskriver godt hvor viktig det er å legge til rette for sunne aktiviteter for å unngå unødvendig forsinkelse og heft som fører til at ting ikke blir gjort (oransje sirkel) i henhold til planen (blå sirkel).

Med tanke på at svært få av de planlagte aktivitetene hos Nymo ble gjennomført i henhold til planen, er det grunn til å spørre om hvorfor det gikk slik. I kapittel 2.1.4 ble det nevnt mulige årsaker til hvorfor planene ikke ble fulgt basert på Ballard sin tankegang. Det som er lettest å peke på er den type waste som har blitt observert i løpet av observasjonsperiodene. En av årsakene som ble nevnt av Ballard er designfeil eller leverandørfeil, og det kan kobles opp mot observerte resultater samt resultater fra selvevaluering. Spørsmålet ” Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser” fikk størst oppslutning (22 %) fra operatørene som rapporterte waste i 1.periode. I samråd med operatørene kom det frem at det ofte var feil på arbeidsunderlag, og at det ofte kan spores tilbake til leverandører.

Et annet punkt som kan knyttes til observasjoner er punktet som omfatter endring i prioritet. Brannslukking ble observert relativt ofte på byggeplassen, og det førte til skjev fordeling av ressurser. Svikt i koordinering av felles ressurser nevnes også av Ballard som årsak til avvik i

planene. Ut ifra observasjons og tilbakemelding fra operatørene er det mye som skyldes svikt i koordineringsarbeidet. Kategoriene "arbeidsområdet ikke tilgjengelig" og "venting på ny jobb" kan knyttes til koordinering, og utgjør til sammen over 20 % av observert waste. Det oppleves også at mangel på nødvendig utstyr forårsaker en god del nedetid. Totalt sett hendte det ofte at de 7 forutsetningene for en sunn aktivitet ikke var tilstede før arbeidet begynte.

## 6 Konklusjon

Analyse av innsamlede data og bruk av relevant teori har gjort det mulig å svare på problemstillingen som ble stilt i innledningen til oppgaven. Problemstillingen lyder som følger: *Hvordan kan waste og arbeidsflyt måles som et ledd i en strategi for kontinuerlig forbedring?*

Det er to metoder som har blitt testet ut for å svare på ovennevnte problemstilling.

- Observasjon av operatører
- Selvevalueringskjema

Samtidig har det også blitt etterprøvd nivå 5-planer for å se på sammenhengen mellom planlagte aktiviteter og gjennomførte aktiviteter.

### Observasjon

Observasjonsstudiet som ble gjennomført ga detaljerte data om hva operatørene brukte arbeidstiden på, da det ble foretatt målinger hvert 5. minutt. Det oppleves at observasjonsskjemaet med 31 aktiviteter ga en naturlig spredning av alle aktivitetene som foregår på en byggeplass, og dermed ga et detaljert og riktig bilde av hvordan arbeidsdagen hos Nymo var. Totalt aggregert kakediagram fra begge perioder viser et realistisk bilde av arbeidsstrukturen, noe som også ble bekreftet av operatører og formenn på erfaringsmøtene. Velkjente problemstillinger som er knyttet til venting på tilgjengelig arbeidssted, leting etter materialer/utstyr, og personlig tid knyttet til for lange pauser ble belyst og dokumentert gjennom observasjonen. Det gir grunnlag for å gripe tak i problemene, og rette fokus mot de områdene som har størst forbedringspotensial. Ved å bruke vedlagt datagrunnlag fra observasjonen kan Nymo danne et utgangspunkt for en kontinuerlig forbedringsprosess ved å sammenlikne fremtidige målinger med hva som ble målt i dette prosjektet.

Observasjonen gir som nevnt et meget detaljert bilde av arbeidsdagen, men det oppleves en litt skjev fordeling av hvilke kategorier som fikk mest detaljert informasjon. Kategoriene som omhandlet leting og venting ble representert på observasjonsskjemaet i til sammen 10 aktiviteter. Kompenserende arbeid, som ble den aktiviteten med størst prosentandel (24 %), hadde ingen underkategorier, og kunne med fordel vært delt opp i flere aktiviteter, eller blitt definert tydeligere. Som beskrevet i analysen er det flere typer kompenserende arbeid, og

det kan stilles spørsmål om det er riktig å registrere noen typer kompensierende arbeid som waste. Noen aktiviteter som f. eks tilpassing og sliping av stålplater før montering, kan betraktes å være såpass vanlig og unngåelig at det kan regnes som direkte arbeid, men igjen er det en syltynn grense mellom hva som må gjøres, og hva som kunne vært unngått.

Alle kategorier relatert til waste på skjemaet blir regnet som å være observerbar waste, men det er også verdt å nevne waste som skjuler seg i indirekte arbeid, som f. eks unødvendig bevegelse mellom arbeidsstedet. Det kan konkluderes med at det ligger en god del waste i det indirekte arbeidet som ble observert på Nymo. Operatørene brukte mye tid på å gå frem og tilbake til lageret for å hente materialer, og bevegelse generelt sto for en høy andel av indirekte arbeid. Så kan man spørre seg; hvordan kan man redusere all tiden som går med til henting av materialer og bevegelse mellom arbeidssteder, for det skapes ikke noe verdi for bedriften eller kunden i å bevege seg fra A til B eller å hente materialer.

Observasjonsskjemaet gjør det mulig å fange opp denne type waste til en viss grad gjennom å kategorisere indirekte arbeid, og resultatene bør ikke undervurderes i en strategi for kontinuerlig forbedringsarbeid.

Som nevnt, gir observasjonsskjemaet et meget detaljert bilde av hvordan arbeidsdagen har foregått, og det gir dermed en god måte å måle waste og arbeidsflyt på. Det er mulig å bryte opp andelen waste i mindre aktiviteter, og man kan knytte aktivitetene opp til tidspunkter på dagen, som det eksempelvis ble gjort med kategorien "annen personlig tid" for å finne ut at lunsj og kaffepausene genererte mest waste. En hake med observasjon er at det er meget tidkrevendes å observere gjennom en hel arbeidsdag på normalt 8 timer, og helst over flere uker for å generere et solid og pålitelig datagrunnlag. Det er også begrensning på hvor mange som kan observeres av gangen, og det ble erfart at 2 operatører var akkurat passe, forutsatt at de jobber sammen og ikke på forskjellige arbeidssteder.

### **Selvevaluering**

Selvevalueringsskjemaene som ble delt ut til operatørene i begge periodene ga interessante resultater basert på subjektiv og intuitiv vurdering av flyt i arbeidsdagen, og skjemaet fanger også opp de syv formene for sløsing som er beskrevet i teorien.

Fordelen med å bruke selvalueringsskjemaet til å måle arbeidsflyt er at det enkelt kan distribueres til et helt formannslag, og vil derfor gi et bredere datagrunnlag som kan



generaliseres. Og i motsetning til en observasjonsstudie, hvor en utenforstående observerer, vil et selvevalueringsskjema gi operatørene, som er best skikket til å kjenne prosessene og problemene, muligheten til å melde fra om sine erfaringer. Samtidig vil påstanden "I dag har arbeidet hatt god flyt" fange opp operatørenes subjektive og intuitive vurdering av flyt ved å knytte svarene til tiden som ble angitt. Det vil ikke være mulig gjennom et observasjonsskjema.

