

Leanorientert analyse av arbeidsflyt og
waste i prosjektstyrt mekanisk industri med
levering til offshore-, olje- og gassmarkedet.

Case AS Nymo

Tor Lande & Simen Koland

Veileder

Bo Terje Kalsaas

*Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved
Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen.*

Universitetet i Agder, 2013

Fakultet for Økonomi og Samfunnsvitenskap

Institutt for Økonomi / Handelshøyskolen i Kristiansand

*Tempora mutantur nos
et mutamur in illis.*

FORORD

Denne masteroppgaven markerer slutten på det fem år lange masterstudiet i økonomisk styring og prosjektledelse ved Universitet i Agder. Oppgaven inngår som en obligatorisk del av kurset, består av 30 studiepoeng, og er gjennomført i tidsrommet januar 2013 til juni 2013.

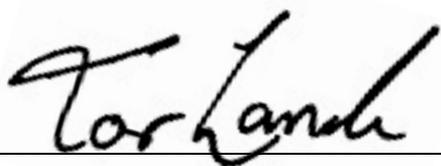
Med fordypning i økonomisk styring og prosjektledelse, og med bakgrunn fra henholdsvis detaljhandel og industribedrift, var faget *Supply Chain Management* noe som falt i smak for oss begge. Vi bestemte oss tidlig at vi ønsket å skrive en oppgave om effektivisering innenfor dette emnet, og da helst med en problemstilling som var dagsaktuell.

Vår foreleser Gøril Hannås satt oss i kontakt med Professor Ing. Bo Terje Kalsaas. I tillegg til å være studiekoordinator på UiA, jobber han også med effektiviseringsarbeid i AS Nymo som Advicer/Action researcher. I samråd med Kalsaas, ble vi enige om å gjøre en leanorientert analyse av arbeidsflyt og waste, samt å utføre dette som en casestudie av AS Nymo.

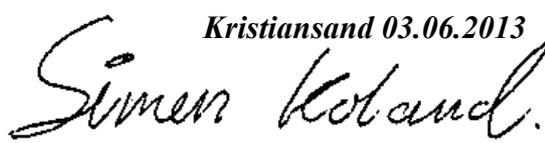
Formålet med oppgaven er å teste ut ulike målemetoder for kartlegging av *arbeidsflyt* og *waste* som er et sentralt fokus i lean-produksjon, for å undersøke hvorvidt de ulike metodene fungerer. Oppgaven vil være en del av prosjektet IPG i Nymo, som fokuserer på effektivitetsforbedringer. Undersøkelsen er i sin helhet utført i Vikkilden i Grimstad der Nymo har sin hovedavdeling.

Parallelt med denne oppgaven, har også to andre studenter, Lino Dolva og Ann Kristin Homeland, skrevet masteroppgaver for bedriften. Vi har hatt god nytte av samarbeidet med de andre studentene i arbeidet med oppgaven.

Vi ønsker å takke vår veileder i denne oppgaven, Dr. Ing. Bo Terje Kalsaas ved Universitet i Agder, samt våre kontaktpersoner i AS Nymo, metodeplanlegger Åsmund Knutson og assisterende produksjonssjef John Isaksen. Vi ønsker også å takke formennene Lars Dahlgård og Trygve Davidsen, prosjektplanlegger Roger Reiersen, og alle andre ved AS Nymo som har bidratt med nyttig informasjon og datagrunnlag.



Tor Lande

Kristiansand 03.06.2013


Simen Koland

SAMMENDRAG

Flyt kan beskrives som en prosess som er rengjort for usunne aktiviteter, altså en kjede aktiviteter der hindringer som nedetid, feilutbedringer og andre former for *waste* er fraværende. Waste er alle aktiviteter som ikke er verdiskapende for en bedrift, og ved å identifisere og fjerne slike aktiviteter, er man et steg nærmere optimal flyt.

Professor Ing. Bo Terje Kalsaas forsker på området arbeidsflyt, og metoder for å måle arbeidsflyt i prosjektstyrt produksjon. Målet er å utvikle konkrete metoder som fastslår hvordan arbeidsflyten er, samt forklarer hvorfor flyten er slik. Denne oppgaven er en del av denne forskningen, og undersøker derfor hvordan ulike målemetoder fungerer i praksis. Målemetodene har blitt testet ut i AS Nymo.

På bakgrunn av dette og aktuell teori innen fagfeltene Lean Construction og arbeidsflyt, har følgende problemstilling blitt utarbeidet:

- *Hvordan kan waste og arbeidsflyt måles, som ledd i en strategi for kontinuerlig forbedring?*

Viktige delspørsmål for å besvare problemstillingen, basert på teori og ønsker fra AS Nymo, er:

- 1. Er det korrelasjon mellom observert waste fra observasjoner og rapportert waste fra spørreundersøkelse?*
- 2. Kan fremdriften i arbeidsplaner brukes som indikator på arbeidsflyt?*

Involverende ProsjektGjennomføring (IPG), er et pågående prosjekt i AS Nymo, hvor hovedmålet å kartlegge forbedringsområder som kan bidra til en betydelig effektivitetsøkning for bedriften. I forbindelse med dette, ble det koblet inn tre ulike masteroppgaver som skal belyse ulike hindringer i bedriften. To av masteroppgavene omhandler arbeidsflyt og waste i henholdsvis avdeling for rørinstallasjon og avdeling for stålfabrikasjon, mens den tredje omhandler bedriftens avvikssystem. Denne oppgaven har som mål å kartlegge waste og arbeidsflyt i bedriftens avdeling for rørinstallasjon.

I løpet av tidsrommet januar til mai 2013, ble det gjennomført forskning på installasjonsområdet i bedriften. Det ble benyttet en kombinasjon av et kvantitativt og

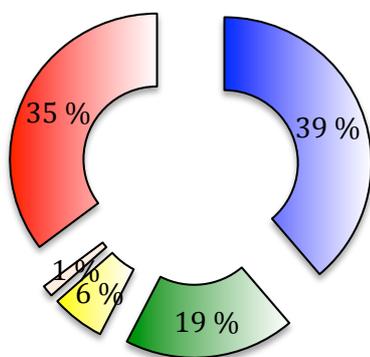
kvalitativt undersøkelsesdesign, og analyse av både primær- og sekundærdata. To ulike lagⁱ ble observert den første undersøkelsesuken, og to ulike lag ble observert den andre uken. Det ble benyttet et observasjonsskjema der det ble registret hva slags aktiviteter operatørene arbeidet med. Denne registreringen ble gjennomført hver femte minutt.

Etter endt arbeidstid ble et selvevalueringskjema fylt ut av alle operatørene på avdelingen, der de skulle evaluere arbeidsdagen sin. Skjemaet inneholdt påstanden *I dag har arbeidet hatt god flyt*, der operatørene skulle krysse av på ett av fire svaralternativer: *Meget enig*, *enig*, *uenig* og *meget uenig*. I tillegg skulle operatørene estimere hvor mye tid av arbeidsdagen som hadde gått med til waste.

Gjennom to uker med observasjon av operatører i avdelingen for rørinstallasjon, utgjorde synlig waste 35% av tilgjengelig arbeidstid på 7 timer. Resultatene fra selvevalueringsundersøkelsen viser at synlig waste utgjør 26% av hverdagen.

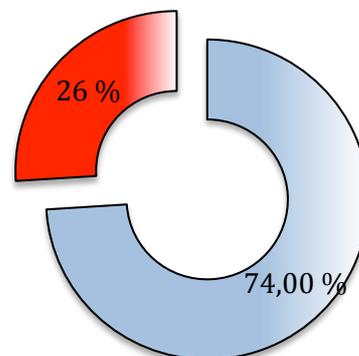
I figur 0-1 vises resultatene fra observasjonsundersøkelsen og selvevalueringsundersøkelsen.

Aggregert resultatet fra to ukers observasjonsundersøkelse



- Verdiskapende arbeid
- Nødvendige aktiviteter
- Koordinering
- Nødvendig personlig tid
- Waste

Aggregert resultatet fra to ukers selvevalueringsundersøkelse



- Udefinert resttid som består av verdiskapende arbeid, nødvendige aktiviteter, koordinering og nødvendig personlig tid
- Waste

Figur 0-1: Resultater fra to ulike målemetoder, henholdsvis direkte observasjon og selvevaluering

ⁱ Et lag er to operatører som jobber sammen

Figur 0-1 viser de aggregerte resultatene for hele undersøkelsen. For å sammenligne målemetodene med hverandre, er det beregnet korrelasjonskoeffisienter for de to ukene adskilt. For å sikre høyest mulig grad av pålitelighet, er det i korrelasjonsberegningen kun benyttet resultatene fra de observerte operatørene, for å sammenligne deres evaluering av arbeidsdagen med våre observasjoner av arbeidsdagen deres.

Vi brukte følgende formel for å regne ut korrelasjonskoeffisienten mellom resultatene:

$$Corr(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}}$$

Tabell 0-1 viser at det er høy grad av korrelasjonⁱⁱ mellom observasjonsresultatene og wasten som de observerte operatørene meldte på selvevalueringsskjemaet. Høy korrelasjon gir indikasjoner på at undersøkelsene måler det samme, noe som trekker opp påliteligheten og gyldigheten av undersøkelsen.

Tabell 0-1: Sammenligning mellom observert og selvevaluert waste, samt korrelasjon mellom dem

	Rapportert waste fra de observerte operatørenes selvevalueringsskjema	Observert waste	Korrelasjon mellom resultatene
Prosentvis andel waste: Uke 10	40 %	40 %	<u>0,97</u>
Prosentvis andel waste: Uke 17	33 %	30 %	<u>0,92</u>

Korrelasjonskoeffisienten antyder at selvevalueringsskjemaet kan brukes som en metode for å måle waste. Likevel må målingene vise til like høye verdier for korrelasjon over en lengre periode for å fastslå hvorvidt metodene kan brukes uavhengig av hverandre. En viktig forutsetning for at selvevalueringsskjemaet skal kunne brukes uavhengig av observasjonsundersøkelse, er at respondentene er motiverte og får grundig opplæring i hvordan skjemaet skal fylles ut, slik at det svares på det man spør etter. Et annet viktig moment, er at respondentene ser egennytten i undersøkelsen, og vet at svarene deres ikke skal brukes imot dem.

ⁱⁱ For at det skal være god korrelasjon mellom to variabler, sier en tommelfingerregel at den bør den være over 0,8.

Et annen viktig poeng med undersøkelsen vår, var å identifisere operatørens intuitive forståelse av arbeidsflyt. Grunnlaget for dette, var påstanden om dagen arbeidsflyt. Vi benyttet følgende formel for å beregne arbeidsflyt:

$$\text{Arbeidsflyt} = \frac{\text{Tilgjengelig arbeidstid} - \text{waste}}{\text{Tilgjengelig arbeidstid}} \text{ (Kalsaas, 2013)}$$

Med tanke på at formelen gir et prosentuttrykk for arbeidsflyt, valgte vi å dele de fire ulike svaralternativer inn i intervaller på 25%. Tanken er her å se hvorvidt denne jevne fordeling av de ulike svaralternativene stemmer overens med operatørens intuitive forståelse av arbeidsflyt.

Vi beregnet så gjennomsnittlig arbeidsflyt for alle operatørene som responderte på selvevalueringskjemaet, fordelt på de ulike svarkategoriene på påstanden.

Resultatene presenteres i tabell 0-2. 100% tilsier optimal flyt og 0% tilsier fravær av flyt.

Tabell 0-2: Intuitiv forståelse av arbeidsflyt

	Meget enig	Enig	Uenig	Meget uenig
Jevne intervall	75 % - 100 %	50 % - 75 %	25 % - 50 %	0 % - 25 %
Gjennomsnittlig arbeidsflyt (alle operatørers selvevaluering)	86 %	78 %	58 %	2 %

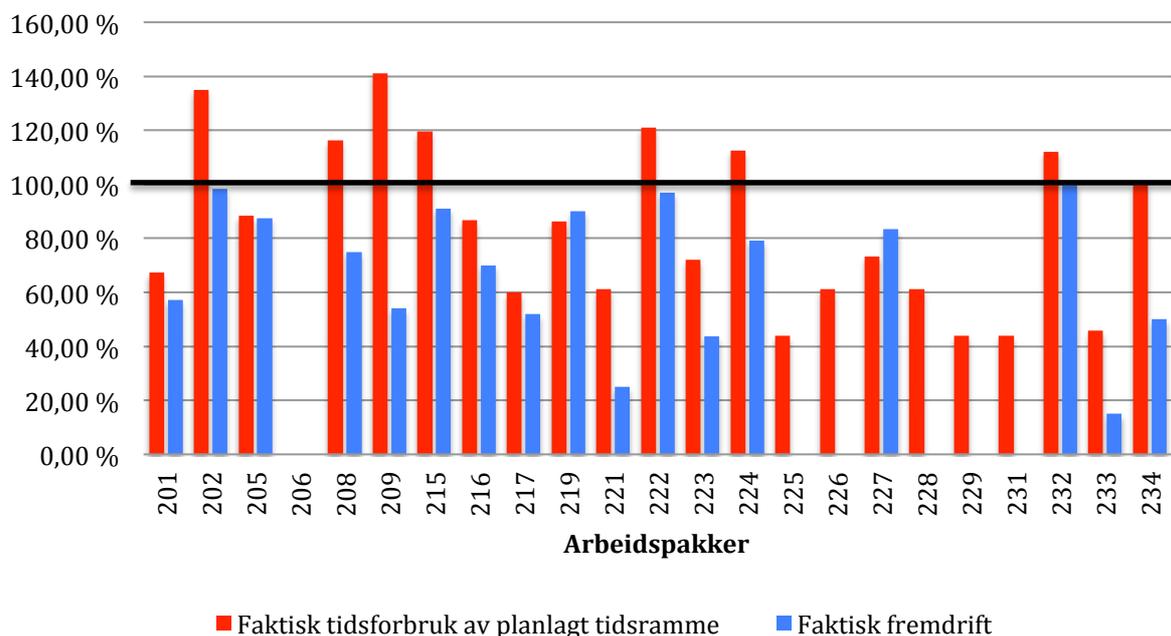
Resultatene viser at i de tilfellene operatørene har registret få timer waste, har de også svart seg *meget enige* i påstanden om dagens arbeidsflyt. Den sammenhengen finner vi også i det andre ytterpunktet *meget uenig*. I de tilfellene operatørene har svart *meget uenig*, har de samtidig registret mange timer waste. Dette tyder på at operatørene har høy terskel for å krysse av på ytterpunktene med mindre de er sikre. Denne terskelen kommer også til syne med tanke på antall svar på de ulike kategoriene, der det var flest tilbakemeldinger på *enig* og *uenig*.

I tillegg til observasjonsundersøkelse og spørreundersøkelse, ble det gjennomført analyse av arbeidsplaner. Analysen av arbeidsplanene foregikk ved å regne ut et prosentuttrykk for

faktisk tidsbruk av planlagt tidsramme for de ulike arbeidspakkeneⁱⁱⁱ, og ved sammenligning prosentuttrykkene med prosentuttrykk for faktisk fremdrift som var oppgitt på planene.

Denne sammenligningen presenteres i figur 0-2. Planlagt tidsramme for arbeidspakkene er 100%, og den kan overskrides dersom man bruker lenger tid enn planlagt tid. Faktisk fremdrift kan ikke bli høyere enn 100%, noe som vil si at arbeidspakken er fullført.

Sammenligning mellom faktisk tidsforbruk av planlagt tidsramme og faktisk fremdrift av arbeidspakker i uke 10



Figur 0-2: Sammenligning mellom faktisk tidsforbruk av planlagt tidsramme og faktisk fremdrift av arbeidspakker i uke 10

Figur 0-2 viser at bedriftens faktiske fremdrift ligger under faktisk tidsbruk av planlagt tidsramme på de fleste av arbeidspakkene. Det betyr at de fleste arbeidspakkene ligger bak plan. Hadde bedriften vært foran plan på arbeidspakkene, hadde faktisk fremdrift ligget høyere enn faktisk tidsbruk av planlagt tidsramme.

Det er også enkelte arbeidspakker som har en faktisk tidsbruk av planlagt tidsramme som overskrider 100%. Dette betyr at arbeidspakkene har brukt mer enn den planlagte tidsrammen for å fullføre enkelte arbeidspakker.

ⁱⁱⁱ En arbeidspakke er en del av prosjektet, brutt ned i mindre arbeidsoppgaver

De planlagte tidsrammene til arbeidspakkene, endres kontinuerlig fra uke til uke, avhengig av hvordan fremdriften har vært. Dersom det har oppstått forsinkelser slik at enkelte pakker ligger bak plan, blir tidsrammen økt. Tilsvarende skjer med arbeidspakkene som ligger foran plan, bare at tidsrammen reduseres. Dette gjør det problematisk å sammenligne arbeidsplanene på lang sikt, da sammenligningsgrunnlaget og forutsigbarheten i planene endres fra uke til uke.

Av denne grunn kan man ikke bruke arbeidsplanene som en indikator på arbeidsflyt på lang sikt. Men på kort sikt, kan mekanismer i planene fungere som en indikator på arbeidsflyt.

Gjennom møter med avdelingsledere, samtaler med både operatører og formenn, og egne erfaringer fra de to undersøkelsesukene på installasjonsområdet, har vi kommet frem til ulike tiltak som kan fungere som et ledd i en prosess for kontinuerlig forbedring.

Tabell 0-3: Tiltaksliste

#	<u>Dette bør bedriften rette fokus mot:</u>	<u>Arbeidsmetode/ Fokusområde</u>	<u>Resultatmål</u>
1	Endringshåndtering / omstilling	Avdekke feil knyttet til tegninger i en tidligere fase enn installasjon, samt utvikle et system for hvordan man bør håndtere eventuelle feil som oppstår	Bedre arbeidsflyt og mindre waste knyttet til venting, utbedring av feil og lignende
		Raskere omstillingstid	
2	IPG	Koordinering og planlegging på tvers av disipliner og avdelinger.	Økt motivasjon ved involvering av operatørene i planleggingsarbeidet
		Undersøke arbeidsflyt og waste på flere avdelinger i bedriften	Kartlegge waste og identifisere flaskehals
		Kontinuerlig forbedringsarbeid	Redusering av de største bidragsyterne til waste
		Prioritering av forbedringstiltak basert på nytte/kostnadsanalyse	Innføring av forbedringstiltakene med høyest nytte i forhold til kostnader
		Friskmelding av aktiviteter	Gjøre usunne aktiviteter sunne, og oppnå bedre flyt

3	Lagersystem	Bulklager av det mest vanlige forbruksmateriellet (<i>klammer, muttere, unioner og pakninger</i>)	Mindre synlig waste knyttet til venting og problemløsning.
4	Level-5	Multifaglig Level 5-plan	Større oversiktighet i planen og bedre koordinering mellom de ulike fagene
		Økt kommunikasjon mellom formenn og planlegger	Riktigere planer
		Standardmåte for å rapportere fullføringsprosent	Eliminering av 95%-problematikken

Basert på våre erfaringer ved denne oppgaven, hadde vi gjennomført enkelte deler av forskningen annerledes dersom vi hadde startet på oppgaven den dag i dag.

For det første burde det vært gjennomført forbedringstiltak mellom de ulike måleperiodene, slik at vi kunne sett effekten av iverksatte tiltak.

For det andre ville vi tatt med påstanden om dagens arbeidsflyt på slutten av selvevalueringsskjemaet i tillegg til i starten, for å se hvorvidt det var noen forskjell mellom den intuitive forståelsen av begrepet, og den gjennomtenkte forståelsen etter at operatørene hadde oppgitt dagens waste. Vi ville også brukt mer tid på opplæring av operatørene med tanke på utfyllingen av skjemaet, for å ytterligere redusere andel feiltolkninger.

Og for det tredje, hadde vi fokusert på arbeidspakkene til de observerte operatørene. På denne måten kunne vi ha sammenlignet deres arbeidsflyt med fremdriften oppgitt på Level-5-planene for arbeidspakkene, og sett etter sammenheng mellom arbeidsflyt og fremdrift.

NØKKEWORD

- Måling
- Observasjonsundersøkelse
- Selvevaluering
- Waste
- Arbeidsflyt
- Kontinuerlig forbedring

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	III
SAMMENDRAG	IV
FIGURLISTE	13
TABELLISTE	14
1. INNLEDNING	15
1.1. FORSKERSPØRSMÅL	16
2. TEORI	17
2.1. TRANSFORMASJON - FLYT – VERDISKAPNING	17
2.2. LEAN.....	18
2.2.1. <i>Leanverktøy</i>	21
2.2.1.1 A3	21
2.2.1.2 Gemba walks	21
2.2.1.3 5S.....	22
2.2.1.4 5 Whys	22
2.2.1.5 Verdistrømanalyse	23
2.2.2. <i>Hvordan gjennomføre endringer?</i>	23
2.3. LAST PLANNER	24
2.3.1. <i>PPU – prosent planlagt utført</i>	26
2.4. FLYT	27
2.5. PROSESS FLYT OG OPERASJONELL FLYT	27
2.5.1. <i>Jevnhet og volum</i>	29
2.5.2. <i>Waste (Muda)</i>	30
2.5.2.1 Making do	31
2.5.3. <i>7 forutsetninger for et sunt arbeid</i>	32
2.6. MÅLING AV FLYT	34
2.7. OPPSUMMERING AV TEORI	35
3. CASEBESKRIVELSE	36
3.1. AS NYMO.....	36
3.2. PROSJEKT OSX.....	37
3.3. IPG.....	38
4. METODE	40
4.1. UNDERSØKELSESDSIGN	40
4.2. GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSENE.....	41
4.2.1. <i>Observasjonsundersøkelse</i>	41
4.2.1.1 Observasjonsskjema	42
4.2.1.2 Feltrelasjoner og feltroller	43
4.2.1.3 Dokumentering av observasjoner	45
4.2.2. <i>Selvevalueringskjema</i>	47
4.2.2.1 Strukturering av spørsmål	48
4.3. LEVEL 5	49
4.4. PÅLITELIGHET OG GYLDIGHET	50
4.4.1. <i>Pålitelighet (Reliabilitet)</i>	50
4.4.2. <i>Gyldighet (Validitet)</i>	51
4.5. PRESENTASJON	52
4.5.1. <i>Presentasjon for ledelsen</i>	53
4.5.2. <i>Presentasjon for operatørene</i>	53
4.5.3. A3.....	53

4.6. ANALYSEMETODE:.....	54
5. RESULTATER FRA UNDERSØKELSEN.....	56
5.1. OBSERVASJONSUNDERSØKELSE	57
5.1.1. <i>Aggregerte resultater</i>	57
5.1.1.1 Observert waste: Venting.....	61
5.1.1.2 Observert waste: Utbedring av feil.....	65
5.1.1.3 Observert waste: Annen personlig tid	67
5.1.1.4 Observert waste: Leting	68
5.1.2. <i>Første undersøkelsesuke</i>	71
5.1.3. <i>Andre observasjonsuke</i>	74
5.2. SELVEVALUERINGSSKJEMA	78
5.2.1. <i>Aggregert resultat</i>	78
5.2.1.1 Første undersøkelsesuke.....	83
5.2.1.2 Andre undersøkelsesuke	85
5.3. OBSERVASJON VS. SELVEVALUERING	86
5.3.1. <i>Aggregert resultat</i>	86
5.3.1.1 Første undersøkelsesuke.....	89
5.3.1.2 Andre undersøkelsesuke	92
5.4. LEVEL 5	94
5.4.1. <i>Faktisk tidsbruk vs faktisk fremdrift</i>	95
6. KONKLUSJON OG FORBEDRINGSTILTAK.....	99
OBSERVERT OG SELVEVALUERT WASTE	99
LEVEL 5 SOM INDIKATOR PÅ ARBEIDSFLYT.....	101
TILTAK	101
7. ETTERORD	103
8. BIBLIOGRAFI.....	104
9. VEDLEGG	106
VEDLEGG 1: OBSERVASJONSSKJEMA.....	107
VEDLEGG 2: SELVEVALUERINGSSKJEMA	108
VEDLEGG 3: A3	110
VEDLEGG 4: OBSERVASJONSRESULTATER.....	112
VEDLEGG 5: RESULTATER FRA SELVEVALUERINGEN I TIMER.....	114
VEDLEGG 6: OVERSIKT ANTALL TIMER PÅ DE ULIKE WASTEKATEGORIER FRA SELVEVALUERINGEN	116
VEDLEGG 7: DATAGRUNNLAG LEVEL 5	117
VEDLEGG 8: UTREGNING AV KORRELASJON	122

FIGURLISTE

FIGUR 0-1: RESULTATER FRA TO ULIKE MÅLEMETODER, HENHOLDSVIS DIREKTE OBSERVASJON OG SELVEVALUERING	V
FIGUR 0-2: SAMMENLIGNING MELLOM FAKTISK TIDSFORBRUK AV PLANLAGT TIDSRAMME OG FAKTISK FREMDRIFT AV ARBEIDSPAKKER I UKE 10	VIII
FIGUR 2-1: PRINSIPPENE BAK LEAN-THINKING (WOMACK & JONES, 2003)	19
FIGUR 2-2: BILDE TIL VENSTRE: LAPPETEKNIKK I SKANSKA (HØFGAARD-ESPELAND & HØEN, 2012). BILDE TIL HØYRE: LAPPETEKNIKK I AS NYMO (HENTET FRA INTERN A3 I AS NYMO).....	26
FIGUR 2-3: THE FLOW TERM (BØLVIKEN & KALSAAS, 2011)	29
FIGUR 2-4: DE SYV FORUTSETNINGENE FOR SUNT ARBEID (BERTELSEN, 2003)	32
FIGUR 2-5: ILLUSTRATION OF THE OEE METHOD APPLIED TO CONSTRUCTION WORK (KALSAAS, 2012)	34
FIGUR 3-1: OVERSIKTSBILDE OVER NYMOS PRODUKSJONSANLEGG I VIKKILEN (WWW.JJUC.NO).....	36
FIGUR 3-2: BILDET TIL VENSTRE VISER BORETÅRNET I TO DELER PÅ INSTALLASJONSOMRÅDET I VIKKILEN. BILDET TIL HØYRE ER ET OVERSIKTSBILDE SOM VISER HVOR BORETÅRNET SKAL Plasseres PÅ RIGGEN (ØKLAND, 22.02.2012)..	37
FIGUR 4-1: PÅSTAND FRA SELVEVALUERINGSSKJEMAET.....	48
FIGUR 4-2: SPØRSMÅL FRA SELVEVALUERINGSSKJEMAET.....	49
FIGUR 4-3: TEKSTFELT TIL FRIE MERKNADER FRA SELVEVALUERINGSSKJEMAET	49
FIGUR 5-1: OVERSIKT OVER EN GJENNOMSNI TT LIG ARBEIDSDAG PÅ AS NYMO.....	57
FIGUR 5-2: OVERSIKT OVER HVA AGGREGERT VERDISKAPENDE ARBEID BESTÅR AV	58
FIGUR 5-3: OVERSIKT OVER HVA AGGREGERT NØDVENDIGE AKTIVITETER BESTÅR AV	59
FIGUR 5-4: OVERSIKT OVER HVA AGGREGERT WASTE BESTÅR AV	60
FIGUR 5-5: P&ID-TEGNING. DETTE ER SELVE "BIBELEN" FOR OPERATØRENE, DEN GRUNNLEGGENDE TEGNINGEN, OG NÅR DEN IKKE KAN BRUKES, BYR DET PÅ UTFORDRINGER FOR OPERATØRENE	61
FIGUR 5-6: OVERSIKT OVER HVA VENTETIDEN BESTÅR AV.....	62
FIGUR 5-7: UTILGJENGELIG ARBEIDSSOMRÅDER. BILDET TIL VENSTRE VISER ET AVSPERRET ARBEIDSSOMRÅDE. BILDET TIL HØYRE VISER UTILGJENGELIG ARBEIDSSOMRÅDE PÅ GRUNN AV ANDRE LAG.....	63
FIGUR 5-8: VENTING PÅ FOREGÅENDE AKTIVITET. OPERATØRENE MÅ VENTE TIL SVEISEARBEIDET ER FULLFØRT FØR NYE RØR KAN LEGGES.	64
FIGUR 5-9: I STEDET FOR Å SLØSE TID PÅ Å VENTE PÅ KRAN, TOK OPERATØRENE MER KREATIVE METODER I BRUK. SÅ LENGE RØRENE VEIDE SÅPASS LITE, VAR DET HELLER IKKE NOEN RISIKO FORBUNDET MED DETTE.....	64
FIGUR 5-10: OVERSIKT OVER HVILKE FEIL SOM UTBEDRES.....	65
FIGUR 5-11: ARBEIDSBESKRIVELSE. DE MERKEDE INNGANGENE PÅ ARBEIDSBESKRIVELSEN STEMTE IKKE OVERENS MED VIRKELIGHETEN.....	66
FIGUR 5-12: OVERSIKT OVER TIDSROMMENE DER ANNEN PERSONLIG TID SKILLER SEG UT.	67
FIGUR 5-13: OVERSIKT OVER HVA OPERATØRENE LETER ETTER	69
FIGUR 5-14: BILDET TIL VENSTRE: LAGERET DER OPERATØRENE HENTER MATERIALER. BILDET TIL HØYRE: ESKER MED MATERIALER TIL KLARGJORT ARBEIDSPAKKE.....	70
FIGUR 5-15: OVERSIKT OVER LAG 1 OG 2S ARBEIDSUKE I UKE 10.	71
FIGUR 5-16: FORDELING AV WASTE FOR LAG 1 OG LAG 2 I UKE 10	72
FIGUR 5-17: OVERSIKT OVER ARBEIDSUKEN FOR LAG 3 OG 4 I UKE 17.....	75
FIGUR 5-18: FORDELING AV WASTE FOR LAG 3 OG 4 I UKE 17	76
FIGUR 5-19: AGGREGERT RESULTAT: ANTALL SVAR PÅ PÅSTANDEN "I DAG HAR ARBEIDET HATT EN GOD FLYT"	78
FIGUR 5-20: AGGREGERT RESULTAT: BOKSPLOTT-DIAGRAM	80
FIGUR 5-21: AGGREGERT RESULTAT: GJENNOMSNI TT LIG ANTALL TIMER ARBEID UTFØRT SOM IKKE VAR PLANLAGT	82
FIGUR 5-22: OVERSIKT OVER ANTALL SVAR PÅ PÅSTANDEN "I DAG HAR ARBEIDET HATT GOD ARBEIDSFlyT" FRA UKE 10 ..	83
FIGUR 5-23: OVERSIKT OVER ANTALL TIMER WASTE PÅ DE ULIKE SVARENE PÅ PÅSTANDEN FRA UKE 10.	84
FIGUR 5-24: OVERSIKT OVER ANTALL SVAR PÅ SELVEVALUERINGSSKJEMAET I UKE 17	85
FIGUR 5-25: OVERSIKT OVER ANTALL TIMER WASTE PÅ DE ULIKE SVARENE PÅ PÅSTANDEN FRA UKE 17.	85
FIGUR 5-26: SAMMENLIGNING MELLOM OBSERVERT OG SELVEVALUERT WASTE FRA DE OBSERVERTE OPERATØRENE I UKE 10	91
FIGUR 5-27: SAMMENLIGNING MELLOM OBSERVERT OG SELVEVALUERT WASTE FRA DE OBSERVERTE OPERATØRENE I UKE 17	93
FIGUR 5-28: UTKLIPP AV EN LEVEL 5-PLAN (NAVN PÅ FORMENNENE ER SENSURERT AV STUDENTENE).....	95

FIGUR 5-29: LEVEL 5: SAMMENLIGNING MELLOM FAKTISK TIDSFORBRUK AV PLANLAGT TIDSRAMME OG FAKTISK FREMDRIFT AV ARBEIDSPAKKER I UKE 10	96
FIGUR 5-30: LEVEL 5: SAMMENLIGNING MELLOM FAKTISK TIDSFORBRUK AV PLANLAGT TIDSRAMME OG FAKTISK FREMDRIFT AV ARBEIDSPAKKER I UKE 17	97
FIGUR 5-31: ENDRING I SLUTTDATO FOR ARBEIDSPAKKE 216	98

TABELLISTE

TABELL 0-1: SAMMENLIGNING MELLOM OBSERVERT OG SELVEVALUERT WASTE, SAMT KORRELASJON MELLOM DEM	VI
TABELL 0-2: INTUITIV FORSTÅELSE AV ARBEIDSFLYT	VII
TABELL 0-3: TILTAKSLISTE	IX
TABELL 2-1: TFV-MODELLEN (KOSKELA, 2000)	17
TABELL 2-2: A3ENS NI STEG (EGENPRODUSERT TABELL BASERT PÅ (SHOOK, 2008))	21
TABELL 2-3: 5S (EGENPRODUSERT TABELL BASERT PÅ (WOMACK & JONES, 2003))	22
TABELL 3-1: IPGS MÅL OG PÅGÅENDE TILTAK (HENTET FRA INTERN A3)	38
TABELL 4-1: EN TYPOLOGI OVER FELTROLLER (JACOBSEN, 2005)	44
TABELL 4-2: OVERSIKT OVER DE ULIKE KATEGORIENE PÅ OBSERVASJONSSKJEMAET	46
TABELL 4-3: INNDELING AV ANALYSEPROSESSEN (JACOBSEN, 2005)	54
TABELL 5-1: OVERSIKT OVER VENTING I MINUTT FOR LAG 1 OG 2	73
TABELL 5-2: OVERSIKT OVER FEILUTBEDRING I MINUTT FOR LAG 1 OG 2	74
TABELL 5-3: OVERSIKT OVER VENTING I MINUTT FOR LAG 3 OG 4	77
TABELL 5-4: OVERSIKT OVER ANTALL MINUTTER BRUKT PÅ FEILUTBEDRING I UKE 17 FOR LAG 3 OG 4	77
TABELL 5-5: AGGREGERT RESULTAT OVER TO UKER: SAMMENLIGNING MELLOM AGGREGERT WASTE FRA SELVEVALUERINGEN OG OBSERVASJONSUNDERSØKELSEN	87
TABELL 5-6: INTUITIV FORSTÅELSE AV ARBEIDSFLYT	89
TABELL 5-7: SAMMENLIGNING MELLOM OBSERVERT WASTE OG SELVEVALUERT WASTE FRA ALLE OPERATØRENE I UKE 10	90
TABELL 5-8: SAMMENLIGNING MELLOM OBSERVERT OG SELVEVALUERT WASTE FRA DE OBSERVERTE OPERATØRENE I UKE 10	90
TABELL 5-9: SAMMENLIGNING MELLOM OBSERVERT WASTE OG SELVEVALUERT WASTE FRA ALLE OPERATØRENE I UKE 17	92
TABELL 5-10: SAMMENLIGNING MELLOM OBSERVERT OG SELVEVALUERT WASTE FRA DE OBSERVERTE OPERATØRENE I UKE 17	93
TABELL 6-1: SAMMENLIGNING SELVEVALUERT WASTE FRA OBSERVERTE OPERATØRER OG OBSERVERT WASTE	100
TABELL 6-2: TILTAK	101

1. INNLEDNING

Dagens samfunn er preget av sterkere konkurranse enn noen gang tidligere, og for å kunne forbli konkurransedyktige, er det avgjørende for bedrifter å være bevisst på hvilke prosesser som fungerer bra og hvilke prosesser som ikke fungerer optimalt.

For bedrifter i offshoreindustrien er hverdagen i 2013 generelt preget av gode tider. Investeringer både nasjonalt og internasjonalt gjør dette til et godt marked for norsk konstruksjons- og produksjonsindustri. Dette til tross, opplever man en økende tendens til konkurranse både fra Sørøst-Asia og Øst-Europa.

Fortsatt vil prosjekter av høy kompleksitet etterspørre nisjekunnskapene i Norge og andre vestlige land, men mye tyder på at Kina vil styrke sin posisjon som en direkte konkurrent på dette området. Prosjekter av lavere kompleksitet, vil i større grad bli konkurranseutsatt til Mellom-Europa som en følge av lavere prisnivå.

Som en følge av dette, har flere norske bedrifter rettet fokus mot nye konkurransefortrinn. Det gjelder blant annet å være i førersetet når det kommer til nytenkning, og evne til å omstille seg raskt i et marked med mange sterke aktører. Ofte vil dette medføre større omorganiseringer innad i bedriften.

Lean er en tankegang som fokuserer på effektivisering. Metoden baserer seg på å eliminere *waste*^{iv} fra verdikjeden, ved å fokusere på nye måter å organisere prosesser på. I tillegg fokuserer også metoden på kundenes oppfattelse av verdi (Womack & Jones, 2003). Synonymt med waste kan *flyt* trekkes frem som det man ønsker å oppnå ved å fjerne waste fra verdikjeden.

Vi har i denne oppgaven tatt for oss en prosjektstyrt mekanisk industribedrift på Sørlandet, og testet ut ulike målemetoder for waste og arbeidsflyt. Arbeidsflyt og waste berører sentrale områder innen effektivisering i offshore-, olje- og gassbransjen. I en industri knyttet til store økonomiske ressurser, kan grad av effektivitet i produksjonen være forskjellen på hvem som blir tildelt prosjekter.

