

LEAN ORIENTERT EFFEKTIVISERING AV VERDIKJEDEN FOR RØRPRODUKSJON OG -INSTALLASJON HOS NYMO

**Herman Ellingsen
Pål Marius Fredriksen**

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, 2012

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for ingeniørvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avsluttende oppgave ved masterstudiet i industriell økonomi- og teknologiledelse, ved Universitetet i Agder.

Masteroppgaven inngår som en del av Nymos fokus på effektivisering av bedriften. Parallelt med progresjonen i arbeidet har Nymo kontaktet UiA for å kartlegge mulighetene for et tettere samarbeid. Denne oppgaven er tenkt å være et pilotprosjekt med sikte på å kartlegge kommende innsatsfelt i et samarbeid mellom Nymo og UiA.

Oppgaven vil søke å finne tiltak for effektivisering av verdikjeden hos Nymo, med spesielt fokus på rørproduksjon og installasjon, basert på lean teori og -litteratur. Forskningsarbeidet er i hovedsak basert på og kretser rundt ombyggingen av oljeriggen Sevan Voyageur, som lå til kai i Eydehavn under hele studieperioden.

Vi retter en stor takk til våre veiledere, Dr. Ing. Bo Terje Kalsaas fra UiA, samt driftsleder i prosjekt Åsmund Knutson og kvalitetsleder Randi Linjord i Nymo AS. Det rettes også en takk til alle andre hos Nymo som har bidratt med informasjon og datagrunnlag, hvilket har vært et nødvendig grunnlag for oppgaveløsingen.

Grimstad 30.05.2012

Herman Ellingsen

Pål Marius Fredriksen

Sammendrag

Den sørlandsbaserte leverandørindustrien for olje- og gassindustrien har hatt en god utvikling det siste tiåret, dette til tross for økende konkurranse fra lavkostland. NCE NODE¹ peker på kunnskapsutvikling som en bærende forutsetning for konkurranseevne, og den flate, skandinaviske arbeidslivskulturen integrert i den nordiske modellen² er et viktig bidrag for kompetansebygging i industribedriftene.

Lean tankegang har mange fellestrekk med den nordiske modellen, der spesielt det sterke preget av desentralisert makt og ansvar er felles kjennetegn på disse. Nymo AS er medlem av NODE, men har noen særtrekk som gjør at bedriften skiller seg fra mange av de andre 58 medlemsbedriftene. Ett særtrekk er at Nymo er en EPCI-bedrift³ som i stor grad har unnlatt å outsource deler av driften. Et annet særtrekk er et generelt fokus på stabilitet, hvilket lenge har bidratt i å befeste en, i skandinavisk sammenheng, relativt konservativ bedriftskultur. På basis av slike betraktninger kan det derfor skapes et inntrykk av at Nymo AS har et betydelig uutnyttet potensiale i å utvikle Lean tankegang.

I forbindelse med selskapets mål om å spare 40 % på utgiftssiden for å møte konkurransen fremover, har UiA-studentene blitt koblet inn for å estimere mulige effekter av Lean-inspirerte tiltak. Oppgaven søker svar på følgende forskerspørsmål:

1. Hvordan kan verdikjeden for rørproduksjon effektiviseres?
2. Hvordan kan bedre koordinering (kommunikasjon og planlegging) gi bedre arbeids- og materialflyt i produksjonen?

Lean tankegang har flere likhetstrekk med bl.a. det kanskje mer kjente TKL-begrepet⁴, og har sitt opprinnelige utspring fra målrettet organisasjonsutvikling i den pressede, japanske bilindustrien i etterkrigstiden. Sentrale elementer innen Lean er tilrettelegging for kontinuerlige forbedringer, fokus på kundens ønsker, samt eliminering av ikke-verdiskapende elementer i produksjonen.

¹ NCE NODE står for: Norwegian Centres of Expertise, Norwegian Offshore & Drilling Engineering

² Den nordiske modellen er preget av like rettigheter for innbyggere, med satsing på fellesskapsløsninger og sosial trygghet. Korkman et al. (2007)

³ EPCI er en forkorting av det engelske uttrykket Engineering, Procurement, Construction and Installation, og er innen fagmiljøet en etablert benevnelse for en type bedrift som dekker alle de 4 nevnte verdikjedeledene.

⁴ TKL er forkortelse for Total Kvalitetsledelse (engelsk: Total Quality Management – TQM)

Tankegangen fra Lean har i økende grad befestet seg også innen prosjektpreget konstruksjonsindustri, som Nymo AS er en representant for. Problemstillinger innenfor konstruksjonsindustri skiller seg på flere måter fra linjepreget samlebåndsindustri. Begrepet Lean construction representerer nå en retning innen fagfeltet der egnet og tilpasset metodikk for å motvirke aktuelle problemstillinger innen prosjektbasert konstruksjon blir brukt.

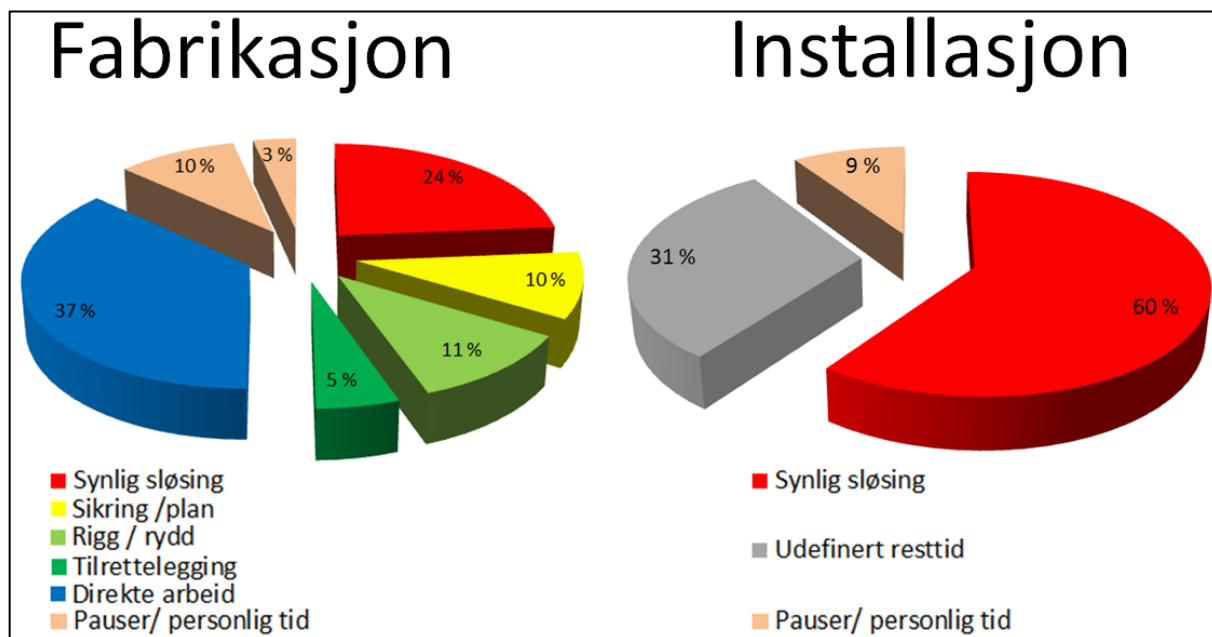
Flyt er et begrep som har vokst frem bl.a. fra fagteori rundt lean construction, og er en analytisk innfallsvinkel som muliggjør mer presise evalueringer og målrettede tiltak knyttet til foredlings- eller sammenstillingsaktiviteter i verdikjeden. Optimal flyt kjennetegnes av at en kjede av sunne aktiviteter opptrer uten avbrudd, hvilket innebærer et minimalt innslag av ikke-verdiskapende aktiviteter i produksjonen / konstruksjonen. Den grunnleggende betydningen av begrepet verdiskaping er i denne konteksten tolket som transformasjon kunden er villig til å betale for.

I løpet av månedene februar-mai 2012 ble det forsket på lean-relaterte potensialer i Nymo, der forskjellige typer metodikk ble utprøvd. Herunder ble strukturerte intervjuer foretatt i en innledende fase, der et kvalitativt preg i disse bidro til videre kartlegging av mer spesifikke og relevante indikatorer. Senere ble det utført direkte observasjon av stålarbeidere, der også evalueringsskjemaer ble utdelt. Forskningen bærer preg av å være i en tidlig fase innenfor kartleggingen av Nymo, men har allikevel resultert i konkrete funn med signifikant relevans.

Ifølge driftsleder i prosjekt fremkom det at den største intensiteten i arbeidstimer finnes innen leddet installasjon, som alene står for opptil 70 % av medgått arbeidstid per prosjekt. Installasjonsvirksomheten utgjør samtidig den delen av driften som er mest kompleks, hvilket har en sammenheng med at det også er her det klart finnes mest synlig sløsing. Selv om årsakene til den synlige sløsing i stor grad kan spores bakover i verdikjeden, er det grunn til å fokusere videre på denne avsluttende delen av verdikjeden.

I figur 1 vises resultatene fra feltundersøkelsene. Gjennom 2 dager med observasjon av stålarbeidere i fabrikkavdelingen utgjorde synlig sløsing pr arbeider på 24 % av en hel arbeidsdag (8 timer). Metoden var av en objektiv type (sanntidsmåling), men med et for lavt omfang til å gi veldig høy pålitelighet. Tilsvarende tall for andelen sløsing i installasjonsavdelingen var 60 %. For installasjon ligger en bearbeiding av strukturerte intervjuer og en skjønnsmessig vurdering fra 2 formenn til grunn for estimatet, hvilket innebærer redusert pålitelighet i.f.t.

sanntidsmålingen gjort innen fabrikasjonsavdelingen. Omfanget av denne undersøkelsen var dog høyere enn førstnevnte, og gir grove data med en akseptabel grad av pålitelighet.



Figur 1: Resultater fra 2 ulike metoder, henholdsvis observasjon av stålarbeidere (fabrikasjon) og strukturerte intervjuer (installasjon).

Gjennom arbeidet med oppgaven er det kartlagt flere tiltak som kan bidra til å effektivisere verdikjeden for rørproduksjon og -installasjon hos Nymo, disse er presentert i tabell I. Her gis også begrunnelser for hvordan de spesifikke tiltakene kan føre til bedre koordinering, samt bedre arbeids- og materialflyt i produksjonen.

Flere av de foreslåtte tiltakene vil kunne ha liten effekt om de settes ut i livet uten at andre tiltak iverksettes parallelt. Synergieffekter mellom f.eks. desentralisering av ansvar, utrusting av fagarbeidere med mobile IKT-enheter og innføring av egnet, administrativ programvare er eksempler på tiltak som bør innføres samtidig dersom høy effekt av tiltakene er en målsetting.

Det anbefales også at avdelingsledere og andre ansatte med mer strategiske arbeidsoppgaver vurderer å trekke inn bruken av flytbegrepet i mer langsiktige analyser og beslutningsprosesser. I oppgaven presenteres en modell der koblinger mellom sunne aktiviteter og underliggende forutsetninger for disse knyttes sammen. Metoden henter inspirasjon fra The Last Planner System, som er et dynamisk verktøy for å sikre løpende og effektiv fremdrift i prosjekter. Metoden vi presenterer er ment å kunne benyttes i en mer helhetlig og statisk sammenheng, hvilket også er i samsvar med fokuset på langsiktighet og kontinuerlige forbedringer innen Lean.

Tabell I: Forslag til tiltak Nymo kan innføre, og begrunnelse for disse

| Nr | Tiltak | Hvordan / hvorfor |
|----|---|--|
| | Innføring av Last Planner-metodikk | -Tilrettelegge for sunne aktiviteter -Styrket forutsigbarhet i fremdrift -Redusert innslag av making-do -Redusert innslag av venting -Redusert ressursbruk i koordinasjon -Styrket refleksjons- og læringsarena for berørt personell |
| | Innføring av robuste, mobile IKT-enheter (hardware) | -Økt tilgang til informasjon for frontlinjearbeidere -Raskere informasjonsutveksling -Hurtigere evne til problemløsning -Øker mulighetene for samskapt læring |
| | Styrke ERP-funksjonalitet (systemutvikling, software) | -Økt tilgang til informasjon for samtlige ansatte -Automatisk, hurtig informasjonsdistribusjon -Mindre avhengighet av nøkkelpersoner (flaskehals) -Økte muligheter for læring og systemforståelse |
| | Styrke HR-avdelingen | -Nymo er en stor bedrift, 300 ansatte -Sterk konkurranse i markedet om arbeidskraft -Tettere kontakt med de ansatte i det daglige arbeidet -Intern kunnskapskartlegging blir enklere -Eksposering av bedriften (spesielt på rekrutteringsdager) -Mulighet til å coache medarbeidere i.f.m. etterutdanning |
| | Tillegge frontlinjearbeidere større ansvar og jobbutfoldelse | -Hindre unødvendige ledd ved overgang mellom aktiviteter i verdikjeden -Gir økt motivasjon, verdighet og følelse av betydning i en større sammenheng. -Utvidet mulighet for læring og systemforståelse -Fører til økt inkrementell innovasjon |
| | Utvide kompetansen blant ansatte v.h.a. etterutdanning | -Større fleksibilitet i arbeidsstokken -Mindre venting på «riktig» kompetanse -Bedre forutsetninger for refleksjon og læring -Dataassistert opplæring via moduler kan, i en viss målestokk, være en sunn bufferaktivitet |
| | Gjennomgang av plassering av fysiske fasiliteter | -Mulighet for redusert logistikk -Mulighet for mindre venting |
| | Styrke bruken av preventivt vedlikehold og levetidsmodeller | -Økt tilgjengelighet på utstyr (OEE) -Kraftig reduksjon i kostnader knyttet til reaktivt (og uforutsigbart) vedlikehold |
| | Vurdere å bytte ut foreldede og/eller uegnede fysiske fasiliteter | -Redusere flaskehalsproblematikk -Redusere andel av ikke-verdiskapende arbeid -Redusere omstillingstid |

Nymo AS fremstår som et svært interessant studieobjekt for UiA, og i særdeleshet for INDØK-faget, og underveis i arbeidet med masteroppgaven ble det tydelig at det finnes rom for en rekke flere og mer spissede studier av bedriften. Underveis i arbeidet ble det også klart at omfanget i metoder som ble brukt burde vært høyere for å oppnå ønsket grad av pålitelighet. Avslutningsvis forslås derfor en rekke områder for videre fordypning og studier.

Innhold

| | |
|---|-----|
| Forord | ii |
| Sammendrag..... | iii |
| Innhold..... | vii |
| 1 Innledning..... | 1 |
| 1.1 Forskerspørsmål | 2 |
| 1.2 AS Nymo | 4 |
| 1.2.1 Sevan Voyageur | 6 |
| 1.2.2 Rørproduksjon | 7 |
| 1.3 Avdelingene i Nymo og deres arbeidsoppgaver..... | 9 |
| 1.3.1 Design ingeniørvdeling | 9 |
| 1.3.2 Tilretteleggingsavdeling..... | 9 |
| 1.3.3 Innkjøp / anskaffelse | 9 |
| 1.3.4 Prefabrikasjon..... | 10 |
| 1.3.5 Gløding - PWHT..... | 10 |
| 1.3.6 Overflatebehandling..... | 10 |
| 1.3.7 Sveisekontroll - NDT | 10 |
| 1.3.8 Installasjon / Montering | 11 |
| 1.3.9 Vikkilen | 12 |
| 2 Teori..... | 15 |
| 2.1 Lean | 15 |
| 2.1.1 Redusert ledetid | 16 |
| 2.1.2 De 7 formene for sløsing | 16 |
| 2.1.3 Making-do, den åttende formen for sløsing..... | 18 |
| 2.1.4 Demings ledelseshjul og A3 | 18 |
| 2.1.5 The Last Planner System..... | 21 |
| 2.1.6 Læringsteori – den samskapte læringsmodellen..... | 24 |
| 2.2 Begrepet flyt – produktivitet i komplekse operasjoner | 26 |
| 2.2.1 Utvidelse av flytbegrepet | 28 |
| 2.2.2 Korrelasjon mellom flytfaktorer | 30 |
| 2.2.3 Forslag rundt utvidet anvendelsesområde av flytforutsetninger | 33 |
| 3 Metodebeskrivelse | 36 |
| 3.1 Innsamling av data..... | 38 |
| 3.2 Observasjon..... | 39 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3 | Strukturerte intervjuer | 40 |
| 3.4 | Evalueringsskjema etter observasjon..... | 42 |
| 3.5 | Årsaksanalyser | 42 |
| 4 | Empirisk analyse og drøfting | 44 |
| 4.1 | Observasjon av stålarbeidere | 46 |
| 4.1.1 | Produksjonsområdet i Vikkilen..... | 46 |
| 4.1.2 | Resultater/funn fra observasjon..... | 49 |
| 4.1.3 | Evalueringsskjema i.f.m. observasjon..... | 51 |
| 4.2 | Strukturerte intervjuer - årsaker til stopp /hindringer i arbeidet | 53 |
| 4.2.1 | Resultater fra strukturerte intervjuer - installasjonsavdelingen | 54 |
| 4.2.2 | Fiskebensanalyse av årsaker til stopp / hindring i arbeidet | 57 |
| 4.2.3 | Innsparingspotensial ved å fjerne synlig sløsing – installasjon Sevan Voyageur..... | 60 |
| 4.3 | Informasjonsflyt og dokumentering hos Nymo i dag | 63 |
| 4.3.1 | Fysisk arbeid | 63 |
| 4.3.2 | Dokumentasjon | 64 |
| 4.4 | Fremtidig elektronisk informasjonssystem | 66 |
| 4.4.1 | Utforming av IKT-plattform | 67 |
| 4.4.2 | Innspill til håndholdte enheter | 68 |
| 4.4.3 | A3 tankegang og IKT-systemer | 70 |
| 4.5 | The Last Planner System i Nymo | 72 |
| 4.6 | Anvendelse av flytbegrepet..... | 75 |
| 4.6.1 | Flyt, tekniske fasiliteter | 77 |
| 4.6.2 | Flyt, bemanning: | 78 |
| 4.6.3 | Flyt, administrasjon: | 79 |
| 4.6.4 | Flyt, materiale som foredles | 80 |
| 4.7 | Human Resources..... | 81 |
| 5 | Konklusjon | 83 |
| 6 | Etterord / anbefalinger..... | 86 |
| 7 | Bibliografi..... | 88 |
| 8 | Vedlegg | 91 |

1 Innledning

Bedriftene i næringsklyngen NODE⁵ på Sørlandet har hatt en svært god utvikling den senere tid, hvilket gjenspeiles i en kraftig vekst i ordretilgang, -antall medlemmer og vekst i samlet omsetning siden 2005⁶. NODE bestod pr 1. jan 2012 av 58 bedrifter, og den kompetansemessige bredden som finnes i klyngen er et grunnelement i en definert, strategisk visjon om å sikre NODE sin posisjon som verdensledende frem mot 2020 uansett konkurransesituasjon. Klyngen består av flere typer bedrifter som kretser rundt offshore boreteknologi, hvorav Nymo AS er en av svært få som kan benevnes som EPCI-bedrift⁷. Nymos relativt lange fotavtrykk i en verdikjede gir noen fordeler m.h.p. intern kontroll, hvilket kan hevdes å ha en sammenheng med at bedriften i årtier har hatt en konservativ og langsiktig strategi. Samtidig innebærer det lange fotavtrykket noen utfordringer, der det operasjonsmessige mangfoldet i organisasjonen kan være spesielt utfordrende.

Utsikten for offshore leverandørindustrien er generelt preget av optimisme for tiden. Investeringene på både norsk og global sokkel er spådd å øke betydelig de nærmeste årene. Norsk konstruksjonsindustri opplever størst konkurranse fra Øst-Asia på de største prosjektene, mens lavkostland i nord-øst Europa er den mest fremtredende konkurrenten på mindre og mellomstore prosjekter. Kina er spådd å bli en av de viktigste utfordrerne til vestlig industri i årene som kommer (Nymos årsrapport, 2012). Norsk sokkel er forventet å være det største markedet for den typen norsk leverandørindustri som AS Nymo er en del av. Selskapet er totalleverandør av bl.a. nybyggede boremoduler og undervannsanlegg til olje- og gassindustrien, i tillegg utfører det også relativt omfattende oppdrag innen ombygging og utrustning av rigger og flytende offshore installasjoner.

Ledelsen i Nymo erfarer at deler av produksjonen kan kjøpes billigere av leverandører fra lavkostland, mens nisjekunnskapen Nymo innehar er svært attraktiv for kundene. For å overleve i denne sterkt konkurranseutsatte bransjen er norske bedrifter tvunget til å være i forkant av konkurrentene når det gjelder innovative, kostnadseffektive løsninger. Nymo ønsker derfor å «styrke sin posisjon som totalleverandør av kompliserte prosjekter med stort teknisk innhold».

Bedriften hadde 297 fast ansatte ved utgangen av 2011 og omsatte for over 800 MNOK. Det er stor konkurranse i forbindelse med rekruttering av kvalifisert personell til prosjektledelse og

⁵ Norwegian Offshore Drilling Engineering

⁶ I følge <http://nodeproject.no/2011/3/31/historien>

⁷ Engineering, Procurement, Construction and Installation

ingeniørarbeid, både lokalt og nasjonalt (Nymos årsrapport, 2012). Dette er en utfordring i Nymos arbeid med å styrke sin posisjon i markedet.

Bedriften har en uttrykt målsetting om å spare inn 40 % av det totale kostnadsbildet i løpet av de neste 3 årene, dette for å imøtekomme konkurransen spesielt fra Øst-Asia og Baltikum/ Polen. Ifølge daglig leder kan dette gjøres ved å kutte kostnader og effektivisere driften, og eventuelt ved å outsource de områdene bedriften ikke kan konkurrere på. Nymo har startet effektiviseringsprosessen, hvilket er bakteppet for denne oppgaven.

Organiseringen av arbeidet hos Nymo oppleves av bl.a. av mellomledere som komplisert og tidvis kaotisk. Noen av arbeidsprosessene er i seg selv svært kompliserte, og enkelte ansatte har tenkt at nøkkelen til effektivisering ligger i å utbedre utstyr, maskiner og fasiliteter. *Lean tankegang* er en filosofi som i stor grad tar hensyn til organiseringen av arbeidet i egen verdikjede. Fokus rettes mot å fjerne sløsing i verdikjeden, kontinuerlig forbedring av arbeidsprosesser og å levere etter kundens forventninger. Det engelske ordet «lean» synes å være mest benyttet også i norsk litteratur, og behandles i denne oppgaven som et norsk ord. Toyota utviklet et produksjonskonsept, The Toyota Production System, med bakgrunn i lean-filosofien (Liker, 2004). Amerikanerne studerte konseptet og kalte det lean production. Flere forskere har siden forsøkt å bringe prinsippene fra bilproduksjon over til byggeproduksjon, og dette konseptet kalles lean construction (Grepperud & Hinlo, 2011).

The Last Planner System (LPS) er en praktisk metode innen lean construction. Metoden er utviklet av blant annet Herman Glenn Ballard (2000) og brukes som et verktøy til å inkludere alle fag involvert på en byggeplass slik at deltakerne i fellesskap bestemmer fremdriften for prosjektet. Flere store bygg-entreprenører har arbeidet med egne avgreininger av LPS; i Veidekke har de kalt konseptet *involverende planlegging*, mens Skanska kaller sin versjon *bakoverplanlegging*.

1.1 Forskerspørsmål

Både LPS og en styrket bruk av IKT-løsninger har vært spesifikke temaer som Nymo har uttrykt stor interesse for underveis i arbeidet med masteroppgaven. Bedriften tror det finnes potensiale for innsparing ved å planlegge fremdriften i deler av organisasjonen på en annen måte enn det gjøres i dag. Det er knyttet en viss usikkerhet til innsparingspotensialet i bedriften, og til hvilke andre tiltak som kan være nyttige. Forskerspørsmålene i denne oppgaven er utarbeidet i samarbeid med Nymo, og lyder som følger:

3. Hvordan kan verdikjeden for rørproduksjon effektiviseres?
4. Hvordan kan bedre koordinering (kommunikasjon og planlegging) gi bedre arbeids- og materialflyt i produksjonen?

Forskerspørsmålene berører sentrale forhold for leverandører til olje- og gassindustrien, og funnene i oppgaven kan bli nyttige for bedriftens videre satsing på effektivisering. Spørsmålene er relevante fordi det benyttes både relevant fagteori og praktiske metoder for å kartlegge bedriftens innsparingspotensial. Fra en samfunnsmessig synsvinkel kan oppgaven gi ny kunnskap og erfaring om potensialet for å øke verdiskapningen og redusere ledetiden i prosjekter som leverer til olje- og gassindustrien.

Ombyggingen av Sevan Voyageur er det prosjektet Nymo har jobbet med mens studentene har skrevet masteroppgave. Store deler av informasjonen og funnene som oppgaven baseres på er derfor hentet fra dette prosjektet. Det har vært viktig for mange ansatte hos Nymo å poengtere at prosjektet Sevan Voyageur er spesielt. Det argumenteres for at dette er uvanlig komplekst fordi det er et ombyggingsprosjekt, at tegningsgrunnlaget i praksis har vært fraværende, og at avstanden fra installasjonsområdet på riggen og ned til formannskontorer er unormalt stor. Det har også blitt presisert at ved nybygg er effektiviteten og flyten i arbeidet vesentlig bedre. Forfatterne har forsøkt å skape en forståelse for at det er nettopp i disse «unormale» og vanskelige prosjektene hvor forbedringspotensialet er størst. Det kan i så måte tenkes at Nymo kan skape seg et konkurransefortrinn ved å spesialisere seg på nisjen ombygging av eksisterende plattformer.

Rapporten innledes med å redegjøre for bakteppet i oppgaven, før relevant fagteori myntet på de spesifikke forholdene presenteres i teoridelen. I slutten av teoridelen er det tilføyd et ekstra kapittel (2.2.3), der forslag til videreutvikling av etablert faglitteratur presenteres. Metodedelen skildrer hvilke forskjellige verktøy og metoder som ble brukt for innsamling av data, samt analyser av disse. Empiridelen presenterer funn fra innsamlede data, samt analyser av disse. Pålitelighet, validitet og legitimitet blir kommentert. I konklusjonsdelen blir det pekt på hensiktsmessige tiltak, dette på grunnlag av analysene i empiridelen. Forslag til videre arbeid/studier nevnes til slutt.

1.2 AS Nymo

AS Nymo ble etablert i 1946 på Fjære i Grimstad. I 1956 ble selskapet tatt over av Ugland familien. Selskapet er leverandør innen olje-, gass- og prosessindustrien og virksomhetsområdet er utvikling, prosjektering, produksjon og oppfølging av stål- og aluminiumskonstruksjoner til offshoreindustrien. Typiske kunder er store, globale aktører innen utvinning av olje og gass, eksempelvis Aker Solutions og National Oilwell Varco.



Figur 1: Oversiktsbilde over Nymos produksjonsområde i Vikkilen, Grimstad.

Bedriften er geografisk delt i 3 lokasjoner – Fjære, Vikkilen (Grimstad) og Eydehavn (Arendal), hvor de 2 sistnevnte er utrustet med kaier og tilpasset marin / offshore-opdrag. Hovedkontoret ligger i Vikkilen (figur 1), og her har selskapet også produksjon av stål- og rørkomponenter samt sveising, sammenstilling, sandblåsing og maling av disse. På Fjære drives spesialisert produksjon av rustfritt stål og aluminium (såkalt hvitt stål, som skal være korrosjonsbestandig). Her er blant annet et eget lokale for passivering av rustfrie materialer. I Eydehavn var det tidligere et aluminiumsverk, dette ble gjort om til stålverksted og skipsverft i 1975. I 1991 tok Nymo over eierskapet. Her finnes mange av de samme tekniske fasilitetene som i Vikkilen, i tillegg til et NDT⁸-anlegg og undervannsfundament for testing av oppjekkable rigger. Her er avstanden fra havoverflaten til

⁸ Non-Destructive Testing. Kvalitetskontroll av sveis v.h.a. metoder som ikke fysisk påvirker selve sveisen.

havbunnen noe større sammenliknet med Vikkilen. Kombinert med en kortere innseiling fra åpent hav gjør dette Eydehavn godt egnet for større skip og flytende innretninger (figur 2).



Figur 2: Produksjonsområdet i Eydehavn, Arendal til venstre i bildet. Bildet er tatt i en travel periode, med den oppjekkable riggen Haven liggende til kai samtidig som Sevan Voyager ble buksert inn.

Økonomileder i Nymo opplyser at det i mai 2012 var 297 fast ansatte i AS Nymo. Av disse var 125 funksjonærer og 172 operatører. Kategorien funksjonærer innbefatter administrasjon, støttefunksjoner, ingeniøravdelinger, innkjøp og ledende driftspersonale inkludert formenn. Delvis er funksjonærstillinger besatt av personer med høgskole / universitetsutdannelse, men det finnes også de som har fått opplæring internt i Nymo gjennom yrkeslivet. Operatører er f.eks. rørleggere, sveisere, mekanikere, malere og platearbeidere, og disse har i hovedsak fagbrev eller praktisk erfaring gjennom arbeid i Nymo. Når prosjektene er på det mest hektiske leier Nymo inn opptil 400 operatører til installasjonsfasen. Innleie av (design-) prosjektingeniører gjøres også, dog i en betydelig lavere skala. Antallet innleide avhenger av størrelsen på prosjektene og hvor knapp tidsfaktoren er.

Produksjonen kan deles i plate- og rørproduksjon. Videre finnes det flere materialtyper innen både plater og rør, bl.a. skilles det mellom sort stål (ikke korrosjonsbestandig) og hvitt stål

(korrosjonsbestandig). Denne oppgaven ser i utgangspunktet på produksjonslinja for rør, men vil også bevege seg inn på andre områder i bedriften som grenser mot rørbiten.

1.2.1 Sevan Voyageur

Arbeidet med masteroppgaven har i stor grad vært sammenfallende med Nymos arbeid med å bygge om offshoreriggen Sevan Voyageur (figur 3). Dette er en ukonvensjonell, siloformet oljeplattform av typen FPSO⁹ designet av Sevan. Den ble bygget i Kina i 2008 og ble senere oppgradert i Nederland. Nymo fikk oppdraget med å gjennomføre en andre gangs oppgradering av plattformen, dette for å øke dens kapasitet for oljeproduksjon samt legge til rette for prosessering av gass (Sevan, 2012). Designet av rørene har NLI Engineering stått for, produksjonen av rørene har foregått i Danmark (DST – Dansk Sveise Teknik) og Nymo installerer rørene i Eydehavn, hvor Sevan Voyageur ligger til kai.



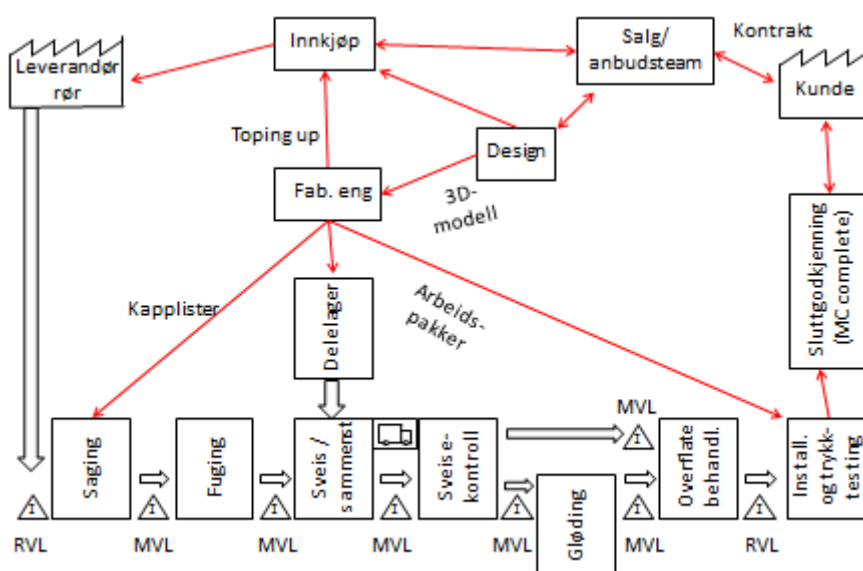
Figur 3: Sevan Voyageur til kai i Eydehavn. Dette er en FPSO-plattform der Nymo har fått oppdraget med å utføre en andre gangs oppgradering.

⁹ FPSO = Floating Production and Storage Offloader. Flytende enhet som henter opp-, lagrer- og lossere olje- eller gassprodukter

Nymos erfaringer underveis i ombyggingen har vært at samtlige rørlinjer har møtt på uforutsette, fysiske hindringer, hvilket har medført omfattende ekstraarbeid og store problemer med fremdrifts- og kostnadskontroll. I et «normalt» prosjekt i denne størrelsesordenen er det ifølge Nymo erfaringsvis rundt 150 endringsmeldinger i løpet av prosjektet – mot over 600 endringsmeldinger for Sevan Voyageur. Årsaken til de uforutsette hindringene kan i stor grad spores til mangler i forprosjekteringen av ombyggingen, der en styrket kartlegging / dokumentasjon av tidligere ombyggingsarbeid ville kunne hindret mye av det uforutsette ekstraarbeidet.

1.2.2 Rørproduksjon

Produksjonslinja for rør (illustrert ved forenklet verdistrømkart Nymo, figur 4) starter hos designingeniøravdelingen og innkjøp. Prosjektleder og et team bestående av medlemmer fra flere avdelinger sender over informasjonen om prosjektet til innkjøp og design ing. Innkjøp bestiller omtrent 70 % av rørene ut i fra erfaringstall, de resterenderørene bestilles når det foreligger tilstrekkelig informasjon («topping up»). Design-ingeniøravdelingen utarbeider en komplett elektronisk 3D-modell for prosjektet, ofte ut i fra underlag de har mottatt fra kunde. Modellen sendes til tilrettelegging hvor den blir delt opp, bearbeidet og satt sammen til arbeidspakker. Til hver arbeidspakke følger en plukkliste, som viser hvilke deler arbeidspakken består av.



Figur 4: Forenklet verdistrømkart Nymo.

Kapplister sendes videre til saging, arbeidspakker sendes til delelager, sveis / sammenstilling og installasjon. Delelager plukker deler etter arbeidspakkene, og sender disse videre til sveis / sammenstilling. Prefabrikasjonsavdelingen sager, fuger og setter sammen enkeltdeler til delmoduler, heretter kalt «spooler»¹⁰, deretter sendes spoolene til sveisekontroll - NDT. Rør med veggtykkelse større enn 19,1 mm må gjennom en varmebehandling som kalles gløding - PWHT¹¹. Deretter sendes rørene til overflatebehandling, hvilket kan innebære sandblåsing, maling o.l. Rørene sendes videre til installasjon hvor de blir installert og trykktestet. Når alle rør er testet går representanter fra Nymo og fra kunden sammen og foretar en sluttgodkjenning (MC)¹².

¹⁰ Innarbeidet uttrykk i næringen, blir og kalt «pipe spooler» eller «rør-spooler». Dette er prefabrikerte seksjoner av et helt rørsystem, inkludert rør og deler (flenser, ventiler mv), som sammenstilles ved fabrikklokale og fraktes til installering.

¹¹ Post Weld Heat Treatment – varmebehandling av materiale som er sveist i m.h.p. å fjerne spenninger i stålet.

¹² Mechanical Completion

1.3 Avdelingene i Nymo og deres arbeidsoppgaver

1.3.1 Design ingeniøravdeling

I denne avdelingen jobber det ingeniører / sivilingeniører med ulike bakgrunn (rør, bygg, hydraulikk). Det er omkring 35 ansatte, i tillegg er det i snitt 5 innleide årsverk og 10 årsverk som kjøpes utenfra. Deres oppgaver er å omarbeide informasjonen de får fra salgsavdelingen / kunder til komplette, elektroniske modeller. Informasjonsunderlaget varierer fra tilnærmet ingenting til godt utarbeidede prosjektskisser. Arbeidet er mer komplekst ved ombygging og restaurering enn ved prosjektering av nybygg.

1.3.2 Tilretteleggingsavdeling

Ansvarsfordelingen mellom design og tilretteleggingsavd er noe flytende, men grunntanken er at design skal sende sin utarbeidede modell til tilretteleggingsavd når den er ferdig. Her blir modellen delt opp i det som kalles arbeidspakker. Hver arbeidspakke kan bestå av flere spooler. Hvilke og hvor mange spooler som finnes i hver arbeidspakke fremkommer av plukklisten. Dette er en liste som følger alle arbeidspakker. Tilretteleggingsavd lager arbeidstegninger, plukklistene og sammenstillingstegninger. Av de 10 ansatte har en del ingeniørutdanning, mens andre jobber som tekniske tegnere. Flere har begynt som fagarbeidere hos Nymo og skaffet seg bred kompetanse gjennom praktisk arbeidserfaring.