Ulempen ved et selvevalueringsskjema er at dataene ikke blir like detaljerte som ved en observasjonsstudie som fanger opp aktiviteter hvert 5. minutt. En annen hake er at skjemaet høyst sannsynlig ikke fanger opp annen personlig tid, som f. eks for lange pauser, da operatørene antageligvis ikke er bevisste på det, eller fordi de ikke vil melde ifra om den type waste da det påfører et negativt fokus på deres rutiner. Det fører til at man går glipp av en type sløsing som utgjorde 19 % (nest størst) av observert waste. Men på en annen side er det ikke gjennom mat- og lunsjpausene at det største fokuset bør ligge for å forbedre flyt i arbeidet. Allikevel er det til ettertanke at såpass mye tid går med til unødvendig lange pauser.

For at selvevalueringsskjemaet skal være pålitelig nok og gi tilstrekkelig med informasjon, er det helt nødvendig at operatørene får grundig opplæring i hvordan de skal fylle ut skjemaet. Det bør ikke være tvil om noen spørsmål som blir stilt, og det må understrekes hvor viktig det er å angi tid hvis man krysser av for waste. I analysen kom det frem at 75 % av alle som meldte waste, også anslo tid, mens kun 53 % gjorde det samme i 2. periode. Det vil si at hhv. 25 % og 47 % av operatørene ikke ble tatt med i sammenlikningsgrunnlaget pga. manglende informasjon om hvor mye tid med waste som gikk med.

I tillegg til å gi operatørene nødvendig opplæring, må det også foreligge en viss motivasjon og et engasjement til grunn for å være med å bidra i en felles læringsprosess. Det er viktig at operatørene forstår at det ikke handler om å legge skyld på noen, men heller å løse de problemene som skaper frustrasjon og heft i det daglige arbeidet. Hvis ovennevnte kriterier ligger til grunn er selvevalueringsskjemaet en god måte til å måle arbeidsflyt på gjennom subjektiv og intuitiv vurdering fra operatørene.

## **Korrelasjon mellom observert og selvevaluert**

Resultatene i analysen viser at observasjons- og selvevalueringskjemaet har en relativt lik arbeidsflyt, hvis det tas høyde for avvikene som er begrunnet:

- 1.periode: Det ble observert 24 % waste av tilgjengelig arbeidstid.  
Operatørene som ble fulgt, meldte 20 % waste av tilgjengelig arbeidstid.
- 2.periode: Det ble observert 24 % waste av tilgjengelig arbeidstid.  
Operatørene som ble fulgt, meldte 7 % waste av tilgjengelig arbeidstid.

Avviket for 2.periode skiller seg klart ut, men er forklart i analysen hvor det pekes på at en av operatørene som ble fulgt ikke meldte waste med tid og det gir et spesielt stort avvik når samme operatør var innblandet i mest. Dessuten ble det observert flere unødvendige lange pauser, og som nevnt tidligere vil ikke selvevalueringskjemaet fange det opp.

## **Etterprøving av nivå 5-planer**

Nivå 5-planene ble etterprøvd og tendensen er klar: planlagte aktiviteter blir sjelden gjennomført i henhold til planen. Det gjenspeiler for øvrig et overordnet bilde av hvordan arbeidsflyten er i stålinstallasjonen hos Nymo. Venting, leting, og retting av andres feil er bare noen av aktivitetene som fører til waste, og gir dermed et avvik mellom planlagt og gjennomført i nivå 5-planene.

Nivå 5-planene viser et konkret bilde av hvordan waste preger prosjektets fremgang, men gir ikke et detaljert bilde av hva som er årsaken eller hvor mye tid de medfører. Derfor vil nivå 5-planene kun være et overordnet supplement til målemetodene, som kan gi en indikator på hvordan prosjektet preges av waste i installasjonen.

## 7 Refleksjon og anbefalinger

Måling av arbeidsflyt i konstruksjon kan gi begrenset innsikt i hva som forårsaker waste kontra måling av waste i produksjonen, hvor det er repeterende prosesser. I konstruksjonen er det et mer komplekst system som omfatter underleverandører, midlertidige prosjektgrupper og firmaer som skal levere et unikt produkt – en engangsløseleveranse.

Det kan derfor stilles spørsmål om det kan overføres prinsipper fra Lean production til prosjektstyrt konstruksjonsarbeid. Målemetodene som ble gjennomført i prosjektet var blant annet basert på lignende målemetoder som ble gjennomført tidligere, som igjen tok utgangspunkt i Lean tankegang og prinsipper fra Lean construction. Blant annet oppleves det at ikke alle de syv formene for sløsing kan knyttes til prosjektstyrt konstruksjonsarbeid. Overproduksjon og overprosessering er to eksempler på det. Det produseres ikke varer på lik linje i et unikt prosjekt som i en repeterende produksjon. Det kan også være en utfordring å gripe tak i prosesser i et prosjekt som kun er midlertidig, og som vil forandres når et nytt prosjekt påbegynnes.

Påliteligheten i datagrunnlaget synes å være god med tanke på korrelasjonen mellom observert vs. selvevaluert waste, men det er mange faktorer som spiller inn. Observatør hadde begrenset kunnskap om prosessene som ble utført i arbeidet, og for å kompensere ble det ofte stilt spørsmål om hvilket arbeid som ble utført. Tett kontakt er viktig for å registrere riktig.

Metodene vil kunne gi et pålitelig grunnlag til å identifisere waste og arbeidsflyt i prosjektstyrt konstruksjonsarbeid, og metodene oppleves å kunne generaliseres til andre lignende prosjekter, men resultatene relatert til arbeidsflyt og waste hos Nymo kan være problematisk å generalisere til andre tilsvarende virksomheter, da det kun representerer Nymos aktiviteter og prosesser. Derfor kan det ikke påstås at resultatene indikerer en trend innen prosjektstyrt konstruksjonsarbeid i olje- og gassindustrien.

## Anbefalinger for Nymo

Studentprosjektet er et delprosjekt innen Nymos involverende prosjektgjennomføring (IPG), hvor hensikten er å kartlegge forbedringsområder som kan bidra til en effektivitetsøkning på opptil 40 %. I studentprosjektet har det blitt kartlagt forbedringsområder som Nymo kan gripe tak i. Gjennom observasjon, innsamling av selvevalueringskjema, kommunikasjon med operatører og nøkkelpersoner i bedriften, kan følgende anbefalinger vises til:

### **1: Rette større fokus på Last Planner System og involverende planlegging**

Etterprøvingen av nivå 5-planene viser at kun 27 % av planlagte aktiviteter blir gjennomført i henhold til planen. Ved å forbedre planleggingen vil det kunne tilrettelegges for sunne aktiviteter, og andelen kompensierende arbeid kan reduseres. Det oppfordres til et større fokus på å involvere operatører og formenn i planlegging av egen hverdag. Det vil også skape økt motivasjon og vilje til å bidra i en felles læringsprosess som IPG krever.

Nymo bør videreutvikle implementeringen av LPS til alle nivåene for planlegging.