Som en følge av dette, er det viktig å måle hvordan prosjektgjennomføringen foregår. På denne måten vil man kartlegge arbeidsoppgavene, samt synliggjøre eventuelle hindringer. Dermed kan man iverksette forbedringstiltak som knyttes direkte til hindringene.

^{iv} Waste er alle ikke-verdiskapende aktiviteter, altså ren sløsing av ressurser. I denne oppgaven brukes ordet waste som et norsk ord.

1.1. FORSKERSPØRSMÅL

Forskerspørsmålet er forankret i pågående forskningsarbeid om effektivisering, og baseres på ulike metoder for å måle arbeidsflyt og waste. Hovedspørsmålet er dermed

- *Hvordan kan waste og arbeidsflyt måles, som ledd i en strategi for kontinuerlig forbedring?*

Oppgaven benytter ulike målemetoder (*direkte observasjon, selvevaluerings skjema og fremdriftsplan*). Direkte observasjon er en krevende målemetode, som krever mye tid og ressurser, men som til gjengjeld gir høy grad av pålitelighet, samtidig som den gir et bra bilde av hvordan arbeidssituasjonen er.

Selvevaluering på sin side, baserer seg på operatørens egne opplevelser, noe som kan by på store utfordringer med tanke på validitet og reliabilitet. I tillegg vil det være spennende å undersøke operatørens intuitive forståelsen av begrepet *flyt*.

Ved å undersøke korrelasjonskoeffisienten mellom resultatene fra de to målemetodene, kan vi antyde hvorvidt metodene kan brukes uavhengig av hverandre, noe som vil være interessant for videre måling av flyt. Det vil også være interessant å vurdere om en fremdriftsplan kan brukes som en indikator på arbeidsflyt.

For å besvare problemstillingen, er den avgrenset i to spesifikke spørsmål:

1. *Er det korrelasjon mellom observert waste fra observasjoner og rapportert waste fra spørreundersøkelse?*
2. *Kan fremdriften i arbeidsplaner brukes som indikator på arbeidsflyt?*

Oppgaven tar for seg relevant teori fra faget *Supply Chain Management* og drøfter dette i lys av den problemstillingen som er bestemt. I metodekapittelet presenteres utførlige forklaringer på hvordan undersøkelsene er gjennomført, hvordan vi har sikret tilstrekkelig pålitelighet samt fremgangsmåte for innsamling og analyse av data. Analysen tar for seg funnene fra undersøkelsene på detaljnivå med tilhørende figurer og forklaringer. Oppgaven avsluttes med en konklusjon som således er en avrundning av analysen. Her trekkes det frem tiltak og forbedringer som kan fungere som ledd i en prosess for kontinuerlig forbedring.

2. TEORI

2.1. TRANSFORMASJON - FLYT – VERDISKAPNING

Koskela trekker frem *Transformasjon – Flyt – Verdiskapning (TFV)* (Koskela, 2000) som et teoretisk rammeverk for å forstå et byggeprosjekts produksjonsprosess. Koskela forklarer TFV-teorien som en konseptualisering av ulike sider ved produksjon. Disse ulike sidene er *transformasjon, flyt og verdiskapning*.

Tabell 2-1: TFV-modellen (Koskela, 2000)

	Transformasjons perspektiv	Flyt perspektiv	Verdiskapnings perspektiv
Konseptualisering av produksjon	En transformasjon av input og output	En materialstrøm som er sammensatt av transformasjon, inspeksjon, flytting og venting	En prosess, der verdi for kunden skapes gjennom å oppfylle krav
Hovedprinsipp	Effektiv realisering av produksjonen	Fjerning av waste	Fjerning av verditap (Oppnådd verdi sammenlignet med best mulig verdi)
Assosierte prinsipper	Dekomponere produksjonsoppgavene. Minimere kostnadene til alle dekomponerte oppgaver	Redusere ledetid, Variabilitet, Forenkle produksjonen, øke åpenheten og fleksibiliteten.	Fange opp alle kundekrav, sikre at kundekravene innfris i alle produksjonsfaser. Ta hensyn til alle krav for det som skal gjøres, sørg for kapabiliteten til produksjonssystemet, Måle verdi.
Metoder og Praktiske eksempler	Arbeidsnedbrytningsstruktur MRP-organisatorisk ansvarsdiagram	Kontinuerlig flyt, forbedring og produksjonskontroll	Metoder for å fange opp krav - Quality Function Deployment
Praktisk bidrag	Tar hånd om det som skal gjøres	Bidra til at unødvendige aktiviteter i størst mulig grad unngås.	Sørger for at krav fra kunder blir oppfylt på best mulig måte.
Forslag til navn for praktisk anvendelse	Ledelsens oppgave	Flytledelse	Verdiledelse

Transformasjonsperspektivet fokuserer på verdiskapende aktiviteter, flytaspektet fokuserer på ikke verdiskapende aktiviteter, og det siste perspektivet, verdiskapning, har sitt fokus på det verdiskapningsorienterte aspektet ved produksjon. Sistnevnte tar også for seg produksjonskontroll i et kundeperspektiv.

Transformasjonsperspektivet dreier seg om direkte arbeid. Konseptualisering av produksjon vil si en omdannelse fra input til output, altså bearbeiding av materialer til et ferdig produkt. I produksjon og konstruksjonssammenheng vil dette dreie seg om aktiviteter som direkte er med på å øke verdien til sluttproduktet. Slike aktiviteter kan eksempelvis være montering av rør i en installasjonsavdeling. Videre er hovedprinsippet å få til en effektiv måte å produsere på. Det kan være hensiktsmessig å dekomponere produksjonsoppgavene i mindre arbeidsoppgaver, men det viktigste er å få til en effektiv prosess som minimerer kostnadene ved produksjonen.

Flytaspektet knytter seg til strømmen av materialer, arbeid og utstyr (Koskela, 2000). I produksjonssammenheng dreier det seg om venting, inspeksjon og forflytning mellom arbeidsplasser, i tillegg til transformasjon. Hovedmålet ved dette aspektet er å eliminere waste. Målet er en prosess der materialer og utstyr flyter uhindret mellom arbeidsprosesser. I komplekse produksjon- og installasjonsprosesser, vil økt fleksibilitet og redusert variabilitet bidra til dette.

Det siste aspektet, verdiskapning, dreier seg om å gi kunden det kunden vil ha. Dette gjøres ved å produsere i samsvar med kundens ønsker og behov. Dette er bedriftens verdiskapning (Koskela, 2000).

TFV-modellen foreslår med andre ord at det viktigste tiltaket er å forbedre effektivitet i produksjonen (Koskela, 2000). Videre har TFV-modellen vist at det er mulig å formulere en teori om produksjon, som også gir et teoretisk fundament for konstruksjonsbransjen (Koskela, 2000).

2.2. LEAN

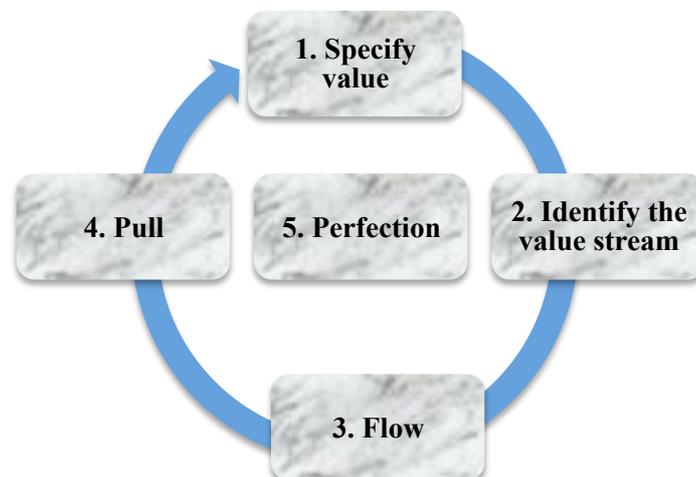
Lean production stammer fra bilindustrien i Japan, og går ut på at man slanker produksjonen ved å fjerne waste fra hvert ledd i verdikjeden. Begrepet ble internasjonalt velkjent gjennom boka *The Machine That Changed The World* av Womack, Jones og Roos i boka (1991).

Direkte oversatt betyr lean production *slank produksjon*.

Grunnpilarene er *Just in Time*^v og *Jidoka*^{vi}, og utgangspunktet for lean production var *Toyota Production System (TPS)* (Ōno, 1988). Bakgrunnen for TPS var fjerne overbelastning (*muri*) og inkonsekvens (*mura*), samt å eliminere waste (*muda*). Liker tolket tankene bak Toyota Production System, og skrev hans tolkning av dem i boka *The Toyota Way* (Liker, 2004). Tankene ble utformet som 14 prinsipper, som videre oppsummeres som 4P.

Det første prinsippet i 4P, er *filosofi (philosophy)*. Det går ut på at man skal ta avgjørelser basert på en langsiktig filosofi, selv om det går på bekostning av kortsiktige mål. Det andre prinsippet er *prosess (process)*, som sier at dersom man har de rette prosessene, vil man oppnå de rette resultatene. Det tredje prinsippet er *ansatte og partnere (people & partners)*. Denne delen omhandler hvor viktig det er med stabile og langsiktige forhold til både ansatte og partnere. Det siste prinsippet er *problemløsning (problem solving)*, og går ut på kontinuerlig forbedring og læring.

Lean-tenkning er en måte å spesifisere verdi på, få riktig rekkefølge på aktivitetene og skape flyt gjennom organisasjonen og dermed produsere mer effektivt. Kort oppsummert, skal lean-tankegangen sørge for at man gjør mer med mindre innsats; mindre arbeid, mindre utstyr, mindre tid og mindre fysisk plass, samtidig som man kommer nærmere det kunden virkelig ønsker (Womack & Jones, 2003). Bedriften skal altså produsere mest mulig effektivt. Måten dette gjøres på, er å følge de fem prinsippene bak lean-tenking (Womack & Jones, 2003):



Figur 2-1: Prinsippene bak lean-thinking (Womack & Jones, 2003)

^v Just In Time (JIT) er en nøye planlagt forsyningskjede der levering av varer og deler kommer akkurat når de skal, og på denne måten slipper man unødvendig ventetid og lagerhold.

^{vi} Jidoka er å kombinere automatikk sammen med menneskelig intelligens, slik at dersom det skulle oppstå feil, vil maskinene stoppe og operatørene stopper produksjonen.

Utgangspunktet for lean-tankegangen er å spesifisere verdi. Produsenten *skaper* verdi, men det er kun sluttkunden som kan *definere* hva verdi er. Man må altså undersøke hva kunden ønsker, hvordan kunden ønsker det og hva kunden egentlig har behov for. Å tilby noe annet enn nøyaktig det kunden ønsker, er waste.

Det er viktig å identifisere verdikjeden, siden den består av alle handlinger som fører produktet/tjenesten fra planleggingsfasen til sluttkunden. Denne identifiseringsprosessen består i hovedsak av tre ulike steg. Det første steget er å identifisere aktiviteter som skaper verdi. Det andre steget er aktiviteter som ikke skaper verdi, men som er nødvendige. Det tredje og siste steget, er å identifisere aktiviteter som ikke skaper verdi og som kan unngås ved riktig planlegging/produksjonsstyr.

Etter man har spesifisert verdien og identifisert verdistrømmen, må man skape flyt i de gjenstående aktivitetene. Måten Womack og Jones (2003) så for seg dette på, var å endre den tradisjonelle tankegangen om hvordan man produserer effektivt. Eliminere tankegangen om å dele aktivitetene inn i ulike avdelinger, der hver avdeling har sine egne arbeidsoppgaver som fullføres, før det sendes videre til neste avdeling, uansett om den neste avdelingen er klar eller ikke. Selv om denne tankegangen holder alle ansatte i arbeid og maskinene i gang, fører den også til lange ventetider. Den tankegangen Womack og Jones (2003) så for seg, var at man flyttet fokus til produktet. Ved å arbeide kontinuerlig på produktet fra råmaterial til ferdig produkt, unngår man ikke bare ventetid, men man arbeider også mer effektivt og nøyaktig. Dette betegnes som flyt.

Når flyt er oppnådd i produksjonen, vil tiden det tar fra konsept til sluttkunden reduseres. Fordelen med dette, er egenskapen til å designe, planlegge og produsere nøyaktig det kunden ønsker, og levere det akkurat når kunden ønsker det. Man går bort fra prediksjoner, og benytter heller en etterspørselsstyrt produksjon. I stedet for å prøve å dytte på kunden produkter han ikke ønsker, kan kunden nå få hentet det riktige produktet fra deg. Kundens etterspørsel vil også bli mer stabil når han vet at det ikke tar lang tid å produsere det han trenger, og man unngår rykk-og-napp-produksjon.

Det femte og siste prinsippet er perfektjon. Med tanke på at de fire første prinsippene interagerer med hverandre i en sirkel, er det kun den skjulte wasteren som gjenstår. Ved å følge de fire første prinsippene, vil man være et steg nærmere perfektjon.

2.2.1. LEANVERKTØY

2.2.1.1 A3

A3 er ikke bare et internasjonal standard for papirark i størrelsen 420 mm × 297 mm, men det er også et velkjent verktøy innenfor *lean-tenking* i Toyota (Shook, 2008). Toyota mente at alle utfordringene i bedriften kan og burde bli oppsummert på et enkelt ark. På denne måten vil hele bedriften se utfordringene med samme øyne. Arket de valgte å benytte, var A3, og det er også her dette verktøyet har fått navnet fra. Med tanke på at et A3-ark gir begrenset plass, er det derfor viktig å fokusere på kjernen i temaet, samtidig som man bør gjøre det så visuelt og lettfattelig som mulig.

En typisk A3 består gjerne av ni steg (Shook, 2008):

Tabell 2-2: A3ens ni steg (egenprodusert tabell basert på (Shook, 2008))

#	Hva	Hvorfor
1	Tittel	<i>Forklarer navn på prosjekt, problemet eller utfordringen.</i>
2	Eier/dato	<i>For å identifisere eier av A3-en og dato for siste oppdatering.</i>
3	Bakgrunn	<i>Forklarer konteksten.</i>
4	Nåsituasjon	<i>Forklarer hva man vet om problemet / utfordringen på nåværende tidspunkt.</i>
5	Mål	<i>Forklarer hva man ønsker å oppnå.</i>
6	Analyse	<i>Analyserer situasjonen</i>
7	Pågående tiltak	<i>Forklarer hvilke tiltak som gjennomføres for å oppnå målet.</i>
8	Plan	<i>Forklarer hvem som gjør hva når for at man skal oppnå målet.</i>
9	Oppfølging	<i>Forklarer hvordan gjennomføringen har gått.</i>

2.2.1.2 GEMBA WALKS

For at en bedrift skal fungere optimalt, er det essensielt at ledelsen vet hva som foregår ute i feltet, både med tanke på aktiviteter og prosesser. Den beste måten å tilegne seg denne kunnskapen på, er ved å observere produksjon med jevne mellomrom. I lean-sammenheng kalles dette *Gemba^{vii} walks*. Gemba walks bygger på tankegangen ”gå og se, spør hvorfor, vis respekt” (Shook, 2011). Ved å observere operatørene, vil ledelsen få innsikt i hvordan arbeidsdagen deres ser ut. Ved å stille spørsmål, vil ledelsen få forståelse for prosessene operatørene gjennomfører. Og det viktigste, er å vise respekt for hverandres arbeid, noe som kan føre til motivasjonsboost for de ansatte.

^{vii} Kan også skrives Genba. Direkte oversatt betyr Gemba *det virkelige området*.

Shook (2011) nevner også at det fire forskjellige *lean-øyne* man kan observere med. Man kan enten fokusere på å se etter løsninger (*løsningsorientert*), se etter waste (*wasteorientert*), se etter problemer (*problemorientert*), eller se etter mønstre og rutiner (*rutineorientert*). Hvilken orientering man velger å benytte, er med å påvirker hva man ser. Er man wasteorientert når det skal observeres, er det wasteren som er fokus, og positive observasjoner vil ikke bli registrert.

2.2.1.3 5S

5S er fem tiltak som begynner på S, og som brukes for å holde arbeidsplassen organisert og klargjort (Womack & Jones, 2003).

Tabell 2-3: 5S (egenprodusert tabell basert på (Womack & Jones, 2003))

#	Hva	Hvorfor
1	Sortering (<i>Sort</i>)	Sortere ut det nødvendige verktøyet, deler og instruksjoner fra det unødvendige, og fjerne det unødvendige.
2	Systematisering (<i>Systemize</i>)	Organisere materialer og verktøy, slikt at de er enkle å bruke. Dette fører til bedre trivsel og mindre unødvendige bevegelser.
3	Skinne (<i>Shine</i>)	Holde arbeidsplassen ryddig, ved hjelp av stabile og oversiktlige prosesser.
4	Standardisering (<i>Standarize</i>)	Sette krav til seg selv og andre for å få de tre første S-ene inn i den daglige rutinen for å alltid holde arbeidsstasjonen oversiktlig.
5	Opprettholde (<i>Sustain</i>)	Handler om å ha selvdisiplin slik at man alltid gjennomfører de fire første stegene.

De tre første tiltakene, er direkte forbedringstiltak som går rett på produksjonsområdet, mens det to siste handler om å innføre filosofien i det daglige arbeidet. 5S er en standard som involverer alle på en arbeidsplass. Det er viktig å starte med ett og ett tiltak, og gradvis bygge videre. Nå man har kommet langt på vei i prosessen, vil en inndeling i fokusgrupper med ulike ansvarsområder, kunne være en effektiv løsning for å opprettholde en god standard på lengre sikt.

2.2.1.4 5 WHYS

Hver gang et problem oppstår, skal man spørre hvorfor det oppsto. Dette spørsmålet skal så gjentas fire ganger til slik at man kommer til bunns i problemet, og man kan utvikle effektive mottiltak (Womack & Jones, 2003). 5 Whys er et analyseverktøy for å kartlegge rotårsaker til problemer, og ikke en problemløsningsteknikk, og av denne grunn, bør metoden kombineres med andre problemløsningsteknikker.

2.2.1.5 VERDISTRØMANALYSE

Verdistrømanalyse bruker man for å identifisere problemområder, og for å skape den fremtidige ønskeverdikjeden. Denne analysen skal inneholde alle nødvendige aktiviteter fra råmateriale til ferdig produkt, inkludert både aktiviteter som skaper verdi og ikke-verdiskapende aktiviteter som er nødvendige i prosessen (Womack & Jones, 2003).

2.2.2. HVORDAN GJENNOMFØRE ENDRINGER?

I artikkelen *Learning to Lead at Toyota* (Spear, 2004) tar Spear opp problematikken med at bedrifter som implementerer lean kun fokuserer på verktøyene fra kapittel 2.1.1, og ikke på de grunnleggende tankene i TPS om hvordan man skal gjennomføre endringer.

Disse tankene er:

1. Ingenting slår direkte observasjoner

Problemet med indirekte observasjoner^{viii} er at det øyeblikket man har festet det på papir, så er det historie om noe som har skjedd. I utgangspunktet er det ikke noe galt med å bruke slike metoder, men dersom man kun forholder seg til det, vil man miste litt av perspektivet.

Direkte observasjoner derimot, handler om hva som skjer der og da. I stedet for å undersøke hvorfor en maskin ikke funkete på tidspunkt X, kan man heller observere maskinen og på den måten la maskinen vise hva feilen er.

2. Gjennomfør endringer som eksperimenter

Et eksperiment brukes for å teste hypoteser, og resultatet fører til at man enten redefinerer eller forkaster hypotesen.

Når man vanligvis skal forbedre en prosess, vet man sånn cirka hva problemet er og hvordan man kan fikse det. Men ved å gjennomføre endringer som eksperiment, setter man fokus både på problemet og løsningen. Ved vanlig prosessforbedring, flytter man verktøyet nærmere materialet det skal brukes på, og sparer man inn litt tid, sier man seg fornøyd med.

Men ved å gjennomføre forbedringen som et eksperiment, forventer man kanskje å spare fire sekund på å flytte verktøyet nærmere materialet det skal brukes på. Dersom det viser seg at man sparte seks sekund, er det topp, men samtidig må man undersøke hvorfor det var en to sekunds differanse mellom forventet resultat og målt resultat.

^{viii} Rapporter, skjemaer, undersøkelser, statistikk, intervjuer, og lignende

3. Arbeiderne og lederne bør eksperimentere så jevnlig som mulig

Ved å fokusere på *mange* raske og lite komplekse eksperimenter i stedet for på *få* store og komplekse, er det ikke så problematisk dersom det skulle oppstå feil, siden konsekvensene ikke blir så fatale. Dette øker også lysten til å gjennomføre eksperimenter, og på denne måten *learn by doing*.

4. Lederens jobb er ledelse, ikke problemløsning

Ledernes fokus bør ikke være på problemløsning, men heller på opplæring av underledere som lærer gjennom erfaringer. På denne måten vil prosessen bli forbedret på alle nivåer dersom man overvåker og eksperimenterer nøye nok.

2.3. LAST PLANNER

Lean Construction er en forgreining av *Lean Production*, tilpasset prosjektbasert industri, og er et eksempel på at tankesettet bak *Lean Production* vies oppmerksomhet også utenfor bilindustriens fabrikkgjerd (Ellingsen & Fredriksen, 2012). Innenfor *Lean Construction* har *Last Planner System (LPS)* en sentral plass. Last Planner-system er et konkret sett av retningslinjer som har blitt implementert i ulike deler av verden de siste 10-15 årene (Kalsaas, 2011). Dette er en planleggingsmetodikk med formål om å sikre proaktiv styring med fokus på forutsigbarhet, involvering og fleksibilitet i planprosesser (Ballard, 2000).

Målet med Last Planner System er å oppnå større kontroll og forutsigbarhet i byggearbeidet, i forhold til hva som blir tilbudt av vanlig prosjektledelse.

Kalsaas (2011) beskriver i sin artikkel *The Last Planner system style of planning* at LPS er basert på et samarbeid mellom entreprenører og underleverandører som samordner sine aktiviteter i den praktiske gjennomføringen. Videre blir den mest detaljerte produksjonsplanen evaluert, og erfaringer med hensyn til hva som forårsaket forskjeller mellom planlagt gjennomført og faktisk gjennomført blir rapportert tilbake til samarbeidspartnere.

Det mest sentrale i LPS er det tverrfaglige samarbeidet mellom flere aktører (*fra produksjonsarbeidere til ledere*) i utarbeidelsen av planer. Dette samarbeidet vil øke påliteligheten til planene, og samtidig bidra til at alle vet hva man skal gjøre og når man skal gjøre hva. LPS reduserer variabiliteten i arbeidet ved å øke stabiliteten og forutsigbarheten.

Planene som utarbeides kan deles inn i fire nivåer:

- Hovedfremdriftsplan

- Faseplan
- Utkvikksplan
- Produksjonsplan.

I tillegg benyttes PPU (*Prosent Planlagt Utført*) (se kapittel 2.3.1).

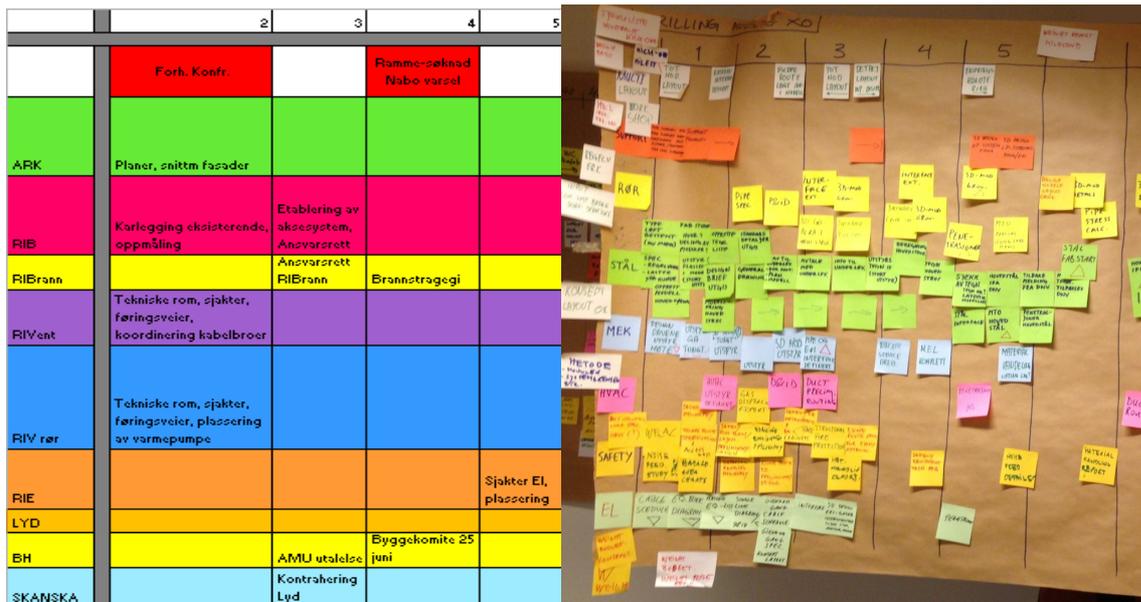
Den viktigste planen er utviklingsplan. Denne planen sikrer forutsigbarhet og forsyner produksjonen med sunne aktiviteter (Kalsaas, Skaar, & Thorstensen, 2010). Planene lages i fellesskap og tanken er at de som utfører produksjonsarbeidet vet best når aktivitetene kan gjennomføres, samt tidsforbruket på disse aktivitetene. Aktivitetene blir planlagt bakover i tid med en spesifikk milepæl som det styres mot. Kalsaas og Sacks (2011) trekker frem tre nøkkelfunksjoner som kjennetegner LPS, som alle er i tråd med Ballards definisjon:

- Styrking av forutsigbarhet i prosesser som følge av redusert variabilitet.
- Ivaretagelse av fleksibilitet
- Involvere utførende personell i planlegging og koordinasjon.

Det er flere eksempler på norske bedrifter som har hatt suksess med å innføre en form for Last Planner-planlegging. Skanska har utviklet det de kaller for ”*Bakoverplanlegging*”. Denne metoden er utviklet med bakgrunn i Last Planner, og innehar de samme forutsetningene.

I prosjekteringsfasen inkluderes de prosjekterende i planleggingen av sin egen arbeidshverdag. Sannsynligheten for at de føler seg mer forpliktet til å levere i tide er derfor stor fordi de selv har vært med på å planlegge datoen for levering. Dette er en jobb som tidligere ble utført av prosjektleder uten involvering fra de prosjekterende. Tanken bak Bakoverplanlegging er at det er de prosjekterende selv som best vet sekvensen og varigheten på egne aktiviteter og hvilke tegninger eller output de til enhver tid er avhengig av.

Fordelene er mange, og det kanskje viktigste er at partene oppnår et større eierforhold til planen. I tillegg reduseres variabiliteten som følge av at folk til enhver tid vet man jobber mot, det blir også lettere å følge opp leveranser underveis (Hofgaard-Espeland & Høen, 2012). En måte å gjøre dette på er å først definere en milepæl, for så å jobbe seg bakover mot nåtid for å nå delmålet. I Skanska ble dette gjennomført ved at hvert fag brukte post-it-lapper, og skrev opp hva som skulle produseres uke for uke. Denne metoden kalles *lappeteknikk* og er gjengitt i figur 2-4.



Figur 2-2: Bilde til venstre: Lappeteknikk i Skanska (Hofgaard-Espeland & Høen, 2012). Bilde til høyre: Lappeteknikk i AS Nymo (hentet fra intern A3 i AS Nymo)

2.3.1. PPU – PROSENT PLANLAGT UTFØRT

Prosent planlagt utført er en godt etablert metode for å beregne hvor stor prosentandel av de planlagte oppgavene som er blitt fullført, og blir av Ballard (2000) sett på som en del av Last Planner (Bølviken & Kalsaas, 2011).

$$\text{Prosent planlagt utført} = \frac{\text{Antall fullførte planlagte oppgaver}}{\text{Totalt antall planlagte oppgaver}}$$

Kritikken som er rettet mot denne metoden, er først og fremst at den ikke sier noe om produktkvaliteten, men kun måler hvor godt man har planlagt. I tillegg så opererer PPU kun med prosenttall, der 0 er lavest mulig score og 100 er høyest mulig score. Problemet er bare at dersom man når 100%, kan dette enten tyde på at man har overkapasitet i produksjonen eller at man har vært for beskjeden i planleggingen (Bølviken & Kalsaas, 2011).

I tillegg er det en metode som kan manipuleres enkelt. Dersom man har delt et prosjekt i fem ulike aktiviteter, der man kun fullfører én aktivitet helt, vil dette gi en PPU på beskjedne 20% - selv om alle de andre aktivitetene er tilnærmet fullført. Hadde man derimot oppdelt prosjektet i ti ulike aktiviteter, der fire aktiviteter nesten var fullført, ville dette gi en PPU på 60%.

2.4. FLYT

Ifølge Bokmålsordlisten (Avdeling for leksikografi ved Institutt for lingvistiske og nordiske studier ved Universitetet i Oslo i samarbeid med Språkrådet, 2013) forklares *flyt med glid* og sammenheng.

Kalsaas (2013) bruker metaforen om en elv for å forklare hvordan arbeidsflyt fungerer. Elva renner med en viss glatthet, intensitet og kvalitet (*mer eller mindre turbulent*). Vannet representerer tilgjengelig arbeidstimer for arbeidsgiver - som er delt mellom produktivt arbeid (*direkte arbeid, indirekte arbeid, planlegging og HMS arbeid*) og waste (*venting, nedetid, leting, og lignende*) (Kalsaas, 2013). I samme artikkel defineres arbeidsflyt i byggebransjen som *"Alle typer arbeid som foregår innen tilgjengelig arbeidstid – bortsett fra hindringer som nedetid, feilutbedring og andre former for waste. Jevnhet blir uttrykt gjennom fravær av nedetid; kvalitet gjennom fravær av feilutbedring; og mengde antas konstant for måleperiodene på tilnærmet en ukes varighet"*.

2.5. PROSESS FLYT OG OPERASJONELL FLYT

Shingo deler flyt inn i to kategorier, henholdsvis flyt knyttet til operasjon (*arbeid*) og flyt knyttet til prosess (Shingo, 1990). Han hevder at prosessen bør prioriteres fremfor operasjon, en tanke som følges av de fleste lean-teoretikerne.

Prosessflyten forklarer fremdriften i hele prosjektet, og er det som totalt sett ligger til grunn for å kunne uttale seg om hvordan man ligger an i forhold til planer. Det er derfor ofte en tendens til at det er prosessflyten som blir høyest prioritert i prosjekter.

Operasjonell flyt kan brytes ned til den enkelte arbeider eller lag/fag, og forklarer flyten til den enkelte person/gruppe gjennom en dag, en uke eller over lengre tid. Veldig ofte er det slik at disse to formene for flyt ikke nødvendigvis går hånd i hånd. Med andre ord, så kan god prosessflyt gå på bekostning av god arbeidsflyt. Dette betyr at det kan være hensiktsmessig at en maskin står ubrukt store deler av en arbeidsdag, dersom det er til det beste for hele prosessen, siden det ikke er maskinbruken som skal optimaliseres.

Salhaug & Sørensen forklarer forskjellene mellom operasjonell flyt og prosess flyt ved et eksempel:

"En maler ønsker ofte å starte sitt arbeid så sent som mulig i et prosjekt for å kunne arbeide uavbrutt i stedet for å vente på andre aktiviteter og risikere dobbeltarbeid. Problemet er

likevel at prosessflyten blir svekket. Siden maleren kommer så sent inn i prosjektet, betyr det at maleren kommer inn lenge etter at mange av de andre aktivitetene er ferdigstilt. På denne måten kommer neste aktivitet i gang mye senere enn den kunne gjort dersom maleren hadde delt arbeidet opp. Med tanke på prosessflyten, vil det beste alternativet være at maleren deler arbeidet opp fordi det enten gir neste aktivitet slakk, eller redusere den totale ferdigstillestiden. Malerens operasjonelle flyt blir dog oppstykket og dårlig. Dette betyr at det ofte vil være prosessoptimaliserende at en eller flere operatører bruker store deler av en arbeidsdag på å vente” (Salthaug & Sørensen, 2010).

For å få til en god flyt som inkluderer både prosess og operasjonell flyt, kreves det nøye planlegging og koordinering, og man bør først optimalisere prosessflyten før man fokuserer på den operasjonelle flyten (Shingo, 1990). Shingos *operative flyt* blir omtalt og diskutert i artikkelen *Further work on measuring workflow in construction site production* (Kalsaas, 2012), hvor denne formen for flyt blir omtalt som flyten av arbeidsoperasjoner utført av arbeidere (*verdiskapende arbeid og nødvendige aktiviteter*). I samme artikkel påpeker Kalsaas problemene ved Shingos tankegang når det kommer til byggebransjen, og vi beveger oss bort fra produksjonsindustri som var hans viktigste satsningsområde. I produksjonsindustrien vil man kunne definere prosess og operasjonell flyt som direkte arbeid, venting/forsinkelse, bevegelse/transport og inspeksjon, men i konstruksjonsbransjen blir dette for smalt, da variabiliteten er større med tanke på at det utføres flere oppgaver som ikke kan henføres til disse kategoriene.

I vår sammenheng er arbeidsflyten en del av den operasjonelle flyten (Bølviken & Kalsaas, 2011). Bølviken og Kalsaas peker på en vesentlig forskjell i sin tilnærming til å overføre Shingos tanke sett til byggebransjen. I produksjonsindustri flyter produktet til plasseringen for produksjon, mens i byggebransjen flytter arbeidet seg gjennom produktet, som en følge av størrelsen. Dette resulterer i at man i byggebransjen vil ha flere arbeidsoperasjoner som utføres samtidig, og de ulike fagene til enhver tid er på forskjellige stadier i produksjonen.

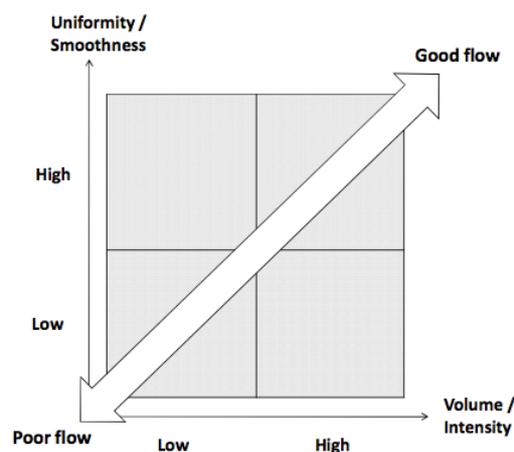
Dette kan eksemplifiseres ved å sammenligne bilproduksjon med et byggeprosjekt. I bilproduksjon er det en fast rekkefølge som overholdes. Bilen blir produsert på en arbeidsplass på en tid, og når en operatør er ferdig med arbeidet i produksjonssammenheng vil han enten starte på et nytt arbeid, eller ikke (*waste*). I byggebransjen er dette annerledes siden en bygningsarbeider som har gjennomført en operasjon, vil i mange tilfeller begynne på en ny operasjon, vente (*waste*) eller forlater prosjektet for et nytt prosjekt.

Et annet viktig moment er at man har et gjensidig avhengighetsforhold i byggebransjen, som øker kompleksiteten med hensyn til planlegging og gjennomføring.

Bølviken og Kalsaas argumenterer at man i byggebransjen bør se flyten i sammenheng med mindre, aggregerte arbeidspakker. Hver arbeidspakke har sin egen flyt som inkluderer behandling, inspeksjon, bevegelse og waste. Når alle arbeidspakkene er samlet, blir hver arbeidspakke en *prosess* i Shingos konsept som påvirker fremdriften av hele prosjektet (Bølviken & Kalsaas, 2011).

2.5.1. JEVNHET OG VOLUM

Flyt beskrives ved hjelp av to faktorer, henholdsvis *volum* og *jevnhet* (Bølviken & Kalsaas, 2011; Kalsaas, 2013; Salthaug & Sørensen, 2010). Har man en produksjonsprosess som produserer høyt volum, men samtidig produserer i *rykk og napp*, kan det vanskelig sies å være god flyt. Det samme kan sies om en produksjonsprosess som produserer et lite volum, men som produserer med en stor grad av jevnhet. For å ha god flyt er man derfor avhengig av å ha både høyt volum og stor grad av jevnhet. Denne oppdelingen innenfor måling av flyt representerer en utvidet mulighet for å identifisere styrker og svakheter i en produksjons eller konstruksjonsprosess.



Figur 2-3: The Flow term (Bølviken & Kalsaas, 2011)

Sammenhengen mellom volum og jevnhet er illustrert i figur 2-1. Ulike kombinasjoner av faktorene fører til ulik flyt, skal man ha god flyt, er man avhengige av å ha høye verdier på begge faktorene.