1.3.3 Innkjøp / anskaffelse

Innkjøp bestiller rundt 70 % av bulkmateriell, som stål og rør, ut i fra informasjon gitt tidlig i prosjektet. De resterende rørene bestilles når mer spesifikk informasjon foreligger. De siste 30 % kalles «topping up» og har høyere kilopris enn den første delen av bestillingen. Dette skyldes at første bestilling er stor nok til å bestille direkte fra stålverk, mens topping-up er mindre og bestilles fra lager. Ledetiden spiller også inn; de første 70 % av stålet bestilles omtrent 10-12 uker før levering, mens topping-up bestilles omtrent 2 uker før.

Delelageret for forbrukskomponenter i Vikkilen bestiller deler ut fra behov. Beregninger og bestillinger foretas av ingeniører, mens fagarbeidere behandler varene på lageret. Totalt består avdelingen av 15 ansatte, hvorav 7 jobber på lager. Varelageret er et bufferlager hvor ikke-kritiske komponenter og volumkomponenter lagres. Dette er dels leverandørstyrt (to-boks system), dels

styrt av lagersjef hos Nymo. Lagersjefen plukker deler i henhold til plukklistene, og sender disse til avdelingene for prefabrikasjon og / eller montasje.

1.3.4 Prefabrikasjon

Denne avdelingen tar seg av den fysiske bearbeidelsen av rør. Rørene leveres til lagerområdet i Vikkilen, hvor rørene blir sagt i riktig lengde, fuget (bearbeiding for å kunne sveise) og slipt. Rør og andre komponenter (flenser, bjelker, plater osv.) sveises sammen til spooler. Et helt rørsystem består av flere spooler. I avdelingen prefabrikasjon er det omtrent 50 ansatte, her jobber både fagarbeidere med fagbrev og ufaglærte hjelpearbeidere.

1.3.5 Gløding - PWHT

Gløding utføres på spooler med godstykkelse større enn 19,1 mm. Dette er en tidkrevende prosess (10-17 timer) hvor materialet sakte varmes opp til en bestemt temperatur før temperaturen senkes etappevis og kontrollert etter gitte kriterier. Når to komponenter sveises vil metallet i nærheten av sveisen endre egenskaper på grunn av varmpåvirkning fra sveiseprosessen. Gløding er et tiltak som motvirker dette. Avdelingen ligger i Eydehavn og mottar spooler fra prefab. Arbeid med gløding utføres av fagarbeidere med sertifisering for denne type arbeid og dette er en tjeneste som ofte leies inn.

1.3.6 Overflatebehandling

Rørkomponenter som skal overflatebehandles sendes til sandblåsing / maling i Vikkilen eller Eydehavn. Avdelingens arbeid kan deles i to: Overflatebehandling før og etter installasjon. Deler som skal installeres uten at overflaten blir skadet (forbindelser som skrues med bolter eller små rørsystem) kan behandles i sin helhet i sprøytehallen. Rør som installeres ved hjelp av sveising kan også males i sprøytehallen, men området som sveises må males etter installasjon. Arbeidet utføres av fagarbeidere med fagbrev. Det er 10 ansatte i denne avdelingen.

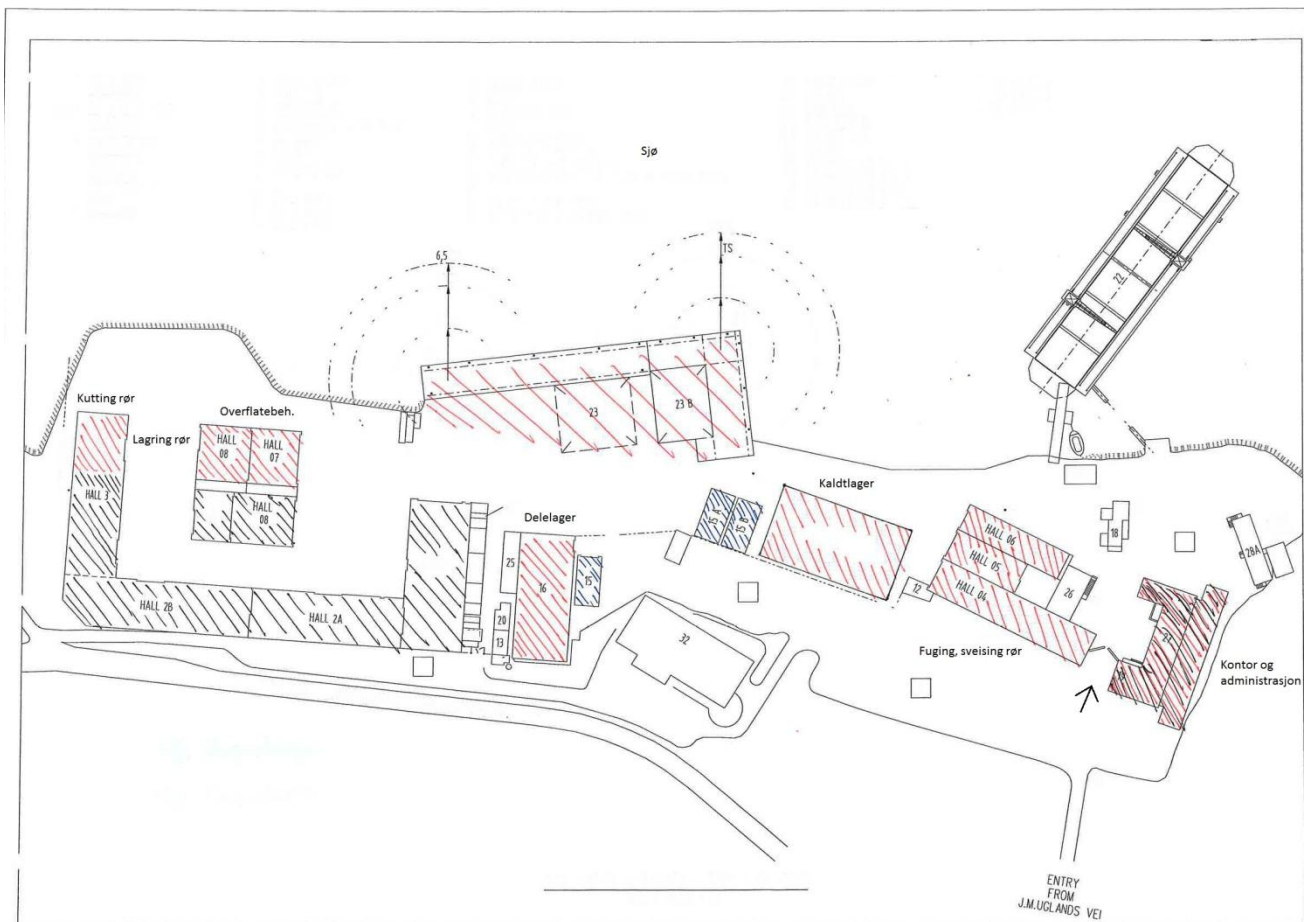
1.3.7 Sveisekontroll - NDT

NDT-avdelingen har 5 testmetoder for sveis: Visuell kontroll, kontrastvæske, magnetpulver, ultralyd og røntgen. Testmetode bestemmes av størrelsen på rørene og hva som skal transporteres i disse; visuell kontroll gjøres av sveiseren og er den minst omfattende testmetoden kontrollørene utfører, mens røntgenbilde av sveis befinner seg i motsatt ende av skalaen. Hvert prosjekt har et krav til hvor mange prosent av sveisene som skal testes ut over visuell kontroll som skal utføres på samtlige sveis. I Sevan Voyageur-prosjektet er kravet til utvidet testing 5 % i gjennomsnitt. Enkelte

rørssystemer kan ha krav til 100 % røntgentesting. Selve testingen utføres enten i røntgenbunkersen eller ute på rigg. I bunkersen kan testingen foregå uforstyrret, mens testing på rigg krever koordinering med andre disipliner. For å minimere kollisjon med andre disipliner er testing på rigg lagt til nattestid. Testing av sveis ved røntgen krever høy sikkerhetsradius p.g.a. strålefare, derfor er det i praksis ønskelig at røntgentesting kan utføres når sveisekontrollørene er alene på riggen. Fagarbeiderne som utfører testingen er sertifiserte for de ulike testmetodene.

1.3.8 Installasjon / Montering

Installasjon mottar deler fra prefabrikasjon, overflatebehandling, gløding og sveisekontroll, avhengig av hvilken sluttbehandling delene skal ha. For rørproduksjon i prosjektet Sevan Voyageur er leverandør oftest lager, da de fleste spoolene er produsert av Sevan i Danmark (DST). Arbeidspakkene skal inneholde all informasjon montørene trenger for å installere rørene, i tillegg kommuniserer formenn og montører tett for å løse utfordringer som oppstår. Montørene består av både arbeidere med fagbrev og ufaglærte hjelpearbeidere. Antall ansatte i avdelingen varierer fordi Nymo leier inn en del arbeidskraft. I prosjektet Sevan Voyageur var snittet på omtrent 100 årsverk.

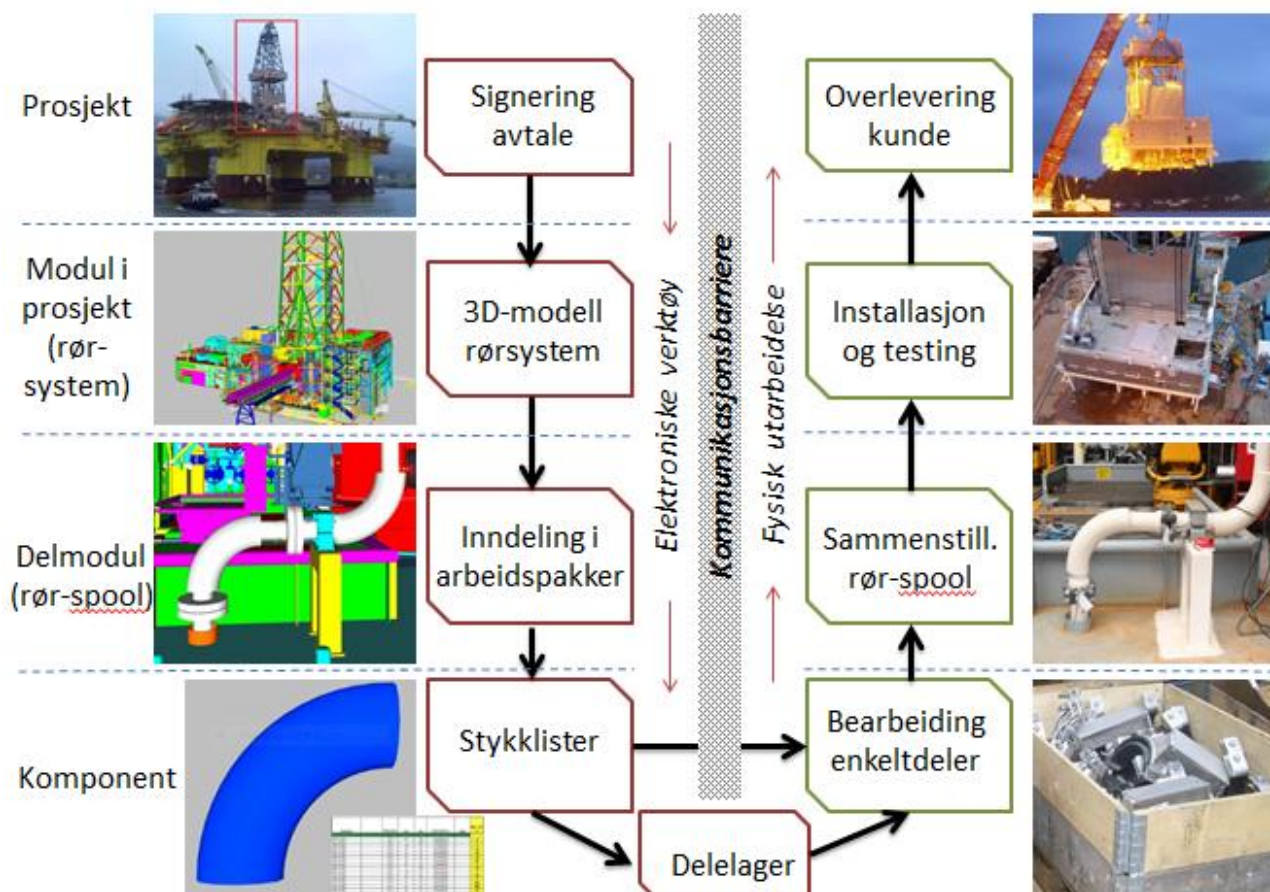


Figur 5: Nymos produksjonsområde i Vikkilen. Det er ca. 400 meter gangavstand fra kontor- og administrasjonsbygget til lokalet for kutting rør. Rørene lagres og kuttes til venstre, fraktes til lokalet for fuging og sveising til høyre, deretter fraktes de til overflatebehandling til venstre. Dersom rørene skal gjennom sveisekontroll / gløding må de transporteres til Eydehavn (30 km). Ved prosjekter som gjennomføres i Vikkilen må de også tilbake hit igjen (Kilde: Nymo AS).

1.3.9 Vikkilen

Produksjonsområdet i Vikkilen er på omtrent 41.000 m². Utformingen av selve produksjonsområdet bærer preg av å være bygget opp og tilpasset over lang tid (figur 5). Et eksempel er avstanden mellom rørsagen og prefabrikasjonshallen, som ligger i hver sin ende av produksjonsområdet. I produksjonslinja er prefabrikasjon nedstrøms aktivitet etter kuttemaskinen. Den fysiske avstanden mellom de to aktivitetene er omtrent 350 meter. Dette medfører transportering av komponenter over betydelige avstander, hvilket ikke bør anses som tjenlig med tanke på å tilstrebe økt effektivitet. Ved fremtidige forandringer av produksjonsfasiliteter bør mulighetene for å korte ned slik transport vektlegges. Et annet eksempel er sveisekontroll som tidligere kunne utføres i Vikkilen når det ikke foregikk annet arbeid (nattestid, evt. stenging av området med 50 meter klaring i lunsjpause). I dag er dette lokalet stengt og alle spooler som må testes før montering sendes til Eydehavn, da det ikke er fasiliteter for slik testing i Vikkilen. Transporten foregår med en semitrailer som går i skytteltrafikk mellom Eydehavn og Vikkilen.

Av de 3 avdelingene i Nymo er det kun Vikkilen som har innslag av alle leddene i EPCI, og derfor fremstår avdelingene på Eydehavn og Fjære som satellittforetak. Tidvis er det svært høy arbeidsintensitet på Eydehavn, men da hovedsakelig innenfor leddet Installasjon (EPCI). I oppgaven er helhetsfokuset derfor noe dreid mot organisasjonen slik den fremstår i Vikkilen.



Figur 6: Forenklet U-formet verdikjede i Nymo – saksgang og flyt av informasjon og varer. Avgrensning mellom detaljfokus, skille mellom elektroniske verktøy (venstre side) og fysisk arbeid (høyre side). Illustrasjoner skildres lagvis, der mangfoldet innenfor arbeidsområder avtar nedover. Øverst er den komplette installasjonen, nederst finnes enkeltkomponenter fra denne.

Nymos verdikjede kan fremstilles på flere måter, en forenklet tilnærming er vist i figur 6. Her er det forsøkt å illustrere skillet mellom tilgangen på elektronisk informasjon (3D-modellen av prosjektet er muligens den viktigste) for den enkelte ansatt. De ansatte som bruker datamaskin som hovedverktøy (ansatte i kontorbygget) har i de fleste tilfeller tilgang til 3D-modeller, mail, registreringsprogram mv. De ansatte i prefabrikasjons- eller installasjonsavdelingen er derimot avhengig av å kontakte sin formann for å få tilgang til 3D-modellen. De har tilgang til datamaskin i

verktøycontainere om bord på riggene, men terskelen for å ta denne i bruk blir høy siden det innebærer å måtte spørre «om lov».

Saksgangen i prosjektene kan deles inn i ulike detaljnivåer fra overordnet prosjektnivå når kontrakten undertegnes, til enkeltkomponentnivå når plukklistene er klare og prosjekteringen er ferdig. De samme nivåene gjentas, dog i motsatt rekkefølge, når prosjektet skal sammenstilles fysisk; enkeltkomponenter settes sammen til spooler og rørsystem, før hele prosjektet testes og overleveres til kunde. Med en slik fremstilling av verdikjeden kan det skimtes en speiling av verdiskapingen fra prosjektering / ingeniørarbeid til bearbeidelse og ferdigstillelse. Det er likevel ingen speiling av tilgangen på informasjon.

Informasjonsflyten følger stort sett verdikjeden (illustrert med blå piler). Det er derfor et behov for å skape kommunikasjonslinjer og informasjonsflyt mellom avdelinger på samme detaljnivå.

Et eksempel er tilretteleggingsavd (delmoduler, inndeling i arbeidspakker) som burde hatt større grad av direkte kommunikasjon med installasjon (sammenstilling delmoduler rør), spesielt i krevende prosjekter som Sevan Voyageur, hvor problemløsning av typen *making-do*¹³ er regelen oftere enn unntaket. I stedet for at en rørlegger tar direkte kontakt med personen som har prosjektert røret og får utfordringene løst med en gang, er det i Nymo per i dag lagt opp til at rørleggeren tar kontakt med sin formann, som så kontakter driftsleder. Han kontakter igjen tilretteleggingsavdelingens leder, som til slutt kontakter disiplinleder for ingeniører. Dette er en lang omvei, med de forsinkelser det måtte innebære dersom en eller flere i denne informasjonskjeden ikke er tilgjengelig(e) i det behovet for informasjonsutveksling melder seg. Når endringen er gjort tilsier prosedyren at omgjøringer følger samme vei tilbake, men rørleggeren får normalt beskjed i det utfordringen er løst. Dersom det er behov for re-design sendes det ut en ny revisjon.

¹³ Se kapittel 2.1.3 for forklaring

2 Teori

2.1 Lean

Lean production har blitt et populært begrep innen omstrukturering og fornying av bedrifter. *Slank produksjon* er det mest brukte norske uttrykket, og den kanskje mest sentrale tankegangen innenfor lean tenking er å fjerne sløsing av enhver art. Begrepet ble innført i forbindelse med amerikanske studier av japansk bilindustri på 1990-tallet av Womack et al. (1991). Begrepet *lean construction* er en forgreining tilpasset prosjektbasert industri, og er et eksempel på at tankesettet bak *lean production* vies oppmerksomhet også utenfor bilindustriens fabrikkgjerd.

I et historisk perspektiv listes bl.a. *JIT*¹⁴, *Kaizen*¹⁵, *Kanban*¹⁶ og *TKL*¹⁷ opp som egne trender innen produksjon, organisering og ledelse av Rolfsen (2000). Dette er filosofier, eller «trender», som i stor grad kan finnes igjen i litteraturen rundt *lean production*. Det er verdt å merke seg at listen tar for seg utviklingen frem til 1991. Rolfsen ser trendene i et kritisk lys, og lister blant annet opp hvilke forutsetninger som må være til stede for å skape gjennomslagskraft for en trend. Deri ligger mange av de praktiske utfordringene med å implementere lean i organisasjoner. Liker (2004) samler disse begrepene sammen med flere andre i 14 prinsipper og kaller de *The Toyota Way*, som en slags preskriptiv oppskrift for *The Toyota Production System (TPS)*. Liker fremhever *JIT* og *jidoka*¹⁸ som de 2 viktigste grunnsteinene i TPS, der oppnåelsen av innebygget kvalitet og «null feil» er en hovedfilosofi.

I Norden omtales arbeidslivsorganiseringen ofte som *den Nordiske modellen* (Gustavsen, 2011). Modellen lener seg til sosioteknisk teori, der formålet er å integrere teknisk-organisatoriske forhold (deriblant *jidoka*) i en organisasjonsmodell som fokuserer på evne til endring (Klev & Levin, 2009). En «bottom-up» tankegang ligger i stor grad til grunn for organisasjonsmodellen, hvilket innebærer demokrati, medvirkning og ansvarliggjøring av ansatte. Den Nordiske modellen innebærer også koblinger til læringsteori og innovasjon, se bl.a. Illeris et al. (2004) der metodisk streben etter å skape gode forutsetninger for disse faktorene står sentralt.

¹⁴ JIT = Just-in-time; nøyte tilpasset levering av varer/ deler, slik at sløsing i form av både venting og lagerhold unngås

¹⁵ Kaizen = Kontinuerlig, stegvise forbedringer

¹⁶ Kanban = system for påfylling av varer / deler, som trigger bestilling ut i fra forbruk / behov for varer

¹⁷ TKL = Total KvalitetsLedelse (engelsk: Total Quality Management, TQM)

¹⁸ Jidoka = automatisering kombinert med menneskelig intelligens

2.1.1 Redusert ledetid

I aggregert form vil en stor del av sløsing innen foredlingsprosesser synliggjøres i form av tapt tid. Tapt tid fører til økt ledetid i prosessen, og en innledende nedbryting av bestanddelene i ledetid kan defineres som en sum satt sammen av de følgende faktorene:

$$\text{Ledetid} = \text{Prosesseringstid} + \text{inspeksjonstid} + \text{ventetid} + \text{tid for bevegelse}$$

Formelen er nyttiggjort innen aktuell faglitteratur, f.eks. Koskela (2000), og utleder muligheter for å påvirke ledetid. Ved å anta at den totale andelen ikke-produktiv tid stiger ved økende grad av kompleksitet og avhengigheter, vil det innenfor konstruksjonsbransjen finnes et betydelig potensiale for å påvirke ledetiden. Lean tankegang utgjør et bredt fagfelt innen optimalisert organisering av industriell produksjon, og spesielt «Toyotas 7 wastes» peker på spesifikke sløsingfaktorer som påvirker bl.a. ledetid.

2.1.2 De 7 formene for sløsing

Et av grunnprinsippene i lean tankegang er å eliminere sløsing. Prinsippet stammer fra Toyotas identifisering av 7 typer sløsing, eller «wastes» som de kalles i engelskspråklig litteratur. De 7 typene sløsing er overproduksjon, overdrevent stort lagerhold, overprosessering, unødvendig transport, venting, unødvendig bevegelse og produksjon med feil / mangler. Ifølge Ohno (1988) er overproduksjon den verste formen for sløseri, ettersom dette forårsaker også de fleste andre typer sløsing. I Toyota skilles det også mellom verdiskapende og ikke verdiskapende aktiviteter. Verdiskapende aktiviteter er alt utført arbeid med et produkt som skaper verdi for kunden; det kunden er villig til å betale for. Motstykket er ikke-verdiskapende aktiviteter, eller sløsing. En mellomting kalles «ikke-verdiskapende, men nødvendig aktiviteter», som i utgangspunktet ikke tilfører produktet mer verdi, men som er nødvendig for å kunne utføre andre verdiskapende aktiviteter. Målet er å utføre kun de aktivitetene kunden er villig til å betale for (Liker, 2004).

Punktene under er nummerert for å forenkle benevnelsen av de ulike typene sløsing i det videre arbeidet, og baserer seg på de 7 typene sløsing nevnt i TPS. Dersom en aktivitet kan identifiseres i en av disse kategoriene anses det i denne oppgaven for å være synlig sløsing. Det presiseres at det ikke ligger noen form for prioritering av viktighet til grunn for denne nummereringen.

1: Overproduksjon: Produksjon av komponenter som ikke er bestilt, og som bedriften ikke får betalt for, er sløsing. En vesentlig del av lean tankegang er å utføre de arbeidsoperasjonene som øker produktets verdi i form av at kunden er villig til å betale for det. Følgelig vil produksjon av produkter som ingen betaler for være sløsing. Dette kan føre til overbemanning og unødvendig lagerhold, som også er sløsing.

2: Produksjon med feil / mangler: Produksjon av defekte komponenter betyr at bedriften må bruke ressurser på å rette feil, eventuelt blir nødt til å skrote komponenten. Dette er sløsing med arbeidstid og materiale. Kontroll på grunn av reparasjoner, unødvendig bearbeiding og erstatningsproduksjon er sløsing med tid og energi.

3: Overdrevent stort lagerhold: Overdreven lagring og forsinkelse av informasjon eller produkter resulterer i unødvendig store kostnader og dårlig kundeservice. Store råvarelagre, bufferlagre og ferdigvarelagre kan skjule dårlig produksjonsplanlegging og hindre problemer fra å komme opp til overflaten. Eksempler på sløsing som vanskelig avdekkes ved overdrevent store lagre er sene leveranser fra leverandører, feil produkter, stopp i produksjonen og lange omstillingstider.

4: Overprosessering: Å starte arbeidsprosesser med bruk av feil verktøy, prosedyrer eller systemer blir sett på som sløsing. Dette er særlig aktuelt når en enklere tilnærming kan være mer effektiv. Sløsing oppstår når komponenter «overbehandles»; det produseres bedre kvalitet enn nødvendig eller behandlingen gjøres mer komplisert enn nødvendig.

5: Unødvendig transport: Unødvendig forflytning av mennesker, varer og informasjon resulterer i sløsing av tid, innsats og kostnader. Gjelder også flytting av varer i arbeid over lengre avstander, varer / råvarer som flyttes mellom arbeidsprosesser eller mellom lager. All form for transport sees på som ikke-verdiskapende.

6: Venting: Perioder med inaktivitet der mennesker, varer eller informasjon blir stående på vent er sløsing. Venting resulterer i dårlig flyt og lengre ledetid.

7: Unødvendig bevegelse: Dårlig utformet arbeidsmiljø er en form for sløsing. Dersom de ansatte har dårlig ergonomi på arbeidsplassen kan det resultere i unødvendige bevegelser i form av strekking, bøying og at de ansatte til stadighet mister varer.

2.1.3 Making-do, den åttende formen for sløsing

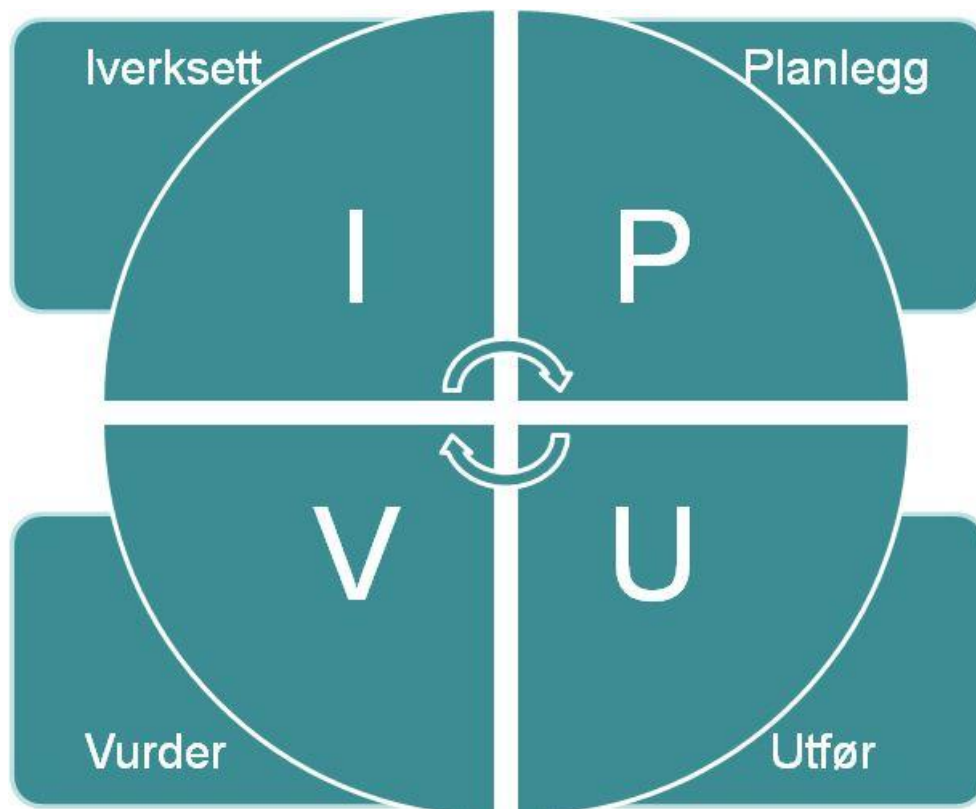
Koskela (2004) redegjør for en åttende faktor for sløsing, som han kaller *making-do*. Begrepet skildrer situasjoner der det iverksettes prosesser uten at de 7 *forutsetningene for sunn aktivitet*¹⁹ er til stede. Making-do forekommer hovedsakelig fordi stopp i fremdriften er mindre ønskelig enn å sikre fremdrift ved bruk av suboptimale substitutter for manglende forutsetninger. Slike avgjørelser blir ofte tatt spontant, og kan bære et betydelig preg av «brannslukking». Konseptuelt er making-do det motsatte av bufferlagring; en forutsetning kommer på plass *etter* at prosessen er iverksatt i stedet for å være klargjort på forhånd. Bruk av hensiktsmessig planleggingsmetodikk vil kunne redusere forekomsten av making-do, spesielt kan The Last Planner System (se kap 2.1.5) sitt fokus på friskmelding av aktiviteter være et egnet verktøy for å styre unna situasjoner der denne åttende formen for sløsing kan forekomme.

2.1.4 Demings ledelseshjul og A3

Sentralt i både TKL- og Lean-tankegang står fokuset på kontinuerlig forbedring i produksjonsprosesser. En mye brukt grunnmodell for slike prosesser er den såkalte forbedringssløyfa, også ofte kalt ledelseshjulet eller PDCA-syklusen²⁰. Deming så senere at fasen «Check» indikerte en kontrollerende funksjon, og at benevnelsen på fasen med fordel kunne byttes ut med «Study». Dette i tråd med teori som fokuserer på kontinuerlig læring og utvikling, som innen f.eks. lean tankegang (se f.eks. Klev and Levin (2009); Illeris and Andersen (2004)).

¹⁹ De 7 forutsetningene for sunn aktivitet er skissert i kap 2.1.5

²⁰ Plan – Do – Check – Act



Figur 7: Demings ledelsessirkel, Shiba et al. (1993) (engelsk: PDSA – Plan, Do, Study, Act).

Varianter av denne fasevise 4-stegsmodellen er anerkjent og viet relativt stor oppmerksomhet i industrien, men graden av faktisk gjennomførelse av alle stegene i modellen er langt mer varierende. Ifølge Sobek & Smalley (2008) utgjør ledelsessirkler en noe skjør metode som står seg svært godt i teorien, men som ofte svikter i implementeringsfasen. Brytningen mellom teori og praksis utgjør altså et kritisk område, og det finnes derfor behov for en supplerende metodikk som kan underlette implementeringen av forbedringssløyfer. A3-tankegang kan betegnes som en av flere typer slike metoder som kan bidra til å gi PUVI-arbeidet nødvendig tyngde i endringsbaserte gjennomføringsfaser.

Begrepet *A3 tankegang* henspiller på den opprinnelige bruken av et A3-ark innenfor spesielt kontorlandskap, der problemløsning eller forslag til endringer skildres innenfor rammene på én side av et A3-ark. Det begrensede formatet tvinger forfatteren/ forfatterne til å gå rett til kjernen av temaet, og utnytte arealet på en mest mulig iøynefallende og hensiktsmessig måte. Budskapet blir dermed svært lettfattelig (Sobek & Smalley, 2008).

A3-arket distribueres så på kryss og tvers i avdelingen/ organisasjonen, der tilbakemeldinger og innspill fra de forskjellige ansatte blir hensyntatt og vurdert etter følgende kriterier:

1. **Logisk tankeprosess:** Skille tydelig mellom virkninger og årsaker. Innsikt i 80/20 tankegang (Pareto).
2. **Objektivitet:** Måling, fakta, statistikk. Skille kvalitative fra kvantitative metoder
3. **Resultater og prosess:** «Quick-fix» tatt fra hoftehøyde er uakseptabelt. Prosessen frem til resultater skal være oppbyggelig og legitim.
4. **Sammensetning, utsortering og visualisering²¹:** Figurer brukes til å erstatte mange ord, dersom mulig.
5. **Tilpassing:** A3 sendes på kryss og tvers, for å finpusses til størst mulig grad av konsensus. Personer hvis bidrag ikke når gjennom gis en oppbyggelig forklaring på hvorfor andre løsninger/ mottiltak ble foretrukket av majoriteten.
6. **Intern koherens, harmoni på tvers av bedriften:** A3 har en målsetting som rimer med hele selskapets visjoner og verdier.
7. **Systemisk synspunkt:** Unngå intern suboptimalisering og fokusere på tiltak som tjener helheten.

Etter at A3-arket har vært innom avdelinger og ansatte kan resultat være betydelig forandret i.f.t. utgangspunktet. De ansatte har fått gitt sin stemme, og det endelige budskapet på A3-arket vil samtidig ha fått en betydelig grad av konsensus.

Ved forslag til endringer av praksis er nettopp konsensus en av flere avgjørende faktorer for hvorvidt endringen faktisk lar seg gjennomføre (Schein, 1987). Slik sett kan A3-metoden betraktes som et endringsverktøy med et sterkt involverende og demokratisk preg, i motsetning til mer toppstyrte endringsverktøy som f.eks. Kotters 8-steps metode. I et skandinavisk, prosjektbasert kontorlandskap vil A3-metodikk derfor kunne forventes å passe godt inn i den egalitære samarbeidskulturen som er generelt utbredt i Norden, og i særdeleshet den type bransje Nymo opererer innen.

Bruken av A3 deles gjerne inn i to hovedgrupper; problemløsning og forslag. Tabell 1 viser noen nøkkelord for særpreg innenfor de to typene bruk. Innen TKL- og Lean tankegang er desentralisering av ansvar et gjennomgående tema, og for bedrifter som har en slik type utviklingsarbeid vil det fra et involveringsperspektiv kunne være gunstig å rette et ekstra fokus mot problemløsingdelen.

²¹ Engelsk: Synthesis, distillation and visualization

Tabell 1: Bruken av A3 på h.h.v. problemløsnings- og forslagsnivå. Tabellen viser karakteristika ved de to nivåene, samt hvordan forskjellige typer fokus kan behandles på en hensiktsmessig måte.

| | Problemløsning | Forslag |
|--|---|--|
| Tematisk innhold eller fokus | Forbedringer relatert til kvalitet, kostnad, levering, sikkerhet, produktivitet, etc. | Policy, visjoner, avgjørelser, prosjekter av betydelig størrelse med ditto krevende investeringer og/eller implementeringer. |
| Involverte personers kompetanse- og modningsnivå i bedriften | Nyansatte, opptil middels erfarne, begrensede ansvarsområder. Frontlinje. | Erfarne ansatte og ledere. |
| Analyse | Sterkt fokus på objektivitet og rotårsaker | Forbedringer basert på status quo («gap analysis»), blanding av kvalitative og kvantitative |
| PDCA-syklus | Dokumentasjon av komplett PUVI-syklus, med fokus på forbedringer og verifikasjon av resultat. | Sterkt fokus på P-leddet, med foreslåtte V og I-steg lagt inn i implementeringsplan. |

A3 tankegang blir av Sobek & Smalley (2008) omtalt som «PUVI for viderekomne», og vil kunne passe ekstra godt inn i organisasjoner som allerede har et betydelig preg av Lean- eller TKL-kultur. Slik sett er den ikke i særlig grad å regne som en byggestein for Lean tankegang / TKL, men snarere en komplementær strategi som underveis kan styrke utviklingen av slik kultur. I den grad innslag av den Nordiske modellen kan vurderes som et organisasjonsmessig steg på veien i utvikling av Lean / TKL-kultur, kan det argumenteres for at nordiske bedrifter generelt har et relativt godt utgangspunkt for å ta i bruk A3-tankegang.