### **2: Finne årsaker til hvorfor det blir feil på arbeidsunderlag**

Feilretting utgjør en stor andel av totalt observert og selvevaluert waste. Feil og misforståelser skyldes i stor grad feil på arbeidsunderlaget, og Nymo bør foreta en rotårsaksanalyse for å finne kilden til hvor i verdikjeden feilen blir gjort. Feil på arbeidsunderlag fører til flere typer waste, som f. eks venting, leting etter formann, kompensierende arbeid, retting osv. Hvis Nymo kan finne kilden(e) hvor feil oppstår, og retter det opp kan andelen waste reduseres betraktelig.

### **3: Foreta en vurdering av hvilke type lagerhold som er mest lønnsomt. Bulk i forhold til full kontroll på lagerbeholdning**

Operatørene opplever å ikke finne det de skal ha på materialverkstedet, og etterlyser utstyr/verktøy i bulk. Nymo bør vurdere lønnsomheten av å ha full kontroll på lagerbeholdningen i forhold til å ha utstyr/verktøy i bulk. Det anbefales å ta en vurdering på hvilke artikler som kan tilbys i bulk i forhold til viktigheten av å ha kontroll på de i beholdningen. Lagerstyring på Nymo kunne vært et eget prosjekt i seg selv.

### **4: Redusere andelen indirekte arbeid som går med til unødvendig bevegelse mellom arbeidssteder og henting av materialer**

Aktiviteter som; henting av materialer og unødvendig bevegelse kan sees på som ikke-observerbar waste, og bør reduseres. Det skaper også andre typer waste som f. eks hvis to

operatører jobber sammen og den ene operatøren må vente på de andre pga. henting av utstyr/materialer. Indirekte arbeid kan reduseres ved å forbedre planleggingen, og sørge for at materialer/utstyr er på plass før jobben begynner. Det oppleves også at operatørene ofte leter etter formann for problemløsning. Formannen er ikke alltid på kontoret, men går ofte rundt på arbeidsplassen for å hjelpe andre. Hvis operatørene kunne blitt utstyrt med en robust jobbtelefon kunne de ringt formannen i stedet for å lete rundt når det oppstår problemer.

Anbefalingene samt datagrunnlag og funn i oppgaven kan danne et fundament som Nymo kan bygge videre på i sitt arbeid for **kontinuerlig forbedring** av bedriftens prosesser, og bidra til å øke effektiviteten i arbeidet i tråd med Nymos målsetting.

## Figurliste

Figur 1: Total aktivitetsstruktur hos Nymo.....	iv
Figur 2: Fordeling av ulike typer waste aggregert for begge måleperioder.....	v
Figur 3: De syv formene for sløsing, illustrert av Førstund (2012). ....	7
Figur 4: Planhierarkiet i Last Planner illustrert av Lean Construction NO. ....	10
Figur 5: PPC (Per cent plan complete). Figur er hentet fra Koskela et al, 1997, gjengitt i Ballard (2000), s. 3-20 .....	11
Figur 6: De syv forutsetninger for en sunn aktivitet. Hentet fra Ballard (2000), s.188. Figuren er oversatt til norsk.....	13
Figur 7: Begrepet flyt. Figuren er modifisert med utgangspunkt fra Bølviken & Kalsaas (2010), s.3 ...	14
Figur 8: Kategorier for arbeidsrelaterte aktiviteter.....	17
Figur 9: Den samskapte læringsmodellen. Figur er hentet fra Klev & Levin (2009), s.74. ....	21
Figur 10: Vikkilen, Grimstad. Bildet er hentet fra en bedriftspresentasjon av Nymo sendt over mail.	24
Figur 11: Operatør på Nymo som utfører kranarbeid. ....	25
Figur 12: Prosjekt OSX: Boremodul. Hentet fra en PowerPoint-presentasjon av Nymo. ....	26
Figur 13: Fargekoder for observasjon. ....	31
Figur 14: Total aktivitetsstruktur for begge observasjonsperiodene.....	36
Figur 15: Fordeling av ulike typer waste for begge perioder. ....	38
Figur 16: Annen personlig tid relatert til perioder i løpet av arbeidsdagen.....	40
Figur 17: Fordeling av aktiviteter relatert til indirekte arbeid.....	41
Figur 18: Eksempel på en påstand fra selvevalueringskjemaet.....	43
Figur 19: Stolpediagram som viser subjektiv og intuitiv oppfattelse av flyt. ....	47
Figur 20: Subjektiv og intuitiv oppfattelse av flyt for observerte operatører.....	48
Figur 21: Aktivitetsstruktur fordelt på én arbeidsuke i 1.periode.....	49
Figur 22: Samlet aktivitetsstruktur for 1.periode.....	50
Figur 23: Fordeling av ulike typer waste fra 1.periode. ....	51
Figur 24: Til venstre: Operatør må gjøre tilpasninger på et stålelement. Til høyre: Operatørene kompenserer for manglende verktøy. En form for sløsing kalt making-do. ....	52
Figur 25: Venstre: Stålflak som blir løftet opp ved bruk av kran. Høyre: Eksempel på omarbeid som følge av for små toleranser på tegningene. ....	53
Figur 26: Sammenheng mellom selvrappert og observert waste fra 1.periode. ....	55
Figur 27: Aktivitetsstruktur fordelt på én arbeidsuke i 2.periode.....	57
Figur 28: Montering av paneler/vindvegger på riggen. ....	58
Figur 29: Retting av andres feil.....	59
Figur 30: Samlet aktivitetsstruktur for 2.periode.....	59
Figur 31: Fordeling av ulike typer waste fra 2.periode. ....	60
Figur 32: Sammenheng mellom selvrappert og observert waste fra 2.periode. ....	62
Figur 33: Eksempel på nivå 5-plan.....	64
Figur 34: Sammenlikning mellom planlagte aktiviteter og gjennomførte aktiviteter.....	65
Figur 35: Utdrag fra Last Planner system. Modifisert figur med opprinnelse fra Ballard (2000), s. 3-15. ....	67

## Tabelliste

Tabell 1: Selvevaluert waste for begge måleperioder.....	vi
Tabell 2: Tradisjonelt innhold i en A3.....	12
Tabell 3: Andel av operatører som har meldt waste med angitt tid.....	43
Tabell 4: Selvevaluert waste fra begge måleperioder (topp 5).....	44
Tabell 5: Selvevaluert waste fra 1.måleperiode (topp 5). ....	54
Tabell 6: Observert waste vs. selvevaluert waste for arbeidslaget i 1.periode. ....	56
Tabell 7: Observert waste vs. selvevaluert waste for formannslaget i 1.periode.....	56
Tabell 8: Selvevaluert waste fra 2.måleperiode (topp 5). ....	61
Tabell 9: Observert waste vs. selvevaluert waste for arbeidslaget i 2.periode. ....	63
Tabell 10: Observert waste vs. selvevaluert waste for formannslaget i 2.periode.....	63
Tabell 11: Eksempel på hvordan nivå 5-planen etterprøves.....	64