Jevnhet er viktig for en stabil produksjon. Stor variabilitet med hensyn til mengde og tidsbruk øker sannsynligheten for at ulike former for sløsing oppstår. En høy grad av jevnhet muliggjør

en mer nøyaktig planlegging, plassering og kalibrering av ressurser (Ellingsen & Fredriksen, 2012).

Volum vil i denne sammenheng si antall/størrelse/volum/kapasitet. Dersom det er få forstyrrelser, vil dette være en indikator på at flyten er god, og det vil være naturlig å forvente at denne indikatoren vil korrelere med en intuitiv forståelse av flytbegrepet (Kalsaas, 2013). Innslag av making-do reduseres også i større grad når jevnheten er god (Koskela, 2004).

2.5.2. WASTE (MUDA)

For å sikre god arbeidsflyt, må man eliminere waste (*muda*). Dette er en viktig del av både arbeidsflyt- og lean-teori. I utgangspunktet kan man skimte spor av en tilnærming til denne tankegangen helt tilbake til 1920 tallet hvor Henry Ford i sin bok *My life and work* beskrev hvor ineffektivt amerikanske bønder arbeidet (Lindblad, 12.03.08). Begrepet må likevel sies å ha sitt opphav i Toyotas bilindustri og skal langt på vei ha mye av æren for Toyotas vekst fra et lite selskap til verdens største bilprodusent.

Fokuset på å eliminere sløsing stammer fra Toyotas identifisering av de syv ulike formene for sløsing. Formålet ved å avdekke og unngå så mye som mulig av denne sløsing i en tidlig fase er å ha et konkurransemessig fortrinn (Ōno, 1988).

De syv typer waste er henholdsvis (Ōno, 1988):

1. Korrigering

Dersom man produserer defekte varer, bruker man unødvendige ressurser, og jo lengre tid det tar å oppdage defektene (for eksempel hos sluttkunden), desto større blir kostnaden for å korrigerer, eller eventuelt omlevere produktet.

2. Unødvendig lagerbeholdning

Et unødvendig stor lagerbeholdning av ferdigvarer, råvarer og varer i arbeid tyder på dårlig planlegging, og er et godt tegn på at flyten ikke er optimal. Det er også viktig å huske at lagerbeholdningen kan øke ledetiden og krever større fysisk plass.

3. Overproduksjon

Ved å tilegne produktet egenskaper som ikke tilfører verdi, altså tilleggsegenskaper som ingen betaler for, gjennomfører man unødvendige prosesser. Det samme gjelder dersom man leverer for mye, eller leverer for tidlig. Man bør heller fokusere på å levere i rett kvalitet til rett tid, og unngå overproduksjon på denne måten. Overproduksjon er også ofte den største kilden for sløsing ifølge Ōno.

4. Feil prosessering

Dersom man bruker utdaterte prosesser som ikke matcher kvalitetsstandarder som kunden forventer, vil det føre til feil.

5. Unødvendig bevegelse

Dersom operatørene må gjøre bevegelser som er unødvendige eller fysisk slitsomt, tyder dette på at arbeidsplassen ikke er utformet riktig. Det gjelder også dersom operatørene må lete etter deler, verktøy eller personer.

6. Unødvendig transport

Det er unødvendig å måtte transportere deler og verktøy fra en prosess til en annen. Resultatet av dette er kun dobbeltarbeid. Men ved å plassere prosessene så nærme hverandre som mulig, reduserer man tid til transport, og forbedrer kommunikasjonen mellom de.

7. Ventetid

Den formen for sløsing som ofte er mest synlig, er ventetid. Venting på operatører, på verktøy, på deler, på informasjon eller på kunder, fører til dårlig flyt og økt ledetid.

2.5.2.1 MAKING DO

Making-do er en situasjon hvor en aktivitet starter uten at alt av standard input er tilstede (Koskela, 2004), altså at man mangler en eller flere av de syv forutsetningene for sunt arbeid (se kapittel 2.5.3). Dette kan være utstyr, mennesker, maskiner, verktøy, instruksjoner og lignende. Making do oppstår ofte når stopp i produksjonen er mindre ønskelig enn å sikre fremdriften. Resultatet av dette blir at usunne aktiviteter iverksettes.

Kalsaas (2012) trekker frem et eksempel på hvordan man ved hjelp av spørreskjema til arbeiderne kan finne ut om det på en arbeidsplass foregår innslag av making do. Følgende spørsmål kan belyse dette:

- *Har du engasjert deg i arbeid i dag som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag morges?*
- *Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil, eller feil som er blitt begått av andre?*

Planen bak slike spørsmål, er at arbeid som ikke er planlagt, genererer en stor andel indirekte arbeid (*rigging, studering av tegninger, diskusjon av løsninger, og lignende*) (Kalsaas, 2012).

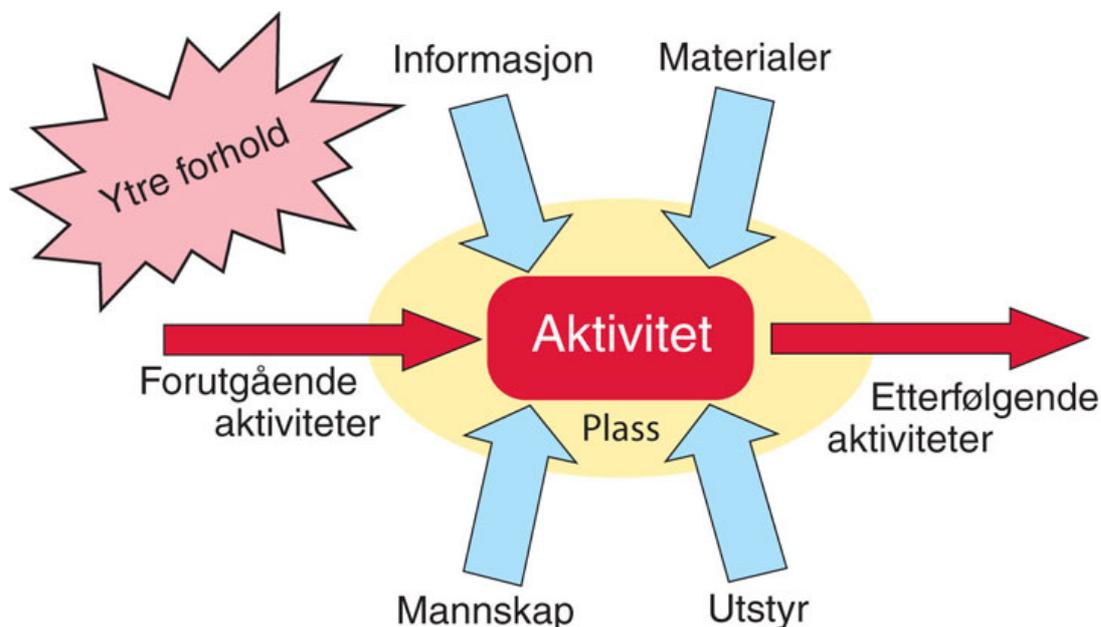
Et eksempel på dette kan være at flere personer fysisk hjelper til med en prosess som vanligvis blir foretatt av utstyr som er bedre egnet til å utføre operasjonen.

Det viktigste med tanke på å eliminere making-do, er å ha en standard for handlingsforløpet, samt de oppgavene som til enhver tid skal utføres. Slik vil man unngår at ting blir tatt på sparket. Last Planner er et planleggingsverktøy som kan bidra til at vi unngår making-do. Dette gjøre ved bedre planlegging som involverer flere parter, og på denne måten sikrer at making-do reduseres eller ikke oppstår i det hele tatt.

Det er viktig å poengtere at making-do ikke i seg selv ikke nødvendigvis *er* sløsing, men at det er en prosess som *kan føre* til sløsing. Av denne grunn har vi ikke ført det opp som en åttende form for sløsing.

2.5.3. 7 FORUTSETNINGER FOR ET SUNT ARBEID

For å oppnå god flyt bør det i en verdikjede være størst mulig innslag av verdiskapende aktiviteter i forhold til ikke verdiskapende aktiviteter. Dette oppnås ved å følge de syv forutsetninger for sunt arbeid som presenteres i figur 2-2. Har man et sett sunne aktiviteter vil dette i sum kunne betegnes som god flyt (Ellingsen & Fredriksen, 2012).



Figur 2-4: De syv forutsetningene for sunt arbeid (Bertelsen, 2003)

Forutgående aktivitet:

Det er viktig at forutgående aktivitet er avsluttet når man starter på en ny. Det skal ikke være nødvendig at neste aktivitet må vente med å komme i gang fordi noe arbeid fortsatt pågår.

Dette er Waste. Derfor skal alle aktiviteter være 100% ferdig og ryddet når man sier at man er ferdig.

Materialer

Materialene må være på plass før aktivitetene kan starte, her vil problemet med venting kunne oppstå. Materialer i et byggeprosjekt kan dreie seg om alt fra betong til mindre tekniske installasjoner. Leting og venting på materialer er eksempler på unødvendige aktiviteter som fører til forsinkelser og dermed waste.

Utstyr

Utstyret er verktøyet vårt for å bearbeide materialene. Har vi ikke utstyr er det vanskelig å komme noen vei med de materialene vi eventuelt måtte ha. Utstyr er alt fra mindre verktøy til store maskiner. Det er viktig å ha en plan dersom utstyr går i stykker, eller ikke fungerer. Det bør alltid være en backup plan i forbindelse med utstyr og verktøy.

Mannskap

Her kreves nøye planlegging fra arbeidsleder fordi det må kunne påregnes at folk blir syke eller av andre grunner ikke kan møte på jobb. Det er derfor viktig å ha fremdriftsplan som sier noe om hva man skal gjøre i slike tilfeller og hvordan, slik at ikke alt blir stående.

Informasjon

Dette er kanskje den viktigste av alle. Det er særdeles viktig at den informasjonen som blir gitt i et prosjekt når ut til *alle*. Det er derfor viktig at større byggeprosjekter benytter et felles system for informasjonen som kan flyte fritt. Dersom det er feil i for eksempel tegninger og denne informasjonen ikke når ut, kan man bare tenke seg konsekvensene av dette i form av rivning og endringskostnader.

Areal/ Plass

Det må være tilstrekkelig plass til å utføre den jobben vi skal gjøre. Vi kan ikke risikere at vi går i veien for hverandre. Venting på foregående aktivitet, eller venting som følge av at større maskiner arbeider er dårlig planlegging og unødvendig. Dette skaper waste.

Ytre forhold

Her har vi alt som ikke ligger innenfor selve virksomhetsområdet. Her finner vi ting som vi ofte ikke kan styre selv, slikt som værforbehold og andre ytre forhold som kan påvirke fremdriften. Men en god del kan likevel unngås med god planlegging.

Skal man i konstruksjonssammenheng skape god flyt med hensyn til jevnhet og volum handler det om å legge til rette for sunne aktiviteter og unngå waste. Ved å skape en prosess som legger til rette for ett sett sunne aktiviteter vil kvaliteten også forbedres.

Ellingsen og Fredriksen (2012) argumenterer i sin masteroppgave for at det i mer komplekse byggeprosjekter som konstruksjon bør inkluderes en tredje faktor til flytbegrepet nemlig kvalitet. Dette er spesielt fordi det i konstruksjonssammenheng er mer krevende å oppnå så høye kvalitetskrav fordi den høye kompleksiteten og unikheten til hver konstruksjonsprosess fører med seg et større antall muligheter for feil.

2.6. MÅLING AV FLYT

Tidligere målinger knytter seg for det meste til industriell produksjon, og det må gjøres en rekke tilpasninger dersom disse skal kunne brukes i konstruksjon. Kalsaas bruker OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) som grunnlag for måling av arbeidsflyt i artikkelen *Further work on measuring workflow in construction site production* (Kalsaas, 2012). Denne metoden bygger videre på et måleverktøy for produktivitet i industriell produksjon utviklet av Jeong & Phillips (Badiger & Gandhinathan, 2008). Bamber et. al. (2003) trekker frem at suksessfull forbedring og kontrollering kun kan skje dersom det brukes riktige måleverktøy, og nevner samtidig at OEE vil fungere godt til dette formålet siden den brukes for å identifisere de ulike kategoriene av effektivitetstap (Bamber, Castka, Sharp, & Motara, 2003). For at denne metoden skal kunne brukes som et utgangspunkt for måling av arbeidsflyt i byggebransjen, må det gjøres noen tilpasninger.

Kalsaas påpeker at *utstyr* som er hovedkomponenten i OEE-tankegangen til Nakajima blir for snever når vi snakker om konstruksjon der fokuset er på produksjonssystemet (Kalsaas, 2012). *Loading time* må derfor også skiftes ut siden dette knytter seg til utstyr.

Available working time		
Operation time		Downtime losses
Net operation time		Speed losses
Value creating time	Defect losses	

Figur 2-5: Illustration of the OEE method applied to construction work (Kalsaas, 2012)

Videre foreslår Kalsaas at man bør bruke *tilgjengelig arbeidstid* (*available working time*) for å tilpasse den bedre til konstruksjonsbransjen. Tilgjengelig arbeidstid er antall arbeidstimer multiplisert med antall arbeidere, fratrukket spisepauser og andre avtalte pauser. *Downtime-tapene* vil i en konstruksjonssammenheng kunne relateres til ulike kategorier for waste

(venting på kran, materialer, arbeidstegninger og lignende). *Speed-tapene* vil i en konstruksjonssammenheng kunne henføres til tiden som blir brukt på ekstra rigging opp og ned, få tilgang til arbeidsplassen og lignende, mens *defect-tapene* er tiden som brukes på å rette opp egne og andres feil (Kalsaas, 2012).

2.7. *OPPSUMMERING AV TEORI*

I de foregående kapitlene har vi trukket frem teori som vi mener er relevant for å besvare problemstillingen vår. Lean Construction er som nevnt en forgreining av Lean Production som fokuserer på byggebransjen, som også er fokusområdet for denne oppgaven. A3, Gemba walks og 5S er eksempler på leanverktøy som kan være effektive tiltak for å bidra til mer effektive prosesser, og for å sette effektivisering på dagsorden.

Vi har påpekt viktigheten av å friskmelde aktiviteter, og i denne sammenhengen rettet fokus mot de syv forutsetningene for et sunt arbeid. På den andre side står viktigheten av å identifisere og redusere waste fra produksjonen. Her er det som nevnt spesielt syv typer man bør fokusere på for å oppnå en slank produksjon.

Last Planner er et sett retningslinjer som fokuserer på forutsigbarhet, involvering og fleksibilitet i planprosessene og på denne måten bidrar til et tettere samarbeid som involverer flere aktører. *Involverende planlegging* (Veidekke, 2013) og *Bakoverplanlegging* (Skanska, 2012) er eksempler på bedrifters egenutviklede systemer som bygger på en Last Planner-tankegang. Vi tror dette er en metodikk som vil bidra til betydelig effektiviseringsgevinster for bedrifter i byggebransjen på grunn av det mangfoldige samarbeidet i utførelsen, gjennomføringen og evalueringen av planene i komplekse konstruksjonsprosesser. Last Planner vil kunne gjøre en bedrift bedre til å håndtere endringer.

For å besvare problemstillingen vår har vi diskutert teoretiske tilnærminger til hvordan vi kan overføre en metode for måling av waste og arbeidsflyt fra industriell produksjon til byggeprosess. Her må det gjøres en rekke tilpasninger.

Kalsaas (2012) bygger videre på metoden OEE som et grunnlag for måling av arbeidsflyt i artikkelen *Further work on measuring workflow in construction site production*. I det videre arbeidet med denne oppgaven har vi tatt utgangspunkt i en del av disse forutsetningene for å besvare problemstillingen vår så presist som mulig og testet ut ulike målemetoder i praksis.

3. CASEBESKRIVELSE

3.1. AS NYMO

AS Nymo er en leverandør innen olje-, gass- og prosessindustrien som er lokalisert på sørkysten av Norge. Selskapet ble etablert i 1946, og ble ti år senere overtatt av Ugland-familien. Den dag i dag driftes selskapet av Ugland og Nymo er et av selskapene i *The J. J. Ugland Companies*, som for øvrig består av fem andre selskaper. Bedriften har tre produksjonsanlegg som alle ligger i kjøreavstand mellom hverandre. Hovedkontoret, der mesteparten av produksjonen foregår, er lokalisert i Vikkilen i Grimstad. Dette produksjonsområdet er på omtrent 41 000m². De andre to anleggene ligger i Eydehavn i Arendal, og på Fjære, der Nymo ble etablert i 1946.



Figur 3-1: Oversiktsbilde over Nymos produksjonsanlegg i Vikkilen (www.jjuc.no)

Både Vikkilen og Eydehavn har store kaier som er tilpasset prosjekter innen marin- og offshorevirksomhet, og ved begge anleggene drives det produksjon av rør og stål. I tillegg drives det sveising, sammenstilling og maling av komponenter der.

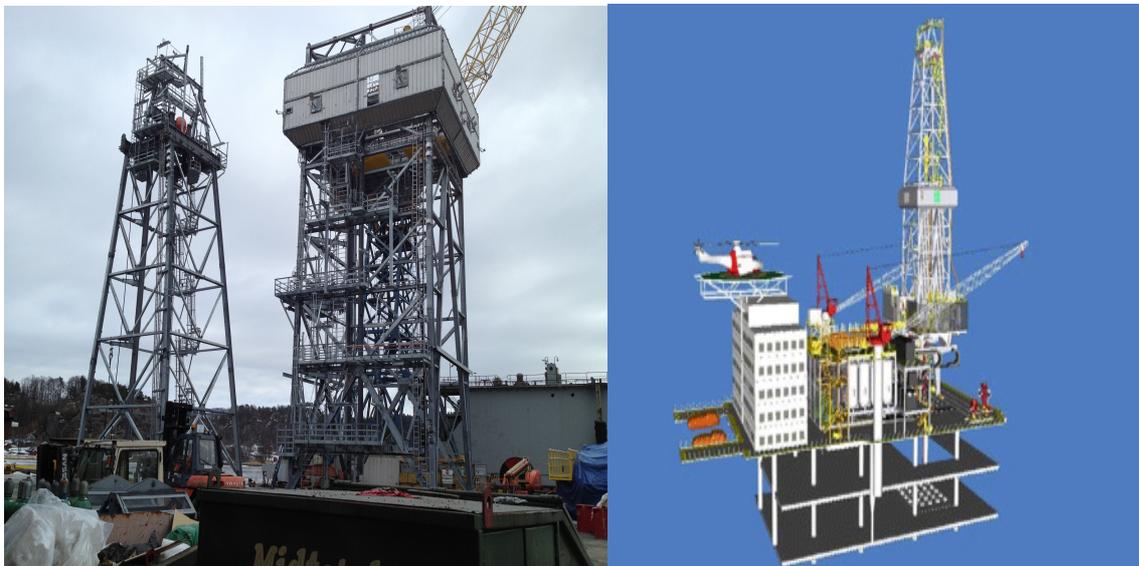
Eydehavn egner seg spesielt godt til å ta imot større offshore fartøy, da innseilingen er kort og havna er spesialtilpasset dette formålet med noe dypere farvann. Ved anlegget på Fjære er det i hovedsak spesialisert produksjon av rustfritt stål og aluminium. Dette gjøres for å kunne møte dagens standard med hensyn til de mest krevende klimatiske forhold.

Nymo har i dag 310 fast ansatte, hvor godt over halvparten er operatører (*rørleggere, sveisere, mekanikere, malere og platearbeidere*), mens den resterende andelen er funksjonærer (*administrasjon, støttefunksjoner, ingeniøravdelinger, innkjøp og ledende driftspersonale inkludert formenn*). Selv med godt over 300 ansatte, leier Nymo allikevel inn opp til 400 operatører i ulike avdelinger når prosjektene er på det mest hektiske.

Nymo er i dag en del av den teknologibaserte olje- og gassklyngen på Sørlandet, *NODE^{ix}*, som består av 57 bedrifter som opererer innenfor samme segment. Selskapet har kunder over hele verden, og i disse dager holder Nymo på med et av sine største og mest omfattende prosjekter noensinne. *Prosjekt OSX* er et konsortium mellom Nymo, *TTS Energy*, *Siemens* og *M-I Swaco*. Prosjektet omfatter en total leveranse av høyteknologisk boreutstyr for et brasiliansk firma med navn *OSX*.

3.2. PROSJEKT OSX

Prosjekt OSX er et konsortium mellom Nymo, *TTS Energy^x*, *Siemens*, og *MI Swaco*, og det brasilianske firmaet *OSX* er mottakeren. Kontrakten ble inngått i januar 2012 og har en verdi på 460 millioner kr. Dette er en av de største enkeltstående kontraktene som noen gang har blitt undertegnet av AS Nymo. Prosjektet er planlagt ferdigstilt i løpet av andre eller tredje kvartal 2013.



Figur 3-2: Bildet til venstre viser boretårnet i to deler på installasjonsområdet i Vikkilen. Bildet til høyre er et oversiktsbilde som viser hvor boretårnet skal plasseres på riggen (Økland, 22.02.2012)..

^{ix} *Norwegian Offshore & Drilling Engineering*

^x Boreutstyrvirksomheten, som er en del av *TTS Energy*, ble sammen med relevante datterselskap kjøpt opp av *Cameron* i 2012 (http://www.offshore.no/sak/34960_tts_group_selger_boreutstyrsdelen)

TTS Energy er leverandør av bore- og mudutstyr, Siemens leverer power module, og MI Swaco har ansvaret for mudtreatment- og mudmixing-moduler (Økland, 22.02.2012). Nymos bidrag i prosessen er designing av strukturer, rør og elektrokabelgater. I tillegg er det Nymo som har ansvaret for testing av utstyret, før det demonteres og transporteres med spesialfartøy til OSXs fabrikkverft i Pontal do Parana i Brasil. Nymo vil også bidra med mannskap for montering og testing ved verftet i Brasil.

3.3. IPG

Mye arbeidstid har gått og går tapt ved Nymo på grunn av unødvendige mye tid på venting og dobbeltarbeid. Det har derfor blitt rettet fokus på å finne frem til metoder som kan skape en større grad av forutsigbarhet i organisasjonen, deriblant ved å utvikle metoder for å utnytte kapasiteten maksimalt og bli bedre til å håndtere endringer. Som et ledd i en prosess for kontinuerlig forbedring har AS Nymo iverksatt en rekke ulike tiltak som retter fokus mot effektivisering av bedriften. Et av disse tiltakene er prosjektet *IPG*.

Involverende ProsjektGjennomføring (IPG) er et pågående prosjekt hos Nymo som relaterer seg til *Last Planner System* og *Lean Construction*. Prosjektet har en tidsramme på tre år, og har som hovedmål å kartlegge forbedringsområder som kan bidra til en betydelig effektivitetsøkning for Nymo.

Tabell 3-1: IPGs mål og pågående tiltak (hentet fra intern A3)

Mål med IPG
Bedre forståelse av prosjektgjennomføringen
Tydliggjøre ansvar i alle ledd
Redusere timeforbruket på prosjekter med 20%.
Økt arbeidsflyt.
Fokus på kritiske aktiviteter.
Redusere irritasjonsmomenter for medarbeiderne.
Pågående tiltak i IPG
Innfasing av IPG i prosjektgjennomføring
Innføring av IPG i Engineering
Friskmelde aktiviteter i Level 5-planene
To masteroppgaver som kartlegger og årsaksanalyserer tapt tid i produksjonen
Masteroppgave som analyserer avviksdata i organisasjonen

Underliggende ideer knyttet til IPG er for det første at optimalisering av produksjon prioriteres fremfor den enkelte arbeidsstasjon. Det rettes fokus mot å skape kunde verdi gjennom å fjerne waste ved å jobbe smartere. Involvering av ansatte, leverandører og underentreprenører er derfor viktig.

4. METODE

Tidsrammen for denne oppgaven har vært på fem måneder, med oppstart i januar 2013 og innlevering i juni 2013. Vi fikk tildelt kontorplass hos Nymo, og tilbragte mye tid der i periodene før, under og etter gjennomføringen av undersøkelsene. Det meste av oppgaveskrivingen foregikk på Universitet i Agder. Parallelt med denne oppgaven har også to andre studenter skrevet oppgave i samarbeid med AS Nymo. Sammen har vi holdt presentasjoner for operatører og ledelsen, i tillegg til å samarbeide om undersøkelsene. Alle oppgavene er en del av den økende satsingen på effektivisering av bedriften.

Målet med oppgaven har vært å undersøke arbeidsflyten i AS Nymo ved å teste ut flere metoder for måling som et ledd i en prosess for kontinuerlig forbedring. Denne oppgaven er derfor en del av bedriftens økende satsing på effektivisering for å bli mer produktive og stadig være bedre rustet mot konkurranse.

Undersøkelsen i bedriften er i sin helhet lagt opp som en casestudie for å belyse undersøkelsesenheter arbeidsflyt og waste. Casestudier egner seg spesielt godt når vi ønsker å se på det spesifikke vi ønsker informasjon om. Det hevdes også at case studier egner seg godt til teoriutvikling (Jacobsen, 2005).

Ved å gjennomføre kartlegging og årsaksanalyse, får bedriften nyttig informasjon som kan brukes til å gjennomføre tiltak som på sikt kan bidra til økt effektivitet, bedre arbeidsflyt og mindre waste. Det poengteres at undersøkelsene våre er gjennomført i Nymos installasjonsavdeling for rør, og at denne avdelingen er spesiell i den forstand at det er her de fleste feil og mangler oppdages.

4.1. UNDERSØKELSESDSIGN

Undersøkelsen vår bygger på en kombinasjon av en kvantitativ og en kvalitativ tilnærming. De ulike målemetodene som er tatt i bruk blir nærmere forklart i kapittel 4-2, men det dreier seg om:

- Direkte observasjoner av operatører i sanntid
- Utfylling av selvevalueringsskjema for egenvurdering av arbeidsdagen

- Etterprøving av bedriftens Level–5^{xi} planer som en indikasjon på arbeidsflyt

Observasjonsundersøkelsen (*se vedlegg 1*), blir dette i metodisk sammenheng alltid betegnet som en kvalitativ undersøkelsesform, selv om man har mulighet til å kvantifisere dataene ved å gjøre gjennomsnittsberegninger og beregne nøkkeltall^{xii}.

Selvevalueringsskjemaet (*se vedlegg 2*) er i utgangspunktet en kvantitativ undersøkelse der spørsmål 1-3 inneholder alternativer med strukturerte svaralternativer, og som mot slutten åpner for muligheter for å gi egne kommentarer i mer ustrukturerte (*kvalitative*) former.

I tillegg til de to nevnte undersøkelsesmetodene, har vi også fått tilgang til sekundærdata fra Nymo i form av bedriftens Level 5^{xiii}-planer, som skal brukes i analysen.

Vi har også gjennomført uformelle intervjuer med formenn, operatører og funksjonærer underveis i forskningsarbeidet.

4.2. GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSENE

4.2.1. OBSERVASJONSUNDERSØKELSE

Observasjonene ble gjennomført på Nymos produksjonsanlegg i Vikkilen i Grimstad, og foregikk i sin helhet ute på produksjonsområdet. På undersøkelsestidspunktet var det prosjektet *OSX* som pågikk, og arbeidstedet var derfor i hovedsak ute på installasjonsområdet hvor konstruksjoner var plassert for sammensetning.

Observasjonsundersøkelsen ble gjennomført i normal arbeidstid fra klokken 07:00 – 14:40, fem dager i uka, over to perioder (*uke 10 og 17*). På denne måten har vi fått observert arbeidet på flere tider av døgnet, og har dermed fått muligheten til å vurdere eventuelle variasjoner med hensyn til klokkeslett. Arbeidstiden er normalt til klokken 15:00, men de siste 20 minuttene i løpet av dagen ble brukt til utfylling av selvevalueringsskjema. Siden dette er noe som ikke gjenspeiler det daglige arbeid og med tanke på at dette er noe som kun gjennomføres i disse to ukene, har vi valgt å ikke registrere noe de siste 20 minuttene av arbeidsdagen. Vi har i tillegg fjernet organiserte spisepauser på til sammen 40 minutter. Det vil si lunsjpausen klokken 11:30–12:00 og frokostpausen fra 09:00 – 09:10. Det som gjenstår, er tilgjengelig arbeidstid på 7 timer.

^{xi} En Level 5-plan er en ukentlig plan som viser planlagte arbeidspakker og fremdriften på de ulike arbeidspakkene.

^{xii} Forelesningsnotater i faget ME407 Research Methods (2012), Otto Andersen

^{xiii} Dette er et Gantt-diagram over de ulike arbeidspakkene, som viser start- og sluttdato, samt prosentvis fremgang.

Uken før første undersøkelsesperiode, gjennomførte vi en pre-test^{xiv}. Denne pre-testen ble gjennomført for å sikre pålitelighet og avdekke eventuelle feil ved skjemaet. I tillegg ble vi kjent med observasjonsskjemaet, og vi fikk hilst på rørleggerne vi skulle observere.

Det var formannen for avdeling rør som valgte ut rørleggerne som skulle observeres. For å sikre variasjon i dette leddet ble det gjort et skille mellom rørleggere ansatt på AS Nymo og innleide rørleggere for den første observasjonsperioden. I praksis vil dette si at én av oss observerte to personer som var fast ansatt på AS Nymo, mens den andre observerte to personer som var innleid. Arbeidsoppgavene var like for begge lagene. Den andre undersøkelsesperioden bestod begge lagene av fast ansatte. Totalt sett har vi observert 8 ulike operatører, fordelt på 4 lag og 2 uker.

4.2.1.1 OBSERVASJONSSKJEMA

Observasjonsskjemaet som ble brukt i observasjonsundersøkelsen, er videreutviklet av oss og Lino Dolva (*som skrev en lignende oppgave for stålavdelingen på Nymo*) med utgangspunkt i observasjonsskjemaet som ble brukt i fjorårets studie av Nymo (Ellingsen & Fredriksen, 2012; Kalsaas, 2012), og observasjonsskjemaet som ble brukt i en studie av Veidekke (Sveen & Svien, 2012).

Skjemaet består av fire kategorier for ulike aktiviteter, som igjen er delt opp i intervaller på fem minutter. Etter hvert femte minutt ble det registrert hva de to rørleggerne vi observerte gjorde.

Bygningsarbeidet er derfor delt inn i følgende hovedkategorier (Kalsaas, 2013):

- Direkte arbeid (*transformasjon og dokumentasjon*)
- Indirekte arbeid (*nødvendige aktiviteter*)
- Planlegging, koordinering og HMS (*tilpasninger og sikkerhet*)
- Synlig waste (*venting, leting, feilutbedring og lignende*)

Alle disse kategoriene er brutt ned i et detaljert sett av kategorier (Kalsaas, 2013). Direkte arbeid beskriver alle aktiviteter hvor man tilfører det ferdige produktet verdi. Eksempelvis montering av rør og sveising. I tillegg til direkte arbeid har vi inkludert inspeksjon/kontroll/stand by som er en helt nødvendig aktivitet for å ha direkte arbeid i

^{xiv} Forelesningsnotater i faget ME407 Research Methods (2012), Otto Andersen

byggningsarbeid. Eksempel på dette kan være at en person holder stigen mens den andre monterer et rør. Direkte arbeid vises som alle de blå kategoriene på observasjonsskjemaet i vedlegg 1.

Indirekte arbeid dreier seg om alt som må ligge til rette for at vi skal kunne ha direkte arbeid. Herunder forflytning mellom arbeidsteder, henting av verktøy, bevege seg mellom stasjonært utstyr og rigge opp og ned. Indirekte arbeid er de grønne kategoriene i skjemaet.

Planlegging/koordinering/HMS består av morgenmøter, tilfeldige koordineringsmøter, og tid til å sikre seg ved arbeid i høyden. Dette er gule kategoriene i skjemaet.

Nødvendig personlig tid består av 5-minutters pause etter hardt arbeid, nødvendige telefonsamtaler, toalettbesøk og lignende. Dette er de beige kategoriene i skjemaet. Vi må poengtere at slike nødvendige pauser ikke var fokusområdet for oppgaven, men det var allikevel viktig å registrere dette med tanke på at vi kartla hele arbeidsdager. Vi var heller ikke ute etter å ”ta” noen for at de har tatt seg en ”femminutters” etter hardt arbeid.

Alle røde kategorier i vedlegg 1 er forbundet med waste. Hovedtrekkene er kategorier for venting, leting og utbedring av forskjellige typer feil i tillegg til uutnyttet tid.

Det er den aktiviteten som utføres idet det femte minuttet utløper som blir registrert. Dette betyr at en registrering på indirekte arbeid kan fremkomme ved at dette kun utføres de siste 30 sekunder av en femminutters intervall, mens man i de foregående 4 minutter og 30 sekunder har gjennomført direkte arbeid. Rørleggerne ble ikke informert om hvordan registreringene ble utført, og hadde følgelig ikke muligheten til å manipulere dette.

Erfaringene rundt *Lean orientert effektivisering av verdikjeden for rørproduksjon og installasjon hos Nymo (Ellingsen & Fredriksen, 2012)* gjorde at vi valgte en omfattende observasjonsperiode på totalt 10 dager med observasjon, i tillegg til en pre-test på en dag. Hovedargumentet for den omfattende observasjonsperioden har vært å sikre påliteligheten til undersøkelsen. Resultatene fra pre-testen er ikke inkludert i resultatene.

4.2.1.2 FELTRELASJONER OG FELTROLLER

Som tidligere beskrevet har observasjonene våre blitt gjennomført ute i feltet ved rørinstallasjonen. Med tanke på at vi som økonomer har begrenset med grunnleggende teknisk kunnskap som retter seg spesifikt på Nymos tekniske prosjekter, har det vært viktig for oss å tenke gjennom vår egen rolle og deltakelse i feltet. Det var avgjørende for oss å få til en form for observasjon hvor vi kunne engasjere oss gjennom samtaler og intervjuer, og på denne

måten hente ut informasjon med lagene som ble observert fremfor at vi blir rene observatører (Jacobsen, 2005).

Tabell 4-1: En typologi over feltroller (Jacobsen, 2005)

	Skjult	Åpen
Deltaker	<i>Fullstendig deltaker</i>	<i>Observerende deltaker</i>
Ikke deltaker	<i>Ren observatør</i>	<i>Tilstedeværende observatør</i>

Jacobsen skiller mellom følgende typer av feltroller. I vårt tilfelle befant vi oss i ruten nede til høyre - *Tilstedeværende observatør*. I praksis vil dette si at vi i liten grad deltar i den ordinære samhandlingen mellom deltakerne i feltet som studeres, men at vi engasjerer oss gjennom samtaler og intervjuer og dermed fremstår som en engasjert utenforstående.

Man skiller gjerne mellom åpen og skjulte observasjoner. Vi har benyttet førstnevnte metode i vår undersøkelse, og ved denne metoden vet observasjonsobjektene at de blir observert. Viten om at man blir observert kan ha innvirkning på resultatet siden de observerte rørleggerne vil kunne endre sin atferd, og det kan oppstå en undersøkelseeffekt.

Vi opplevde det som helt avgjørende at vi hadde anledning til å stille spørsmål underveis, men også at personene som ble observert forklarte litt av hva man til enhver tid skulle gjøre var viktig for kvaliteten på datagrunnlaget. Etter hvert opplevde vi større nærkontakt med feltet og fikk en bedre forståelse av rutiner som var interessante for vår forskning. Et eksempel på dette var gjentatte og nærmest rutinepregede perioder med venting som følge av at man manglet rørklammer, verktøy og annet forbruksmateriell.

Vi har prøvd å anonymisere personene som vi observert så godt det har latt seg gjøre, men samtidig har det vært fullstendig åpenhet om hvem vi har observert. Dette har sin naturlige forklaring i at vi har vandret rundt på feltet sammen med dem som har blitt observert, og alle andre i feltet har i praksis hatt mulighet til å se hvem personene er. Vi har heller ikke lagt skjul på hvem vi observerte, og på denne måten har ikke andre rørleggere trengt å bruke tid på å tenke i gjennom hvem som observeres.

Det er allikevel viktig å trekke frem at vi på samtlige presentasjoner har holdt de observerte rørleggerne anonyme, og at dataene er presentert som en gruppe på fire rørleggere, og ikke som to grupper på to rørleggere, noe som kunne ført til at andre kunne gjettest seg frem til

hvem det var snakk om. De observerte rørløggerne nevnes heller ikke med navn i denne oppgaven.

Vi har hatt fokus på at personene som blir observert på en best mulig måte skal speile det daglige arbeidet på en god måte fremfor å manipulere dette ved eksempelvis å jobbe hardere enn normalen som følge av at de vet at de blir observert. For å sikre dette har vi vært klare på at dem som blir observert må ha kjennskap til hensikten med studien vår. Vi har derfor hatt møter i forkant hvor vi har fortalt om oss selv, hvorfor vi er her, og hva som er målet med studien. Dette vil være med på å ufarliggjøre hele prosessen.

