

Kvalitet i gjennomføring av komplekse EPC-prosjekter

En case-studie av stålarbeid på boremodulen til Johan Sverdrup Drilling Platform med fokus på prosjektgjennomføring inspirert av lean metodikk.

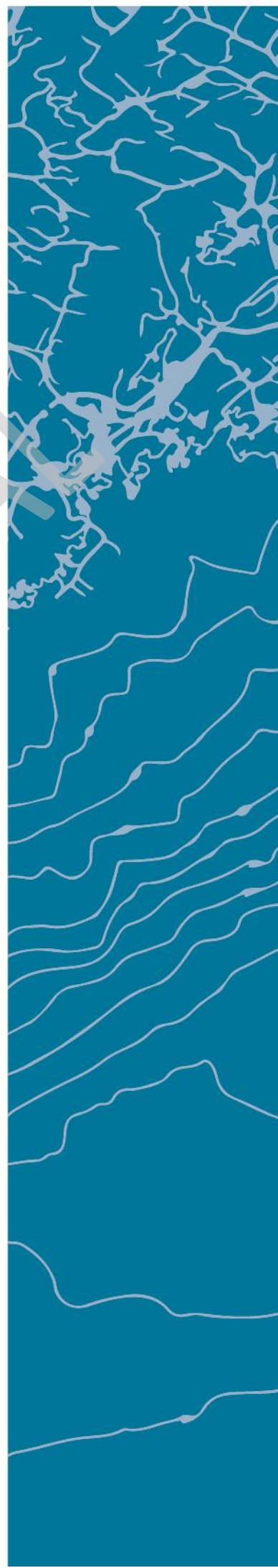
IVER KASBO
EIRIK SKAIÅ WIEHE

VEILEDERE

Dr. Ing. Bo Terje Kalsaas, Universitetet i Agder
Åsmund Knutson, AS Nymo
Oddbjørn Haugeto, AS Nymo

Universitetet i Agder, 2017

Fakultet for teknologi og realfag
Institutt for ingeniørvitenskap



I Forord

Masteroppgaven er skrevet som en del av masterutdanningen i Industriell Økonomi og Teknologiledelse (IndØk) ved Universitetet i Agder (UiA) og vekter 30 studiepoeng. Oppgaven er utført i siste semester, fra Januar til og med Mai 2017. Samarbeidsbedriften for oppgaven var AS Nymo, en lokal bedrift som tidligere har hatt samarbeid med UiA.

Vi har begge bakgrunn som mekatronikkingeniører og har gjennom IndØk-studiet fått stor interesse for prosjektstyring, særlig studiets fokus på de gode effektene av lean construction i bygg- og anleggsbransjen. Dette gjorde et case-studie hos Nymo særlig interessant, da vi fikk muligheten til å studere mekanisk EPC-fabrikasjon og dens prosjektgjennomføring med lean metodikk.

Det har vært en lærerik prosess hvor Nymo har vært en god støttespiller. Vi vil først takke våre hovedveiledere hos Nymo: Åsmund Knutson og Oddbjørn Haugeto. Disse har vært meget hjelpelige og ikke minst tilgjengelig i en ellers svært travel arbeidshverdag. Vi vil også takke Even Ask og Erik Ehlis som også har brukt tid på gode samtaler, råd og støtte underveis. Vi retter også en stor takk til alle som har stilt opp til intervjuer, og andre informanter ved AS Nymo som har bidratt med sine synspunkter og erfaringer gjennom uformelle samtaler. Til slutt vil vi takke hele organisasjonen hos AS Nymo for all støtte og interesse som er vist ovenfor vårt arbeid.

Sist men ikke minst vil vi utrette en stor takk til vår faglige veileder Dr. Ing. Bo Terje Kalsaas ved UiA, for hans verdifulle støtte og veiledning underveis. Han har under hele perioden tatt seg god tid og gitt ærlige tilbakemeldinger, og vi håper oppgaven står til de høye forventningene han hadde til masteroppgaven vår. Funn fra oppgaven har også blitt brukt i den kommende fagboken *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* i kapittelet *Erfaringer med Last Planner inspirert styring i prosjektbasert mekanisk industri* av Kalsaas og Knutson (2017).

Oppgaven er konfidensiell frem til 31.05.2018 og kan frem til dette ikke publiseres.

Grimstad 31.05.2017



Iver Kasbo



Eirik Skaiå Wiehe

II Sammendrag

AS Nymo er en aktør fra Sørlandet som gjennomfører prosjektbasert fabrikasjon av offshorekonstruksjoner, hovedsakelig mot olje- og gassbransjen. I dag er de engasjert av Statoil og Aibel for å bygge boremodulen til Johan Sverdrup Drilling Platform. Boremodulen er selve hjertet av en boreplattform, og følgelig den mest avanserte modulen. Dette gir høye krav til en god prosjektgjennomføring, og i kombinasjon med bransjens sterke fokus på kostnader som følge av lav oljepris gir det bakgrunnen for oppgavens tema; kvalitet i gjennomføring av komplekse EPC-prosjekter.

Basert på Lean teori og samarbeidet med UiA har Nymo siden 2012 arbeidet med å innføre Involverende ProsjektGjennomføring (IPG) – et sett metodikker for å bedre gjennomføringen av prosjekter. IPG er tuftet på lean construction og spesielt Last Planner System. Oppgaven vil med bakgrunn i disse fagfeltene benytte Nymo som case og utføre en teoretisk informert case-studie. Det vil også benyttes teori som koordineringsteori og Cynefin rammeverk for å bedre belyse de ulike kvalitetsutfordringene.

Case-studien gjennomføres i samarbeid med Nymo, og det legges stor vekt på de uformelle samtaler som oppstår ved å benytte bedriftens fasiliteter og kjernetid som rammer for arbeidet. Oppgavens metode bygger på en datainnsamling som begynte i siste ledd i verdikjeden, fabrikasjonen, for så å bevege seg oppstrøms mot engineering. Utgangspunkt for videre datainnsamling skulle være resultater fra kvantitative wastemålinger i fabrikasjonen. Disse viste seg å være vanskelige å benytte da organisasjonen var mer fragmentert enn først antatt. Det ble derfor benyttet ulike informanter til uformelle samtaler og datainnsamling, samt formelle intervjuer av sentrale personer i organisasjonen. Nymos interne systemer har og blitt benyttet for å utforske arbeidspakkene på egenhånd, samt for å følge fremgangen i prosjektet.

Gjennom oppgaven avdekkes det fire hovedutfordringer som påvirker kvaliteten i prosjektgjennomføringen i særlig negativ grad. Disse er:

- Forankring av IPG
- Håndtering av endring i arbeidsomfang
- Silo-orientert organisasjon
- Kvalitet i input-outout

Funnene knyttes til de tidligere nevnte teorier gjennom å identifisere sammenhenger mellom utfordringene i prosjektgjennomføringen og hva lean-metodikk vektlegger som tiltak for å motvirke disse. Et eksempel kan være kommunikasjon og involvering på tvers av disipliner for å motvirke silo-orientert organisasjon – hvor dette tiltaket er et av hovedprinsippene i LPS. En oppsummering av kvalitetsutfordringer og motvirkende tiltak er vist under:

Årsaker til kvalitetsutfordringer	Motvirkende tiltak fra lean-inspirert prosjektstyring
Forankring av IPG	<ul style="list-style-type: none"> • Ledelse som er engasjert og involvert i IPG-arbeidet, og som involverer resten av organisasjonen. • Ledelse som setter krav til alle i organisasjonen om at IPG skal benyttes. • Definerte ansvarspersoner for IPG, som har de ressursene som behøves. • Beslutninger må tas på bakgrunn av IPG. Ledelse er ikke unntatt IPG. • Fokus på kontinuerlig forbedring og læring mellom prosjekter.
Håndtering av endring i arbeidsomfang	<ul style="list-style-type: none"> • Oppdatere metode og plan i henhold til endring i arbeidsomfang. • Bemanne slik at flyt blir ivarettatt, i alle ledd. • Vektlegge kontinuerlig forbedring og læring, spesielt fra tidligere prosjekter. • Benytte cynefin-rammeverk for å bedre beslutningstaking basert på prosjektets ulike karakteristikk. • Ha en moderne maskinpark for å kunne håndtere endringer i arbeidsomfang.
Silo-orientert organisasjon	<ul style="list-style-type: none"> • Bedre kommunikasjon og sørge for involvering i planlegging og kontroll på tvers av avdelinger. Minimere avstanden mellom avdelingene. • Egnede arbeidsprosesser som fokuserer på smidighet og systematisk ferdigstilling. • Felles informasjonsbærer for å sikre riktig og oppdatert informasjonsgrunnlag på tvers av avdelinger. • Benytte koordineringsteori for å tilrettelegge for bedre samspill og håndtering av resiproke avhengigheter.
Kvalitet i input-output	<ul style="list-style-type: none"> • Fokus på sunnhetsfaktorer og waste. • Sikre riktig kvalitet i grensesnittet mellom de ulike avdelingene, gjennom bruk av kontrollverktøy som Telaris. • Øke kommunikasjonen om krav til input-output mellom avdelingene. • Søk å anvende pullprinsippet som grunnlag for produksjonskontroll.

Figur 1: Oppsummering av funn

Disse punktene er følgelig utarbeidet med utgangspunkt i case-studien av Nymo, og kan derfor ansees som direkte forbedringstiltak Nymo burde ta stilling til i fremtidige prosjekter. Punktene vil også være generaliserbare til en viss grad for andre mekaniske EPC-bedrifter, og kan danne et godt grunnlag for videre forskning.

III Innholdsfortegnelse

I	Forord	I
II	Sammendrag	II
III	Innholdsfortegnelse	IV
IV	Figurliste	VI
V	Tabelliste	VII
1	Innledning	1
2	Teori	4
2.1	Lean	4
2.2	Syv former for waste og making-do	8
2.3	Transformasjon, flyt og verdi	10
2.4	Last Planner System	14
2.5	Koordineringsteori	19
2.6	Cynefin rammeverket	22
2.7	Oppsummering av teorien	27
3	Casebedriften Nymo	28
4	Involverende Prosjekt Gjennomføring	30
4.1	Hovedprosesser	30
4.2	Prosjektstyring	33
5	Metode	42
5.1	Forskningsdesign	42
5.2	Datainnsamling	46
5.3	Forskningsdesignets kvalitet	51
5.4	Oppsummering	55
6	Funn av kvalitetsutfordringer	56
6.1	Fabrikasjonen	56
6.2	Fabrikasjonsengineering	65
6.3	Engineering	71
6.4	Støttediscipliner og prosjektstyring	74
6.5	Oppsummering av kvalitetsutfordringer	78
7	Drøfting av kvalitetsutfordringer	80
7.1	Endring i arbeidsomfang	80
7.2	Informasjonsflyt	86

7.3	Prosjektstyring.....	88
7.4	Prosjektgjennomføringen sett i lys av Cynefin rammeverk	92
8	Konklusjon	99
8.1	Videre forskning.....	102
9	Bibliografi	VIII
10	Vedlegg	XIV
10.1	Vedlegg 1 – Intervjuguide formenn i fabrikasjonen	XIV
10.2	Vedlegg 2 – Intervjuguide Fabrikasjonsengineering	XVI
10.3	Vedlegg 3 – Intervjuguide Engineering	XVIII
10.4	Vedlegg 4 – Observasjonsskjema til måling av waste	XX
10.5	Vedlegg 5 – Selvevalueringskjema	XXI
10.6	Vedlegg 6 - Oversikt arbeidspakker Ikea-støtter.....	XXIII
10.7	Vedlegg 7 – Fabrikasjonstegning arbeidspakke 610-300.....	XXIV

IV Figurliste

Figur 1: Oppsummering av funn	III
Figur 2: Oppgavens oppbygning	3
Figur 3: Ressurs- og flyteeffektivitet (Modig & Åhlström, 2012).....	12
Figur 4: Effektivitetsmatrise (Modig & Åhlström, 2012)	13
Figur 5: Oversikt LPS (Kalsaas, 2017a).....	17
Figur 6: Syv forutsetninger for sunt arbeid (Kalsaas, 2017a)	18
Figur 7: Illustrasjon av avhengigheter.....	20
Figur 8: Silo-orientert arbeidsform	22
Figur 9: Cynefin rammeverk (Everyday Lean, 2017, Fritt oversatt og modifisert)	23
Figur 10: Oversikt teori	27
Figur 11: Johan Sverdrup Drilling Platform til venstre (Offshore Energy Today, 2017)	28
Figur 12: Oppdeling av JSDP.....	29
Figur 13: Oversikt over planer	35
Figur 14: LPS-teknikk på koordineringsmøte	36
Figur 15: Illustrasjon arbeidspakke	38
Figur 16: Arbeidspakke	38
Figur 17: Objekt	39
Figur 18: Arbeidspakkas reise.....	41
Figur 19: Den iterative prosessen i et case-studie (Fritt oversatt, Yin, 2009, s. 1).	43
Figur 20: Forenkling av organisasjonen.....	56
Figur 21: Resultater wastemålinger.....	58
Figur 22: Eksempel på koordinering i arbeidsområde.	62
Figur 23: Oversiktsbilde Ikea-rack (se og vedlegg 6)	64
Figur 24: Arbeidsomfang 610-300.....	67
Figur 25: 2D layouttegning av el- og rørstøtter i arbeidspakke TF-86170-009	70
Figur 26: Informasjonsflyt engineering.....	71
Figur 27: Utsnitt av plan over installasjonspakker, stål. Hentet fra Telaris 30.03.2017	74
Figur 28: Analytisk modell basert på empiri og Cynefin rammeverk.....	95
Figur 29: Oppsummering konklusjon	101

V Tabelliste

Tabell 1: Hovedmomenter TFV (Koskela, 1999).	14
Tabell 2: Koordinasjonskomponenter og assosierte prosesser (Malone & Crowstone, 1990) 20	
Tabell 3: En leders guide for beslutningstaking (Snowden & Boone, 2007, fritt oversatt)	26
Tabell 4: Sammenligning wastemålinger 2014 og 2017	62

1 Innledning

Lean har den siste tiden hatt en betydelig økende popularitet. Lean er inspirert av Japansk bilindustri sine produksjonsmetodikker, og det ble på sent 1900-tall brukt betydelige ressurser på å forstå og adaptere spesielt Toyota sine metodikker til vestlig industri. Lean har tradisjonelt hatt størst nedslagsfelt innen produksjonsindustri, men har det siste tiår blitt mer populært i andre industrier.

Lean produksjon bygger rundt kjerneverdier som flyt, eliminering av waste, pull-produksjon og «just-in-time». Dette er verdier som ble benyttet i bilproduksjonen i Japan, og skulle gi effektiv produksjon. Vi vil komme tilbake til disse begrepene i neste kapittel. Selve begrepet lean ble først benyttet av John Krafcik (1988). Han brukte beskrivelser som kontinuerlig flyt og minimalt lagerhold for å karakterisere lean slik det er kjent hos japansk bilindustri.

Kalsaas, Bølviken og Klakegg (2017) påpeker at Krafciks kolleger også benyttet begrepet «fragile» for å beskrive det samme produksjonssystemet. Dette beskriver forskjellen mellom Japansk og vestlig industri på en god måte; der vestlig industri hadde store lager for å være forberedt på ulike scenarioer, hadde japanerne små eller ingen lager. Japanerne ønsket derimot å unngå slike scenarioer gjennom gode rutiner og produktdesign, godt trente arbeidere og godt samarbeid med underleverandører (Kalsaas et al. , 2017; Krafcik, 1988).

På tidlig 90-tall ble begrepet Lean Construction dannet av en mindre gruppe som mente at byggenæringens tilnærming til fabrikasjon ikke var god nok (Kalsaas et al. ,2017). En artikkel som beskriver dette er Koskelas «We Need a Theory of Construction» (1999). Han fokuserer her på at grunnlaget for en ny teori innen fabrikasjon burde hentes fra produksjon og ha fokus på flyt og verdi slik lean produksjon har. Dette er også i samsvar med Kalsaas (2013a), Ballard og Koskela (2012) sitt arbeid som også tar utgangspunkt i forskningen rundt lean construction og utviklingen av Last Planner System (LPS¹), og er forskjellig fra de mer tradisjonelle metodene som waterfall-modellen, PM-bok og stage-gate.

Som en følge av fremskrittene som er gjort innen lean construction er det stadig flere aktører som søker å adaptere lean metodikker. Spesielt innen bygg- og anleggsbransjen har metodikkene blitt adaptert, eksempelvis Veidekkers Involverende Planlegging. Det har også

¹LPS er et varemerke tilhørende Lean Construction Institute (www.leanconstruction.org).

kommet aktører innen mekanisk EPC-industri som adapterer metodikken, som case-bedriften AS Nymo. Dette kan nok være en følge av at det, spesielt innen offshore, har vært utfordrende tider de siste årene. Som følge av dette er det et fokus mot å forbedre seg for å heve konkurransekraften. Dette gjelder spesielt aktører i høykostland som Norge.

Nymo gjennomfører EPC(TI)-prosjekter² for offshorebransjen. I dag er de engasjert av Statoil og Aibel for å bygge boremodulen til Johan Sverdrup Drilling Platform (JSDP). Boremodulen omtales som hjertet av en boreplattform, og er følgelig den mest avanserte modulen. Dette gir et behov for en sterk prosjektgjennomføring³ som kan ta høyde for den store kompleksiteten. Nymo har som følge av dette innført Involverende ProsjektGjennomføring (IPG), som er sterkt inspirert av lean construction og LPS. Målet med IPG er å styrke prosjektgjennomføringen og øke konkurransekraften gjennom å senke kostnadsnivået.

Til tross for at Nymo har forbedret prosjektgjennomføringen sin, opplever de at den fortsatt har potensiale til å bli bedre. Det har også blitt påpekt av tidligere masteroppgaver som hevder at det fortsatt finnes store forbedringsmuligheter (Thronsen & Stykket, 2015; Ellingsen & Fredriksen, 2012; Lande & Koland, 2013).

Dette har gitt grunnlag for problemstillingen: «Hvordan kan lean-inspirert prosjektstyring øke kvaliteten i gjennomføring av komplekse prosjekter i mekaniske EPC-bedrifter». Denne vil besvares gjennom forskningsspørsmålene:

1. Hvilke kvalitetsutfordringer er mest fremtredende, og hvorfor oppstår disse?
2. Hvordan kan lean-inspirert prosjektstyring motvirke disse utfordringene?

Begrepet kvalitet står sentralt, og vil oppgaven blant annet støtte seg på Joseph Juran's definisjon av kvalitet som «fitness for use» (Juran, 1998). Med dette menes det at kvalitet ikke er en forhåndsbestemt parameter, men kan defineres avhengig av situasjonen og konteksten. Med prosjekt menes arbeid som kjennetegnes med en definert begynnelse og slutt, at det skal gjennomføres kun en gang, har etablerte mål, krav til tid, kostnad og ytelse samt involvering av flere avdelinger og fagfolk (Larson & Gray, 2011, s. 5).

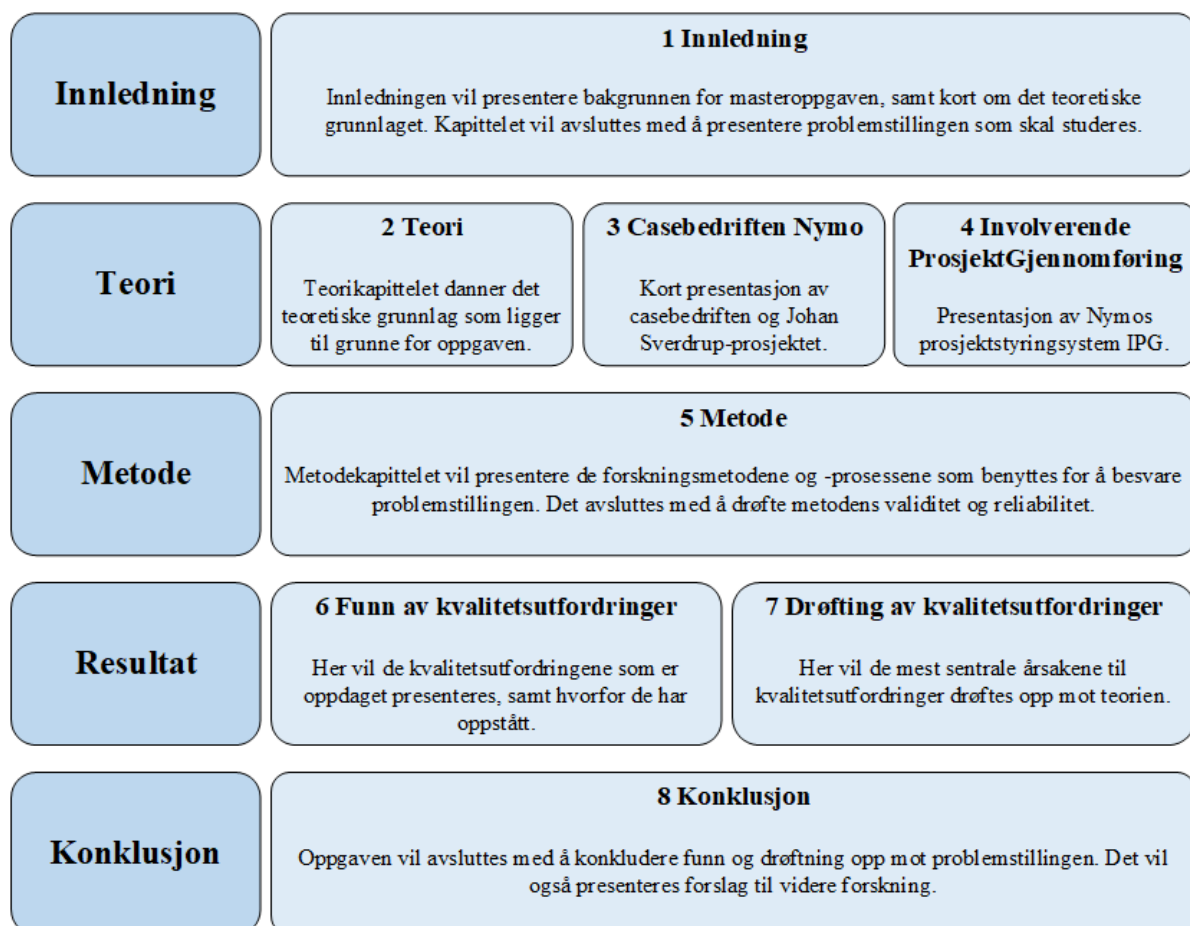
² Engineering, procurement, construction, (transportation and installation).