## 8 Bibliografi

- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of production control*, University of Birmingham. Birmingham, UK.
- Ballard, H. G. & Howell, G. (1998). *What kind of production is construction? Proceedings of the 6<sup>th</sup> conference of the International group for Lean Construction (IGLC)*.
- Bertelsen, S. (2004). *Lean Construction Journal*, Vol. 1. *Lean Construction: Where are We and How to Proceed?*. 46-69.
- Bølviken, T. & Kalsaas, B. T. (2011). *Discussion of strategies for measuring workflow in construction*. Skrevet for IGLC 19 Lima.
- Dallan, O. (2001). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 3.utgave, Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Ellingsen, H. & Fredriksen, M. P. (2012). *Lean orientert effektivisering av verdikjeden for rørproduksjon og installasjon hos Nymo*. (Mastergradsavhandling, Universitetet i Agder), Hentet fra: [http://brage.bibsys.no/hia/handle/URN:NBN:no-bibsys\\_brage\\_33298](http://brage.bibsys.no/hia/handle/URN:NBN:no-bibsys_brage_33298)
- Evans, J. R. & Lindsay, W. M. (2010). *Managing for Quality and Performance Excellence*, Eight Edition, South-Western Cengage Learning, USA
- Førsund, G. (2012). *Lean - Noe for fremtidens ledere?*. Hentet 25.04.2013, fra: [www.uia.no/fronter](http://www.uia.no/fronter). Forelesning fra faget IND 501. Lean Consulting-UiA.pdf
- Illeris, K. m.fl. (2010). *Læring i Arbeidslivet*, 1.utgave, Frederiksberg: Roskilde universitetsforlag.
- Kalsaas, B. T. (2009). *Ledelse av verdikjeder*, Tapir Akademiske Forlag, Trondheim.
- Kalsaas, B. T. (2011). *Journal of Engineering, Project and Production Management: The Last Planner System Style of Planning: Its Basis in Learning Theory*. 2012,2(2) 88-100.
- Kalsaas, B. T. (2012a). *Further Work in Measuring Workflow in Construction Site Production*. Skrevet for IGLC 20. San Diego State University, San Diego.
- Kalsaas, B. T. (2012b). 3B Birkeland. *En bedrift I prosessindustrien. Erfaringer fra arbeidet med å innføre lean basert forbedringsarbeid*. Universitetet i Agder, Kristiansand.
- Kalsaas, B. T. (2013). *Measuring waste and workflow in construction*. Skrevet for IGLC 21. [Forthcoming].



- Kalsaas, B. T. & Bølviken, T. (2010). *The Flow of Work In Construction –A Conceptual Discussion*. Skrevet for IGLC 18, Haifa.
- Kalsaas, B. T., Skaar, J., Thorstensen, R. T. (2010). *System og resultater fra utprøving av planleggingsmetoden "Last Planner" Lean construction på Havlimyra oppvekstsenter i Kristiansand kommune*. Sluttrapport.
- Klev, R., Levin, M. (2009). *Forandring som praksis: Endringsledelse gjennom læring og utvikling*, 2.utgave. Fagbokforlaget, Bergen.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*, VTT Technical Research Centre of Finland, Helsinki.
- Koskela, L. (2004). Making do-the eighth category of waste. Skrevet for IGLC Helsingør.
- Lean Construction NO. (2012). *Hva Lean Construction er*. Hentet 18.04.2013, fra: <http://samforsk.no/lc/Sider/Om-Lean-Construction.aspx>
- Lean Construction NO. (2012). *Mennesker I samspill*. Hentet 18.04.2013, fra: [www.uia.no/fronter](http://www.uia.no/fronter). Pensum fra faget IND 501. LC-NO -presentasjon Last Planner - EBA Agder 26-10-2011.pdf
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill, New York.
- Nymos årsrapport. 2011. AS Nymo Årsberetning og årsregnskap for 2011 med revisors beretning. Grimstad.
- Quinn, R. W. (2005). *Administrative Science Quarterly*, Vol. 50. *Flow in knowledge work: High Performance Experience in the design of national security technology*. No.4, 2005, 610-641.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., Minkarah, I. (2006). *Journal of Management in Engineering*. *Lean Construction: From Theory to Implementation*. 2006, 168-175.
- Salthaug, M., and Sørensen, M. (2010). *Arbeidsflyt i byggproduksjon. Analyse av målemuligheter*. (Mastergradsavhandling, Universitetet i Agder), Hentet fra [http://brage.bibsys.no/hia/handle/URN:NBN:no-bibsys\\_brage\\_15457](http://brage.bibsys.no/hia/handle/URN:NBN:no-bibsys_brage_15457)
- Shook, J. (2008): *Managing to Learn*, Lean Enterprise Institute, Cambridge, MA, USA.
- Spear, S., Bowen, H. (1999). *Harvard business Review*. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. 1999, 97-106.
- Stalk, G. Jr. & Hout, T. M (1990). *Competing Against Time*, New York.

**Statistisk Sentralbyrå. (2013). Produksjonsindeks for olje og gass, industri, bergverk og kraftforsyning, mars 2013. Hentet fra <http://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/pii/maaned/2013-05-08>**

**Sveen, S., Svien, A. (2012). *Aktivitetsstudie, Veidekke*. Rapport skrevet i faget IND 501 ved Universitetet i Agder, Grimstad.**

**Yin, K. Robert. (2003). *Case Study Research, Design and Methods*. Third edition, Sage Publications, Inc. California, USA.**

**Womack, J. P. & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster, New York.**

## 9 Vedlegg

**Vedlegg 1:** Observasjonsskjema (utdrag)

**Vedlegg 2:** Selvevalueringsskjema

**Vedlegg 3:** Aggregerte resultater fra observasjonsskjemaet (1.periode)

**Vedlegg 4:** Aggregerte resultater fra observasjonsskjemaet (2.periode)

**Vedlegg 5:** Aggregerte resultater fra selvevalueringsskjemaet (1.periode)

**Vedlegg 6:** Aggregerte resultater fra selvevalueringsskjemaet (2.periode)

**Vedlegg 7:** Nivå 5-plan (datagrunnlag)

**Vedlegg 8:** A3 (1.utkast)

**Vedlegg 9:** A3 (2.utkast)

## Vedlegg 1. Observasjonsskjema (utdrag)

Aktiviteter	Kl. 07:00-8:00												Kl. 08:00-09:00											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Direkte arbeid: (Transformasjon)																								
Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feil																								
Direkte arbeid: Utbedring av feil fra annet lag/fag/underleverandør																								
Inspeksjon/kontroll/stand-by (verdiskapende arbeid)																								
Krankjøring og lignende (verdiskapende)																								
Sikringsarbeid HMS																								
Rigge opp og ned																								
Rigge opp/ned eller andre aktiviteter som følge av været																								
Rydding/Sortering: Få tilgang til arbeidsplassen																								
Rydding/Sortering: Opprydding etter arbeid (Bære avfall til cont e.l.)																								
Rydding/Sortering: Generell rydding																								
Materialbehandling: Pakke ut/motta materialer																								
Transportering: Henting av materialer/utstyr lengre unna enn ca.5 m																								
Leting: Materialer																								
Leting: Verktøy/utstyr																								
Leting: Personer/formenn (problemløsning)																								
Bevegelse: Forflytning mellom arbeidssteder																								
Bevegelse: Flytte og hente verktøy																								
Bevegelse: Bevege seg fra/til stasjonært verktøy																								
Venting: Bestilte materialer																								
Venting: Foregående aktivitet																								
Venting: Venting på ny jobb																								
Venting: Kran																								
Venting: Tegning/arb. underl.																								
Venting: Væravhengig aktivitet																								
Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas																								
Kompenserende arbeid (Være en del av direkte arbeid?)																								
Metode/Koordinering/informasjon: Planleggingsmøter																								
Kaffe- og spisepause																								
Nødvendig personlig tid																								
Annen personlig tid																								

## Vedlegg 2. Selvevalueringskjema



### IPG-Involverende ProsjektGjennomføring

Datainnsamling

Datainnsamlingen er en del av to masteroppgaver våren 2013. Prosjektene inngår i Nymos IPG og fokuserer på forbedret flyt i fabrikkasjonen.