2.1.5 The Last Planner System

The Last Planner System (LPS) er en sentral metode innenfor lean construction. Ifølge Kalsaas & Sacks (2011) utgjør LPS en nøkkelmetode som innbefatter

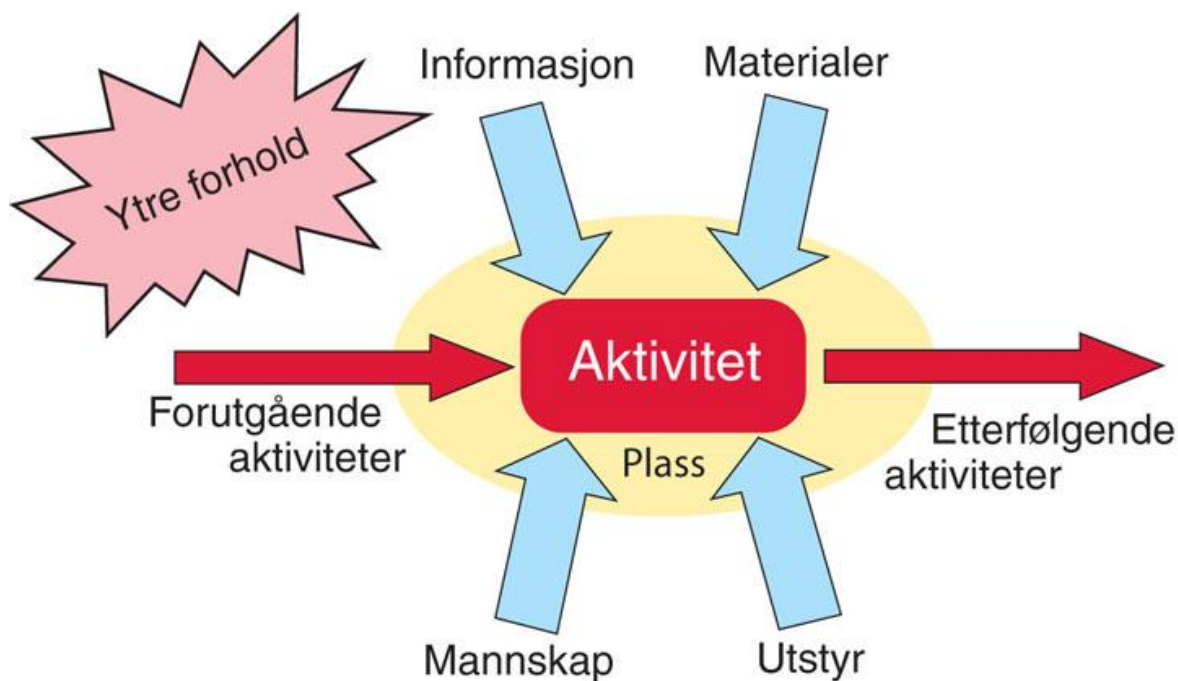
- Styrking av forutsigbarhet i prosesser via redusert variabilitet
- Ivaretagelse av fleksibilitet bl.a. via tilgang til sunne bufferaktiviteter
- Involvering av utførende personell innen planlegging og koordinasjon

Dette oppnås ved å koordinere ressurser og beslutninger gjennom strukturert møtevirksomhet mellom involverte fagdisipliner. Hovedresultatet fra LPS er redusert sløsing via reduksjon i variasjon. Metodikken er slik at «det kan forventes økt nytte desto mer komplekst et byggeprosjekt er i form av usikkerhet, risiko og sterke gjensidige avhengigheter mellom fag» (Kalsaas et al. (2010)). Flere av de større byggentreprenørene i Norge har vist interesse for LPS og har utviklet egne

verktøy basert på Ballards tankegang, der Skanskas *Bakoverplanlegging* og Veidekkes *Involverende Planlegging* er eksempler på dette.

Veidekke Entreprenør har siden 2006 i samarbeid med Norges Forskningsråd utviklet en egen versjon av The Last Planner System, som de kaller *Involverende Planlegging*. Hovedmålet med arbeidet er å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonen ved å involvere alle i planleggingen av egen hverdag. Gjennom stegvis utprøving av erfaringer på stadig større prosjekter har Veidekke klart å skape et helhetlig konsept til sitt virkeområde.

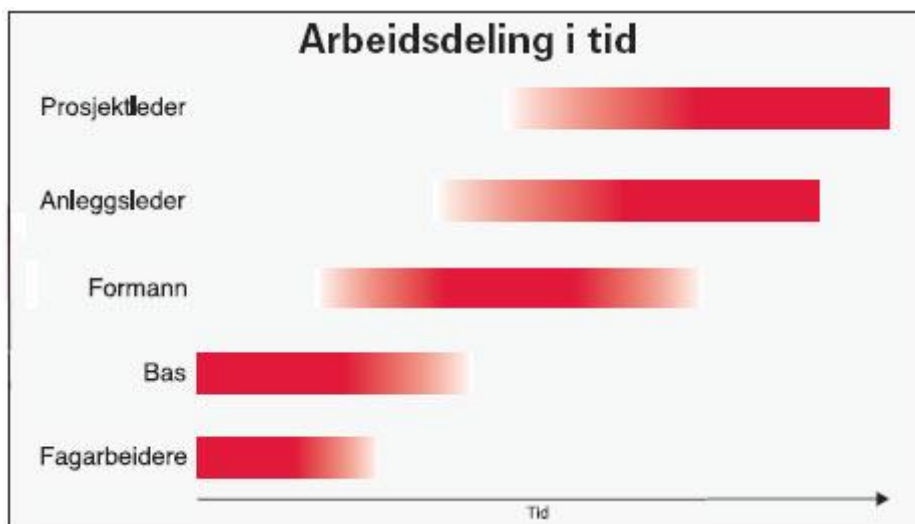
Grunntanken i metoden er å legge til rette for sunne aktiviteter; arbeidsoperasjoner hvor alle de 7 faktorene for en sunn aktivitet er til stede (Bertelsen, 2003). Dette gjøres ved at de som skal utføre aktiviteten er med og planlegger hvordan og når den skal utføres, og ser til at alle aktiviteter som planlegges utført i nærmeste fremtid er sunne (se figur 8). Aktiviteter som ikke er sunne bør søkes å gjøre sunne, eventuelt må de settes til side, dersom det er mulig.



Figur 8: De 7 forutsetningene for sunn aktivitet²² En gjennomgang av disse foretas i korte planleggings- og koordinasjonsmøter underveis i prosjekter, og fungerer da som en sjekklister/ friskmelding av planlagte aktiviteter. Dersom én eller flere forutsetninger mangler, bør aktiviteten utsettes til alle forutsetninger er på plass.

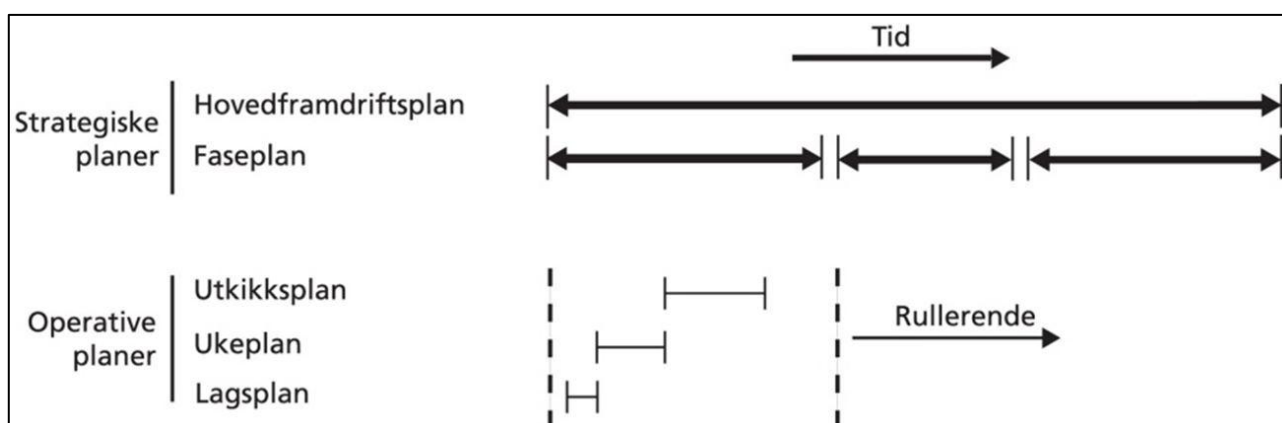
²² Figuren er hentet, med tillatelse, fra www.veidekke.no, Innhold stammer fra Koskela (2000), grafikken fra Bertelsen (2003).

Metoden baserer seg på en gjennomtenkt møtestruktur og at ledere på ulike nivåer har ulike tidshorisonter på sin planlegging: Baser og fagarbeidere fokuserer på de inneværende og kommende uke, formenn planlegger f.eks. 2-4 uker frem i tid, anleggsleder planlegger 5-9 uker frem i tid og prosjektleder har oversikt over hovedfremdriftsplanen (figur 9).

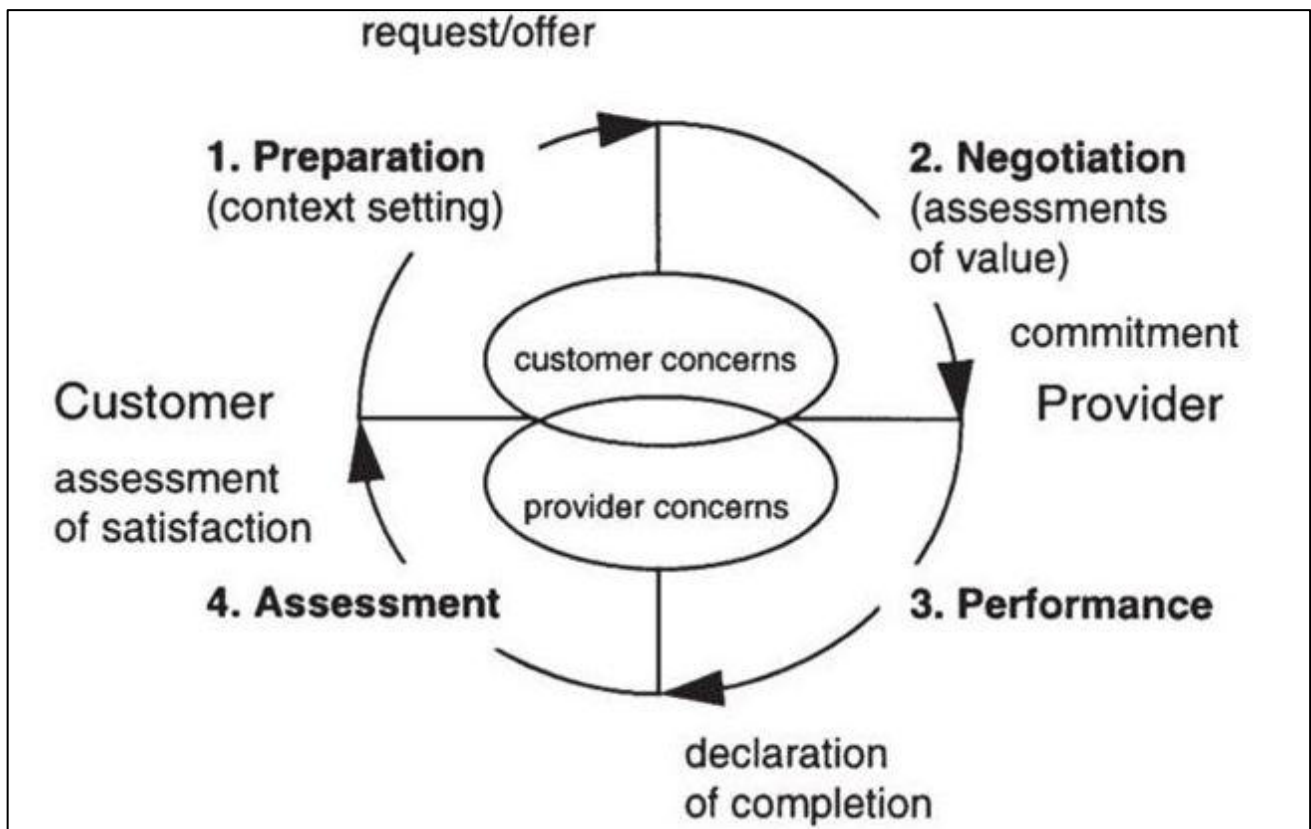


Figur 9: Ulike ledernivåer har ulikt fokus når det kommer til tidshorisonter (figur utarbeidet av Veidekke (2011) i samarbeid med Lars Andersen, NTNU Samfunnsforskning AS).

En vesentlig del av metoden er møtene hvor representanter fra ulike fagdisipliner møtes og sammen planlegger hvilke aktiviteter som skal utføres til hvilken tid (figur 10). Slik skapes innsikt og forståelse for at andre fag er like viktig som ens eget, og gjennom å bestemme i plenum hvordan fremdriften skal være forplikter den enkelte seg også til å gjøre ferdig aktiviteten i tide. Dersom en aktør oppdager at aktiviteten blir forsinket plikter aktøren å gi beskjed om dette så raskt som mulig. Metoden tar sikte på å anse planer som gjensidig forpliktende løfter (figur 11), i motsetning til «ordre» som tradisjonelt har vært gitt fra ulike ledernivå.



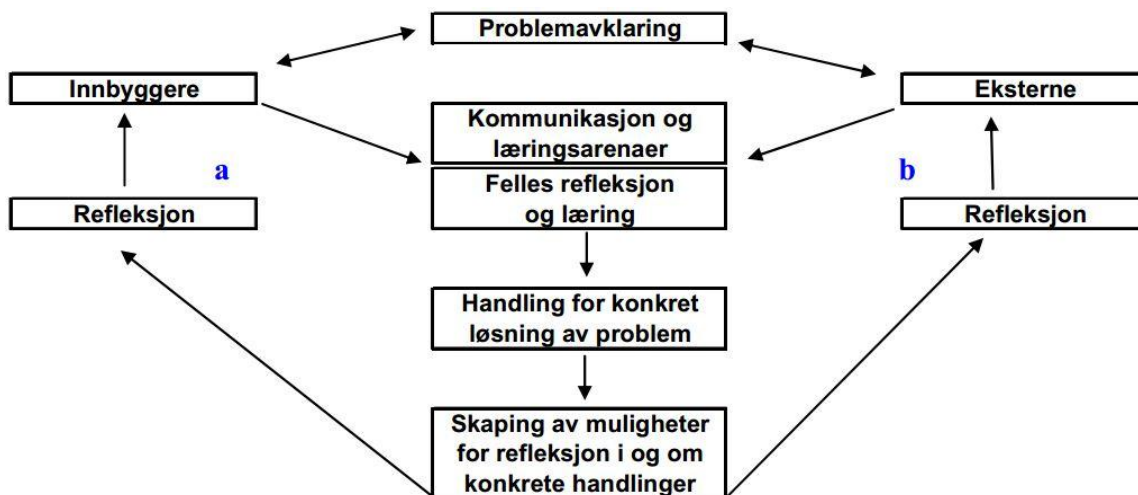
Figur 10: Møtestruktur i Veidekke (Veidekke, 2011).



Figur 11: Lovnadssyklus, en sentral modell i den operative delen av Last Planner System (figur opprinnelig utarbeidet av Fernando Flores, og hentet fra Reilly (1997)).

2.1.6 Læringsteori – den samskapte læringsmodellen

I likhet med A3-tankegang representerer LPS i stor grad en strukturert, praktisk metodikk som hjelper til i gjennomførelsen av PUVI-sløyfa. Bruk av begge disse metodene innebærer en desentralisert involvering i planleggings- og koordinasjonsarbeid, samtidig som de fremmer samhandling mellom forskjellige fag og typer kompetanse. En slik type læring sammenfaller i stor grad med intensjonene i Lean, TKL og generelt for ønsket om å ha en såkalt lærende organisasjon. Begrepet samskapt læring (Elden & Levin, 1991) skred frem tidlig på 90-tallet, og bygget på forskningsbasert litteratur innenfor organisasjonsutvikling. Det kan være verdt å merke seg at litteratur innenfor Lean (f.eks. Womack et al. (1991)) også gjorde sitt store inntog akkurat i denne perioden tidlig på nittitallet.



Figur 12: Den samskapte læringsmodellen (Greenwood & Levin, 1998).

En annen, og nok mer omfattende «trend» innenfor litteratur rundt endringsledelse tok tak midt på 90-tallet, der den kanskje fremste eksponenten for dette var boken «Leading Change» (Kotter, 1996). En rekke andre populærfaglige «kokebøker» for endringsledelse fulgte i kjølvannet av denne trenden, og bøkene bar et bemerkelsesverdig preg av å mangle referanser til relevant, forskningsbasert litteratur. Allikevel ble disse bøkene populære i bestemte kretser, spesielt solgte de svært godt på flyplasser (Klev & Levin, 2009). Innenfor Lean/ TKL-preget organisasjonsutvikling er det grunn til å vie betydelig skepsis til formen for endringsledelse denne typen litteratur presenterer, og i større grad lene seg til prinsippene som skred frem fra relevant faglitteratur. De desentraliserende og involverende elementene fra den samskapte læringsmodellen (figur 12) utgjør kritiske deler av Lean-tankegang, og modellen er derfor en bedre innfallsvinkel til en slik type genuint, kontinuerlig utviklingsarbeid enn mer toppstyrte strategier som f.eks. Kotters 8-steps metode.

De lavutdannede stiller på flere måter dårligst m.h.p. muligheter for læring i arbeidslivet, f.eks. ved at de typisk har de minst komplekse arbeidsoppgavene, minst grad av selvstendighet i arbeidet, og minst grad av deltakelse på fellesarenaer for refleksjon (Illeris & Andersen, 2004). Målrettede læringstiltak for denne gruppen av ansatte er derfor kritisk i Lean organisasjonsutvikling. Egnede former for inkluderende og involverende tiltak bør iverksettes, som fører til at arbeidsgruppen får økte muligheter til kompetanseutvidelse og jobbutfoldelse. Strukturerte former for dataassistert opplæring er en mye brukt metode bl.a. i skipsfartsnæringen²³, dette kan tenkes å være et godt supplement i å gjøre de lavutdannede bedre rustet til å delta aktivt i en lærende organisasjon.

²³ Se f.eks. www.seagull.no for mer om funksjoner og brukergrensesnitt.

2.2 Begrepet flyt – produktivitet i komplekse operasjoner

Begrepet *produktivitet* blir i faglitteraturen som oftest referert til som forholdet mellom resultater og deres tilhørende innsatsmidler (Haugebo et al. (2010)). Den enkleste formen for beregning av produktivitet er gjerne å fokusere på en isolert prosess, for eksempel hvor mange kvalitetsgodkjente kontra -underkjente operasjoner en maskin eller prosess utfører. En slik avgrenset type beregning resulterer i det som innen faglitteratur gjerne kalles enfaktorproduktivitet (se f.eks Rusten (1985)). Produktivitet i sin enkleste form uttrykkes vanligvis som

$$\text{Produktivitet} = \text{resultat} / \text{innsats}$$

der verdier over 1,0 representerer ønsket resultat.

En begrensning ved produktivetsmålinger er dets forenklete og overfladiske fokus på forholdet mellom input og output. Mellom disse ytterpunktene i en produksjonsprosess skjer det en verdiskaping, en foredlingsprosess, som produktivetsbegrepet forteller lite om. Den høye graden av kompleksitet innenfor konstruksjonsbransjen øker spennet mellom disse ytterpunktene både i tid og antall enkeltoperasjoner. Thompson (2003) fokuserer på at dette forholdet fører til en økt grad av gjensidige avhengigheter mellom enkeltoperasjonene i konstruksjonsprosessen. Bølviken og Kalsaas (2011) peker på ønsket om å avløse bruken av produktivetsmålet ved måling av totalproduktivitet innen konstruksjonsbransjen, da metodens svakheter gjør den bortimot irrelevant i.f.t. beskrivelser av selve verdiskapingsprosessen. Bølviken og Kalsaas trekker frem begrepet flyt som en innfallsvinkel, der flyt forstås som en serie av analyserbare aktiviteter innenfor en større prosess (Shingō, 1988).

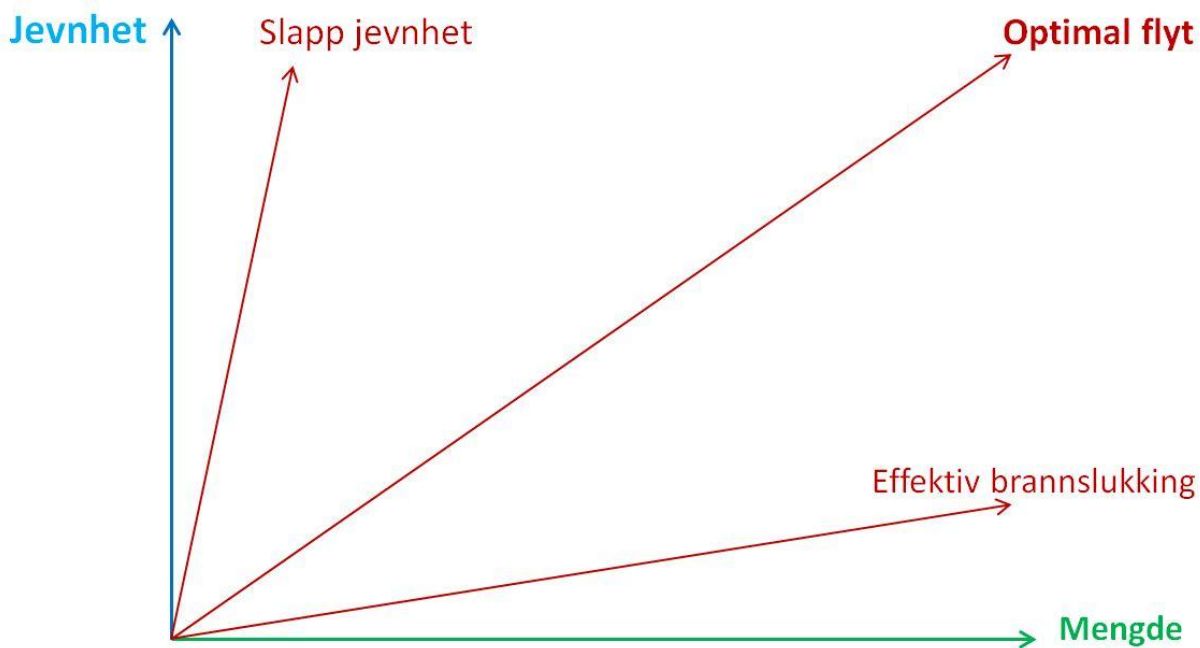
Salthaug & Sørensen (2010) deler flyt inn i to faktorer: En som beskriver intensitet eller mengde, og en som beskriver jevnhet eller fravær av variasjon (figur 13). Denne oppdelingen i to grunnbegreper innenfor måling av produktivitet (eller flyt) representerer en utvidet mulighet for å identifisere styrker og svakheter i en produksjons- eller konstruksjonsprosess. Sentralt i flytbegrepet plasseres aktiviteter, eller snarere rekken av aktiviteter i en verdikjede (Bo Terje Kalsaas & Bølviken, 2010). Disse utgjør selve foredlingsprosessen i verdikjeden, ved at sunne aktiviteter tilfører produktet en verdi i tillegg til verdien den hadde etter forrige aktivitet. Ved at sunne aktiviteter pekes på som et sentralt delmål i en foredlingsprosess, bør det i et verdistrømperspektiv være et høyest mulig innslag av denne verdiskapende aktiviteten i forhold til andre, ikke-verdiskapende faktorer.

Bertelsen (2003) har fremstilt en grafisk illustrasjon av 7 forutsetninger for sunn aktivitet (figur 8). Dersom flere sunne aktiviteter finner sted etter hverandre, dannes det som i sum kan betegnes som god flyt.

Jevnhet: I en produksjonssammenheng der det finnes en betydelig grad av serielle eller gjensidige avhengigheter, er *jevnhet* utslagsgivende for hvilken produksjonsrate det er mulig å opprettholde. Variabilitet i f.eks. mengde, tidsbruk mv øker sannsynligheten for at forskjellige former for sløsing oppstår. En høy grad av jevnhet muliggjør derfor en mer nøyaktig planlegging-, plassering- og kalibrering av ressurser.

Mengde: Forutsetninger for aktivitet har en kvantitativ eller intensiv side, som i denne sammenheng kalles *mengde*. Mengde kan her henseile på parametere som antall, kapasitet, størrelse, volum, hastighet, areal, o.l.

De respektive gradene av jevnhet og mengde i en verdiskapingsprosess vil kunne variere ganske uavhengig av hverandre, der graden av korrelasjon mellom faktorene varierer avhengig av hvilken type prosess som måles. Forskjellige kombinasjoner av høy / lav er skissert i figur 13, der optimal flyt oppnås ved at begge faktorer er høye. Koskela (2004) poengterer at konstruksjonsbransjen har et betydelig innslag av *making-do*, en type sløsing forårsaket av variabilitet. Høyt innslag av *making-do* vil i denne konteksten plassere verdiskapingsprosessen i den nedre delen av figuren, der «effektiv brannslukking» mot høyre i figuren er mest fordelaktig.



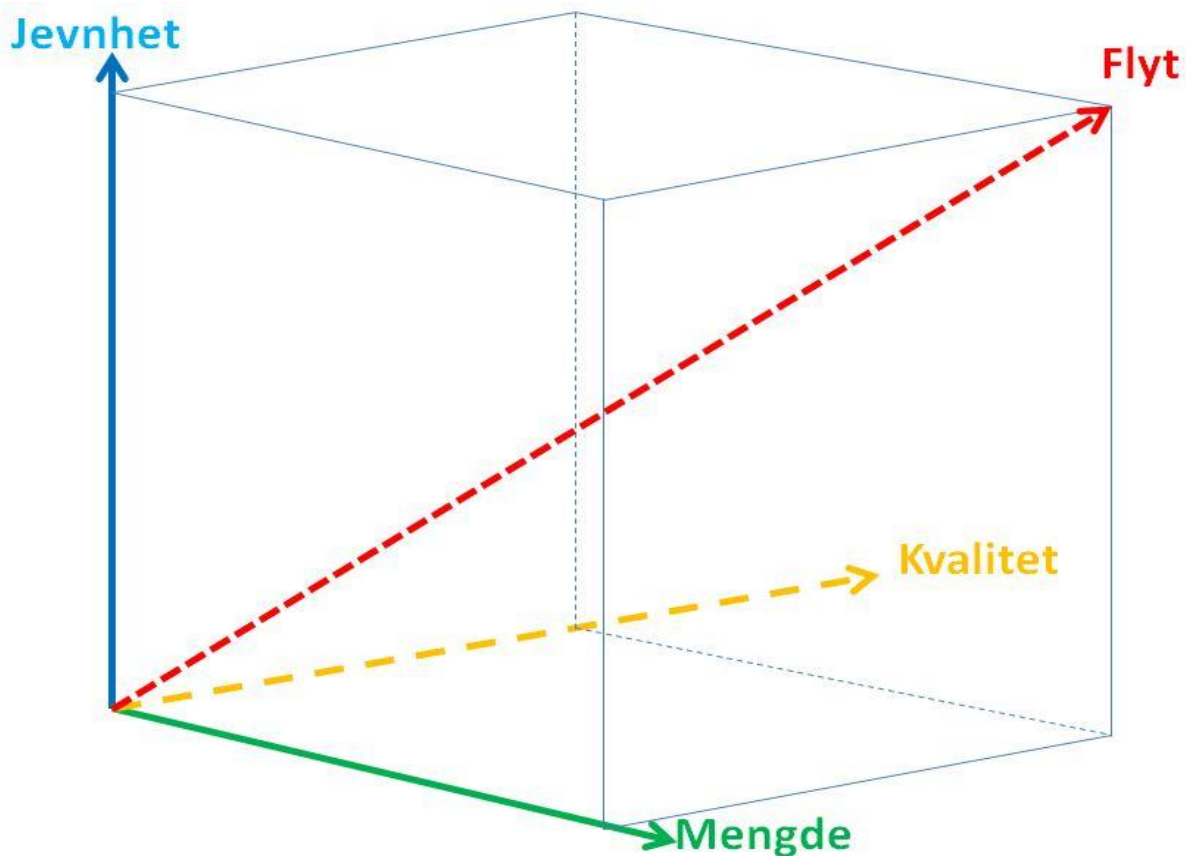
Figur 13: Eksempler på hvordan forskjellige varianter av flyt kan utarte seg når de dekomponeres til grader av h.h.v. jevnhet (fravær av variasjon) og -mengde (intensitet)²⁴.

2.2.1 Utvidelse av flytbegrepet

I komplekse sammenhenger kan det todeltede flytbegrepet med fordel utvides til å inkludere også en kvalitativ faktor (Ellingsen & Fredriksen, 2011), se figur 14. Intuitivt kan nok dette gi mening i bedrifter som fokuserer på nettopp kvalitetsheving, som f.eks. ymse tiltak i tråd med teori rundt Lean tankegang og TKL. Utvidelsen til en slik tredelt dekomponering av flyt åpner for ytterlig definisjon og treffsikkerhet i analysesammenheng. Koblingen av de 3 faktorene jevnhet, mengde og kvalitet kan tenkes anvendt i flere perspektiver, avhengig av f.eks. teknisk-organisatoriske forhold i omgivelsene.

Kvalitet kan tolkes innenfor mer eller mindre abstrakte områder, der eksempler på førstnevnte kan finnes innen f.eks. HMS og læringsmiljø. Av mer konkrete kvalitetsmål er *Six Sigma*, hvis begrep stammer fra at tekniske enheter har en statistisk andel godkjente operasjoner som inkluderer 6 standardavvik fra middelverdi. Dette tilsvarer et gjennomsnitt på kun 3,4 feil pr million operasjoner. Begrepet *Six Sigma* representerer en utbredt målsetting innenfor bl.a. samlebåndsindustri og standardiserte enkeltprosesser. I konstruksjonssammenheng er det mer krevende å oppnå så høye definerte kvalitetskrav, da den økte kompleksiteten og unikheten til hver konstruksjonsprosess

²⁴ Bearbejdet fra forelesning IND 501 Ledelse i Verdikjeder, Bo Terje Kalsaas 2011. Figuren er hentet fra Bølviken & Kalsaas (2011) og bygger på ideene fra Salthaug & Sørensen (2010).



Figur 14: Illustrasjon av hvordan de tre parameterne jevnhet, mengde og kvalitet alle bidrar til graden av flyt i en produksjonsprosess²⁵.

fører med seg et større antall muligheter for feil (Thompson, 2003). Brytes konstruksjonen ned i mindre stykker, vil bruddstykker av prosessene dog i større grad minne om linjeproduksjon.

Funksjonalitet er en utbredt parameter i byggeprosjekter, der hensynet til funksjonalitet veies i forhold til pris og leveringstid. Hensynet til funksjonalitet er generelt svært høyt i offshoreinstallasjoner, da det finnes en sterk korrelasjon mellom installasjonens OEE²⁶ og den verdiskapingen installasjonen representerer. Holdbarhet og driftssikkerhet er parametere som inngår i dette bildet. Økonomisk risiko blir påvirket av OEE, der driftsstans kan ha store økonomiske konsekvenser for operatørselskapet. Følger man verdistrømmen i et offshore konstruksjonsprosjekt, vil kostnader knyttet til endringer/ korreksjoner stige jo lengre ut i kjeden man har kommet. For offshoreinstallasjoner vil kostnader knyttet til endringer etter levering være svært høye grunnet krevende logistikk og dårlige arbeidsforhold på feltet. En ekstrem form for sløsing oppstår når slikt arbeid må utføres, og denne sløsing forverres dersom arbeidet også

²⁵ Figur hentet fra Ellingsen & Fredriksen (2011), som bygger videre på figuren fra Bølviken & Kalsaas (2011).

²⁶ OEE = Overall Equipment Efficiency

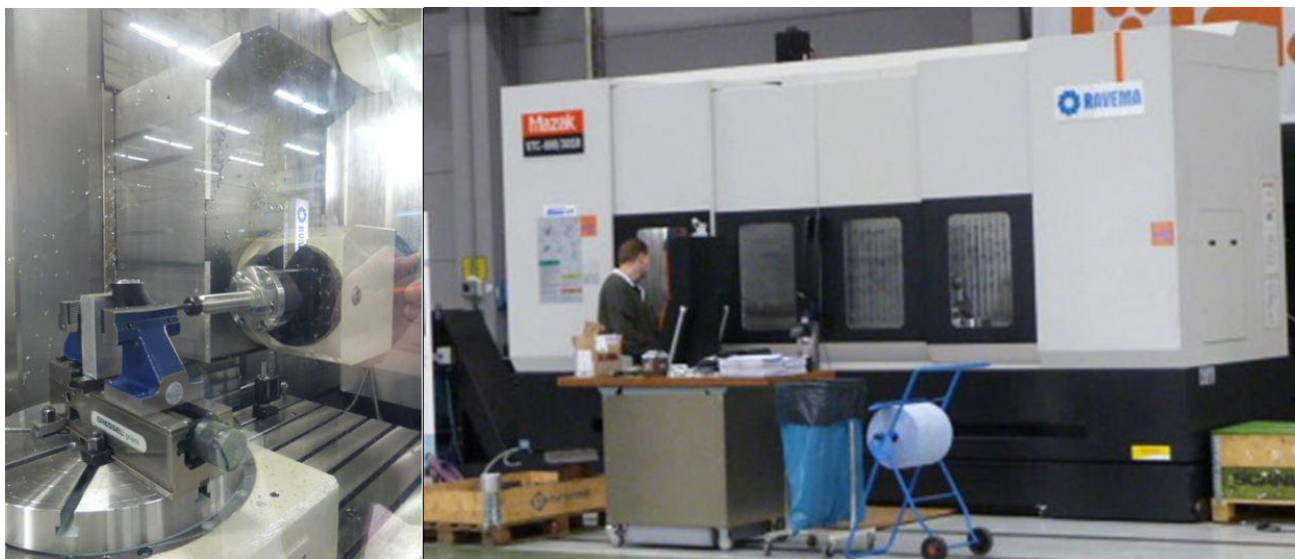
innebærer tap av dagrater eller produksjon for operatørselskapet. I denne konteksten tydeliggjøres betydningen av innebygget kvalitet, der ligningen

$$\text{risiko} = \text{konsekvens} * \text{sannsynlighet}$$

taler for å fokusere på sannsynlighetsmomentet. Flytbegrepet kan være til hjelp i en slik sammenheng, ved at dekomponering av flyt kan gjøre det lettere å treffe målrettede tiltak for bl.a. å bygge kvalitet inn i konstruksjonens bestanddeler.

2.2.2 Korrelasjon mellom flytfaktorer

Den opprinnelige todelingen av flytbegrepet kan innebære korrelasjon mellom faktorene, og ved en tredeling kan det forventes at korrelasjon faktorene imellom vil opptre i noe større grad. Et illustrativt eksempel for identifisering av slik korrelasjon kan være å sammenligne bruken av en CNC-maskin²⁷ opp imot tilårskomne maskineringsmetoder med bruk av forskjellige manuelle operasjoner. Dette som del av en kost/nytte-analyse²⁸ av en mulig investering i CNC-maskin.



Figur 15: CNC-maskin, som sammenlignet med manuelle metallbearbeidingsmetoder kan tilby forbedringer i alle de 3 flytfaktorene.

²⁷ CNC (Computer Numerical Control) er en etablert forkortelse for automatiserte fresemaskiner for metall. Karakteristika for CNC-maskiner er rask prosessering og svært høy presisjon (< 0,025 mm).

²⁸ En slik vurdering er aktuell for Nymo AS, iflg. prosjektleder for rørproduksjon.