³ Gjennomføring skiller seg fra styring ved at styring fokuserer på de overordnede aspektene, mens gjennomføring er mer praktisk rettet. Gjennomføring kan derfor omtales som styring i praksis.

Gjennom problemstillingen vil Nymos prosjektgjennomføring kartlegges slik, den er tiltenkt og slik den faktisk er. Dette arbeidet vil belyse hvordan et prosjektstyringssystem bygd på lean construction fungerer, og hva som bør vektlegges. Videre vil dette benyttes som en teoretisk informert case for å belyse hvor prosjektgjennomføringens kvalitet ikke er god nok hos Nymo, og hva dette skyldes.

Forskningsspørsmål to er ment å knytte hvilke teoretiske momenter som kan motvirke de kvalitetsutfordringene som finnes i casen. Dette gjøres for å gi en oversikt over hvilke momenter fremtidig forskning på lean-inspirert prosjektgjennomføring i mekanisk EPC-industri burde fokuseres mot, samt gi Nymo en bedre teoretisk bakgrunn for fremtidig prosjektgjennomføring.

Oppgaven bygges opp som vist i figuren under.



Figur 2: Oppgavens oppbygning

2 Teori

Teorien som blir presentert i dette kapittelet gir bakgrunn for å analysere bedriftens nåværende arbeidsmetoder, samt datainnsamlingen og drøfting av denne. Teori som ansees som særlig viktig for masteroppgaven blir vektlagt innenfor de ulike teoretiske retningene. Teksten er i noen seksjoner en videreføring og fordypning fra tidligere oppgaver fra studiet⁴.

2.1 Lean

2.1.1 Lean produksjon

Boken «The Machine that Changed the World» av James P. Womack, Daniel T. Jones og Daniel Roos (1990) er en av de mest kjente innenfor lean. Denne boken var et resultat av en studie om japansk bilproduksjon, og forfatterne peker på forskjellene i datidens masseproduksjon mellom Japan og den vestlige verden. Gjennom ulike måltall for produktivitet og kvalitet kunne man se at den japanske bilindustrien med Toyota i spissen var radikalt mer effektiv enn amerikansk og europeisk bilproduksjon (Womack, Jones, & Roos, 1990). Boken gjorde som følge av dette de japanske metodikkene verdenskjent under navnet lean produksjon.

Lean produksjon ble utviklet fra Toyota og med ingeniør Taiichi Ohno i spydspissen. Ohno var en mann dedikert til målet om å redusere waste i produksjonen som helhet. Han skiftet fokuset fra å kun se på produktiviteten til hver enkelt arbeider eller maskin isolert sett, til å se på produksjonen som en helhetlig flyt mellom de enkelte delene av produksjonen (Howell, 1999).

Ohno fulgte på mange måter opp tidligere arbeid fra Henry Ford, med noen opplagte forskjeller. Der amerikansk bilindustri hadde ressursene til å lage store produksjonslinjer som produserte et forholdsvis standard produkt det var nesten ubegrenset etterspørsel etter, måtte Ohno og japansk bilindustri produsere et større utvalg produkter med de samme ressursene. Dette som følge av at industrien var forholdsvis umoden og hadde utfordringer med tilgang til kapital etter andre verdenskrig (Kalsaas et al. , 2017; Womack, Jones & Roos, 1990). Til forskjell fra USA måtte de derfor bruke de samme maskinene til flere arbeidsoppgaver.

⁴ Opprinnelse i oppgaveinnleveringer i fagene IND419 og IND418 (Wiehe, Kasbo, Bech, & Stake, 2016).

Basert på Womack et al. (1990), Howell (1999) og (Krafcik, 1988) kan vi liste opp noen av de viktigste momentene ved lean produksjon:

- Produksjonen skal organiseres for kontinuerlig flyt
- Alt som ikke tilfører verdi for kunden er waste, og skal elimineres
- Skap pålitelig flyt gjennom prinsipper som: «pull-produksjon», «just-in-time» (JIT) og sunne aktiviteter

Kontinuerlig flyt kan forstås som en produksjonslinje uten waste. På en slik produksjonslinje vil det fokuseres mot at produktet hele tiden tilføres verdi. For å få til dette kan teknikker som «Single Minute Exchange of Die» utviklet av Shingo (1985) benyttes. Denne teknikken fokuserer på korte omstillingstider, slik at maskiner har minst mulig nedetid og dermed mest mulig tid hvor maskinen tilfører verdi til produktet.

Prinsipper som pull, JIT og sunne aktiviteter er også sentrale for å skape en pålitelig flyt. Pull-produksjon er en motsetning til push-produksjon, og er basert på at varer skal produseres til faktisk etterspørsel. Det vil si at etterspørsel skal igangsette produksjonen. I et push-system vil produksjon for å bygge lager være normalt, men i et pull-system ønskes det at varen er ferdigprodusert i det øyeblikket en etterspørsel oppstår – altså «just-in-time».

Waste ble først introdusert av Ohno, og er kort forklart sløsing av ressurser. Ohno var opptatt av at alt som ikke tilfører verdi for kunden må reduseres. Dette kan være ekstra funksjoner ved en vare eller et høyere kvalitetsnivå enn det som er etterspurt. Waste vil omtales mer i avsnitt 2.2.

2.1.2 Lean construction

Lean construction er en visjon og en videreutvikling av lean produksjon skapt gjennom nettverket «The International Group for Lean Construction» (IGLC) tidlig på 90-tallet (Tommelein, 1999). IGLC er i hovedsak en sammensetning av en rekke forskere og fagfolk som mente at bygg- og anleggsbransjen måtte fornye seg radikalt for å videre være konkurransedyktige (Kalsaas et al., 2017). Koskela har videre omtalt dette gjennom artikkelen «*We need a theory of construction*» (Koskela, 1999).

Koskela (1999) fokuserer på at det trengs en ny teori innen bygging og konstruksjon, og at dannelsen av denne vil være den største påvirkningskraften i bransjen. IGLC har og uttalt de samme interessene; forbedre prosesser innen bygg- og anleggsbransjen, samtidig som kunders

behov skal møtes på en bedre måte og dermed forbedre produktet som leveres betraktelig (Tommelein, 1999; International Group for Lean Construction, 2017).

I likhet med Koskela (1999) er det flere fra IGLC-forskningsmiljøet mener at utvikling av prosjektgjennomføringsmetodikker innenfor lean construction bør gjøres basert på lean produksjon, og ikke på de mer tradisjonelle metodene som «waterfall-modellen», PMBOK, og «stage-gate-teorien» (Ballard & Koskela, 2012; Kalsaas, 2013a).

Lean construction tar med seg Ohnos kriterier for systemdesign i produksjonen som en standard for perfektjon også i konstruksjon. Bygging av komplekse prosjekter har åpenbare ulikheter med serieproduksjon av biler. Dette kan hovedsakelig knyttes til prosjektformen som tilsier at den spesifikke konstruksjon kun skal bygges en gang med høy grad av skreddersøm (Kalsaas et al., 2017). Howell (1999) peker også på større variasjon og usikkerhet som følge av kompleksiteten, men har også fokus på tid og kost som noen av de sentrale kjennetegnene ved konstruksjon. Kalsaas et al. (2017) omtaler også det faktum at byggeprosjekter fysisk sitter fast. Dette er i noe mindre grad gjeldene innen offshore selv om konstruksjonene også her er store.

Prinsippene fra lean produksjon er likevel overførbare til prosjektbasert bygging. Det overordnede målet ved et hvert prosjekt er å møte kundens mål og krav, både innenfor tid og kvalitet. Alt som ikke tilfører prosjektet verdi er waste, uavhengig om det er i designfasen eller i byggefasen. I komplekse prosjekter kan også waste få større følger enn i serieproduksjon som følge av de mange resiproke avhengighetene som oppstår.

Sammenhengen mellom planleggingssystemet Last Planner System (LPS) omtalt av Ballard (2000) og lean construction er ifølge Kalsaas et al. (2017) meget sterk. LPS er på mange måter en planleggingsmetode basert på mange av prinsippene fra lean construction. LPS vil bli nærmere omtalt i seksjon 2.4.

Selv om lean construction ble utviklet som følge av at man mente bygg- og anleggsbransjen hadde behov for å fornye seg er lean construction også passende for offshore-bransjen. Kalsaas et al. (2017) kjennetegner byggenærings produksjon ved:

1. Byggverk er store objekter som sitter fast i bakken
2. Bygging er prosjektproduksjon
3. Bygging er en kombinasjon av bearbeiding og montasje
4. Byggverk varer lenge og har stor offentlig interesse

Disse fire faktorene er i stor grad tilstede i offshore-prosjekter, men med en liten forskjell: konstruksjonene i offshore må være flyttbare i byggefasen for å kunne installeres på sokkelen. De er ikke nødvendigvis mindre enn konstruksjonene i bygg- og anlegg, noe som kan eksemplifiseres med plattformen Troll A som strekker seg 472 meter fra havbunnen, som er 4 ganger høyden til Oslo Plaza.

Til forskjell fra bygg og anlegg har offshore annen produksjonslogikk, og meget komplekse konstruksjoner. For eksempel har en boreplattform et titalls rørsystemer, mens bygg og anlegg har færre. Den største forskjellen ligger kanskje i det estetiske, hvor bygg har en del estetiske trekk som ikke sees som nødvendige for offshorekonstruksjoner (Kalsaas & Knutson, 2017).

2.1.3 Kvalitetsledelse og lean

Innledningsvis brukes kvalitetsdefinisjonen til Juran (1998) som hevder kvalitet ikke er en forhåndsbestemt parameter, men må defineres avhengig av situasjonen og konteksten. Videre hevder Nils Olsson (2017) at kvalitet og lean henger sammen ved at både lean og moderne kvalitetsledelse har sin opprinnelse fra produksjonsindustrien med spesielt Japansk bilindustri og Toyota som inspirasjon.

Hovedtrekkene til kvalitetsledelse er prosessfokus, redusere variasjon, riktig første gang og faktabasert styring. Alle disse punktene er en del av lean, og understøtter lean construction. I LPS, som senere blir utdypet, er også kvalitet et vesentlig fokus. Et vanlig fokus i lean er som tidligere nevnt å fjerne sløsing, men det søkes også mot å fjerne variabilitet internt og langs verdikjeden for å gjøre produksjonen stabil, forutsigbar og legge til rette for forbedringer (Olsson, 2017).

Et viktig prinsipp for kvalitet er å oppdage feil på et tidlig stadium. Et overordnet mål er riktig sluttkvalitet ved involvering og opplæring av utførende personell, samt å minske stress og konfliktnivå i byggeprosessen. Dette oppnås gjennom tre hovedfokusområder (Olsson, 2017):

1. Kontinuerlig fokus på det endelige resultatet
2. Egnede arbeidsprosesser som fokuserer på smidighet og systematisk ferdigstillelse
3. Utføre arbeidet riktig første gang

Prinsippet med kvalitetskontroll underveis i prosessen er gjennomgående i lean, og riktig kvalitet på foregående aktiviteter er blant en av forutsetningene for at en aktivitet er sunn. Om usunne aktiviteter påbegynnes oppstår fenomenet «making-do» som omtales i neste seksjon,

2.2. Et aspekt i lean-inspirert prosjektstyring er aksepten for den iboende variasjonen og usikkerheten i et prosjekt. Det bygges derfor opp kapasiteter for å håndtere variasjon og usikkerhet gjennom eksempelvis ved at detaljert planlegging tett opp mot byggefasen i tid, samt ilagte mekanismer for å systematisk fjerne hindringer frem mot gjennomføring (Olsson, 2017).

2.2 Syv former for waste og making-do

De syv formene for waste ble først introdusert av Taiichi Ohno i boken om produksjonssystemet til Toyota. Waste er kort forklart bortkastede ressurser. Ohno presenterte først syv former for waste, som står som et fundament. Disse er som følger (Koskela, Bølviken, & Rooke, 2013):

- Overproduksjon (*overproduction*)
Produksjon av flere varer en nødvendig. Gjøres ofte for å kunne redusere produksjonskostnader per vare.
- Venting (*time on hand*)
Tid hvor varen ikke blir tilegnet verdi ved å bli prosessert, eller er i en verdiskapende prosess. En vare kan sjelden befinne seg i en slik tilstand kostnadsfritt.
- Unødvendig transport (*transportation*)
Inngående og utgående transport. Unødvendig transport av råvarer inn til prosessering og unødvendig transport ut til sluttkunde.
- Overprosessering (*processing itself*)
Det å tilegne mer verdi til en vare enn det som er nødvendig og etterspurt. Kostnaden ved å tilegne mer verdi er ikke noe kunden er villig til å betale for, og blir dermed en tapt kostnad.
- Unødvendig lager (*stock on hand*)
Varer på lager er varer som ikke har generert noen verdi, men som generer kostnader. Ideelt kommer en vare ut av verdiskapende prosesser i det kunden etterspør den («Just-in-Time»).
- Bevegelse (*movement*)
Varens og produksjonsarbeideres unødvendige bevegelse i produksjonen. For eksempel varens forflytning mellom ulike produksjonsstasjoner eller arbeiderens forflytning for å drive verdiskapende arbeid.
- Defekter (*making defective products*)
Produksjon av defekte varer. En defekt vare har ingen eller liten verdi, selv om den er forsøkt tilført like mye verdi i produksjonsprosessen.

Disse syv formene for waste har opprinnelse fra serieproduksjon, og har til forskjell fra produksjonsprosesser ikke inkludert design-fasen på en måte som er tilfredsstillende for komplekse prosjekter (Koskela et al. , 2013). Et komplekst prosjekt kan dog brytes ned til enkeltbiter hvor disse kan sees på som prosesser som er forholdsvis like. Et eksempel er brenning av stålplater, hvor prosessene kan ha store likhetstrekk selv om platen som brennes er ulik.

Det finnes også en åttende form for waste ifølge Koskela (2004). Han omtaler denne formen for waste som making-do. Dette kommer som en følge av ubenyttede ressurser, og kan kort forklares som det arbeid som gjøres som en følge av et ønske om høy ressurseffektivitet. Det vil si at man setter i gang arbeid som ikke er sunt, og det vil oppstå waste, for eksempel i form av merarbeid. Making-do kan med andre ord sees på som en wastedriver som vil gi waste i form av de tidligere nevnte punktene.

Making-do kan også sees på som det motsatte en av en buffer (Koskela, 2004). Dette da usunt arbeid ofte igangsettes som følge av at et ledd nedstrøms ikke har arbeidsoppgaver å utføre. Dermed vil leddet nedstrøms føle at må gjøre *noe*, og setter dermed i gang arbeid som har hindringer. Dette gjør at nedstrømsleddet har noe å gjøre, men de vil benytte mer ressurser enn om arbeidet hadde hatt riktig modenhetsgrad og følgelig fritt for hindringer.

Fra tradisjonell wasteteori om produksjon har teorien begynt å tilpasses til andre fagområder. Metoden for dette er å i hovedsak å øke bredden av de syv wasteformene. En annen metode er innføring av en flere former for waste slik som making-do. Et tillegg til making-do som den åttende formen er mangel til å si ifra og lytte (Macomber & Howell, 2004). Denne er i likhet med making-do mer rettet mot waste av menneskelig potensiale (Sarhan, Pasquire, & King, 2014). Sarhan et al. (2014) mener at videre forskning bør fokusere på å tenke mer systematisk, og ikke på menneskelig oppførsel og «feil» som waste.

Som tidligere omtalt er de syv formene for waste utarbeidet for og med bakgrunn i serieproduksjon. Både Koskela et al. (2013) og Formoso, Bølviken, Rooke og Koskela (2015) har undersøkt hvordan disse kan benyttes innen andre bransjer. De har da fokusert på bransjer med mer skreddersøm og midlertidige organisasjoner, som prosjektbasert konstruksjon. Den største forskjellen er at ved skreddersøm vil det være en design-fase ved hver eneste produksjon. Dette gjør at waste kan oppstå på et tidlig tidspunkt og videre ha store påvirkninger videre. Formoso et al. (2015) ser av dette at mange av de forskjellige formene for waste igjen påvirker

andre former for waste. Et eksempel er at det ofte oppstår making-do, som igjen gir annen waste.

2.3 Transformasjon, flyt og verdi

Transformasjon, flyt og verdi (TFV)-modellen var et forsøk fra Koskela (1999; 2000) på å samle et fragmentert teoretisk grunnlag for prosjektbasert konstruksjon under et felles rammeverk. Koskela mente at en ny teori for denne bransjen burde baseres på en kombinasjon av de tre teoretiske perspektivene som danner TFV-modellen. Kalsaas et al. (2017) definerer TFV som «en flyt av transformasjoner som skaper verdi i form av et produkt».

2.3.1 Transformasjon

Transformasjonsperspektivet har vært den dominerende måten å tenke på i moderne tid, og spesielt i produksjonsindustrien. Produksjon sees på som en transformasjon av input til output, og omfatter materialer og sammensetninger av deler og komponenter. En dekomponering av den totale transformasjonen (ferdig produkt) gjøres gjerne for å bryte ned hierarkiet til mindre transformasjoner, eller arbeidsoppgaver. Dette vil gjøres for å kunne minimere kostnaden ved hver enkelt arbeidsoppgave individuelt. Dette synet på produksjon har sin intellektuelle opprinnelse i økonomi, og har ikke vært utfordret i stor grad frem til senere tid (Koskela, Howell, Ballard, & Tommelein, 2002). Porters verdikjedeteori er et godt eksempel på transformasjonssynet (Koskela, 1999; Kalsaas, 2017a).

Transformasjonsperspektivet har ifølge Koskela et al. (2002) to hovedmangler: vanskeligheter med å innse at det finnes andre fenomener i produksjon enn ren transformasjon, og at det ikke er selve overgangen som gjør produksjonen verdifull, men verdien av å ha produksjonen i samsvar med kundenes krav. Videre peker Koskela et al. (2002) på transformasjonsperspektivet som et verktøy som har sin styrke i å oppdage hvilke arbeidsoppgaver som må gjøres i produksjonen, altså som et verktøy for å definere prosesser. Perspektivet er derimot ikke like godt egnet til å identifisere og tilrettelegge for waste og verdi. Tradisjonelle produksjonsmetoder basert på transformasjonsperspektivet har derfor en tendens til å ikke utnytte sitt fulle effektivitetspotensiale.

2.3.2 Flyt

Parallelt med transformasjons-perspektivet har det også foreligget et annet velkjent rammeverk for produksjon – flytperspektivet. Det teoretiske rammeverket som setter flyt i fokus ble først foreslått av Gilbreths i 1922, og har senere vært med å legge grunnlaget for lean produksjon. Toyota har også vært en spesielt kjent bidragsyter.

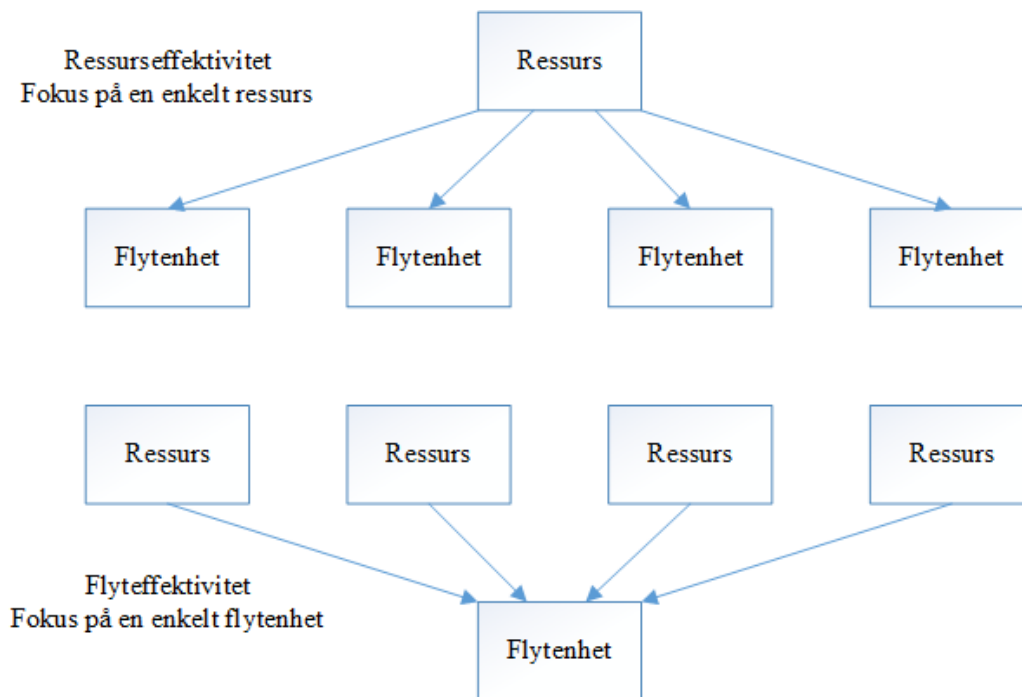
I følge Koskela (1999) er hovedprinsippet til flytperspektivet å eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter, eller waste. God flyt kan forklares som tilrettelegging av arbeidet mellom forskjellige fag, aktører og ressurser på en måte som eliminerer waste. Ved å oppnå god flyt blir aktiviteter utført i riktig rekkefølge uten forsinkelser i overganger mellom de ulike fagdisipliner (Kalsaas, 2017a). Dette avhenger også at aktivitetene som skal utføres er uten hindringer⁵.

Flytbegrepet er dog ikke entydig, og teorier skiller mellom ulike former for flyt. I boken «*A Study of the Toyota Production System*» skiller Shingo (1989) mellom flyt i prosesser og operasjoner, hvor flyt i prosesser kan forstås som materialflyt og flyt i operasjoner som arbeidsflyt. Med materialflyt menes det at det fokuseres på materialenes flyt, og typisk waste er venting og bevegelse. Ved arbeidsflyt legges det vekt på å prioritere flyt for maskiner og arbeidere. Typisk waste er da overprosessering og overproduksjon.