## Skjema for evaluering av arbeidsflyt

Dette spørreskjemaet er en del av to masteroppgaver som blir gjennomført av studenter ved Universitetet i Agder våren 2013. Formålet med undersøkelsen er å kartlegge arbeidsflyt hos AS Nymo

og få en større forståelse av hvilke områder som kan forbedres. Undersøkelsen er anonym, og skjer i arbeidstiden.

Lykke til

Dato for undersøkelse: \_\_\_\_\_ Hvilke fagdisiplin arbeider du innenfor: \_\_\_\_\_

### Din oppfatning av dagens arbeidsflyt (kryss av et svaralternativ):

#### 1. I dag har arbeidet hatt god flyt:

<input type="checkbox"/> Meget enig <input type="checkbox"/> Enig	<input type="checkbox"/> Uenig <input type="checkbox"/> Meget uenig
--	--

Under punkt 2 er det to svaralternativer (Ja/Nei). Dersom du krysser av for ja, skal du angir cirka hvor mye tid forsinkelsen medførte (f. eks 30 minutter).

Det oppfordres også til å kommentere i tekstfeltet på slutten av skjemaet.

#### 2. Mine arbeidsoppgaver har blitt forsinket på grunn av (kryss av et svaralternativ):

		Nei	Ja	Anslag tidsbruk
a)	Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
b)	Forutgående aktivitet var ikke riktig utført	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
c)	Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid, manglende tilrettelegging (Eks: manglende stilas eller et annet fag arbeidende i området, arbeid i høyden)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
d)	Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig (Eks. måtte fjerne materialer fra andre fag)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
e)	Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene (Eks. problemløsning på stedet)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
f)	Jeg følte at jeg ikke hadde rett annen informasjon til å gjøre jobben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
g)	Jeg følte ikke at jeg hadde rett kompetanse å gjøre jobben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
h)	Manglende mulighet til å melde fra om avvik/feil til nærmeste leder (eksempelvis bruke tid på å lete etter formenn for å få svar på spørsmål)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

--	--	--	--	--

		Nei	Ja	Anslag tidsbruk
i)	Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
j)	Manglende eller dårlig tilpasset utstyr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
k)	Dårlig tilrettelagt logistikk (eks: lang vei til materialene, umulig å bruke tralle pga. dårlig fremkommelighet)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
l)	Annen årsak til forsinkelse og heft i arbeidet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**3. Supplerende spørsmål knyttet til arbeidsoppgavene dine (kryss av et svaralternativ):**

a)	Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag tidlig? (Eks: ekstra tidsbruk til rigging, innhenting av opplysninger, annet praktisk arbeid som ikke sto i lagsplan, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
b)	Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
c)	Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**4. Positive observasjoner og forbedringsforslag (hvis ja, vennligst forklar i ruten under):**

a)	Har du hatt positive observasjoner i løpet av arbeidsdagen din? (Eks: arbeidsprosesser du synes fungerer godt, godt arbeidsmiljø etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
b)	Har du egne forbedringsforslag til din eller andres arbeidsprosess? (Eks: enkle eller større tiltak som kunne ha gjort din eller andres arbeidsdag lettere og mer effektiv.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Frie merknader du måtte ønske å gi:**

\* Skjemaet avviker noe fra opprinnelig layout pga. formatering.

### Vedlegg 3. Aggregerte resultater fra observasjonsskjemaet (1.periode).

Aktiviteter	Mandag			Tirsdag			Onsdag			Torsdag			Fredag			Sum	%
	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen		
Direkte arbeid: (Transformasjon)	195	3,25	23 %	310	5,17	37 %	210	3,50	25 %	325	5,42	39 %	110	1,83	13 %	19,17	24 %
Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feil	20	0,33	2 %	25	0,42	3 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,75	1 %
Direkte arbeid: Utbedring av feil fra annet lag/fag/underleverandør	0	0,00	0 %	5	0,08	1 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,08	0 %
Inspeksjon/kontroll/stand-by (verdiskapende arbeid)	20	0,33	2 %	95	1,58	11 %	70	1,17	8 %	20	0,33	2 %	55	0,92	7 %	4,33	5 %
Krankjøring og lignende (verdiskapende)	0	0,00	0 %	40	0,67	5 %	50	0,83	6 %	35	0,58	4 %	15	0,25	2 %	2,33	3 %
Sikringsarbeid HMS	25	0,42	3 %	0	0,00	0 %	10	0,17	1 %	5	0,08	1 %	10	0,17	1 %	0,83	1 %
Rigge opp og ned	45	0,75	5 %	30	0,50	4 %	35	0,58	4 %	5	0,08	1 %	95	1,58	11 %	3,50	4 %
Rigge opp/ned eller andre aktiviteter som følge av været	5	0,08	1 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,08	0 %
Rydding/Sortering: Få tilgang til arbeidsplassen	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	10	0,17	1 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,17	0 %
Rydding/Sortering: Opprydding etter arbeid (Bære avfall til cont e.l.)	70	1,17	8 %	40	0,67	5 %	50	0,83	6 %	60	1,00	7 %	25	0,42	3 %	4,08	5 %
Rydding/Sortering: Generell rydding	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	5	0,08	1 %	0,08	0 %
Materialbehandling: Pakke ut/motta materialer	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,00	0 %
Transportering: Henting av materialer/utstyr lengre unna enn ca.5 m	75	1,25	9 %	45	0,75	5 %	15	0,25	2 %	25	0,42	3 %	30	0,50	4 %	3,17	4 %
Leting: Materialer	10	0,17	1 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	35	0,58	4 %	0,75	1 %
Leting: Verktøy/utstyr	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	15	0,25	2 %	15	0,25	2 %	0,50	1 %
Leting: Personer/formenn (problemløsning)	20	0,33	2 %	0	0,00	0 %	10	0,17	1 %	25	0,42	3 %	10	0,17	1 %	1,08	1 %
Bevegelse: Forflytning mellom arbeidssteder	80	1,33	10 %	35	0,58	4 %	30	0,50	4 %	25	0,42	3 %	90	1,50	11 %	4,33	5 %
Bevegelse: Flytte og hente verktøy	5	0,08	1 %	15	0,25	2 %	15	0,25	2 %	10	0,17	1 %	5	0,08	1 %	0,83	1 %
Bevegelse: Bevege seg fra/til stasjonært verktøy	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	15	0,25	2 %	0	0,00	0 %	0,25	0 %
Venting: Bestilte materialer	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,00	0 %
Venting: Foregående aktivitet	10	0,17	1 %	0	0,00	0 %	20	0,33	2 %	20	0,33	2 %	15	0,25	2 %	1,08	1 %
Venting: Venting på ny jobb	15	0,25	2 %	35	0,58	4 %	10	0,17	1 %	15	0,25	2 %	10	0,17	1 %	1,42	2 %
Venting: Kran	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	15	0,25	2 %	10	0,17	1 %	0,42	1 %
Venting: Tegning/arb. underl.	10	0,17	1 %	10	0,17	1 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,33	0 %
Venting: Værvhengig aktivitet	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,00	0 %
Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas	40	0,67	5 %	0	0,00	0 %	20	0,33	2 %	0	0,00	0 %	35	0,58	4 %	1,58	2 %
Kompenserende arbeid (Være en del av direkte arbeid?)	20	0,33	2 %	0	0,00	0 %	130	2,17	15 %	80	1,33	10 %	90	1,50	11 %	5,33	7 %
Metode/Koordinering/informasjon: Planleggingsmøter	130	2,17	15 %	105	1,75	13 %	105	1,75	13 %	95	1,58	11 %	125	2,08	15 %	9,33	12 %
Kaffe- og spisepause			0 %			0 %			0 %			0 %			0 %		0 %
Nødvendig personlig tid	5	0,08	1 %	0	0,00	0 %	30	0,50	4 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0,58	1 %
Annen personlig tid	40	0,67	5 %	50	0,83	6 %	20	0,33	2 %	50	0,83	6 %	55	0,92	7 %	3,58	4 %
<b>Sum</b>	<b>840</b>	<b>14,00</b>	<b>100 %</b>	<b>840</b>	<b>14,00</b>	<b>100 %</b>	<b>840</b>	<b>14,00</b>	<b>100 %</b>	<b>840</b>	<b>14,00</b>	<b>100 %</b>	<b>840</b>	<b>14,00</b>	<b>100 %</b>	<b>70,00</b>	<b>0,88</b>
Sum sløsing		3,08			2,08			3,67			3,67			4,58			17,08