Det kan skisseres at:

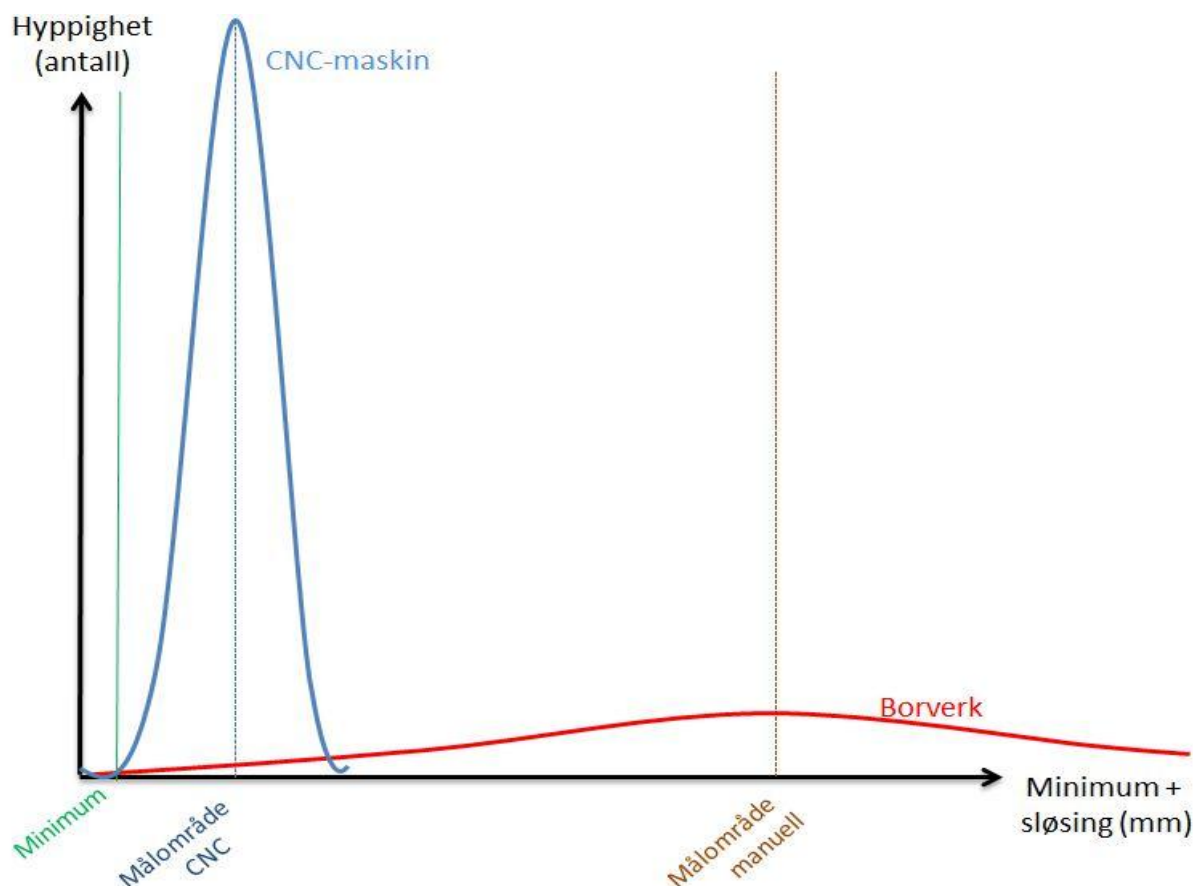
- CNC tilbyr økt **mengde** (pr tidsenhet), da den har raskere prosessering.
- CNC tilbyr økt **jevnhet** ved mer forutsigbar prosesseringstid og-utførelse.
- CNC tilbyr økt **kvalitet** dersom operatøren²⁹ utnytter CNC sin høye forutsigbarhet i utførelse til å endre målområdet (figur 16) tett ned mot det kostnadsoptimale punktet. Konkretisert kan dette f.eks. være at ved manuell metode må det dreies / slipes bort en større mengde metall, slik at neste prosess (sveising) ikke blir hindret. Manuell metode gir høyere variabilitet i utførelse, dette fører til behov for håndverksmessige buffere for å sikre at resultatet holdes innenfor de minimumskravene neste prosess i verdikjeden krever. CNC sin høye grad av presisjon og forutsigbarhet muliggjør bruken av fysisk langt mindre buffere, og dermed kan neste prosess utføres sikrere, raskere eller med mindre ressursbruk.

Tabell 2: De 3 flytfaktorene skissert for en CNC-maskin. Korrelasjonen mellom en jevnhets- og en kvalitetsfaktor skisseres nederst til høyre, ved at de overlapper hverandre i horisontalplanet og er adskilt kun med perforert linje.

| | | | |
|------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| Flytfaktor | CNC i.f.t. borverk/manuell metode gir forbedring i form av: | | |
| Mengde | Raskere prosessering | | |
| Jevnhet | | Jevn prosesseringstid | og -utførelse |
| Kvalitet | | | Økt egnethet for neste prosess |

I tabell 2 skisseres korrelasjonen mellom en jevnhets- og en kvalitetsfaktor. CNC sin jevnhet i utførelse er en forutsetning for den kvalitative gevinsten som fås ved å forskyve målområdet tett inntil kostnadsoptimalt punkt. Samtidig kan jevnheten i utførelse i en viss grad vurderes som være en selvstendig kvalitativ forbedring, selv uten at målområdet forflyttes.

²⁹ Ref «Jidoka»; automatisering kombinert med menneskelig intelligens



Figur 16: Skissering av hvordan jevnheten CNC tilbyr muliggjør en høyere grad av kvalitet i.f.t. manuell metode. Jevnheten muliggjør forflytning av målområde svært tett ned mot den kost-optimale minimumsgrensen uten å kompromittere kvalitetskrav for neste delprosess. Dette gir reduksjon i materialsøsing og mekanisk prosessering.

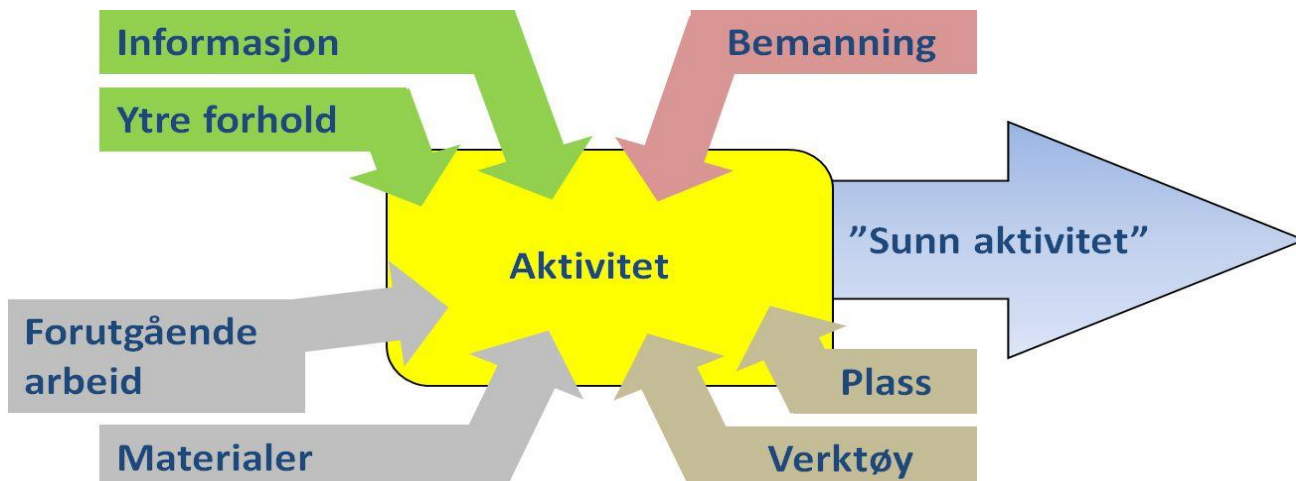
Effekten av CNC sine gunstige faktorer er ikke isolert til den spesifikke delprosessen maskinen utfører, men åpner også for en mer rasjonell utnyttelse av ressurser i verdikjeden den er en del av. Forutsigbarheten i tidsbruk muliggjør reduksjon i ventetid for neste prosess, samtidig vil den lave feilingsraten føre til færre stopp i produksjonen. Flere typer sløsing kan reduseres som ringvirkninger av CNC sine fordeler. De tre forbedringsfaktorene ved CNC er kvantifiserbare, og kan i sum bidra ved vurdering av det grunnleggende spørsmålet: Hva er kost/nytte verdien av å bytte ut eksisterende maskiner med CNC?

Til tross for at en tredeling av flytbegrepet vil øke sannsynligheten for at korrelasjoner oppstår, kan den klart være et tilskudd i å peke på spesifikke forhold og avveininger rundt en foredlingsaktivitet. I eksempelet over var bakgrunnen for analysen en vurdering av å investere i en CNC-maskin, en teknisk fasilitet i bedriften. Men en slik metodisk bruk av flytbegrepet kan være et nyttig analytisk hjelpemiddel også i andre typer analyser. Noen eksempler på andre mulige bruksområder er gjengitt i tabell 5-8 i empiridelen av denne oppgaven.

2.2.3 Forslag rundt utvidet anvendelsesområde av flytforutsetninger

Bertelsen (2003) sin skissering av Koskelas 7 forutsetninger for sunn aktivitet er en ryddig oppstilling, og passer kanskje spesielt godt innenfor den typen dynamisk og desentralisert dag-til-dag møtevirksomhet Last Planner System legger opp til på bas- og/ eller formannsnivå. De 7 forutsetningene kan stilles opp i sjekklisterform, og danne en analytisk basis for hurtige og treffsikre koordinasjonstiltak.

I analyser med et mer strategisk og langsiktig preg vil de samme syv forutsetningene fremdeles være relevante, mens behovet for hurtige beslutninger og «sjekklisterformat» i langt mindre grad er til stede. Forutsetninger i et mer langsiktig perspektiv vil i mindre grad forandre seg fra dag til dag, og derfor fremstå som mer statiske. For å dra flytbegrepet og de syv aktivitetsforutsetningene inn i analyser av mer langsiktig og / eller strategisk preg på en hensiktsmessig måte, kan det være formålstjenlig å gruppere de 7 aktivitetsforutsetningene inn i noe mer abstrakte kategorier. I figur 17 har plasseringen av de 7 forutsetningene for sunne aktiviteter (fra figur 8) blitt forsiktig modifisert, og danner basis for litt færre, men romsligere kategorier av forutsetninger. Konturene av 4 nye kategorier kan skimtes, der hver av disse har sine fremtredende karakteristika:



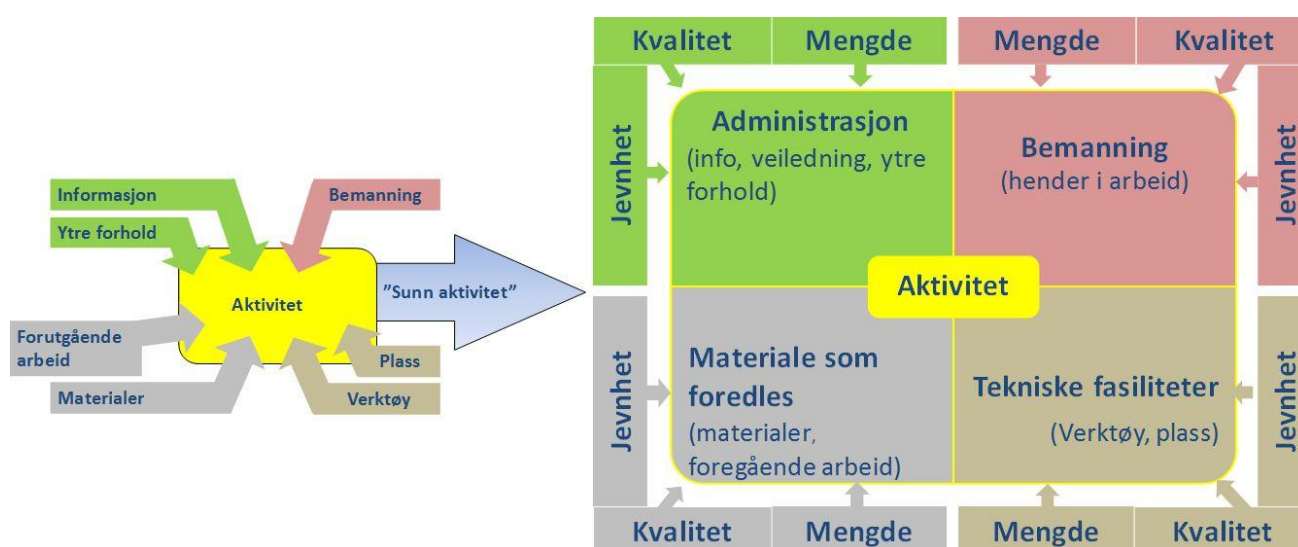
Figur 17: 4 grupper av forutsetninger for aktivitet. Modifisert med utgangspunkt i Bertelsen (2003) sin figur.

Materiale som foredles (grå farge): Denne kategorien av forutsetninger rommer alle elementer av det konkrete produktet som inngår i selve konstruksjonen, og som blir tilført økt verdi for hvert steg i verdikjeden. Dette inkluderer også syntetisk materiale, som f.eks. ingeniørtegninger og bestillingslister. Noen andre, og mer konkrete eksempler kan være råmaterialer, deler, foregående arbeidsstykker, sveiseelektroder, maling.

Tekniske fasiliteter (brun farge): Verktøy, maskiner, energi og lokaler som benyttes til foredling av produktet. Plass er også inkludert her, tenkt i form av tilstrekkelig teknisk arbeidsrom for aktivitet (gulvareal, stillas, personlift, o.l.).

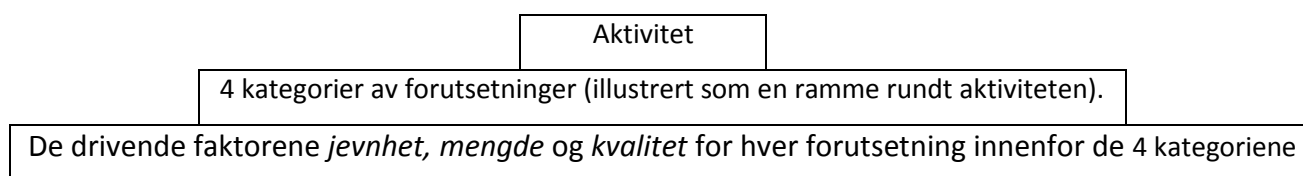
Bemanning (rødlig farge): Denne kategorien omfatter ansatte som er direkte involvert i selve konstruksjons- eller foredlingsaktiviteten. I oppgaven blir begrepet *frontlinjearbeidere* brukt for denne gruppen ansatte, og inkluderer ingeniørfaglig, teknisk arbeid.

Administrasjon (grønn farge): Denne kategorien skiller seg tydelig fra de andre 3 kategoriene ved at den har en mer indirekte tilknytning til foredlingsaktiviteten. Den er slik sett på et overordnet nivå i.f.t. de 3 foregående. Organisasjonen i en bedrift er på flere måter på et abstrakt nivå, og inkluderer vaner, kulturer, visjoner, strategier og metoder rundt kjerneaktiviteter. Disse faktorene har organisasjonen stor grad av innflytelse på, mens *administrasjon* her tenkes som den mer handlingsrettede avdelingen i organisasjonen. Forutsetninger av typen «force majeure» som f.eks. lovverk, tariffavtaler, vær og vind er også plassert i denne kategorien, men utgjør en ende av skalaen der administrasjonens muligheter for å påvirke er langt lavere. Graden av administrasjonens påvirkningsmulighet på de enkelte forutsetningene er dog ikke sentral i denne konteksten. Fokuset her er at administrasjonen har som funksjon å tilrettelegge miljøet i og rundt aktivitetene, samt -de 3 foregående kategorier.



Figur 18: De syv forutsetningene (t.v.) omformes til 4 forskjellige kategorier av grunnforutsetninger, der hver av dem representerer mer statiske former for forutsetninger. De 4 kategoriene overføres til høyre figur, der de hver for seg brytes videre ned i de 3 flyt faktorene.

I figur 18 er en analytisk bruk av denne abstraksjonen forsøkt skissert på en forenklet måte, ved at man med utgangspunkt i ønsket (sunn) aktivitet forsøker å identifisere elementer aktiviteten bygger på. Med et slikt rammeverk er det mulig å modellere et enkelt, hierarkisk system der spesifikasjoner på delmål, detaljmål og tiltak knyttes sammen på en oppbyggelig måte. En slik reorganisering av forutsetninger tenkes å være et bidrag i å gjøre analyser rundt flyt mer anvendelig i konkret bedriftssammenheng.



Dersom ønskelig kan det bygges inn flere trinn i en slik modell, men her fokuseres det på sammenhenger mellom de 3 flytfaktorene og delmål. En slik modell inneholdende konkrete forutsetninger og faktorer finnes i empiridelen ved figur 42, og gir eksempler på hvilke typer innhold som kan plasseres innenfor de forskjellige nivåene. Dette som vurderinger og refleksjoner rundt Nymos effektiviseringsprosess. Mer utfyllende refleksjoner rundt drivende faktorer finnes i tabellene 5-8.

3 Metodebeskrivelse

Arbeidet med oppgaven ble utført innenfor en ramme på omtrent 4 måneder, med base i åpent kontorlandskap på en av bedriftens ingeniøravdelinger, avdeling Vikkilen. Bedriften oppfordret til utstrakt interaksjon med selskapets ansatte, dette i form av både spontan- og formalisert møtevirksomhet med de personene som var forventet å kunne ha faglige bidrag. Fokuset i masteroppgaven sammenfaller i stor grad med et pågående faglig fokus i Nymo (effektivisering, produksjon av rør), dette vurderes som å ha vært gjensidig formålstjenlig ved at tilgjengeligheten på verdifull informasjon rundt oppgavens tema økes. Det parallelle arbeidet rundt samme tema, samt delvis metodene som ble brukt for innsamling av data, peker i retning av at masteroppgaven bærer preg av aksjonsforskning. Forskningsdesignen i denne masteroppgaven innebærer innhenting av informasjon via flere metoder, der graden av struktur er varierende. Nummerert etter graden av struktur nevnes 6 kilder for innhenting av data/ informasjon:

1. *Gruppemøter*: I alt 5 gruppemøter ble planlagt og gjennomført, med noe variasjon rundt hvem som deltok. Felles for alle møtene var at studentene, driftsleder for prosjekt og kvalitetsleder deltok. I tillegg deltok veileder fra UiA, og representanter fra ulike avdelinger hos Nymo i de møtene de hadde anledning til å stille i. Studentene hadde rollen som møteledere, og brukte Powerpoint for å presentere aktuelle spørsmål, foreløpige funn og planer videre. Til dels hadde andre møtedeltakere også gjort forarbeid til møtene i form av notater. Studentene skrev møtereferat, og distribuerte disse til alle inviterte og deltakere fra møtene. Overordnede spørsmål rundt fokus og metodikk ble behandlet i disse møtene.
2. *Observasjon (vedlegg 1) med evalueringsskjema (vedlegg 3)* - 4 personer fra fabrikasjonshallene ble fulgt i to dager, hvorav 3 av dem ble kontinuerlig fulgt. Den fjerde personen ble fulgt litt over halvparten av tiden, og samlet sett har derfor 7,2 dagsverk blitt målt/registrert. Personenes aktivitet ble logget hvert 5.minutt, hvilket i aggregert form er tenkt å gi en representativ skildring av personens arbeidsforløp og aktivitetsmønster fordelt over arbeidsdagen. Formålet med dette var å bruke den ansatte som en indikator på hvor god tilretteleggingen for «sunn aktivitet» er i bedriften. Målingen var begrenset i omfang og bredde, men baner vei for planlagt oppfølging i en større skala på senere tidspunkt.
3. *Strukturerte intervjuer (33 stykk, vedlegg 2)*: På grunn av lite tilgjengelige data rundt de aktuelle spørsmålene og problemstillingene i oppgaven, ble det vurdert som mest

formålstjenlig å foreta kvalitative, strukturerte intervjuer (Isaksen, 2012). I tråd med Lean-teoriens fokus på viktigheten av ansvarliggjøring av frontlinjearbeidere, ble det valgt intervjuobjekter med mest mulig direkte involvering i verdikjeden. Fremgangsmåten gikk ut på å oppsøke områder der tettheten av en ønsket yrkesgruppe var høy, for så å spørre de relevante arbeiderne som var til stede om et spontant intervju. Kun et fåtall (ca. 5-10 %) av de som ble spurt takket nei. Det ble overfor intervjuobjektene lagt vekt på at besvarelsene ville bli anonymisert, samt at hensikten med intervjuene var å kartlegge styrker og svakheter i alle arbeidsrelevante, omkringliggende faktorer rundt intervjuobjektet. Dette for å presisere at det ikke var ønskelig med kritisk vurdering av selve frontlinjearbeideren, snarere en «bottom-up»-preget vurdering. Studentene stilte spørsmålene verbalt, og noterte svar på medbragte skjema. Spørsmålene som ble stilt var i stor grad likelydende og uavhengige av hvilken type stilling intervjuobjektene hadde.

4. *Andre dybdeintervjuer:* Administrerende direktør, IT-avdeling og dokumentkontrollør for sveis. Brukt for å skaffe nødvendig innsikt i spesifikke fagområder og/eller avdelinger.
5. *Spontane møter/dialoger med enkeltpersoner:* Den fysiske plasseringen av kontor plass i ingeniøravdelingen ga gode muligheter til å konsultere med funksjonærer, mellomledere og andre ansatte på kontoret. Nærheten til fabrikkhallene innebar også gode muligheter til å ha dialog med personer som arbeidet med fysisk produksjon.
6. *E-post og telefon:* Utveksling av detaljinfo, bilder, støtteinformasjon m.m.

| Metode | Område | Frontlinjearbeidere | | | Adm.pers. | Resultat |
|--------------------------------|--------|--------------------------------|------------------------------|--|----------------|-----------------------|
| | | Installasjon Sevan Voyageur | Fab + sammenstilling Stål | Ingeniøravdelinger Tilrettel./Des./Innkj. | Ledelse Div | |
| Registrering aktivitet | | | 7 dagsverk | | | Objektive måldata |
| Utdelte intervju skjema | | | 12 stk | | | Kvalitativ statistikk |
| Strukturerte intervjuer | | 15 stk | 8stk | 10 stk | | Kvalitativ statistikk |
| Dybdeintervju, nøkkelpersonell | | 2 stk | | 1 stk | 3 stk | Innsikt, kunnskap |
| Annet (aksjonsforskning) | | 2,5 dager | 3,5 dager | 50 d (mest Tilrettel.) | Veileding ++ | Oversikt, kunnskap |

Figur 19: Oversikt over metodebruk og kilder, samt omfanget av disse.

Da Nymo er en EPCI-bedrift med en dertil relativt lang tilhørende intern verdikjede, ble det i denne sammenhengen vurdert som formålstjenlig å inkludere ansatte fra flere disipliner i tolkningen av begrepet *frontlinjearbeidere*. Nedstrøms-vei inkluderes derfor også ingeniører og tilretteleggere,

foruten de mer intuitivt tilhørende fabrikkasjons- og installasjonsarbeidere (rørleggere, sveisere, platearbeidere) under denne betegnelsen. Dette selv om hovedfokuset i oppgaven er konstruksjon av rør, tilsvarende «C» innen betegnelsen EPCI. Begrunnelsen for å inkludere ansatte fra en større del av verdikjeden er å finne i Lean-teorien, der bl.a. tankegangen om at «neste ledd er din kunde» knytter de forskjellige leddene i verdikjeden sammen (Lane, 2007; Nicholas, 2011; Rother & Shook, 2003). Det ble følgelig forventet at systematiske analyser som f.eks. «5 hvorfor» ville bli muliggjort på en bedre måte ved å inkludere kartlegging av omkringliggende deler fra verdikjeden. Fordelingen av intervjuobjekter vises i figur 19.

3.1 Innsamling av data

Pålitelighet av data - reliabilitet

I arbeidet med denne oppgaven er det benyttet 3 metoder for innsamling av data: Observasjon, intervjuer og evalueringsskjema. De 3 metodene har varierende grad av pålitelighet, der observasjonsskjemaenes objektive måling i utgangspunktet gir høyest pålitelighet.

Omfanget av observasjonene (intervall, utstrekning i tid, antall måleobjekter) er utslagsgivende for pålitelighet. Alle de målte personene hadde på forhånd meldt seg villige til måling, og det kan antas at bevisstheten rundt måling kan ha påvirket aktivitetene i måleperioden. Oppfattelsen av hvorvidt metodikken er legitim kan også farge måleresultatene. En viktig forutsetning for å sikre legitimitet er å danne forståelse for at observasjonene er et ledd i lærings- og forbedringsarbeid. Dette i motsetning til en observering fra Tayloristisk tradisjon, der målsettingen er kontroll over måleobjektene.

De to andre metodene innebærer at virkelighetsbeskrivelsen går via en subjektiv kilde, og får dermed lavere pålitelighet. Intervjuer har også en mulighet til å påvirke besvarelsene, eksempelvis ved bevisst valg av spørsmålsrekkefølge, ordbruk og mimikk (priming³⁰). I vedlegg 7 er en sammenligning av funn fra de to metodene gjort i den grad gjensidig validitet tillater det, for å kunne spore grader av korrelasjon som kan si mer om påliteligheten i funnene fra disse.

³⁰ En kognitiv prosess der intervjuobjektet ledes i en spesifikk retning ved bruk av verbal-, visuell-, taktil- eller andre typer stimuli.

Gyldighet av data - validitet

Validitet kan beskrives som gyldigheten / relevansen av data. Kvalitativt pregede intervjuer ble valgt i tidlige faser av arbeidet med oppgaven, dette for å finne frem til aktuelle nøkkelindikatorer for Nymo sine aktiviteter. Funn fra intervjuene inngikk senere i arbeidet med å modifisere observasjonsskjemaene, som opprinnelig var tilpasset byggenæringen. I dette ligger en vurdering av hvorvidt den brukte metoden måler de riktige faktorene, om innsamlede data belyser forskerspørsmålene, og om indikatorene for innsamling er relevante (Isaksen, 2012).

3.2 Observasjon

Observasjonene fant sted i begynnelsen av mai 2012. Produksjonsteamet i Vikkilen var da i gang med produksjon av komponenter til prosjektet OSX³¹. Metoden baserte seg på et registreringskjema (vedlegg 1) som har kategorier for ulike typer arbeid og er delt opp i intervaller av 5 minutter. Ved å observere 1 eller 2 frontlinjearbeidere en hel arbeidsdag (8 timer) registreres de aktivitetene som observasjonsobjektet utfører med 5 minutters intervall. Det er viktig å påpeke at det er aktiviteten som utføres i det øyeblikket det har gått 5 minutter som er registrert. Det innebærer at hvis et observasjonsobjekt rigger eller rydder i 4 minutter, og sveiser det siste minuttet, registreres disse 5 minuttene som sveising (direkte arbeid).

Oppstart av produksjon i nye prosjekter preges av ujevn tilgang til arbeidsoppgaver, da avdelingene oppstrøms (ingeniørvdelingene) har hendene fulle med å produsere arbeidsgrunnlag. Resultatene av observasjonen kan derfor være preget av de nevnte omstendighetene.

Studentene opplevde det som krevende å skulle fotfølge 1 eller 2 personer til enhver tid, observasjonene ble derfor utført fra arbeidsstedet. Det hendte at de observerte personene beveget seg ut av syne, de ble da spurt om hvordan denne tiden skulle føres når de returnerte. Deler av grunnlaget forutsetter derfor at de ga riktig informasjon om hva de hadde benyttet tiden til.

³¹ OSX er et brasiliansk firma som opererer innen frakt, skipsbygging og operasjonelle tjenester innen olje- og gassindustrien. Firmaet ble opprettet av EBX Group i 2009 (<http://www.osx.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=47&lng=us>). Nymo gir ofte sine prosjekter navn etter hvilke firmaer prosjektene leveres til, eller hvilke firmaer Nymo samarbeider med. Det som i Nymo kalles OSX-prosjektet består av 2 boremoduler som skal leveres komplette på kai i Brasil, for OSX, i samarbeid med TTS Energy, Siemens og MI Swaco.

Erfaringene rundt observasjonsmetoden var i stor grad hovedfokuset, selve resultatet av observasjonene bør derfor sees i lys av dette. Selv om metoden er i fokus er det likevel interessant å diskutere resultatene og forsøke å finne de bakenforliggende årsakene. Det er knyttet en viss usikkerhet til påliteligheten av målingene, da en observasjon over 2 dager trolig gir et for tynt grunnlag til å speile virkeligheten. Det hadde vært ønskelig med observasjon over en lenger tidsperiode, f.eks. 5 eller 10 dager, for å få høyere signifikansnivå på observasjonsdata.

Skjemaet som ble benyttet kunne i større grad vært tilpasset aktivitetene, hvilket ble tydelig når observasjonene kom i gang. Aktiviteter som «problemløsning ved arbeidssted» og «stand by klar til å hjelpe» kunne med fordel vært tatt med. Det ville ha komplettert aktivitetene «planleggingsmøter» og «venting foregående aktivitet», som noen ganger ble for omfattende og lite beskrivende. Ved å finne riktig detaljeringsnivå på de ulike aktivitetene fra første observasjon kunne relevansen og gyldigheten av resultatene vært høyere. Resultatene fra observasjonen syns likevel å ha tilstrekkelig relevans og gyldighet.

3.3 Strukturerte intervjuer

Hvert intervju var basert på 11 forhåndsdefinerte spørsmål, disse var hovedsakelig av kvalitativ art og med innslag av kvantitative spørsmål (se vedlegg 2). Tidsbruk pr intervju spant seg fra 7 til 25 minutter, mest avhengig av i hvor stor utstrekning vedkommende ønsket å uttale seg. De 33 intervjuene (tabell 3) ble fordelt over fire dager, med dager for bearbeiding av intervjuprotokoll og bygging av statistikker lagt inn mellom intervjudagene. I etterkant av intervjudagene ble besvarelsene sammenlignet med hverandre, og gjentakende faktorer ble statistikkført.

Tabell 3: Andelsvis fordeling av intervjuobjekter; strukturerte intervjuer. Utførende ansatte fra alle de 5 nevnte avdelingene er regnet som frontlinjearbeidere i denne sammenhengen, da de har arbeid som er direkte relatert til verdiskapingsprosessen. Personell som i hovedsak jobber med administrative og/ eller støttende oppgaver er utelatt.

| Avdeling i verdikjeden | Antall intervjuede | Tot antall i avdeling |
|---|---------------------------|------------------------------|
| Innkjøp | 2 | 6 |
| Design ingeniøravd. | 5 | 35 |
| Tilrettelegging (prefab. ingeniøravd) | 3 | 10 |
| Prefabrikasjon (inne i haller) | 8 | 49 |
| Installasjon (Eydehavn, Sevan Voyageur) | 15 | 100 |

Underveis ble statistikkføringen justert, ved at enkelte faktorer ble omformet for i større grad å kunne integrere problemstillinger som kom frem i senere intervjuer. På grunn av intervjuets hovedsakelig kvalitative preg ble også besvarelsene til dels av myk art. Men innenfor de utvalgte faktorene i statistikkføringen ble forutsetningene for å vurdere ja/nei likevel vurdert som adekvate. Enkelte av spørsmålene ga besvarelser som kun i moderat grad fremstod som egnet for statistikkføring, og noe bruk av skjønnsmessig vurdering ble benyttet for i best mulig grad å skildre og balansere besvarelsene i et komprimert dataformat. I tvilstilfeller ble råd fra veiledende personell i Nymo innhentet, for i størst mulig grad å sikre kvaliteten på datasettet. Konverteringen av nyanserte intervjubesvarelser over til tallfestede data innebærer tap av presisjon, men gir samtidig nyttige data for senere analyser og kalkyler i en større sammenheng.

Noen av spørsmålene i intervjuene var formulert godt nok til at objektene forsto hva det ble spurt om, mens andre spørsmål trengte utfyllende forklaringer. Ved å måtte gi slike forklaringer kan det argumenteres for at objektiviteten svekkes i form av at intervjuobjektet påvirkes. Ved å gi like forklaringer kan de ulike intervjuobjektene påvirkes i samme retning. Det motsatte scenarioet kan oppstå dersom spørsmålene forklares med ulike eksempler; intervjuobjektene påvirkes i ulik retning avhengig av forklaringen på spørsmålet. På den annen side kan forklaringene gis på en slik måte at de øker forståelsen uten å påvirke svaret. Dette trekker i retning av at gode, objektive forklaringer er med på å øke innsikten hos intervjuobjektet. Når dette er tilfelle øker også påliteligheten av dataene.

Gjennom de strukturerte intervjuene var intervjuerne fokuserte på i minst mulig grad å påvirke intervjuobjektene. Dette ble gjort ved å forsøke å være nøytral i fremtoning, samt objektiv i formulering av spørsmål, forklaringer og eksempler.

Nøyaktigheten i informasjonen om hvor lang tid som forsvinner i løpet av en dag er i utgangspunktet lav. I første rekke anslår intervjuobjektene mengden tid, deretter er disse opplysningene aggregert og tilpasset. Videre har en tredjepart (to formenn) anslått hvor lang tid hver «kategori» medfører i tapt tid. Denne tiden er så brukt for å regne et snitt på hvor mye hver frontlinjearbeider taper av arbeidstid hver dag. En slik metode gir en rekke usikkerhetsfaktorer. Et alternativ for å øke påliteligheten kunne vært å observere en eller to arbeidere over en tidsperiode, slik det ble gjort i Vikkilen. Andre prioriteringer i oppgaven hindret imidlertid dette.

3.4 Evalueringsskjema etter observasjon

Evalueringsskjemaet ble levert ut til alle arbeidere i fabrikken (14 personer) og ble fylt ut morgen og ettermiddag samme arbeidsdag. Tanken bak skjemaet var at arbeiderne skal fylle ut skjemaet etter endt arbeidsdag. Omstendighetene på arbeidsplassen tilsa derimot at det var mest rasjonelt å fylle ut skjemaet for første observasjonsdag om morgenen påfølgende dag. Studentene hadde på forhånd snakket med en formann for de ansatte og gjort rede for hvordan observeringene og evalueringen var tenkt å foregå. I ettertid kommer det klart frem at det også burde vært en samling med de ansatte hvor det ble forklart hva som skulle foregå og hvordan nevnte skjema skulle fylles ut, for å øke innsikten og forståelsen av viktigheten med observasjonen og evalueringsskjemaet (legitimitet).

Besvarelsene var i utgangspunktet av subjektiv art, men den tidsmessige nærheten til det besvarelsene omtalte var vurdert som en styrkende faktor i.f.t. pålitelighet i svarene. De 2 observasjonsdagene var imidlertid ikke typiske for full produksjon. Enkelte arbeidere poengterte problematikken i dette, og fikk aksept for delvis å fylle ut skjemaet på grunnlag av hvordan det «vanligvis» er under full produksjon. Dette for å få et mer riktig bilde av hverdagen i produksjonslokalet. Svarene på evalueringsskjemaene fikk følgelig et noe forsterket preg av å være subjektive, da bakgrunnsinformasjon for svarene lå tidsmessig lengre unna besvarestidspunktet enn tiltenkt. Besvarelsene fikk dermed et redusert preg av å være kvantitative, og et økt preg av å være kvalitative. Dette kan trekke påliteligheten ned, men samtidig øke relevansen av dataene.

3.5 Årsaksanalyser

De strukturerte intervjuene ble gjort på et tidlig stadie i oppgaven, og utgjør i arbeidsomfang den mest omfattende kartleggingen av Nymo. Funnene herfra inngikk i årsaksanalyser, der metodikk fra fiskebeinsanalyse og «5 Hvorfor» ble brukt. Resultater fra de strukturerte intervjuene er skissert skjematisk, blant annet ved at hvert enkelt intervjuobjekt meldte inn sine spesifikke problemstillinger rundt årsaker til stopp. Intervjuobjektene ble samtidig bedt om å evaluere intuitivt hvor stor del av arbeidsdagen som er effektiv.

De forskjellige, innmeldte stoppårsakene ble delt inn i 7 kategorier (trinn 1). Disse kategoriene ble analysert, og det fremkom at de 7 stoppårsakene var en blanding av årsaker og symptomer. Disse ble så sortert og adskilt i forskjellige grupper (trinn 2).

Tabell 4: Overordnet, metodisk fremgangsmåte for hvordan analyser og estimater rundt «årsaker til stopp» ble gjort.

| | Trinn 1 | Trinn 2 | | Trinn 3 | Trinn 4 |
|--------------|---|--|--|--|--|
| -Hva noteres | Forekomst av forskjellige «årsaker til stopp», 7 kategorier | Omgruppering, samt skille årsak og symptom | Frekvens, årsaker Frekvens, symptomer | Tid pr type årsak Tid pr type symptom | Tid pr årsak pr dagsverk Tid pr symptom pr dagsverk |
| Kilde | Intervjuobjekter | Analyse («5 Hvorfor» og fiskebensanalyse) | | intervjuobjekter, supplert av 2 mellomledere «ute» | Analyse/estimat (frekvens * tid) |

For å kvantifisere de respektive problemene og symptomene ble 2 erfarne formenn invitert til et møte. Basert på inngående diskusjoner fra møtet ble det i fellesskap estimert hvor stort tidstap (synlig sløsing) de forskjellige årsakene og symptomene representerte hver gang de oppstod (trinn 3). Ved å multiplisere frekvens med estimert tidstap fremkom et totalestimat, angitt i gjennomsnittlig tidstap pr stoppkategori pr dagsverk (trinn 4). I sum skaper disse registreringene en aggregert infobase innenfor hver enkelt avdeling.

Til slutt ble årsaker og symptomer plassert i et forenklet, 2-dimensjonalt oversiktskart for årsaker til stopp (synlig sløsing). Oversiktskartet skildrer årsakshierarki og tidstap knyttet til de forskjellige «årsakene til stopp» (figur 34).