4.2.1.3 DOKUMENTERING AV OBSERVASJONER

Observasjonen vår er et eksempel på en type strukturert observasjon. Det vil si at vi i forkant har laget et skjema (*se vedlegg 1*) med forhåndsbestemte kategorier for hva som skal observeres og registreres (Jacobsen, 2005).

Det er totalt fem forhåndsbestemte kategorier, henholdsvis verdiskapende aktiviteter, indirekte (*nødvendige*) aktiviteter, koordinering, pauser og waste. De ulike kategoriene har fått ulik farge på skjemaet for å lettere kunne utfylles riktig.

Verdiskapende aktiviteter er de aktivitetene som skaper verdi for bedriften, mens de indirekte aktivitetene er aktiviteter som er nødvendige å gjennomføre for at man skal kunne skape verdi. Koordinering omhandler alt av planlegging, møtevirksomhet og lignende, mens pause er kaffe- og spisepause. Waste er alle unødvendige aktiviteter som ikke skaper verdi og som hindrer arbeidsflyten.

Som man ser på skjemaet og i tabell 4-2, under er det en skjev fordeling av de ulike kategoriene:

Tabell 4-2: Oversikt over de ulike kategoriene på observasjonsskjemaet



Det er også viktig å nevne at siden vår oppgave gikk ut på å analysere arbeidsflyt og waste i rørproduksjon og –installasjon, var vi wasteorienterte da vi observerte. Dette har følgelig ført til at vi har fokusert på waste, og det er også hovedgrunnen til at det er såpass skjev fordeling mellom de ulike kategoriene.

4.2.2. SELVEVALUERINGSKJEMA

Utgangspunktet for selvevalueringskjemaet var skjemaet som ble brukt i fjorårets studie av Nymo (Ellingsen & Fredriksen, 2012). Sammen med studentene Lino Dolva og Ann Kristin Homeland, videreutviklet vi dette skjemaet videre, og la stor vekt på at skjemaet skulle fremstå som oversiktlig med hensyn til layout, samtidig som hvert spørsmål var enkelt å forstå.

Tanken bak selvevalueringskjemaet (*se vedlegg 2*) er å få frem arbeidernes syn på arbeidsdagen, og undersøke hvordan de selv føler at arbeidet har flytt. I tillegg er dette en måte å kvalitetssikre analysen på, ved at arbeiderne vil trekke frem indirekte situasjoner^{xv} som vi ikke har observert. Vi får også muligheten til å sammenligne våre observasjoner med hvordan de observerte rørleggerne selv har opplevd arbeidsdagen, i tillegg til å få frem eventuelle utfordringer som andre rørleggere opplever. Dette kan være prosedyrer eller feil / mangler ved prosesser vi som ufaglærte ikke legger merke til.

Skjemaet ble utfylt på slutten av arbeidsdagen. For at arbeiderne skulle slippe å bruke fritiden sin på utfyllelsen og for å unngå at arbeiderne svarte tilfeldig for å komme seg fort hjem, ble arbeidet avsluttet 20 minutt før tiden. Disse 20 minuttene ble brukt på skjemaet. Vi opplevde at dette fungerte bra, og vi var tilstede hver dag slik at vi var tilgjengelige for spørsmål hvis noen opplevde noen av spørsmålene uklare. Dette har vi i ettertid fått høre at ble satt pris på.

Vi gjennomførte også en prøveperiode slik at arbeiderne kunne bli kjent med skjemaet. For at skjemaet ikke skulle virke så skremmende, brukte vi lang tid på å designe en layout som avspeilet andre dokumenter som til daglig brukes i Nymo, og som var oversiktlig. På denne måten ville skjemaet virke kjent og ikke fullt så fremmed. Med tanke på at en del av arbeidsstokken på Nymo er internasjonal, lagde vi både et norsk og engelsk eksemplar av skjemaet. Vi understreket her viktigheten samt hensikten med arbeidet vårt, og fokuserte på å motivere partene til å være så behjelpelige som mulig.

Når det gjelder utfyllingen av skjemaet for selvrapporing av arbeidsflyten, er alle skjemaene anonymisert i utgangspunktet. Men for å oppnå størst utbytte av forskningen vår,

^{xv} Feil og mangler ved arbeidsoppgavene som ikke er enkle å oppdage for ufaglærte

fikk vi tillatelse av de observerte rørleggerne til å sammenlikne deres subjektive meninger opp mot våre objektive observasjoner. Vi har her kun sett på tendenser som kan besvare forskningsspørsmålet vårt, og vi har heller ikke sett på enkeltpersoner, men behandlet de fire personene som to grupper.

4.2.2.1 STRUKTURERING AV SPØRSMÅL

Selvevalueringskjemaet som vi har benyttet består av spørsmål med ulik strukturering. Vi har benyttet både prestrukturerte spørsmål^{xvi}, åpne spørsmål^{xvii} og semistrukturerte spørsmål^{xviii} (Johannessen, Tuft, & Kristoffersen, 2006). Vi ønsker å finne operatørens oppfatning av stopp i arbeidet og operatørens oppfatning av nivået på arbeidsflyt (Bølviken & Kalsaas, 2011).

Det første spørsmålet er av typen prestrukturert spørsmål, og vi bruker skala for å få svar på respondentenes oppfatningen av dagens arbeidsflyt. Dette spørsmålet er formulert slik at man skal vurdere hvor enig eller uenig man er i påstanden: ”I dag har arbeidet hatt god flyt” Her har vi fire svaralternativ og har bevist kuttet ut kategorier som: ”Verken enig eller uenig” og ”nøytral”. Vi har heller ikke kommet med noen forklaring på hva god flyt er til operatørene, og lar de svare basert på egen intuitive forståelse av ordet. Spørsmålet er formulert slik bildet under viser, med balanserte og konsistente svaralternativer.

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

1) I dag har arbeidet hatt god flyt:

Meget enig

Enig

Uenig

Meget uenig

Figur 4-1: Påstand fra selvevalueringskjemaet

Spørsmål 2, 3 og 4 er eksempler på spørsmål som er semistrukturerte. Her svarer respondentene først enten ja eller nei som er svaralternativene. Dersom man svarer ja, skal man anslå tidsbruken. Fordelen med denne metoden er at vi ikke bare får et ja / nei svar, men at vi faktisk får vite noe mer. Dette vil i vårt tilfelle være tiden som har gått med til forsinkelser. Utfordringen er at det kan være vanskelig for respondenten å huske nøyaktig anslaget på hvor mye tid man har brukt på hver aktivitet. Dette trekker ned påliteligheten av selvevalueringskjemaet.

^{xvi} Spørsmål som er meget strukturert med svaralternativer.

^{xvii} Spørsmål som er formulert slik at respondenten selv kan skrive ned svarene med egne meninger.

^{xviii} Spørsmål som er en kombinasjon av de overnevnte.

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 4-2: Spørsmål fra selvevalueringsskjemaet

Spørsmål 4 og 5 er typiske åpne spørsmål. Fordelene med slike spørsmål er at vi får operatørens subjektive meninger på positive/negative assosiasjoner og forbedringstiltak formulert med egne ord. Dette gjør at vi får tilleggsinformasjon ut over det svaralternativer ville gitt. Problemet med slike spørsmål er at de er vanskelige å generalisere på samme måte som svarene vi får fra strukturerte spørsmål. Et typisk spørsmål er som følger:

5) Frie merknader du måtte ønske å gi:

Figur 4-3: Tekstfelt til frie merknader fra selvevalueringsskjemaet

Spørsmål 4 i skjemaet som omhandler positive observasjoner og forbedringsforslag blir ikke belyst i denne masteroppgaven, men utgjør en del av datagrunnlaget til en annen masteroppgave som vi har samarbeidet med i arbeidet på Nymo.

4.3. LEVEL 5

Level-5-planene er sekundærdata som vi har fått tilgang til i arbeidet med masteroppgaven. Til forskjell fra dataene samlet inn ved observasjoner og selvevalueringen som betegnes som *primærdata*, er *sekundærdata* samlet inn av andre (Jacobsen, 2005).

Dataene består av estimer på tidsrammene for de ulike arbeidspakkene, og den faktisk fremdriften i prosent på dem, og er derfor av kvantitativ art.

Det vil være en stor fordel å ta utgangspunkt i både primær og sekundærdata i datainnsamlingsprosedyren fordi vi har mulighet til å kontrollere data mot hverandre. Samtidig er det viktig at dataene kommer fra en sikker kilde og at de er troverdige. Vi har fått tilsendt Level-5 planene fra prosjekt planlegger på bedriften som igjen får tilsendt rå-data fra formenn på bedriften. Aktuelle formenn sammen med prosjektplanlegger utgjør derfor datainnsamleren. Vi har ikke den samme kontrollen på sekundærdata som primærdata når det

kommer til pålitelighet. Dette skyldes at vi ikke har kontroll på hvordan all informasjon er registrert, hvilke måleapparater som er benyttet og datainnsamlingsmetode (Jacobsen, 2005).

I analysen har vi diskutert påliteligheten til Level- 5 planene når det kommer til opphavet til datakilden og hvilken tillit vi kan befestes denne til.

4.4. PÅLITELIGHET OG GYLDIGHET

Datainnsamlingsmetodene som er benyttet i denne oppgaven er observasjoner og bruk av selvrapporteringsskjema. Metodene er forskjellige i den forstand at det ved bruk av observasjon blir vår objektive forståelse som fremkommer i resultatet, mens det ved bruk av selvrapporteringsskjema er operatørens subjektive mening som kommer frem. Ved å kombinere disse to metodene, har man et godt grunnlag for å vurdere påliteligheten og gyldigheten av dataene våre.

4.4.1. PÅLITELIGHET (RELIABILITET)

Pålitelighet dreier seg om i hvilken grad de dataene vi samler inn er blitt påvirket av måten innsamlingen er gjennomført på. Målet er høy reliabilitet som indikerer at dataene påvirkes lite av innsamlingsprosedyren. Metodene vi har benyttet er varierende når det kommer til påliteligheten. Observasjonsskjemaets måling vil i utgangspunktet gi høyest pålitelighet. Dette henger sammen med størrelsen på datagrunnlaget og omfanget av observasjonene.

I tillegg er det vår virkelighetsbeskrivelse som blir lagt til grunn, slik at farene for systematiske feil er mindre med hensyn til utfyllingen av selve skjemaet. Men det må tas med i beregningene at bevisstheten rundt målingene har vært synlig for observasjonsobjektene. Det har blant annet vært møter hvor operatørene har blitt informert om prosedyrene rundt målingene samt hva studentene og bedriften ønsker å få ut av målingene. Det må tas høyde for at dette kan ha påvirket målingene.

På den andre side har det vært et sterkt fokus på legitimitet, som også kan ha hatt en innvirkning. Kanskje den største svakheten med metoden er at observatørene kan ha et ulikt syn på hva utnyttet tid utgjør. Dette vil gjelde både for observatører og for observasjonsobjektene i utfyllingen av selvevalueringsskjemaet.

Påliteligheten blir lavere ved selvrapportering fordi virkelighetsbeskrivelsen går via en subjektiv kilde. Faren for tilfeldige og systematiske feil er derfor stor. Samtidig trekker et større utvalg opp påliteligheten. Dersom det er godt samsvar mellom egenregistrert og observert waste vil dette trekke i retning av høy pålitelighet. En annen fare ved denne

metoden er faren for underrapportering av feil og forsinkelser som kan forekomme fordi personene som skal svare er redd for at dette kan bli brukt mot dem. Det er derfor viktig at det presiseres at undersøkelsen er anonym, og at resultatene kun vil bli brukt til forbedringsarbeid (Kalsaas, 2010).

En annen ting som kan være med å påvirke resultatene i den andre perioden er vår presentasjon for operatørene mellom første og andre måleperiode. Dette vil kunne trekke i retning av bedre resultater i andre måleperiode fordi bevisstheten rundt undersøkelsen har vært større.

Når det gjelder etterprøvingen av Level 5 planene har vi ingen mulighet til å sjekke tallene vi har mottatt opp mot noe, og vi må bare stole på at de tallene vi har fått tilsendt stemmer. Subjektive forhold som planleggers tolkning av egenskaper i planene kan være en faktor som fører til lavere pålitelighet.

4.4.2. GYLDIGHET (VALIDITET)

Gyldigheten dreier seg om problemstillingen vår blir besvart ved hjelp av de dataene vi har samlet inn. Generell gyldighet vil vi kunne splitte opp i tre delkomponenter:

Begrepsgyldighet, intern gyldighet og ekstern gyldighet.

Begrepsgyldighet dreier seg om at vi faktisk måler det vi ønsker å måle. Det er helt sentralt at datainnsamlingsprosedyren vår faktisk måler det teoretiske fenomenet vi søker (Jacobsen, 2005).

Ofte vil kvalitative undersøkelser ha høy grad av begrepsgyldighet. I spørreskjemaer med faste spørsmål og svaralternativer er det en utfordring å sikre begrepsgyldighet fordi vi ikke vet om vår oppfatning av hva som er viktig, er det samme som respondenten mener er viktig, og vi får dermed kun svar på det vi spør om.

I selvevalueringsskjemaet vårt har vi derfor lagt inn en egen rubrikk med frie merknader for å få informasjon ut over det vi spør etter. Intern gyldighet er hvorvidt vi har dekning i våre data for de konklusjonene vi trekker. Ofte er det nærmeste vi kommer at flere personer er enige i argumentene våre. I undersøkelsen vår har vi benyttet en metode kaldt *respondentvalidering* som innebærer at vi har konfrontert respondentene med resultatene våre fra observasjonene våre for å høre om de kjenner seg igjen i resultatene våre. Flesteparten av operatørene kjente seg igjen i våre resultater da vi viste dem under presentasjoner.

Ekstern gyldighet også kaldt *overførbarhet* dreier seg om funnene våre kan generaliseres til å gjelde også i andre sammenhenger. En forutsetning for dette er at det vi har studert må være representativt for sammenhengen vi ønsker å overføre det til (Jacobsen, 2005). Vi kan aldri vite om målingene våre er gyldige eller ikke, ettersom vi ikke vet den sanne (*eksakte*) verdien. Hadde vi vist dette ville det ikke vært noe poeng i å måle. Det vi gjør er å se etter bevis som kan besvare problemstillingen vår.

Vi har gjennom observasjonene våre tatt i bruk to teknikker som er viktige for å øke sannsynligheten for at vi har frembrakt riktige resultater. Disse teknikkene er *vedvarende observasjon* og *triangulering* (Lincoln & Guba, 1985).

Vedvarende observasjon har vi sikret gjennom å tilbringe over to uker ute i feltet og på den måten skille mellom relevant og ikke relevant informasjon og bygge opp tillit. Hadde omfanget vært mindre hadde vi risikert problemer med å forstå konteksten. Likevel påpeker vi at settingen for observasjonene på ingen måte er en laboratorie-studie slik at studien har sine mulige svakheter. Målingene vil ha variasjoner i betingede og kontekstuelle forhold (Kalsaas, 2013).

Vi har som nevnt brukt flere metoder for datainnsamling, og ved å analysere resultatene fra våre objektive observasjoner sammen med rørlagernes subjektive meninger fra selvrapporteringsskjemaet, vil vi kunne synliggjøre en del av de systematiske og tilfeldige feilene som vil kunne oppstå ved bruk av kun en av metodene. Dette kalles metodetriangulering.

Målet er å oppnå en så høy grad av gyldighet som mulig for å besvare problemstillingene i oppgaven.

4.5. PRESENTASJON

Ved siden av undersøkelsene har vi gjennom dette halvåret hatt flere presentasjoner både for administrasjonen og arbeiderene ute i feltet. Før vi startet med datainnsamlingen var fokuset på at det skulle informeres om fremgangsmåten for hvordan vi ville gjennomføre observasjoner og gjennomføringen av selvevalueringen. Etter hver observasjonsperiode har vi informert om hva vi har funnet ut. Hovedfokuset her vært å se på likheter og forskjeller i forhold til hva vi har sett, og sammenlikne dette opp mot de tilbakemeldingene vi har fått på selvevalueringsskjemaene. Vi har brukt litt ulike strategier i presentasjonene våre som vi kommer inn på i de neste kapitlene.

4.5.1. PRESENTASJON FOR LEDELSEN

På presentasjonene våre for administrasjonen har vi vært opptatt av å speile resultatene fra undersøkelsene. Både resultater fra observasjonsundersøkelsene, selvevalueringsskjemaene og Level 5-analysen ble vist frem og sammenlignet. Vi modererte oss ikke på presentasjonene, og viste frem både de positive og negative funnene våre. Slik vi ser det, er det viktig at ledelsen har noe konkret å jobbe med basert på funnene våre og tilbakemeldingene fra ansatte.

Alle studentene presenterte etter egne ønsker sine egne presentasjoner. Presentasjonene for ledelsen ble i langt større grad lagt opp analytisk enn hva som var tilfellet for operatørene. Det ble i større grad brukt tall og da spesielt i timer og prosent. Som nevnt ser vi det som viktig for ledelsen å ha konkrete ting å arbeide utfra.

4.5.2. PRESENTASJON FOR OPERATØRENE

Med tanke på at oppgaven vår er en del av prosjektet *Involverende Prosjekt Gjennomføring*, så vi det som viktig å presentere resultatene fra undersøkelsen for operatørene. Etter ønske fra administrasjonen presentere alle studentene sine funn i felles presentasjoner.

Før presentasjonene tenkte vi nøye gjennom hvilke resultater som vi skulle presentere. Vi ønsket ikke å henge ut de observerte operatørene, og samtidig ønsket vi å holde motivasjonen hos operatørene oppe. Av denne grunn valgte vi å fokusere på det som var bra. Vi har her i langt større grad lagt vekt på tendenser vi har trukket ut av selvevalueringsskjemaene og mindre på våre objektive observasjoner ute i feltet.

Målet under presentasjonene har vært å innlede til dialog ved å trekke frem noen av de frie kommentarene som vi har fått inn, og få flere synspunkter rundt disse. I tillegg så vi på det som naturlig å bruke enkle eksempler for å forklare hvor mye av den tilgjengelige arbeidstiden på 7 timer som ble brukt på de ulike kategoriene.

4.5.3. A3

I tillegg til muntlige presentasjoner, har vi også laget noen A3-er som kan brukes lokalt på Nymo. Vi har her laget egne for vår undersøkelse på rør (*vedlegg 3*), men også noen felles for vår undersøkelse og undersøkelsen på stål.

I den felles A3-en for rør og stål etter første observasjonsperiode benyttet vi de samme figurene som i presentasjon for operatørene, men fikk beskjed fra administrasjonen om å

moderere oss litt, så den endelige A3-en ble litt annerledes enn vi i utgangspunktet hadde tenkt.

4.6. ANALYSEMETODE:

Ettersom vi i hovedsak har benyttet en kvalitativ undersøkelse har vi hatt mulighet til å gjennomføre fasene, planlegging, gjennomføring og analyse flere ganger. Vi har gjort denne prosessen over to måleperioder, med planlegging før hver av periodene og analyse av resultatene i etterkant.

Vi benytter følgende inndeling i analyseprosessen:

Tabell 4-3: Inndeling av analyseprosessen (Jacobsen, 2005)



Etter observasjonsperiodene våre ble vi sittende igjen med en del rådata fra observasjonsskjemaene våre som måtte renskrives og bearbeides før vi kunne ta dette i bruk og presentere resultatene av det vi hadde observert. Vi benyttet i stor grad Excel til å samle alle dataene våre for å se på likheter, forskjeller og danne et grunnlag for kommentarer.

Kommenteringen av resultatene ble presentert av studentene på diverse møter ved hjelp av PowerPoint presentasjoner. Studentene startet med å gi en beskrivelse av funnene, samt en vurdering og forklaring av disse. Resultatene ble presentert både for avdelingsledere, veiledere og for hele formannslaget på rør slik at alle fikk mulighet til å kommentere resultatene samt komme med en vurdering av funnene.

Et sammendrag med de viktigste funnene med hensyn til problemstillingen, og tiltak ble skrevet mot slutten av prosjektet og videreformidlet til alle involverte parter.

Det største arbeidet med systematiseringen ble å sammenlikne våre objektive observasjoner med de subjektive meningene som vi hadde fått fra selvevalueringsskjemaene. Dette var krevende, da vi opplevde meget varierende kvalitet på skjemautfyllingen av selvevalueringen, og til tider meget sprikende resultater og meninger. Kravet til systematisering ble også forsterket ytterligere ved at vi skulle sammenlikne første og andre observasjonsperiode.

Dette er den mest krevende delen av analyseprosessen fordi vi her går fra det spesielle til det mer generelle. Utfordringen er å finne generelle trekk i resultatene som kan forklare hva som skyldes variasjonene og hvorfor resultatene har blitt som de har blitt. Dette kan skyldes egenskaper ved et individ, egenskaper ved kontekst eller andre forhold (Jacobsen, 2005).

5. RESULTATER FRA UNDERSØKELSEN

Både observasjonsundersøkelsen og selvevalueringsundersøkelsen foregikk på bedriftens installasjonsområde i uke 10 og uke 17. Operatørene vi observerte og operatørene som fylte ut selvevalueringskjema etter endt arbeidsdag, var i hovedsak rørleggere. Hensikten ved å gjennomføre observasjonsundersøkelsen, er for å kartlegge waster som forekommer i installasjonsprosessen, mens selvevalueringsundersøkelsens hensikt er å kartlegge operatørenes intuitive forståelse av begrepet arbeidsflyt. I tillegg kan vi sammenligne våre resultater med resultatene fra selvevalueringsundersøkelsen, og på den måten undersøke hvorvidt undersøkelsesmetodene fungerer ved å blant annet vurdere korrelasjonen mellom dem.

Dataene fra undersøkelsene, med spesiell vekt på observasjonsundersøkelsen, viser et gjennomsnitt av hvor stor andel av tilgjengelig arbeidstid som forsvinner til ikke-verdiskapende aktiviteter og tidsbruk. Bedriften får bearbeidet data fra undersøkelsene våre, og kan etter eget ønske vurdere å innføre eventuelle tiltak for å redusere waster. Dersom slike tiltak blir iverksatt, bør bedriften gjennomføre lignende undersøkelser igjen på et senere tidspunkt, for å analysere om tiltakene har hatt ønsket virkning.

Analysen starter med en presentasjon av aggregerte resultater for begge undersøkelsesukene. Først blir de aggregerte resultatene fra observasjonsundersøkelsen presentert, før vi går i dybden på hver av ukene enkeltvis. Siden det ikke var gjennomført noen forbedringstiltak mellom måleperiodene, kan man ikke måle effekten av tiltakene. Av denne grunn har vi valgt å bare se på enkelte forskjeller mellom de ulike perioden.

Etter resultatene fra observasjonsundersøkelsen, blir resultatene fra selvevalueringskjemaet analysert.

Videre kommer det en sammenligning av resultatene fra selvevalueringskjemaet og observasjonsundersøkelsen for å undersøke om det er korrelasjon mellom dem.

Analysen av Level 5-planene blir presentert sist i kapittelet. Den kan være med på å trekke opp forståelsen av hvordan arbeidsflyten er på bedriften ved å se på utført arbeid i forhold til planlagt arbeid.

5.1. OBSERVASJONSUNDERSØKELSE

Observasjonsundersøkelsen består av observasjoner av fire operatører over to uker, der det er registrert hva hvert femte minutt av arbeidsdagen brukes til.

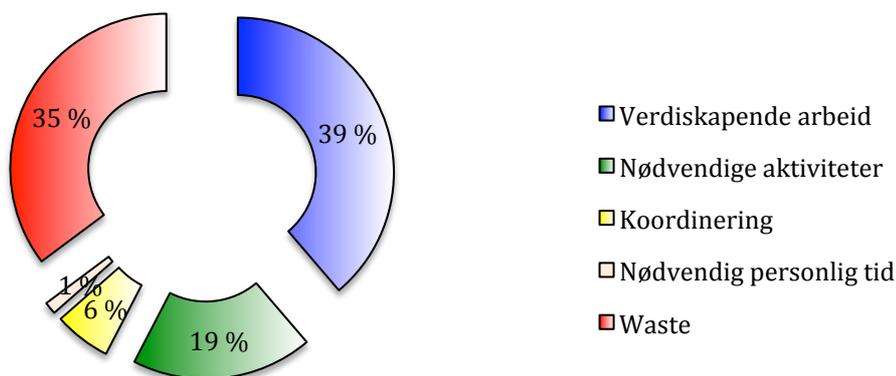
Den første observasjonsundersøkelsen består av observasjon av to operatører som er fast ansatt i Nymo, samt to innleide operatører, mens den andre observasjonsundersøkelsen består av observasjon av fire fast ansatte, der to av dem var lærlinger.

5.1.1. AGGREGERTE RESULTATER

De aggregerte resultatene fra observasjonsundersøkelsen som presenteres i figur 5-1 (*basert på data fra vedlegg 4*), viser at en gjennomsnittlig arbeidsdag på 7 tilgjengelig arbeidstimer i rørinstallasjonsavdelingen består av 39% verdiskapende arbeid, 19% nødvendige aktiviteter, 6% koordinering, 1% nødvendige pauser, og 35% waste.

Aggregert resultat over to uker:

En gjennomsnittlig arbeidsdag



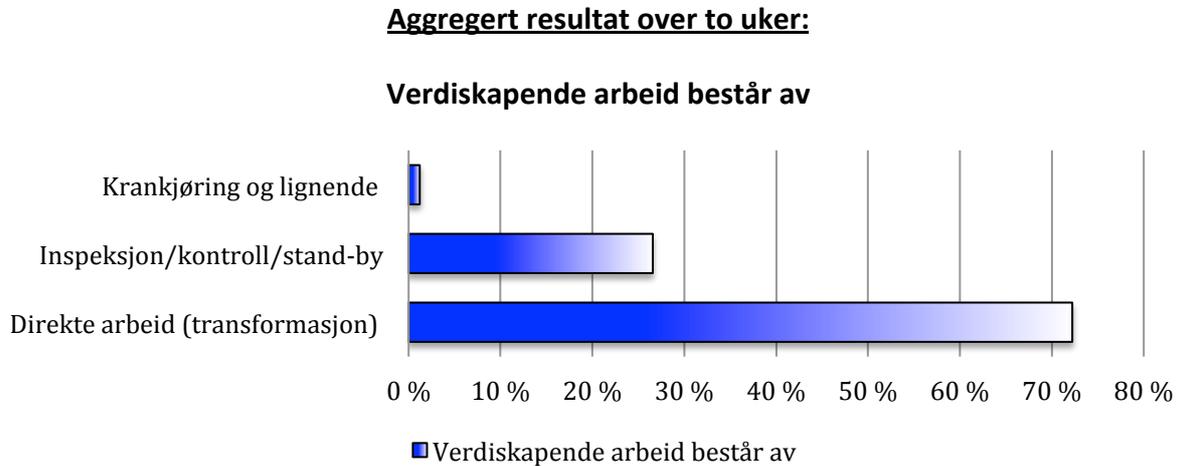
Figur 5-1: Oversikt over en gjennomsnittlig arbeidsdag på AS Nymo

Verdiskapende arbeid er den største andelen, og dersom den aggregeres med nødvendige aktiviteter, nærmer den seg 60% av tilgjengelig arbeidstid. Men faktum er også at over en tredjedel av tilgjengelig arbeidstid i installasjonsavdelingen forsvinner som følge av ikke-verdiskapende aktiviteter og tidsbruk.

I de neste figurene vil vi vise hva verdiskapende arbeid, nødvendige aktiviteter og waste består av. Verdiskapende arbeid og nødvendige aktiviteter presenteres mindre omfattende med tanke på at vi fokuserer på waste, men vi synes allikevel at det er viktig å presentere disse

kategoriene for å synliggjøre positive sider ved avdelingen. Waste vil bli presentert betydelig mer detaljert, og de ulike kategoriene av waste vil også bli presentert mer detaljert.

100% i figur 5-2 tilsvarer 39% verdiskapende arbeid i figur 5-1.

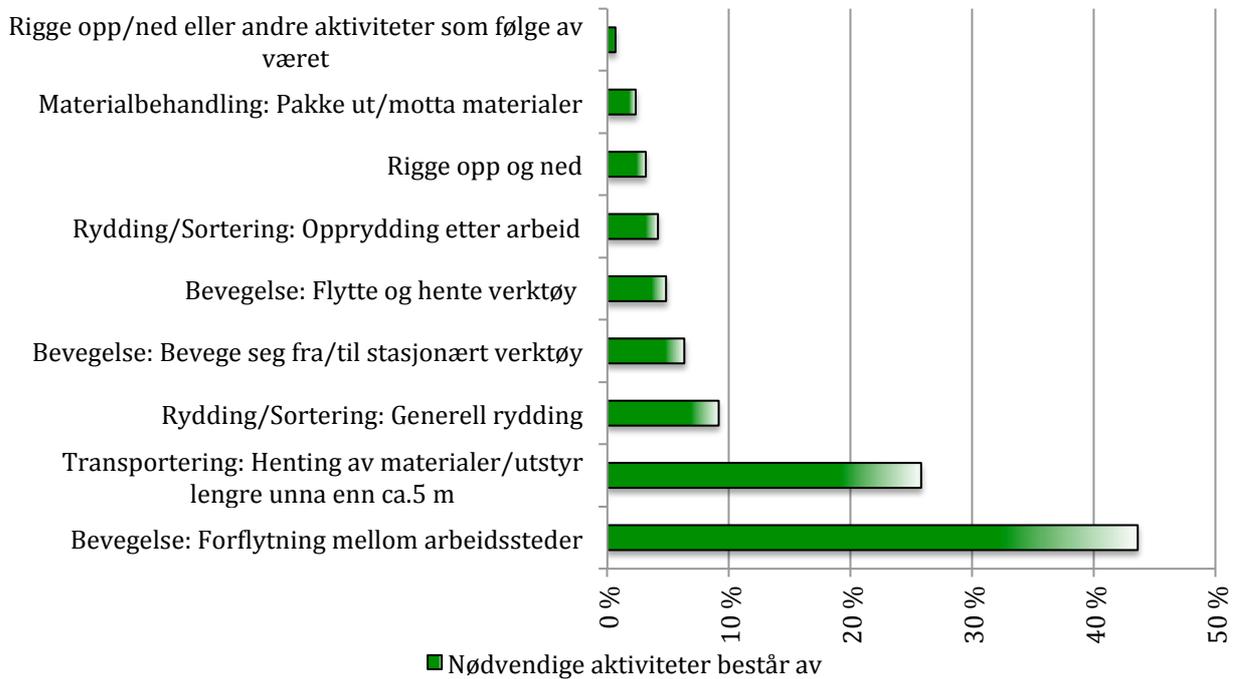


Figur 5-2: Oversikt over hva aggregert verdiskapende arbeid består av

Som vi ser i figur 5-2, er over 70% av all verdiskapende arbeid *direkte arbeid (transformasjon)*. *Inspeksjon/kontroll/stand-by* står for 27%, mens *krankjøring og lignende* står for 1%. Den siste kategorien er såpass liten fordi det var en tendens til at rørleggerne heller gikk to-tre ganger frem og tilbake mellom arbeidsstedene mens de bar rørene, i stedet for å bruke kran. Denne tendensen gjenspeiler seg i figur 5-3, som viser oversikten over de nødvendige aktivitetene, der *bevegelse; Forflytting mellom arbeidssteder* er den klart største. 100% i figur 5-3 tilsvarer 19% nødvendige aktiviteter i figur 5-1.

Aggregert resultat over to uker:

Nødvendige aktiviteter består av



Figur 5-3: Oversikt over hva aggregert nødvendige aktiviteter består av

Av figur 5-3 ser vi at *bevegelse: Forflytting mellom arbeidssteder* er den største kategorien av nødvendige aktiviteter. Mye av årsaken til at denne er såpass stor, er at operatørene bærer rørselv i stedet for å benytte kran. Men det er også viktig å ta med i betraktningen at det er store avstander mellom arbeidsstedene, og at det følgelig brukes en god del tid på bevegelse.

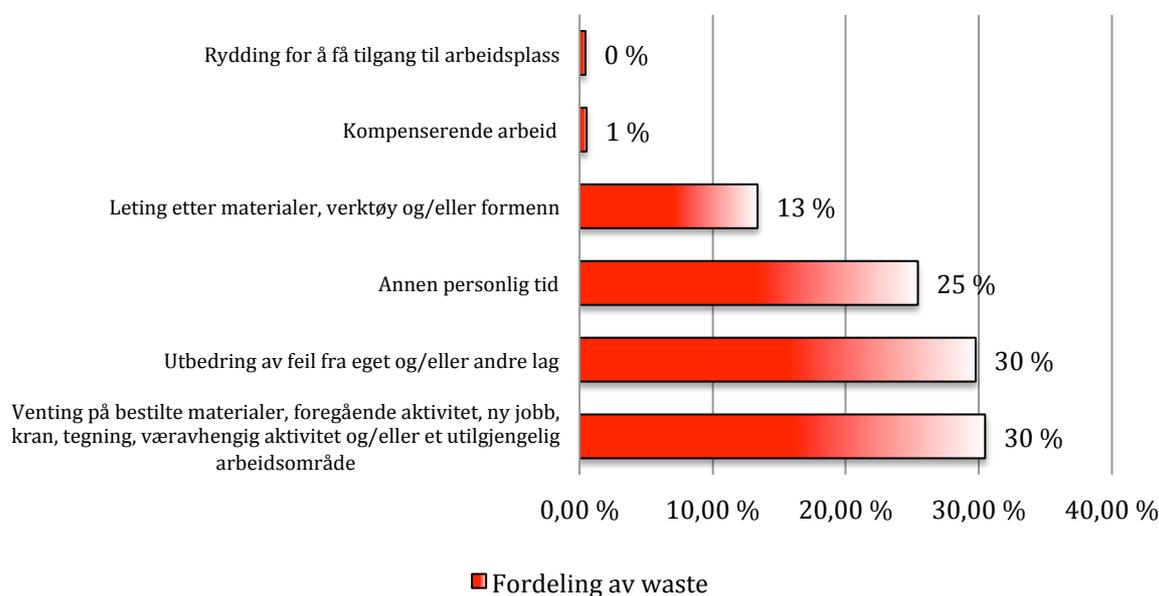
Avstandene mellom arbeidsstedene og lageret står for en stor del av årsaken til at *transportering: Henting av material/utstyr lengre unna enn ca. 5 meter* er den nest største kategorien. Når operatørene skal hente materiell eller utstyr, går det fort flere minutt på transportetappen fra drill floor til lageret, i tillegg til tiden det tar å hente matriellet/utstyret.

Andelen på 35% er som nevnt et aggregert resultat av all waste som er observert i løpet av to undersøkelsesperioder. For å presentere hva wasten består av, har vi lagd en oversikt over de ulike kategoriene av waste i figur 5-4. Den viser også hvor stor andel hver av wastekategoriene legger beslag på av de totale 35% waste.

100% i figur 5-4 tilsvarer 35% waste fra figur 5-1.