## Vedlegg 4. Aggregerte resultater fra observasjonsskjemaet (2.periode).

Aktiviteter	Mandag			Tirsdag			Onsdag			Torsdag			Fredag			Sum	%
	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen	Min.	Timer	% av hele arbeidsdagen		
Direkte arbeid: (Transformasjon)	205	3,42	43 %	270	4,50	56 %	140	2,33	15 %	110	1,83	12 %		0,00	0 %	12,08	15 %
Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feil	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,00	0 %
Direkte arbeid: Utbedring av feil fra annet lag/fag/underleverandør	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	195	3,25	22 %		0,00	0 %	3,25	4 %
Inspeksjon/kontroll/stand-by (verdiskapende arbeid)	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	70	1,17	7 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	1,17	1 %
Krankjøring og lignende (verdiskapende)	95	1,58	20 %	60	1,00	13 %	55	0,92	6 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	3,50	4 %
Sikringsarbeid HMS	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,00	0 %
Rigge opp og ned	40	0,67	8 %	15	0,25	3 %	80	1,33	8 %	30	0,50	3 %		0,00	0 %	2,75	3 %
Rigge opp/ned eller andre aktiviteter som følge av været	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	5	0,08	1 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,08	0 %
Rydding/Sortering: Få tilgang til arbeidsplassen	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,00	0 %
Rydding/Sortering: Opprydding etter arbeid (Bære avfall til cont e.l.)	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	75	1,25	8 %		0,00	0 %	1,25	2 %
Rydding/Sortering: Generell rydding	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,00	0 %
Materialbehandling: Pakke ut/motta materialer	15	0,25	3 %	5	0,08	1 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,33	0 %
Transportering: Henting av materialer/utstyr lengre unna enn ca.5 m	25	0,42	5 %	40	0,67	8 %	130	2,17	14 %	75	1,25	8 %		0,00	0 %	4,50	6 %
Leting: Materialer	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	20	0,33	2 %		0,00	0 %	0,33	0 %
Leting: Verktøy/utstyr	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	15	0,25	2 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,25	0 %
Leting: Personer/formenn (problemløsning)	10	0,17	2 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	15	0,25	2 %		0,00	0 %	0,42	1 %
Bevegelse: Forflytning mellom arbeidssteder	30	0,50	6 %	30	0,50	6 %	75	1,25	8 %	40	0,67	4 %		0,00	0 %	2,92	4 %
Bevegelse: Flytte og hente verktøy	10	0,17	2 %	0	0,00	0 %	5	0,08	1 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,25	0 %
Bevegelse: Bevege seg fra/til stasjonært verktøy	10	0,17	2 %	10	0,17	2 %	10	0,17	1 %	10	0,17	1 %		0,00	0 %	0,67	1 %
Venting: Bestilte materialer	0	0,00	0 %	5	0,08	1 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,08	0 %
Venting: Foregående aktivitet	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	25	0,42	3 %	5	0,08	1 %		0,00	0 %	0,50	1 %
Venting: Venting på ny jobb	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	45	0,75	5 %	70	1,17	8 %		0,00	0 %	1,92	2 %
Venting: Kran	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,00	0 %
Venting: Tegning/arb. underl.	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,00	0 %
Venting: Værvhengig aktivitet	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,00	0 %
Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	80	1,33	8 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	1,33	2 %
Kompenserende arbeid (Være en del av direkte arbeid?)	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	0	0,00	0 %	85	1,42	9 %		0,00	0 %	1,42	2 %
Metode/Koordinering/informasjon: Planleggingsmøter	20	0,33	4 %	25	0,42	5 %	160	2,67	17 %	110	1,83	12 %		0,00	0 %	5,25	7 %
Kaffe- og spisepause			0 %			0 %			0 %			0 %					
Nødvendig personlig tid	10	0,17	2 %	10	0,17	2 %	35	0,58	4 %	0	0,00	0 %		0,00	0 %	0,92	1 %
Annen personlig tid	10	0,17	2 %	10	0,17	2 %	30	0,50	3 %	60	1,00	7 %		0,00	0 %	1,83	2 %
<b>Sum</b>	<b>480</b>	<b>8,00</b>	<b>100 %</b>	<b>480</b>	<b>8,00</b>	<b>100 %</b>	<b>960</b>	<b>16,00</b>	<b>100 %</b>	<b>900</b>	<b>15,00</b>	<b>100 %</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0 %</b>	<b>47,00</b>	<b>0,59</b>
Sum sløsing		0,33		0,25			3,25			7,50							11,3333333