Videre hevder Shingo at materialflyt burde prioriteres fremfor arbeidsflyt. Eksempelvis står det ikke noe sted i Toyota sitt JIT-system om optimalisering av maskiner brukt ved den enkelte arbeidsstasjon, men det står om den samlede flyten som passerer mange arbeidsstasjoner. Altså at maskinen alltid skal være klare for sin kommende oppgave uten forsinkelser. Shingo mener med dette at all aktivitet utenom selve tilvirkningen kan regnes som waste (Shingo S. , 1989; Kalsaas, 2017a).

Shingos begreper ligger tett opp mot de som benyttes i boken «*This is Lean*» (Modig & Åhlström, 2012; Kalsaas, 2017b). Modig og Åhlström bruker her begrepene flyteffektivitet om materialflyt og ressurseffektivitet om arbeidsflyt. Disse begrepene er illustrert i figur 3, hvor flytenheten representerer produktet.

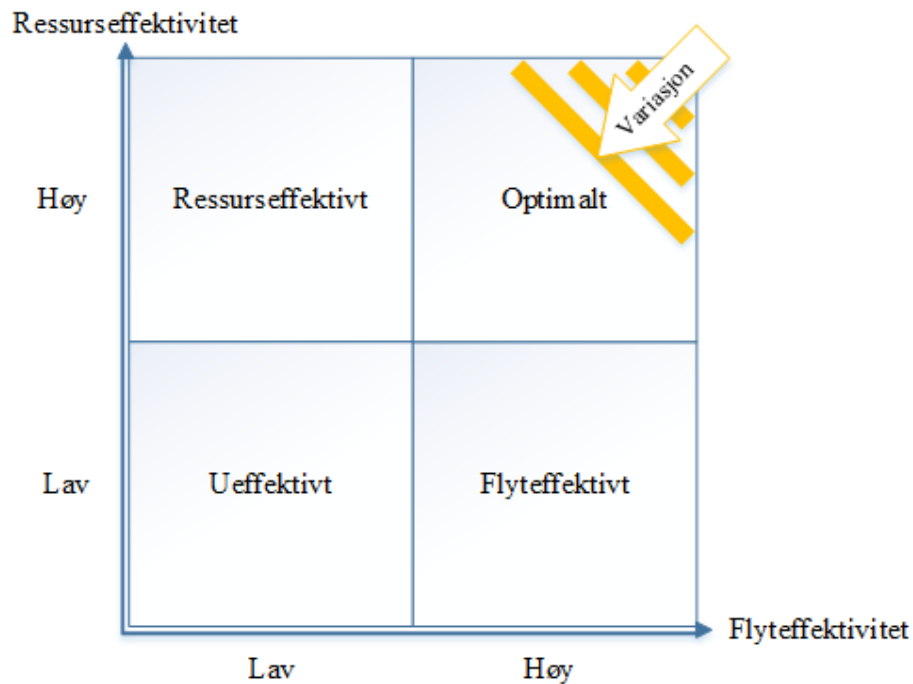
⁵ Sunne aktiviteter er mer omtalt i seksjon 2.4 og 4.2.1.



Figur 3: Ressurs- og flyteeffektivitet (Modig & Åhlström, 2012)

De presenterer videre et effektivitetsparadoks som peker på at det er svært utfordrende å oppnå full effektivitet av ressursbruken samtidig med full flyteeffektivitet. Dette som følge av «Little's law» som sier at gjennomsnittstid øker som følge av økt antall flytenheter og syklustid, at flaskehalsene øker gjennomsnittstid og at gjennomsnittstiden også øker som følge av variasjon og høy ressurseffektivitet (Modig & Åhlström, 2012). Som følge av disse lovene vil et økt fokus på enten ressurseffektivitet eller flyteeffektivitet gi en negativ påvirkning på den andre.

Dette danner grunnlaget for Modig og Åhlström (2012) sin effektivitetsmatrise som illustrerer hvordan bedrifter kan klassifiseres basert på henholdsvis ressurs- og flyteeffektivitet som vist i figur 4. Det vil være utfordrende å nå optimal tilstand opppe i høyre hjørne, og kompromisser må derfor tas gjennom strategiske beslutninger. Bedrifter med store variasjoner i produksjonen vil ha større vanskeligheter med å kombinere ressurseffektivitet og flyteeffektivitet, noe som fører til at effektivitetsfronten i matrisen vil bevege seg nedover som vist figuren nedenfor. Kalsaas (2017a) hevder også at prosjektbasert produksjon ikke kan ha et ensidig fokus på flyteeffektivitet, men at det også er viktig med fokus på ressurseffektivitet da hindringer for god flyt ofte skjer innenfor enkeltfag.



Figur 4: Effektivitetsmatrise (Modig & Åhlström, 2012)

2.3.3 Verdi

Det tredje synet på produksjon ble først introdusert av Shewhart på 1930-tallet, og fokuserer på verdiskapningen fra kundens ståsted, eksempelvis ved å tilfredsstille byggherrens og brukerens krav og behov (Koskela, 1999; Kalsaas, 2017a). Kalsaas (2017a) trekker videre paralleller til flytperspektivet, hvor kunden også kan være påfølgende prosess eller fag i interne prosesser. Et eksempel er Nymo sine prosjektfaser, hvor hvert steg i prosessen må være av riktig kvalitet for kunden i påfølgende prosess. Ved å behandle andre fag som kunde gjennom god kommunikasjon og koordinering av resiproke avhengigheter kan man oppnå forutsigbar overlevering med riktig verdi til neste steg (Kalsaas, 2017a). Altså vil fokus i verdi-perspektivet være å benytte metoder som sørger for full kontroll på kundens krav og forventninger. Dette for å sørge for at disse blir møtt i størst mulig grad.

2.3.4 Oppsummering

Koskela (1999) oppsummerer TFV ved å påpeke at de tre perspektivene ikke er alternativer til hverandre, men kan komplementere hverandre. Det er også grunnen til hans argument om å skape en teori som vektlegger både transformasjon, verdi og flyt.

Lean construction er et resultat av blant annet Koskela sitt arbeid med TFV-modellen (Bertelsen & Koskela, 2002). Hovedmomentene til Koskela sin TFV-modell kan sees som en oppsummering i tabell 1.

Tabell 1: Hovedmomenter TFV (Koskela, 1999).

	Transformasjon	Flyt	Verdi
Konseptualisering	Transformasjonen fra input til output	Som en flyt av materialer, bestående av transformasjon, inspeksjon, flytting og venting	Prosessen hvor verdi skapes for kunden gjennom og tilfredsstille dens krav og forventninger
Hovedprinsipp	Effektiv produksjon	Eliminere waste	Eliminere tap av verdi
Metoder og praksis	Kartlegging av arbeidsprosesser, material- og ressurskontroll	Kontinuerlig flyt, pullproduksjon, kontinuerlig forbedring	Metoder for å oppnå full forståelse av kundekrav- og forventninger, kvalitetskontroll
Praktisk bidrag til et samlet rammeverk	Tar seg av det som må gjøres	Tar seg av det som er unødvendig (waste)	Sørger for at kundens krav blir møtt i størst mulig grad
Forslag til navn på praktisk anvendelse av teorien	Ledelse av arbeidsoppgaver	Ledelse av flyt	Ledelse av verdi

2.4 Last Planner System

Last Planner System (LPS) er et planleggingssystem hvor målet er å møte utfordringer og situasjoner som oppstår i prosjektbasert produksjon, og forbedre håndteringen av disse. LPS spiller ofte en sentral rolle i lean construction og hos bedrifter som har adaptert denne metodikken. Det kan sees på som en filosofi med verktøyene som skal til for å realisere planer, samt ha kontroll på planer og utførelse. Dette vil føre til høyere grad av kontroll og

forutsigbarhet sammenlignet med mer tradisjonelle planleggingsmetoder (Kalsaas, 2017a; Ballard, 2000a; Koskela, 1999; Koskela, Stratton, & Koskenvesa, 2010).

LPS er avhengig av gjennomgående samarbeid mellom de ulike aktørene og fagdisiplinene i et prosjekt. Navnet «Last Planner» referer til personen eller gruppen som er siste planlegger i en gitt prosess hvor planleggingen er direkte relatert til fysisk arbeid fremfor produksjonen av andre planer på lavere nivå (Kim & Ballard, 2010). I Norge er den siste planleggeren ofte operatørene selv eller formenn grunnet flat organisasjonsstruktur (Kalsaas, 2017a; Ballard, 2000b). I følge Ballard (2000a) er dette systemet pull-basert, hvor oppgaver først skal gjøres tilgjengelig for utførelse når nedstrøms prosesser har kapasitet til å utføre dem.

Ballard og Howell startet utviklingen av LPS allerede i 1992 (Koskela, 1999), men på tross av at det har blitt utviklet i over 25 år finnes ingen offisiell versjon eller sertifisering av LPS. Dette skyldes at lean construction og LPS betraktes som en filosofi med prinsipper som er i stadig endring (Kalsaas, 2017a). Ballard skrev dog i 2000 (2000a) en doktorgrad hvor han beskrev LPS og prinsippene bak, og er kanskje det nærmeste vi kommer en «oppskrift» på fremgangsmåten.

Videre beskrivelse av LPS vil hente inspirasjon fra Ballard (2000a) sin doktorgrad, men legge hovedvekt på senere utvikling av fagfeltet. Det vil også legges noe vekt på Kalsaas (2017a) sitt bokkapittel hvor hensikten er å beskrive LPS for innføring og læring i prosjektbasert EPC-industri.

2.4.1 Bakgrunn for innføring av LPS

Som det fremkommer av seksjon 2.3 finnes det tre perspektiver innenfor produksjonsprosesser: transformasjon, flyt- og verdi. Ballard (2000a) har i sitt arbeid pekt på mangler ved de tradisjonelle transformasjonsbaserte gjennomføringsmodellene. Han hevder blant annet at de transformasjonsbaserte gjennomføringsmodellene har vært utilstrekkelig i ledelse av komplekse prosjekter grunnet den stadig økende kompleksiteten og behovet for samarbeid mellom ulike fagdisipliner (Ballard, 2000a). Koskela (1999) er mer kritisk i sin omtale og omtaler transformasjonsbaserte metoder som en idealisering av virkeligheten. Dette som følge av at det ikke er mulig å beskrive alle prosesser og systemer som en transformasjon av input til output på et tidlig stadium, spesielt i komplekse prosjekter. Dette skyldes blant annet iboende variasjon i planleggingen og utførelsen av komplekse konstruksjoner.

2.4.2 Prinsipper

En artikkel fra Ballard, Hammond og Nickerson (2009) hadde som formål å enes om prinsippene som er bakenforliggende LPS. Dette kan regnes som retningslinjer for hva som menes med LPS og de viktigste faktorene ved innføring av LPS (Kalsaas, 2017a). De listet opp følgende fem prinsipper (Ballard et al. , 2009, fritt oversatt):

1. Planlegg med større detaljering jo nærmere du kommer det faktiske arbeidet
2. Planlegg sammen med de som skal utføre arbeidet
3. Kartlegg og fjern hindringer på planlagt arbeid sammen som et team
4. Alle forpliktelser for at arbeid skal kunne utføres må være pålitelige og holdes
5. Lær av problemene som oppstår underveis

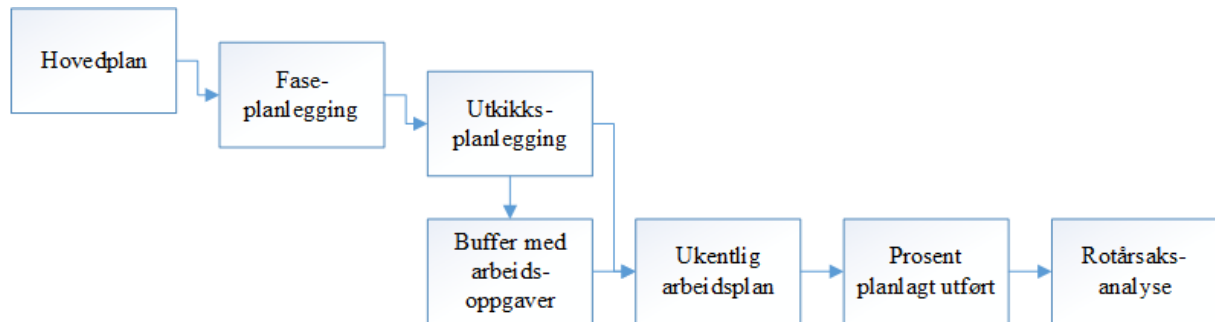
Kalsaas (2017a) har videreutviklet disse fem prinsippene til syv prinsipper for LPS på bakgrunn av sin forståelse og vektlegging. De syv prinsippene er som følger:

1. Planlegg med større detaljering desto nærmere du kommer den konkrete utførelsen og desentraliser kontrollen.
2. Integrert behandling av planlegging, bygging og kontroll. Kontroll i LPS er å få ting til å skje. I prosjekter regnes det som normalt at det er stor usikkerhet og uorden, og at endringer forekommer.
3. Involvering i planlegging og kontroll på tvers av underentreprenører og disipliner.
4. Involvering av alle ansatte, inkludert den enkelte håndverker og fagarbeider («The last planner»)
5. Vektlegging av kontinuerlig forbedring og læring
6. Søk å anvend pullprinsippet som grunnlag for produksjonskontroll
7. Benytt enkle og manuelle planleggingsteknikker så langt som mulig

Kalsaas (2017a) tillegger med det viktigheten ved pullprinsippet som grunnlag for produksjonskontroll, samt bruken av enkle planleggingsteknikker med lav brukerterskel. Eksempler på dette er post-it lapper som et dynamisk verktøy for å koordinere multidisiplin aktiviteter. Han vektlegger også på kontinuerlig forbedring til forskjell fra Ballard et al. (2009), som kun nevner læring i femte hovedprinsipp.

2.4.3 Planleggingsfaser og møtestruktur

I denne seksjonen blir planleggingsfaser og møtestruktur presentert slik Koskela, Stratton og Koskenvesa (2010) opprinnelig så for seg strukturen. Denne er vist i figur 5. Det er også slik Kalsaas (2017a) presenterer strukturen i sitt bokkapittel.



Figur 5: Oversikt LPS (Kalsaas, 2017a)

Hovedplan

Hovedplanen sørger for at det finnes en overordnet plan og at det dannes en oversikt over alt arbeid som skal utføres i prosjektet, med deres sekvenser og varigheter. Til forskjell fra tradisjonell planlegging er hovedplanen i LPS langt mindre detaljert. Den kan på samme måte som tradisjonell planlegging ansees som en «push»-plan, men består i hovedsak av hovedmilepæler samt mer detaljerte milepæler fra ulike fagdisipliner (Kalsaas, 2017a). Milepæler blir brukt fremfor detaljerte aktiviteter da de ikke er utsatt for endringer underveis på samme måte. Kalsaas (2017a) betegner derfor milepæler som mer robuste. Hovedplanen gir videre rammer for faseplanleggingen.

Faseplanlegging

Prosjektplanen deles inn i faser gjennom bakoverplanlegging, som tilsier å planlegge fra slutt mot start. Man starter gjerne å planlegge med utgangspunkt i en milepæl, og alle aktiviteter som må oppfylles for å nå denne milepælen skal deretter avdekkes i faseplanen. Disse fasene vil være mer detaljerte enn hovedplanen, og fasene fungerer derfor som delmål det kan jobbes mot. Et annet virkemiddel som kan benyttes i faseplanlegging er kontrollområder. Dette kan være med på å øke kontrollen og dermed forutsigbarheten i prosjektet (Kalsaas, 2017a).

Ved å bruke bakoverplanlegging på tvers av disipliner vil man også kunne avdekke avhengigheter mellom de ulike fagdisiplinene. Resiproke avhengigheter er særlig viktig, da disse kan være utfordrende å kontrollere uten den nødvendige kommunikasjonen mellom disiplinene. Bakoverplanlegging kan også avdekke kritiske aktiviteter som må være på plass

for å nå milepælene. Det blir ikke matematisk utregnet kritisk vei som i de mest brukte tradisjonelle planleggingsmetodene, men kritiske aktiviteter er likevel en viktig del av LPS (Kalsaas, 2017a).

Kontinuerlig forbedring og læring er også sentralt i LPS. Skinnarland og Yndesdal (2012) påpeker at systemet kan være en effektiv driver for faglig læring gjennom mer koordinering på tvers av forskjellige disipliner. De hevder at taus kunnskap kan overføres til eksplisitt kunnskap gjennom en sosialiseringsprosess. Dette er et aspekt som ikke har like høyt fokus i tradisjonelle metoder som er resultatorienterte og ikke virkemiddelorienterte som LPS.

Utkvikksplan

Utkvikksplanen lages med en kortere utsikt enn de tidligere nevnte, gjerne 3-12 uker frem i tid, og har som formål å forberede arbeid før det iverksettes gjennom å fjerne alle hindringer (Ballard, 2000b). Når hindringene er fjernet fra en oppgave skal oppgaven føres i det som kalles en «workable backlog», som er en buffer med arbeidsoppgaver. Her føres kun arbeid hvor hindringer er fjernet, og som kan organiseres sekvensielt for utførelse. Når de er sekvensielt organisert vil dette utgjøre en utviklingsplan, med 3-12 ukers gjennomførbart arbeid (Ballard, 2000a). Planen består av hovedaktivitetene, mens det i bufferen kan ligge tilleggsaktiviteter som ikke er kritiske og kan brukes om det skulle oppstå uforutsette ting.

Kalsaas (2017a) sitt bokkapittel om innføring av LPS omtaler aktiviteter eller arbeidspakker som sunne dersom alle hindringer er fjernet. Innenfor lean construction finnes det syv forutsetninger som må oppfylles for å kalle arbeidet sunt som vist i figur 6. Ved å sørge for at kun sunne aktiviteter blir ført i utviklingsplanen, unngår man ifølge Koskela making-do som følge av at usunne oppgaver startes opp.



Figur 6: Syv forutsetninger for sunt arbeid (Kalsaas, 2017a)

Arbeidsplan

Arbeidsplanen er en detaljert plan over arbeidet som skal utføres den kommende perioden, hentet fra utviklingsplanen og bufferen. Ifølge Kalsaas (2017a) er denne planen gjerne med varighet på 2-4 uker. Denne utvikles gjennom samarbeid med blant annet siste planleggere for å sørge for at planen er fornuftig og gjennomførbar. Utarbeidelsen av denne planen skjer gjennom ukentlige LPS møter. Her sørges det for at kun arbeid som er klart for utførelse blir planlagt. På denne måten siler man ut arbeid som «burde» blitt gjort, men som fortsatt har hindringer.

I tillegg til punktene over, nevner Kalsaas (2017a) lagsplan, som er en 1-ukes plan som konkret spesifiserer hvem som skal utføre hvilke oppgaver. Denne utarbeides gjerne for et eller flere lag av den enkelte formann eller BAS og er en forberedelse til neste ukes arbeid.

2.4.4 Oppfølging av arbeid

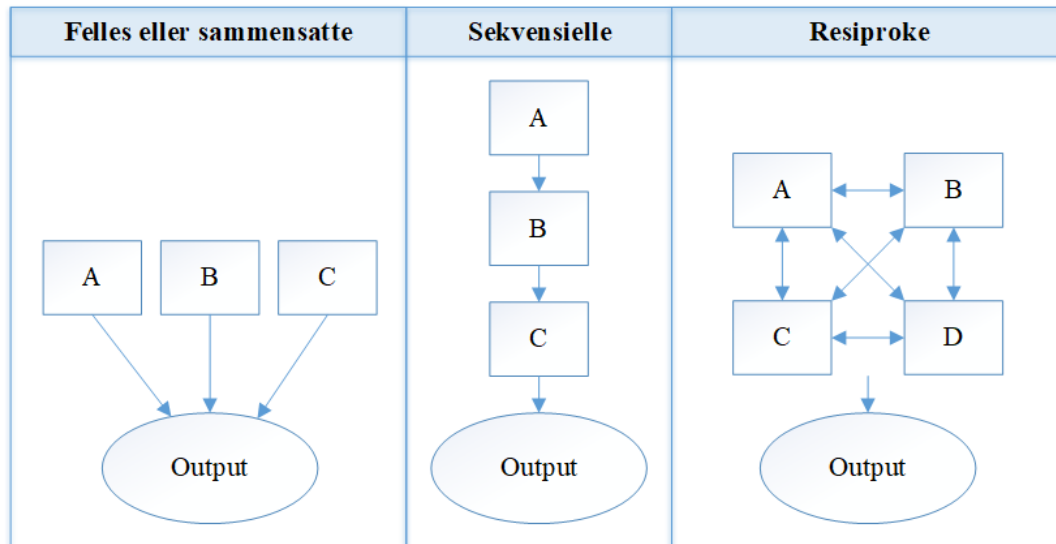
LPS legger opp til at det bør brukes tid på oppfølging av utført arbeid. Dette bør gjøres gjennom å danne en oversikt over arbeidet som er gjort og måle prosent plan utført, som er en metode for å måle hvor mye av det planlagte arbeidet som er utført i forhold til det totale planlagte arbeidet. Dette legger grunnlaget for kontinuerlig forbedring gjennom å se nærmere på det arbeid som ikke ble gjennomført i henhold til planen. Det kan så benyttes rotårsaksanalyse for å finne årsaker og dermed læringsmomenter. På den måten dannes et empirisk utgangspunkt for hvordan det kan unngås ved senere anledning (Kalsaas, 2017a).

2.5 Koordineringsteori

I komplekse prosjekter er det svært viktig å ha fokus på koordinering for å kunne håndtere ulike former for avhengigheter. Kalsaas & Sacks (2011) viser til tre typer gjensidige avhengigheter mellom aktiviteter innad i organisasjonen og mellom forskjellige organisasjoner. Disse er beskrevet under og vist i figur 7 (Kalsaas & Sacks, 2011; Malone & Crowston, 1994).