Aggregerte resultater over to uker:

Wasten består av

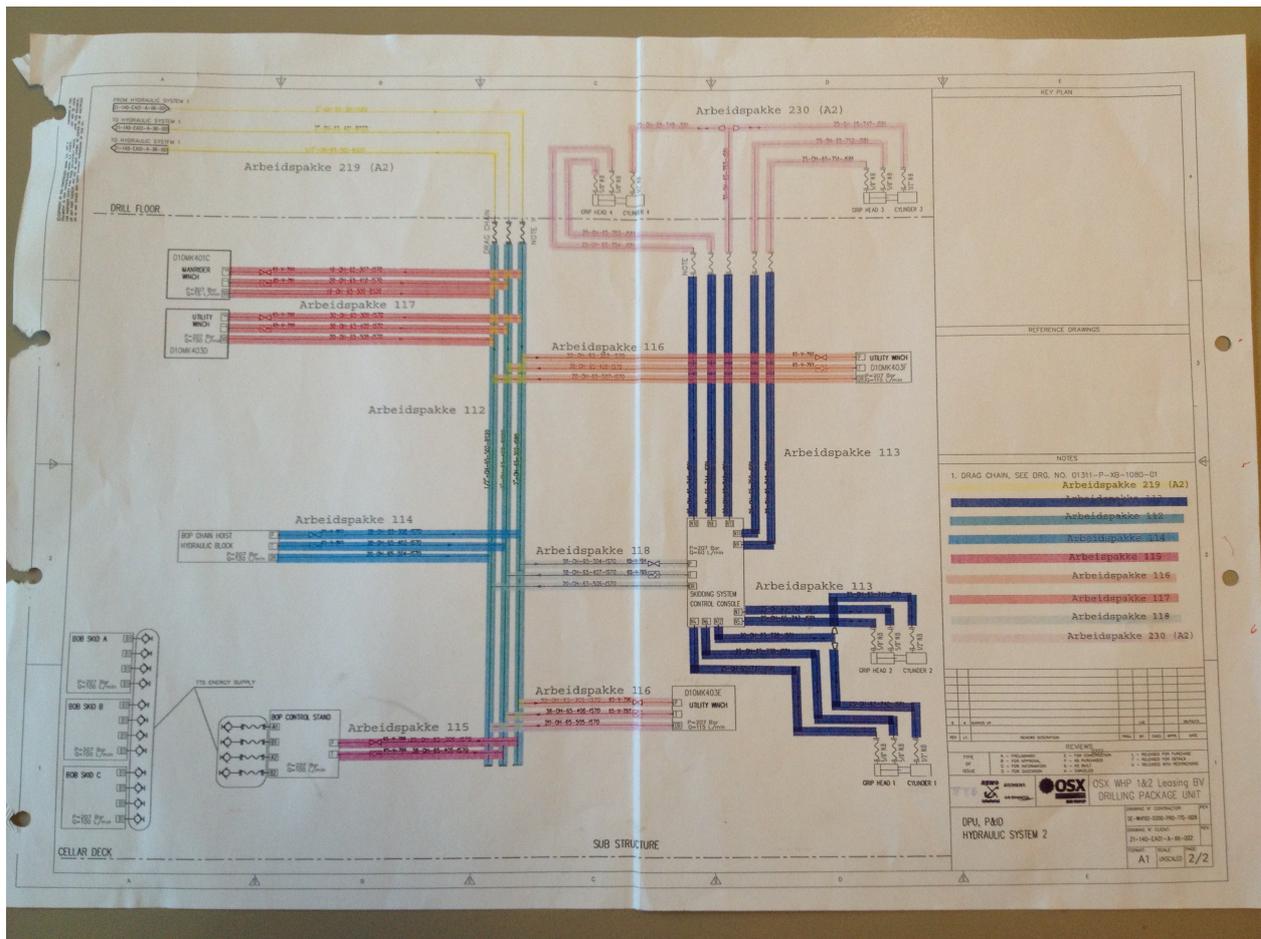


Figur 5-4: Oversikt over hva aggregert waste består av

Som vi ser av figur 5-4 er det fire kategorier av waste som forklarer over 98% av det totale antallet. De to største kategoriene her, henholdsvis ulike former for venting og utbedring av feil, legger sammenlagt beslag på over 60% av den samlede waste. Videre står annen personlig tid og ulike former for leting for 39%. Kategoriene kompenserende arbeid og rydding for å få tilgang til arbeidsplassen blir små i denne sammenhengen, og utgjør bare 1% samlet.

Gjennom samtaler med flere operatører, formenn og avdelingsledere, har vi blitt informert at en av de største utfordringene med det pågående prosjektet, har vært feil på tegninger. Dette skyldes at tegninger som kommer fra underleverandører inneholder feil, og når tegningene bedriften lager baserer seg på tegninger med feil, blir også disse tegningene feil.

Dette resulterer blant annet i at riktige deler ikke blir bestilt inn, noe som skaper en stor andel venting på riktige deler. I tillegg til venting, brukes det også mye tid på feilutbedring som følge av at tegningen ikke stemmer. Videre kan man anta en stor andel av venting på utilgjengelig arbeidsområde, oppstår som følgefeil av dette. Forsinkelsene som oppstår når man må vente på deler og utbedre feil, kan føre til at man må begynne å jobbe på arbeidsstedene senere enn planlagt, og dermed kolliderer med andre lag.



Figur 5-5: P&ID-tegning. Dette er selve "Bibelen" for operatørene, den grunnleggende tegningen, og når den ikke kan brukes, byr det på utfordringer for operatørene

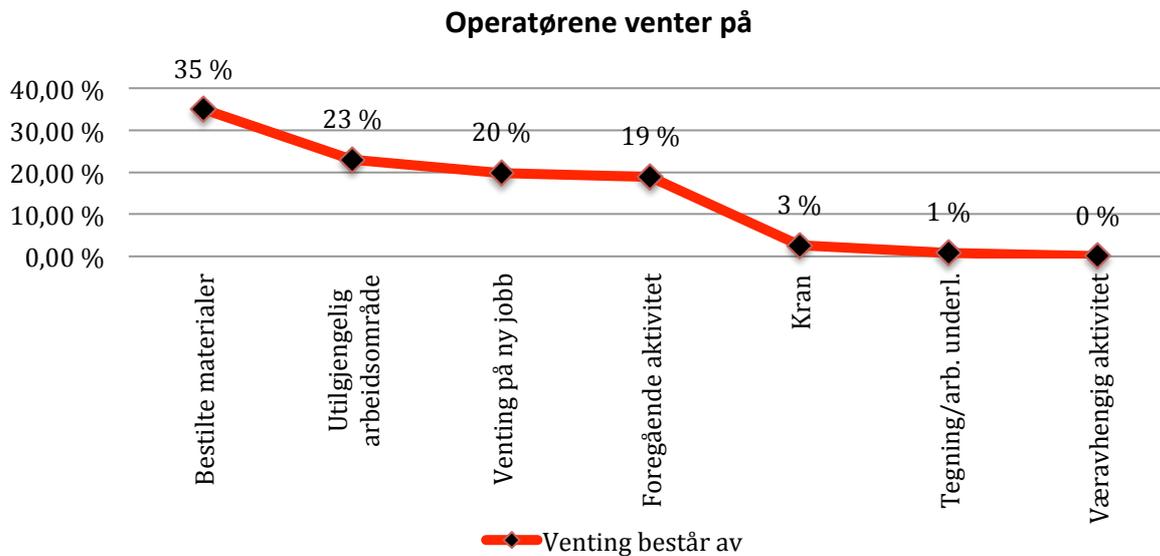
I de neste delkapitlene vil vi ta for oss de fire største kategoriene av waste, og presentere dataene vi har funnet. I tillegg vil vi nevne mulige grunner til at wasten har oppstått, som begrunnes i samtaler med operatører, formenn og ledelsen på bedriften, i tillegg til våre egne erfaringer fra undersøkelsesperiodene.

5.1.1.1 OBSERVERT WASTE: VENTING

Venting er den kategorien som genererer mest waste, og det var også venting som hadde flest kategorier på observasjonsskjemaet. Oversikten over hva operatørene venter på vises i figur 5-6.

100% i figur 5-6 tilsvarer 30% i figur 5-4.

Aggregerte resultater over to uker:



Figur 5-6: Oversikt over hva ventetiden består av

Som figur 5-6 viser, utgjør *venting på bestilte materialer* 35% av all ventingen. Årsaken til at det brukes mye tid på å vente på bestilte materialer kan spores helt tilbake til at det er mye feil på tegninger som brukes. Dette fører til at mange av materialene ikke er på plass i arbeidspakkene. Rørleggerne må derfor på egen hånd, eventuelt i samarbeid med formann, finne ut hvilke materialer man trenger, før disse kan skrives ut fra lageret med tillatelse fra formann. Hele denne prosessen er tidkrevende fordi den avhenger av involvering fra flere parter. Dersom ikke formann er tilstede risikerer man at man ikke får tak i nødvendige deler. I tillegg er det ikke gitt at man har det rette materialet på lager, og i disse tilfellene må man spesialbestille materialene.

Videre står *venting på utilgjengelig arbeidsområde* for 23% av total venting. Vi opplevde flere ganger i løpet av observasjonsukene våre at det var andre lag/fag som jobbet på samme arbeidsområdet som våre lag. Eksempler på slike situasjoner var blant annet at malere malte der rørleggerne skulle montere rør, eller at man ikke hadde stilas.



Figur 5-7: Utilgjengelig arbeidsområder. Bildet til venstre viser et avsperrt arbeidsområde. Bildet til høyre viser utilgjengelig arbeidsområde på grunn av andre lag.

I tillegg opplevde vi gjentatte ganger i løpet de to periodene vi var ute på installasjonsområdet at det gikk mye tid med til venting på blant annet å heise opp større konstruksjoner med kran. Dette førte til at rørleggerne ble stående å vente. Slike heiseoperasjoner som forstyrrer flyten til andre operatører, kan og bør gjennomføres utenfor normal arbeidstid dersom det er mulig. Enten ved å gjennomføre de i pausene, etter endt arbeidstid, eller på helligdager. Dette var også noe som ble gjennomført i praksis på Kristi Himmelfartsdag da store løfteoperasjoner ble gjennomført for ikke å forstyrre flyten en annen dag.

20% av total venting står *venting på ny jobb* for. Denne kategorien opplevde vi helt klart størst ved den første observasjonsperioden vår. Det kan være flere grunner til dette, men en mulig årsak er at ved den første observasjonsperioden var det langt flere operatører enn ved den andre, og dette setter større krav til koordinering. Man var i en fase av prosjektet der det ble mindre å gjøre som følge av at prosjektet gikk mot slutten, samtidig som det fortsatt var et stort antall operatører tilstede på installasjonsområdet. Det ble derfor til tider en utfordring å finne jobb til alle.

Venting på foregående aktivitet står for 19% av total venting. Under denne kategorien finner vi aktiviteter som må være på plass før andre kan starte. Vi opplevde at kabelgater og supportere var satt opp feil, og i noen tilfeller, ikke var satt opp i det hele tatt. Det skjedde også at man måtte vente på at sveisere skulle bli ferdig med å sveise rørene man hadde lagt

opp. Dette problemet kunne vært utgått dersom andre lag/fag gjør seg ferdig før andre slipper til.



Figur 5-8: Venting på foregående aktivitet. Operatørene må vente til sveisearbeidet er fullført før nye rør kan legges.

Ved den siste observasjonsperioden seks uker senere, var bedriften kommet betydelig lengre på prosjektet, og andelen operatører var mer enn halvert. Problemet var derfor ikke like stort fordi det i langt større grad dreide seg om å fullføre arbeidsoppgaver. Kravet til koordinering var også betydelig mindre med et fåtall personer.



Figur 5-9: I stedet for å sløse tid på å vente på kran, tok operatørene mer kreative metoder i bruk. Så lenge rørene veide såpass lite, var det heller ikke noen risiko forbundet med dette.

Sammenliknet med de fire store kategoriene av venting over, blir *venting på kran, tegning og væravhengig aktivitet* små i denne sammenhengen. Når det gjelder venting på kran er det likevel interessant å trekke frem et eksempel på dette som lett kunne ført til at en betydelig andel av arbeidsdagen hadde gått med til å vente på kran. Operatørene valgte ved flere anledninger å ta flere turer opp til og ned fra *drill floor* med rør, i stedet for å måtte vente på ledig kran og bruke tid på å vente at kranen skulle løfte opp rørene. Dette er også noe av årsaken til at *henting av materialer og utstyr lengre unna enn 5 meter* er den nest største kategorien av nødvendige aktiviteter (se figur 5-3).

Venting på tegning/arbeidsunderlag var de situasjoner der operatørene ventet på tegninger som ikke hadde ankommet formann. Dette var noe som ikke skjedd så ofte for operatørene, men vi har en antakelse om at venting på tegninger kan være et større problem for formennene enn for operatørene.

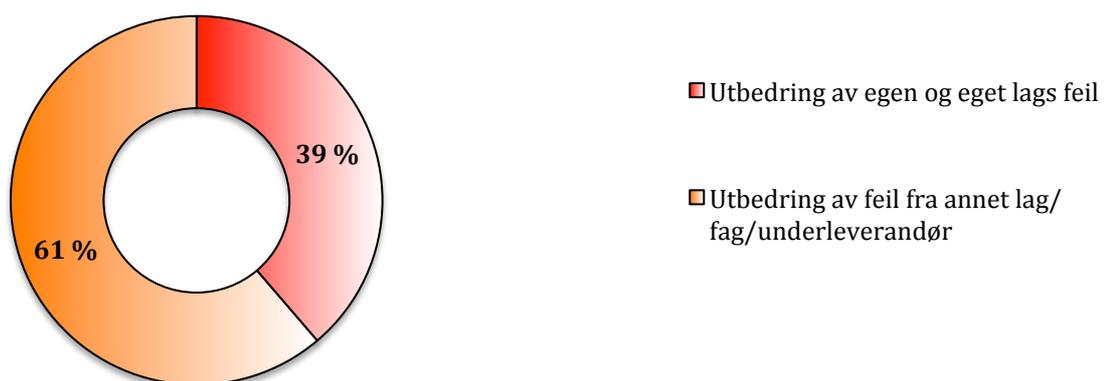
5.1.1.2 OBSERVERT WASTE: UTBEDRING AV FEIL

I løpet av de to ukene med observasjonsundersøkelse gjorde vi et skille mellom utbedring av feil som eget lag direkte var årsak i, og feil som ble utbedret som følge av at andre lag hadde gjort en feil. Fordelingen ble som presentert i figur 5-10.

100% i figur 5-10 tilsvarer 30% fra figur 5-4.

Aggregerte resultater over to uker:

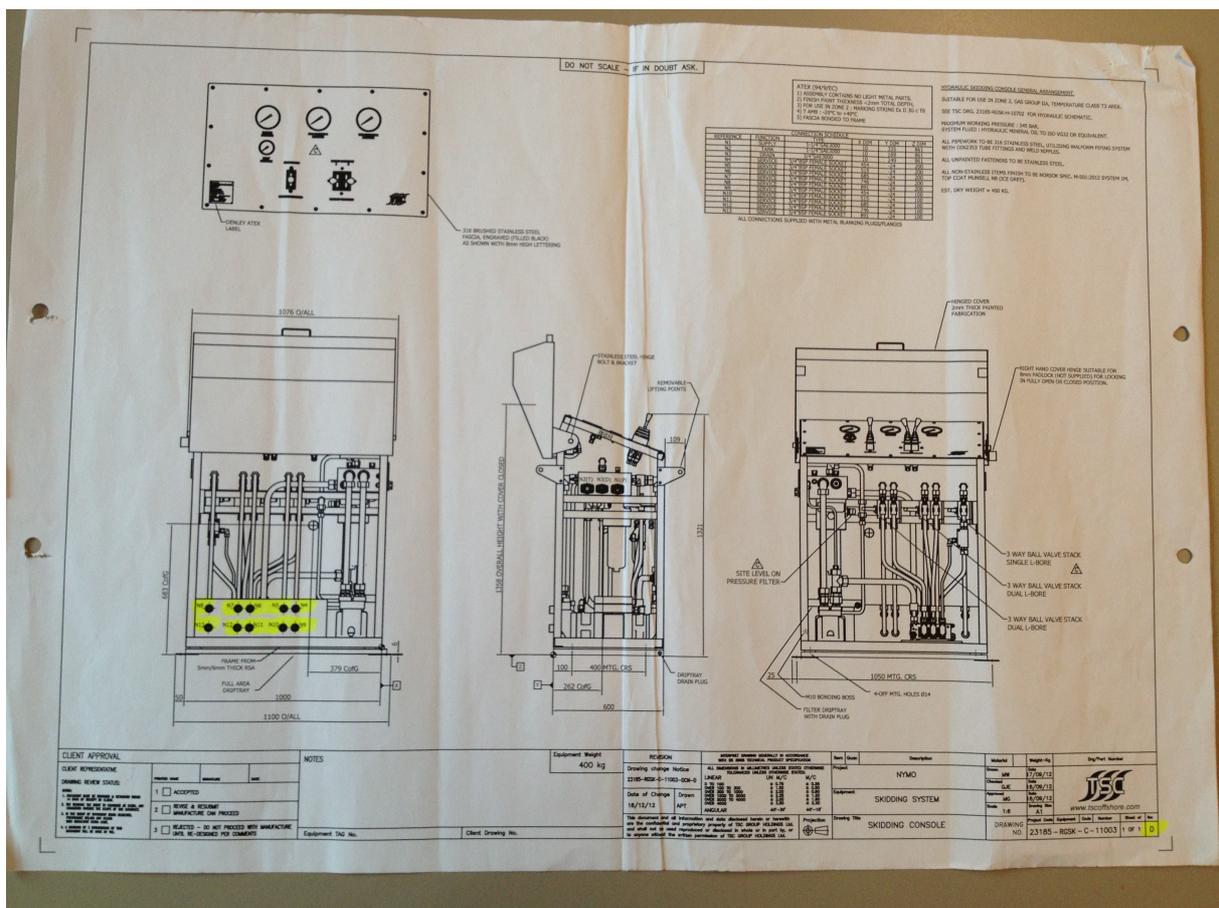
Hvilke typer feil utbedres?



Figur 5-10: Oversikt over hvilke feil som utbedres

Utbedring av egen feil utgjorde 39% av tiden som brukes på feilutbedring, mens 61% brukes på å rette feil som gjøres av *andre lag*. Utbedring av feil som gjøres av eget lag er som regel

mindre tidkrevende fordi man vet hva man har gjort galt. Når det gjelder utbedring av feil fra andre lag/fag er det her vi har de største utfordringene. Her må man først finne ut hva som er gjort feil, før man kan undersøke hvordan man kan løse feilen, og til slutt utbedrer feilen. Sistnevnte krever ofte at formenn og andre nøkkelpersoner trekkes inn for å utbedre feilen. Det er viktig å poengtere at selv om det går betydelig mer tid med til å løse andres feil, betyr ikke nødvendigvis dette at det gjøres flere feil av andre. Først og fremst betyr dette at det brukes mer tid på å rette andres feil fordi det er mer tidkrevende siden man ofte trenger tverrfaglig kompetanse.



Figur 5-11: Arbeidsbeskrivelse. De merkede inngangene på arbeidsbeskrivelsen stemte ikke overens med virkeligheten.

I tillegg var det også episoder der arbeidsbeskrivelsen ikke stemte overens med virkeligheten. Operatørene utførte derfor et arbeid som ifølge arbeidsbeskrivelsen var riktig, men som de oppdaget ikke stemte når de skulle koble rørene sammen, og dermed måtte de rette eget arbeid. Det er også viktig å poengtere at ikke alle feil operatørene gjør kan spores tilbake til feil i tegningene.

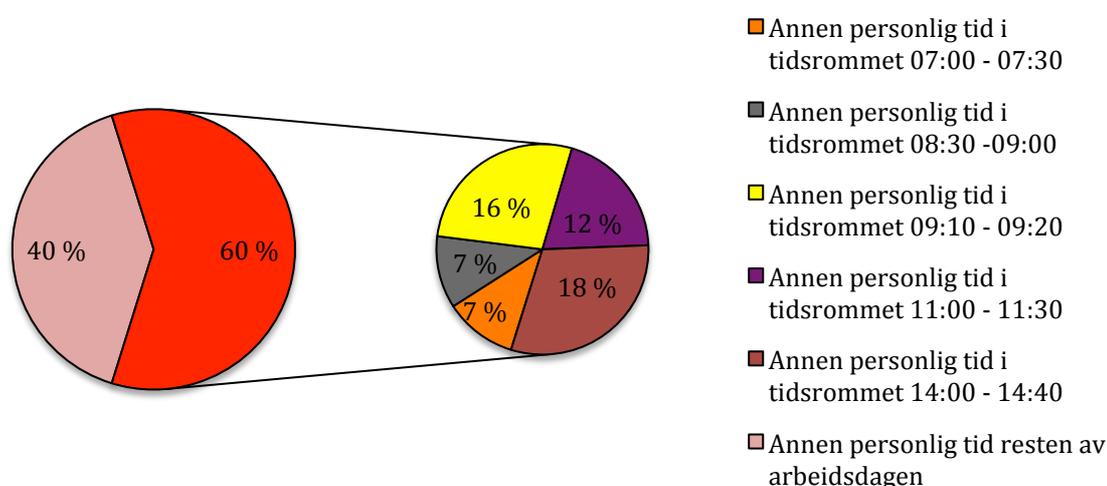
5.1.1.3 OBSERVERT WASTE: ANNEN PERSONLIG TID

Annem personlig tid var den tredje største kategorien av waste. I løpet av observasjonsperiodene våre, oppdaget vi at en veldig stor andel av annen personlig tid skjedde på de samme tidspunktene hver dag. Denne fordelingen vises i figur 5-12.

100% av figur 5-12 tilsvarer 25% fra figur 5-4.

Aggregert resultat over to uker:

Hvilke tidsrom skiller seg ut med tanke på annen personlig tid?



Figur 5-12: Oversikt over tidsrommene der annen personlig tid skiller seg ut.

Figur 5-12 viser at det er enkelte tidsrom i løpet av arbeidsdagen som skiller seg ut med tanke på annen personlig tid. De fem tidsrommene som skiller seg ut, utgjør totalt 2 timer og 20 minutter av arbeidsdagen, der det minste tidsrommet er 10 minutt og det største er 40 minutt. Ved en jevn fordeling av arbeidsdagen skulle annen personlig tid for dette tidsrommet vært 33%, mens vi har observert at det utgjør 60% - nesten det dobbelte. Felles for tidsrommene er at de har en sammenheng med naturlige stopp i produksjonen.

Tidsrommet 07:00 – 07:30 er den første halvtimen av arbeidsdagen, og vi opplevde flere ganger at operatørene ventet på at formann kom rundt for å sette arbeidsdagen i gang, selv om man viste hva man skulle gjøre. Det kunne virke som om det var en rutine at arbeidet først startet etter at formann hadde vært tilstede.

Fra klokken 08:30 – 09:00 ble det også registrert en relativt stor andel annen personlig tid. Klokken 09:00 har operatørene en pause (*frokost*) på 10 minutt, og det var en klar tendens til at dersom operatørene var ferdig med en arbeidsoppgave den siste halvtimen før frokost, ventet de med å starte på nye arbeidsoppgaver til etter frokosten.

Det kanskje mest interessante har vi når vi ser på tiden mellom klokken 09:10 og 09:20, altså de 10 første minuttene etter pausen klokken 09:00. Det var en klar tendens på at man tok fem eller ti minutt lenger pause, og følgene av dette er at dette tidsrommet på 10 minutt forklarer hele 16% av total annen personlig tid.

Annen personlig tid i tidsrommet 11:00 – 11:30 står for 12%. Også her var det en tendens til at man ikke startet på nye arbeidsoppgaver den siste halvtimen før lunsjpausen som starter 11:30, men heller venter med å starte på nye arbeidsoppgaver til etter pausen.

14:00 – 14:40 er de siste 40 minuttene av arbeidsdagen (*siden utfylling av selvevalueringsskjema opptok tidsrommet 14:00 – 15:00*), dette tidsrommet står for 18% av total annen personlig tid. Dersom operatørene ble tidlig ferdige med arbeidsoppgavene de holdt på med, begynte de ikke på nye oppgaver den siste halvtimen.

Totalt sett kan den største andelen av annen personlig tid forklares utfra og i sammenheng med naturlige stopp i arbeidsdagen. Det dreier seg om tiden rundt pausene og samt start og slutt på arbeidsdagen. Her har bedriften et stort forbedringspotensial, og en stor del av dette kan forandres ved rette fokus mot de mest ekstreme tidsrommene. Samtidig er det viktig å poengtere at det ikke er så mye annen personlig tid utenfor disse tidsrommene.

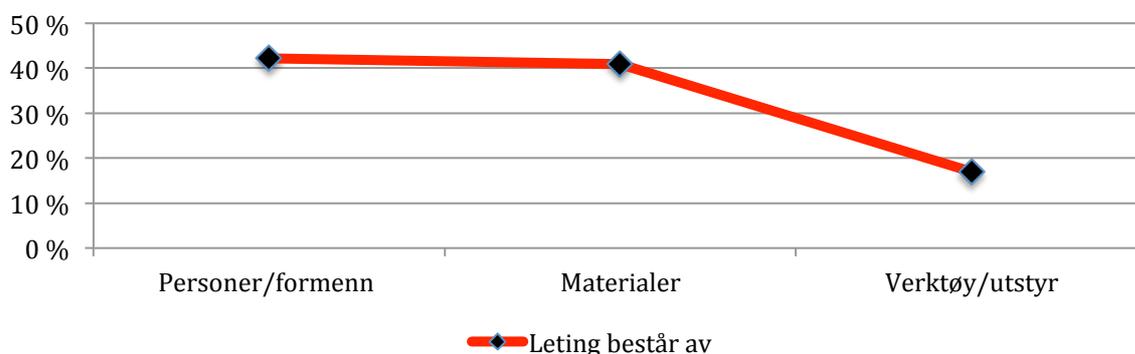
5.1.1.4 OBSERVERT WASTE: LETING

Leting var den fjerde største kategorien av observert waste. Vi observerte at en stor del av letingen hang direkte sammen med venting. Veldig ofte lette operatørene etter material som de ikke fant, og som dermed førte til venting på bestilte materialer. Oversikt over hva operatørene ventet på, presenteres i figur 5-13.

100% i figur 5-13 tilsvarer 13% av wasten i figur 5-4.

Aggregerte resultater:

Operatørene leter etter



Figur 5-13: Oversikt over hva operatørene leter etter

I figur 5-13 ser vi at det er *leting etter personer/formenn* som er den største kategorien sammen med *leting etter materialer*. Operatørene leter etter formenn fordi de enten har spørsmål vedrørende arbeidstegningene, fordi de mangler materialer som formann må bestille for dem, eller for å få ny jobb.

Leting etter materialer er den nest største kategorien innen leting. Operatørene måtte lete etter materialene som manglet i arbeidspakkene, og til tider var det også problematisk å finne riktig arbeidspakke.

Et eksempel fra feltet som illustrerer problemet ved venting, var da en av rørleggerne skulle montere et rør på en komponent med seks forskjellige potensielle innganger. Ingen av tegningene viste hvor røret skulle monteres, og i tillegg var dimensjonen på mutteren feil i forhold til hva som sto på tegningene. Resultatet ble at operatørene måtte søke problemløsning hos formann. Det medgikk cirka 20 minutter før operatørene fikk tak i formann. Videre måtte operatørene forklare problemet, før formann skrev ut nye deler fra lageret. I tillegg måtte operatørene vente nærmere et kvarter på å få utlevert tre små deler som betegnes som forbruksmateriell.



Figur 5-14: Bildet til venstre: Lageret der operatørene henter materialer. Bildet til høyre: Esker med materialer til klargjort arbeidspakke.

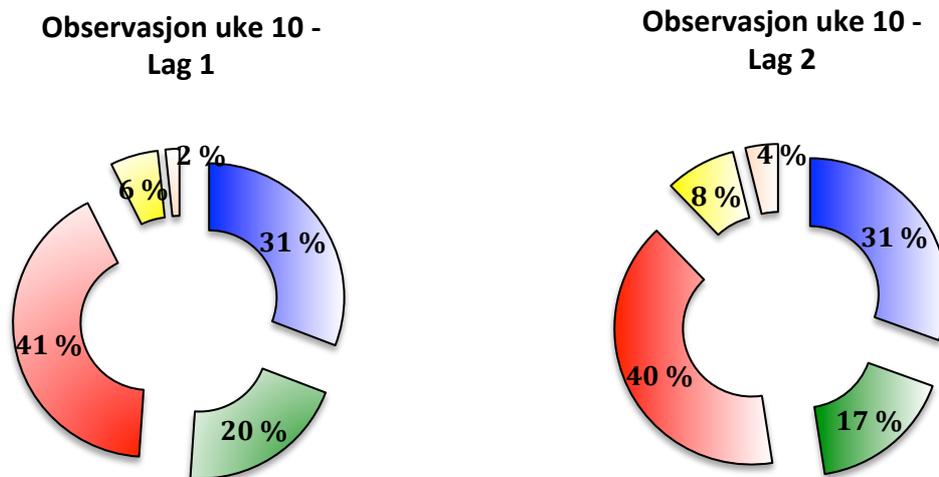
Det var en klar tendens til at det brukes generelt mye tid på å lete/vente på formann, i tillegg til tid for å lete etter materialer. Problemet var som oftest et resultat av feil på tegninger. Et forslag som kunne ført til bedre flyt i arbeidet på tross av disse feilene, hadde vært å latt rørleggerne hatt en egen pc tilgjengelig slik at man kunne funnet svar uten å involvere formann. I tillegg kunne det vært lurt å hatt et forbrukslager av muttere, klammer, unioner og pakninger, slik at operatørene slapp både å lete og vente på slike deler som det går mye av. Hvilke deler som hadde passet som forbrukslager, har vi identifisert basert på samtaler med operatørene og lagerarbeiderne.

Det ble brukt tid på å *lete etter verktøy/utstyr*, og over 90% av all leting etter verktøy/utstyr kom i den første undersøkelsesuken. Dette antar vi henger sammen med at det var et betydelig større antall operatører som installasjonsområdet i den uken kontra den andre undersøkelsesuken. Flere av operatørene gav uttrykk for at det var lite verktøy når det var så stort antall operatører tilstede, og det var faktisk tilfeller der operatørene låste verktøyet fast

med kjøtting og hengelås på arbeidsstedet for at ingen andre lag skulle *låne* det, siden de ikke visste når de ville få det tilbake igjen.

5.1.2. FØRSTE UNDERSØKELSESUKE

Den første undersøkelsesuken (*uke 10*), fulgte vi to lag. Et lag var i denne sammenheng bestående av to operatører. Det ene laget var fast ansatte rørleggere, mens det andre laget besto av innleide rørleggere. I praksis hadde disse to lagene like arbeidsoppgaver, men vi registrerte likevel en del interessante variasjoner, vi har derfor valgt å presentere resultatene fra lagene uavhengig av hverandre for å se på variasjoner.



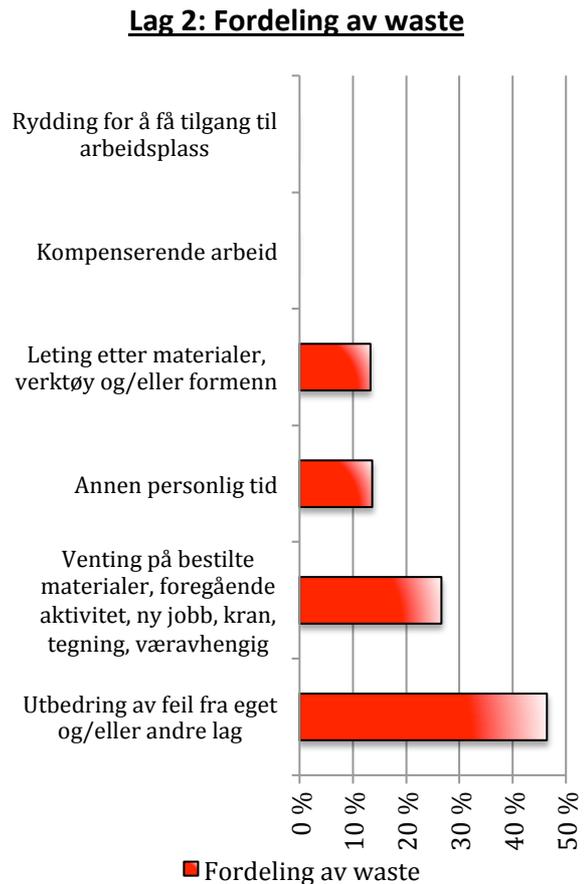
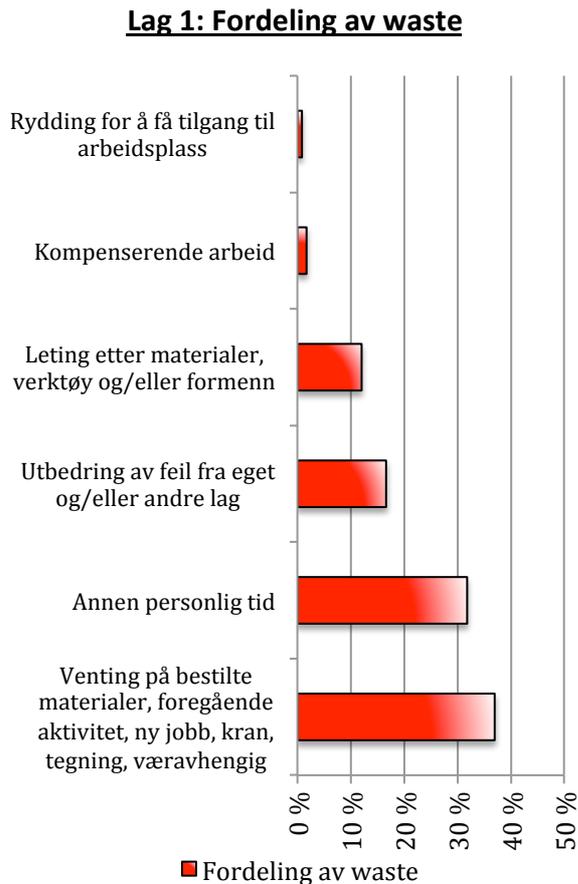
Figur 5-15: Oversikt over Lag 1 og 2s arbeidsuke i uke 10.

Lag 1s aggregert resultat for hele uken viser at 31% av arbeidsuken bestod av verdiskapende arbeid og 20% av nødvendige aktiviteter. Videre bestod uken av 6% koordinering, 2% nødvendige pauser og hele 41% synlig sløsing.

Aggregert resultat for Lag 2 viser at arbeidsdagen består av 31% verdiskapende arbeid, 17% nødvendige aktiviteter, 4% nødvendige pauser, 8% koordinering og 40% waste.

Som vi ser i figur 5-15, er det minimale forskjeller mellom Lag 1 og Lag 2 når det gjelder hva arbeidsdagen består av. Men dersom vi undersøker hva wasten består av, kommer det signifikante forskjeller mellom de to gruppene.

100% i figur 5-16 tilsvarer henholdsvis 41% og 40% fra figur 5-15.



Figur 5-16: Fordeling av waste for Lag 1 og Lag 2 i uke 10

Selv om det var minimale forskjeller på arbeidsuken til Lag 1 og Lag 2, så ser vi i figur 5-16 at det er tydelig forskjell mellom hva slags waste de opplevde. De fire største kategoriene er like, men de kommer i forskjellig rekkefølge. Vi ser at Lag 1s største wastekategori er venting, mens Lag 2s største er utbedring av feil.

Tabell 5-1 viser at det er stor forskjell i antall minutt de ulike lagene har brukt på venting.

Tabell 5-1: Oversikt over venting i minutt for Lag 1 og 2

	Lag 1	Lag 2
Venting: Bestilte materialer	220	200
Venting: Foregående aktivitet	210	80
Venting: Venting på ny jobb	180	30
Venting: Kran	15	0
Venting: Tegning/arb. underl.	15	0
Venting: Væravhengig aktivitet	0	0
Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas	5	100
Sum	645	410

Begge lagene har brukt omtrent like lang tid på venting på bestilte materialer, men det er også den eneste likheten. Spesielt venting på foregående aktivitet, venting på ny jobb og venting på grunn av at arbeidsområdet ikke er tilgjengelig skiller seg ut mellom de ulike lagene. Lag 1 brukte mye tid på å vente på at foregående aktivitet skulle bli ferdig. Det var særlig kabelgater som skulle vært satt opp, men som ikke var det, som sto for mye av årsaken her.

I tillegg brukte Lag 1 seks ganger så lang tid på å vente på nye jobber som Lag 2 gjorde. Dette kan ha en sammenheng med at Lag 1 hadde flere mindre arbeidspakker, mens Lag 2 stort sett forholdt seg til en større arbeidspakke.

Lag 2 brukte tyve ganger mer tid enn Lag 1 på å vente på utilgjengelig arbeidsområde. Mye av denne tiden kommer fra arbeidet på HPU^{xix}-en, der to lag var satt til å jobbe rundt hverandre på et veldig lite området. Begrensningen på fysisk plass førte til at de to lagene måtte variere på hvem som skulle jobbe, siden det ikke var plass til at begge lagene kunne jobbe samtidig.

I tillegg til mye venting for Lag 2, førte også HPU-en til mye feilretting for Lag 2.

^{xix} Head Processing Unit – selve hjernen til plattformen

Tabell 5-2: Oversikt over feilutbedring i minutt for Lag 1 og 2

	Lag 1	Lag 2
Utbedring av egen og eget lags feil	120	0
Utbedring av feil fra annet lag/fag/underleverandør	170	715
Sum	290	715

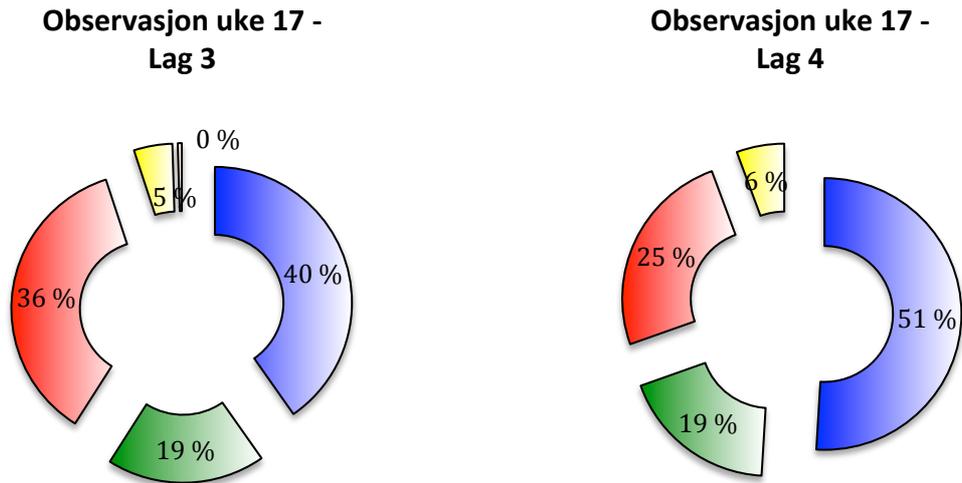
Som vi ser i tabell 5-2, var det også signifikant forskjell på feilutbedringen mellom de ulike lagene. Lag 1 brukte 120 minutt på å rette egne feil, mens Lag 2 ikke rettet noen egne feil.