## Vedlegg 5. Aggregerte resultater fra selvevalueringskjemaet (1.periode).

"1. dag har arbeidet hatt god flyt"	Mandag		Tirsdag		Onsdag		Torsdag		Fredag		Sum	%										
Meget enig	1		4		2		2		3		12	22,64										
Enig	8		7		4		5		6		30	56,60										
Uenig	5		1		1		1		0		8	15,09										
Meget uenig	0		1		1		0		0		2	3,77										
Ikke svart			1								1	1,89										
Sum	14		14		8		8		9		53	100,00										
<b>Har dine arbeidsoppgaver blitt forsinket i dag pga:</b>	<b>Mandag</b>		<b>Tirsdag</b>		<b>Onsdag</b>		<b>Torsdag</b>		<b>Fredag</b>		<b>Sum (Timer)</b>	<b>%</b>										
Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide	11	3	3	0,00	9	5	3	4,00	0,00	8	0,00	4,00	4									
Forutgående aktivitet var ikke riktig utført	7	7	3	4,67	9	5	2	2,50	0,00	6	3	4,00	11,17									
Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig pga. annet arbeid, tilrettelegging etc.	11	3		4,50	11	3		6,33	6	2	2	0,00	10,83									
Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig	11	3	1	1,17	13	1	1	0,00	2	6	2	5,67	6,83									
Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene	10	4	1	1,08	13	1		1,50	8	0	0,00	8	4,58									
Jeg følte jeg ikke hadde rett annen informasjon til å utføre jobben	14	0		0,00	13	1		0,50	8	0	0,00	8	0,50									
Jeg følte jeg ikke hadde rett kompetanse til å utføre jobben	14	0		0,00	14	0		0,00	8	0	0,00	8	0,00									
Manglende mulighet til å melde fra om avvik/feil til nærmeste leder	12	2		0,67	13	1	1	0,00	7	1	1,00	8	1,67									
Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer	10	4	2	1,00	10	4	1	11,00	8	0	0,00	8	2,00									
Manglende eller dårlig tilpasset utstyr	11	3	2	1,00	9	5	4	2,00	7	1	1,00	7	1,00									
Dårlig tilrettelagt logistikk	13	1		0,25	13	1	1	0,00	8	0	0,00	8	0,25									
Annen årsak til forsinkelse og heft	10	4		10,00	10	4		6,50	8	0	0,00	8	18,50									
<b>Supplerende spørsmål knyttet til arbeidsoppgavene dine:</b>																						
Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag tidlig?	10	4	3	0,25	11	3		2,17	7	1	1,00	8	0,00									
Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser?	13	1		1,00	13	1	1	0,00	8	0	0,00	8	0,00									
Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser	8	6	1	5,67	13	1		2,00	3	5	12,00	7	2,00									
<b>Positive observasjoner og forbedringsforslag</b>																						
Har du hatt positive observasjoner i løpet av arbeidsdagen din?	9	5		0,00	8	6			5	3	0,00	7	0,00									
Har du egne forbedringsforslag til din eller andres arbeidsprosess?	11	3		0,00	14	0			7	1	0,00	7	0,00									
<b>SUM</b>	185	53	16	31,25	196	42	14	38,50	116	20	2	20,67	132	4	0	3,00	141	12	1	12,00	105,42	100

Ja\* = Operatører som har svart ja på en forsinkelse, men som ikke har anslått tiden som den medførte.

## Vedlegg 6. Aggregerte resultater fra selvevalueringsskjemaet (2.periode).

"I dag har arbeidet hatt god flyr"	Mandag		Tirsdag		Onsdag		Torsdag		Fredag		Sum (Timer)	%									
Meget enig	3		3		2		2				10	26,32									
Enig	5		6		6		6				23	60,53									
Uenig	2		1		1		1				5	13,16									
Meget uenig	0		0		0		0				0	0,00									
Ikke svart	0		0		0		0				0	0,00									
Sum	10		10		9		9		0		38	100,00									
<b>Her dine arbeidsoppgaver blitt forsinketi dag pga:</b>	<b>Mandag</b>		<b>Tirsdag</b>		<b>Onsdag</b>		<b>Torsdag</b>		<b>Fredag</b>		<b>Sum (Timer)</b>	<b>%</b>									
Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide	7	3	3		8	1	1	7	2	2	2,00	9									
Forutgående aktivitet var ikke riktig utført	6	4	3		9	1	1	7	2	2	2,00	9									
Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig pga. annet arbeid, tilrettelegging etc.	4	6	3		8	2	2,00	4	5	1	5,25	8	1	1	9,08	43					
Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig	9	1	0,25		9	1	1	7	2	1	0,50	7	2	1	1,08	5					
Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene	9	1	0,17		8	2	1	9			9	9			1,17	6					
Jeg følte jeg ikke hadde rett annen informasjon til å utføre jobben	10				9	1	0,50	9			9	9			0,50	2					
Jeg følte jeg ikke hadde rett kompetanse til å utføre jobben	10				10			9			9	9			0,00	0					
Manglende mulighet til å melde fra om avvik/feil til nærmeste leder	10				10			8	1	1		8	1	1	0,00	0					
Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer	9	1	1		9	1	0,25	6	3	1	1,00	9			1,25	6					
Manglende eller dårlig tilpasset utstyr	9	1	1		9	1	1	8	1	1		8	1	1	0,00	0					
Dårlig tilrettelagt logistikk	10				9	1	1	9			9	9			0,00	0					
Annen årsak til forsinkelse og heft	9	1	1		10			8	1	1		8	1	1	0,00	0					
<b>Supplerende spørsmål knyttet til arbeidsoppgavene dine:</b>																					
Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag tidlig?	10				10			8	1	1		9			0,00	0					
Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser?	9	1	1		10			9				9			0,00	0					
Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser	6	4	2		9	1	1,00	8	1	1	2,00	8	1	1	4,00	19					
<b>Positive observasjoner og forbedringsforslag</b>																					
Har du hatt positive observasjoner i løpet av arbeidsdagen din?	4	6			7	3		6	3			5	4								
Har du egne forbedringsforslag til din eller andres arbeidsprosess?	10				10			8	1			9									
<b>SUM</b>	141	29	15	4,25	152	18	6	7,75	134	19	8	6,58	138	15	9	2,50	0	0	0,00	21,08	100

## Vedlegg 7. Nivå 5-plan (datagrunnlag)

Tegningsnr.	Start	Uke 10	Slutt	Start - Slutt	Medgåtte dager	% Burde vært ferdig	% Faktisk ferdig
NM-2095-01	21.sep	08.mar	06.mar	166	168	101 %	50 %
NM-2094-01	28.sep	08.mar	04.mar	157	161	103 %	80 %
NM-2066-01	08.okt	08.mar	25.feb	140	151	108 %	90 %
NM-2206-01	22.nov	08.mar	06.mar	104	106	102 %	100 %
NM-2206-01	22.nov	08.mar	06.mar	104	106	102 %	100 %
NM-2112-01	13.des	08.mar	22.feb	71	85	120 %	80 %
NM-2101-01	08.jan	08.mar	25.feb	48	59	123 %	100 %
NM-2211-01	14.jan	08.mar	22.feb	39	53	136 %	100 %
NM-2101-04	17.jan	08.mar	22.feb	36	50	139 %	100 %
NM-2145-01	07.feb	08.mar	28.feb	21	29	138 %	100 %
NM-2117-01	14.feb	08.mar	27.feb	13	22	169 %	100 %
NM-2020-01	14.feb	08.mar	25.feb	11	22	200 %	100 %
NM-2021-01	14.feb	08.mar	25.feb	11	22	200 %	95 %
NM-2145-02	21.feb	08.mar	08.mar	15	15	100 %	85 %
NM-2145-02	21.feb	08.mar	15.mar	22	15	68 %	85 %
NM-2145-03	21.feb	08.mar	13.mar	20	15	75 %	85 %
NM-2212-07	21.feb	08.mar	28.feb	7	15	214 %	50 %
NM-2146-01	21.feb	08.mar	13.mar	20	15	75 %	80 %
NM-2123-04	21.feb	08.mar	28.feb	7	15	214 %	100 %
NM-2074-01	21.feb	08.mar	06.mar	13	15	115 %	80 %
NM-2101-05	22.feb	08.mar	04.mar	10	14	140 %	0 %
NM-2102-02	25.feb	08.mar	06.mar	9	11	122 %	0 %
NM-2102-03	25.feb	08.mar	06.mar	9	11	122 %	0 %
NM-2102-04	25.feb	08.mar	04.mar	7	11	157 %	0 %
NM-2101-02	25.feb	08.mar	05.mar	8	11	138 %	0 %
NM-2075-02	26.feb	08.mar	06.mar	8	10	125 %	100 %
NM-2205-01	26.feb	08.mar	06.mar	8	10	125 %	0 %
NM-2147-01	27.feb	08.mar	19.mar	20	9	45 %	0 %
NM-2074-02	27.feb	08.mar	11.mar	12	9	75 %	0 %
NM-2123-04	28.feb	08.mar	07.mar	7	8	114 %	100 %

## Vedlegg 8. A3 (1.utkast)



# IPG-Involverende ProsjektGjennomføring

A3 brukes ofte i leanarbeid, og betraktes som et viktig verktøy som raskt kan overføre informasjon ved bruk av tekst, figurer, foto og grafikk med sikte på å formidle forståelse. Målet for A3 er raskt å overføre essensen, de kritiske momentene, i prosjekt og oppgaver.