- Felles eller sammensatte – aktiviteter deler eller produserer felles ressurser, men er ellers uavhengige av hverandre. Dette kan eksempelvis være at ulike aktiviteter opererer uavhengig av hverandre, men god output er avhengig av at alle leverer det som forventes.
- Sekvensielle – spesifikke aktiviteter er avhengige av at andre aktiviteter fullføres før de kan påbegynnes. Dette kan eksemplifiseres ved at A må fullføres før B kan utføres, og god output er avhengig av at hele sekvensen av aktiviteter blir utført.

- Resiproke – output og input kan flyte i begge retninger mellom aktiviteter. Det endelige output er i stor grad basert på koordinering og samspill mellom aktivitetene som er gjensidig avhengig av hverandre. Dette kan beskrives som gjensidig tilpasning.



Figur 7: Illustrasjon av avhengigheter

De tre typene avhengigheter har en økende vanskelighetsgrad i forhold til koordinering, hvor resiproke avhengigheter er de vanskeligste. Resiproke avhengigheter oppstår alltid sammen med de to andre. Dette er grunnet kompleksiteten som oppstår når aktivitetene er avhengige av hverandre og iterasjoner gjør at det oppstår gjensidige avhengighet på tvers av sekvensielle og sammensatte avhengigheter (Kalsaas & Sacks, 2011).

Malone og Crowstone (1990) definerer koordineringsteori som prinsipper om hvordan aktiviteter kan samordnes. Det vil si hvordan ulike aktører i prosjektet, som eksempelvis ledelse og utøvende fagdisipliner, kan arbeide sammen i harmoni. Dette gjelder både menneskers samhandling, men også digital samhandling. Eksempler på ulike komponenter og tilhørende prosesser innen koordinering er vist i tabell 2.

Tabell 2: Koordinasjonskomponenter og assosierte prosesser (Malone & Crowstone, 1990)

Komponenter innenfor koordinasjon	Assosierte koordineringsprosesser
Mål	Identifisere målene
Aktiviteter	Kartlegge målene opp mot aktiviteter
Aktører	Velge aktører og delegere aktiviteter til dem
Gjensidige avhengigheter	Administrere (lede) disse avhengighetene

Koordinering i komplekse engineeringprosjekter krever kontroll over hva hvilke aktiviteter som skal gjøre til gitt tid. Dette kan sees i sammenheng med definisjonen til American Society for Engineering Management som definerer ledelse i engineeringprosjekter slik: «Engineeringledelse er kunsten og vitenskapen vedrørende planlegging, organisering, fordeling av ressurser, ledelse og kontrollering av aktiviteter hvor teknologi er involvert» (Givhan, 2014, ss. 29-30). Badawy (1995, ss. 30-31) hevder i boken “Developing Managerial Skills in Engineers and Scientists” at det er tre typer ferdigheter engineeringledere må inneha eller utvikle:

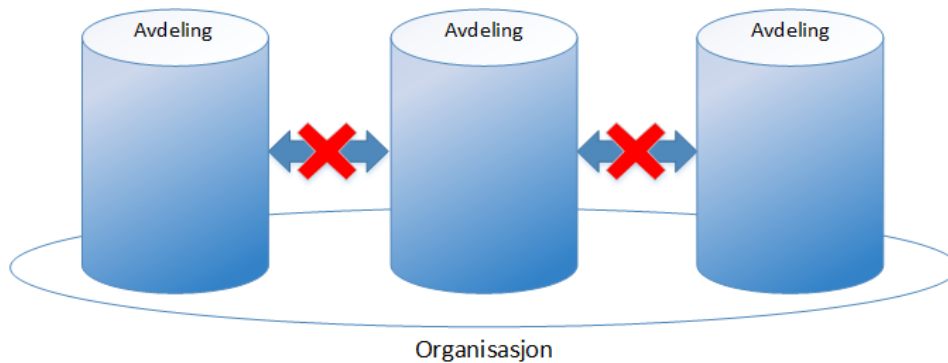
- Tekniske ferdigheter er en nødvendighet for å forstå, samt å kunne håndtere aktivitetene som skal delegeres på en mest mulig korrekt måte. Det innebærer også å kunne utvikle og benytte seg av metoder og teknikker for å kunne håndtere sine arbeidsoppgaver.
- Administrative ferdigheter omhandler lederens evne til å effektivt organisere, planlegge og kontrollere prosjekter. Det fokuseres også på lederens fremgangsmåte for å motivere, kommunisere og å lede ansatte i riktig retning for å best tjene prosjektet.
- Interpersonlige ferdigheter er å lede er gruppearbeid hvor man skaper følelsen av et kollektivt arbeid mot et felles mål. Som leder av gruppen er menneskelig kompetanse helt essensielt.

Videre viser Kalsaas & Sacks (2011) til ulike metoder for å håndtere avhengigheter på som standardisering, planer og gjensidig tilpasning. De forklarer det ved at desto større grad av usikkerhet og variasjon en situasjon innehar, desto større blir behovet for gjensidig tilpasning. De tre metodene krever også økende grad av kommunikasjon og beslutningstaking, hvor gjensidig tilpasning har størst behov for dette. Dette samsvarer også med teorien til Malone og Crowstone om prosessene bak koordinering av avhengigheter (Malone & Crowstone, 1990).

Som tidligere nevnt er LPS en praktisk tilnærming hvor samarbeid fra ledernivå til utførende nivå fører til planer som kan utføres med høy grad av pålitelighet. Dette er med på å oppnå større stabilitet og forutsigbarhet i arbeidet. I sin originale formulering forklarer Ballard LPS som «koordinering gjennom plan», og at LPS skiller seg fra tradisjonell planlegging ved at det anerkjenner usikkerheter og begrensninger i arbeidet kun kan fjernes av «the last planner», og ikke på ledernivå eller tidlig i planleggingsprosessen (Kalsaas & Sacks, 2011).

En motsetning til samarbeid mellom ulike fagdisipliner og nivåer i organisasjonen omtales ofte som silo-orienterte arbeidsformer. Silo-orientert er en metafor for en fragmentert organisasjon,

både faglig og kognitiv, og beskriver på en god måte grensene som er iboende i mange organisasjoner. Her vil ulike fag eller avdelinger jobbe i sine «siloer» uten å inkludere eller samarbeide med andre deler av organisasjonen som vist i figur 8. Dårlig kommunikasjon, lite læring og opportunistisk atferd er typiske eksempler på effekter av silo-orientert arbeidsform (Diamond, Allcorn, & Stein, 2004).



Figur 8: Silo-orientert arbeidsform

2.6 Cynefin rammeverket

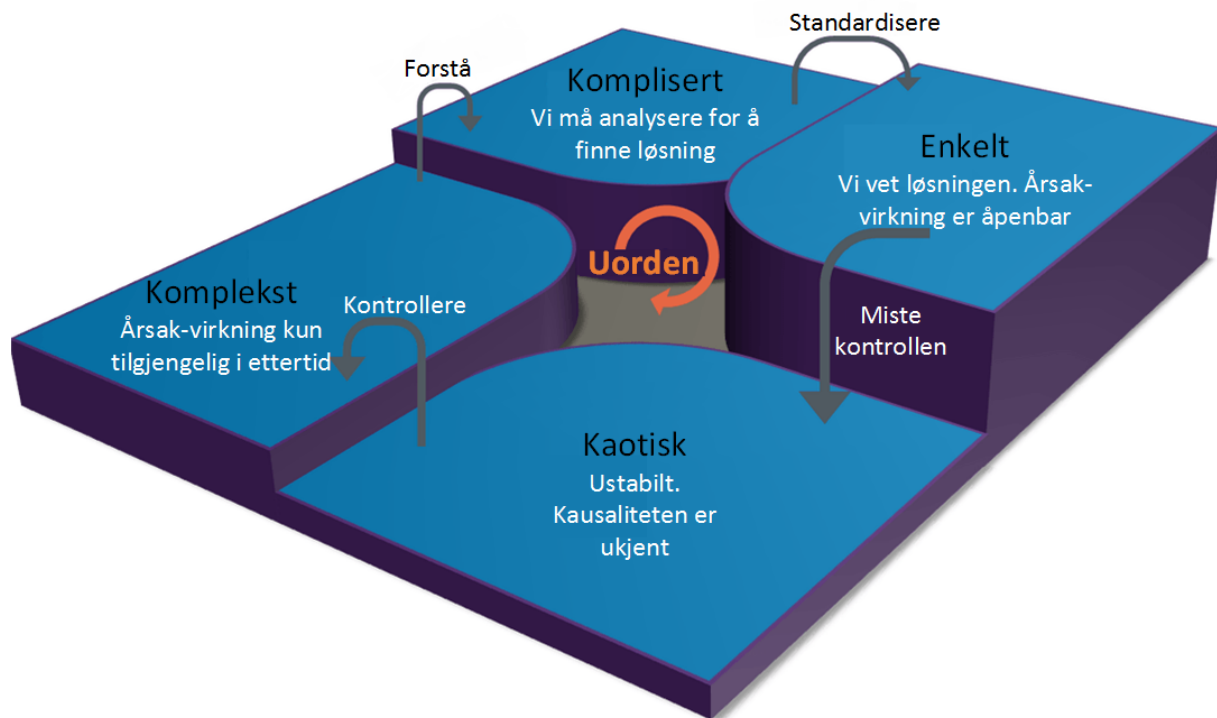
Cynefin rammeverket ble utviklet av Kurtz og Snowden (2003) og er basert på flere års aksjonsforskning på ledelse og organisasjon. Det er et rammeverk for å bedre identifisere hvilken situasjon man befinner seg i, og hjelpe beslutningstakere til å gjøre de riktige valgene basert på informasjonen som er gitt. Cynefin er ikke ment å være et verktøy for å kategorisere situasjonen ved å tildele ulike verdier til x og y-aksene og dermed oppnå en «ønsket» posisjon, det er altså ingen implisitte verdiakser i Cynefin rammeverket. I stedet brukes rammen primært til å vurdere dynamikken i situasjoner, beslutninger, perspektiver, konflikter og endringer for å komme til en enighet for beslutningstaking under usikkerhet (Kurtz & Snowden, 2003).

Biton og Howell (2013) trekker frem Cynefin som et særlig nyttig rammeverk for beslutningstakere for å forstå hvilke metoder og verktøy som sannsynligvis vil være best gitt domenet et prosjekt befinner seg i. Ingen metoder er universelle og riktig i enhver situasjon. Derfor mener Biton og Howell (2013) at det teoretiske bakteppet til lean construction kan forbedres i forhold til kompleksiteten til prosjektet og samspillet mellom mennesker gitt av karakteristikken til de forskjellige domeneene i Cynefin rammeverket.

Som vist i figur 9 har Cynefin rammeverket fem områder. Fire av disse er navngitt, og det femte området som ligger i midten av de navngitte er området hvor det hersker uorden og uvisshet. Området hvor det hersker uorden og uvisshet kjennetegnes best ved at man ikke vet i hvilket

domene man befinner seg i. Videre er de fire navngitte områdene delt i to kategorier: uordnede og ordnede forhold. Kaos og komplekst hører til uordnede forhold, og komplisert og enkelt hører til ordnede. Ordnete forhold er karakterisert ved at prosjektet er under kontroll grunnet kjente årsak-virkningsforhold, mens uordnede forhold karakteriseres ved ukjente årsak-virkningsforhold og en iboende kompleksitet som ikke uten videre kan analyseres (Kurtz & Snowden, 2003).

Skillet mellom uordnede og ordnede forhold er sterkt, mens skillet innad i kategoriene, for eksempel mellom komplekst og kaos, er svakere. Nærmere forklaring på de respektive feltene blir nærmere gjort rede for under figuren, og baserer seg på Kurtz og Snowden sitt arbeid (2003).



Figur 9: Cynefin rammeverk (Everyday Lean, 2017, Fritt oversatt og modifisert)

Kaotisk

I det kaotiske området finnes det ingen klar eller synlig sammenheng mellom årsak og virkning, det er med andre ord turbulent. Det finnes heller ikke tid til å etterforske, ei heller klarhet i hva som må analyseres for å ta riktig avgjørelse. Her er det «beste praksis» som gjelder, og det er viktig å agere raskt og bestemt for å hindre en mer turbulent situasjon. Her vil årsak-virkning i beste fall vise seg i etterkant gitt at situasjonen er mulig å analysere i sin helhet.

Komplekst

Dette er området for kompleksitetsteori som studerer hvordan mønstre dukker opp gjennom samspillet av mange ulike faktorer og aktører. Det finnes årsaks- og virkningsrelasjoner mellom aktørene, men både antall aktører og antall relasjoner gjør at kategorisering eller analytiske teknikker ikke strekker til. Mønstre og forklaringer kan bli oppfattet, men ikke forutsett. Dette fenomenet kalles også retrospektive sammenhenger.

Komplisert

I den kompliserte delen av rammeverket finnes stabile relasjoner mellom årsak-virkning. De er ikke alltid kjent i sin helhet, og om de er kjent, er det ofte av et begrenset antall involverte. I teorien vil det være mulig å gjøre all årsak-virkning kjent for å bevege seg over i en enklere tilstand. Det vil da være et kompromiss mellom hvor mye tid og ressurser man skal nedlegge for å standardisere de utfordringer som finnes i den kompliserte delen. Dette er domenet til systemtenkning, lærende organisasjoner og organisasjoner som er adaptive. Må ikke forveksles med kompleksitetsteori. Kort forklart handler domenet om å innhente data og analysere for så å respondere i henhold.

Enkelt

I dette området befinner man seg i «kjent farvann». Årsak-virkning er som regel lineær, og repeterende oppgaver og utfordringer gjør at det er mulig å standardisere arbeidsoppgavene. Dette er typisk for samlebåndsproduksjon hvor dens repeterende natur gjør at man kan fokusere på strukturerte prosesser og effektivisering av disse prosessene. Her handler det om å hente inn data, kategorisere denne for så å agere i henhold til prosedyre.

Som vist figur 9 vil det være et mål, gitt det er mulig, og komme i området hvor man har oversikt og kontroll over situasjonen eller de utfordringer som måtte oppstå. Det vil si at man hele tiden ønsker å klatre opp til domenene hvor kontroll oppnås– steg for steg. Eksempelvis kan barrieren fra kaotisk og direkte til enkelt være for stor, og i de fleste tilfeller umulig å overkomme. I dette tilfellet vil det være et mål å kontrollere det ustabile, og på den måten bevege seg til det komplekse området som pekt på i guiden til Snowden og Boone (2007). Det er likevel viktig for en leder å ta avgjørelser basert på hvor man *faktisk* befinner seg i rammeverket, og ikke på hvor man ønsker å befinne seg (Snowden & Boone, 2007).

Snowden og Boone (2007) bygger videre på arbeidet til Snowden og Kurtz (2003) ved å peke på viktigheten av å forstå de bakenforliggende mekanismene i kompleksitet. Ulikt tidligere

forskning på kompleksitet hvor det ble hevdet at komplekse fenomener bygger på enkle regler som kan systematiseres, argumenterer senere forskning for at menneskeskapt kompleksitet, gjennom eksempelvis komplekse prosjekter, er ulikt de du finner i naturen. Dette er grunnet den iboende uforutsigbarheten og intellektet hos mennesker, og følgelig kan de derfor ikke modelleres og forstås på samme måte.

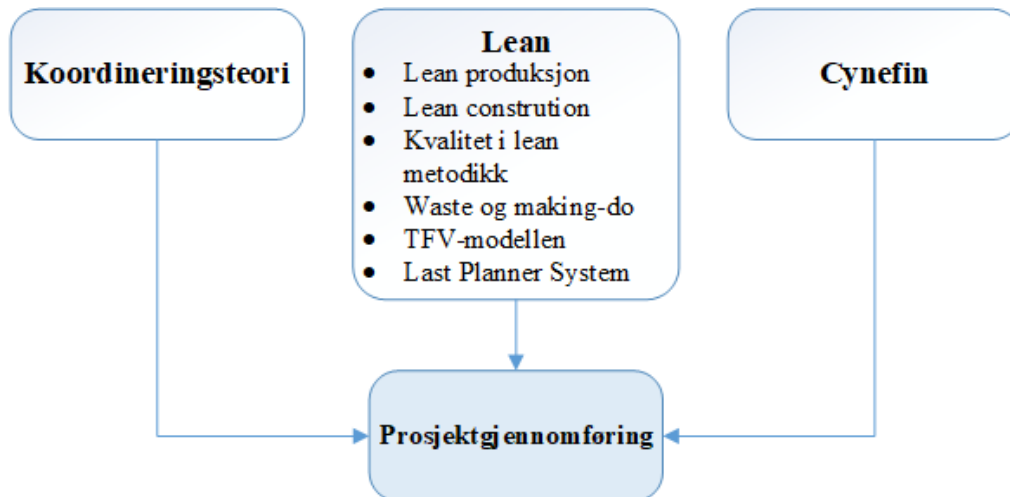
På bakgrunn av denne kunnskapen kan effektive ledere lære seg å skifte stil i måten beslutninger blir tatt basert på endringer i prosjektet. Dette krever en dyp forståelse av kontekst, evne til å omfavne kompleksitet og paradoks samt en vilje til forandring i lederskap. Ved å foreslå konkrete guider til ledere gitt ut i fra de ulike områdene som er definert i Cynefin rammeverket legger Snowden og Boone (2007) verktøyene til rette for effektivt lederskap i varierende situasjoner. Guiden kan sees i tabell 3.

Tabell 3: En leders guide for beslutningstaking (Snowden & Boone, 2007, fritt oversatt)

	Karakteristikk til konteksten	Leders ansvar	Faresignaler	Respons til faresignaler
Enkelt	<ul style="list-style-type: none"> Gjentatte mønstre og konsekvente hendelser Klar årsak-virkning Forhold som er tydelige for alle; riktig svar eksisterer Faktabasert ledelse 	<ul style="list-style-type: none"> Samle data, kategorisere, respondere Sørg for at riktige prosesser er på plass Delegere Bruk beste praksis Kommunisere på klare, direkte måter Forstå at omfattende interaktiv kommunikasjon kan være unødvendig 	<ul style="list-style-type: none"> Tilfredshet og komfort Ønske om å gjøre komplekse problemer enkle Ingen utfordring av mottatt visdom Utfordre «beste praksis» hvis skifte i kontekst 	<ul style="list-style-type: none"> Skape kommunikasjonskanaler for å utfordre «beste praksis» Hold kontakten uten detaljstyring Ikke anta ting er enkle Anerkjenn både verdien og begrensningene i beste praksis
Komplisert	<ul style="list-style-type: none"> Ekspertdiagnose kreves Årsak-virkning kan oppdages, men er ikke umiddelbart tydelig for alle; mer enn ett riktig svar er mulig Kjente ukjente Faktabasert ledelse 	<ul style="list-style-type: none"> Innhente data, analysere, respondere Opprett paneler med eksperter Lytt til motstridende råd 	<ul style="list-style-type: none"> Ekspertene kan være for sikre i deres egne løsninger eller i effekten av tidligere løsninger Ekspertpaneler Synspunkter til utenforstående ekskludert 	<ul style="list-style-type: none"> Oppmuntre eksterne og interne interessenter til å utfordre ekspertmeninger for å bekjempe etablert tekning Bruk eksperimenter og spill til å tvinge folk til å tenke «utenfor boksen»
Komplekst	<ul style="list-style-type: none"> Endringer og uforutsigbarhet Ingen riktige svar; framvoksende mønstre «Ukjente ukjente» Mange konkurrerende ideer Et behov for kreative og innovative tilnæringer Lederskap basert på tidligere mønstre 	<ul style="list-style-type: none"> Sondere, innhente data, respondere Lag miljøer og eksperimenter som tillater mønstre å dukke opp Øk nivået på interaksjon og kommunikasjon Bruk metoder som kan bidra til å generere ideer. Åpne diskusjoner, sette barrierer 	<ul style="list-style-type: none"> Fristelse å falle tilbake i kjente kommando-og-kontroll modus Fristelse til å lete etter fakta heller enn å la mønstre til dukke opp Ønske om rask løsning på problemer eller bruke alternative metoder som tilsvar. 	<ul style="list-style-type: none"> Vær tålmodig og gi tid til refleksjon Bruk tilnæringer som oppfordring til samhandling så mønstre kan dukke opp
Kaotisk	<ul style="list-style-type: none"> Høy turbulens Ingen klar årsak-virkning, derfor ikke poeng i å se etter «riktig» svar Mange ukjente fenomener Mange beslutninger, men liten tid til å ta dem. Mønsterbasert lederskap 	<ul style="list-style-type: none"> Gjør, føl, responder Se etter hva som fungerer i stedet for å søke «riktig» svar Umiddelbar handling for å gjenopprette orden. Klar, direkte kommunikasjon 	<ul style="list-style-type: none"> Bruke kommando-og-kontroll modus lengre enn nødvendig Mister mulighet for innovasjon Forbli i kaos-domenet 	<ul style="list-style-type: none"> Sett opp mekanismer (for eksempel parallele lag) for å utnytte muligheter som kaotiske miljø kan gi Oppfordre rådgivere til å utfordre ditt synspunkt når krisen oppstår Arbeid for å gå fra kaotisk til komplekst domene

2.7 Oppsummering av teorien

I teorien har det blitt presentert flere teorier som har et felles teoretisk grunnlag i lean. Det har også blitt presentert to teorier som er ment å støtte opp disse. Dette har resultert i en tredelt teoretisk modell, som vist i figur 7, med hovedkategoriene lean, koordineringsteori og cynefin. De tre hovedkategoriene kan alle benyttes for å forklare og drøfte kvaliteten i et prosjektgjennomføringssystem, og spesielt et system som IPG hvor basisen er lean-metodikker.



Figur 10: Oversikt teori

Teorien vil være førende for hvordan vi velger å samle inn data, samt tolkningen. I drøftingen vil det trekkes enkeltelementer fra teorien som knyttes opp mot eksempler fra funnene, særlig grunnlaget til lean-metodikkene og spesielt lean construction og LPS da IPG i stor grad bygger på disse metodikkene. Koordineringsteori er også sentralt for å se på hvordan prosjektgjennomføringssystemet tar høyde for avhengigheter i prosjektet, og knyttes opp mot øvrig teori.