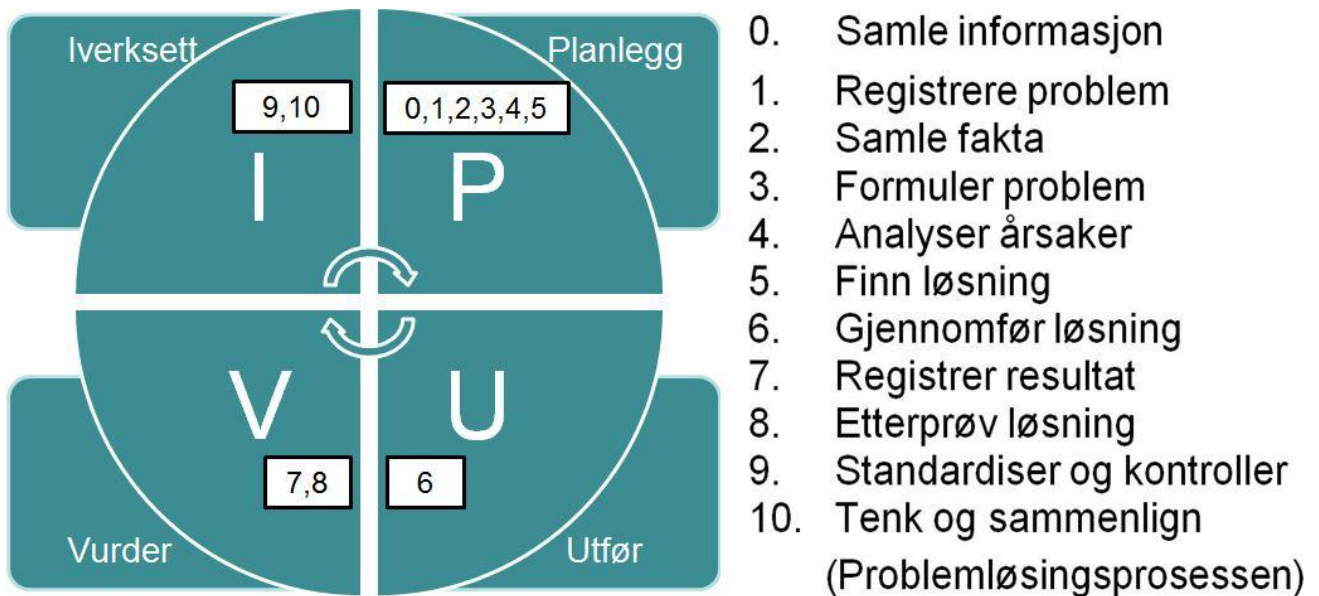
4 Empirisk analyse og drøfting

Bedrifter som søker å forbedre seg finner etter hvert konkrete tiltak som iverksettes. Før dette gjøres kan det være hensiktsmessig å kartlegge forutsetningene for forbedring. Spørsmål bedriften bør finne svar på kan være:

- Hvordan er bedriften organisert? Heller det mer mot hierarkisk oppbygging eller flat struktur?
- Hvilken påvirkning har organiseringen på forutsetningene for læring i bedriften?

I arbeidet med å innføre lean tankegang i en bedrift er det gunstig med flat organiseringsstruktur (jfr ansvarliggjøring av frontlinjearbeidere). Det er også fordelaktig om det er gode forutsetninger for endring og læring i bedriften. Bedrifter som har sterkt hierarkisk struktur eller svake forutsetninger for endring og læring vil trolig bruke lenger tid på omstruktureringen, men kan oppleve forbedring av forutsetningene som en positiv bi-effekt.

Gjennom intervjuer, møter og samtaler med de ansatte hos Nymo kom det frem at bedriften det siste tiåret har startet flere prosesser med sikte på å utvikle og forbedre organiseringen av arbeidet. Symptomatisk for disse prosessene er at de planlegges og startes opp, men sjelden blir fullstendig gjennomført og evaluert. Trenden er at personen(e) som får ansvar for prosessene blir flyttet og får andre og mer konkrete ansvarsområder når bedriften opplever travle dager. Dermed kommer bedriften sjelden lenger enn til U i PUVI-sirkelen. Dette har, ifølge flere ansatte, vært med på å svekke troen på de positive sidene ved organisasjonsendringer, da de sjelden opplever større endringer. Uansett hva slags system bedriften ønsker å innføre eller endre synes det å være avgjørende at det blir lagt til rette for å gjennomføre disse endringene til de er fullt implementert, og at det jobbes kontinuerlig med å utvikle og forbedre dette systemet.



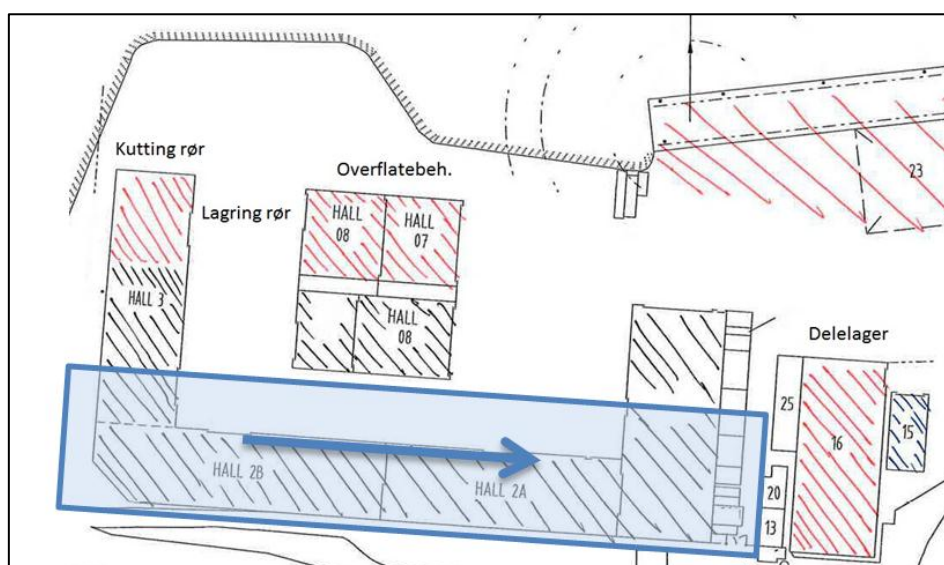
Figur 20: Demings 4-steps ledelseshjul, som ofte blir brukt som ledesnor i forbedringsarbeid. Her i form av en bearbejdet variant med underpunkter som er ment å hjelpe i konkretiseringen av de mange delprosessene- og tiltakene underveis.³²

I figur 20 er Demings 4-steps ledelseshjul bearbejdet og oversatt til norsk. Figuren alene kan virke enkel ved første blikk, men viser seg ofte vanskelig å gjennomføre når teorien skal overføres til praksis. Integrering av instruktive hjelpepunkter i forbedringsarbeidet kan tenkes å være til hjelp ved implementering av konkret PUVI-metodikk, og Aune (2000) går inn på viktige delprosesser innenfor PUVI. Ved å følge hjelpepunkter av denne typen kan Nymo lettere sørge for at prosesser som settes i gang følges opp og gjennomføres. Det kan f.eks. bli enklere for de ansvarlige for prosessen å argumentere for at de ikke kan settes til andre oppgaver før alle punktene er gjennomført, hvilket ifølge enkelte nøkkelpersoner har vært et tema tidligere.

³² Figur basert på Lassens forelesning i IND506 Kvalitetsledelse og risikostyring, 2011. Innholdet i punktene er et sammendrag fra Aune (2000) del 5. Grunnfiguren (uten hjelpepunkter) er modifisert etter Shiba et.al (1993).

4.1 Observasjon av stålarbeidere

Observasjonen foregikk ved fabrikasjons- og sammenstillingsavdelingen i Vikkilen i mai 2012 (figur 21). I denne avdelingen jobber det i hovedsak platearbeidere og sveisere. Stålavdelingen var i gang med å produsere deler til prosjektet OSX i denne perioden. Hensikten med en slik observasjon er å kartlegge all synlig sløsing. Dette gjøres ved å observere en eller to arbeidere gjennom en hel arbeidsdag og notere i et eget skjema hva slags aktivitet arbeideren utfører. Tidsintervallet mellom hver registrering var satt til 5 minutter. Ved å utføre slike observasjoner gjennom flere dager, med flere observatører, skapes et bilde av hvor stor del av en «gjennomsnittlig» dag som forsvinner pr arbeider i synlig sløsing. Deretter kan det innføres relevante tiltak for å fjerne denne sløsing. Når disse tiltakene er fullt implementert kan det gjøres nye observasjoner, fortrinnsvis på samme observasjonsobjekter med like arbeidsoppgaver som ved forrige observasjon. Det gir et grunnlag for å vurdere om tiltakene har hatt ønsket effekt. Denne typen målingsbasert forbedringsarbeid bør inngå i en kontinuerlig prosess, der slike observasjoner bygger opp en database som følger utviklingen bedriften har hatt.



Figur 21: Fabrikasjons- og sammenstillingsavdeling. Pilen viser i hvilken retning produktene er tenkt å bevege seg gjennom lokalet.

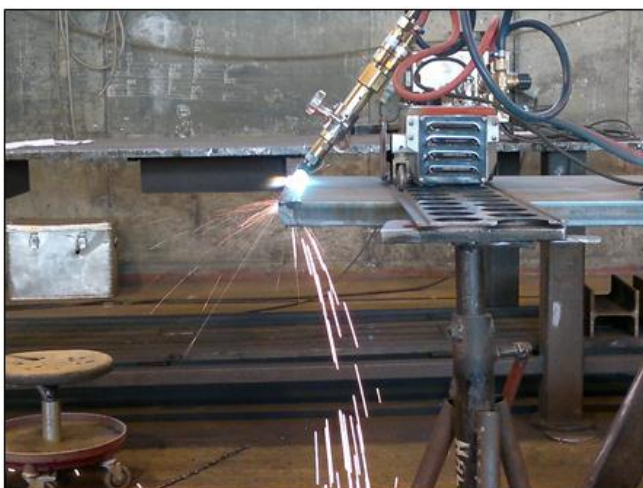
4.1.1 Produksjonsområdet i Vikkilen

Lokalene er delt inn i områder: Platelager, plasmabrenner som skjærer platene i riktig størrelse, ulike maskiner for bearbeiding av platene (bl.a. sag og stor slipemaskin), arbeidsområder for bearbeiding av platene underveis i produksjonen og en storhall hvor montering av større moduler foregår (figur 22-25).



Figur 22: Venstre: Plasmabrenner som brenner ut og deler opp større plater til mindre etter arbeidstegninger fra ingeniøravdelingen. Høyre: Et av arbeidsområdene for bearbeiding av stål, dette er fra fugeområdet.

Fabrikasjons- og sammenstillingslokalene nevnes av driftsleder for prosjekt som den delen av Nymo med best forutsetninger for å skape god flyt i produksjonen. I løpet av de 2 observasjonsdagene oppsto likevel flere situasjoner som taler for å modifisere organiseringen av de nevnte områdene. Et eksempel er de 2 aktivitetene fugebrenning (figur 23) og maskinsliping av plater: I produksjonslokalene ligger området fugebrenning rett før maskinen som sliper plater. Ved siden av denne maskinen lagres plater som er ferdig fuget sammen med plater som skal fuges.



Figur 23: Fabrikasjon av plater; fugging. Fugging vil si at et lite stykke av platen fjernes, slik at den kan sveises i sammen med en annen plate. Det finnes ulike typer fuger, hvor navnene gir et inntrykk av hvordan fugen ser ut, f.eks V-fuge, I-fuge og K-fuge. Venstre: Fugebrenning med robot (K-fuge). Høyre: Sliping av plate etter fugebrenning.

En av årsakene til synlig sløsing i dette området er venting på kran, som tidvis kan være en flaskehals. De fleste aktivitetene er avhengige av kran for å flytte på arbeidsstykkene før og etter de er bearbeidet (figur 24). Platene løftes (transporteres med kran) forbi fugeavdelingen til lagring ved slipemaskinen, tilbake for fuging og siden frem til maskinsliping igjen. Dermed oppstår synlig sløsing i form av unødvendig transport (sløsing # 5). Dette kan igjen føre til at en eller flere arbeidere venter på kranen (sløsing #6). I disse tilfellene er det sjeldent bufferaktiviteter som kan utføres, da platene som er ferdig bearbeidet må fjernes før neste plate kommer på plass.



Figur 24: Krankapasitet kan være en flaskehals. Venstre: Løft av store plater med løfteåk, begrensninger i løftehøyde kan også være et problem. Høyre: Løft av mindre plater fra lagringsplass ved slipemaskin (venstre i bildet) til fugeområde (midt / høyre i bildet).

En mulig løsning for å unngå dette kan være å flytte lageret av plater som skal fuges til fugeområdet, dermed fjernes 2 unødvendige løft med kranen. Et motargument er at platene som kommer fra lager / plasmabrenner ikke er sortert med tanke på hvilke plater som skal fuges og hvilke som skal rett til sliping. Denne sorteringen må på et tidspunkt uansett gjøres. Det kunne tenkes at sorteringen ble gjort ved plasmabrenneren, hvor det er en egen traverskran som ikke benyttes av fuge- / slipeområdene. Slik ville bruken av de kranene som brukes av flere områder reduseres, og en del venting på kran ville dermed vært fjernet. I tillegg ville unødvendig transport av platene blitt redusert.

En annen flaskehals kom til syne ved at tilgangen på sveisere i sammenstillingshallen var i utakt med arbeidsoppgavene. Ved ett tilfelle ventet to platemontører i over en time på at to sveisere skulle utføre et ledd i prosessen. Motsatt vei opplevde sveiserne, som hadde en del forflytning mellom arbeidslokasjoner, et betydelig innslag av venting på arbeid. Denne ventingen ble ikke målt.

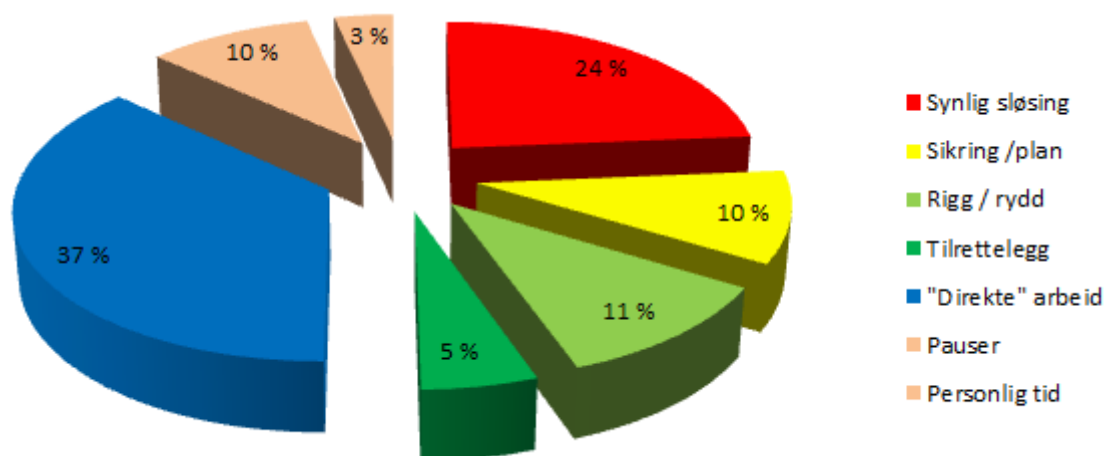


Figur 25: Fra sammenstillingshallen. Til venstre jobber 2 sveiserne på undersiden av modulen, mens 2 platemontører jobber rundt- og over modulen. Til høyre fraktes modulen til bufferlagring, slik at arbeid på ny modul kan startes.

En refleksjon er at platemontørene og sveiserne burde kunne utføre de samme arbeidsoppgavene, for på denne måten å sikre tilgang til nødvendig kompetanse når den behøves i en prosess.

4.1.2 Resultater/funn fra observasjon

Aggregert resultat av observasjonene fra fabrikkavdelingene (se figur 26, evt. vedlegg 6) viser at direkte arbeid utgjør omtrent 40 % hvis det korrigeres for hva som er «rigg / rydd». Videre utgjør «sikring / plan» ca. 10 % og «tilrettelegging» rundt 5 %. Omtrent 1/4 av dagen forsvinner i synlig sløsing, og det er denne delen Nymo bør ha fokus på i effektiviseringsarbeidet.

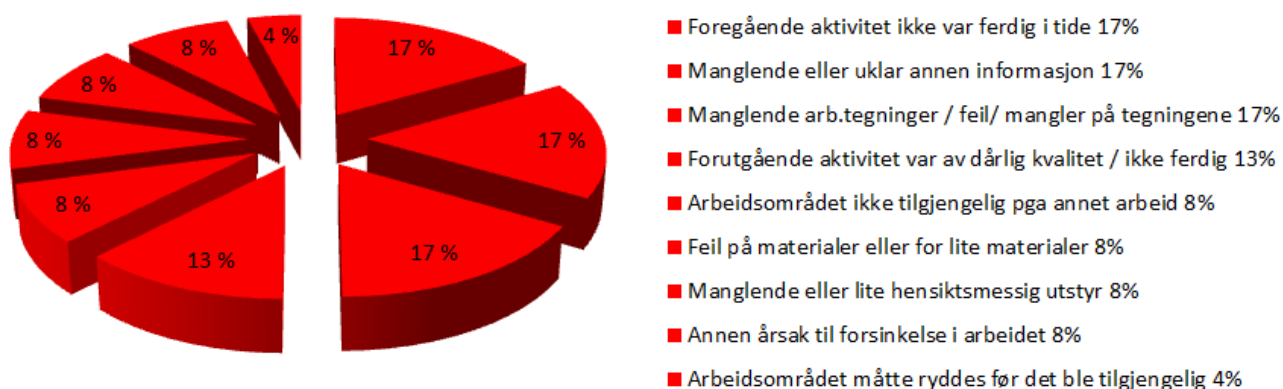


Figur 26: Resultater av observasjon. Komplementeres med evalueringsskjema utfyllt av observerte frontlinjearbeidere (vedlegg 3 og 4). Resultatet av observasjonene skal brukes med omhu grunnet et begrenset omfang av målingene, mens selve metoden for observasjon bør være hovedfokus.

Når nesten 1/4 av dagen forsvinner er det et tegn på dårlig flyt i arbeidet, samtidig som det gir muligheter for å effektivisere arbeidet betraktelig. Innenfor kategorien «synlig sløsing» er det

postene «annen personlig tid» (10 %), «venting foregående aktivitet» (5 %) og «venting kran» (3 %) som er de største bidragsyterne. De 2 sistnevnte går inn i sløsingskategori #6 – venting. Noen av årsakene til dette kan være for dårlig planlegging, ikke optimal utforming av produksjonslokaler og at kran er en flaskehals. Det ble flere ganger registrert en kombinasjon av de 2 ventekategoriene; altså at en platearbeider ventet på foregående aktivitet, samtidig som kranen ble brukt av foregående / neste aktivitet, slik at eventuelle bufferaktiviteter som også innebar bruk av kran ikke kunne utføres.

I et forsøk på å kartlegge tidsmessig fordeling av synlig sløsing ble leder for prosjekt kontaktet. Med bakgrunn i spørsmålene fra evalueringsskjemaet ble han spurt om å anslå hvor stor del av de omtrent 2 timene (24 % av 8 timer) hver enkelt av de 9 kategoriene for årsak til hindring la beslag på (figur 27). Estimater er basert på praktisk arbeidserfaring i Nymo over lang tid.



Figur 27: Estimert fordeling av kategorien «synlig sløsing» (fra figur 26). Årsaker hentet fra evalueringsskjema (vedlegg 3).

3 av de 9 årsakene står til sammen for omtrent halvparten av den synlige sløsing. I dette ligger at dersom Nymo kan fjerne venting som følge av at foregående aktivitet ikke er ferdig, sørge for god nok og klar informasjon, og i større grad kvalitetssikre arbeidstegninger, vil synlig sløsing i denne avdelingen reduseres med opptil 50 %.

For å vurdere påliteligheten av estimatet hadde det vært ønskelig å sammenlikne disse tallene med tall fra evalueringsskjemaet som ble levert ut til arbeiderne i tilknytning til observasjonen. Et av punktene på dette skjemaet tilsa at de skulle fylle ut et anslag på hvor lang tid hver enkelt hadde tapt i løpet av dagen p.g.a. de nevnte årsakene. Dette ble i de fleste tilfellene ikke gjort, mulige årsaker til dette utdypes i neste avsnitt.

4.1.3 Evalueringsskjema i.f.m. observasjon

Av totalt 14 skjema som ble delt ut per dag ble 12 returnert for den første dagen, og 9 den andre dagen. Selve skjemaet burde i større grad vært utarbeidet på en slik måte at det er intuitivt og enkelt å forstå. Det benyttede skjemaet ble av flere oppfattet som komplisert, og noen av svarene tyder på at brukeren ikke har forstått hvordan skjemaet skulle fylles ut. De fleste forsto at det skulle krysses av for «ja» eller «nei» i alle rubrikker, og at de kunne gi kommentarer i feltet under hvert spørsmål. Det var svært få som ga «anslag på samlet forsinkelse i tid» dersom de hadde svart «ja» på et spørsmål (figur 28).

| Har dine arbeidsoppgaver blitt forsinket i dag på grunn av: | Ja | Nei | Anslag på samlet forsinkelse i tid (Angis i minutter eller timer) |
|--|-----------|------------|--|
| Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |

Figur 28: Utklipp fra evalueringsskjema. Se vedlegg 3 for fullstendig skjema.

I de totalt 21 evalueringsskjemaene som ble fylt ut i løpet av 2 dager, var det punktet «manglende eller lite hensiktsmessig utstyr» som ble nevnt flest ganger (12 av 21) som årsak til forsinkelse av arbeidet. Kun 2 av disse 12 hadde oppgitt estimert tid på forsinkelse, og dette utgjorde omtrent 3 minutter i snitt pr arbeider pr dag. Dette tallet burde trolig vært vesentlig høyere for å stå i stil med antallet ja-svar. Omtrent halvparten (10 av 21) krysset av på punktet «foregående aktivitet var ikke ferdig i tide». Her hadde 5 av 10 estimert tidstapet, og det utgjorde 17 min pr arbeider pr dag. Her er det trolig mer hensiktsmessig å se på medianen, som var 60 min pr arbeider pr dag.

I motsatt ende ligger årsaken «arbeidsområdet ikke tilgjengelig p.g.a. annet arbeid»; her var det kun 1 av 21 som krysset «ja». Dette kan f.eks. bety at aktivitetsnivået sto i stil til plassbehovet da undersøkelsen ble gjort, eller at det generelt ikke er et problem med tilgjengelighet da arbeidsområdene i Vikkilen er store nok. Her er det behov for et bedre grunnlag for eventuelt å trekke en konklusjon.

Det var flere som svarte «nei» på alle spørsmål – hvilket skulle bety ingen forsinkelser i arbeidet, og likevel krysset av for «uenig» når de skulle svare på om arbeidet hadde hatt god flyt, noe som kan virke selvmotsigende (figur 29). Gitt at skjemaet tar høyde for alle mulige årsaker til dårlig flyt, kan grunnene til «selvmotsigelsen» være mangel på informasjon om utfylling av skjemaet, mangel på forståelse for hvordan skjemaet fylles ut korrekt eller et ønske om å bli ferdig sent fredag ettermiddag. I tillegg vil det i større eller mindre grad ligge en subjektiv tolkning av spørsmålene i en slik undersøkelse.

| | <i>Meget enig</i> | <i>Enig</i> | <i>Verken eller (Normal)</i> | <i>Uenig</i> | <i>Meget uenig</i> |
|----------------------------------|-------------------|-------------|------------------------------|--------------|--------------------|
| I dag har arbeidet hatt god flyt | | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | | |

Figur 29: Evaluering av dagens flyt, fra evalueringsskjema.

Tilbakemeldingene på om arbeidet hadde hatt god flyt varierte fra «uenig» til «meget enig», og snittet lå midt mellom «verken eller (normal)» og «enig». Intervjuobjektene hadde ikke fått informasjon på forhånd om hva skjemaet definerer som «flyt», svarene er derfor basert på subjektiv oppfattelse av dette begrepet.

Av de 21 besvarelsene var det 20 som hadde svart «ja» på ett eller flere spørsmål. Av disse 20 var det totalt 8 som ga anslag i tid, men kun 3 som ga anslag på alle spørsmål besvart med «ja», hvilket innebærer at det ikke finnes et signifikant tidsanslag fra arbeiderne som kan knyttes til årsakene for dårlig flyt. Det blir derfor ikke riktig å sammenlikne tiden frontlinjearbeiderne har (delvis) oppgitt i evalueringsskjemaet med anslaget fra lederen for prosjekt.

4.2 Strukturerte intervjuer - årsaker til stopp /hindringer i arbeidet

Arbeiderne på Sevan Voyageur opplevde ofte stopp i arbeidet, hvilket kom frem i de strukturerte intervjuene som ble gjort om bord. Hverdagen preges av dette, og utstrakt bruk av making-do er vanlig praksis for at produksjonen ikke skal stoppe helt opp.



Figur 30: Eksempler på making-do. Venstre: Bruk av taljer og løftestropper kompensere for manglende opplegg (support). Høyre: Jekkestropper holder røret på plass som en midlertidig løsning.

I figur 30 er det vist typiske eksempler på making-do. Det utarbeides separate planer (arbeidspakker) for rør og supporten til røret. Disse er ikke nødvendigvis koordinert, slik at en arbeidspakke for et rørsystem som går gjennom flere rom er avhengig av flere arbeidspakker for support, da disse arbeidspakkene typisk følger rommet. Røravdelingen er vant til å jobbe etter making-do prinsippet, og det er vanlig å se løsninger med jekkestropper og taljer.

Et annet viktig element ved arbeidet ved Sevan Voyageur er de betydelige avstandene mellom forskjellige fasiliteter på anlegget og selve riggen (figur 31). Mye tid går med hver gang frontlinjearbeidere må et ærend, hvilket faller inn under sløsingsskategorier # 5 - unødvendig transport.



Figur 31: Utsikt fra Sevan Voyageur og innover mot kaiområdet. Nederst til venstre ligger formannsbrakkene, der det meste av administrasjonen og koordinasjonen finner sted. Avstandene derfra og opp til riggen bidrar til mye sløst tid.

I kombinasjon med en rekke andre forsinkende faktorer forsterker disse betydelige innslagene av making-do og personlogistikk problemer knyttet til forskjellige former for sløsing.

4.2.1 Resultater fra strukturerte intervjuer - installasjonsavdelingen

I intervjuer med de ansatte ved installasjonsavdelingen i Eydehavn ble de ansatte bl.a. spurt om de 3 vanligste årsakene til stopp i det daglige arbeidet.³³ De 7 årsakene som ble nevnt hyppigst var:

1. Utveksling / innhenting av informasjon (15 av 15)
2. Venting på tilkomst (10 av 15)
3. Leting (9 av 15)
4. Konflikt med annen aktivitet (8 av 15)
5. Feil / mangler i arbeidsgrunnlag (8 av 15)
6. Venting på kran / deler (7 av 15)
7. Venting på foregående aktivitet (4 av 15)

1) Utveksling / innhenting av informasjon: Innebærer at rørleggeren må stoppe sitt arbeide for å oppsøke informasjon han trenger i arbeidet. I prosjektet Sevan Voyageur innebærer dette som oftest å forlate arbeidsstedet og kontakte formannen. Dette kan i noen tilfeller gjøres ved hjelp av

³³ Tallet i parentes viser hvor stor del av intervjuobjektene som har svart at dette var en vanlig årsak til stopp / hindringer i arbeidet.

telefon, men det vanligste er å oppsøke formannen i formannsbrakka. Formannen tar av og til turen opp på rigg, hvilket innebærer at rørleggeren kan slippe å bruke tid på forflytte seg ned fra rigg og tilbake igjen. Samtlige intervjuobjekter oppga dette som en vanlig årsak til stopp i arbeidet.

Sløsingsskategorier: #4 – Overprosessering, #5 – Unødvendig transport (av mennesker), #6 - Venting

Estimert tid pr dag: 2 timer, hvorav 1 time til gåing og 1 time til venting

2) Venting på tilkomst: Rørleggeren får ikke utført sin oppgave fordi en eller flere forutsetninger som kreves for å utføre oppgaven ikke er klargjort. Det mest typiske er venting på stillas. Andre årsaker kan være venting på overflater som behandles (sliping, maling). Gjelder ikke aktiviteter i direkte linje bakover i arbeidskjeden. 2 av 3 intervjuobjekter oppga venting på tilkomst som en vanlig årsak til stopp i arbeidet.

Sløsingsskategorier: #6 - Venting.

Estimert tid pr dag: 40-50 min

3) Leting: Rørleggeren må avbryte arbeidet eller får ikke startet på arbeidet fordi det mangler verktøy eller deler han må finne før arbeidet kan starte. Kan også innebære leting etter arbeidssted når dette ikke kommer klart frem av arbeidsgrunnlaget. Sveiseapparater, skjøteledninger og annet utstyr som deles mellom arbeiderne er typiske eksempler på verktøy som kan «forsvinne» når en rørlegger skal starte på en oppgave. Inspektører som leter etter utførte sveis går inn i denne kategorien. 3 av 5 intervjuobjekter opplever at leting etter verktøy / deler er en vanlig årsak til stopp i arbeidet.

Sløsingsskategorier: #5 - Unødvendig transport.

Estimert tid pr dag: 40-50 min

4) Konflikt med annen aktivitet: Rørleggeren er hindret fra å utføre sin oppgave fordi det utføres andre arbeider i området hvor oppgaven skal utføres. Denne kategorien kan likne på både «venting på tilkomst» og «venting på foregående aktivitet», men gjelder kun aktiviteter som ikke faller inn i de 2 nevnte kategoriene. Et eksempel kan være at montering av rør ikke er mulig, da det foregår elektrikerarbeid på samme sted. Omtrent halvparten av intervjuobjektene oppga dette som en vanlig årsak til stopp i arbeidet.

Sløsingsskategorier: #6 - Venting

Estimert tid pr dag: 10-20 min

5) Feil / mangler i arbeidsgrunnlag: Innebærer at rørlegger må avbryte sitt arbeide på grunn av feil i arbeidsgrunnlaget. I Sevan Voyageur prosjektet er de fleste intervjuobjektene klare over at arbeidsunderlaget fra kunden ikke er oppdatert etter forrige omgjøring av riggen. Slike mangler i underlaget som fører til stopp i arbeidet for rørleggere regnes med i denne kategorien. Kategorien er nært knyttet til «utveksling / innhenting av informasjon», men fordi feil / mangler i arbeidsgrunnlag er en viktig grunn til avbrudd i arbeidet er det opprettet en egen kategori. Omtrent halvparten av intervjuobjektene oppga dette som en vanlig årsak til stopp i arbeidet.

Sløsingkategori: #2 - Produksjon med feil / mangler, #6 - Venting

Estimert tid pr dag: 1,5 timer

6) Venting på kran / deler: I hovedsak gjelder denne kategorien venting på kran på rigg. I prosjektet Sevan Voyageur, og i de fleste andre prosjekter, er krankapasiteten en flaskehals. Dette fører til at rørleggere må vente på deler de trenger. Det kan også være indirekte venting på kran dersom stillasmontørene venter på deler til stillaset som rørleggere er avhengige av. Omtrent halvparten av intervjuobjektene oppga dette som en vanlig årsak til stopp i arbeidet.

Sløsingkategori: #6 - Venting

Estimert tid pr dag: 15-30 min



Figur 32: Eksempel på making-do ved manglende tilgang på kran.

7) Venting på foregående aktivitet: Denne kategorien ser kun på stopp / hindringer i arbeidet grunnet at foregående aktivitet i aktivitetsskjeden ikke er ferdig. Typisk for rørlegging er at support som er nødvendig ikke er på plass / ikke er fullført. Support er festepunkter for rørene i form av plater, oppheng mv. Omtrent 1 av 4 oppga dette som en vanlig årsak til stopp i arbeidet.

Sløsingkategori: #6 - Venting.

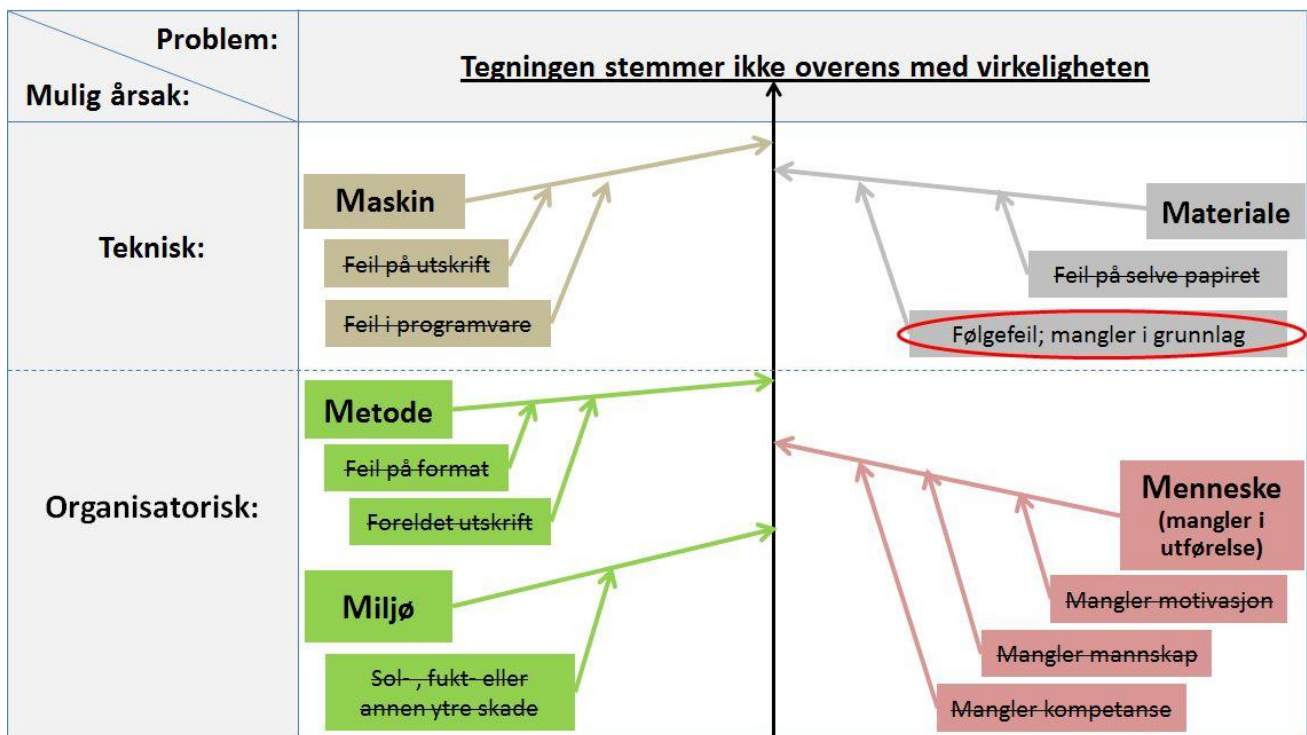
Estimert tid pr dag: 40-50 min

Det kan virke fristende å summere anslått tid for synlig sløsing pr dag for å finne et estimert snitt på hvor stor andelen av sløst tid er for hver enkelt frontlinjearbeider. Dette ville dog ikke gitt et riktig bilde av virkeligheten, da årsak #1 «utveksling / innhenting av informasjon» er den eneste årsaken samtlige intervjuobjekter oppgir som vanlig årsak til stopp / hindring i arbeidet. De andre årsakene forårsaker ikke venting / hindring for alle arbeidere hver dag. Dessuten er flere av årsakene knyttet sammen, slik at en viss overlapping må tas hensyn til. Rent matematisk kan det forsvares å multiplisere anslått tid pr dag med hyppigheten i svarene (f.eks. for årsak #7: $1/3 * 45 \text{ min} = 15 \text{ min}$). Summen av svarene gir anslått synlig sløsing pr dag (pr arbeider) på 4 timer 12 minutter. Dette er et estimat som ikke gir et riktig bilde av faktisk sløsing, fordi de 7 årsakene ikke ligger på samme årsaksnivå.