## Analyse av arbeidsflyt

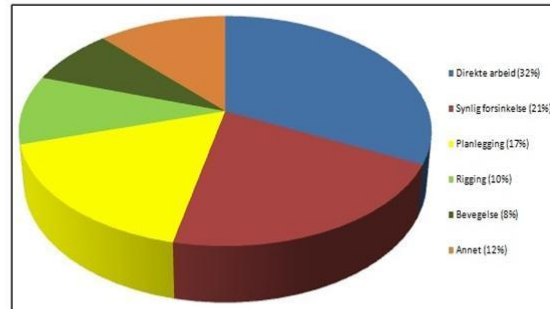
Avdeling: Stål

### Nåsituasjon

- Observert forsinkelser (se sektordiagram) utgjør 21 % av ukentlige aktiviteter
- Observert direkte arbeid utgjør 32 % av ukentlige aktiviteter
- Av selvrapporterte forsinkelser utgjorde "Retting av andres feil og misforståelser" 22 % av alle forsinkelser. "Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer" utgjorde 13 %.

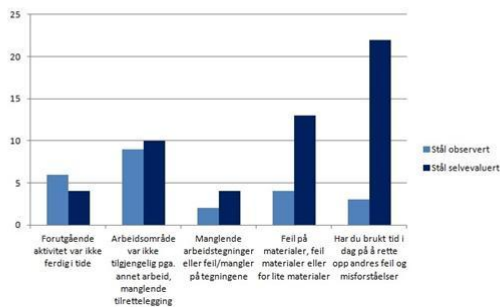
### Mål:

- Skape et produkt som kan brukes til videreutvikling av bedriften
- Se arbeidsprosessene med nye øyne
- Oppnå bedre forståelse av hvordan arbeidsdagen er
- Synliggjøre problemområder
- Definere nåsituasjon basert på observasjoner og evalueringer

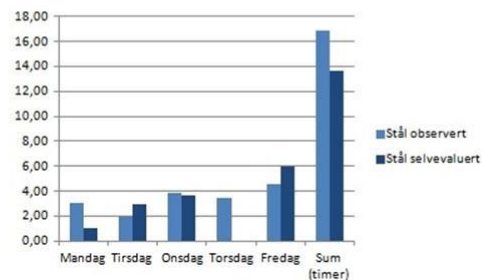


### Analyse, plan og oppfølging:

Egenregistrerte forsinkelser fra formannskapet vs. Observert forsinkelser (%)



Egenregistrert forsinkelse fra observert lag vs. Observert forsinkelse, over en hel uke (timer)



Resultatene fra observasjons- og selvevalueringsskjemaene vil danne bakteppe for forbedrende tiltak som kan gjennomføres for å øke arbeidsflyten i installasjonen. Etter 1.måleperiode ser vi en tendens til hvilke områder som har størst forbedringspotensial. 2.måleperiode vil gjennomføres i april (se tidsplan) og vil gi en klarere og endelig pekepinn på hva en vanlig arbeidsdag hos AS Nymo består av.



Studentprosjekt gjennomført ved UiA, våren 2013  
Lino A. Dolva

## Vedlegg 9. A3 (2.utkast)



### IPG-Involverende Prosjektgjennomføring

A3 OM STUDENTPROSJEKT

A3 brukes ofte i leanarbeid, og betraktes som et viktig verktøy som raskt kan overføre informasjon ved bruk av tekst, figurer, foto og grafikk med sikte på å formidle forståelse. Målet for A3 er raskt å overføre essensen, de kritiske momentene, i prosjekt og oppgaver.

### STUDENTPROSJEKT AV LINO DOLVA, SIMEN KOLAND OG TOR LANDE

#### Kartlegging og årsaksanalyse av tapt tid i produksjonen av rør og stål.

##### Nåsituasjon:

- Studentene har gjennomført den første perioden med undersøkelser av arbeidsflyten i rørinstallasjon.
- Undersøkelsen ble gjennomført ved hjelp av observasjoner og selvevalueringsskjema.
- Meget bra deltakelse og involvering fra rørleggerne.
- Prosjektet fokuserer på å skape forutsigbarhet i installasjonen, samt å forbedre arbeidsflyt.

##### Mål:

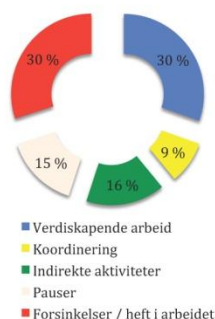
- Bidra med kunnskap til videreutvikling av bedriften..
- Se arbeidsprosessene med nye øyne.
- Oppnå bedre forståelse av hvordan arbeidsdagen er.
- Synliggjøre problemområder
- Definere nåsituasjon basert på observasjoner og evalueringer

##### Analyse:

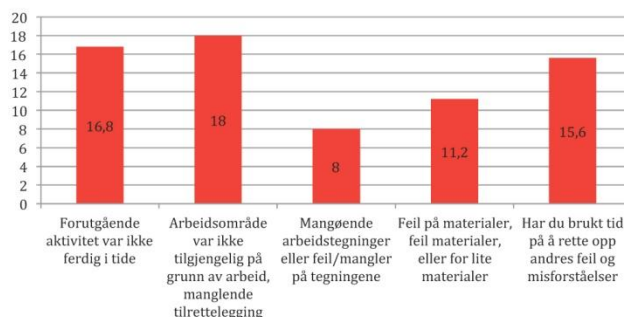
- Observasjonsundersøkelsen består av 120 timer observasjon, med hhv 80 timer på rør og 40 timer på stål. Av kake-diagrammet ser vi at vi blant annet har 30 prosent verdiskapende arbeid og 30 % med forsinkelser / heft i arbeider i løpet av en arbeidsuke. Disse 30% er sammensatt av flere ulike årsaker, og de fem største årsakene vises i søylediagrammet under til høyre.
- Spørreundersøkelsen med selvevalueringsskjema består av totalt 160 besvarte skjemaer, med hhv 81 fra rør og 79 fra stål. Søylediagrammet på bunnen viser det operatørene har registrert ved hjelp av evalueringsskjemaet.



##### Oversikt over en gjennomsnittlig arbeidsuke (120 timer):



##### Antall timer observerte forsinkelser / heft i arbeid i løpet av en uke (120 timer):



##### Antall timer forsinkelser / heft i arbeid som operatørene opplevde i løpet av en arbeidsuken (basert på 160 tilbakemeldinger):