Cynefin rammeverket vil bli drøftet i egen seksjon. Her er målet å indikere hvor i rammeverket prosjektgjennomføringen til Johan Sverdrup befinner seg, og videre drøfte de viktigste funnene fra empirien ut i fra dette. Cynefin vil også benyttes for å analysere situasjoner fra datagrunnlaget for å påpeke hvordan rammeverket kan bidra til bedre kvalitet i prosjektgjennomføringen.

3 Casebedriften Nymo

Nymo beskriver seg selv som en EPC(TI) leverandør til olje- og gassmarkedet. Det vil si at bedriften utfører prosjekter hvor de har ansvaret for prosjektering, innkjøp, bygging, transport og installasjon. Nymo er en av få aktører som fortsatt driver fabrikkasjon i stor skala på eget verft langs sørlandskysten.

Fabrikkasjon utføres ved tre lokasjoner: Vikkilen er hovedsete og der fabrikkasjon av de største konstruksjonene foregår, på Fjære utføres hovedsakelig prefabrikkasjon og Eydehavn har fokus på subsea, samt vedlikehold og oppgradering av eksisterende rigger. Nymo sysselsetter cirka 250 fast ansatte, og utvider betydelig med bruk av midlertidige ansatte etter behov.

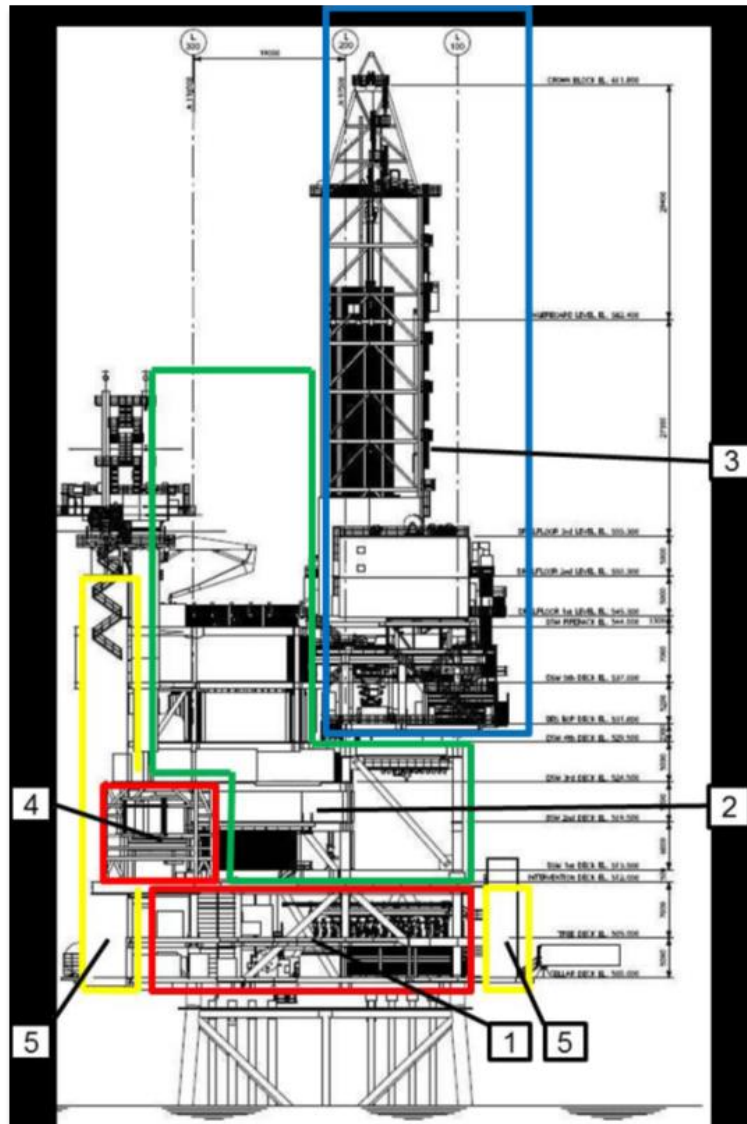
Nymo har de siste to tiårene levert flere boremoduler, og siste store leveranse var boremodulen til boreriggen North Dragon som ble levert i februar 2015. Nå bygges boremodulen til Johan Sverdrup-feltet hos Nymo og prosjektet er det største i Nymos historie. Det innebærer også prestisje som følge av at utbyggeren Statoil omtaler feltet som Nordsjøkjempen som skal forsyne Norge med olje og gass i 50 år fremover.



Figur 11: Johan Sverdrup Drilling Platform til venstre (Offshore Energy Today, 2017)

Kontrakten om bygging av boreplattformen er tildelt Aibel som har delt opp prosjektet mellom seg selv og Nymo. Oppdelingen er vist i figur 12. Del 1 vil fabrikkeres av Aibel i Thailand,

mens del 2 og 4 fabrikkeres av Aibel i Haugesund. Del 3, boremodulen, er kontrahert til Nymo i sin helhet. Modulen bygges i Vikkilen, for så å transporteres til Haugesund hvor modulene blir sammensatt til en ferdig plattform.



Figur 12: Oppdeling av JSDP

4 Involverende Prosjektgjennomføring

Nymo har i samarbeid med Universitetet i Agder⁶ gjennomført flere masteroppgaver med fokus på prosjektstyring tidligere. Disse ble initiert i 2012 med funn om at Nymo hadde et betydelig forbedringspotensial (Ellingsen & Fredriksen, 2012). Nymo har parallelt med masteroppgavene drevet betydelig arbeid for å bedre prosjektgjennomføringsevnen og det har vært et ønske om å spare kostnader for å være konkurransedyktige også i fremtiden.

Arbeidet med å øke Nymos konkurransekraft gjennom besparelser av kostnader og økt effektivitet har navnet Involverende Prosjektgjennomføring (IPG). IPG er i dag metodikk for med mål om å sikre en god prosjektgjennomføring. En stor del av dette er å fange opp avhengigheter mellom aktiviteter og å tilrettelegge for disse. IPG benytter mange metodikker fra lean construction, og er en tolkning og tilpasning av LPS.

Dette kapittelet vil videre beskrive Nymos IPG-system slik de selv definerer det⁷, dette for å danne et teoretisk grunnlag for metoden og forståelse av empirien som presenteres i kapittel 6 og 7. Kapittelet vil først beskrive Nymos hovedprosesser i et prosjekt, for å videre se på styringsmetodikker fra IPG som benyttes i prosjektgjennomføringen.

4.1 Hovedprosesser

I begynnelsen av et prosjekt er det en oppstartsfasen. Denne kommer etter kontrakssignering og har som hovedmål å gjøre tidlige identifiseringer av risiko, forstå helheten av kontrakten, etablere nødvendige styringsdokumenter og nedsette den første planen. Output fra denne fasen kan oppsummeres som et grunnlag for å igangsette prosjektets hovedprosesser. Disse er omtalt i hver sin seksjon under.

4.1.1 Engineering

Engineeringprosessen er hos Nymo delt i to hovedfaser; basic- og designengineering. Basic er i stor grad utført av kunde og legges som et underlag for resten av engineeringarbeidet. Designengineering deles igjen i fire prosjektfaser: layout, design, detailing og drawing. I styringsdokumenter er disse fire fasene omtalt som ideelt avgrensede prosesser som skal

⁶ Hovedsakelig med Professor Dr. Ing. Bo Terje Kalsaas. Han har i tillegg vært deltidsengasjert ved Nymo.

⁷ Dette medfører at kildematerialet i hovedsak er Nymos interne prosedyrer og rutiner. Disse er bedriftsinterne og vil som følge av dette ikke refereres. Dette er gjeldende for hele kapittel 4, og også senere i oppgaven.

gjennomføres i sekvensiell rekkefølge. Nymo har derimot identifisert at dette er sjeldent mulig i et typisk offshoreprosjekt som har høy grad av kompleksitet og en kort tidshorison.

Et eksempel på dette som trekkes frem i styringsdokumentene er layout og romplanlegging. Det er ikke lett å planlegge volum og romplassering til de forskjellige disiplinene om ikke de forskjellige disiplinene har begynt å design sitt utstyr. Derav vil det oppstå bakoveravhengigheter og iterasjoner. Disse iterasjonene kan i hovedsak sees på som nødvendige.

Den avsluttende fasen drawing omfatter å lage isometriske engineeringstegninger som omtales som selve informasjonsbæreren av flere. Dette gjøres ved å ta ut 2D-tegninger fra 3D-modellen, og på Johan Sverdrup ble denne delen outsourcet i helhet. Det vil si at Nymo sendte fra seg deler av 3D-modellen til en underleverandør og fikk engineeringstegninger tilbake.

Engineeringsavdelingen er også ansvarlig for å lage tekniske rekvisisjoner, eller material take off (MTO). Dette er informasjonsbæreren mot innkjøp, og inneholder informasjon over hva som må anskaffes til prosjektet. Denne, sammen med 3D-modell og engineeringstegninger er de tre store outputene fra engineeringavdelingen.

4.1.2 Fabrikasjonsengineering

Avdelingen for fabrikasjonsengineering (fabeng) har som hovedoppgave å lage fabrikasjonsunderlag slik at fabrikasjonen kan arbeide mest mulig effektivt. Et fabrikasjonsunderlag lages av den bedriften som skal utføre arbeidet, altså lager Nymo kun fabrikasjonsunderlag for det de skal bygge og ikke det som gjort av underleverandører.

Nymo organiserer alt fabrikasjonsunderlag i arbeidspakker. En arbeidspakke er en definert mengde arbeid, og skal normalt inneholde all nødvendig informasjon til å utføre jobben. Dette kan omfatte:

- Fabrikasjonsmetode
- Tegninger og kutteskisser
- Materiallister (etter behov, ofte inkludert i tegning)
- Sveiseprosedyrer (etter behov, ofte inkludert i tegning)
- Oversiktsbilde(r), i praksis bilde av 3D-modell
- Trekketabell eller beskrivelse

Ved utarbeidelse av en arbeidspakke er første steg å definere pakkene. Disse vil så legges i plan for å kunne planlegges og prioriteres deretter. Arbeidspakkene defineres på bakgrunn av etablert metode og plan som er utarbeidet for prosjektet. Tidligere har det blitt brukt områdeavgrensinger for å definere arbeidspakker, men det er ingen faste prosedyrer som sier noe om størrelse og omfang.

Hoveddelen av en arbeidspakke er tegninger. Fabeng mottar engineeringstegninger fra engineering og utarbeider fabrikkasjonstegninger, heretter omtalt som NM-tegninger⁸, fra disse. En engineeringstegning kan deles i mange NM-tegninger. Dette gjør at tegningene kan skreddersys slik at fabrikkasjonsfasen blir mest mulig effektiv. Om engineeringstegningene inneholder nok informasjon til at fabrikkasjonen kan arbeide etter de, kan de benyttes direkte i arbeidspakken. Dette skjer ofte for mindre deler som el- og rørstøtter. I tillegg til NM-tegninger utarbeides kutteskisser for prefabrikasjon, samt materiallister, sveiseprosedyrer og 3D-bilder etter behov.

Interne prosedyrer tilsier at kun sunne arbeidspakker skal sendes fra fabeng til kalkulering og planlegging. Kalkulering er i korte trekk tidsestimering av arbeidet. Planleggingen av arbeidet med arbeidspakkene er etter prinsipper fra LPS, med et mål om at fabeng har en buffer med sunne arbeidspakker som en utkikkplan kan lages fra. Materialmangel kontrolleres ikke før *etter* pakken er sendt fra fabeng. Altså går pakken til kalkulasjon, plan og materialkontroll samtidig. Det er også lagt opp til at materialmangel kan godtas, så sant det ikke hindrer fremdrift i fabrikkasjonen. Altså er ikke denne sunnhetsfaktoren inkludert hos fabeng.

4.1.3 Fabrikasjon

Fabrikkasjonen kan deles i to underfaser: prefabrikasjon (prefab) og installasjon. Prefab er fabrikkasjon av deler til installasjon, og kan omfatte kutting, fugging, sveising og overflatebehandling. Dette forgår enten i Nymos verkstedhaller eller hos underleverandører, og gjøres for å ha en mer effektiv fabrikkasjon.

Installasjonsfasen er den fasen i prosjektet som er mest kompleks. Da skal alle disipliner koordineres for å jobbe i samme område. Det er da kritisk at alle aktiviteter som skal gjennomføres er sunne. Arbeidet utføres etter fabengs arbeidspakker og koordineres etter den senere omtalte level 5-planen. Materialer og deler som er nødvendig for å utgjøre jobben skal

⁸ NM-prefikset er stålsesifikt og er den interne koden for fabrikkasjonstegninger innen ståldisiplinen.

være ferdig prefabrikkert og stå klart på lager. Det samme gjelder for alt utstyr levert av kunde og underleverandører.

4.1.4 Innkjøp

Til forskjell fra Porter og Millar (1985) sin verdikjedeteori har Nymo definert innkjøp som en hovedfunksjon og ikke en støttefunksjon. Dette da Nymo ser innkjøp som en kritisk faktor for å lykkes med prosjekter, på lik linje som de andre hovedprosessene.

I dag er organiseringen av innkjøp utført ved at engineering utarbeider nødvendig teknisk underlag for alt som skal kjøpes inn. Dette resulterer i tekniske rekvisisjoner (TR, eller MTO) som innkjøpsavdelingen effektuerer. Utarbeidelse av MTO skal gjøres i så tide at fabrikkasjonen alltid har nødvendig materiell tilgjengelig ved byggestart.

Det er også en mulighet at standardvarer og store kvantum kjøpes inn på tidlige beregninger, slik at man kan oppnå gode priser på store innkjøpsvolumer med lang ledetid. Senere i prosjektet når materialbehov er bedre kartlagt, kjøpes det mer eksakte mengder med kort ledetid, for å «toppfylle» lager.

Innkjøpsavdelingen benytter seg av et databasert Enterprise Resource Planning-system (ERP) for innkjøp og logistikk. Det er per i dag ingen automatisk samhandling mellom ERP-systemet, prosjektstyringsverktøyet Telaris og tegningsverktøy for innkjøpsfunksjonen. Bedre samhandling mellom ERP og Telaris er allerede identifisert som et behov fra organisasjonen sin side, og det er sterkt ønske om å integrere disse to systemene.

4.2 Prosjektstyring

4.2.1 Sunne aktiviteter

Fra LPS-metodikken omtalt i avsnitt 2.4 har også Nymo adaptert konseptet med sunne aktiviteter. De har utvidet de 7 sunnhetsfaktorene fra teorien til 10 faktorer. Disse benyttes for å fjerne hindringer som motvirker flyt for arbeidspakkene. Det vil si at alle disse faktorene kan knyttes til arbeidspakken og arbeidet som skal utføres. Faktorene er som følger (Kalsaas & Knutson, 2017):

1. Forutgående jobb eller aktivitet er klarert
2. Bemanning
3. Riktige tegninger

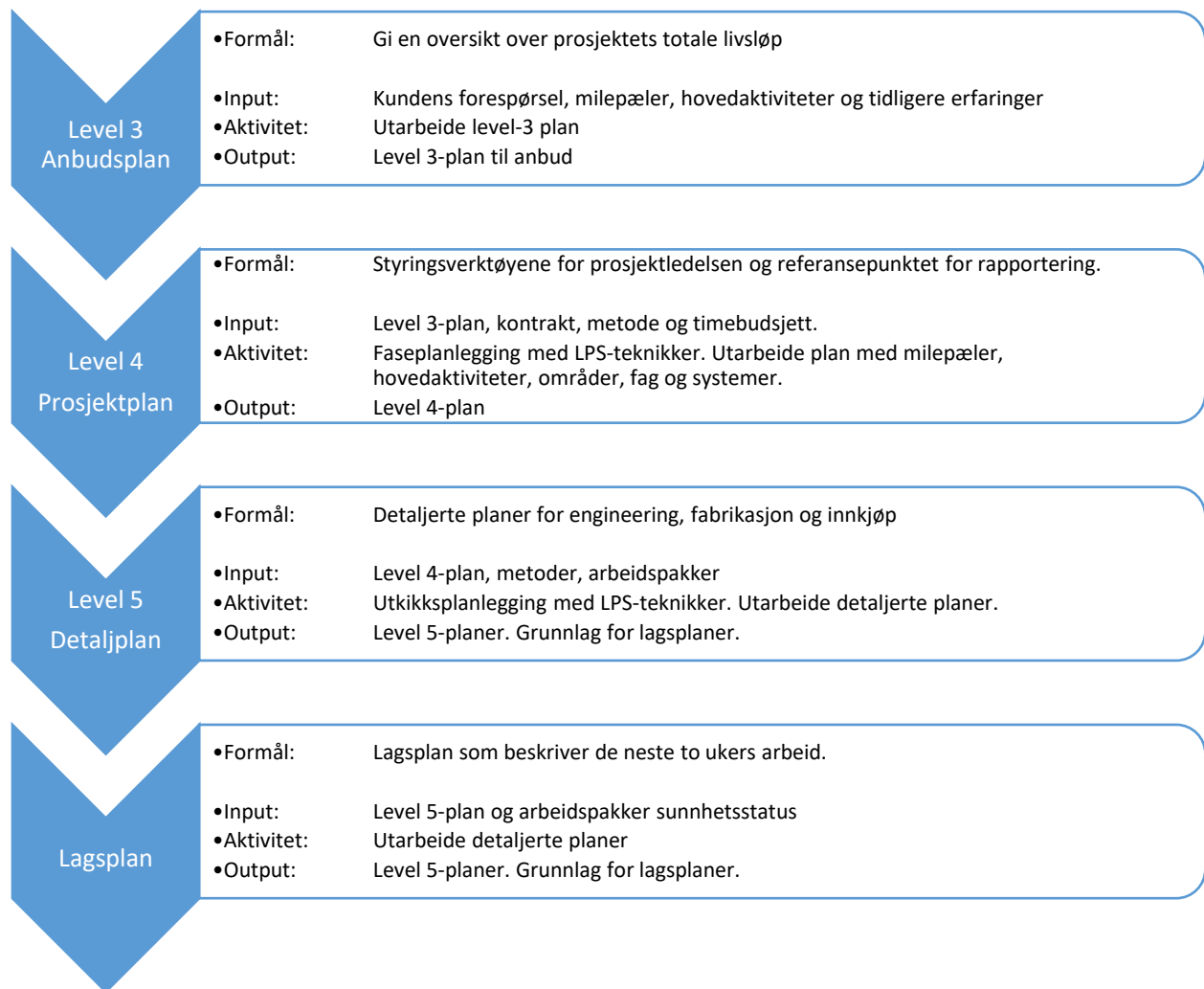
4. God metode
5. Riktige materialer
6. Godt verktøy
7. Utstyr fra kunde
8. Området jobben skal gjøres på er klar
9. Været
10. Høy sikkerhet

Når alle disse faktorene er oppfylt, vil det tilsi at arbeidspakken er klar og skal kunne utføres uten hindringer. Det er også viktig å påpeke at sunnhetsfaktorene vektlegges forskjellig i de ulike avdelingene og prosessene. For eksempel vil prosessen med plukk av materialer være mer avhengig av nummer 5, riktige materialer, enn for eksempel nummer 6, godt verktøy.

Nymos ønskede mål med sunnhetsfaktorene er at ingen arbeidspakker skal overleveres videre før alle påvirkbare faktorer er oppfylt. Om arbeidspakker som er usunne sendes videre i prosjektløpet vil det kunne oppstå waste som følge av making-do. Det vil si at forutsetningene for at en jobb ikke er tilstede, men man prøver allikevel å gjennomføre jobben så godt som mulig. Making-do er som tidligere nevnt det motsatte av en buffer, og blir som oftest iverksatt som et ønske om å oppnå høy ressurseffektivitet.

4.2.2 Planer og metode

En plan defineres av Nymo som metode satt i tid. En metode beskriver hvordan noe skal sammenstilles. Den er gjerne fremstilt i en sekvensiell liste over aktiviteter som skal gjennomføres. Planer og metoder kan utarbeides på flere nivåer, hvor de som er aktuelle for prosjektgjennomføring er level 3-5. I figur 13 er det utviklet en oversikt over de forskjellige planene.



Figur 13: Oversikt over planer

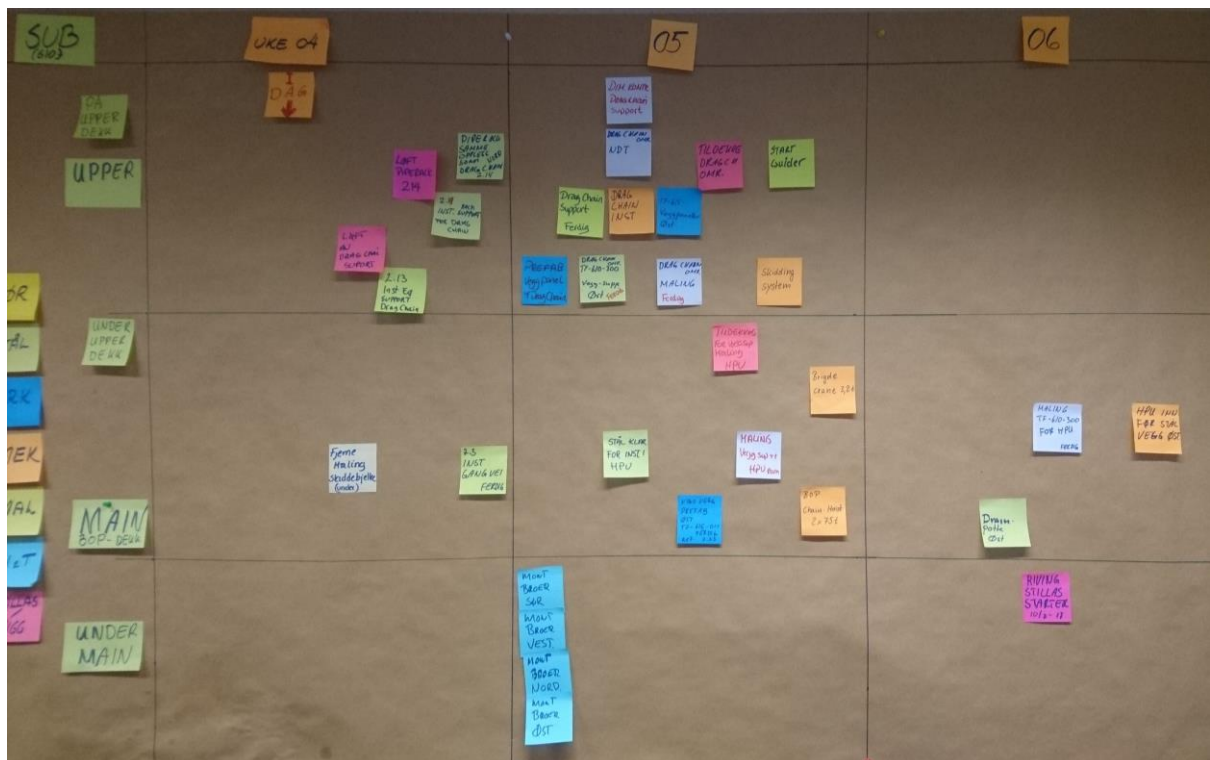
En level 3-plan, også kalt kontraktsplan, er en grovplan som inkluderes som en del av kontrakten. Hensikten er at den skal gi en grei oversikt over prosjektets totale livsløp. Fra level-3 planen brukes faseplanleggingsmetodikk for å utarbeide en level 4-plan. Denne er mer detaljert, og blir hovedplanen for videre prosjektstyring. Denne skal gjennomgå cirka hver 6. måned.