4.2.2 Fiskebensanalyse av årsaker til stopp / hindring i arbeidet

Fiskebensanalyser gir et godt utgangspunkt for å finne frem til årsak/virkning-forhold, og metodikken kan brukes i flere trinn. Kombinert med «5 Hvorfor» og «5 M» -tankegang ble fiskebensanalyser benyttet ved trinnvis å dele inn problemer i forskjellige nivåer av årsaker. I figur 33 skisseres enkelt fremgangsmåten ved fiskebensanalyse, der et synlig og fremtredende problem ved installasjonsarbeid på Sevan Voyageur spores bakover i årsakssammenheng. Årsaker kan i utgangspunktet tenkes å finnes innen forskjellige kategorier, og ved hjelp av metodisk «brainstorming» og elimineringssteknikk kom den reelle, bakenforliggende årsaken til syne.

I aggregert form blir det vanskeligere å peke på enkelvise årsaker med samme grad av presisjon, da forgreninger både oppover og nedover i årsakshierarkiet kompliserer helhetsbildet. For Nymos installasjon i Eydehavn (Sevan Voyageur) kommer dette tydelig frem, da det finnes årsaker og symptomer i flere serielle og parallelle lag langs den foranliggende verdikjeden.



Figur 33: Eksempel på bruk av fiskebensanalyse som verktøy for å finne bakenforliggende årsaker til et problem/symptom, her med «5M» oppdeling (Maskin, Materiale, Metode, Menneske og Miljø). Analysen begynner med en grovskisse (5M), føyer deretter på mulige underpunkter til disse, etterfulgt av en vurdering av hvert enkelt underpunkt. Via elimineringssteknikk (overstrykning) vil rotårsaken(e) til slutt komme til syne (rød ring).

Et forenklet helhetsbilde er allikevel informativt dersom det skildrer «brede» nok årsaker og symptomer. En slik fremstilling er forsøkt skildret i figur 34, der fremtredende faktorer er delt inn lagvis i et «5 Hvorfor»- inspirert oppsett. Horisontalt (øverste lag) er forskjellige typer symptomer skildret, etterfulgt av en tidslinje som illustrerer omfanget av de synlige symptomene og de underliggende årsakene. I lagene under er rotårsaker til overliggende nivå skildret. Summen er følgelig et todimensjonalt puslespill bestående av årsaker og symptomer.

Nederst på figuren er forslag til forbedringstiltak tilføyd, der også disse forslagene er illustrert med en størrelse som er tenkt å samsvare med potensialet for forbedring. Figuren er forenklet, men poengterer samtidig en del av kompleksiteten i årsakssammenhenger i Nymo: At én type symptom kan skyldes flere årsaker, samtidig som at flere symptomer kan skyldes den samme årsaken.

| Uproduktiv... | ...gåing | | ...venting | | | |
|-------------------|---|---|--|--|---|------------------------------------|
| Samlet: 4t, 8 min | 45 min | 60 min | 60 min | 60 min | 23 min | |
| Hvorfor? | Leting | Utteksling av informasjon | | Utteksling av informasjon (-hva gjør vi nå..?) | Manglende tilkomst/ferdigstillelse av arbeidsgrunnlag | Kran+tilhørende logistikk |
| Hvorfor? | Manglende tilgjengelighet på informasjon | | Feil/mangler i foregående arbeid (arbeidsgrunnlag) | | Uforutsigbarhet i grad av tilkomst, samt-tidsbruk | Kap. mangel rundt kran-operasjoner |
| Hvorfor? | Mangel på kommunikasjonskanaler (IKT) | Mangler i planlegging, veiledning og oppfølging | | | | Manko, personell og kraner |
| Egnede mottiltak | Smart-telefon til flest mulig + egnet programvare | | Last Planner System, involverende samarbeid | | | Investere i kran-kapasitet |

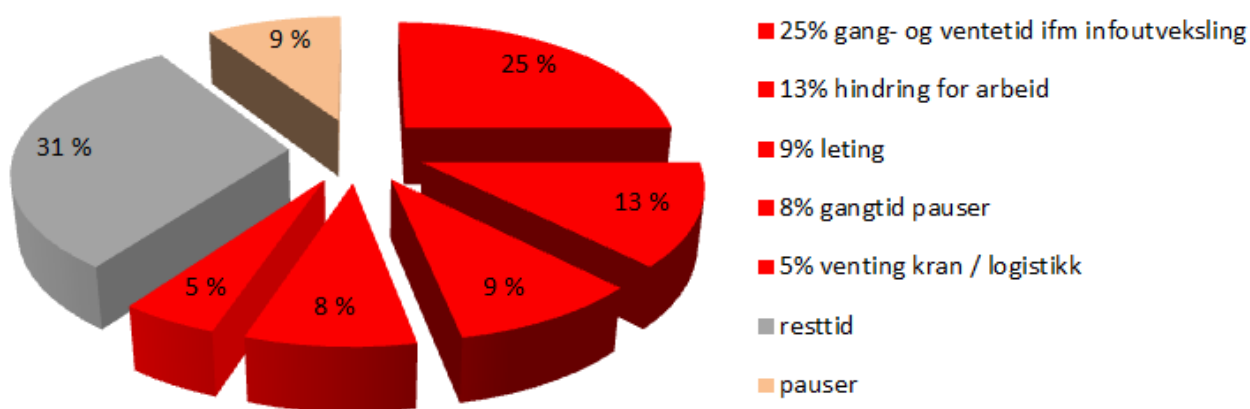
Figur 34: Forenklet presentasjon av gjennomsnittlig, daglig sløst tid pr frontlinjearbeider, installasjonsarbeid på Sevan Voyageur. Bearbeiding av 7 årsaker til stopp / hinder i arbeidet vha rotårsaksanalyse. Estimer av sløst tid er fordelt øverst, i de to hovedkategoriene uproduktiv gåing og venting. Bakenforliggende problemer/mangler identifiseres nedover gjennom tre nivå, i tråd med metodikken i rotårsaksanalyse. Forslag til egnede mottiltak presenteres nederst (brun farge gjengir tekniske fasiliteter, grønn farge gjengir organisasjonsmetodiske verktøy).

Av de 7 årsakene ligger 6 på samme nivå, markert med blått rektangel i figur 34. Dette er direkte årsaker til synlig sløsing i form av uproduktiv gåing / venting. De direkte årsakene er *utveksling av informasjon*, *venting på tilkomst*, *leting*, *konflikt med annen aktivitet*, *venting på kran / deler* og *venting på foregående aktivitet*. Kategorien *utveksling av informasjon* (markert med grønt rektangel) er delt i to; *gåing* og *venting* i forbindelse med utveksling av informasjon. Denne delingen skjedde som en konsekvens av at den siste årsaken, *feil / mangler i foregående arbeid* (gult rektangel), ble funnet som rotårsak til utvekslingen av informasjon. Den lilla firkanten inneholder de 3 årsakene *venting på tilkomst*, *konflikt med annen aktivitet* og *venting på foregående aktivitet*. Disse er samlet fordi de er til dels overlappende; dersom arbeidet må vente grunnet at foregående aktivitet ikke er ferdig, vil det kunne forklares med alle de 3 årsakene. En mulig fellesbetegnelse for de 3 kunne vært «hindring for arbeid».

Det fremkommer av figuren at estimert synlig sløsing er på 4 timer 8 minutter, kontra beregningene som estimerer 4 timer og 12 minutter. Justeringen totalt er på kun 4 minutter, men inndelingen i ulike nivå og forståelsen av dette har ført til en størrelsesmessig endring av tiden knyttet til de ulike årsakene. For eksempel vil kategori 6 – *feil / mangler i arbeidsgrunnlag* føre til kategori 1 – *utveksling / innhenting av informasjon*, men sistnevnte kategori kan igjen deles inn i synlig sløsing i form av *unødvendig transport* (sløsing #5) og *venting* (sløsing #6). Den grafiske plasseringen av årsakssammenhenger i et 2-dimensjonalt kart vil være mangelfull i å påvise forskjellige koblinger, og må sees på som en forenklet oversikt.

4.2.3 Innsparingspotensial ved å fjerne synlig sløsing – installasjon Sevan Voyageur

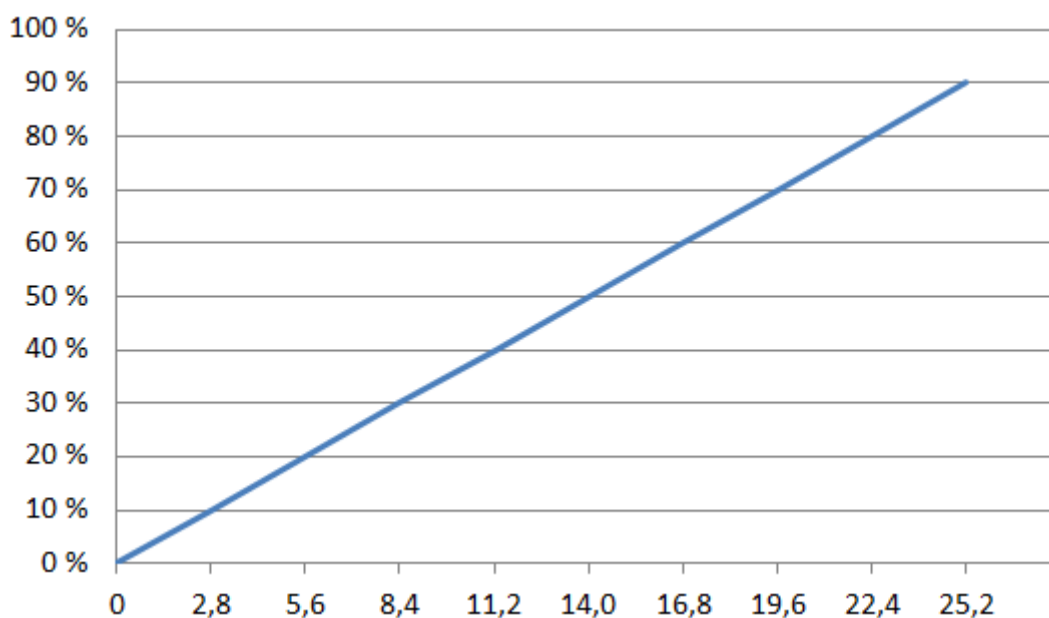
Nymo har statistikker på hvor mange personer som til en hver tid har jobbet i Sevan-prosjektet. Statistikkene viser at det gjennom 7 måneder (fra september 2011 til mars 2012) i gjennomsnitt har vært 100 frontlinjearbeidere som har jobbet om bord på plattformen. Kombineres dette med funnene gjort i.f.m. intervjuer av frontlinjearbeidere ved installasjonsavdelingen, og bearbeidelsen av disse (figur 34), kan synlig sløsing i form av arbeidstimer estimeres.



Figur 35: Fordeling av synlig sløsing, installasjonsarbeid på Sevan Voyageur. Tallene er basert på intervjuer av frontlinjearbeidere (frekvens), kombinert med problemspesifikk tidsbruk (sistnevnte faktorer er estimert i samarbeid med 2 erfarne formenn).

Teoretisk kan det regnes på hvor stor innsparingen er dersom all synlig sløsing fjernes. Dette er dog ikke mulig i praksis, da det alltid vil være en viss andel sløsing i en bedrift. Det er ifølge teori om lean tankegang strategisk fornuftig å starte med tiltak for de viktigste årsakene til synlig sløsing.

I figur 35 er det forsøkt å synliggjøre at gang- og ventetid i.f.m. informasjonsutveksling er den viktigste årsaken til synlig sløsing (25 %, 2 av 8 arbeidstimer). De røde kakestykkene illustrerer synlig sløsing og utgjør til sammen 60 % av en arbeidsdag for en «gjennomsnittlig» frontlinjearbeider. «Resttid» (grått kakestykke) består egentlig av «direkte arbeid» (blått jfr figur 26) i tillegg til «sikring / plan» (gult), «rigg / rydd» (lysegrønt) og «tilrettelegging» (mørkegrønt). «Direkte arbeid» alene må altså være vesentlig lavere enn 31 %. «Personlig tid» er ikke spesifisert, og denne kategorien er sannsynligvis ulikt fordelt innenfor «resttid» og «synlig sløsing». Dersom den hadde blitt identifisert ville de 2 sistnevnte kategoriene minke og «personlig tid» hadde fått samme farge som kategorien «pause». Det er viktig å merke seg at det er synlig sløsing (rød kategori) som skal reduseres og andelen direkte arbeid som bør økes dersom en bedrift søker å bli mer effektiv.



Figur 36: Ved redusering av synlig sløsing i.f.t. arbeidstid (loddrett akse) vises potensialet for innsparing i prosjektet Sevan Voyageur (vannrett akse, tall i millioner norske kroner - MNOK).

Figur 36 er en graf som viser potensialet for innsparing. Y-aksen viser hvor stor prosentandel av synlig sløsing som kan forventes å bli fjernet ved for eksempel innføring av lean tiltak. Ut i fra dette kan det leses av på X-aksen hvor mye en gitt redusering av synlig sløsing utgjør (tall i MNOK). 100 % teoretisk innsparingspotensial er gitt ved:

$$\text{Timelønn} * \text{Synlig sløst tid pr dag pr arbeider} * \text{Antall arbeidere} * \text{Tidsperiode}$$

Timekostnad pr frontlinjearbeider er satt lik summen Nymo bruker i sine kalkyler, som er kr 500/t. Videre er synlig sløst tid pr dag pr arbeider rundet ned til 4 timer, antall arbeidere er hentet fra Nymos statistikk – 100 personer - og tidsperioden er på 7 måneder, hvilket gir 140 dager om det regnes 20 arbeidsdager pr måned. Summen av dette blir 28 MNOK. Grafen viser at dersom Nymo hadde spart eksempelvis 30 % av synlig sløsing på prosjektet Sevan Voyageur ville dette tilsvare 8,4 MNOK i sløsingrelaterte lønnskostnader.

Utgifter knyttet til lønnsutbetaling i Nymo i 2011 var på totalt 118,5 MNOK. Estimert synlig sløsing i installasjonsavdelingen på prosjektet Sevan Voyageur representerer altså omtrent 24 % av lønnsbudsjettet for 2011. Dersom tidsperioden utvides til å gjelde 12 måneder blir summen 48 MNOK. Hadde et prosjekt tilsvarende Sevan Voyageur vart i 12 måneder ville synlig sløsing stått for 40 % av utgiftene til lønn. Det grenser mot umulig å fjerne all synlig sløsing, men det er mulig å fjerne store deler av synlig sløsing med riktige tiltak.

Det er vanskelig å anslå hvor stor del av den synlige sløsing som kan fjernes hos verdikjeden for rør hos Nymo. Dette kan anslås ved grundigere analyser av Nymos virksomhet. Det er også vanskelig å anslå kostnadene knyttet til innføring av ulike lean orienterte tiltak og systemer, og effektene av dette når det er fullstendig implementert. Dette er noe Nymo og eventuelle samarbeidspartnere i arbeidet med effektivisering må finne ut av. Erfaring fra innføring av lean orienterte systemer i andre bedrifter (se for eksempel Kalsaas (2012)) viser at det må beregnes god tid før bedrifter får full effekt av disse. Tålmodighet og utholdenhet er derfor viktige faktorer i slike effektiviseringsprosesser.

4.3 Informasjonsflyt og dokumentering hos Nymo i dag

Arbeidsprosessen Nymo følger kan deles i to; verdiskapende arbeid og dokumentasjon av dette arbeidet. Denne todelingen gjelder hele verdikjeden for rør, men har kommet spesielt godt til syne gjennom observasjon av og intervjuer hos installasjonsavdelingen i Eydehavn. Et eksempel er en sveiser, som sveiser sammen rør etter kriterier gitt i en arbeidspakke, for så å melde fra til formannen at sveisen er utført og at denne er klar for inspeksjon. Rapporteringen foregår verbalt ved at sveiseren og formannen møtes ansikt til ansikt. Utdeling av arbeidspakker foregår på samme måte.



Figur 37: Sevan Voyageur ved kai i Eydehavn. Til venstre i bildet står det 8 containere stablet i høyden - heissystemet er montert utenfor disse. De 2 stillassystemene til høyre for heisen er trappesystemer. Uansett om hvilken rute som velges er det en tidkrevende prosess å ta seg opp / ned fra riggen.

4.3.1 Fysisk arbeid

I praksis innebærer rapportering av utført arbeid at sveiseren må forlate arbeidsstedet på riggen og oppsøke formannen, eventuelt må formannen forlate brakka og oppsøke sveiserne. Formannskontoret ligger på bakkeplan utenfor riggområdet og det er 2 muligheter for å komme seg

opp til og om bord i Sevan Voyageur; enten ved hjelp av heis, eller ved å benytte trappene. Tidsmessig er disse 2 rutene omtrent jevnstilte, da heisen kan medføre ventetid (figur 37). Det går med mye tid til å komme seg ut og ned fra plattformen og tilbake igjen. Dette er en vesentlig del av mengden synlig sløsing, nærmere bestemt sløsing #5 - unødvendig transport.

Gjennomsnittlig sløst tid pr arbeider i.f.m. utveksling av informasjon er estimert til 2 timer pr dag. I prosjekter som Sevan Voyageur, hvor avstanden fra arbeidssted til formannsbrakke er betydelig, vil ren gangtid være 15 – 20 minutter pr gang. I følge tallene fra intervjuene i installasjonsavdelingen må hver enkelt arbeider i snitt ta 2 – 3 slike turer pr dag. Det betyr i ytterste konsekvens at 1 time av arbeidstiden forsvinner i gangtid. Her er det viktig å presisere at dette er gjennomsnitt, og at noen ikke bør forlate arbeidsstedet annet enn i.f.m. pauser, mens andre må gjennom tosfret antall turer enkelte dager. Den andre timen forsvinner i venting på informasjonen arbeideren søker (jfr figur 34). Venting oppstår ofte ved at oppdaterte arbeidsinstrukser tar tid å etablere, siden formannen ikke har en liste med sunne bufferaktiviteter («plan B») når opprinnelige planer må endres eller forkastes.

4.3.2 Dokumentasjon

For å kunne levere et produkt som kunden er villig til å betale for må Nymo dokumentere alt av materialer og prosesser. Det er krav til materialkvalitet, sveiseprosedyrer, kompetansenivå på de som utfører arbeidet mv. En egen avdeling samler sammen all dokumentasjon før produktet overleveres til kunde. Installasjonsavdelingen dokumenterer sitt arbeid ved at frontlinjearbeidere rapporterer til sine formenn, som skal registrere arbeidet i et datasystem. Formennene har følgelig et betydelig innslag av sekretærvirksomhet.

Når det gjelder sveising av rør er det i praksis sveiseinspektørene som dokumenterer sveisene. Alle sveis i et prosjekt skal registreres i et eget program (WeldEye³⁴). I Sevan-prosjektet er det omtrent 3500 sveis på rørdelen, og 3200 sveis i strukturdelen. Det betyr at det kan være tid å spare på måten disse registreringene gjøres; en del tid kan spares på selve registreringen, men det er trolig mest å spare dersom frontlinjearbeideren unngår å måtte forlate arbeidsstedet for å rapportere. Dagens rapportering fører til at dokumentasjonen ikke følger progresjonen i arbeidet av flere grunner:

³⁴ Programvare der sveis-relatert arbeid og fremdrift registreres i en server

- Frontlinjearbeidere gjør som regel ferdig flere sveis før de rapporterer disse, for å slippe for mange turer til og fra arbeidssted. Utførte sveis «samles» trolig opp.
- Formannen «samler» opp sveis fra flere frontlinjearbeidere før de rapporteres inn i WeldEye mot slutten av dagen, eventuelt før de sendes videre til sveiseinspektøren.
- Sveiseinspektøren får ikke kontrollert den andelen av sveis som skal kontrolleres før noen gir beskjed om at de er klare for inspeksjon. Denne beskjeden kommer i verste fall ikke i det hele tatt (ifølge intervju med en sveiseinspektør), og i beste fall kommer den senere enn den kunne gjort med et bedre system.
- Det hender også at malerne har vært på hugget og malt sveis som ikke er kontrollert. I slike tilfeller må malingen fjernes for kontrollering før sveisen igjen males. Dermed fører mangel på kommunikasjon mellom malere og kontrollører (eller et system for slik kommunikasjon) til synlig sløsing i form av motproduktivt arbeid.

Samlet sett fører dette til en opphoping av dokumentasjonsarbeid, hvilket også fører til treghet i vekslingene mellom verdikjedeleddene. Mot slutten av prosjektene øker forekomsten av denne typen opphoping.

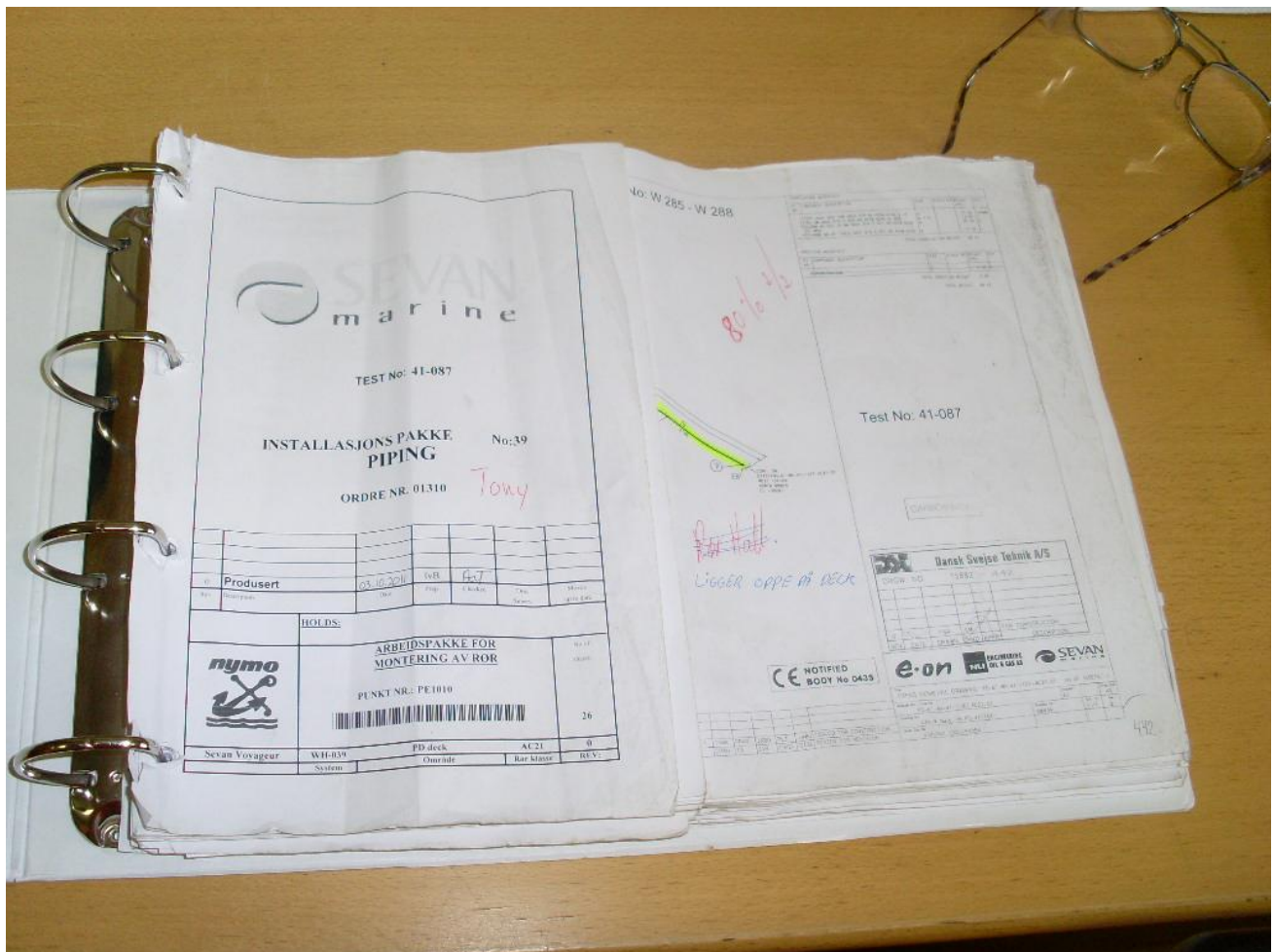
4.4 Fremtidig elektronisk informasjonssystem

Med bakgrunn i forrige kapittel blir det klart at rapportering av arbeidet har et betydelig forbedringspotensial. Det finnes flere tilbydere av elektroniske styringssystemer, og Nymo benytter seg i dag av ulike programmer (Movex, WeldEye). Disse er dog ikke skreddersydd til Nymos arbeidsområde. En mulig løsning er et egenprodusert elektronisk informasjonssystem. Gjennom intervju med IT-avdelingen kom det frem at kompetansen til å skape et slikt system allerede finnes i Nymo. Videre ble det anslått hva et slikt arbeidsoppgave- og rapporteringssystem vil koste (figur 38), og ved å sammenlikne resultatet med potensiell innsparing for prosjektet Sevan Voyageur (figur 36) sannsynliggjøres en innsparing av disse utgiftene i løpet av kort tid. Dersom et slikt IKT-system alene skal forsvare sin investeringskostnad måtte det ført til en besparelse på mellom 6 og 7 % i Sevan-prosjektet.

| Komponent | Stykkpris | Antall | Årskostnad fra andre år | Kostnad første år | Levetid |
|-----------------|-----------|--------|-------------------------|-------------------|---------|
| Mobil | 2 000 | 140 | 140 000 | 280 000 | 2 år |
| Nettbrett | 10 000 | 15 | 75 000 | 150 000 | 2 år |
| Maillisens | 200 | 155 | 31 000 | 31 000 | 1 år |
| Abonnement | 100 | 155 | 186 000 | 186 000 | 12 mnd |
| Server | 80 000 | 2 | 32 000 | 160 000 | 5 år |
| Databaselisens | 160 000 | 2 | 32 000 | 320 000 | 10 år |
| Lagringsplass | 30 000 | 1 | | 30 000 | |
| Systemutvikling | 600 000 | 1 | | 600 000 | |
| Drift | 60 000 | 1 | 60 000 | 60 000 | |
| | | | 556 000 | 1 817 000 | |

Figur 38: Estimering av kostnader knyttet til et skreddersydd IKT-system tiltenkt frontlinjearbeidere i fabrikkasjons- og installasjonsavdelinger. Spesifikke kostnadsposter og tall på disse er innhentet fra leder for IT-avdelingen

Fordelen med en slik løsning er at Nymo kan skreddersy programmet til eget bruk ved å la IT-avdelingen stå for utviklingsarbeidet. Systemet bør være intuitivt og tilpasset de ulike brukerne: Frontlinjearbeidere skal kunne motta arbeidsoppgaver og rapportere utført arbeid, formenn skal kunne legge ut arbeidsoppgaver og motta rapportering. Videre bør all informasjon om prosjektet være lagret i f.eks. en 3D-modell, og for at ikke systemet skal oppleves for vanskelig for brukerne bør tilgjengeligheten på informasjon tilpasses behovet.



Figur 39: Arbeidspakkeperm. A3-format på tegningene er nødvendig for god lesbarhet, men gjør samtidig arbeidspakkene tunge, lite håndterlige og lite mobile.

4.4.1 Utforming av IKT-plattform

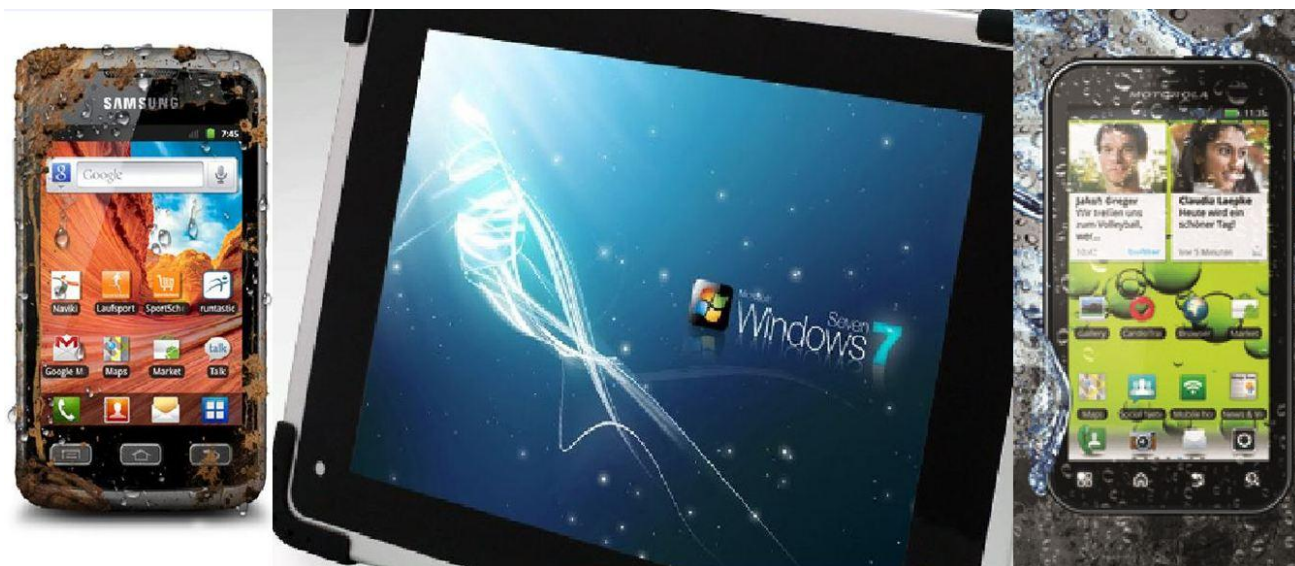
Ved en tenkt overgang fra å bruke arbeidspakker i papirform (figur 39) til elektroniske arbeidspakker ville informasjonen alltid være oppdatert. I tillegg er nettbrett / smarttelefon mer håndterlige og dessuten mer hendig enn en papirperm. I praksis kan dette være et system hvor formannen mottar beskjed fra fabrikkavdelingen om hvilke arbeidspakker som er klare til installasjon. Etter hvert som flere arbeidspakker blir klare vil listen med pakker han kan fordele i sitt team vokse seg større. Formannen sender ut pakkene elektronisk til teamet, som får beskjed på sine håndholdte enheter. En rørlegger kan dermed med et enkelt trykk «godta» og starte på en pakke, og dersom det mangler informasjon kan han ringe formannen eller finne det han trenger i 3D-modellen. Slik minsker tiden som forsvinner i gang- / ventetid. Når arbeidet er utført meldes pakken «utført» eller «ferdig» på håndenheten. En slik ferdigmelding utløser en beskjed til formannen, som sjekker at alt er i orden og godkjenner pakken (evt. enda bedre: formannen slipper å godkjenne). Godkjenning utløser en beskjed til neste avdeling (overflatebehandling / NDT), dermed vet de når de kan overta stafettpinnen. De vet også hvor sveisen befinner seg ettersom alle

har tilgang til 3D-modellen det jobbes mot. Med en slik løsning vil dokumentasjonen av arbeidsoperasjonene følge progresjonen tettere i selve arbeidet enn den gjør i dag. Det ville igjen føre til at opphopingen av arbeid knyttet til dokumentasjon i slutfasen av prosjekter ble mindre.

4.4.2 Innspill til håndholdte enheter

Statistikk fra intervjuene viser at et stort flertall er positivt innstilt til innføring av håndholdte enheter i produksjons- og installasjonsavdelingene: Over 95 % av de spurte er positive til en løsning som involverer smartmobil og omtrent 85 % er positive til en løsning med nettbrett. Som forventet fantes det størst skepsis til IKT-løsninger blant den eldre delen av de intervjuede, da disse nok har mindre erfaring med slike løsninger. Det er en tankevekker at samtlige spurte i ingeniøravdelingene (100 %) er positive til en IKT-løsning som innebærer at installasjonsavdelingen jobber med nettbrett. Ingeniøravdelingene jobber til daglig med 3D-modeller og ser nytten av å kunne kommunisere med personer i installasjonsavdelingen når begge har tilgang til den samme 3D-modellen.

En av innvendingene mot innføring av smarttelefon og nettbrett var at de ikke ville overleve lenge i det røffe arbeidsmiljøet om bord på en rigg eller i et produksjonslokale. Det er store mengder støv, puss og slagg fra varme arbeider og behandling av stål (sliping, sveising mv) som medfører stor slitasje på alt elektronisk utstyr. Fuktighet ble også nevnt som en hindring for egnethet for mobile enheter. Men det finnes alternativer på markedet som er designet nettopp for å tåle slik belastning (figur 40), og utvalget av slike enheter er raskt økende.



Figur 40: Robuste, mobile IKT-enheter som er tilgjengelige på markedet. I midten en IP67-godkjent 9,7 tommer tablet-PC (nettbrett), flankert av smartmobiler med samme type godkjenning. Enhetene er støv-, fukt-, ripe- og slagbestandige.

Produsentene av slike enheter er klar over at det finnes et marked for smarttelefoner og nettbrett med IP-godkjenning, og disse enhetene vil trolig utvikles videre i takt med etterspørselen. IP-godkjenning er et system som forteller noe om hvor motstandsdyktig elektronisk utstyr er overfor støv, vann og slag / støt. Det første sifferet rangerer hvor godt enheten tåler støv på en skala fra 1 til 6, hvor 6 er best. Det andre sifferet rangerer hvor godt enheten tåler vann på en skala fra 1 til 8, hvor 8 er best. Utstyr som i dag er godkjent etter IP67 skal være støvtett og skal ikke ta skade av å være senket ned i vann i inntil 30 minutter (1 meters dybde).³⁵ En IP68 godkjent enhet skal kunne tåle å være senket i vann lenger enn 30 minutter, her er det produsentens ansvar å angi hvor mye lengre enn 30 minutter enheten skal motstå inntrenging av vann. I tillegg finnes en gammel standard (et tredje siffer) og en ny standard (et eget IK-nummer) som vurderer mekanisk slagfasthet, altså hva enheten tåler av trykk og slag / støt. IK nummeret rangerer enhetene fra 0 til 10, hvor 10 betyr at enheten skal tåle å bli truffet av en gjenstand som veier 5 kg sluppet fra 40 cm høyde.³⁶ Det finnes altså løsninger som skal tåle det tøffe miljøet Nymo opererer i.

Flere personer argumenterte for at det ikke finnes mobiltelefoner eller nettbrett med god nok kapasitet til å kunne kjøre programmene som viser 3D-modeller. Dette viser seg å være et problem som kan løses: Rendra (bedrift i Trondheim) har «utviklet en applikasjon der tunge datafiler endelig kan nyttiggjøres rett på byggeplassen via tynne klienter som nettbrett og smarttelefoner».³⁷ Ved å

³⁵ Hentet fra Telenors hjemmesider - https://www.online.no/tips_rad/mobilen/robuste_mobiler.jsp

³⁶ Fra Wikipedia - http://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code

³⁷ «Ny 3D-app for byggenæringen». Artikkel fra Teknisk Ukeblad nr 17, mai 2012.

lagre informasjonen på en ekstern server og transportere informasjonen til ønsket enhet, kan visualisering av tung datatrafikk foregå uten å være avhengig av veldig store datamaskiner.

Disse argumentene er eksempler på at de ansatte i Nymo er svært praktisk rettet i tankesettet. Flere av intervjuobjektene tok utgangspunkt i dagens situasjon i Nymo, og hvordan det tradisjonelt har vært, og forklarte at slike løsninger trolig ikke vil fungere. Det virker som det finnes en iboende skepsis mot nye og ukjente løsninger / metoder, hvilket slett ikke er uvanlig eller uventet (Levin & Klev, 2002). I det videre utviklingsarbeidet bør de involverte derfor være oppmerksomme på dette, og bruke metoder og teknikker i endringsarbeidet som gjør de ansatte mindre skeptiske. Involvering i- og forståelse for hvorfor ulike prosesser gjennomføres kan være viktig i så henseende.