Samtidig brukte Lag 2 betydelig mer tid på å rette andres feil enn Lag 1 gjorde. Igjen kan en stor del av årsaken spores tilbake til HPU-en. Da den ble plassert på plass, ble den plassert et par centimeter feil. Dette førte til at koblingspunktene som Lag 2 skulle koble seg på, ikke matchet tegningene som Lag 2 hadde laget rør utfra. Siden tegningene ikke hadde tatt med slingringsmonn i tilfelle HPU-en ble plassert feil, måtte operatørene tilpasse rør og koblingspunkter på nytt, noe som tok nesten en hel arbeidsdag.

5.1.3. ANDRE OBSERVASJONSUKE

I den andre undersøkelsesuken (*uke 17*), fulgte vi i likhet med den første uken to lag. Forskjellen på denne uken sammenlignet med den første uken, var at vi kun observerte personer som var fast ansatt i bedriften. Begge lagene bestod fortsatt av to personer, der én på hvert lag var lærling. I praksis hadde disse to lagene like arbeidsoppgaver, men akkurat som i den første observasjonsuken, registrerte vi likevel en del interessante forskjeller mellom lagene.

Vi har brukt Lag 3 og Lag 4 som betegnelsen på disse.



Figur 5-17: Oversikt over arbeidsuken for Lag 3 og 4 i uke 17

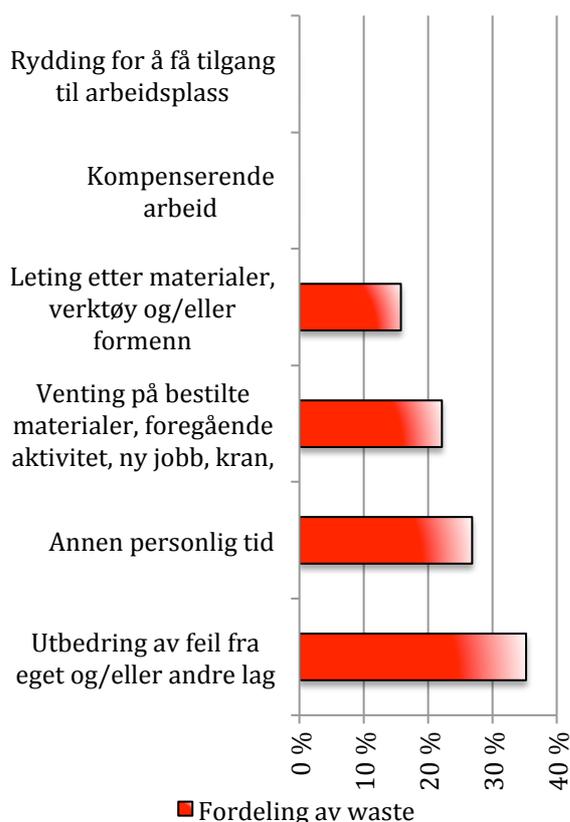
Arbeidsuken besto av 40% verdiskapende arbeid for Lag 3. Nødvendige aktiviteter, koordinering og nødvendig personlig tid utgjorde totalt sett 24%, mens de resterende 36% består av waste.

For Lag 4 var det hele 51% av arbeidsuken verdiskapende arbeid, mens nødvendige aktiviteter og koordinasjon sto for 25%. De resterende 25% bestod av waste (*pga vi valgte å presentere figuren prosentatsene uten desimaltall, blir summen for Lag 4 101%*).

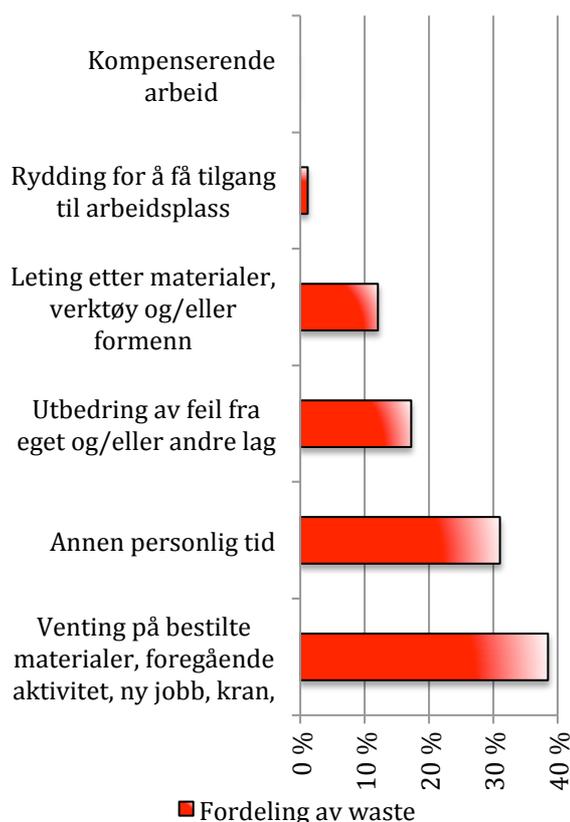
Som vi ser har man denne uken over 10% høyere andel av verdiskapende arbeid enn ved første uken. Det som var spesielt for den siste undersøkelsesuken var at antallet personer på området var kraftig redusert. Som følge av at man begynte å nærme seg slutten på prosjektet var alle de innleide ferdig med sitt arbeid. Vi opplevde at det, som et resultat av mindre folk på området, gjorde arbeidet mer effektivt, og da spesielt i form av mindre venting. Wasten presenteres i figur 5-18.

100% i figur 5-18 tilsvarer henholdsvis 36% og 25% fra figur 5-17.

Lag 3: Fordeling av waste



Lag 4: Fordeling av waste



Figur 5-18: Fordeling av waste for Lag 3 og 4 i uke 17

Som vi ser i figur 5-18, er de fire største wastekategoriene like for Lag 3 og 4, men rekkefølgen er forskjellig. Det er også viktig å huske at den totale wasteandelen for Lag 1 er 11% større enn wasteandelen for Lag 2. Dette ser vi tydelig i tabell 5-3 som viser oversikten over venting i minutt for Lag 3 og 4. Venting er den største wastekategorien for Lag 4 og består av 335 minutt, mens venting består av 330 minutt for Lag 3, samtidig som det er den tredje største wastekategorien deres.

Tabell 5-3: Oversikt over venting i minutt for Lag 3 og 4

	Lag 3	Lag 4
Venting: Bestilte materialer	85	95
Venting: Foregående aktivitet	20	15
Venting: Venting på ny jobb	65	65
Venting: Kran	30	0
Venting: Tegning/arb. underl.	0	0
Venting: Væravhengig aktivitet	0	0
Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas	130	160
Sum	330	335

Som vi ser i tabell 5-3, så er antall brukte minutt på venting tilnærmet likt for Lag 3 og Lag 4. Både samlet antall minutt, og antall minutt fordelt på de ulike kategoriene. Vi ser også at det var betraktelig mindre tid som ble brukt på venting på foregående aktivitet i uke 17 kontra uke 10 (*se tabell 5-1*). Dette kan ha en sammenheng med at det var betraktelig færre operatører på installasjonsområdet i uke 17 kontra uke 10, og at de fleste arbeidsoppgavene var i fullføringsstadiet.

Men samtidig gikk det med nesten tre ganger så mye tid på venting på utilgjengelig arbeidsområdet. Det var til tider svært problematisk med malere som malte der operatørene skulle jobbe, og det var også en stor andel venting på lift som operatørene var avhengige av. I tillegg var det også betraktelig mer løfteaktivitet denne uken som førte til at arbeidsområdene oftere ble sperret på grunn av sikkerhet.

Det var også mer tid som ble brukt på å rette egne feil i uke 17 kontra uke 10 som vi ser i tabell 5-4. Dette har en sammenheng med at operatørene ikke brukte de grunnleggende tegningene siden det var mye feil på disse, og at de dermed brukte *prøv og feile-metoden*. I tillegg kan det antas at noe av feilutbedringen skyldes at vi observerte lærlingene denne uken.

Tabell 5-4: Oversikt over antall minutter brukt på feilutbedring i uke 17 for Lag 3 og 4

	Lag 3	Lag 4
Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feil	385	150
Direkte arbeid: Utbedring av feil fra annet lag/fag/underleverandør	140	0
Sum	525	150

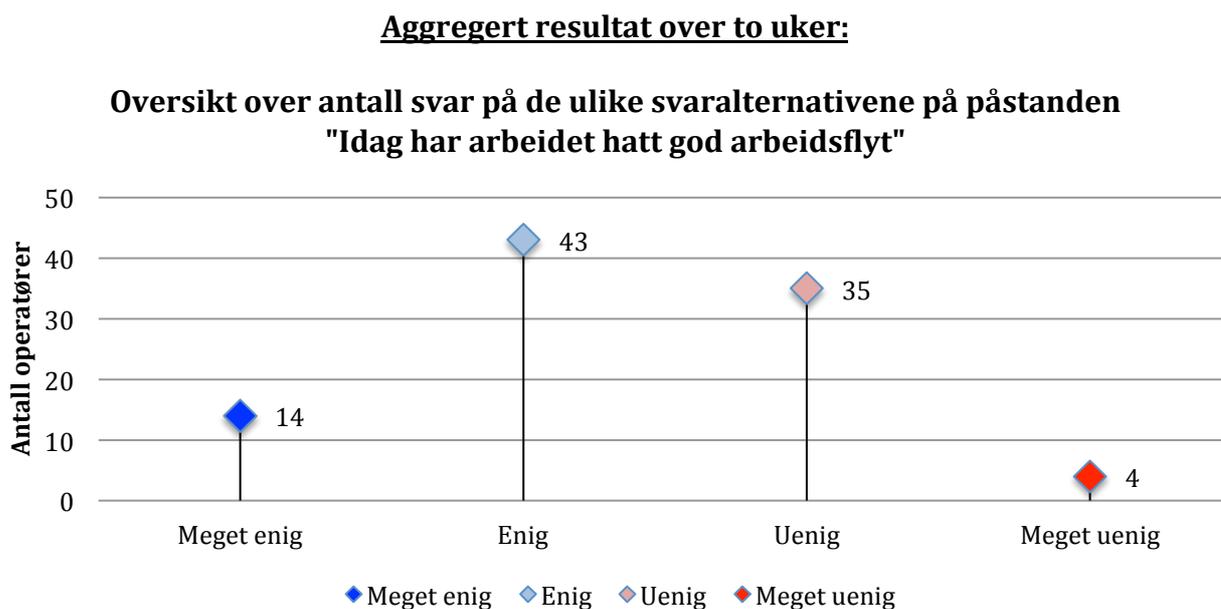
Det var også lite utbedring av feil fra andre lag denne uken, og det kan henge sammen med at prosjektet var i fullføringsfasen og at de fleste feil allerede var utbedret på dette tidspunktet.

5.2. SELVEVALUERINGSSKJEMA

De siste tyve minuttene av arbeidsdagene ble brukt til utfylling av selvevalueringsskjema. I den første undersøkelsesuken var både rør- og stålavdelingene tilstede under selvevalueringen, og dermed var både Lino Dolva og vi tilstede for å svare på eventuelle spørsmål. I den andre undersøkelsesuken var det kun rørvdelingen som var tilstede, siden stålavdelingen hadde nattskift den uken. Ann Kristin Homeland var tilstede i begge undersøkelsesukene.

5.2.1. AGGREGERT RESULTAT

De aggregerte resultatene består av alle besvarte selvevalueringsskjema fra både uke 10 og uke 17.



Figur 5-19: Aggregert resultat: Antall svar på påstanden "I dag har arbeidet hatt en god flyt"

Figur 5-19 viser resultatet av operatørenes meninger når det kommer til dagens arbeidsflyt. 14 operatører sier seg *meget enige* i at arbeidet har hatt god flyt i løpet av de to undersøkelsesperiodene. 43 operatører er *enige*, mens 35 er *uenige*. Det er kun 4 stykk som er *meget uenige* i påstanden om at arbeidet har hatt god flyt. Resultatet viser at det er klar overvekt blant operatører som mener at arbeidet har hatt god flyt.

For å undersøke om det er en sammenheng mellom de intuitive svarene på påstanden *I dag har arbeidet hatt god flyt*, og hvor mye tid man har blitt forsinket, har vi regnet ut hvor mange timer waste operatørene har svart på de ulike spørsmålene, og delt på antallet som har svart, og på denne måten fått et gjennomsnitt for hvor mange timer waste de ulike kategoriene inneholder. Spørsmål 3a fra skjemaet er ikke tatt med i denne sammenligningen, siden spørsmålet om operatørene har utført arbeid som ikke var planlagt, skal beskrive hvordan planleggingen har vært, og er derfor ikke et uttrykk for waste.

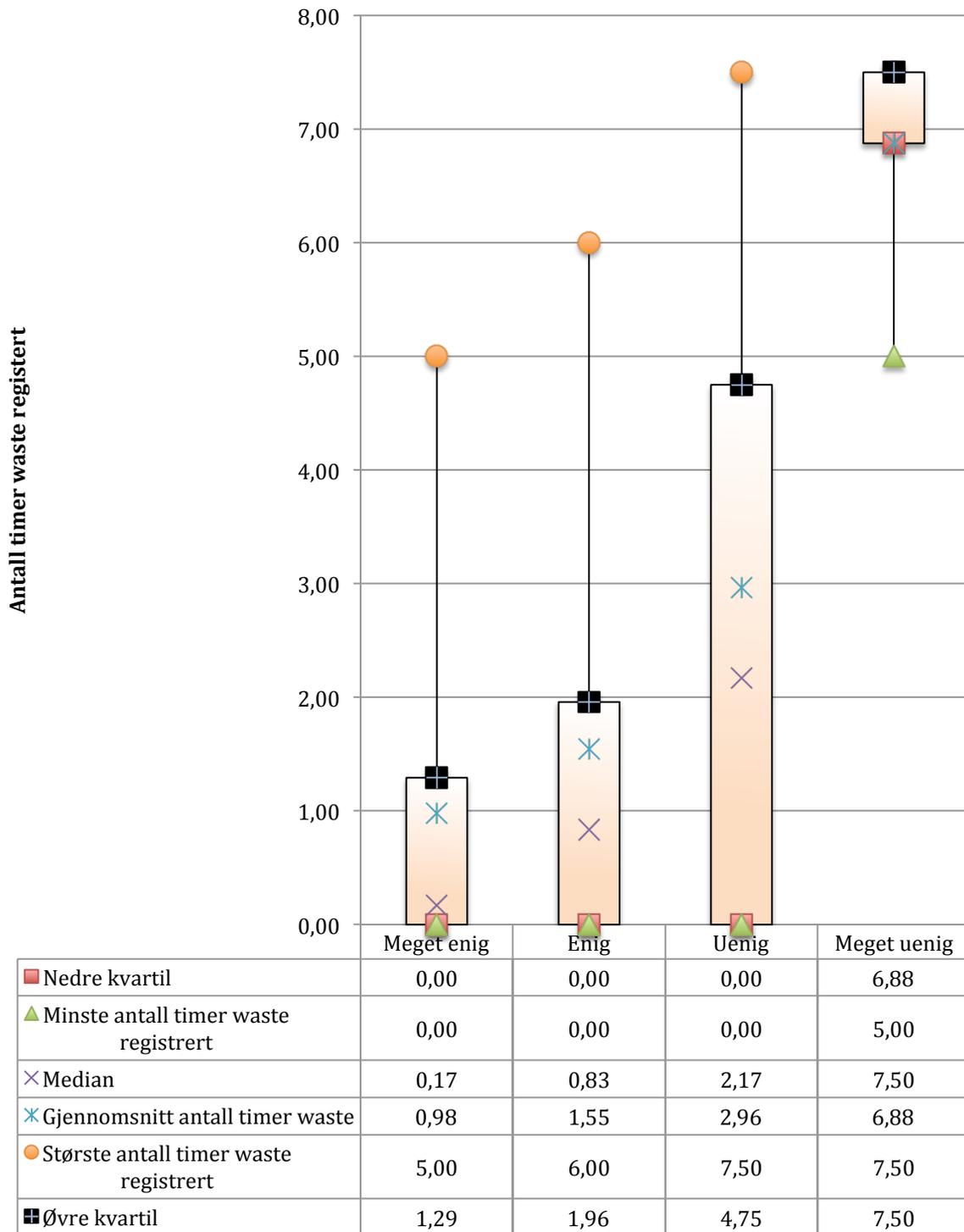
Figur 5-20 viser et boksploTT-diagram over det aggregerte resultatet fra de to undersøkelsesukene.

Forklaring til figur 5-20:

- *Nedre kvartil*: En av fire like store grupper, som hver representerer $\frac{1}{4}$ av tilbakemeldingene. 25% av alle tilbakemeldinger er mindre enn nedre kvartil.
- *Minste antall timer waste registrert*: Bunnpunkt. Minste antall timer waste registrert på minst én tilbakemelding.
- *Median*: Sentralitetsmål når man deler utvalget i to like deler etter sortert rekkefølge. 50% av alle tilbakemeldingene er mindre enn medianen, og 50% er større en medianen.
- *Gjennomsnittlig antall timer waste*: Sentraltendensen i populasjonen. Alle timer waste på ett svaralternativ, fordelt på antall tilbakemeldinger på den kategorien.
- *Største antall timer waste registrert*: Toppunkt. Største antall timer waste registrert på minst én tilbakemelding.
- *Øvre kvartil*: En av fire like store grupper, som hver representerer $\frac{1}{4}$ av tilbakemeldingene. 25% av alle tilbakemeldinger er større enn øvre kvartil.

Aggregert resultat over to uker:

BoksploTT-diagram over operatørenes svar på selvevalueringskjemaet



Figur 5-20: Aggregert resultat: BoksploTT-diagram

Figur 5-20 viser at på både *meget enig*, *enig* og *uenig*, har 25% operatørene svart 0 timer waste siden nedre kvartil er 0. Vi ser også at minste antall timer waste registrert er 0 på de tre

svaralternativene. *Meget uenig* skiller seg ut i forhold til de andre, med tanke på at hverken nedre kvartil eller minste antall timer waste registrert er 0. Disse størrelsene er henholdsvis 6,88 timer og 5 timer. Dette betyr at 25% av alle operatører som har svart *meget uenig* på påstanden, har oppgitt waste på mellom 5 og 6,88 timer.

Videre viser den beige boksen på *meget enig* at 75% av alle operatørene har svart mellom 0 og 1,29 timer waste. Gjennomsnittet ligger på 0,98 timer waste. Den største wasteverdien er 5 timer på *meget enig*. På *enig* har vi 50% mellom 0 og 1,96 timer waste. Gjennomsnittet ligger på 1,55 timer, og den største wasteverdien er 6 timer. Men figuren tar ikke hensyn til hva slags waste operatørene opplevde. Det var tilfeller der operatørene svarte *meget enig/enig* samtidig som de registrerte flere timer utbedring av feil. Dette kan tyde på at selv om operatørene har brukt store deler av dagen på feilutbedring, så tolkes dette av dem som om de har arbeidet flittig og dermed følt at arbeidet har hatt god flyt.

Uenig har 50% mellom 0 og 4,75 timer. Gjennomsnittet er 2,96, og den største wasteverdien er 7,5 timer. *Uenig* har laveste wasteverdi på 0 timer, noe som enten kan tyde på at skjemaet ikke fanger opp alle problemområder, eller mistolkninger av skjemaet.

På *meget uenig* finner vi 50% mellom 6,88 og 7,5 timer. Den største wasteverdien er 7,5 timer, og gjennomsnittet er 6,88 timer.

Det første som skiller seg ut, er at nedre kvartil og minste antall timer waste registrert er like på både *meget enig*, *enig* og *uenig*. Det er kun *meget uenig* som har verdier over 0 på disse kategoriene. Det er oppsiktsvekkende at 25% operatørene betegner 0 timer waste som et uttrykk for både *meget enig*, *enig* og *uenig* på påstanden om god flyt. Det er også bemerkelsesverdig at spranget fra *uenig* til *meget uenig* er på hele 6,88 timer waste. Spranget mellom *uenig* og *meget uenig* er generelt mye større enn for de andre kategoriene. Dette tyder på at det er en høy terskel for å si seg *meget uenig* i påstanden om god flyt.

Gjennomsnittlig antall timer waste er også påfallende for de ulike svaralternativene. Som forventet er det en samvariasjon mellom hvor mye waste man registrerer og hvor enig man er i påstanden, men også her er det et stort sprang fra *uenig* til *meget uenig*. Mellom *meget enig* og *enig* er det kun en drøy halvtimes forskjell, og mellom *enig* og *uenig* er det cirka en og en halv time, mens avstanden mellom *uenig* og *meget uenig* er på nærmere fire timer. Igjen tyder det på at det er en høy terskel for å si seg *meget uenig* i påstanden.

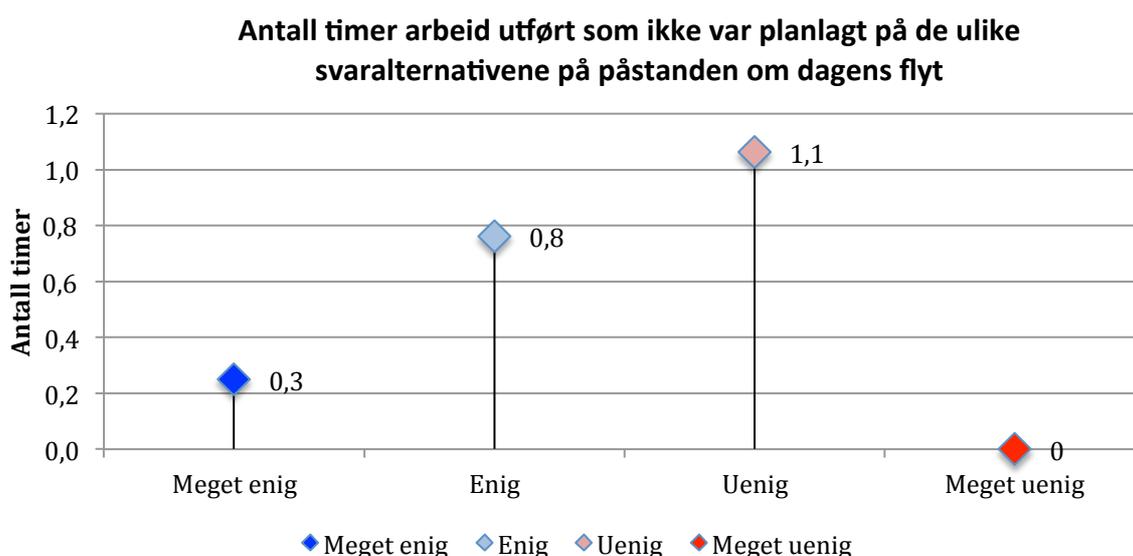
Største antall timer waste registrert har en stigende tendens. Noe overraskende er det at minst én operatør har meldt 5 timer waste og svart seg *meget enig* i påstanden om god flyt.

Det var også enkelte tilfeller der operatørene hadde svart på to alternativer på påstanden, og strøket ett ut. Vår antakelse er at operatørene først har svart intuitivt på påstanden, og etter å ha fylt ut spørsmålene om arbeidet har blitt forsinket, følt at antall timer forsinkelser ikke passet med svaret på påstanden, og dermed strøket ut svaret på påstanden og gitt et nytt svar som stemte bedre overens med antall timer forsinkelser. I de tilfellene er det sistnevnte svar som er brukt i analysen, da vi ikke vet årsaken til at de har endret svar.

Ved senere undersøkelser med selvevalueringsskjema, kunne det vært interessant å hatt påstanden på begynnelsen av skjemaet for å få den intuitive forståelsen, men også helt på slutten for å undersøke om operatørene er enige etter å ha registrert antall timer forsinkelser. På denne måten vil skjemaet fortsatt beholde den intuitive forståelsen av arbeidsflyten, men det vil også gi en litt nøyere gjennomtenkt forståelse av arbeidsflyten, og det ville vært interessant å sammenligne svarene.

Vi sammenligner også hvor mange timer operatørene har utført arbeid som ikke var planlagt, med deres svar på flytpåstanden. Det var totalt én operatør som svarte *meget enig* på påstanden om dagens flyt som også svarte at han hadde gjort arbeid som ikke var planlagt. Videre var det syv operatører som svarte *enig* og som meldte om ikke planlagt arbeid, og fire som svarte *uenig* og som meldte om ikke planlagt arbeid. Ingen av operatørene som svarte *meget uenig* meldte om ikke planlagt arbeid. Vi regnet ut gjennomsnitt for hver av disse kategoriene, som presenteres i figur 5-21.

Aggregert resultat over to uker:



Figur 5-21: Aggregert resultat: Gjennomsnittlig antall timer arbeid utført som ikke var planlagt

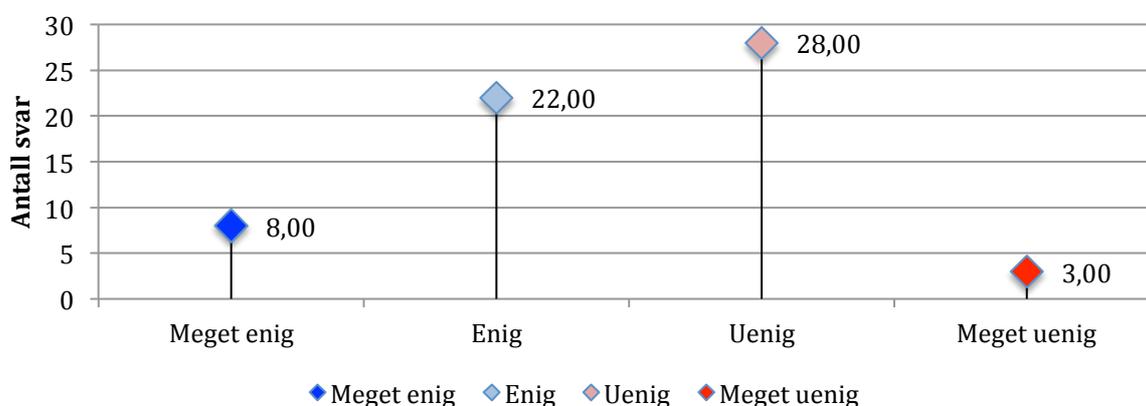
Vi ser at antall timer med arbeid utført som ikke var planlagt samvarierer med svaret på påstanden om dagens flyt. Dette kan tyde på at de operatørene som var meget enige i påstanden om god flyt stort sett fulgte planen, og det at de fulgte planen kan i seg selv være en indikasjon på god flyt. Videre ser vi at operatørene som var enige i påstanden, også hadde mindre enn én time arbeid som ikke var planlagt, mens de som var uenig, melder om litt mer enn én time ikke planlagt arbeid.

Av operatørene som sa seg meget uenig i påstanden om god flyt, var det ingen som meldte fra om ikke planlagt arbeid. Dette stemmer også overens med figur 5-20 som viser at operatørene som sa seg meget uenig i påstanden om god flyt, meldte rett under syv timer waste. Når det meldes nesten syv timer waste, så er det ikke så mye tid igjen til å gjøre arbeid som ikke er planlagt.

5.2.1.1 FØRSTE UNDERSØKELSESUKE

Første undersøkelsesuke:

Oversikt over antall svar på de ulike svaralternativene på påstanden om dagens flyt

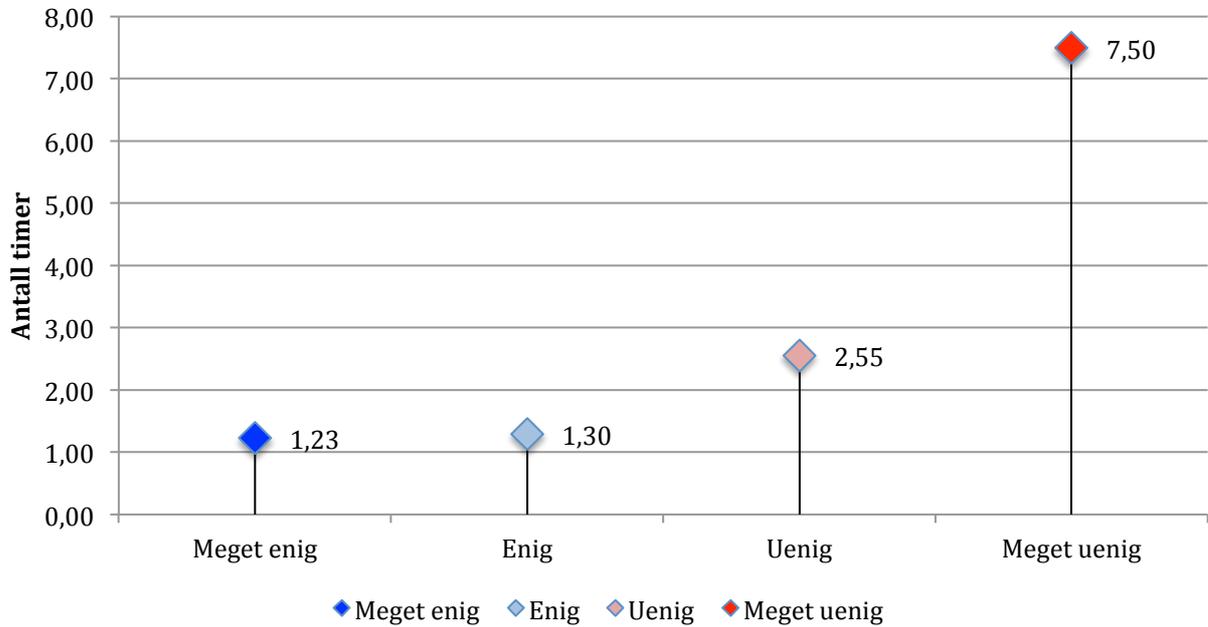


Figur 5-22: Oversikt over antall svar på påstanden "i dag har arbeidet hatt god arbeidsflyt" fra uke 10

Figur 5-22 viser fordelingen blant rørleggerne etter den første uken med selvevalueringsskjemaet. Det som er spesielt for denne uken er at det er her den største andelen blant de som er *uenig* eller *meget uenig* i påstanden om at arbeidet har hatt god flyt befinner seg. 31 av totalt 39 personer som mener arbeidet har hatt dårlig flyt finner vi den første uken. Når det gjelder *Enig* og *Meget enig* forholder dette seg jevnt.

Første undersøkelsesuke:

Gjennomsnittlig antall timer waste på de ulike svaralternativene på påstanden om dagens flyt



Figur 5-23: Oversikt over antall timer waste på de ulike svarene på påstanden fra uke 10.

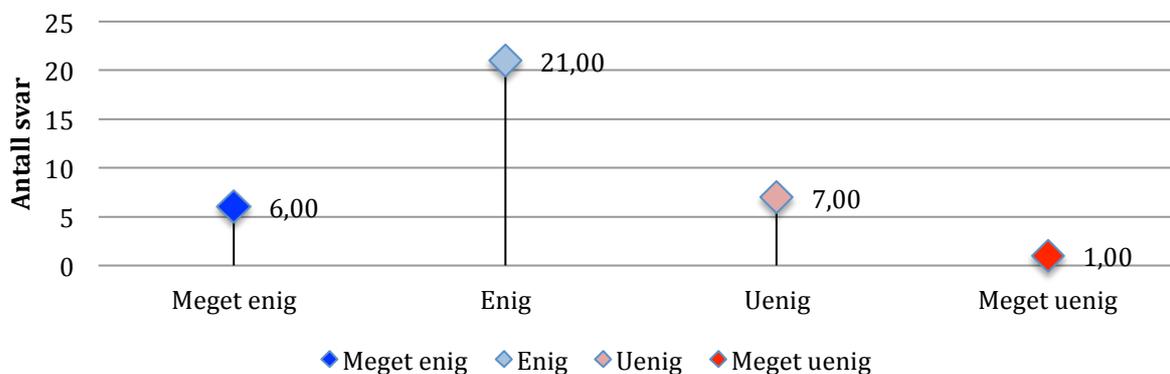
Diagrammet under viser at for den første undersøkelsesuken vil 1.23 timer waste i gjennomsnitt være å karakterisere som en arbeidsdag med meget god flyt. Mens 7.5 timer i løpet av dagen med forsinkelser vil være å karakterisere som meget dårlig flyt. Forskjellen i om man er enig eller uenig ligger et sted mellom 1.3 og 2,6 timer.

Videre ser vi at det kan være tilfeldig om man velger *Meget enig* eller *Enig*, da det er veldig liten forskjell mellom dem, samtidig som det er stor forskjell på om man er *Uenig* eller *Meget uenig*.

5.2.1.2 ANDRE UNDERSØKELSESUKE

Andre undersøkelsesuke:

Oversikt over antall svar på de ulike svaralternativene på påstanden om dagens flyt

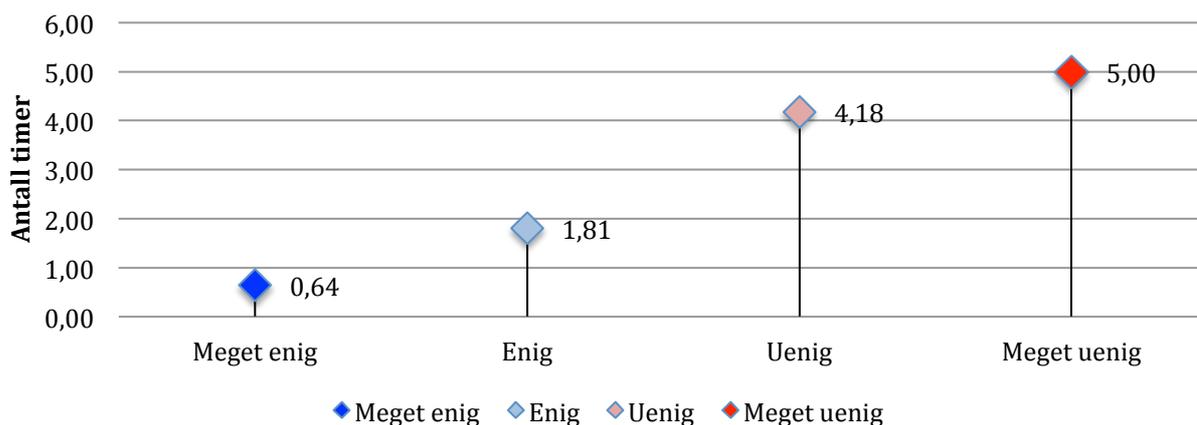


Figur 5-24: Oversikt over antall svar på selvevalueringsskjemaet i uke 17

I figur 5-22 ser vi at langt flere er meget enig og enig i at arbeidet har hatt god flyt. Dette er i tråd med det vi har observert. 27 personer er *enige* eller *meget enige* i påstanden om god flyt, mens kun 8 personer gjennom hele uken er *uenige* eller *meget uenige*.

Andre undersøkelsesuke:

Gjennomsnittlig antall timer waste på de ulike svaralternativene på påstanden om dagens flyt



Figur 5-25: Oversikt over antall timer waste på de ulike svarene på påstanden fra uke 17.

Figur 5-25 viser at kravet til at man er *meget enig* i at arbeidet har hatt god flyt er høyere i den andre undersøkelsesuken enn i den første. Operatørene kan kun ha litt over en halvtime waste

i gjennomsnitt i løpet av arbeidsdagen for å være meget enig i at flyten har vært god. Dette er omtrent halvparten av det som betegnet som god flyt i den første uke.

Dersom arbeidet har hatt dårlig flyt og man er meget uenig, vil man i gjennomsnitt ha 5 timer forsinkelse i løpet av arbeidsdagen. Dette er også betydelig lavere enn den første uken hvor det var 7,5 timer.

Videre ser vi at gjennomsnittet for å være enig eller uenig i påstanden om god flyt, har økt. I den første uken var gjennomsnittet for å være enig 1,3 timer, mens den andre ukens gjennomsnitt er på 1,8 timer. Gjennomsnittet for å være uenig i den første uken var 2,5 timer, mens i den andre har den økt til 4,2 timer.

5.3. OBSERVASJON VS. SELVEVALUERING

For å kunne vurdere påliteligheten til de ulike undersøkelsesmetodene, må resultatene sammenlignes med hverandre. Ved å regne ut nøkkeltall for waste fra henholdsvis selvevalueringskjemaet og observasjonsundersøkelsen, og sammenligne disse, kan vi sammenligne korrelasjonen mellom de ulike metodene.

Siden det er ulike kategorier av waste på observasjonsskjemaet kontra selvevalueringskjemaet, vil vi fokusere på de aggregerte resultatene av waste, og ikke sammenligne kategoriene hver for seg. En oversikt over hvilke kategorier operatørene selvevaluerte mest waste på, finnes i vedlegg 6.