Fra level 4-planen utarbeides det detaljerte level 5-planer for engineering, innkjøp og fabrikasjon. Målet med engineeringplanen er at man skal kunne detaljplanlegge og bruke LPS-teknikker som frysing av områder for endringer. Innkjøpsplanen er utarbeidet av og for innkjøpsavdelingen med utgangspunkt i level 4 planen. Innkjøpsplanen skal sikre at varer blir levert 4-6 uker før oppstart av fabrikasjonsaktiviteter.

Level 5 fabrikkasjonsplan skal vise daterte arbeidsoppgaver på formannsnivå. Planen viser aktiviteter 5-6 uker frem i tid, og utarbeides av fabrikkasjonsleder prosjekt, multidisiplin områdeansvarlig og detaljplanlegger. Dateringen fra planen er grunnlaget for start- og sluttdatoer i prosjektstyringsverktøyet Telaris.

Nederste nivå av planlegging gjøres på lagsnivå. Lagsplanen lages av arbeidsleder med 2 ukers horisont, hvor det kontinuerlig legges til en ny uke slik at planen alltid er oppdatert. Hovedmålet med planen er at alle operatører er klare over sine arbeidsoppgaver i nær fremtid. På denne måten hindrer man at operatører kommer mandags morgen og bruker en formiddag på å komme i gang med ukens arbeid. Lagsplanen i IPG kan sees på som en kombinasjon av de to planene LPS og Kalsaas (2017a) omtaler som arbeidsplan og lagsplan.

Et viktig verktøy i planleggingen av arbeidet er multidisiplin koordineringsmøter. Disse, kombinert med metodikker som gråpapir og post-it lapper, danner basis for utarbeidelsen av planer. I fabrikkasjonen blir det avholdt koordineringsmøte en gang i uka. Disse møtene koordinerer hvem som kan jobbe i hvilke områder til gitte tidspunkter, samt at møtene er en arena for problemløsning. Fokuset på møtene er resiproke avhengigheter. Et eksempel på koordineringsmetodikken i disse møtene kan sees under i figur 14.



Figur 14: LPS-teknikk på koordineringsmøte

4.2.3 Prosjektstyringsverktøyet Telaris

Telaris PCS AS er et mindre IT-utviklingsfirma lokalisert på Sørlandet. De leverer i hovedsak ulike varianter av sitt verktøy for digitalisering av prosesser; Telaris. Sent i 2015 inngikk de en avtale med Nymo om å levere et prosjektstyringsverktøy til hele Nymos organisasjon. De viktigste stikkordene for verktøyet er (Jørgensen, 2015):

- Digitalisering
- Kontinuerlig oversikt og oppfølging
- Godt brukergrensesnitt - også for mobile enheter
- Rapportering- og analysemuligheter

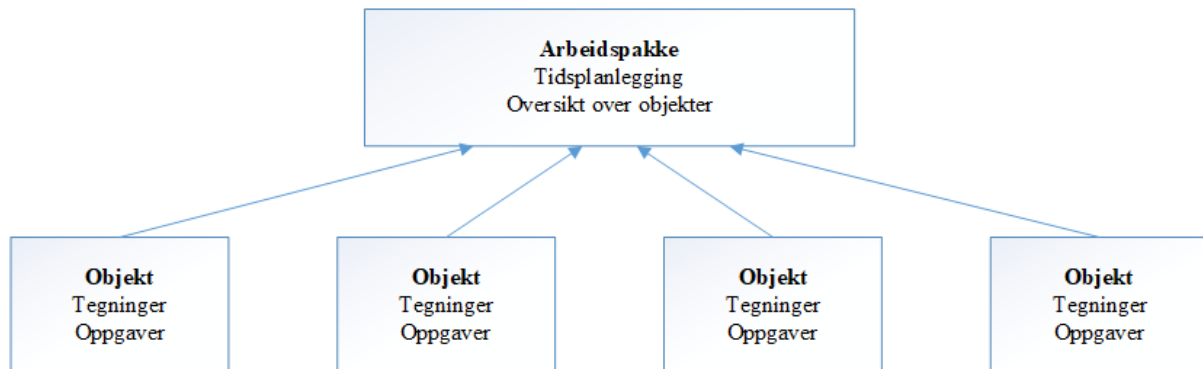
Systemet er for første gang fullt integrert i styringen av Johan Sverdrup. Telaris er en viktig del av Nymo sin strategi om digitalisering og reduksjon av prosjektgjennomføringskostnader og er under kontinuerlig utvikling og forbedring. Det er tiltenkt at alt arbeid skal registreres og følges opp i Telaris. På den måten antar man å kunne senke tidsforbruket tilknyttet prosjektstyring og oppfølging. Forbedret oversikt og oppfølging vil også kunne bidra til at man oppdager utfordringer på et tidlig tidspunkt og kan sette inn korrigerende tiltak tidlig, noe som gir en prosjektgjennomføring med færre hindringer i tillegg til kostnadsbesparelser.

Et av Nymo sine utalte mål med Telaris er at det skal være lav terskel for brukeren. Dette skal gjøres gjennom synlig tildeling av ansvarspersoner og enkel registrering av utført arbeid. På denne måten er målet å frigjøre tid som tidligere er brukt på rapportering og kontorarbeid for formenn. De kan da bruke den frigjorte tiden på effektivisering og tilrettelegging av arbeidet til operatørene.

Systemet som benyttes av Nymo består av tre hovedelementer: arbeidspakker, objekter og oppgaver. En oppgave er konkrete arbeidsoppgaver, som det å starte eller avslutte en kutte- eller sveiseprosess, maling av et objekt eller kontroll av en sveis. Det er tiltenkt at disse rapporteres som ferdige av operatører og formenn når arbeidet er utført. Dette kan gjøres via nettbrett, som flere i fabrikasjonen er utstyrt med, mobil eller pc.

Et objekt er en komponent eller utstyr som tilegnes et unikt nummer i systemet. Dette kan være fysiske deler, men kan også være tegningen av en del som skal fabrikeres. For Nymo sin del har de definert et objekt til å alltid være en tegning. Hvert objekt har et sett med arbeidsoppgaver tilknyttet seg. Flere objekter blir så knyttet sammen til en arbeidspakke av fabeng. En

arbeidspakke består da av ett eller flere objekter med sine tilknyttede oppgaver, som illustrert i figur 15. For stål er det to typer arbeidspakker: prefabrikasjon og installasjon.



Figur 15: Illustrasjon arbeidspakke

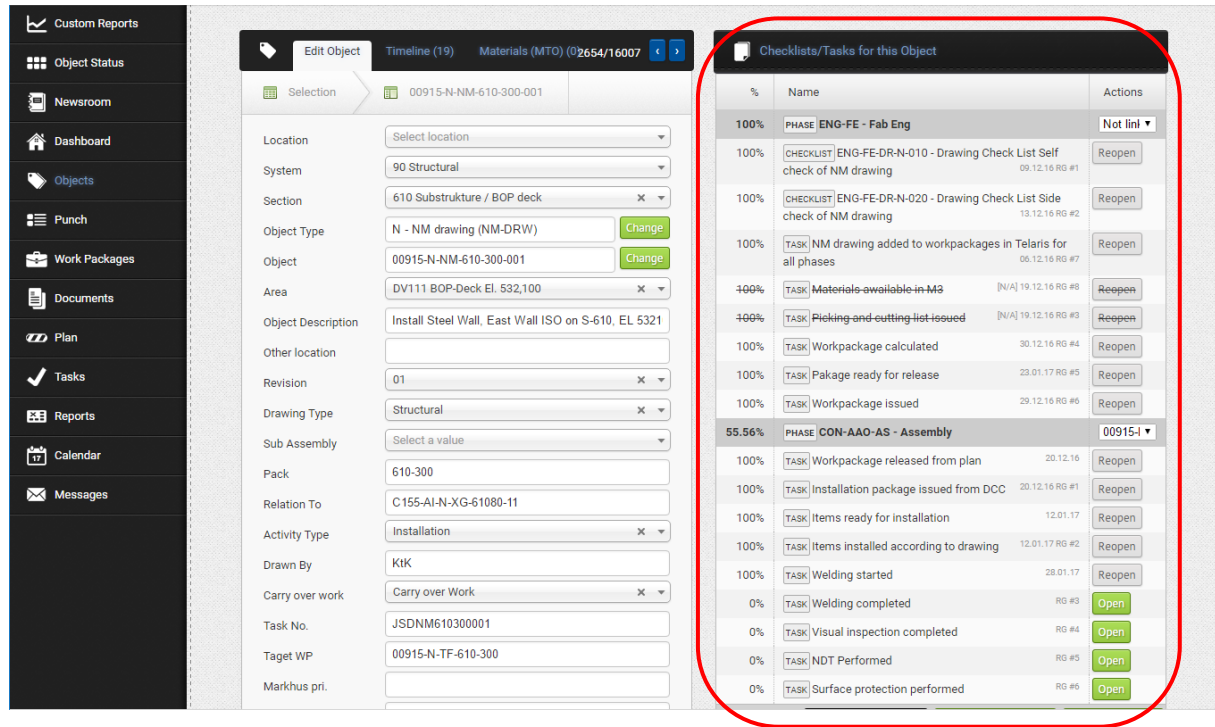
For å illustrere hvordan det ser ut i Telaris er det vist et skjermbilde under. Her vises en arbeidspakke som består av en del informasjon på venstre side, samt linker til en rekke objekter markert med rødt på høyre side.

WP General Information		General Information	
Document No	00915-N-TF-610-300	No.	10056
Work Package Title	Install Wall & Wall Support Steel, East Side on S-610 BOP Deck	Doc.No	00915-N-TF-610-300
Work Package Type	TF-N FAB. Work Package	Name	Install Wall & Wall Support Steel, East Side on S-610 BOP Deck
System	90 Structural	State	Incomplete
Discipline	N Structural	Estimate	0h
Process	CON-AAO Construction Assembly and Outfitting	Hours	0h
Phase	CON-AAO-AS Assembly	Created	02.12.16 09:08 by Per Kristian Cappelen
Section	610 Substrukturer / BOP deck	Updated	28.01.17 12:48 by Magne Brynemo
Work Area	Select Work Area	Assignment	
Work Pack type	Structural	Responsible	Installation Structural (Kåre Erling Hansen)
Activity type	Installation	Assigned To	Magne Brynemo
Sub Assembly	Select a value	Assigned By	Per Kristian Cappelen
Reference to metod.		Links	
REVISJONSHISTORIE		Objects	00915-N-NM-610-300-001
Pakke Rev.nr 01	01		00915-N-NM-610-300-002
Beskrivelse 01			00915-N-NM-610-300-003
Pakke Rev.nr 02	02		00915-N-NM-610-300-004
Beskrivelse 02	Utstående Vinkler og Plater for Installasjon av vindvegg Supporter NM-610-301-002 Rev 02 og NM-610-		00915-N-NM-610-300-005
Pakke Rev.nr 03			00915-N-NM-610-301-001
			00915-N-NM-610-301-002
			00915-N-NM-610-301-003
			00915-N-NM-610-301-004
			00915-N-NM-610-301-005
			00915-N-NM-610-302-001
			00915-N-NM-610-303-001
			00915-N-NM-610-303-002
			00915-N-NM-610-303-003

Figur 16: Arbeidspakke

Om vi klikker på et av objektene vil vi komme inn på objektet og se all informasjon tilknyttet det enkelte objektet, som vist i figur 17. Her kan vi se de forskjellige arbeidsoppgavene, markert med rødt, hvorav nederste halvdel er de oppgaver som er knyttet til arbeidspakken vist over.

Den øverste halvdel med oppgaver er oppgaver som utføres av fabrikkasjensengineering før objektet er tilknyttet en arbeidspakke. Disse er ikke linket til en arbeidspakke da den ikke er opprettet når disse oppgavene gjennomføres.



The screenshot shows the 'Edit Object' screen in Telaris. The left sidebar contains navigation options like 'Custom Reports', 'Object Status', 'Newsroom', 'Dashboard', 'Objects', 'Punch', 'Work Packages', 'Documents', 'Plan', 'Tasks', 'Reports', 'Calendar', and 'Messages'. The main area is divided into 'Selection' and 'Checklists/Tasks for this Object'.

Selection:

- Location: Select location
- System: 90 Structural
- Section: 610 Substruktur / BOP deck
- Object Type: N - NM drawing (NM-DRW)
- Object: 00915-N-NM-610-300-001
- Area: DV111 BOP-Deck EI, 532,100
- Object Description: Install Steel Wall, East Wall ISO on S-610, EL 5321
- Revision: 01
- Drawing Type: Structural
- Sub Assembly: Select a value
- Pack: 610-300
- Relation To: C155-AI-N-XG-61080-11
- Activity Type: Installation
- Drawn By: KitK
- Carry over work: Carry over Work
- Task No.: JSDNM610300001
- Target WP: 00915-N-TF-610-300
- Markhus pri.:

Checklists/Tasks for this Object:

%	Name	Actions
100%	PHASE ENG-FE - Fab Eng	Not link
100%	CHECKLIST ENG-FE-DR-N-010 - Drawing Check List Self check of NM drawing	Reopen
100%	CHECKLIST ENG-FE-DR-N-020 - Drawing Check List Side check of NM drawing	Reopen
100%	TASK NM drawing added to workpackages in Telaris for all phases	Reopen
100%	TASK Materials available in M3	Reopen
100%	TASK Picking and cutting list issued	Reopen
100%	TASK Workpackage calculated	Reopen
100%	TASK Package ready for release	Reopen
100%	TASK Workpackage issued	Reopen
55.56%	PHASE CON-AAO-AS - Assembly	00915-I
100%	TASK Workpackage released from plan	Reopen
100%	TASK Installation package issued from DCC	Reopen
100%	TASK Items ready for installation	Reopen
100%	TASK Items installed according to drawing	Reopen
100%	TASK Welding started	Reopen
0%	TASK Welding completed	Open
0%	TASK Visual inspection completed	Open
0%	TASK NDT Performed	Open
0%	TASK Surface protection performed	Open

Figur 17: Objekt

Om vi går tilbake til arbeidspakken vil denne inneholde all informasjon om alle objekter. Det vil si at alle oppgaver fra hvert objekt som knyttes til denne arbeidspakken vil være synlig i arbeidspakken. En arbeidspakke vil til slutt i prosessen bli kalkulert før den blir omsatt i en papirutgave som inneholder elementene nevnt i seksjon 4.1.2. Den ligger også tilgjengelig i Telaris.

En av de sentrale oppgavene til Telaris er å holde styr på hva som er gjennomført og hva som skal gjennomføres. Et av verktøyene i dette arbeidet er registreringene av punch. Et punch er en registrering av noe som ikke er gjennomført etter planen. Det finnes to typer punch, A og B. Et A-punch må utbedres før levering, mens et B-punch ikke har den samme kritiske tilstanden. Ferdig rigg kan overleveres med B-punch mot økonomiske kompensasjoner.

4.2.4 Arbeidspakkens reise

For å best kunne illustrere informasjonsflyten mellom de forskjellige disiplinene ble det tidlig i oppgaven gjort et kartleggingsarbeid av arbeidspakkens reise. Arbeidet ble basert på en kartlegging Nymo har gjort tidligere, men gjennomgått og oppdatert til å gjenspeile dagens

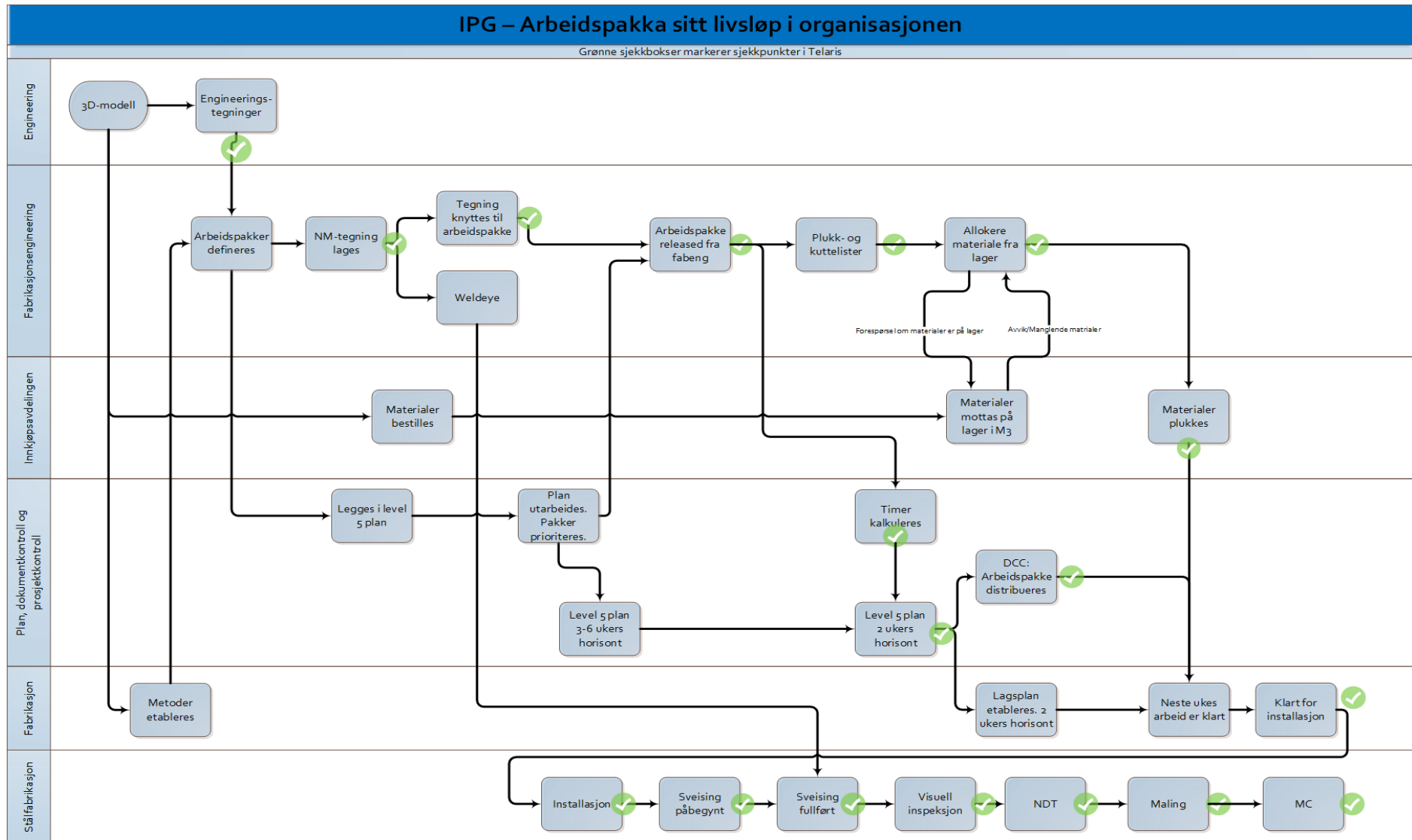
informasjonsflyt. Kartleggingen ble basert på interne prosedyrer, Telaris og informanter. Veilederne ble brukt for å kvalitetssikrere informasjonen da de har god oversikt over alle avdelingene og informasjonsflyten mellom de.

Kartleggingen ble gjort for å ha et riktig informasjonsgrunnlag som kan brukes videre i oppgaven. Diagrammet som ble utviklet kan sees i figur 18. Oppbygningen er delt opp i utførende avdeling, samt at grønne avkryss markerer et sjekkpunkt i Telaris.

Informasjonsflyten starter med input fra kunde. Dette kan være i form av en grov 3D-modell eller input nok til at en slik kan lages. Fra 3D-modellen vil det utarbeides engineeringstegninger, metoder og MTOer. MTOene vil videre effektueres og materialene vil mottas på lager, fysisk og i ERP-systemet. Samtidig går informasjon om den definerte pakken til planavdelingen.

Engineeringstegningene og metoder danner grunnlag for definisjon av arbeidspakker. Videre vil NM-tegninger utarbeides på bakgrunn av engineeringstegningene. Arbeidspakken vil fortsette sin modning hos fabeng, hvor tegninger knyttes til pakken og sveiseinformasjon legges inn i WeldEye. Det sistnevnte punktet skiller seg ut ved at det ikke registreres utført i Telaris. Etter denne modningen vil pakken slippes fra fabeng, hvorpå materialer vil sjekkes etter pakken er sluppet. Pakken går samtidig som materialsjekken til kalkulering og planlegging.

Etter arbeidspakken er kalkulert og planlagt blir den distribuert i papirform til rette formann, som så gjennomfører arbeidspakkens innhold slik det er planlagt.