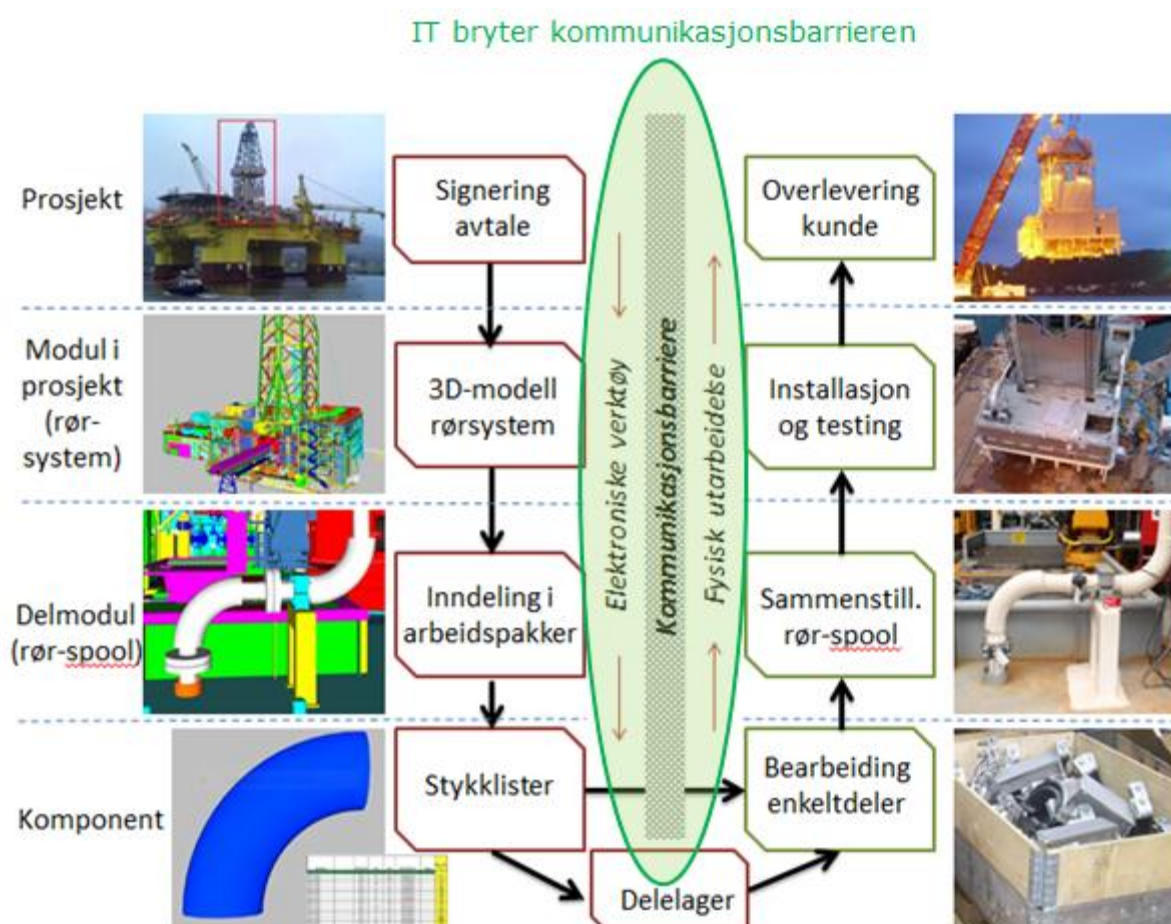
4.4.3 A3 tankegang og IKT-systemer

Kjernen i A3-tankegang er å kommunisere viktig informasjon så effektivt som mulig. Utgangspunktet er at det som skal kommuniseres bør få plass på et A3-ark, og filosofien er utviklet for de som arbeider på kontorer. Dersom alle ansatte i Nymo hadde hatt et «kontor i lomma», i form av smarttelefon / nettbrett, kunne A3-tankegangen videreføres fra papir til IKT-system. Fysisk avstand ville da ikke være til hinder for distribusjon av nyttig informasjon, samtidig ville man eliminert mye av behovet for å filtrere informasjonen gjennom mellomledere på forskjellige nivå. En slik spredning av informasjonsplattformer ville også kunne styrke de lavutdannedes muligheter for læring, involvering og påvirkning. Slik kunne Nymo i større grad involvert frontlinjearbeidere og dermed desentralisert ansvar og makt, i tråd med lean tankegang. Som supplement til Last Planner-metodikk ville et «kontor i lomma» også kunne passe godt inn i den sosiotechniske tankegangen som Kalsaas (2012) knytter opp til begrepet «lean på norsk».

Mulighetene for informasjonsinnhenting og -levering vil kunne styrkes betydelig ved tilgang til mobile IKT-enheter. Foruten å bidra til økt ansvarliggjøring, motivasjon og følelsen av å være en viktig del av en større helhet, ville en slik funksjonalitet etter all sannsynlighet også ført til redusert ledetid for Nymos leveranse. Vekslinger mellom leddene i verdikjeden ville gå langt hurtigere, inneholde færre feil, og slå ut blant annet i form av kortere prosesserings- og inspeksjonstid.

Nymo nyter godt av enkelte fordeler knyttet til å være preget av skandinavisk arbeidskultur, som bl.a. en flat og relativt innovativ bedriftsstruktur i forhold til konkurrenter i andre deler av verden. Imidlertid er det slik at distribusjonen av IKT-verktøy er svært ujevn i Nymo, der frontlinjearbeidere

innenfor produksjon og installasjon har et slående fravær av tilgang til elektronisk informasjon (figur 41). Fra de 33 strukturerte intervjuene var det en gjennomgående enighet om at tverrfaglig korrespondanse og kontakt burde styrkes.



Figur 41: Frontlinjearbeidere i kontorlandskapet (v. s.) bruker IKT/datamaskiner som arbeidsverktøy, mens frontlinjearbeidere som går under benevnelsen operatører (h. s.) ikke har nevneverdig tilgang til datamaskiner. Innføring av IKT-løsning med smarttelefon / nettbrett til operatører kan bidra til å bryte kommunikasjonsbarrieren, og øke mulighetene for kunnskapsutveksling mellom funksjonærer og operatører.

Kommunikasjonsbarrieren mellom kontorlandskapet og de som til daglig i kjeledress er et stort hinder for læring og refleksjon. Sett fra et læringsperspektiv kan en utjevning av IKT-tilgang fremme kunnskapsutvikling i bedriften, ved at frontlinjearbeidere i fabrikkasjons- og installasjonsavdelinger knytter seg opp mot en felles kunnskapsbase via mobile IKT-enheter.

4.5 The Last Planner System i Nymo

Gjennom de strukturerte intervjuene og observasjonsarbeidet spesielt, og arbeidet i Nymo generelt, har det vist seg at Nymo har et betydelig forbedringspotensial når det kommer til planlegging av arbeidet. De ulike disiplinene i Nymo planlegger sine arbeidsoppgaver, men det finnes liten eller ingen koordinasjon mellom disipliner når installasjonsavdelingen utfører sine oppgaver.

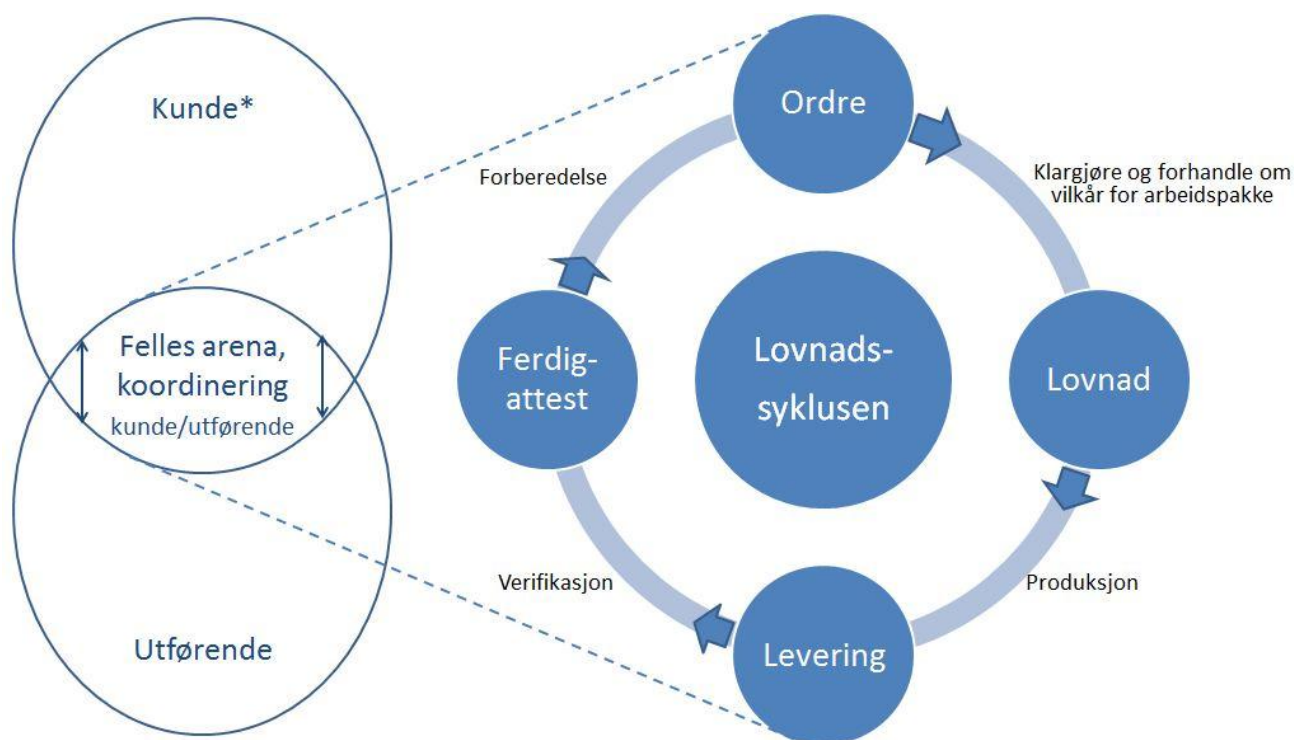
Eksempelet med røravdelingen og supportavdelingen som mangler koordinering mellom arbeidspakkene er nevnt tidligere. Et annet eksempel er arbeid med et «shaker»-rom; dette er et avgrenset og trangt rom om bord på en rigg som samtlige disipliner i Nymo skal utføre arbeid i. Uten koordinering mellom disiplinene er det her garantert at det vil bli vesentlige mengder synlig sløsing.

Det skapes flere gjensidige avhengigheter, og dermed kilder til synlig sløsing, i takt med økende størrelse / kompleksitet i prosjektet (Thompson, 2003). LPS søker å redusere sløsing ved å angripe usikkerhetsmomenter, et eksempel er knyttet til når en disiplin kan forvente at foregående aktivitet skal være ferdig. Det gjør at LPS gir større gevinst jo større / mer komplekst et prosjekt er. Nymo arbeider for det meste med store, og til tider svært komplekse prosjekter (ombygging av eksisterende rigger anses som de mest komplekse). Dette taler for at Nymo kan komme store deler av den synlige sløsing til livs ved å innføre et planleggingssystem basert på LPS. Et slikt system tar tid å komme i gang med og forutsetter at det arbeides kontinuerlig med når det er besluttet å innføre.

En sentral del av lean tankegang, som LPS er en del av, går ut på å sørge for at sløsing synliggjøres. Det vil alltid være forbedringspotensial i en bedrift, og det vil være mange områder å ta tak i når forbedringsarbeidet startes. En gylden regel er å ta tak i det som synes å være den største kilden til sløsing først, og søke å fjerne denne i størst mulig grad. Da vil den neste kilden til sløsing bli mer synlig, og trolig vil det gjennom dette arbeidet dukke opp årsaker som ikke var tydelige ved første kartlegging. Dette som del av et kontinuerlig fokus på forbedringer. For Nymo sin del kan det virke som utilstrekkelig koordinering av arbeidet er den viktigste årsaken til synlig sløsing.

Noe av det første Nymo med stor fordel kunne anvende LPS til er å tilse at arbeidspakkene fra de ulike disiplinene korrelerer, slik at for eksempel supportavdelingen ved å fullføre en arbeidspakke

har sørget for at rørleggeravdelingen har nødvendig support. Som tidligere nevnt, kunne en arbeidspakke for rørlegging på Sevan-prosjektet avhenge av at flere arbeidspakker fra supportavdelingen var ferdige. Dette kan unngås ved å flytte fokuset fra arbeidspakker for egen disiplin og over til en mer helhetlig tankegang for ferdigstillelse av produkt (i dette tilfellet et rørsystem).



*«Kunde» er her ment som fellesskapet av andre utførende, der deres aktiviteter har bindinger til «utførende» sin aktivitet.

Figur 42: Last Planner System inspirert av «lean på norsk»: T.v. i figuren skildres en utførende (typisk en formann) sin relasjon til de andre som at de er hans kunde (neste ledd er din kunde). Formannen inngår en løvnad overfor de andre, skissert i større detalj på h. s. i figuren. Den felles arenaen mellom «Kunde» og utførende åpner for kunnskapsoverføring, refleksjon og økt systemforståelse. Figur bearbejdet etter F. Flores, hentet fra Reilly (1997).

De strukturerte intervjuene avdekket at formennene jevnt over var overarbeidet, og i flere tilfeller sviktet i å utføre tiltenkte arbeidsoppgaver på grunn av problemer som dukket opp underveis. Ved en styrket ansvarliggjøring av frontlinjearbeidere (inkl. bruk av IKT-enheter) ville formennene blitt avlastet, og i større grad kunne fokusere på koordinasjonsarbeid som i LPS. Kalsaas (2012) viser til «lean på norsk», blant annet ved at LPS utføres på en desentralisert måte. Konkret betyr desentraliseringen gjerne at formenn på omtrent samme nivå møtes og koordinerer aktiviteter seg imellom. Denne desentraliserte måten å organisere LPS på er forsøkt illustrert i figur 42, der kunde er tillagt en endret betydning i.f.t. den mer typiske, hierarkiske forestillingen om at byggherre og entreprenør inngår avtaler seg imellom. Kunde tolkes her som fellesskapet av andre utførende, og

gjenspeiler den gjensidige avhengigheten mellom de forskjellige utførende som i så stort omfang forekommer innen konstruksjonsvirksomhet. Ved å la formenn og baser på samme utførelsesnivå utveksle kunnskap, begrensninger og kapasiteter i arbeidslagene sine, vil også en betydelig kunnskapsutvikling finne sted. Den felles arenaen åpner for refleksjoner, breddekunnskap og økt systemforståelse.

4.6 Anvendelse av flytbegrepet

De strukturerte intervjuene ga et tydelig signal om at bedre planlegging og koordinasjon var ønskelig, og at en styrket evne til dette i utførende avdelinger derfor bør være en målsetting i tiden fremover. Dette for å redusere variabilitet og sikre god flyt i produksjonen. Samtidig er det nærliggende å skule til systematisk og metodisk flyt-tankegang også i.f.t. Nymos mer støttende og administrative avdelinger. Innenfor slike avdelinger er responstid mindre viktig, mens grundige analyser og avveininger kan utgjøre kritiske elementer for bedriften i et lengre perspektiv. Som forslag til å bringe egnet metodikk inn i slike avdelinger i Nymo vises det til kapittel 2.2.3, der en modell som åpner for mer abstrakte og statiske analyser av bedriften skisseres. Modellen tar hensyn til påvirkning fra de 3 flytfaktorene jevnhet, mengde og kvalitet, som hver for seg gir bidrag i å kartlegge forutsetninger for sunn aktivitet.

For å kunne peke på tiltak som kan gi høy grad av nytte i.f.t. kostnad, er det anvendt en kombinasjon av metoder: De 7 forutsetningene for sunn aktivitet har blitt noe omarbeidet, med formål å kunne danne et sett med anvendelige kategorier som egner seg til videre analyse v.h.a. 3-delt flytdekomponering. På denne måten dannes et forenklet, strukturelt rammeverk for flyt i aktiviteter, der en rekke forutsetninger danner rammen rundt delmål.

Figur 43 skildrer mulig bruk av en slik analytisk modell for kartlegging av flyt. Den inneholder utdrag av konkrete eksempler på delmål skrevet inn i boksene for kategorier av forutsetninger. Utdragene er hentet fra refleksjoner som ble gjort i løpet av arbeidet med oppgaven, og er i liten grad spissformulerte (mer omfattende refleksjoner og påpekninger er listet opp i tabellene 5-8). Utdragene representerer delmål på veien mot sunn aktivitet, og i siste instans god flyt. Delmålene avleder mer fokuserte analyser og forslag til tiltak - plassert i det ytterste laget. Her skildres et utvalg av viktige, drivende faktorer (delt opp i *jevnhet*, *mengde* og *kvalitet*) bak de 4 kategoriene av forutsetninger for sunn aktivitet. I sentrum av figuren er den konkret verdiskapende prosessen, *aktivitet*, som illustrerer kjernen i det endelige målet om høyest mulig flyt (figur 43).



Figur 43: Flyt med aktivitet i fokus. Aktiviteten hviler på fire grunnlag (administrasjon, bemanning, materiale som foredles og tekniske fasiliteter). Disse fire grunnlagene dekomponeres i tråd med 3D flytmodellen (figur 14) og danner et rammeverk av forutsetninger som påvirker produksjonsflyt. I figuren er et utvalg av refleksjoner fra arbeidet rundt oppgaven fra Nymo skrevet inn, disse må betegnes kun som rådgivende.

Figuren skildrer komplekse faktorer og sammenhenger i et hierarkisk årsak/virkning-system, og kan fylles ut med konkrete tiltak og delmål som forventes å skape ønsket effekt. Samtidig kan en slik sammenstilling av flere faktorer bedre oversikten over bedriften, og slik bidra til å plassere og kvantifisere bruk av utviklingsressurser innenfor de spesifikke områdene.

En slik strategisk og analytisk anvendelse av flytbegrepet bør fremstå som et proaktivt supplement til målinger av flyt. Siden måling av flyt er svært ressurskrevende, og i verste fall kan føre til slitasje på de ansattes persepsjon av å være selvstendige, kan også dette være et argument for å styrke anvendelsen av flytbegrepet innen mer teoretiske analyser. Nymo har ansatte med svært god kunnskap om bedriften, og det burde derfor være relativt enkelt å peke på- og plassere forskjellige innsatsmidler og faktorer innenfor en slik modell.

4.6.1 Flyt, tekniske fasiliteter

Mål: For å optimalisere kost-/nytteforholdet for tekniske fasiliteter, er flere delmål viktige. Tilgjengelighet (opptid/OEE) er sentralt, da det er ønskelig å unngå stopp i produksjonen som ikke er planlagt. Kapasitet er viktig, denne kan typisk være for lav (flaskehalsproblematikk), men kan også være uhensiktsmessig høy. Jevnhet i prosesseringstid og resultat er viktig, da det gir forutsigbarhet og muligheter til å planlegge omkringliggende ressursbruk på en mer rasjonell måte. Lav omstillingstid gir et bedret forhold mellom verdiskapende- og ikke-verdiskapende tid.

Tabell 5: Refleksjoner rundt drivende flytfaktorer og deres virkning; tekniske fasiliteter.

| | |
|----------------------------|---|
| Kvalitet | Høy presisjon, driftssikkerhet og holdbarhet på tekniske innretninger sikrer riktig utført aktivitet uten uforutsette avbrudd. Strukturert oppfølging og service kan eliminere nærmest all driftsstans forårsaket av slitasje -Innkjøp av tekniske fasiliteter som tilfredsstiller krav -Bruk av levetidsmodeller -Forebyggende vedlikehold og utskiftingsrutiner |
| Jevnhet | Tekniske innretninger produserer jevnt, dvs. med minst mulig variasjon (Eksempel: CNC-maskin lager fuger med presis størrelse, slik at korrektiv sliping/ bearbeiding blir unødvendig) -Forutsigbarhet i fysisk utførelse -Forutsigbar i prosesseringstid -Velge utstyr som har høy markedsandel, dersom dette gir god og forutsigbar tilgang til deler og service |
| Mengde | Kapasiteten på tekniske fasiliteter er tilstrekkelig i.f.t. ønsket produksjonsvolum. Kapasiteten bør ikke overdrives. -Størrelse -Hastighet -Antall |
| Resultat: Bedre flyt | -Redusert produksjon med feil / mangler (sløsing # 2) -Redusert grad av overprosessering (sløsing # 4) -Redusert ressursbruk på avfallshåndtering – unødvendig transport (sløsing # 5) -Redusert ventetid underveis i verdikjeden (sløsing # 6) -Redusert omstillingstid (sløsing # 4 og #6) |

4.6.2 Flyt, bemanning:

Mål: Personell får økt evne til å rasjonelt utnytte tekniske innretninger via dybdekunnskap og akkumulert erfaring. Åpenhet og synlighet rundt medarbeideres kompetansenivå gjør det lettere å utdele arbeidsoppgaver på en rasjonell måte. Produksjonsraten (evt. beredskap til produksjon) opprettholdes ved påtropping av nytt personell, gjelder både for rutine- og prosjektpreget arbeid. Gunstige arbeidsvilkår gir en gunstig effekt på ansattes motivasjon, innsats og produktivitet. Evne til å håndtere svingninger uten å rammes av alvorlig kompetansesvikt.

Tabell 6: Refleksjoner rundt drivende flytfaktorer og deres virkning; bemanning.

| | |
|----------------------------|---|
| Kvalitet | <p>Ansatte med kompetanse som tilfører bedriften kvalitet.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Vilkår for nyansatte må være gunstige nok til å tiltrekke seg ønskede søkerkandidater -Prioriterte krav til nyansettelser kan være høyere utdanning, fagbrev, kurs -Breddekompetanse: Kursing/etterutdanning av eksisterende arbeidsstokk -Spisskompetanse: Kursing av operatører involvert i spesielle og/ eller kritiske operasjoner |
| Jevnhet | <p>Bevisst utforming av selskaps- og avdelingsspesifikk kursing vil kunne øke bevisstheten rundt felles målsettinger. Dette vil kunne motvirke suboptimal segmentering innad i bedriften, der det innen smale faggrupper kan dannes holdninger som f.eks. «vi er viktigst, vi er mest verdifulle». Transparens, oversikt- og mulighet for innsikt i kompetansenivå utgjør delmål.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ansatte innenfor bedriften bør ha overlappende overordnet kompetanse. -Personer innenfor samme avdeling bør ha stor grad av overlappende faglig kompetanse. -Periodisert, systematisert og dokumentert kursing av ansatte (gjærne data- og/eller nettbaserte systemer som Seagull, Trainingportal eller tilsvarende.). Kan også virke utjevnende ved at kursvirksomhet innenfor en viss målestokk kan utgjøre en sunn bufferaktivitet. -Dokumentasjon på kursing/kompetanse bør registreres og synliggjøres, f.eks. via KPI-verktøy. -Antall ansatte på et skift bør fordeles hensiktsmessig m.h.p. produksjonen ila. skiftet. |
| Mengde | <p>Sikring av adekvat bemanning for bedriftens spesifikke aktiviteter: Overlapping i tid er nødvendig. Overføring av kunnskap fordrer i stor grad overlapping i tid, hvilket genererer direkte ressursforbruk via ekstra arbeidstimer. Samtidig må det gis nødvendig ressursbruk på læringsmiljø (tilgjengelighet av informasjon, sjekklister, implementering av rutiner, m.m.)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tilstrekkelig antall ansatte til å utføre de spesifikke aktivitetene -Personell har ønsket grad av relevant formell utdanning -Personell har ønsket grad av relevant yrkeserfaring -Langtidskunnskap/ rutinearbeid: Ved kunnskapsoverføring til nytt personell gis tilstrekkelig (assimilativ) læring ved hjelp av overlapping i tid. -Korttidskunnskap/ prosjekt: Ved opplæring av påtroppende personell gis oppdatert informasjon om status i prosjektets aktivitet(er). |
| Resultat: Bedre flyt | <ul style="list-style-type: none"> -Mindre produksjon med feil (sløsing # 2) -Mindre suboptimal utnyttelse av verktøy/ utstyr - overprosessering (sløsing # 4) -Mindre unødvendig transport (sløsing # 5) -Mindre venting (sløsing # 6) -Mindre grad av unødvendig bevegelse (sløsing # 7) |

4.6.3 Flyt, administrasjon:

Mål: Operasjoner foregår uten avbrudd, med integrert kvalitetssikringsfunksjon fra instruktive støttesystemer. Ansatte blir mer bevisstgjorte på betydningen av kvalitet i *aktiviteter*, og i mindre grad av personlige kvaliteter hos kollegaer. Reduserer drama, øker fokus på profesjon. Trivsel, trygghet og motivasjon øker. Økt mengde innrapporteringer (nøkkelindikatorer) muliggjør god statistikkføring, analyse, tiltak - sentrale elementer i PUVI- forbedringsløyfa. (ref. figur 20).

Tabell 7: Refleksjoner rundt drivende flytfaktorer og deres virkning; administrasjon

| | |
|----------------------------|--|
| Kvalitet | <p>Systemstyring, herunder oppnåelse av ISO-, OHSAS- og andre overordnede systemmål for organisasjonen. Ansvar for kvalitet i utførelse overføres i stor grad til frontlinjearbeidere, hvilket på sikt vil fremme kvalitetsdrevet innovasjon.</p> <ul style="list-style-type: none">-Påse at de riktige målsettingene settes i fokus-Etterlevelse, evt. overskridelse av de organisasjonsrelaterte krav eller forventninger som foreligger-Incentivordninger og tilrettelegging for at ansatte skal bidra med forslag til forbedringer |
| Jevnhet | <p>Organisasjonsstruktur: Standardisering av rutiner, manualer, prosedyrer, m.m. Videreutvikling av den likhetspregede arbeidslivskulturen som preger den nordiske modellen.</p> <ul style="list-style-type: none">-Egnede planleggings- og koordineringsmøter gjennomføres ofte nok, og til forutsigbare tider-Tilstrebe å styrke og befeste preget av en egalitær, «skandinavisk» arbeidslivskultur med tett, tverrfaglig samarbeid. Et slikt inkluderende arbeidsmiljø fremmer innovasjon innad i bedriften.-Anonymisering av HMS-relatert innrapportering (f.eks. RUH) vil flytte fokus fra personer over til aktiviteter og teknisk-organisatoriske faktorer. En slik "no blame culture" senker terskelen for å innrapportere hendelser. Forstyrrende mellommenneskelige relasjoner fjernes i stor grad fra forbedringsarbeidet, slik at dette kan skyte fart.-Vurdere å innføre analytisk bruk av flytmodeller også innenfor det administrative kontorlandskapet. |
| Mengde | <p>Kapasitet til å ivareta de administrative behovene rundt bedriftens aktiviteter på en forsvarlig måte.</p> <ul style="list-style-type: none">-Nok tid til koordineringsmøter, samt distribusjon av relevant informasjon til samtlige frontlinjearbeidere.-Støttesystemer (programvare) gis tilstrekkelig fokus, utvikling og distribusjon.-Personell gis tilstrekkelig tid og ressurser for tilpasning og opplæring.-Synliggjøring av produktivetsrelaterte KPI-statistikker kommuniserer ønsket om å innrapportere de mange forskjellige parameterne. Dette som en del av lønnet (forbedrings)arbeid. |
| Resultat: Bedre flyt | <p>Ved å bevisstgjøre ansatte og innlemme de i kvalitetssikringsarbeidet kan det skapes en bredere forståelse blant den gjengse arbeider av hva som er synlig sløsing. Følgelig kan det få positive konsekvenser i arbeidet med å redusere samtlige 7 typer synlig sløsing så vel som den 8. typen – making-do.</p> |

4.6.4 Flyt, materiale som foredles

Mål: Mindre ressursbruk i.f.t. materiell verdiskaping. Optimal pris, ledetid (intern og ekstern) og logistikk. Optimal balansering av transportfrekvens i.f.t. lagerhold. Unngå mangler og feil på leveranser av forskjellig art, og unngå unødvendig (rest)lager.

Tabell 8: Refleksjoner rundt drivende flytfaktorer og deres virkning; materiale som foredles

| | |
|----------------------------|---|
| Kvalitet | <p>Kvalitet og spesifikasjoner på det ferdige produktet er i stor grad gitt av kunden. Bedriften har derfor begrensede muligheter for å endre på dette, men kan via intern optimalisering av produksjon heve kvaliteten på elementer for sammenstilling («varer i arbeid»).</p> <p>-Optimal håndtering- og sammenstilling av deler sikrer trinnvis innbygging av høy kvalitet -Når hensiktsmessig – forsøke å få kunden med på heving av råvare- og komponentkvalitet -Sikre høy nok kvalitet på tilsatsmaterieell som sveisetråd, maling, etc.</p> |
| Jevnhet | <p>Rørpakker bestilles i flere forskjellige stålkvaliteter, tykkelser og dimensjoner avhengig av bruk. Dette begrenser mulighetene for standardisering. Tidlig-MTO³⁸ sendes til grossist, som har tilstrekkelig lager. Erfaringsbaserte estimat på kvanta i bestillinger. Long-lead items forekommer, disse gis prioritet for å sikre rask nok levering i.f.t. ordinære leveranser. Forutsigbarhet er et generelt ønske.</p> <p>-Langsiktighet og satsing på leverandørutvikling, i stedet for å aktivt bruke et større marked. Gjelder leverandører av råvarer/ deler, så vel som logistikkleverandører.</p> <p>-Standardisering av rørlengder på 12 eller 6 m letter håndteringen av disse. Plater leveres i standard areal, men med varierende tykkelser og materialkvalitet.</p> <p>-Bufferlager: jevn produksjon fordrer at avdelinger / arbeidere ikke går tom for elementer for sammenstilling. Bufferlager må derfor være stort nok, og kan besørgeres av leverandør og/eller bedriften selv. Lokalt bufferlager krever plass, eksternt lager (leverandør) krever kapabilitet i logistikkledet. Optimal tilgang til varer reguleres ved kost/nytte vurderinger, som resulterer i anbefalinger rundt dimensjonering av h.h.v. lokalt lager og logistikkhyppighet.</p> |
| Mengde | <p>-Tilstrekkelig mengde komponenter og råvarer må være tilgjengelig. -Lagerstyring tilpasset tilgjengelighet og responstid på levering, behov for bufferlager, transportkostnader, plass, samt grad av strategisk viktighet.</p> <p>-Leverandørstyrt lager for «forbruksvarer», eller såkalte C-komponenter</p> |
| Resultat: Bedre flyt | <p>-Mindre feil / mangler i produksjon (sløsing # 2) -Mindre bufferlagring – overdrevent stort lagerhold (sløsing # 3) -Mindre unødvendig transport (sløsing # 5) -Mindre venting (sløsing # 6)</p> |

³⁸ Material Take-off Order

4.7 Human Resources

Nymos slagord er «in-house design» hvilket kan forstås som at Nymo skal kunne selge prosjekter, designe og beregne, utarbeide tegninger, produsere deler / spooler og installere disse. Nymo ønsker altså å være en komplett EPCI-bedrift. Dette krever store mengder kunnskap og mye av kunnskapen finnes allerede i Nymo. Utfordringen ligger i at dette ofte er taus kunnskap. Bedriften bør sørge for ivaretaking av kunnskap som allerede finnes.

Samtidig bør Nymo sørge for god tilkomst av ny kunnskap ved behov. Kunnskapen finnes der ute, både blant nyutdannede og erfarne arbeidstakere, men i et marked med stor konkurranse er det vanskelig å få tak i personene med riktig kunnskap i forhold til Nymos behov. Et viktig tiltak i så henseende er å styrke avdelingen som rekrutterer arbeidstakere. Denne kalles ofte Human Resources (HR).

I Nymo er det et eksternt firma som har tatt over rekruttering av personell. Begrunnelsen for å la rekrutteringsselskaper overta denne biten er bl.a. at de har lang erfaring og bred kunnskap om rekruttering. En negativ konsekvens kan være at disse selskapene ikke kun er opptatt med rekruttering til Nymo (jfr. Principal / Agent-teori, se f.eks. Eisenhardt (1989); Logan (2000); Jensen (2000)). Kombinert med konkurransen i markedet kan det føre til at Nymo mister verdifull kunnskap, i form av arbeidskraft, hvis responstiden fra rekrutteringsselskapene er for lang.

Nymo arbeider for tiden med å styrke sin HR-avdeling. Det er flere faktorer som kan tale for dette:

- Nymo er en stor bedrift – 300 fast ansatte (i tillegg 100 – 400 som i snitt leies inn når prosjektene er på sitt mest intensive).
- Konkurransen i markedet er stor – Nymo har behov for at HR er på alerten.
- En egen HR-avdeling vil kjenne bedriften bedre ved at den har tettere kontakt med de ansatte i det daglige arbeidet.
- Gjennom daglig kontakt og innspill fra de som ser behovene kan en intern HR-avdeling kartlegge hvilken type kunnskap Nymo bør søke, og hva slags kunnskap bedriften besitter.
- Eksponering av bedriften i læringsmiljøer (helt fra ungdomsskoler til universitet). Det finnes flere fag- og karrieredager hvor Nymo kan eksponere seg og drive aktiv rekruttering på en mer direkte måte.

Gjennom samtaler i forbindelse med denne oppgaven har flere personer i Nymo ytret bekymring for at bedriften ikke er en sterk nok kandidat i konkurransen med andre bedrifter om ny arbeidskraft. Lærlinger som går læretiden sin i Nymo er et eksempel; disse har en tendens til å forsvinne til andre bedrifter når læretiden er fullført. Videre er det ofte hørt i Nymo og i nærområdet at «Nymo klarer ikke konkurrere på lønn». Denne oppgaven har ikke undersøkt om det er hold i denne typen «sannheter». Likevel er det interessant at ansatte gjennom bekjentskaper i andre bedrifter forteller at begynnerlønnen kan være lavere i Nymo sammenliknet med liknende stillinger i konkurrerende selskaper, men at dette jevner seg ut i løpet av få år.

Lønn er en av flere faktorer når personell skal vurdere arbeidsgivere, omdømme og kjennskap til bedriften er en annen viktig faktor. Blant lokalbefolkningen er Nymo ansett som en solid hjørnesteinsbedrift, og «alle» som er født og oppvokst i nærheten kjenner Nymos historie. Universitetet i Agders avdeling i Grimstad ligger kun få kilometer unna Nymos avdeling i Vikkilen. Sammenliknet med lokalbefolkningen er andelen studenter som kjenner til Nymo, og hva bedriften produserer, påfallende mye lavere. Dette er noe både UiA og Nymo bør vurdere å rette fokus mot.

5 Konklusjon

De empiriske analysene som er foretatt i denne forskningsoppgaven har i stor grad ligget til grunn for å svare på forskerspørsmålene. Strukturerte intervjuer, observasjon av frontlinjearbeidere og estimering av tidstap knyttet til synlig sløsing har gitt gode indikasjoner på hvordan Nymo kan effektivisere verdikjeden for rør. Samtidig har det omfattende innslaget av aksjonsforskning ført til refleksjoner som i mindre grad er basert på empiri. Refleksjonene er knyttet til relevant teori rundt lean, og er inkludert i konklusjonen.

Effektivisering av verdikjeden for rørproduksjon

De til dels sterke indikasjonene på mye sløst tid kan i stor grad knyttes opp mot 2 konkrete områder: Mangler innen koordinering av arbeidet, samt svake kommunikasjonslinjer mellom leddene i verdikjeden.

The Last Planner System har med stort hell blitt anvendt innen sammenlignbar industriaktivitet som den Nymo AS har, og bør representere et konkret satsingsområde i fremtiden. Innslaget av making-do er symptomatisk for Nymos installasjonsvirksomhet, og er en type sløsing som også er utbredt i sammenlignbar virksomhet. LPS er et egnet verktøy for å unngå bl.a. making-do, ved at metoden muliggjør en større grad av koordinasjon mellom fag i komplekse prosesser, skaper forutsigbarhet, og generelt bidrar til redusert innslag av sløsing. LPS representerer samtidig en god arena for samskapt læring, og er derfor en type samarbeids- og arbeidsform som i stor grad er koherent med den nordiske modellen, lean tankegang og utviklingsarbeid for å skape en lærende organisasjon.

Et system basert på LPS vil medføre en større grad av ansvarliggjøring av frontlinjearbeidere. Gjennom involvering i planlegging av arbeidet og forståelse for egen og andre avdelingers arbeidsoppgaver, vil frontlinjearbeidere ha et bedre grunnlag for å se hvordan verdikjeden kan effektiviseres.

Bedre arbeids- og materialflyt i produksjonen via bedre koordinering (kommunikasjon og planlegging)

Ved å planlegge med bakgrunn i friskmelding av aktiviteter (7 forutsetninger for sunne aktiviteter) vil produksjonsavdelingen for rør i Nymo kunne legge grunnlag for bedre arbeids- og materialflyt. Kommunikasjon mellom leddene i verdikjeden er mangelfull, der spesielt kontakten mellom funksjonærer og operativt ansatte er svak. Det foreslås at operativt ansatte blir utrustet med

passende, mobile IKT-enheter, slik at hurtigheten i- og omfanget av kommunikasjon i verdikjeden kan styrkes. En følge av dette vil være reduisering av unødvendig transport av personell i prosjekter hvor avstanden mellom arbeidssted og informasjonskilde / lager er betydelig. En slik felles kommunikasjonsplattform vil danne en arena for økt kunnskapsutveksling mellom leddene i verdikjeden, og trolig bedre både arbeids- og materialflyt. Dette kan igjen bety at utfordringer som innebærer ventetid kan løses raskere.