5.3.1. AGGREGERT RESULTAT

I tabell 5-5 ser vi en sammenligning mellom alle timene med waste som operatørene meldte i løpet av de to undersøkelsesperiodene, og alle timene med waste som vi observerte.

Datagrunnlaget består av 96 utfylte selvevalueringskjemaer, og to uker med observasjon av fire operatører.

Tabell 5-5: Aggregert resultat over to uker: Sammenligning mellom aggregert waste fra selvevalueringen og observasjonsundersøkelsen

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Sum timer waste per uke	Antall tilgjengelige arbeidstimer	%-vis andel waste iløpet av arbeidsuken
Sum timer waste fra selvevalueringsskjemaet	41,51	46,92	36,17	48,77	27,50	200,86	768	<u>26 %</u>
Sum observert waste i timer	14,50	14,67	26,33	20,92	17,67	94,08	269,5	<u>35 %</u>

Tabellen viser at observert waste korrelerer relativt bra med selvrapportert waste. Ikke overraskende var den observerte waste litt høyere enn den selvrapporterte, noe som kan begrunnes i blant annet at observasjonsskjemaet har flere kategorier for waste, og ikke minst en egen kategori for *annen personlig tid* som er den tredje største kategorien av observert waste.

Vi har også gjort et forsøk på å sammenligne den intuitive forståelsen av operatørenes oppfattelse av arbeidsflyt med våre observasjonsresultater.

Det første vi gjorde, var å bruke arbeidsflytformelen til Kalsaas, for å regne ut et uttrykk for arbeidsflyt. Vi tok utgangspunktet i de ulike svarene på påstanden om dagens arbeidsflyt, og brukte gjennomsnittlig waste fra figur 5-20. Tilgjengelig arbeidstid satt vi som tidligere til 7 timer.

Dermed ble arbeidsflyten for alle operatørene som svarte *meget enig*:

$$\text{Arbeidsflyt} = \frac{\text{Tilgjengelig arbeidstid} - \text{waste}}{\text{tilgjengelig arbeidstid}} \quad (\text{Kalsaas, 2013})$$

$$\text{Arbeidsflyt meget enig (alle operatører)} = \frac{7 - 0,98}{7} = 86\%$$

$$\text{Arbeidsflyt enig (alle operatører)} = \frac{7 - 1,55}{7} = 78\%$$

$$\text{Arbeidsflyt uenig (alle operatører)} = \frac{7 - 2,96}{7} = 58\%$$

$$\text{Arbeidsflyt meget uenig (alle operatører)} = \frac{7 - 6,88}{7} = 2\%$$

Denne utregningen ble også gjennomført for kun de observerte operatørene. Med tanke på at observasjonsundersøkelsen registrerte lag og ikke enkeltpersoner, var det problematisk å regne ut arbeidsflyt for alle. Vi måtte derfor se hvilke dager begge personene i et lag var enige i dagens flyt, altså at de svarte likt på påstanden. Alle dagene der et lag svarte likt på påstanden, ble brukt for å regne antall timer waste. Det var kun to av de fire svaralternativene som lagene var enige om, henholdsvis *enig* og *uenig*. 9 dager svarte et lag *enig* på påstanden, og 6 dager svarte de *uenig*.

Tilgjengelig arbeidstid blir dermed 7 timer om dagen for to operatører multiplisert med antall dager de svarte likt på påstanden. Wasten er antall timer selvevaluert på disse dagene.

$$\text{Arbeidsflyt} = \frac{\text{Tilgjengelig arbeidstid} - \text{waste}}{\text{tilgjengelig arbeidstid}} \text{ (Kalsaas, 2013)}$$

$$\text{Arbeidsflyt for enig (observerte operatører)} = \frac{(7 * 2 * 9) - 34,58}{(7 * 2 * 9)} = 73\%$$

$$\text{Arbeidsflyt for uenig (observerte operatører)} = \frac{(7 * 2 * 6) - 48}{(7 * 2 * 6)} = 43\%$$

For de samme dagene, regnet ut vi arbeidsflyten ved å bruke våre observasjonsresultater.

$$\text{Arbeidsflyt} = \frac{\text{Tilgjengelig arbeidstid} - \text{waste}}{\text{tilgjengelig arbeidstid}} \text{ (Kalsaas, 2013)}$$

$$\text{Arbeidsflyt for enig (observert)} = \frac{(7 * 2 * 9) - 36}{(7 * 2 * 9)} = 71\%$$

$$\text{Arbeidsflyt for uenig (observert)} = \frac{(7 * 2 * 6) - 36,25}{(7 * 2 * 6)} = 57\%$$

I tillegg tallfestet vi de fire svaralternativene jevnt i intervaller på 25%, slik at

- *Meget uenig* går fra 0% til 25%
- *Uenig* går fra 25% til 50%
- *Enig* går fra 50% til 75%
- *Meget enig* går fra 75% til 100%

Vi sammenlignet så resultatene i en tabell.

Tabell 5-6: Intuitiv forståelse av arbeidsflyt

	Meget enig	Enig	Uenig	Meget uenig
Jevne intervall	75 % - 100 %	50 % - 75 %	25 % - 50 %	0 % - 25 %
Gjennomsnittlig arbeidsflyt (alle operatørers selvevaluering)	86 %	78 %	58 %	2 %
Gjennomsnittlig arbeidsflyt observerte operatørers selvevaluering)	-	73 %	43 %	-
Gjennomsnittlig observert arbeidsflyt	-	71 %	57 %	-

Det første som er interessant å undersøke, er hvorvidt vår inndeling av de fire svaralternativene stemmer overens med den gjennomsnittlige arbeidsflyten (*alle operatørers selvevaluering*). Vi ser at *meget enig* og *meget uenig* ligger innenfor de jevne intervallene, mens de to resterende ligger utenfor intervallene.

Videre ser vi at gjennomsnittlig arbeidsflyt (*observerte operatørers selvevaluering*) for *enig* og *uenig* ligger innenfor våre intervaller. Vi ser også at våre observasjonsresultater fra de dagene der de observerte operatørene har svart *enig* ligger innenfor intervallet, men utenfor på *uenig*.

Resultatene tyder på at operatørenes intuitive forståelse av arbeidsflyt, ikke kan deles inn i fire like store intervaller slik som vi har gjort, men at det i stedet er flytende grenser som avhenger fra person til person.

Som vist i figur 5-20, så har *meget enig*, *enig* og *uenig* for stort sprik mellom laveste og høyeste antall timer waste registrert, til at man kan fastsette intervaller for dem. *Meget uenig* har ikke et stort sprik mellom laveste og høyeste antall timer waste registrert, noe som tyder på høy pålitelighet med tanke på denne spesifikke svarkategorien. Men med tanke på at det kun er 4 tilbakemeldinger på denne kategorien, blir omfanget for lavt til å konkludere sikkert.

5.3.1.1 FØRSTE UNDERSØKELSESUKE

I tabell 5-7 ser vi en sammenligning mellom alle timene med waste som operatørene rapporterte om i uke 10, og wasten vi observerte i uke 10. Som man kan se i det røde feltet, så var det ifølge selvevalueringsskjemaene en wasteandel på 31%, mens vi har observert en wasteandel på 40%.

Tabell 5-7: Sammenligning mellom observert waste og selvevaluert waste fra alle operatørene i uke 10

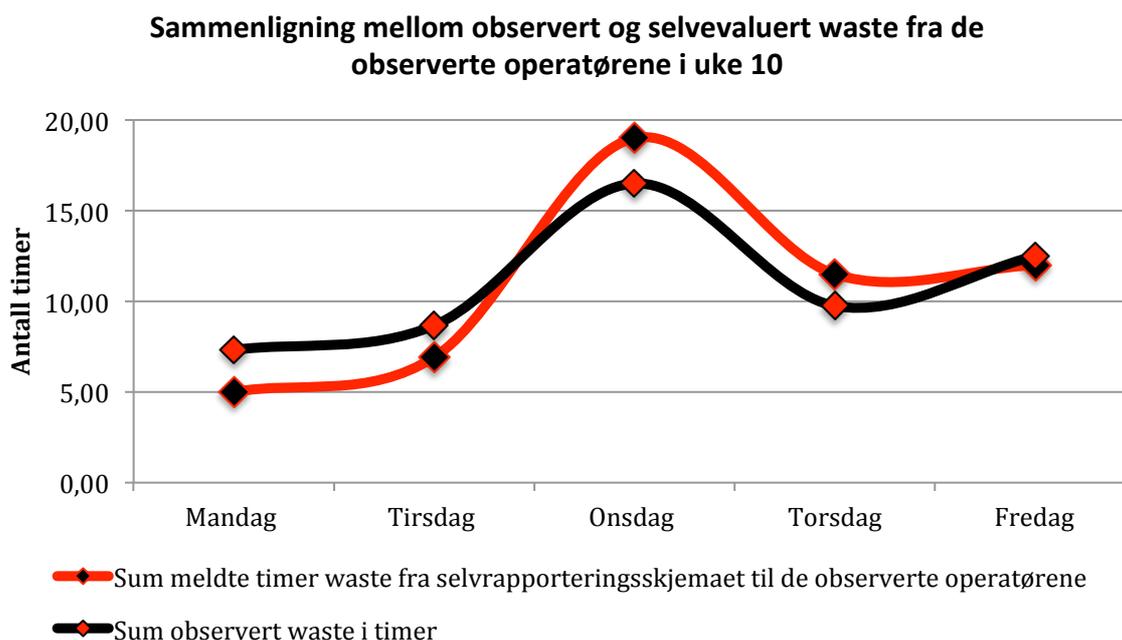
	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Sum timer waste per uke	Antall tilgjengelige arbeidstimer	%-vis andel waste iløpet av arbeidsuken
<i>Sum meldte timer waste fra selvrapporterings-skjema</i>	23,80	37,00	20,50	23,50	24,00	128,80	420	<u>31 %</u>
<i>Sum observert waste i timer</i>	7,33	8,67	16,50	9,75	12,50	54,75	136,5	<u>40 %</u>

Vi har også sett på sammenhengen mellom selvevalueringsskjemaene til kun de som vi har observert, og sammenlignet dette med våre observasjoner. I tabell 5-8, ser vi at disse fire operatørene meldte 40% waste i uke 10, mens vi observert 40% waste.

Tabell 5-8: Sammenligning mellom observert og selvevaluert waste fra de observerte operatørene i uke 10

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Sum timer forsinkelser per uke	Antall tilgjengelige arbeidstimer	%-vis andel waste iløpet av arbeidsuken
<i>Sum meldte timer waste fra selvrapporterings-skjemaet til de observerte operatørene</i>	5,00	6,92	19,00	11,50	12,00	54,42	136,5	<u>40 %</u>
<i>Sum observert forsinkelser i timer</i>	7,33	8,67	16,50	9,75	12,50	54,75	136,5	<u>40 %</u>

Figur 5-26 viser hvordan wasten svinger fra dag til dag.



Figur 5-26: Sammenligning mellom observert og selvevaluert waste fra de observerte operatørene i uke 10

Det var overraskende at operatørene meldte like mye waste som vi observerte, og ikke minst at meldt og observert waste svingte såpass likt fra dag til dag. Dette kan ha en naturlig sammenheng med at allerede den første dagen spurte vi de observerte operatørene om det var greit at vi sammenlignet våre observasjonsresultater med deres selvevalueringsresultater, noe som også kan ha ført til at de observerte operatørene tok selvevalueringskjemaet mer seriøst enn de andre operatørene, siden de visste at de ville bli sammenlignet direkte med våre resultater.

I tillegg samarbeidet det ene laget om å fylle ut skjemaet. De brukte lang tid på utfyllelsen og diskuterte flittig seg imellom om både hva slags og hvor mye waste de hadde opplevd denne dagen.

Det andre laget fylte ut skjemaet individuelt, noe som førte til at den ene operatør ved to tilfeller meldte om godt over 30 timer waste i løpet av en arbeidsdag. Ved begge disse to tilfellene valgte vi å sette wasten hans lik hans lagkamerat i analysen, siden de hadde jobbet sammen begge dagene.

At operatørene sammenlagt kun melder om 30% waste, har en sammenheng med at det var flere som i selvevalueringskjemaet krysset av ja for forsinkelser uten å skrive opp et tidsestimat, noe som ikke skjedde med de observerte operatørene. I sammenligningen her er

det kun de meldte timene som brukes. Hadde alle skrevet opp et tidsestimat, hadde prosentene mellom selvevaluert og observert blitt jevnere.

Vi ser også at de observerte operatørene melder en relativt større andel waste enn de andre, og på denne måten trekker opp det aggregerte snittet. Det kan tyde på at de operatørene som ikke ble observert, enten har underrapportert waste de har opplevd eller at de ikke har opplevd så mye waste. Det kan selvsagt også være at skjemaet var uoversiktlig.

5.3.1.2 ANDRE UNDERSØKELSESUKE

Den samme sammenligningen har vi også gjort for uke 17.

I de røde feltene i tabell 5-9, ser vi at alle operatørene har meldt om et wastegjennomsnitt på 29%, mens vi har observert 30%. At vi treffer nesten på prosenten, er veldig overraskende, ikke minst med tanke på differansen i uke 10.

Tabell 5-9: Sammenligning mellom observert waste og selvevaluert waste fra alle operatørene i uke 17

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Sum timer waste per uke	Antall tilgjengelige arbeidstimer	%-vis andel waste i løpet av arbeidsuken
<i>Sum timer selvevaluert waste fra selvevalueringsskjemaet</i>	17,71	9,92	15,67	25,27	3,50	72,06	252	<u>29 %</u>
<i>Sum timer observert waste fra observasjonsundersøkelsen</i>	7,17	6,00	9,83	11,17	5,17	39,33	133	<u>30 %</u>

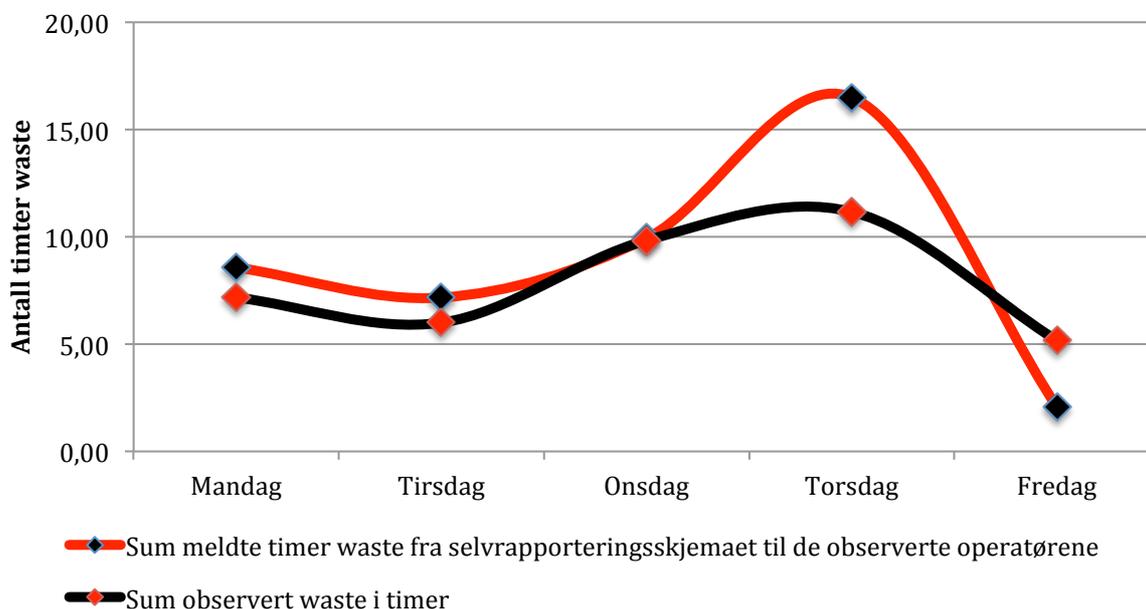
Vi har også sett på sammenhengen mellom selvevalueringsskjemaene til kun de som vi har observert, og sammenlignet dette med våre observasjoner. I tabell 5-10, ser vi at operatørene meldte 33% waste i uke 17, mens vi observerte 30% waste.

Tabell 5-10: Sammenligning mellom observert og selvevaluert waste fra de observerte operatørene i uke 17

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Sum timer waste per uke	Antall tilgjengelige arbeidstimer	%-vis andel waste iløpet av arbeidsuken
Sum meldte timer waste fra selvrapporterings skjemaet til de observerte operatørene	8,58	7,17	9,93	16,50	2,08	44,26	133	33 %
Sum observert waste i timer	7,17	6,00	9,83	11,17	5,17	39,33	133	30 %

I figur 5-27 ser vi hvordan wasten svinger fra dag til dag.

Sammenligning mellom observert og selvevaluert waste fra de observerte operatørene i uke 17



Figur 5-27: Sammenligning mellom observert og selvevaluert waste fra de observerte operatørene i uke 17

Vi forventet ikke at de observerte operatørene meldte større andel waste enn det vi observerte, men som vi ser i figur 5-28, så er det torsdag og fredag som skiller seg ut. Resten av uken er det ikke de store forskjellene mellom observert og meldt waste.

Denne uken valgte begge lagene å svare på skjemaet individuelt, noe som kan gi grunnlag for større feilmargin. Dette ser vi på torsdagen da én av de observerte operatørene meldte 6 timer venting på materialer, noe som i og for seg er korrekt siden det tok 6 timer fra han spurte om materialene til de kom. Problemet er bare at i løpet av disse 6 timene, gjorde operatøren mange verdiskapende og nødvendige aktiviteter. Dette blir ikke fanget opp av skjemaet når det avkrysses for 6 timer waste, og det er de 6 timene som skiller våre observasjonsresultater fra deres evalueringresultater.

Vi ser at i likhet med den første uken, trekker de observerte operatørene opp snittet på det aggregerte resultatet. Dette kan tyde på at de andre enten har opplevd god flyt eller at de underrapporterte waste. Det kan også være at skjemaet var uoversiktlig. I tillegg kan de observerte operatørene ha tatt skjemaet mer seriøst enn de andre, siden de visste at de ble sammenlignet med våre observasjonsresultater.

5.4. LEVEL 5

I tillegg til å gjennomføre observasjonsundersøkelse og selvevalueringundersøkelse, analyserte vi også Level 5-planene til bedriften. Level 5-planer er utformet som et Gantt-diagram som lages av planlegger, på tilbakemeldinger fra formenn som gir et prosentvis estimat på hvor langt man har kommet på de ulike arbeidspakkene. Dette fører til enkelte utfordringer, da det ikke er en standardmåte å anslå denne prosentsetningen på. I stedet varierer det individuelt fra formann til formann, ofte basert på formanns erfaring, hvordan denne prosentsetningen estimeres. Dersom formannen ikke har erfaring, er det lett å underestimere tidsbruken som gjenstår på småjobbene som ofte tar lang tid. Dessuten er det viktig å være obs på at arbeidsoppgaver som rydding og vasking ikke er inkludert i planen. Det er heller ingen kritisk vei i planene, siden det forutsettes at formann vet hvilken aktiviteter som er kritiske.

Det er også en tendens til det planlegger kaller *95%-problematikken*, og det som ellers på bedriften kalles *ferdig versus ferdig ferdig*. Dette vil si at selv om arbeidspakkene er 100% fullførte, blir de anslått til kun å være 95% fullført. Det som gjenstår er ofte bare at formennene sjekker at alt er gjort på arbeidspakken. Grunnen til at de ikke rapporterer 100% fullført, er at da vil arbeidspakken forsvinne fra planen, og formann må selv huske å sjekke den. Resultatet av dette, er at svært mange arbeidspakker står som 95% fullført, noe som fører til at hele planen blir feilrapportert og dermed ikke viser riktig fullføringsprosent. Disse

arbeidspakkene på 95% blir gjerne stående i flere uker. Dette svekker påliteligheten til planene.

Activity Name	Original Duration	Duration % Complete	Budgeted Labor Units	Start	Finish	2013		
						March		
						W11	W12	W13
[REDACTED]	110	72.76%	4420	12-Nov-12 A	24-Apr-13			
[REDACTED]	35	14.29%	936	04-Mar-13 A	24-Apr-13			
[REDACTED]	10	0%	50	11-Mar-13	22-Mar-13			
[REDACTED]	80	68.8%	4795	17-Dec-12 A	17-Apr-13			
201	35	57.14%	1001	28-Jan-13 A	03-Apr-13			
Drillfloor Module A2 Piping	35	57.14%	1001	28-Jan-13 A	03-Apr-13			
Installation	21	82.14%	396	04-Mar-1...	14-Mar-13			
3"-WC-40-004-01-AG70	15	94.99%	66	04-Mar-1...	11-Mar-13			
3"-WC-40-009-01-AG70	15	94.99%	66	04-Mar-1...	11-Mar-13			
2"-WC-40-005-01-AG70	15	74.99%	66	05-Mar-1...	14-Mar-13			
2"-WC-40-007-01-AG70	15	74.99%	66	05-Mar-1...	14-Mar-13			
2"-WC-40-005-02-AG70	15	94.99%	66	06-Mar-1...	11-Mar-13			
2"-WC-40-007-02-AG70	15	94.99%	66	06-Mar-1...	11-Mar-13			
Installation	23	79.34%	125	04-Mar-1...	15-Mar-13			
2"-WP-53-004-01-AG70	15	94.99%	25	04-Mar-1...	11-Mar-13			
2"-WP-53-004-02-AG70	15	94.99%	25	05-Mar-1...	11-Mar-13			
1"-WP-53-005-01-AG70	15	94.99%	25	06-Mar-1...	11-Mar-13			
1"-WP-53-007-01-1-AG70	15	74.99%	25	06-Mar-1...	15-Mar-13			
1"-WP-53-005-02-1-AG70	15	94.99%	25	06-Mar-1...	11-Mar-13			

Figur 5-28: Utklipp av en Level 5-plan (navn på formennene er sensurert av studentene)

I tillegg får ikke planlegger informasjonen tidlig nok, noe som gjør at man kommer midt inn i prosessen, slik at man allerede fra starten har etterslep. I enkelte tilfeller må planlegger *planlegge etter rykter* da informasjonen ikke kommer frem fra formann til planlegger. Det er også tilfeller der planlegger har fått beskjed fra formann at i arbeidspakke X skal operatørene begynne på A og jobbe seg til B, mens i virkeligheten begynte de på B og jobbet mot A. Dette fører til at planene måtte lages på nytt, og det skapes unødvendig ekstraarbeid.

5.4.1. FAKTISK TIDSBRUK VS FAKTISK FREMDRIFT

Vi har analysert nøyaktigheten i planleggingen, ved å sammenligne den planlagte tidsrammen til hver enkelt arbeidspakke med faktisk fremdrift i hver enkelt arbeidspakke. Måten vi gjorde dette på, var ved å regne ut antall dager fra startdato til sluttdato, antall dager fra startdato til siste dag i undersøkelsesukene, og benytte dette til å regne ut et prosentuttrykk for faktisk tidsforbruk (*se vedlegg 7*) av planlagt tidsramme. Dette prosentuttrykket sammenlignet vi videre med presentsatsen for faktisk fremdrift som vi fikk oppgitt i planene.

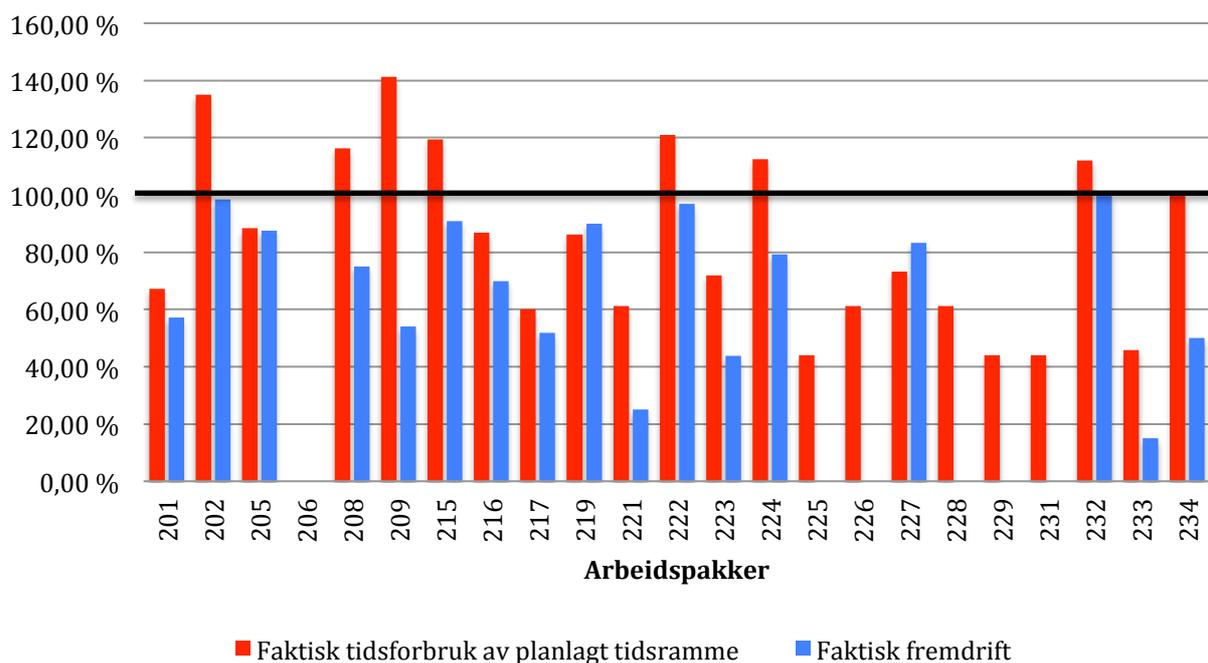
Disse to prosentuttrykkene presenteres i figur 5-29 og 5-30, der de røde stolpene representerer faktisk tidsforbruk, og de blå stolpene representerer faktisk fremdrift.

Forklaring til figur 5-29 og 5-30:

- 100% er tiden fra planlagt start til planlagt slutt.

- Dersom noen røde stolper går over 100%, betyr dette at den faktiske tidsforbruken har overskredet planlagt tidsramme.
- Dersom de røde stolpene ligger over de blå, betyr det at arbeidspakken ligger bak plan.
- Dersom de blå stolpene ligger over de røde, betyr det at arbeidspakken ligger foran plan.
- Dersom de røde og de blå stolpene ligger likt, betyr det at disse arbeidspakkene ligger på plan.
- Dersom en arbeidspakke mangler rød stolpe, betyr dette at den ikke skulle vært begynt på på nåværende tidspunkt.
- Dersom en arbeidspakke mangler blå stolpe, betyr dette at man ikke har begynt å arbeide på den.

Sammenligning mellom faktisk tidsforbruk av planlagt tidsramme og faktisk fremdrift av arbeidspakker i uke 10



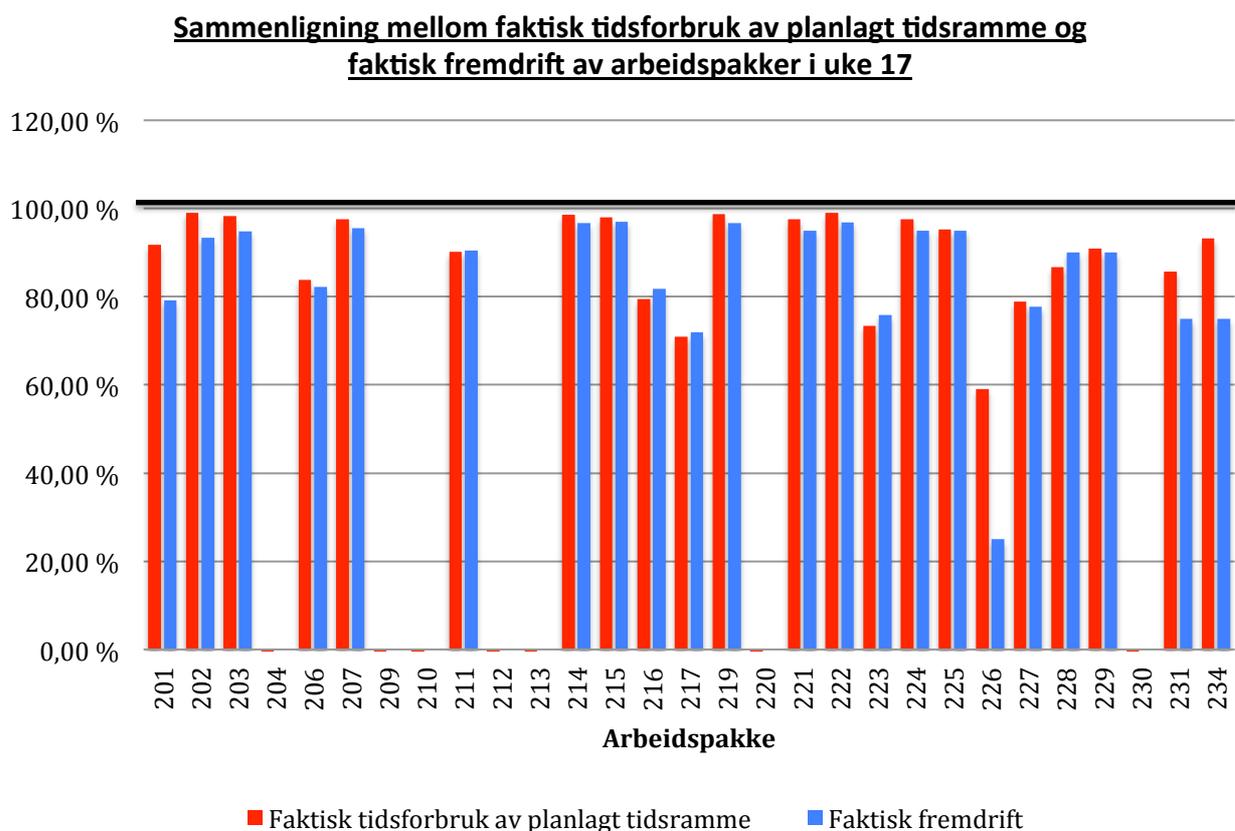
Figur 5-29: Level 5: Sammenligning mellom faktisk tidsforbruk av planlagt tidsramme og faktisk fremdrift av arbeidspakker i uke 10

Som vi ser ligger de blå stolpene under de røde i de fleste tilfellene. Dette viser at bedriften lå bak plan på de fleste av arbeidspakkene i uke 10. Det er spesielt arbeidspakker 202, 208, 209, 215, 222, 224 og 232 som skiller seg ut med tanke på at faktisk tidsforbruk har oversteget 100%. Dette betyr at bedriften har brukt mer tid enn planlagt på disse planene.

Eksempelvis har arbeidspakke 209 140% faktisk tidsforbruk siden den ikke er blitt fullført innenfor planlagt tidsramme. Dette betyr at 40% mer tid enn planlagt allerede er brukt, selv om den bare har 54% faktisk fremdrift.

Man har også arbeidspakkene 225, 226, 228, 229 og 231 som alle har brukt over 40% av planlagt tidsramme, men som i realiteten ikke hadde startet i uke 10.

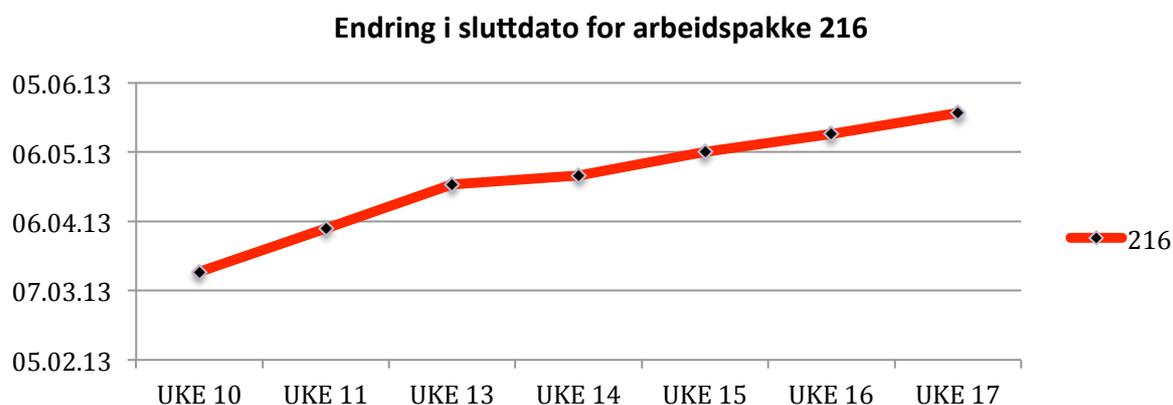
Vi har også tilsvarende oversikt over uke 17, som presenteres i figur 5-30.



Figur 5-30: Level 5: Sammenligning mellom faktisk tidsforbruk av planlagt tidsramme og faktisk fremdrift av arbeidspakker i uke 17

Vi ser også her at de fleste arbeidspakkene ligger etter planen. Men sammenlignet med uke 10, så ser vi at bedriften lå mye nærmere planen i uke 17. I tillegg er det ingen av arbeidspakkene som skulle vært ferdig uten at de var det. Dette til tross for at de hadde flere arbeidspakker å jobbe med.

Årsaken til dette er forsinkelser. Dersom en forsinkelse oppstår, kan bedriften enten endre utførelsen eller endre tidsfristen^{xx}. Siden man ikke kan redusere nødvendig arbeid på en arbeidspakke for å opprettholde den originale tidsfristen, og heller ikke redusere kvaliteten på det ferdige produktet, blir sluttdatoene på forsinkede arbeidspakker forskjøvet fremover i tid. Dette ser vi tydelig i figur 5-31.



Figur 5-31: Endring i sluttdato for arbeidspakke 216

Som vi ser, så skulle arbeidspakke 216, ifølge planen fra uke 10, være fullført 17.03.2013, men siden sluttdatoen forskyves fra uke til uke, ser vi at i uke 17 er sluttdatoen 23.05.2013. Den planlagt sluttdatoen er altså forskjøvet fremover med en og en halv måned.

Resultatet av dette eksemplifiseres igjen ved arbeidspakke 216. Ifølge planen i uke 10, hadde bedriften brukt 87% av den planlagte tidsrammen, mens i uke 17 har de kun 80% for samme arbeidspakke siden sluttdatoen er forskjøvet fremover i tid, og dermed fått større tidsramme.

Dette er også grunnen til hvorfor bedriften ligger så nærme planen i uke 17. Etter en lang tidsperiode med økning av tidsrammene, samtidig som man arbeider kontinuerlig med arbeidsoppgavene, vil man alltid på et visst tidspunkt treffe planen. Derfor kan man ikke sammenligne fremdriften i uke 10 med uke 17.

^{xx} Forelesningsnotater fra ORG438 Prosjektledelse (2012), Dr.ing. Øystein H. Meland

6. KONKLUSJON OG FORBEDRINGSTILTAK

Resultatene fra undersøkelsene våre bygger opp under problemstillingen vår og skal besvare forskerspørsmålet vårt. Våre observasjoner av operatørene, operatørenes selvevaluering, og Level 5-planene gir en god indikasjon på hvor stor andel waste man har i avdelingen for rør installasjon samt utfordringene som ligger til grunn for å oppnå en bedre arbeidsflyt.

Konklusjonen vår er basert på resultatene fra undersøkelsene og samvariasjonen som vi har opplevd ved bruk av metodene. I tillegg har vi i løpet av oppgaveforløpet og observasjonsperiodene tilegnet oss kunnskap om prosess og drift som bygger opp under informasjon vi har fått i samtale med ledelsen på presentasjoner og intervjuer. Sammen med relevant teori gir dette oss et godt grunnlag for å vurdere effektiviseringstiltak.

OBSERVERT OG SELVEVALUERT WASTE

Metodene som er tatt i bruk for måling av waste og arbeidsflyt er omfattende fordi begge metodene krever involvering av flere parter over en lengre tidsperiode. Observasjonsresultatene viser en aggregert waste på 35% for begge undersøkelsesukene. Dette er en relativt høy andel av tilgjengelig arbeidstid, og mye av dette kan spores direkte til følgefeil på grunn av feilene på arbeidstegningene. Med feil på arbeidstegninger menes det ikke ventetid på tegninger, men faktiske feil på tegningene som forårsaker økt andel waste.

To uker med direkte observasjoner i sanntid, i tillegg til en pre-test i forkant, vil i metodisk sammenheng tilsi relativt høy grad av pålitelighet med hensyn til tidsaspektet. Vi trekker likevel frem at reliabiliteten knyttet til tidsaspektet for observasjonene kunne blitt styrket ytterligere ved en mer omfattende observasjonsperiode som eksempelvis en måned. Direkte observasjoner i sanntid er en kostbar, omfattende og tidkrevende prosess som krever mye fra flere parter, men det er også dette som gjør at det er en god metode for å kartlegge waste.