Figur 18: Arbeidspakkes reise

5 Metode

I dette kapitlet er formålet å presentere forskningsdesignet og -metodene som brukes i masteroppgaven. Kapitlet er strukturert i tre deler: først presenteres forskningsdesignet i detaljert form. Videre vil de forskjellige datainnsamlingsmetodene omtales i detalj. Til slutt drøftes studiens validitet og reliabilitet og oppsummeres i en vurdering av forskningsmetodens totale kvalitet.

5.1 Forskningsdesign

Oppgaven har som tidligere omtalt basis som en teoretisk informert case-studie. Dette er som en følge av at oppgaven ikke er ment for å utvikle nye teorier, men bygge opp, teste og illustrere allerede etablerte teorier (Yin, 2009, s. 38). Oppgavens metoder vil hovedsakelig være kvalitativ metode, med bruk av kvantitativ metode for å fatte et visst overblikk over fenomenet som det skal forskes på. Det er av Yin (2009, ss. 132-133) omtalt som en god metodikk å kombinere metoder i et case-studie, da metodene kan være med på å forklare fenomener hos hverandre.

I denne oppgaven startet innsamlingen av empiri i siste ledd av organisasjonen: fabrikasjonen. Dette ble gjort for å kunne følge kvalitetsutfordringene bakover i de ulike leddene i Nymo sin interne verdikjede. Av den grunn vil også funnene empirien følge samme disposisjon, fra fabrikasjon til fabeng og videre til engineering. Støttedisiplinene etter Porters (1985) inndeling, innkjøp og plan, blir så omtalt til slutt.

5.1.1 Case-studie

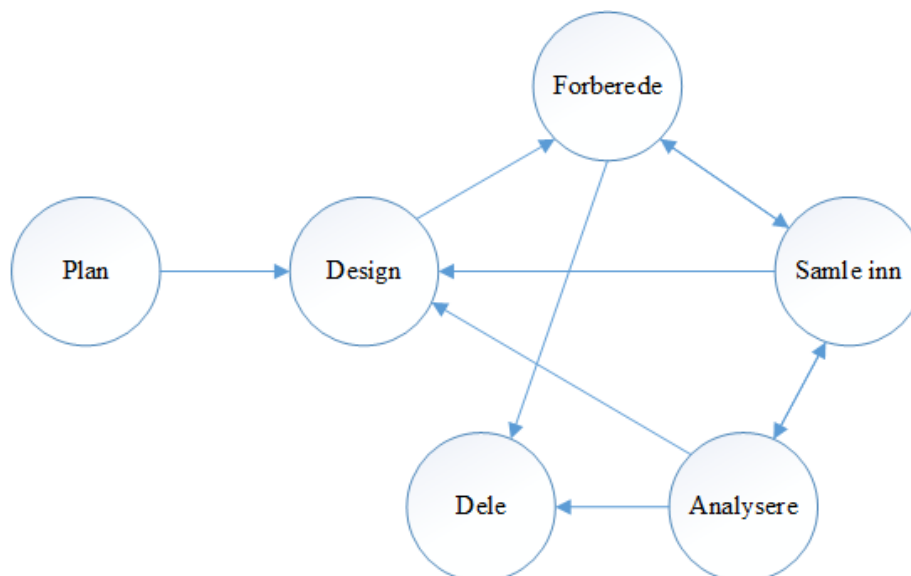
Problemstillingen ser på hvordan kvaliteten kan økes i prosjektgjennomføring, og det empiriske grunnlaget baseres på et pågående prosjekt hos Nymo. Det er derfor naturlig å benytte case-studie som metodikk. Et case-studie er ifølge Yin (2009, ss. 3-19) foretrukket når man ser på problemstillinger som inkluderer *hvordan* og *hvorfor*. Dette er fordi case-studier egner seg godt til å undersøke teoretiske sammenhenger og fenomener i en reell kontekst. Som forsker har vi ingen kontroll over utfallene av de ulike prosessene som forskes på, og observasjoner og intervjuer skjer samtidig som prosessene pågår.

Yin har liste opp fem punkter han mener er fellesnevner i sin definisjon av case-studier (fritt oversatt) (Yin, 2009, s. 18):

- Undersøke et samtidsproblem i dybden og i sin virkelige kontekst
- Grensene mellom fenomenet og konteksten er ikke alltid tydelige
- Håndterer det tekniske karakteristikken ved situasjonen der det vil være flere variabler av interesse enn datapunkter
- Baserer seg på flere kilder med datainnsamling som konvergerer ved triangulering
- Med fordel bruker tidligere utvikling på sitt respektive teoretiske fagfelt samt guider til datainnsamling og analyse av dette.

Disse fem fellesnevnerne er med på å bygge opp det metodiske valget om teoretisk informert case-studie. Fellesnevnerne belyser også noen av utfordringene som ligger innen case-studie. Det kan da legges spesielt vekt på uklare grenser mellom fenomenet og konteksten, samt at det benyttes flere datakilder. Flere datakilder vil være med å bygge validitet gjennom en trianguleringsprosess. En slik prosess vil være bedre jo flere datapunkter det er, men det vil samtidig være mer utfordrende og triangulere flere datapunkter.

Videre karakteriserer Yin (2009, ss. 1-19) case-studie som en lineær men iterativ studiemetode, hvor bruk av ulike metoder avhenger av hvilken data man ønsker å undersøke. Med lineær menes det at case-studie legges opp etter et satt oppsett av prosesser, og med iterativ menes det at man ikke kan ferdigstille prosessene lineært, men at de er med å utfylle hverandre ettersom oppgaven og datainnsamlingen modnes. Dette er vist nærmere i figur 19, og omtalt nærmere under figuren.



Figur 19: Den iterative prosessen i et case-studie (Fritt oversatt, Yin, 2009, s. 1).

Plan

Den første perioden handler ifølge Yin (2009, ss. 2-22) om å identifisere de riktige forskningsspørsmålene og grunnene til metodiske valg. Alle metoder har sine styrker og svakheter. Eksempelvis kan funn ved en case-studie ofte være case-spesifikke og ikke overførbare til andre situasjoner. I den planleggende fasen er det lagt vekt på å spesifisere studien, samtidig som man ikke ønsker å utelukke for mye på et tidlig tidspunkt.

Design

Her legges det vekt på å bli kjent med bedriften eller objektene det skal forskes på. I vårt tilfelle handler det om å bli kjent med Nymo og byggingen av Johan Sverdrup. Det nødvendige teoretiske grunnlaget legges, forskningsspørsmålene spisses og hovedområder med utfordringer hos Nymo vektlegges. Dette for å best mulig danne et grunnlag for et endelig design av case-studie med tanke på metodiske valg. Oppsummert vil designet være den logiske sekvensen som binder sammen empiriske data til forskningsspørsmålene, og deretter konklusjonen (Yin, 2009, ss. 24-64).

Forberedelse

Forberedelsesfasen har fokus på forberedelse av empirisk innsamling. Dette innebærer for eksempel utvikling av intervjuguider og forberedelser til kvantitative innsamlinger. Yin peker også på viktigheten av å ha en god forståelse av utfordringene som studeres for å kunne stille de riktige spørsmålene og sørge for relevant datainnsamling. For denne studien innebærer det mye tid for å sette seg inn i Nymo sine prosedyrer og arbeidsmetoder (Yin, 2009, ss. 66-97).

Samle inn

Innsamlingsperioden bygger på det som er gjort i forberedelsene. Her skal de forberedte metoder iverksettes. Denne studien baserer seg i hovedsak på innsamlingsmetoder som intervjuer, observasjon av waste i fabrikkasjonen, observasjon av møter og de uformelle samtale. Disse er av Yin (2009, ss. 98-126) omtalt som typiske metoder i en case-studie. De store innsamlingene som observasjon av waste og intervjuer har blitt gjennomført i mars og begynnelsen av april. De andre metodene har vært som en kontinuerlig prosess gjennom hele studien.

Som vist i figur 19 vil også datainnsamlingen føre til iterasjoner grunnet ny informasjon som gjør at den opprinnelige planen for design og påfølgende forberedelser må endres underveis.

Denne modningsfasen som forskere vil føre til et bedre sluttresultat enn om studien ble utført lineært uten muligheten for å gå tilbake på eget arbeid (Yin, 2009, ss. 98-126).

Analysere

Analysen innebærer å undersøke, kategorisere, systematisere, teste og kombinere fakta som er innsamlet for å kunne gi en empiribasert konklusjon. Denne perioden igangsettes etter empirien er samlet inn. Analyse av data i et case-studie beskrives som utfordrende da det ikke er utviklet definerte teknikker for hvordan det bør gjøres, og det ofte mye informasjon som må struktureres og analyseres. Et annet aspekt er at de uformelle samtalene også vil finne sted i analyseperioden, og det er dermed drypp av ny empiri også i analysen (Yin, 2009, ss. 126-163).

Dele

Til slutt skal resultatene fra studien presenteres. Det er viktig at man definerer og strukturerer rapporten ut i fra hvem rapporten er tiltenkt. Videre peker Yin (2009, ss. 164-190) på at en god rapport bør inneholde både visuelt og tekstbasert materiale som enkelt skal kunne tolkes av leseren. Det er også et mål at dataen skal presenteres på en måte som gjør at leseren kan trekke egne slutninger om funnene.

5.1.2 Tidligere oppgaver på Nymo

Som nevnt i innledningen i kapittel 4 er det i perioden 2012-2015 skrevet masteroppgaver som omhandler prosjektgjennomføring hos Nymo. Av disse er det kun oppgavene skrevet i 2013 og 2014 som er offentliggjort. Oppgaven fra 2012 vil kunne publiseres rundt samme tid som denne leveres, mens den fra 2015 er underlagt 5-års publiseringsperre. Wastemålinger har blitt gjort ved flere anledninger, senest som et skoleprosjekt i 2014. Det har også blitt utført av masterstudenter i 2012 (Ellingsen & Fredriksen) og 2013 (Lande & Koland). Våre observasjoner i fabrikasjonen vil i hovedsak benytte de samme metodene for å kunne sammenlignes med tidligere wastemålinger.

Tidligere oppgaver har lagt mest vekt på wastemålinger i fabrikasjon, og hvordan waste kan unngås i fabrikasjon. De kom med klare anbefalinger om å forske videre på rotårsaker til waste bakover i verdikjeden, særlig på manglende kvalitet i arbeidsunderlaget til fabrikasjon. Denne oppgaven vil derfor vektlegge årsak-virkningsforhold for manglende kvalitet hos Nymo sett opp mot teorien i kapittel 2 og Nymo sine egne prosedyrer.

Gjennom å se på prosjektgjennomføringen som en helhetlig vurdering av Nymo sin innføring av en teoretisk basert prosjektgjennomføring, kan dette være med å drive samarbeidet med UiA

videre, samt gi verdifulle data om utfordringer som kan oppstå i en prosjektgjennomføring med bruk av lean-inspirerte metodikker.

5.2 Datainnsamling

Som tidligere omtalt vil denne masteroppgaven benytte både kvalitative og kvantitative metoder. De kvalitative metodene er av Frode Nyeng omtalt som «tekstenes tale» mens de kvantitative er «tallenes tale» (Nyeng, 2004, s. 187). Dette skillet er dog ikke absolutt, men i hovedsak kan det sies at resultater fra kvantitative metoder ofte fremkommer som tall eller statistikk, mens resultater fra kvalitative metoder ofte beskrives i tekstform.

Det å blande kvalitativ og kvantitativ datainnsamling i samme case blir ofte omtalt som blandingsmetode eller «mixed methods», og er som tidligere nevnt en god metode ifølge Yin (2009, ss. 132-133). I denne oppgaven vil de kvantitative metodene hovedsakelig brukes for å danne et oversiktsbilde av fabrikkasjonsutfordringer. Videre i oppgaven fokuseres det mer mot de bakenforliggende grunnene gjennom hvorfor-spørsmålet. Her benyttes de kvalitative metodene. Ifølge Easterby-Smith, Thorpe og Jackson (2015, s. 274) legger mixed method fokus på nettopp det komplekse og at sammenhenger sjeldent kan forstås ved å kun se på en ting om gangen. I de neste seksjonene vil studiens metoder for datainnsamling presenteres.

5.2.1 Daglig observasjon og kommunikasjon

Nymo har i hele oppgavens arbeidsperiode stilt med kontorplasser til oss. Dette har bidratt til at en av de fundamentale veiene til empiri er gjennom den daglige kontakten med case-bedriften. Dette gjøres gjennom uformelle samtaler, møtedeltagelse, tilgang til datasystemer og kort vei til veiledere. Som Yin (2009, ss. 114-118) peker på, kan dette være med å styrke et samtidsproblem i dybden og sin virkelige kontekst, samt få oversikt over grensene mellom fenomener og tilhørende kontekst.

Under perioden hos Nymo har det blitt deltatt på koordineringsmøter, også kalt IPG-møter, i fabrikkasjonen. Dette har vært i en observerende rolle. Som forklart i kapittel 4.2.2 har disse møtene som mål å fange opp resiproke avhengigheter i level 5-planen, samt å danne en arena hvor de ulike fagdisiplinene og formenn samles for å avdekke utfordringer underveis i fabrikkasjonen. Møtene bidrar med fremdriftsinformasjon om prosjektet, samt input til eventuelle utfordringer.

Koordineringsmøtene har vært en fin arena for å komme i kontakt med flere av de ansatte hos Nymo, og er en nyttig plattform for de uformelle møtene. De uformelle møtene har også foregått i andre situasjoner, som i lunsjen, ved kaffeautomaten og «over-the-wall». Disse uformelle samtalene har gitt verdifull informasjon om kultur og arbeidsmetodikk hos Nymo.

For å kunne benytte informasjonen som kommer frem i den daglige kontakten best mulig har det under hele oppholdet hos Nymo blitt skrevet dagbok. Denne er ment som et sted hvor det ukritisk kan noteres alt som kan ha en betydning for oppgaven. Dette etter en viss struktur med dato, eventuelle navn og i hvilken situasjon kontakten fant sted. Disse notatene er til hjelp da det kognitive minnet ikke alltid fungerer som et logisk minne.

I tillegg har Nymos datasystemer, prosedyrer og interne rutiner blitt benyttet som informasjonskilde. Det har også blitt fokusert på opplæring i Telaris, for å kunne bruke dette som en informasjonskilde.

5.2.2 Målinger av waste

Tidligere målinger av waste hos Nymo har organisert seg etter arbeidsdager og -uker, uavhengig av antall arbeidspakker. Da arbeidspakken er sentral i Nymos prosjektgjennomføring ønsket vi å måle waste per arbeidspakke. Dette var tiltenkt å gjøres ved å finne arbeidspakker som passet i omfang og tidsperiode. Dette har dog vist seg å være utfordrende, da prosjektet på innsamlingstidspunktet har uklar planlegging av arbeidet. Noe av målet var også å kunne spore funn tilbake til arbeidspakkens tidligere stadier i prosjektgjennomføringen, slik at det benyttes en bakoverkartlegging fra fabrikkasjonen som arbeidsmetodikk.

Tidsperioden observasjonene fant sted var en av de mest hektiske periodene i prosjektet. Målingene var i utgangspunktet ønsket til siste halvdel av februar. Dette viste seg vanskelig på grunn av en omfattende løfteoperasjon i samme tidsvindu. Under løfteoperasjonen forgår det ikke arbeid på modulen, og det er perioder med lite verdiskapende arbeid før og etter som følge av klargjøring og opprydning. For å ikke påvirke målingene, ble de utsatt til etter den unormale perioden.

Målingsgrunnlaget er planlagt til to arbeidslag med to operatører per lag. Det legges opp til at hvert arbeidslag følges av en observatør. Arbeidslagene vil bestå av innleide operatører med polsk bakgrunn. De skal kunne kommunisere på engelsk, så språk skal ikke være en utfordring. Innleide arbeidslag har også en polsk formann, som i praksis er en arbeidsleder eller BAS som

også skal kunne kommunisere på engelsk. De innleide jobber 11-timers dager som vil følges fra start til slutt.

Skjemaet som skal benyttes i observasjonen er vist i vedlegg 4. Skjemaet er utviklet i 2014 av veileder Bo Terje Kalsaas til tidligere utførte målinger. Skjemaet er revidert fra 2014-revisjonen for å tilpasses de lengre arbeidsdagene. Skjemaet er bygget opp slik at det noteres hva arbeidslaget gjør hvert 5 minutt gjennom en hel arbeidsdag. Dette kategoriseres i fem hovedkategorier:

- Direkte arbeid (transformasjon)
- Observerbar waste
- Indirekte arbeid
- Koordinering og HMS
- Pause og nødvendig tid

De fem hovedkategoriene har igjen flere underkategorier. Hovedkategoriene bygger på Shingo sitt arbeid rundt defineringen av arbeidsflyt. Shingo sitt arbeid var i hovedsak rettet mot lineær serieproduksjon, og har videre blitt tilpasset mer til konstruksjon og prosjektutførelse av Kalsaas (2013b). Han har blant annet lagt til «Pause og nødvendig tid».

Det kan tenkes at operatørene ser arbeidsdagen på en annen måte enn observatørene. For å kunne detektere forskjeller mellom observatør og observasjonsobjekt vil det benyttes selvevalueringskjemaer som et tillegg til direkte observasjoner. Dette brukes som en kvalitetssikring av observasjonenes validitet. Skjemaet kan sees i vedlegg 5 – selvevalueringskjema.

I etterkant vil informasjonen bearbeides ved å utarbeide statistikk basert på de innsamlede dataene. Slik statistikk vil i hovedsak gi et kvantitativt bilde på hvor store andeler av tiden som går til henholdsvis verdiskapende arbeid og waste.

5.2.3 Intervju

Intervjuer er den mest brukte måten å samle inn kvalitative data på, og er særlig godt egnet i studier av få enheter som eksempelvis case-studie av bedrifter. Det er en fleksibel metode som brukes for å gå i dybden på et tema ved å finne frem til prosesser og mekanismer som har skapt en hendelse eller fenomen. Ved intervju ligger som regel kunnskapen hos intervjuobjektet, og

det kreves derfor mindre forkunnskaper om emnet. Arbeidet ligger i design, samt analysen og tolkningen av innsamlet empiri (Johannesen, Tuft, & Christoffersen, 2010; Karlsen, 2016).

Videre peker Johannesen et al. (2010) på friheten man gir informantene ved et kvalitativt intervju sett i forhold til eksempelvis et spørreskjema. Informanten kan selv styre hva som blir tatt opp i intervjuet, og som man kanskje ikke hadde planlagt fra starten av grunnet begrenset forhåndskunnskap. Når det er sagt, kan det være nødvendig med en viss standardisering, spesielt ved intervju av flere informanter innen samme tematikk. Standardisering vil lette arbeidet med å systematisere svarene i ettertid og trekke sammenlikninger.

Et av de viktigste momentene ved intervju som metode er å planlegge hvem som skal intervjues, og hvilken informasjon vi ønsker å oppnå. På denne måten kan intervjuet skreddersys på en best mulig måte for å finne svar på ønsket informasjon (Johannesen et al., 2010).

Som en mal for gjennomføring av intervjuet har det blitt hentet inspirasjon fra Johannesen et al. (2010) sin bok «Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode», samt Kvale og Brinkman (2012) sin bok «Det kvalitative forskningsintervju» som går mer i dybden. Det tekniske oppsettet ligner i begge bøkene. Kvale og Brinkman (2012) har dog med flere gode eksempler på spørsmål og svar samt tolkning av disse, som er verdifullt i forberedelsesfasen. Videre følger en mer detaljert gjennomgang av hvordan intervjuene er forberedt og gjennomført, basert på oppsett for intervju fra Johannesen et al. (2010) og Kvale og Brinkman (2012).

Tematisering og utvalg av informanter

De første intervjuene ble gjort av to formenn i fabrikkasjonen, hvorav den ene har rollen som formann for arbeidslagene som skulle observeres. Begge formennene har bred erfaring fra formannsrollen, både på Johan Sverdrup og tidligere prosjekter. Målet er å danne et bedre bilde av arbeidshverdagen til en formann samt å få innblikk i hvordan operatørene styres. Intervjuet skulle også danne et visst grunnlag for wastemålingene, og hvilke momenter det her kunne være aktuelt å fokusere på. Det var også flere uformelle samtaler med formannen som ledet de observerte arbeidslagene utover i oppgavens tidsperiode.

Intervjuene med fabeng ble planlagt til etter eventuelle funn fra observasjonsanalysene er avdekket, og det ønskes å følge opp eventuelle funn herfra. Fra observasjonene så vi at området el- og rørstøtter ville være videre interessant. Det ble derfor intervjuet en med nær tilknytning til dette område, samt mellomleder innen ståldisiplinen.

Det ble også utført et intervju av en informant som er sentral i kontrollen av arbeidspakker og punchregistrering for stål. På denne måten fikk vi større innsikt i kvalitetsfeil i input og output til fabeng. Informanten har erfaring med tegninger fra engineering som input til fabeng, samt eventuelle feil og mangler på arbeidspakkene som output fra fabeng. Et eksempel er materialmangler på arbeidspakkene som sendes ut, og som da må følges opp i etterkant.

Hovedmålet med disse intervjuene er som med formennene. Det ønskes å danne et bilde av arbeidshverdagen. Videre må dette tolkes til at vi ønsker å finne input og output til arbeidet, samt hva selve transformasjonen innebærer. Det ønskes også å avdekke hvordan arbeidet organiseres, hvilke utfordringer de ser selv og hvor de selv tror det ligger forbedringspotensial. Etersom intervjuobjektene ble valgt ut på grunnlag av funn i wastemålingene, så stilles spørsmål som kan være med å forklare fabeng sin rolle i funnene, samt få belyst «den andre siden» av utfordringene som formenn pekte på. Vi hadde altså forholdsvis god innsikt i arbeidet til fabeng før vi gikk inn i intervjusituasjonene – uten at dette nødvendigvis formidles til intervjuobjektet. På den måten klarer vi som forskere å lage en mest mulig relevant intervjuguide som stiller de riktige spørsmålene i forhold til hva som er aktuelt for oppgaven.