En annen mulig fordel ved innføring av IKT-plattformer for operativt ansatte frontlinjearbeidere ligger i en potensiell kombinasjon av IKT-enheter, egnet programvare for registrering av arbeid mv. og en økt ansvarliggjøring av frontlinjearbeidere. Dersom disse i en langt mindre grad enn pr i dag måtte gå via formannen for registrering, godkjenning og problemløsning, ville formennene bli avlastet for en stor del arbeid med sekretær- og saksbehandlerpreg. Formennene ville da fått frigjort tid til koordineringsarbeid, gjerne inkludert metodikk fra Last Planner System. Ved samtidig innføring av LPS- og IKT-rettede tiltak, vil resultatet av disse mest sannsynlig gi positive synergieffekter, og dermed bedre arbeids- og materialflyt i produksjonen generelt.

Det er vanskelig å anslå hvor stor del av den synlige sløsing som kan fjernes dersom Nymo velger å innføre en ny IKT-plattform. Dette kan anslås ved grundigere analyser av Nymos virksomhet. Det er også vanskelig å anslå kostnadene knyttet til innføring av et planleggingssystem basert på The Last Planner System, og effektene av dette når det er fullstendig implementert. Dette er noe Nymo og eventuelle samarbeidspartnere i arbeidet med effektivisering må finne ut av. Erfaring fra innføring av slike systemer i andre bedrifter viser at det må beregnes god tid før bedrifter som innfører lean-tiltak får full effekt av disse. Tålmodighet og utholdenhet er derfor viktige faktorer i slike effektiviseringsprosesser. En oppsummering av tiltak som kan effektivisere verdikjeden for rør og / eller øke arbeids- og materialflyt i produksjonen er gitt i tabellen som følger på neste side:

| Nr | Tiltak | Begrunnelse |
|----|--|--|
| | Innføring av Last Planner-metodikk | -Tilrettelegge for sunne aktiviteter -Styrket forutsigbarhet i fremdrift -Redusert innslag av making-do -Redusert innslag av venting -Redusert ressursbruk i koordinasjon -Styrket refleksjons- og læringsarena for berørt personell |
| | Innføring av robuste, mobile IKT-enheter (hardware) | -Økt tilgang til informasjon for frontlinjearbeidere -Raskere informasjonsutveksling -Hurtigere evne til problemløsning -Øker mulighetene for samskapt læring |
| | Styrke ERP-funksjonalitet (systemutvikling, software) | -Økt tilgang til informasjon for samtlige ansatte -Automatisk, hurtig informasjonsdistribusjon -Mindre avhengighet av nøkkelpersoner (flaskehals) -Økte muligheter for læring og systemforståelse |
| | Styrke HR-avdelingen | -Nymo er en stor bedrift, 300 ansatte -Sterk konkurranse i markedet om arbeidskraft -Tettere kontakt med de ansatte i det daglige arbeidet -Intern kunnskapskartlegging blir enklere -Eksponering av bedriften (spesielt på rekrutteringsdager) -Mulighet til å coache medarbeidere i.f.m. etterutdanning |
| | Tillegge frontlinjearbeidere større ansvar og jobbutfoldelse | -Hindre unødvendige ledd ved overgang mellom aktiviteter i verdikjeden -Gir økt motivasjon, verdighet og følelse av betydning i en større sammenheng. -Utvidet mulighet for læring og systemforståelse -Fører til økt inkrementell innovasjon |
| | Utvide kompetansen blant ansatte v.h.a. etterutdanning | -Større fleksibilitet i arbeidsstokken -Mindre venting på «riktig» kompetanse -Bedre forutsetninger for refleksjon og læring -Dataassistert opplæring via moduler kan, i en viss målestokk, være en sunn bufferaktivitet |
| | Gjennomgang av plassering av fysiske fasiliteter | -Mulighet for redusert logistikk -Mulighet for mindre venting |
| | Styrke bruken av preventivt vedlikehold og levetidsmodeller | -Økt tilgjengelighet på utstyr (OEE) -Kraftig reduksjon i kostnader knyttet til reaktivt (og uforutsigbart) vedlikehold |
| | Vurdere utskifting av foreldede og/eller uegnede fysiske fasiliteter | -Redusere flaskehalsproblematikk -Redusere andel av ikke-verdiskapende arbeid -Redusere omstillingstid |

Det anbefales også at avdelingsledere og andre ansatte med mer strategiske arbeidsoppgaver vurderer å trekke inn bruken av flytbegrepet i mer langsiktige analyser og beslutningsprosesser. Analytisk kobling mellom sunne aktiviteter og underliggende forutsetninger kan være fruktbar i mer helhetlige sammenhenger, slik deler av metodikken med stor suksess har vært anvendt innen prosjektverktøyet The Last Planner System. En slik type proaktiv satsing ville være et supplement til de andre foreslåtte tiltakene rundt organiseringen i Nymo, og være i samsvar med fokuset på langsiktighet og kontinuerlige forbedringer innen Lean.

6 Etterord / anbefalinger

Nymo er en EPCI bedrift og har en relativt sett kompleks sammensetning av aktiviteter i.f.t. andre bedrifter i regionen. Det ble derfor raskt klart at det var utfordringer nok i Nymo til flere oppgaver for studenter, både praktiske oppgaver som passer for enkeltstående fag, så vel som bachelor- / masteroppgaver i.f.m. effektiviseringsarbeidet. Med beliggenheten i forhold til UiA kan det det være fruktbart for begge parter å utvikle samarbeidet.

Parallelt med arbeidet med denne masteroppgaven har Nymo hatt kontakt med UiA. Målet fra Nymos side er å øke bedriftens kunnskap om Lean tankegang og samtidig skape et tettere samarbeide med UiA m.t.p. fagoppgaver, bachelor- og masteroppgaver for studenter. En rammeavtale for det videre samarbeidet er under utarbeidelse. I tillegg har en student fra (Industriell økonomi- og teknologiledelse) UiA med IT-bakgrunn fått sommerjobb hos Nymo, hvor oppgaven er å kartlegge IKT-systemene Nymo benytter, og se på mulighetene for å knytte disse sammen (utvikling og integrasjon i retning av et ERP-system).

Det har gjennom arbeidet med oppgaven dukket opp flere mulige tiltak og forslag til endringer som Nymo bør vurdere, og hvor UiA trolig kan bidra med kunnskap og innspill. Bed bakgrunn i Nymos søken etter å nå målet om 40 % innsparing på utgiftssiden i løpet av de neste 3 årene, bør bedriften vurdere å arbeide videre med følgende forslag:

| Forslag til videre arbeid | Verktøy / Metode / Fokus | Mål |
|--|---|---|
| <p>Kartlegge synlig sløsing mer nøyaktig i utvalgte avdelinger (begynne med avdeling med antatt mest synlig sløsing – installasjon).</p> <p>Måle / observere samme objekter før og etter innføring av nytt planleggingsystem.</p> | <p>Observasjon / registrering av operatørrers arbeidsoppgaver over en lengre periode.</p> | <p>Finne mengde synlig sløsing</p> <p>Finne effekten av innført system, og med tiden - skape en database for kontinuerlig forbedringsarbeid</p> |
| <p>Innføre planleggingsverktøy med utgangspunkt i The Last Planner System</p> | <p>The Last Planner System, kontinuerlig forbedringsarbeid. Spesielt fokus på koordinering mellom disipliner</p> | <p>Redusere de største bidragsyterne til synlig sløsing ved å bevisstgjøre og fordele ansvar til alle involverte medarbeidere</p> |
| <p><u>Spesifikke lean-orienterte tiltak:</u></p> <p>Redusere bruk av kran (installasjon og fabrikasjon)</p> <p>Øke krankapasitet (installasjon og fabrikasjon)</p> <p>Redusere unødvendig transport / venting ved installasjonsavdeling</p> | <p>Planlegge arbeidet slik at bruk av kran minimeres</p> <p>Kursing / ansatte kranførere</p> <p>Planlegging, koordinering mellom disipliner - LPS</p> | <p>Redusere venting på kran (flaskehals)</p> <p>Fjerne flaskehals / redusere venting.</p> <p>Redusere nevnte typer synlig sløsing</p> |
| <p>Utvikling IKT-system</p> <p>Innføre utviklet IKT-system</p> | <p>IT-avdeling / ressursgruppe / student sommer 2012</p> <p>Opplæring i systemet og anskaffelse av smarttelefon / nettbrett</p> | <p>Innføre ny IKT-plattform</p> <p>Direkte kommunikasjonslinjer mellom frontlinjearbeidere, flytte ansvar. Tilgang til 3D-modell / annen relevant elektronisk informasjon. Synkronisere verdiskapende arbeid og dokumentering</p> |

7 Bibliografi

- Andersen, T. M. (2007). *The Nordic Model - embracing globalization and sharing risks*. Helsinki: The Research Institute of Finnish Economy (ETLA).
- Aune, A. (2000). *Kvalitetsdrevet ledelse - kvalitetsstyrte bedrifter*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Ballard, H. G. (2000). *The Last Planner System of production control*. University of Birmingham, Birmingham, UK.
- Bertelsen, S. (2003). *Louise: en beretning om trimmet byggeri*. [S.l.]: NIRAS.
- Bølviken, T., & Kalsaas, B. T. (2011). Discussion of strategies for measuring workflow in construction. *Skrevet for IGLC 19 Lima*.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Agency Theory: An assessment and review. *Academy of Management Review*, 14, 57-74.
- Elden, M., & Levin, M. (1991). Cogenerative learning - bringing participation into action research.
- Ellingsen, H., & Fredriksen, P. (2011). Fagartikkel om verdikjeden i Subsea 7 S.A. *Fordypningsoppgave 9. semester Master i Industriell økonomi- og teknologiledelse*.
- Greenwood, D. J., & Levin, M. (1998). *Introduction to action research: social research for social change*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Grepperud, A., & Hinlo, H. (2011). Produksjonseffekter av styrt bygglogistikk *Fakultet for teknologi og realfag (Vol. Master)*. Grimstad: Universitetet i Agder.
- Gustavsen, B. (2011). The Nordic Model of Work Organisation. *Journal of the Knowledge Economy*, Vol. 2(Nr. 4).
- Haugebo, H., Gundersrud, S., & Bajwa, A. K. (2010). *Litteraturstudie av produktivitetsbegrepet*. Universitetet i Agder. Grimstad.
- Illeris, K., & Andersen, V. (2004). *Læring i arbeidslivet*. Frederiksberg: Roskilde universitetsforlag.
- Isaksen, A. (2012). *Forskningsdesign, kvalitativ og kvantitativ metode*. Universitetet i Agder, Grimstad.
- Jensen, M. C. (2000). *A theory of the firm: governance, residual claims, and organizational forms*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Kalsaas, B. T. (2012). 3B Birkeland. En bedrift i prosessindustrien. Erfaringer fra arbeidet med å innføre lean basert forbedringsarbeid (Proofing version).
- Kalsaas, B. T., & Bølviken, T. (2010). The Flow of Work in Construction - a conceptual discussion. *Skrevet for IGLC 18 Haifa*.

- Kalsaas, B. T., & Sacks, R. (2011). Conceptualization of interdependency and coordination between construction tasks. *Skrevet for IGLC 19 Lima*.
- Kalsaas, B. T., Skaar, J., & Thorstensen, R. T. (2010). System og resultater fra utprøving av planleggingsmetoden "Last Planner" (Lean Construction) på Havlimyra oppvekstsenter i Kristiansand Kommune. Sluttrapport.
- Klev, R., & Levin, M. (2009). *Forandring som praksis: endringsledelse gjennom læring og utvikling*. Bergen: Fagbokforl.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Helsinki University of Technology, Helsinki.
- Koskela, L. (2004). Making-do - the eighth category of waste. *Skrevet for IGLC 12 Helsingør*.
- Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Lane, G. (2007). *Made-to-order lean : excelling in a high-mix, low-volume environment*. New York: Productivity Press.
- Levin, M., & Klev, R. (2002). *Forandring som praksis: læring og utvikling i organisasjoner*. Bergen: Fagbokforl.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Logan, M. S. (2000). Using Agency Theory to design succesful outsourcing relationships. *International Journal of Logistics Management*, 11, 21-31.
- Nicholas, J. M. (2011). *Lean production for competitive advantage : a comprehensive guide to lean methodologies and management practices*. Boca Raton, Fla. u.a.: CRC Press.
- Nymos årsrapport. (2012). Årsregnskap 2011 AS Nymo med styrets beretning. Grimstad.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Reilly, J. (1997). Using the Methods of Fernando Flores. *Center for Quality of Management Journal*, from <http://www.walden-family.com/public/cqm-journal/rp07900.pdf>
- Rolfsen, M. (2000). *Trendenes tyranni - produksjon og arbeid i et nytt århundre*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see : value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute.
- Rusten, D. (1985). *Produktivitetens læring*. [Oslo]: Tano.

- Salthaug, M., & Sørensen, M. (2010). *Arbeidsflyt i byggproduksjon - analyse av målemuligheter*. [Forfatterne], Grimstad.
- Schein, E. H. (1987). *Organisasjonskultur og ledelse: er kulturendring mulig?* Oslo: Mercuri media forl.
- Sevan, Marine (Producer). (2012, 14.05.2012). Projects FPSO. Retrieved from <http://sevanmarine.com/index.php/projects/fpsy/16-fpsy-sevan-voyageur>
- Shiba, S., Graham, A., & Walden, D. (1993). *A new American TQM: four practical revolutions in management*. Portland, Or.: Productivity Press.
- Shingō, S. (1988). *Non-stock production: the Shingo system for continuous improvement*. Cambridge, Mass.: Productivity Press.
- Sobek, D. K., & Smalley, A. (2008). *Understanding A3 thinking : a critical component of Toyota's PDCA management system*.
- Thompson, J. D. (2003). *Organizations in action: social science bases of administrative theory*. New Brunswick, N.J.: Transaction Publ.
- Veidekke. (2011). *Involverende planlegging - i produksjon*.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1991). *The machine that changed the world: [the story of lean production]*. New York, N.Y.: HarperPerennial.

8 Vedlegg

VEDLEGG 1: Observasjonsskjema

VEDLEGG 2: Spørreundersøkelse frontlinjearbeidere

VEDLEGG 3: Evalueringsskjema for flyt, etter endt arbeidsdag

VEDLEGG 4: Kommentarer fra evalueringsskjema

VEDLEGG 5: Aggregert resultat av evalueringsskjema

VEDLEGG 6: Aggregert resultat av observasjon

VEDLEGG 7: Sammenlikning av resultater fra evalueringsskjema og strukturerte intervjuer

VEDLEGG 8: Resultater fra strukturerte intervjuer

Vedlegg 1: Observasjonsskjema

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------|----|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| FAG: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dato for registrering: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Registrert av: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sted for registrering: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | kl 07.00 - 08.00 | | | | | | kl 08.00 - 09.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aktivitet | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| Drekte arbeid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Drekte arbeid (Utkledning av løkke) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Drekte arbeid (Utkledning av løkke fra annet lag/fag) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspeksjon/kontroll | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kontrollerte og fjerne | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sikringsarbeid (HMS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Risico opp og ned | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rydding for å få tilgang til arbeidsplassen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Opprydding etter arbeidet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Generell rydding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mottak av materialer og prosedyrer rundt dette | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialer til arbeidsstedet med trailer e.l. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialer innen ca 5 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialer mellom 5 og 12 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialer lengre enn 12 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Løsing materialer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Løsing verktøy / utstyr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Løsing personer / komsum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forflytning mellom arbeidssteder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flytte og hente verktøy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bevæge seg fritt/gjerdesag og lønende | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ventning besatte materialer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ventning foregående aktivitet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ventning kran | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ventning tegning /arbeidsnot | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arb. omr ikke tilgjengelig annen aktivitet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planleggingsmøter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Koordinering av fabrikkanset | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HMS-møter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kaffe og spisepause | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nødvendig personlig tid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Annen personlig tid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Type installeringsarbeid/håndverksarbeid (ta bilde ved tvil). Det kan være flere typer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Til den som registrerer. Forsøk om mulig også å registrere mengde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Vedlegg 2: Spørreundersøkelse frontlinjearbeidere

Generell informasjon

Navn _____

Alder _____

Hvor lenge har du jobbet med dette prosjektet? _____

Avdeling _____

Stillingstittel _____

Firma?

Nymo, fast ansatt

Nymo, innleid

UE

Hvilket firma tilhører du?

(1)

(2)

(3) _____

Hensikten med undersøkelsen er å finne forbedringsmuligheter i organiseringen av arbeidet hos Nymo AS.

Hvor stor del av arb.dagen din (7,5 time) vil du anslå som arbeidseffektiv (reising)?

Hvilke er de 3 viktigste årsakene til stopp i arbeidet ditt?

Hva kan gjøres annerledes for at din arbeidshverdag skal bli bedre?

Får du tilstrekkelig informasjon til å ha god flyt i din arbeidsdag? Hva mangler, og hvordan mener du dette kunne vært løst?

Kommer underlag / tegninger / varer / produkter som du er avhengig av til rett tid og i rett format? (Evt forslag til løsning)

Gjennomføres det evaluering som avsluttende del av arbeidspakker? Prosjekt? Er det vanlig at evt forslag blir hørt?

Hvor mange ganger i løpet av en arbeidsdag forlater du arbeidsstedet for å søke informasjon du trenger i arbeidet (hos formann, andre avdelinger)?

Hva er de viktigste årsakene til langvarige stopp i arbeidet?

Hvordan stiller du deg til at alle hadde fått en form for robust smartmobil (motta mail, kommunisere med leder, ta bilder ved utfordringer og sende til beslutningstakere)? Fordeler og ulemper

Et annet forslag kan være en informasjonssentral med en form for datamaskin og kommunikasjonsmulighet til formann / leder som alternativ til å forlate arbeidssted og oppsøke informasjon. Fordeler og ulemper?

Har du noen forslag til tiltak for å effektivisere ditt / andres arbeide (har du riktig arb.verktøy. Skype kontra reising)?

Hva er dine tanker om å bruke UHF i arbeidet, for å slippe turer vekk fra arbeidssted? Fordeler og ulemper

(Gjaldt kun installasjon)

Vedlegg 3: Evalueringsskjema for flyt, etter endt arbeidsdag

Denne spørreundersøkelsen er en del av en masteroppgave som utføres av to studenter ved Universitetet i Agder, i samarbeid med Nymo. Formålet med undersøkelsen er å arbeide for større forståelse av arbeidsflyt i produksjon.

Arbeidsflyt kan forstås som at du har fått utført arbeidsoppgavene dine uten unødvendig avbrytelser som for eksempel venting på andre eller andre forstyrrelser.

Dersom du krysser av ja på spørsmål ønsker vi at du skal gi et anslag på hvor mye tid denne forsinkelsen medførte. For eksempel: 1,5 time. Du må gjerne gi noen utfyllende kommentarer i kommentarfeltene.

Dato for undersøkelsen: _____

Hvilket fag arbeider du innenfor: _____

| Har dine arbeidsoppgaver blitt forsinket i dag på grunn av: | Ja | Nei | Anslag på samlet forsinkelse i tid (Angis i minutter eller timer) |
|--|-----------|------------|--|
| Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Forutgående aktivitet var av dårlig kvalitet, herunder aktiviteten er ikke helt ferdig ("ferdig-ferdig") | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |

| | | | | |
|---|-------------------|-------------|---|--------------|
| | | | | |
| Manglende eller uklar annen informasjon | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | |
| Feil på materialer eller for lite materialer | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | |
| Manglende eller lite hensiktsmessig utstyr | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | |
| Annen årsak til forsinkelse av arbeidet | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | |
| Spørsmål knyttet til arbeidsoppgavene dine | Ja | Nei | Anslag på samlet forsinkelse i tid | |
| Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt når du begynte på jobb i dag tidlig? | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | |
| Har du brukt tid i dag på å rette opp egne eller andres feil? | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | |
| | <i>Meget enig</i> | <i>Enig</i> | <i>Verken eller (Normal)</i> | <i>Uenig</i> |
| I dag har arbeidet hatt god flyt | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | |

Vedlegg 4 Kommentarer fra evalueringsskjema

A, B og C er observasjonsobjekter. A1 indikerer fra dag 1, A2 fra dag 2. - betyr ingen kommentar

Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide

A1: Fant ikke delene.

A2: Stor aktivitet med kranene

B1:

B2: (1 t) Venting på sveising

C1:

C2: (1 t) –

Vanskelig løfteåk til plater, må også vente mye på kran.

Ventet på kran. Venter på deler pga ødelagt brennebord. Dager i venting.

Mye venting [pga lite arbeid]

Venting på kran

En del bjelker som skulle fuges var satt på «hold», slik at jeg måtte omdisponere tiden.

(8 timer). Ingenting å sveise. Hjalp platearbeider litt i stedet.

Forutgående aktivitet var av dårlig kvalitet, herunder aktiviteten er ikke helt ferdig ("ferdig-ferdig")

A2: Kan av og til være brent skjevt fra brennebord og sag

B: -

C: -

Rigging

Trenger ordentlig verktøy – platetenger for tynnplater, kiler og brikker. Må sjekke caddy på sveiseapparater, noen er dårlige.

Dårlig sag

Alt var bra

Skjeve kutt av plater

Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid

A2: Kan av og til være trangt om plassen

B: -

C: -

Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig

A2: Er som regel ryddet

B: -

C: -

Det har gått vekk 70 min i dag til venting på kran, måtte omplassere plater som lå i veien for å få plass til nye plater.

Måtte ta en inni-mellom-jobb.

Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene

A1: Dårlige tegninger

A2: Tegninger kan være dårlig tegnet og [informasjon] kan være for smått [på tegning].

B: -

C: -

Mangler kuttlistene (x 2)

(10 min) Sjakler mangler

Manglende eller uklar annen informasjon

A2: Noen ganger kan det være uklart

B: -

C1: Byggemetoden er uklar

C2: -

Bør få på plass bedre sortering av delene til begge riggene [prosjektene som det jobbes på p.t.] Det er for mye som blir blandet sammen – rot.

Feil på materialer eller for lite materialer

A: -

B1: Bjelke måtte rettes

B2: -

C1: Måtte rette en H-bjelke

C2: -

Feil på deler, mye etterarbeid etter brennebord [plasma skjærer ikke bestandig loddrett].

Ingen feil

Hadde det vært kappet flere bjelker kunne jeg ha fortsatt å bearbeide dem.

Manglende eller lite hensiktsmessig utstyr

A1: For lite verktøy. Må lete etter utstyr, eller vente på at andre blir ferdige.

A2: Er en del mangler på løfteutstyr

B1: Mangler en del løfteutstyr til H-bjelker

B2: Løfteutstyr H-bjelker [Installasjonshall / monteringshall Vik].

C1: Mangler løfteutstyr

C2: Løfte store H-bjelker

Mangler verneutstyr: Støvhette å ha under hjelm.

Brukte ca. 2 timer på å lete etter en spesiell (tilpasset) rullebukk. Da jeg ikke fant den, modifiserte jeg en annen til riktig høyde (innebar kapping / saging, sliping, demontering og re-montering).

Dårlige slipebånd til stor slipemaskin. Høyt forbruk av slipebånd

Savner utstyr som gjør at brenneren selv kan «lese» bjelkene. Det ville ideelt sett ha spart tiden det tar å gå gjennom hvert punkt i programmet til brenneren for å være sikker på at det er riktig.

Annen årsak til forsinkelse av arbeidet

A2: Ikke tilrettelagt arbeid, mangel på utstyr og verktøy

B: -

C: -

Vente på en person med kranførerbevis. Krankjøring var nødvendig for å utføre arbeidet.

Alt var bra.

Dårlig med verktøy. Skrutvinger, el.utstyr, skrujern, magnet, bedre maskiner, stor sag mye problemer.

Lite å gjøre

Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt når du begynte på jobb i dag tidlig?

A2: (1 t) Hjelp med krankjøring. [Det er flere som ikke har kranførerkurs for traverskran, de må ha hjelp når kran skal benyttes]

B: -

C: -

Måtte rydde plass for løft av plater pga dårlig løftehøyde på løfte-åk. Må få kortet den inn.

Planen ble gjort om slik at ombygging av den gitte rullebukken ble en del av planen.

Gjorde roboten ekstra ren og systematiserte papirene i ny perm. Fjernet papirer på alle programmer som har «ramla ut» av roboten og som backupen ikke kan gjenopprette.

Hjalp platearbeider fordi jeg ikke hadde andre arbeidsoppgaver.

Har du brukt tid i dag på å rette opp egne eller andres feil?

A2: Skjer av og til

B: -

C: -

På sett og vis, i og med at jeg burde funnet den «rette» rullebukken og brukt den.

Noe ekstra sliping.

Ja, litt tilbake i tid pga feil og uklarerheter på tegninger.

I dag har arbeidet hatt god flyt

A2: (Normal flyt). Går på planlegging og utstyr.

B1: En del irritasjon ifm med løfteutstyr.

B2: -

C: -

Fungert greit etter «omgjort» plan.

Må få på plass bedre rutiner på verktøy, slik at man ikke behøver å møte reparere verktøy en får utlevert før en begynner å jobbe.

Går mye tid til dette.

Saga kilte seg.

Vi mangler løfteutstyr, sjakler og klyper. Det er også mye feil bruk av løfteutstyr. Vi må få inn bedre verktøy, det vi har i dag er for dårlig.

Vedlegg 5 – Aggregert resultat av evalueringsskjema (21 tilbakemeldinger fordelt over 2 dager)

| Spørsmål | SUM | | | Andel | | |
|---|-----|-----|-----|-------|------|-----|
| | Ja | Nei | Tid | Ja | Nei | Tid |
| Har dine arbeidsoppgaver blitt forsinket i dag på grunn av: | | | | | | |
| Foregående aktivitet ikke var ferdig i tide | 10 | 11 | 705 | 0,48 | 0,52 | 34 |
| Forutgående aktivitet var av dårlig kvalitet / ikke ferdig | 4 | 17 | 0 | 0,19 | 0,81 | |
| Arbeidsområdet ikke tilgjengelig pga annet arbeid | 1 | 20 | 0 | 0,05 | 0,95 | |
| Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig | 3 | 18 | 100 | 0,14 | 0,86 | 5 |
| Manglende arb.tegninger / feil/ mangler på tegningene | 5 | 16 | 0 | 0,24 | 0,76 | |
| Manglende eller uklar annen informasjon | 3 | 18 | 0 | 0,14 | 0,86 | |
| Feil på materialer eller for lite materialer | 5 | 16 | 0 | 0,24 | 0,76 | |
| Manglende eller lite hensiktsmessig utstyr | 12 | 9 | 130 | 0,57 | 0,43 | 6 |
| Annen årsak til forsinkelse i arbeidet | 6 | 15 | 0 | 0,29 | 0,71 | |
| | | | | | | |
| Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt når du begynte på jobb i dag tidlig? | 8 | 13 | 240 | 0,38 | 0,62 | 11 |
| Har du brukt tid i dag på å rette opp egne eller andres feil? | 5 | 16 | 0 | 0,24 | 0,76 | |

I dag har arbeidet hatt god flyt

3,48 (i snitt)

Antall utleverte spørreskjema 28

Antall utfylte spørreskjema 21

Kommentar: Mistenker at "K" har misforstått, da det ikke er samsvar mellom avkrysning for hindring av arbeidet (mange ja) og opplevd flyt (enig = 4). K er derfor utelatt fra statistikken på dette delspørsmålet. "L" kun kommentert "lite å gjøre" uten mer informasjon.

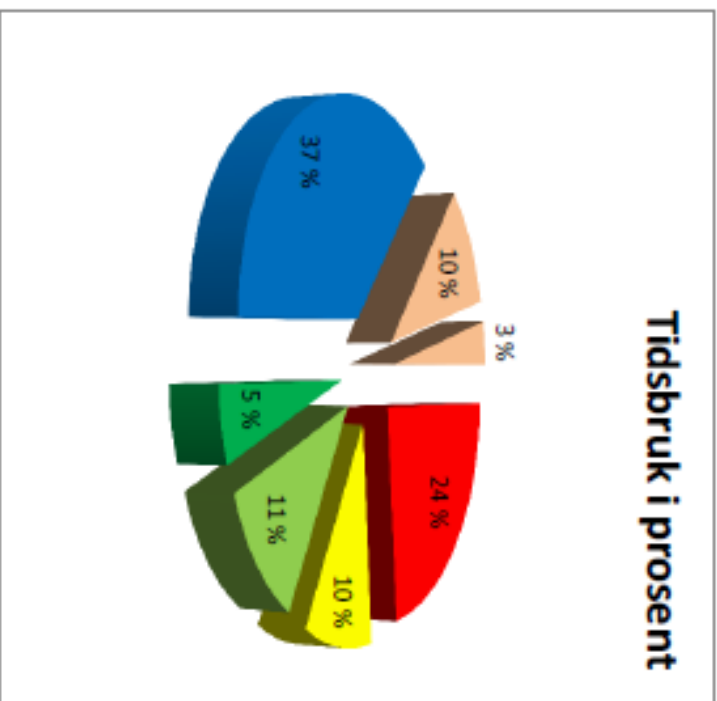
Meget enig = 5
 Enig = 4
 Verken eller (normalt) = 3
 Uenig = 2
 Meget uenig = 1

«Tid» er gjennomsnittlig tid pr arbeider for de 2 dagene. Må divideres på 2 for å få gjennomsnittlig tid pr arbeider pr dag.

Vedlegg 6 – Aggregert resultat observasjon (2 arbeidere over 2 dager)

| | |
|------|---|
| 17,9 | Direkte arbeid |
| 0,5 | Direkte arbeid: Utbedring av tabbe |
| 2,6 | Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag |
| 3,0 | Inspeksjon/kontroll |
| 15,8 | Krankjøring og lignende |
| 0,1 | Sikringsarbeid (HMS) |
| 4,8 | Rigge opp og ned |
| 0,3 | Rydding for å få tilgang til arbeidsplassen |
| 3,4 | Opprydding etter arbeidet |
| 2,8 | Generell rydding |
| 0,4 | Mottak av materialer og prosedyrer rundt dette |
| 0,1 | Henting av materialer til arbeidsstedet med tralle e.l. |
| 0,2 | Henting av materialer innen ca 5 m |
| 0,1 | Henting av materialer mellom 5 og 12 m |
| 2,3 | Henting av materialer lengre unna enn 12 m |
| 0,1 | Leing materialer |
| 1,0 | Leing verktøy / utstyr |
| 0,5 | Leing personer / førermann |
| 2,3 | Forflytning mellom arbeidssteder |
| 0,0 | Flytte og hente verktøy |
| 0,3 | Venting besulte materialer |
| 5,1 | Venting foregående aktivitet |
| 2,5 | Venting kran |
| 0,8 | Venting tegning /arb underl |
| 0,0 | Arb omr ikke tilgj pga annen aktivitet |
| 7,9 | Planleggingsmøter |
| 1,5 | Koordinering av fabri planer |
| 0,3 | HMS-møter |
| 9,8 | Kaffe og spisepause |
| 3,5 | Nødvendig personlig tid |
| 10,0 | Annen personlig tid |

| | |
|-------|------------------|
| 23,7 | Syngt sløsing |
| 9,9 | Sikring /plan |
| 11,0 | Rigg / rydd |
| 5,3 | Tilrettelegg |
| 36,9 | "Direkte" arbeid |
| 9,8 | Pauser |
| 3,5 | Personlig tid |
| 100,0 | Totalt |



Vedlegg 7 – Sammenlikning av resultater fra evalueringsskjema og strukturerte intervjuer

| Formuleringer med brukbar gjensidig validitet | Svarskjema spørsmålformuleringer | | Strukturerte intervjuer, spørsmålformuleringer | | Gjensidig validitet (samsvar mellom formuleringer) | Pålitelighet (samsvar mellom datasett) |
|---|--|--|--|---------|--|--|
| | (andel) | (andel) | (andel) | (andel) | | |
| Formuleringer med brukbar gjensidig validitet | Foregående aktivitet var ikke ferdig i tide | 0,48 | Venting på foregående aktivitet | 0,50 | Svært høy | 2% (svært høy) |
| | Forutgående aktivitet var av dårlig kvalitet / ikke ferdig | 0,19 | Feil/mangler i arbeidsgrunnlag | 0,25 | Høy | 6% (høy) |
| | Arbeidsområdet ikke tilgjengelig pga annet arbeid | 0,05 | Konflikt m/annen aktivitet | 0,00 | Høy | 5% (høy) |
| | Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig | 0,14 | Venting på tilkomst | 0,00 | Middels | 14% (middels) |
| | Manglende arbe. tegninger / feil/ mangler på tegningene | 0,24 | Utvexling av info | 0,50 | Middels | (middels) |
| | Manglende eller uklar annen informasjon | 0,14 | Letting | 0,50 | Noe svak | (middels) |
| | Manglende eller lite hensiktsmessig utstyr | 0,57 | Opplevd effektivitet | 84,10 % | Middels | (middels) |
| | Feil på materialer eller for lite materialer | 0,24 | | | | |
| | <i>I dag har arbeidet hatt god flyt*</i> | Snitt: 3,48 | | | | |
| | Formuleringer m/ manglende gjensidig validitet | Annen årsak til forsinkelse i arbeidet | 0,29 | - | | |
| | Utført arbeid i l.a. dagsom ikke var planlagt? | 0,38 | - | | | |
| | Tidsbruk på å rette opp egne eller andres feil? | 0,24 | - | | | |
| | | | Venting på kran/deler(logistikk) | 0,88 | | |

*Forklaring:

Meget enig = 5
 Enig = 4
 Verken-eller = 3
 Uenig = 2
 Meget uenig = 1

Vedlegg 8 – Resultater av intervjuer

| intervjuobjekter--> | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | p | o | q | r | s | t | u | v | w | x | y | z | æ | ø | å | A | B | C | D | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|
| Opplevd effektivitet | - | 75 | 85 | 50 | 55 | - | - | 90 | 90 | 80 | 38 | 70 | 50 | 60 | - | 75,7 | 90 | 85 | 85 | 93 | 80 | 50 | 95 | 95 | 84,1 | 30 | 73 | 20 | 88 | 88 | 50 | 70 | 83 | 60 | 70 | 63,0 % i snitt |
| | Estimert at hver gangtar 60 min | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aktidag man forberet arbeidet for infourveksel | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 2,5 | 2,5 | - | 10 | 0,8 | 1,5 | 3,0 | 7,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 3,49 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 13 | 3 | 2,48 | 0 | 3 | 5 | 0 | 18 | 8 | 1 | 3 | 3 | 4,87 | |
| Hvådag man forlater arb.sted for infourveksel | - | 0,5 | 1,5 | 1,0 | 2,5 | 2,5 | - | 10 | 0,8 | 1,5 | 3,0 | 7,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 3,49 | 0,0 | 0 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,3 | 2,1 | 0,4 | 0,41 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,30 timer i snitt |
| | Estimert at hver gangtar 10 min | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vanligste årsaker til stopp/hetfelser i arbeid | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | |
| Utlekking av info | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | |
| Venting på tilkomst | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| Leking | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,50 | |
| Konflikt/mlamen aktivitet | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| Venting på krandedel(logistikk) | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| Feilfrangler arbeidsgrunnlag | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,25 | |
| Venting på foregående aktiviteter | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,50 | |
| | Forbedringer mest ønsket på fig område | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tekn. infrastruktur/tilgjengelighet | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | |
| Info i leginger/arbeidsgrunnlag | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,80 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | |
| Planlegging | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,87 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,80 | |
| presisjon på ledetid (logistikk) | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,73 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,90 | |
| Standardiseringskorkening | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,67 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,70 | |
| Koordinering | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,73 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,60 | |
| tilgang til info, koordinasjonsnivå | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,60 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,90 | |
| presisjon på plassering (logistikk) | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | |
| Velgerd, HR, goder, arbeidsmiljø | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 | |
| tilgang til info, overordnet nivå | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 | |
| Orden, ryddighet og renslighet | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,50 | |
| Læremiljø | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,50 | |
| | Kommunikasjon | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Positiv til Smartmobil | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,87 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | |
| Positiv til infocentral | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 |
| Fjernhever 3D-modell som viktig | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 | |
| Fjernhever fordruksjon som viktig | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,73 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,80 | |
| Positiv til UHF | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| | Evalueringssmøter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ja etter arbeidspaker | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,00 | |
| Ja etter større prosjekter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,10 | |