Selvevalueringsskjemaet har i utgangspunktet svakere reliabilitet enn direkte observasjoner, fordi det krever at samtlige respondenter vet hva hovedformålet med undersøkelsen er og hvordan spørsmålene skal besvares. Samtidig trekker økt utvalg reliabiliteten opp.

Tilbakemeldingene vi fikk var stort sett av en slik karakter at de virket naturlige, likevel så vi innslag av systematiske feil knyttet til utfyllingen av skjemaene hvor enkelte hadde misforstått spørsmålene. Andelen var dog liten i den store sammenhengen.

Vi har sammenlignet resultatene fra selvevalueringskjemaene til de observerte operatørene med resultatene fra observasjonsundersøkelsen, og beregnet grad av korrelasjon mellom dem (se vedlegg 8 for utregning av korrelasjon). Denne oversikten ser vi i tabell 6-1.

Tabell 6-1: Sammenligning selvevaluert waste fra observerte operatører og observert waste

	%-vis andel waste iløpet av uke 10	Korrelasjon mellom observert og selvevaluert waste i uke 10	%-vis andel waste iløpet av uke 17	Korrelasjon mellom observert og selvevaluert waste i uke 17
Sum meldte timer waste fra selvrapporteringskjemaene til observerte operatører	<u>40 %</u>	<u>0,97</u>	<u>33 %</u>	<u>0,92</u>
Sum observert forsinkelser i timer	<u>40 %</u>		<u>30 %</u>	

Desto nærmere man er 1 når man beregner korrelasjon, desto nærmere er man perfekt samvariasjon. I vårt tilfelle har vi fått korrelasjonskoeffisienter på henholdsvis 0,97 og 0,92. En tommelfingerregel innen statistikk sier at korrelasjonskoeffisientene bør ligge over 0.8 for at det skal være god korrelasjon. Våre korrelasjonskoeffisienter forteller dermed at det er god samvariasjon mellom disse to variablene som i vårt tilfelle er observasjonsskjema og selvevalueringskjema. Dette kan videre begrunnes med at da vi presenterte observasjonsresultatene for operatørene, var det ingen som ble overrasket, heller ikke formenn og avdelingslederne.

Dette tyder på at resultatene på selvevalueringskjemaet alene vil kunne benyttes som grunnlag for å vurdere waste. Likevel er det viktig å poengtere hvor viktig det er med god opplæring i skjemautfyllelsen. Som vi forklarte i kapittel 5.1.3.2 kan en enkel feiltolkning av skjemaet føre til feil resultat. Med andre ord så kan selvevalueringskjemaet brukes i videre arbeid med wastekartlegging, så lenge operatørene får grundig opplæring og innføring i hvordan man skal fylle ut skjemaet.

Uansett hvor viktig det er med grundig opplæring og innføring i skjemautfylling, vil man aldri få gode og pålitelige resultater med mindre respondentene er motivert.

LEVEL 5 SOM INDIKATOR PÅ ARBEIDSFLYT

Med tanke på at tidsrammen for de ulike arbeidspakkene varierer fra uke til uke, er det vanskelig å sammenligne ukesplanene med hverandre. Av denne grunn kan ikke Level-5-planene brukes som en indikator på arbeidsflyt over en lengre tidsperiode. Men over en ukesperiode, vil planene indikere hvordan faktisk fremdrift er i forhold til faktisk tidsforbruk, noe som kan brukes for å indikere hvordan arbeidsflyten har vært den uken:

- Dersom man ligger nærme plan, er dette mekanismer som indikerer god arbeidsflyt
- Dersom man ligger etter plan, er dette mekanismer som indikerer dårlig arbeidsflyt.

Ved videre forskning på hvorvidt arbeidsplanene kan brukes som indikator på arbeidsflyt, ville det vært interessant å observerte arbeid med enkelte arbeidspakker, og sammenlignet arbeidet med planene.

TILTAK

Gjennom møter med avdelingsledere, samtaler med både operatører og formenn, og egne erfaringer fra de to undersøkelsesukene på installasjonsområdet, har vi kommet frem til ulike tiltak som kan iverksettes som ledd i en prosess for kontinuerlig forbedring.

Tabell 6-2: Tiltak

#	<u>Dette bør bedriften rette fokus mot:</u>	<u>Arbeidsmetode/ Fokusområde</u>	<u>Resultatmål</u>
1	Endringshåndtering / omstilling	Avdekke feil knyttet til tegninger i en tidligere fase enn installasjon, samt utvikle et system for hvordan man bør håndtere eventuelle feil som oppstår	Bedre arbeidsflyt og mindre waste knyttet til venting, utbedring av feil og lignende
		Raskere omstillingstid	
2	IPG	Koordinering og planlegging på tvers av disipliner og avdelinger.	Økt motivasjon ved involvering av operatørene i planleggingsarbeidet
		Undersøke arbeidsflyt og waste på flere avdelinger i bedriften	Kartlegge waste og identifisere flaskehals
		Kontinuerlig forbedringsarbeid	Redusering av de største bidragsyterne til waste
		Prioritering av forbedringstiltak basert på nytte/kostnadsanalyse	Innføring av forbedringstiltakene med høyest nytte i forhold til kostnader

		Friskmelding av aktiviteter	Gjøre usunne aktiviteter sunne, og oppnå bedre flyt
3	Lagersystem	Bulklager av det mest vanlige forbruksmateriellet (<i>klammer, muttere, unioner og pakninger</i>)	Mindre synlig waste knyttet til venting og problemløsning.
4	Level-5	Multifaglig Level 5-plan	Større oversiktighet i planen og bedre koordinering mellom de ulike fagene
		Økt kommunikasjon mellom formenn og planlegger	Riktigere planer
		Standardmåte for å rapportere fullføringsprosent	Eliminering av 95%-problematikken

7. ETTERORD

I det arbeidet med denne masteroppgaven går mot slutten, sitter vi igjen med en opplevelse vi har lært mye av. Forskningen har vært spennende, givende og utfordrende på mange forskjellige måter. I startfasen av oppgaven var det vanskelig å se sammenhengen mellom de ulike delene, men mot slutten av oppgaven har vi sett sammenhengen.

Basert på våre erfaringer ved å jobbe med denne oppgaven, hadde vi gjennomført enkelte deler av forskningen annerledes dersom vi hadde startet på oppgaven den dag i dag.

For det første burde det vært gjennomført forbedringstiltak mellom de ulike måleperiodene, slik at vi kunne sett effekten av iverksatte tiltak.

For det andre ville vi tatt med påstanden om dagens arbeidsflyt på slutten av selvevalueringsskjemaet i tillegg til i starten, for å se hvorvidt det var noen forskjell mellom den intuitive forståelsen av begrepet, og den gjennomtenkte forståelsen etter at operatørene hadde oppgitt dagens waste. Vi ville også brukt mer tid på opplæring av operatørene med tanke på utfyllingen av skjemaet, for å ytterligere redusere andel feiltolkninger.

Og for det tredje, hadde vi fokusert på arbeidspakkene til de observerte operatørene. På denne måten kunne vi ha sammenlignet deres arbeidsflyt med fremdriften oppgitt på Level-5-planene for arbeidspakkene, og sett etter sammenheng mellom arbeidsflyt og fremdrift.

Til slutt vil vi trekke frem at vi gjennom dette halvåret, har satt stor pris på motiverte observerte operatører, formenn og avdelingsledere, som har vært tilgjengelig for store og små spørsmål gjennom hele perioden.

8. BIBLIOGRAFI

- Avdeling for leksikografi ved Institutt for lingvistiske og nordiske studier ved Universitetet i Oslo i samarbeid med Språkrådet. (2013). Bokmålsordboken. fra <http://www.nob-ordbok.uio.no/perl/ordbok.cgi?OPP=flyt&bokmaal=+&ordbok=bokmaal>
- Badiger, A. S., & Gandhinathan, R. (2008). A proposal: evaluation of OEE and impact of six big losses on equipment earning capacity. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 2(3), 234-248.
- Ballard, H. G. (2000). *THE LAST PLANNER SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL*. The University of Birmingham.
- Bamber, C., Castka, P., Sharp, J., & Motara, Y. (2003). Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9(3), 223-238.
- Bertelsen, S. (2003). COMPLEXITY–CONSTRUCTION IN A NEW PERSPECTIVE.
- Bølviken, T., & Kalsaas, B. (2011). *Discussion of strategies for measuring workflow in construction*. Paper presentert på Proceedings 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Grana y Montero and Pontificia Universidad Catolica del Lima, Lima, Peru.
- Ellingsen, H., & Fredriksen, P. M. (2012). LEAN ORIENTERT EFFEKTIVISERING AV VERDIKJEDEN FOR RØRPRODUKSJON OG-INSTALLASJON HOS NYMO. *Master thesis, Dept. of Working Life and Innovation, Univ. of Agder, Grimstad, Norway*.
- Hofgaard-Espeland, O. I., & Høen, A. B. (2012). Organisering og ledelse av byggprosjektering. *Master thesis, Dept. of Working Life and Innovation, Univ. of Agder, Grimstad, Norway*.
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? : innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Kristoffersen, L. (2006). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt forl.
- Kalsaas, B., Skaar, J., & Thorstensen, R. (2010). System og resultater fra utprøving av planleggingsmetoden "Last Planner"(Lean Construction) på Havlimyra oppvekstsenter i Kristiansand commune. *Byggkostprogrammet, University of Agder and Skanska Region Agder, Grimstad*.
- Kalsaas, B. T. (2010). *Work-time wasted in construction*. Paper presented at the 18th annual Conference, International Group for Lean Construction, Haifa, Israel.
- Kalsaas, B. T. (2011). The Last Planner System Style of Planning: Its Basis in Learning Theory. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 2.
- Kalsaas, B. T. (2012). *Further work on measuring workflow in construction site production*. Paper presented at the 20th Annual Conference, Internation Group for Lean Construction, San Diego, California, USA.
- Kalsaas, B. T. (2013). *Measuring waste and workflow in construction*
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*: VTT Technical Research Centre of Finland.

- Koskela, L. (2004). *Making do-the eighth category of waste*. Paper presentert på Proceedings of the 12th annual conference of the International Group for Lean Construction.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way*. NY: McGraw Hill.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry* (Vol. 75): SAGE Publications, Incorporated.
- Lindblad, S. (12.03.08). Lean - en filosofi.
- Ōno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*: Productivity Pr.
- Salthaug, M., & Sørensen, M. (2010). *Arbeidsflyt i byggproduksjon-analyse av målemuligheter*. Forfatterne.
- Shingo, S. (1990). *Production Management System. Improving Process Functions*. . Cambridge: Productivity Press.
- Shook, J. (2008). *Managing to Learn: Using the A3 Management Process to solve problems, gain agreement, mentor and lead*: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Shook, J. (2011). How to go to the Gemba: Go See, Ask Why, Show Respect. Hentet 15/4-13, fra <http://www.lean.org/shook/displayobject.cfm?o=1843>
- Skanska. (2012). Hentet 30/5, 2013, fra [http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=bakoverplanlegging skanska&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.skanska.no%2FGlobal%2FNews_Press%2FRelasjon%2FRELASJON_1_2012-WEB.pdf&ei=AnWnUb_Gloa1O52KgIgH&usg=AFQjCNGyxRklZowTM4WNwJw1EbA5RdQaow](http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=bakoverplanlegging%20skanska&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.skanska.no%2FGlobal%2FNews_Press%2FRelasjon%2FRELASJON_1_2012-WEB.pdf&ei=AnWnUb_Gloa1O52KgIgH&usg=AFQjCNGyxRklZowTM4WNwJw1EbA5RdQaow)
- Spear, S. J. (2004). Learning to lead at Tyota. *Harvard Business Review*.
- Sveen, S., & Svien, A. (2012). Aktivitetsstudier Veidekke. *Unpublished thesis in IND 501, Dept. of Working Life and Innovation, Univ. of Agder, Grimstad, Norway*.
- Veidekke. (2013). Hentet 30/5, 2013, fra <http://www.veidekke.no/spisskompetanse/planlegging-og-prosjektering/forbedringsprosesser/article61208.ece>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking : banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press.
- <http://www.jjuc.no>. Oversiktsbilde over Vikkilen. 2013, fra <http://www.jjuc.no/epc-yard>
- Økland, J. (22.02.2012). Nymo med Brasil-suksess. fra http://www.offshore.no/sak/34600_nymo_med_brasil-suksess

9. VEDLEGG

Vedlegg 1: Observasjonsskjema

Vedlegg 2: Selvevalueringskjema

Vedlegg 3: A3

Vedlegg 4: Observasjonsresultater

Vedlegg 5: Resultater fra selvevalueringen

Vedlegg 6: Oversikt antall timer på de ulike wastekategorier fra selvevalueringen

Vedlegg 7: Datagrunnlag Level 5

Vedlegg 8: Utrekning av korrelasjon

VEDLEGG 1: OBSERVASJONSSKJEMA

		Kl. 07:00-8:00											
Aktiviteter		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1	Direkte arbeid: (Transformasjon)												
2	Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feil												
3	Direkte arbeid: Utbedring av feil fra annet lag/fag/underleverandør												
4	Inspeksjon/kontroll/stand-by (verdskapende arbeid)												
5	Krankjøring og lignende (verdskapende)												
6	Sikringsarbeid HMS												
7	Rigge opp og ned												
8	Rigge opp/ned eller andre aktiviteter som følge av været												
9	Rydding/Sortering: Få tilgang til arbeidsplassen												
10	Rydding/Sortering: Opprydding etter arbeid (Bære avfall til cont e.l.)												
11	Rydding/Sortering: Generell rydding												
12	Materialbehandling: Pakke ut/motta materialer												
13	Transportering: Henting av materialer/utstyr lengre unna enn ca.5 m												
14	Leting: Materialer												
15	Leting: Verktøy/utstyr												
16	Leting: Personer/formenn (problemløsning)												
17	Bevegelse: Forflytning mellom arbeidssteder												
18	Bevegelse: Flytte og hente verktøy												
19	Bevegelse: Bevege seg fra/til stasjonært verktøy												
20	Venting: Bestilte materialer												
21	Venting: Foregående aktivitet												
22	Venting: Venting på ny jobb												
23	Venting: Kran												
24	Venting: Tegning/arb. underl.												
25	Venting: Væravhengig aktivitet												
26	Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas												
27	Kompenserende arbeid (Være en del av direkte arbeid?)												
28	Metode/Koordinering/informasjon: Planleggingsmøter												
29	Kaffe- og spisepause												
30	Nødvendig personlig tid												
31	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 egenvurdering 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"/> Uenig |
| <input type="checkbox"/> Enig | <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.) _____
- b) Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser: _____
- c) Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser: _____

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.)
- 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.)

5) Frie merknader du måtte ønske å gi:

VEDLEGG 3: A3



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.

Studentprosjekt: Kartlegging og årsaksanalyse av tapt tid i produksjonen

Nåsituasjon:

- Studentprosjekt har startet opp med tanke på å undersøke arbeidsflyten i rørinstallasjon.
- Undersøkelsen gjøres ved hjelp av observasjoner og evalueringsskjema om dagens arbeidsflyt som leveres ut på slutten av dagen, samt etterprøving av Level 5-planer.
- Prosjektet er avhengig av deltakelse og involvering fra de ansatte i arbeidstiden.
- Prosjektet fokuserer på å skape forutsigbarhet i installasjonen, samt å forbedre arbeidsflyt.



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

Pågående tiltak:

HVA?	HVEM?	HVORFOR?	HVORDAN?	NÅR?
Observasjon av arbeidsflyt	Utvalgte lag innen rør	Studentenes syn på arbeidsflyten	Studentene følger et lag og observerer arbeidsflyten	Uke 10 og uke 17
Selvevaluere av arbeidsflyt	Alle lag innen rør	Lagenes syn på arbeidsflyten	Skjema for evaluering av arbeidsflyt	Uke 10 og uke 17
Etterprøve Level 5-planer	Alle lag innen rør	For å undersøke om planen er til hjelp	Sammenligne planlagte og utførte arbeidsoppgaver	Uke 10 og uke 17

Plan, oppfølging og analyse:

Prosjektet har en tidsramme på **6 måneder**, og ble startet opp i januar 2013. Analyse skjer fortløpende.

#	Aktivitet	Uke 9	Uke 10	Uke 11	Uke 12	Uke 13	Uke 14	Uke 15	Uke 16	Uke 17	Uke 18	Uke 19	Uke 22
1	Prøveperiode	■												
2	1 måleperiode		■											
3	Analyse av resultater			■	■	■	■							
4	Evalueringssmøte			■										
5	2 måleperiode									■				
7	Analyse av resultater										■	■		
8	Oppgaveskriving	■		■	■	■	■	■	■					
8	Evalueringssmøte											■		
9	Oppgaveskriving											■	■	■
10	Levering av oppgave													■



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.

Studentprosjekt av Simen Koland og Tor Lande: Kartlegging og årsaksanalyse av tapt tid i produksjonen av rør

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:

- 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

Pågående tiltak, plan og oppfølging:

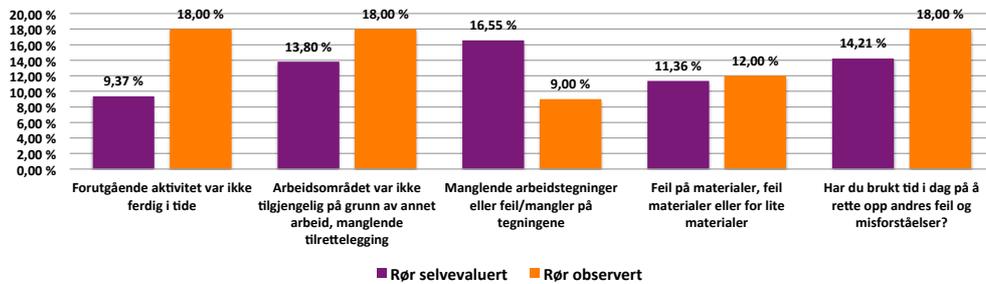
Prosjektet har en tidsramme på *6 måneder*, og ble startet opp i januar 2013.

OPPGAVE	STATUS	STUDENTER	AVDELING	STARTDATO	SLUTTDATO
Prøveperiode	Fullført	Simen og Tor	Rør	28.02.13	28.02.13
Første måleperiode	Fullført	Simen og Tor	Rør	04.03.13	09.03.13
Analyse	Fullført	Simen og Tor	Rør	11.03.13	13.03.13
Første evalueringsmøte	Fullført	Simen og Tor	Rør	20.03.13	20.03.13
Andre måleperiode	Ikke startet	Simen og Tor	Rør	22.04.13	26.04.13
Analyse	Ikke startet	Simen og Tor	Rør	29.04.13	03.05.13
Andre evalueringsmøte	Ikke startet	Simen og Tor	Rør	Uke 19	Uke 19
Oppgaveskriving	Pågår	Simen og Tor	Rør	01.01.13	01.06.13

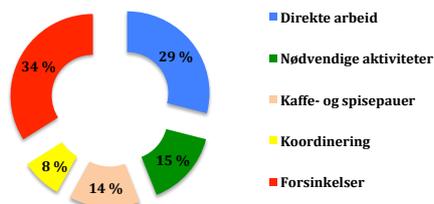


Analyse:

Den foreløpige analysen av selvevalueringsskjemaene viser tendenser til at det er de samme forsinkelsene som går igjen hos de ulike lagene. Det er også relativt likt med de typer forsinkelser som studentene observerte, som man kan se i diagrammet til venstre.



Analysen viser også hvordan en gjennomsnittlig arbeidsdag ser ut:



Vi fikk også flere forslag til forbedringer fra dere:

- Fullstendige arbeidspakker
- Bedre kommunikasjon mellom formenn
- Tettere samarbeid mellom de ulike avdelingene
- Økt tilgang på klammer og lignende
- Ny type sveiseutstyr

VEDLEGG 4: OBSERVASJONSRESULTATER

	Lag 1	Lag 3	Lag 2	Lag 4	SUM	%
Direkte arbeid: (Transformasjon)	870	1185	865	1565	4485	28,01 %
Direkte arbeid: Utbedring av egen og eget lags feil	120	385	0	150	655	4,09 %
Direkte arbeid: Utbedring av feil fra annet lag/fag/underleverandør	170	140	715	0	1025	6,40 %
Inspeksjon/kontroll/stand-by (verdiskapende arbeid)	415	500	370	365	1650	10,31 %
Krankjøring og lignende (verdiskapende)	10	0	20	45	75	0,47 %
Sikringsarbeid HMS	35	0	0	10	45	0,28 %
Rigge opp og ned	20	20	30	25	95	0,59 %
Rigge opp/ned eller andre aktiviteter som følge av været	0	0	20	0	20	0,12 %
Rydding/Sortering: Få tilgang til arbeidsplassen	15	0	0	10	25	0,16 %
Rydding/Sortering: Opprydding etter arbeid (Bære avfall til cont e.l.)	10	45	50	20	125	0,78 %
Rydding/Sortering: Generell rydding	45	100	35	95	275	1,72 %
Materialbehandling: Pakke ut/motta materialer	40	15	10	5	70	0,44 %
Transportering: Henting av materialer/utstyr lengre unna enn ca.5 m	220	110	260	185	775	4,84 %
Leting: Materialer	125	45	70	50	290	1,81 %
Leting: Verktøy/utstyr	50	5	75	5	135	0,84 %
Leting: Personer/formenn (problemløsning)	35	185	60	50	330	2,06 %
Bevegelse: Forflytning mellom arbeidssteder	430	385	175	320	1310	8,18 %
Bevegelse: Flytte og hente verktøy	70	15	30	30	145	0,91 %
Bevegelse: Bevege seg fra/til stasjonært verktøy	15	90	70	15	190	1,19 %
Venting: Bestilte materialer	220	85	200	95	600	3,75 %
Venting: Foregående aktivitet	210	20	80	15	325	2,03 %
Venting: Venting på ny jobb	180	65	30	65	340	2,12 %
Venting: Kran	15	30	0	0	45	0,28 %

Venting: Tegning/arb. underl.	15	0	0	0	15	0,09 %
Venting: Værvhengig aktivitet	0	0	0	0	0	0,00 %
Venting: Arbeidsområde ikke tilgjengelig pga. annet arbeid eller mangler stilas	5	130	100	160	395	2,47 %
Kompenserende arbeid (Være en del av direkte arbeid?)	30	0	0	0	30	0,19 %
Metode/Koordinering/informasjon: Planleggingsmøter	205	190	315	190	900	5,62 %
Kaffe- og spisepause	0	0	0	0	0	0,00 %
Nødvendig personlig tid	70	20	115	0	205	1,28 %
Annen personlig tid	555	400	210	270	1435	8,96 %
Sum	4200	4165	3905	3740	16010	100,00 %

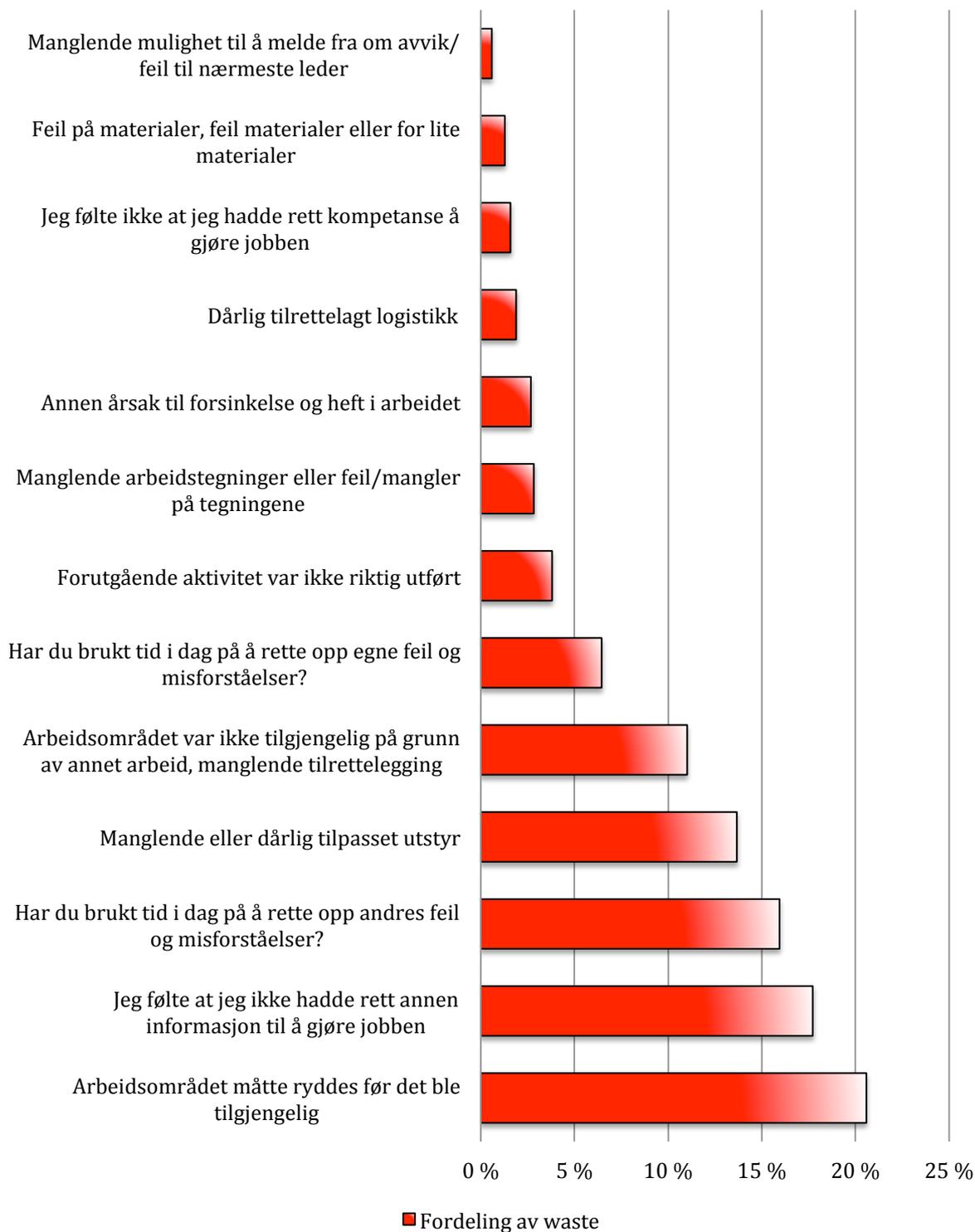
**VEDLEGG 5: RESULTATER FRA SELVEVALUERINGEN I
TIMER**

Mine arbeidsoppgaver har blitt forsinket på grunn av:	Uke 10	Uke 17	Aggregert
Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide	4,45	2,17	6,62
Forutgående aktivitet var ikke riktig utført	16,5	2,67	19,17
Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid, manglende tilrettelegging	21,1	14,72	35,82
Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig	1,5	3,42	4,92
Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene	22,5	8,33	30,83
Jeg følte at jeg ikke hadde rett annen informasjon til å gjøre jobben	1,5	1,25	2,75
Jeg følte ikke at jeg hadde rett kompetanse å gjøre jobben	0,35	0,67	1,02
Manglende mulighet til å melde fra om avvik/feil til nærmeste leder	0,15	2,08	2,23
Feil på materialer, feil materialer eller for lite materialer	14,2	9,58	23,78
Manglende eller dårlig tilpasset utstyr	1,2	2,08	3,28
Dårlig tilrettelagt logistikk	2,4	2,25	4,65
Annen årsak til forsinkelse og heft i arbeidet	17	6,33	23,33

SUM	102,85	55,55	158,4
Supplerende spørsmål knyttet til arbeidsoppgavene dine :			
Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt da du begynte på jobb i dag tidlig?	2,25	3,58	5,83
Har du brukt tid i dag på å rette opp egne feil og misforståelser?	4,8	6,42	11,22
Har du brukt tid i dag på å rette opp andres feil og misforståelser?	17,75	10	27,75
SUM	24,8	20	44,8
SUM TOTALT	127,65	75,55	203,2

**VEDLEGG 6: OVERSIKT ANTALL TIMER PÅ DE ULIKE
WASTEKATEGORIER FRA SELVEVALUERINGEN**

Fordeling av waste



VEDLEGG 7: DATAGRUNNLAG LEVEL 5

LEVEL 5 - UKE 10

PLAN FRA 11 MARS 2013

Activity Name	Start	Slutt uke 10	Finish	Antall dager start - slutt	Brukte dager	Prosent burde vært ferdig	Duration % Complete	Actual completed vs planned completed
201	28. jan.. 2013	8. mars. 2013	27. mars. 2013	58,00	39,00	67,24 %	57,14 %	84,98 %
202	17. des.. 2012	8. mars. 2013	15. feb.. 2013	60,00	81,00	135,00 %	98,34 %	72,84 %
205	14. jan.. 2013	8. mars. 2013	15. mars. 2013	60,00	53,00	88,33 %	87,50 %	99,06 %
206	11. mars. 2013	8. mars. 2013	11. apr.. 2013	31,00	0,00	0,00 %	0,00 %	#DIV/0!
208	17. jan.. 2013	8. mars. 2013	1. mars. 2013	43,00	50,00	116,28 %	75,00 %	64,50 %
209	12. feb.. 2013	8. mars. 2013	1. mars. 2013	17,00	24,00	141,18 %	54,05 %	38,29 %
215	18. jan.. 2013	8. mars. 2013	28. feb.. 2013	41,00	49,00	119,51 %	90,85 %	76,02 %
216	21. jan.. 2013	8. mars. 2013	15. mars. 2013	53,00	46,00	86,79 %	70,00 %	80,65 %
217	28. jan.. 2013	8. mars. 2013	3. apr.. 2013	65,00	39,00	60,00 %	51,92 %	86,53 %
219	11. feb.. 2013	8. mars. 2013	12. mars. 2013	29,00	25,00	86,21 %	90,00 %	104,40 %
221	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	15. mars. 2013	18,00	11,00	61,11 %	25,01 %	40,93 %
222	21. jan.. 2013	8. mars. 2013	28. feb.. 2013	38,00	46,00	121,05 %	96,87 %	80,02 %
223	18. feb.. 2013	8. mars. 2013	15. mars. 2013	25,00	18,00	72,00 %	43,76 %	60,78 %

	2013	mars. 2013	mars. 2013					
224	18. feb.. 2013	8. mars. 2013	6. mars. 2013	16,00	18,00	112,50 %	79,17 %	70,37 %
225	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	22. mars. 2013	25,00	11,00	44,00 %	0,00 %	0,00 %
226	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	15. mars. 2013	18,00	11,00	61,11 %	0,00 %	0,00 %
227	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	12. mars. 2013	15,00	11,00	73,33 %	83,33 %	113,63 %
228	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	15. mars. 2013	18,00	11,00	61,11 %	0,00 %	0,00 %
229	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	22. mars. 2013	25,00	11,00	44,00 %	0,00 %	0,00 %
231	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	22. mars. 2013	25,00	11,00	44,00 %	0,00 %	0,00 %
232	26. nov.. 2012	8. mars. 2013	25. feb.. 2013	91,00	102,00	112,09 %	100,00 %	89,22 %
233	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	21. mars. 2013	24,00	11,00	45,83 %	15,00 %	32,73 %
234	25. feb.. 2013	8. mars. 2013	8. mars. 2013	11,00	11,00	100,00 %	50,00 %	50,00 %

LEVEL 5 - UKE 17

Plan fra 30
april.

Activity Name	Start	Slutt uke 17	Finish	Antall dager start - slutt	Brukte dager	Prosent burde vært ferdig	Duration % Complete	Actual completed vs planned completed
201	29. jan.. 2013	28. apr.. 2013	6. mai. 2013	97,00	89,00	91,75 %	79,17 %	86,29 %
202	14. jan.. 2013	28. apr.. 2013	29. apr.. 2013	105,00	104,00	99,05 %	93,33 %	94,23 %
203	7. jan.. 2013	28. apr.. 2013	30. apr.. 2013	113,00	111,00	98,23 %	94,74 %	96,45 %
204	29. apr.. 2013	28. apr.. 2013	7. mai. 2013	8,00	-1,00	-12,50 %	0,00 %	0,00 %
206	2. apr.. 2013	28. apr.. 2013	3. mai. 2013	31,00	26,00	83,87 %	82,14 %	97,94 %
207	18. mars. 2013	28. apr.. 2013	29. apr.. 2013	42,00	41,00	97,62 %	95,58 %	97,91 %
209	29. apr.. 2013	28. apr.. 2013	7. mai. 2013	8,00	-1,00	-12,50 %	0,00 %	0,00 %
210	29. apr.. 2013	28. apr.. 2013	23. mai. 2013	24,00	-1,00	-4,17 %	0,00 %	0,00 %
211	4. feb.. 2013	28. apr.. 2013	7. mai. 2013	92,00	83,00	90,22 %	90,48 %	100,29 %
212	29. apr.. 2013	28. apr.. 2013	7. mai. 2013	8,00	-1,00	-12,50 %	0,00 %	0,00 %
213	29. apr.. 2013	28. apr.. 2013	23. mai. 2013	24,00	-1,00	-4,17 %	0,00 %	0,00 %
214	18. feb.. 2013	28. apr.. 2013	29. apr.. 2013	70,00	69,00	98,57 %	96,67 %	98,07 %

215	18. jan.. 2013	28. apr.. 2013	30. apr.. 2013	102,00	100,00	98,04 %	96,95 %	98,89 %
216	21. jan.. 2013	28. apr.. 2013	23. mai.. 2013	122,00	97,00	79,51 %	81,71 %	102,77 %
217	28. jan.. 2013	28. apr.. 2013	4. juni. 2013	127,00	90,00	70,87 %	71,95 %	101,53 %
219	11. feb.. 2013	28. apr.. 2013	29. apr.. 2013	77,00	76,00	98,70 %	96,67 %	97,94 %
220	29. apr.. 2013	28. apr.. 2013	14. mai.. 2013	15,00	-1,00	-6,67 %	0,00 %	0,00 %
221	18. mars.. 2013	28. apr.. 2013	29. apr.. 2013	42,00	41,00	97,62 %	95,00 %	97,32 %
222	21. jan.. 2013	28. apr.. 2013	29. apr.. 2013	98,00	97,00	98,98 %	96,87 %	97,87 %
223	18. feb.. 2013	28. apr.. 2013	23. mai.. 2013	94,00	69,00	73,40 %	75,81 %	103,28 %
224	18. mars.. 2013	28. apr.. 2013	29. apr.. 2013	42,00	41,00	97,62 %	95,00 %	97,32 %
225	8. apr.. 2013	28. apr.. 2013	29. apr.. 2013	21,00	20,00	95,24 %	95,00 %	99,75 %
226	2. apr.. 2013	28. apr.. 2013	16. mai.. 2013	44,00	26,00	59,09 %	25,01 %	42,32 %
227	27. feb.. 2013	28. apr.. 2013	14. mai.. 2013	76,00	60,00	78,95 %	77,78 %	98,52 %
228	15. apr.. 2013	28. apr.. 2013	30. apr.. 2013	15,00	13,00	86,67 %	90,00 %	103,85 %
229	8. apr.. 2013	28. apr.. 2013	30. apr.. 2013	22,00	20,00	90,91 %	90,00 %	99,00 %
230	29. apr.. 2013	28. apr.. 2013	30. mai.. 2013	91,00	-1,00	-1 %	0,00 %	0,00 %
231	11. mars.. 2013	28. apr.. 2013	6. mai. 2013	56,00	48,00	85,71 %	75,00 %	87,50 %

	2013	2013						
234	4. mars. 2013	28. apr.. 2013	2. mai. 2013	59,00	55,00	93,22 %	75,00 %	80,45 %

VEDLEGG 8: UTREGNING AV KORRELASJON

Uke 10					Uke 17					
	Sum meldte timer waste fra observerte operatørene = X	Sum observert waste i timer = Y	XY	X ²	Y ²	Sum meldte timer waste fra observerte operatørene = A	Sum observert waste = B	AB	A ²	B ²
Mandag	5,00	7,33	36,67	25,00	53,78	8,58	7,17	61,49	73,62	51,36
Tirsdag	6,92	8,67	59,94	47,84	75,11	7,17	6,00	43,02	51,41	36,00
Onsdag	19,00	16,50	313,50	361,00	272,25	9,93	9,83	97,65	96,69	96,69
Torsdag	11,50	9,75	112,13	132,25	95,06	16,50	11,17	184,25	124,69	124,69
Fredag	12,00	12,50	150,00	144,00	156,25	2,08	5,17	10,75	26,69	26,69
Σ	54,42	54,75	672,24	710,09	652,45	44,26	39,33	397,15	373,11	335,44

$$Corr(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}}$$

$$Corr(X, Y) = \frac{n(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{(n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2) * (n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}}$$

$$Corr(X, Y) = \frac{5(672,24) - (54,42)(54,75)}{\sqrt{(5 * 710,09 - (54,42)^2) * (5 * 652,45 - (54,75)^2)}}$$

$$\text{Corr}(X, Y) = \frac{381,87}{394,94} = \mathbf{0,97}$$

$$\text{Corr}(A, B) = \frac{241,85}{262,39} = \mathbf{0,92}$$