Etter intervjuer med formenn og fabeng, samt målinger i fabrikasjonen, hadde vi fortsatt ubesvarte spørsmål. Også veilederne fra Nymo var interessert i å gå lenger bak i verdikjeden for å få et svar på noen av utfordringene som ble pekt på i tidligere intervjuer. Det ble derfor besluttet å intervju disiplinleder for stål på engineering. Som ved tidligere intervjuer var noe av målet å kartlegge arbeidshverdagen, prioriteringer i arbeidet som ble gjort, samt få bedre innsikt i de utfordringer de måtte ha.

Design

I alle intervjuene ble det brukt semi-strukturert form. Det vil si at det legges opp til at intervjuobjekt skal snakke så fritt og uhindret som mulig, men at vi som intervjuere har gjort oss noen tanker på forhånd om hva som bør dekkes. Intervjuguider utvikles for hvert intervju, og intervjuguiden fungerer som en sjekklister over temaer og spørsmål vi ønsker å komme gjennom i løpet av intervjuet.

Dette er den mest vanlige måten å strukturere et intervju på, og gir oss som holder intervjuet mer frihet til å spørre videre om interessante funn som kommer frem i løpet av intervjuet (Johannesen et al. , 2010). Intervjuguidene er vist vedlegg 1-3.

Gjennomføring

Intervjuene ble gjennomført basert på intervjuguiden. Det ble lagt fokus på å være reflekterte i tilnærmingen til kunnskapen man søker, og ta hensyn til intervjuets mellommenneskelige relasjoner. Det ble og fokusert mot å holde intervju spørsmålene enkle, slik at spørsmål ikke misforstås eller feiltolkes. Fem hvorfor⁹ brukes som metode for å gå dypere inn i rotårsaker.

Det ble ikke brukt lydopptak under intervjuene, men i stedet omfattende notater. Grunnen til dette er mer omtalt i reliabilitetsseksjonen, men er hovedsakelig basert på at opptak kan legge et visst press på informanten, og at det ønskes en friere dialog. Som en tillitsbygger har alle informanter har fått tilbud om å lese igjennom våre notater. I etterkant ble det umiddelbart gjennomført grovanalyse og initial drøfting av det innsamlede materialet. Ved eventuelle uklarheter ble dette oppklart med informantene umiddelbart gjennom oppfølgingssamtaler eller via mail.

5.3 Forskningsdesignets kvalitet

Forskningsdesignets kvalitet kan i hovedsak deles i to hovedkategorier: validitet og reliabilitet. Yin (2009, s. 41) deler disse videre opp i totalt fire kategorier:

1. Datainnsamlingens validitet
2. Intern validitet
3. Ekstern validitet
4. Datainnsamlingens reliabilitet

Kategori 1 og 4 omhandler de datainnsamlingsmetoder som er benyttet, både enkeltvis og sett som en samlet innsamling. Intern validitet fokuserer på datanalysen som er gjort, mens ekstern validitet fokuserer på forskningsdesignet.

5.3.1 Datainnsamlingens validitet

Validiteten i datainnsamlingen handler først og fremst om dataen som samles inn er god nok til at det kan trekkes gyldige slutninger som ikke svekkes av dataens kvalitet. Dataene skal ved bruk av forskningsdesignet kunne besvare problemstillingen.

⁹ Fem hvorfor er en mye brukt metode for å drive rotårsaksanalyse. Metoden benytter gjentakende hvorfor-spørsmål for å finne den opprinnelige årsaken (Myszewski, 2013).

Den største utfordringen med innsamlingene som er gjort ved observasjon i møter og de uformelle samtalene knytter seg til subjektive oppfatninger. Altså at vi som forskere ikke forstår informantene korrekt. Disse to metodene er i hovedsak brukt for å danne seg et bilde av Nymo og bedriftskulturen. Data fra dette vil med andre ikke benyttes uten at det bekreftes av data fra de andre metodene. Det har også blitt benyttet dagbok i forbindelse med disse samtalene for å sikre validiteten og fjerne usikkerhet rundt hva som har blitt sagt.

For måling av waste kan subjektivitet utgjøre en validitetsbrist det må tas høyde for. Dette fordi dataene skal danne grunnlaget for å finne områder med kvalitetsutfordringer. Det tas høyde for dette gjennom et observasjonsskjema med detaljerte wastekategorier og gruppering i hovedkategorier som gir lite rom for egen tolkning.

Det ble også planlagt å observere et relativt stort arbeidsomfang på 100-150 timer for å fjerne enkelttilfeller av subjektive feiloppfatninger. Med flere timer vil eventuelle feiloppfatninger få mindre betydning. Validiteten kan med andre ord styrkes for hver ekstra time observasjon, men det ansett som tilstrekkelig med et timeantall på 100-150 timer til denne oppgavens omfang.

Bruk av selvevalueringsskjema vil også være med på å fjerne de subjektive tolkningene. Eventuelle svakheter kan være misforståelser og underrapportering. Det ble derfor gjort et valg om at operatørene fyller ut skjemaet med den grad veiledning de ønsker, og resultatene blir gått igjennom i helhet sammen med operatørene slik at vi som forskere kunne kvalitetssikre forståelsen. Dette blir en validitetssjekk av våre egne observasjoner, samt en bekreftelse på tilliten mellom oss som forskere og operatørene.

Den siste innsamlingsmetoden som totalt sett styrker datainnsamlings totale validitet betraktelig er de formelle intervjuene av informanter. Brinkmann og Kvale (2012) avmystifiserer det vanligvis filosofiske abstrakte begrepet validitet ved å hevde at fokus på validitet kan være en del av intervjuprosessen og ikke nødvendigvis en egen sikringsprosess.

I praksis vil dette si at man inkluderer validitetstanker i alle steg, som for eksempel utvelgelse av intervjuobjekt. Istedenfor å ta en sjekk om validiteten til intervjuutvalget er godt nok, kan utvalget gjøres for å oppnå god validitet. Dette har preget vårt arbeid i de forberedende fasene, samt i de gjennomførende fasene av intervjuprosessen. Det har også vært et fokusområde å senke den sosiale relasjonsterskelen så langt ned at man får utsagn «rett fra levra».

For å oppnå dette ble det i samråd med veileder valgt å ikke ta opptak av intervjuene. For mange av intervjuobjektene betyr dette en mer uformell stil hvor det kan snakkes friere. Det ble isteden for opptak gjort grundige notater underveis i intervjuet, mens den andre holdt samtalen i gang.

En faktor som bygger opp den totale validiteten i datainnsamlingen er de tidligere omtalte uformelle samtaler. Disse gir en god mulighet til å hele tiden kontrollsjekke data som er opparbeidet med andre metoder og informanter i organisasjonen, og dermed redusere subjektivitetsaspektet.

5.3.2 Datainnsamlings reliabilitet

Kvale og Brinkmann (2012) definerer reliabilitet som «forskningsresultatenes konsistens og troverdighet». Spørsmålet blir da om hvorvidt et resultat kan reproduseres av andre forskere på et annet tidspunkt. God reliabilitet i denne oppgaven knyttes da opp mot hvorvidt andre forskere hadde kommet frem til lik datafangst ved bruk av de samme metodene.

Reliabiliteten ved den daglige observasjonen og kommunikasjonen er mer utfordrende enn ved formelle metoder. Dataene er her situasjonsbestemt og basert på personlige relasjoner. De vil derfor være vanskelige å reprodusere ved et senere tidspunkt. Informasjonen ansees dog som troverdig. Det er rimelig å anta at andre forskere ville funnet mange av de samme meningene ved å treffe de samme ansatte i organisasjonen i samme tillitsforhold.

Reliabilitetsspørsmålet til wastemålingene knytter seg hovedsakelig til empiriens størrelse og evne til å repetere seg. Det må vurderes om det empiriske grunnlaget som samles inn representerer et reelt bilde på virkeligheten, og ikke en deviasjon fra det normale på undersøkelsestidspunktet. Den mest effektive metoden for å sikre seg at innsamlet empiri har god reliabilitet er å samle inn empirien over en lengre tidsperiode. På denne måten vil sannsynligheten for at forskers feil og avvik vises i dataene senkes. Eksempler på avvik kan være situasjoner som at operatøren hadde «en dårlig dag».

Det kan tenkes at operatørene som blir observert yter noe bedre som følge av at de blir observert. Det var ingen tegn som tyder på at observasjonene påvirket dataene – ei heller i tilbakemeldingene fra operatørene. Det antas at dette er en tilnærmet neglisjerbar faktor, som uansett vil være tilstede i tilsvarende grad ved lignende observasjoner.

Kvale og Brinkmann (2012) peker på noen sentrale faktorer som gjør intervjuet mest mulig objektivt, slik at reliabiliteten styrkes. Spesielt viktig er det å unngå ledende spørsmål under

intervjuet, samt god kvalitet i analysen av intervjuet. For å unngå ledende spørsmål har det vært et mål om å la intervjuobjektet snakke mest mulig åpent om temaene som var satt opp på forhånd gjennom intervjuguiden. Ved å ikke stille ledende oppfølgingsspørsmål, men heller stille spørsmål som «hvorfor tror du det har utviklet seg slik?» og «kan du utdype dette litt mer?» gir det større sannsynlighet for at intervjuobjektet ville svart det samme også i liknende situasjoner ved en senere anledning.

5.3.3 Intern og ekstern validitet

Ekstern validitet betegner hvorvidt resultatene fra en studie av et begrenset utvalg kan generaliseres og dermed gjelde for en større mengde data enn det oppgaven undersøkte. Intern validitet betegner om forskeren trekker korrekt slutning om årsaksbetingelser som kan knyttes til slutninger gjort i analysen (Silverman, 2011, ss. 365-367; Dahlum, 2015).

For forskningsdesignet i helhet er det aktuelt å se om vi finner de riktige årsakene og sammenhengene, altså om den interne validiteten er god. Dette beskrives som sikkerheten i om vi kan slå fast at x gir y, og at det ikke er ukjente z som faktisk gir y (Yin, 2009, ss. 42-43). Et eksempel på en situasjon som svekker den interne validiteten kan være en informant som peker på en årsak som ikke er den riktige. Dette kan blant annet skyldes forskjellige oppfatninger og personlige meninger. Det må det tas høyde for dette gjennom å kvalitetssikre informasjonen informantene bidrar med. Dette er i hovedsak gjort gjennom å intervju flere informanter i både fabrikasjon og fabeng. Hos engineering ble det formelt kun intervjuet en informant, men vi benyttet ekstra ressurser på å kvalitetssikre funnene fra dette intervjuet gjennom veiledere og uformelle samtaler med andre i organisasjonen.

Gjennom tiden på Nymo har vi også blitt kjent med mange dyktige mennesker som alle har sine bakgrunner og mulig skjulte motiver for å uttale seg om prosjektgjennomføringen. Det har hele tiden vært et mål om la empirien fremstå mest mulig objektivt. Grunnet de personlige forholdene som har blitt opparbeidet gjennom nesten 5 måneder hos Nymo kan likevel enkelte drøftingsmomenter ubevisst være farget av dette, noe som kan påvirke den interne validiteten.

I en vurdering av den eksterne validiteten er den største utfordringen å generalisere mange av utfordringene som er funnet. Gjennom case-studiet vil det finnes utfordringer som er spesielt knyttet til Johan Sverdrup og Nymo. Dette er en svakhet med case-studie; at man finner svar på spørsmålene i caset det forskes på, men ikke hvor utbredt funnene er i en større kontekst (Yin, 2009, ss. 14-16). Ekstern validitet kunne vært økt ved å studere flere lignende caser. Det ansees

likevel at funnene kan generaliseres til en viss grad, og danne grunnlag for lignende studier på prosjektgjennomføring i andre EPC-bedrifter.

Et annet aspekt som kan utfordre den eksterne validiteten er at empirien er samlet inn med fokus på stålarbeid i ett prosjekt hos case-bedriften. Dette gjør at vi også må se om generaliseringen er gyldig for andre disipliner enn stålarbeid alene. Denne validiteten kan være noe svakere enn bedriftsgeneraliseringen i forrige avsnitt. Dette har sin bakgrunn i at stålarbeidet på dette prosjektet var i en særstilling som følge av problemer med underleverandøren på stålarbeidet. Likevel vil funnene kunne ha god validitet innad i Nymo om de er av forholdsvis overordnet karakter, og det er fokusert mot å finne funn relatert til prosjektgjennomføring og ikke som følge av stålspesifikke utfordringer. Yin (2009, ss. 38-41) hevder også at teori-basert case-studie er med å øke den eksterne validiteten i single-case studier. Dette er fordi teorien utgjør utgangspunktet for drøftingen, og kan være med å forklare årsaker til funnene og på den måten generalisere de bedre.

5.4 Oppsummering

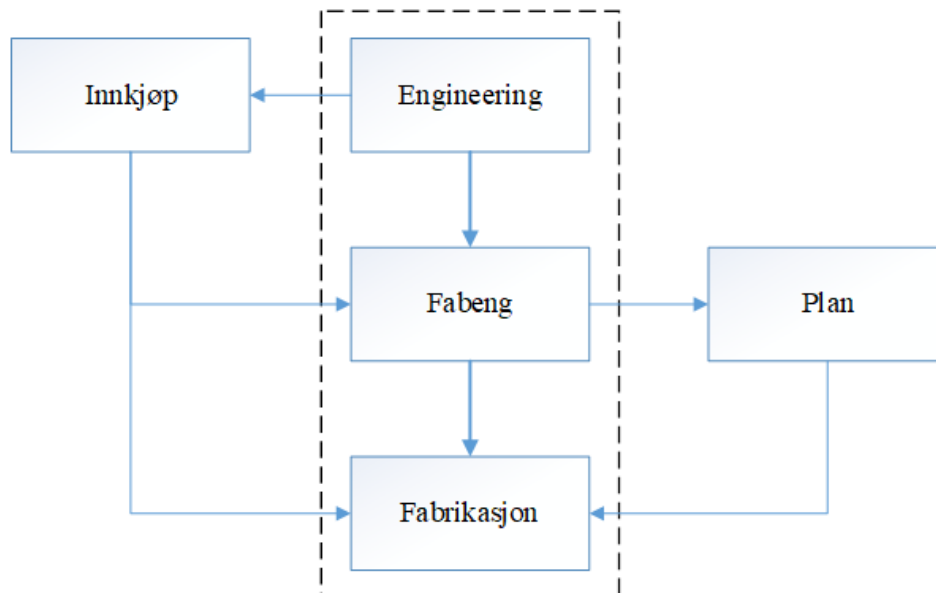
Det har blitt lagt vekt på å velge datainnsamlingsmetoder som gjør at vi som forskere kan bli kjent med Nymo på en best mulig måte. Dette gjøres gjennom uformelle samtaler som blir loggført i dagbøker, deltakelse på møter, observasjon i fabrikkasjonen og formelle intervjuer av relevant personell. Enkeltstående kan det tenkes at de ikke hadde gitt et holistisk bilde av Nymo. Det er et mål at synergien av de ulike innsamlingsmetodene for innsamling av empiri kan styrke hverandres validitet og reliabilitet gjennom naturlig triangulering.

Av utfordringer er det verdt å nevne mengden informasjon som har kommet underveis i forskningsperioden. Det har kommet input fra svært mange i bedriften, alle med ulik bakgrunn i prosjektet, som har sine egne meninger om hva som kunne vært gjort bedre. Som konsekvens har det blitt lagt ned mye arbeid i å kvalitetssikre mye av informasjonen som har kommet frem. Det er et paradoks at god tilgang på informasjon også er den største utfordringen, men vi mener at balansegangen mellom de formelle og uformelle samtalene i kombinasjon med god veiledning har gitt en god kvalitet på empirien til oppgaven.

6 Funn av kvalitetsutfordringer

Dette kapitlet vil fremstille kvalitetsutfordringer som er avdekket gjennom datainnsamlingen. Kapitlet vil påpeke små og store utfordringer, og naturlig fokusere på de mest signifikante funnene. Kapitlet vil avsluttes med en oppsummering av de mest signifikante kvalitetsutfordringene. De bakenforliggende årsakene til funnene vil drøftes videre i kapittel 7.

Strukturen i dette kapitlet vil følge en forenkling av organisasjonsstrukturen som vist i figur 20. I figuren har hovedprosessen blitt markert med den stiplede avgrensningen. Resultatene vil presenteres fra fabrikasjon mot engineering. Dette er som følge av studiets metode, hvor det ble lagt fokus på å begynne med output for så å følge prosessene bakover. Støtteområdene innkjøp og plan vil omtales til slutt.



Figur 20: Forenkling av organisasjonen

6.1 Fabrikasjonen

Den første seksjonen om fabrikasjonen vil i hovedsak omtale wastemålingene og resultatene fra disse. Seksjonen vil begynne med aktuell informasjon om den praktiske gjennomføringen sett i lys av den planlagte metoden. Det vil så være en mer omfattende presentasjon av resultatene dag for dag som følges opp av en sammenligning med tidligere målinger. Det vil til slutt legges vekt på informasjon om arbeidsunderlaget til fabrikasjonen, da dette er en sentral del av analysen i kapittel 7.

6.1.1 Gjennomføring av wastemålingene

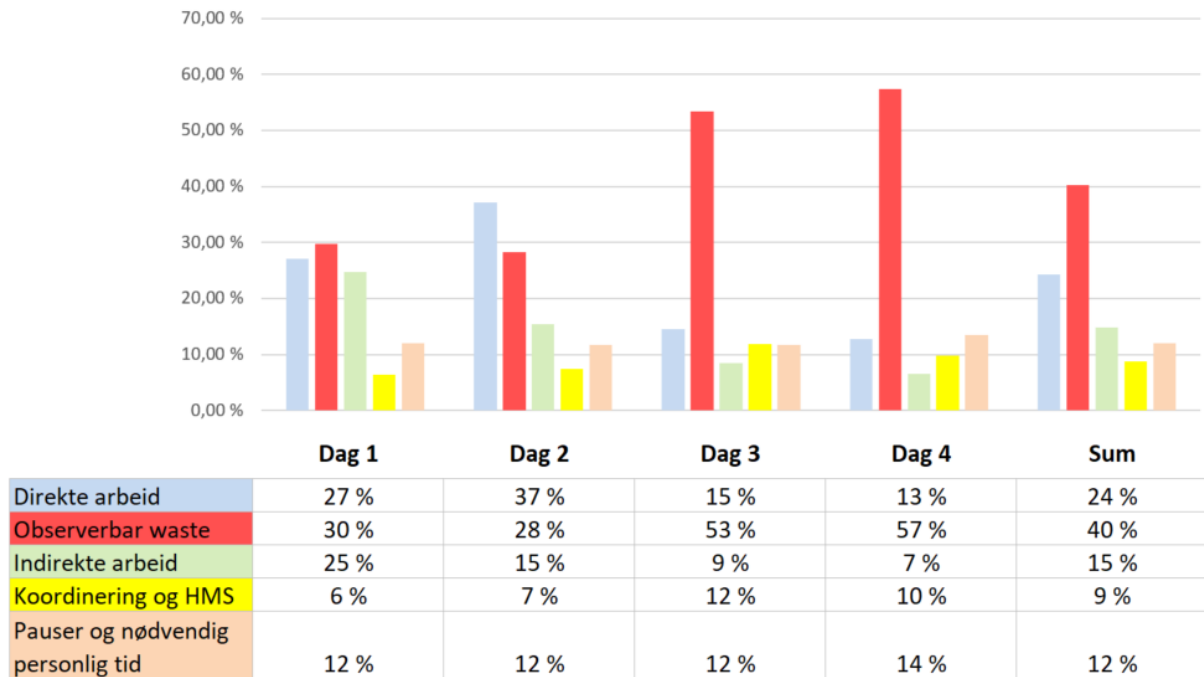
Da målingene skulle starte mandags morgen var det værmessige utfordringer i form av stort snøfall. Dette medførte en dag med mye waste i form av snømåking og opprydning i eget og andres område. Målingsstart ble derfor utsatt til tirsdags morgen da mandagen ikke ville gi relevant tallmateriale for videre analysearbeid. Det kan forholdsvis enkelt konkluderes med at det denne mandagen var waste som følge av været.

Tirsdags morgen ble målingene igangsatt med et felles møte ledet av assisterende fabrikkasjonsleder, som er tidligere prosjektleder for IPG. Møtet ble holdt for operatørene som skulle følges, samt respektive formenn. Hensikten var å gi en innføring i hva som skulle måles, hvorfor Nymo og UiA ønsker disse målingene, samt hvordan det skulle gjennomføres. Målet var at operatørene skulle få en bedre relasjon til oss som forskere, samt en forståelse for bakgrunnen til målingene. Dette kan bidra til å gi et mer ærlig bilde av arbeidsforhold og de utfordringer som måtte oppstå underveis. Det ble også lagt vekt på at målingene ikke er ment som prestasjonsmålinger av individer og at alle involverte er anonyme i oppgaven.

Deretter startet arbeidet med å loggføre arbeidet for fire operatører resten av uken, med unntak av fredag hvor kun to operatører ble fulgt. Dette gir et timegrunnlag på cirka 140 timer. Operatørene bestod av to lag, et sveiselag på to personer og et lag med platearbeidere. I tillegg ble det holdt god dialog med den polske formannen, samt den norske formannen som er ansvarlig for arbeidet som de polske arbeidslagene skal utføre.

6.1.2 Resultater fra wastemålinger

Resultatene vil oppsummeres som en oppsummering av de forskjellige hovedkategoriene, og viser det totale bildet og gir en god indikasjon på dagens arbeidsflyt. Fokuset vil være på hva som ligger bak tallene, og tallene i seg selv. En resultatoversikt er presentert under.



Figur 21: Resultater wastemålinger

I korte trekk kan dag en og to sees på som forholdsvis like, hvor den største forskjellen er at dag en hadde ti prosentpoeng mindre direkte arbeid som i stedet var indirekte arbeid. Dette på grunn av at dag én av målingene var den første arbeidsdagen i uka, og det var en del tilrettelegging før arbeidet kunne starte.

Dag tre og fire er forholdsvis like og skiller seg merkbart fra de to første dagene med vesentlig høyere waste. Dette skyldes at en betydelig andel av tiden brukt på feilretting av eget og annet lags feil, som gir utslag i at alt direkte og indirekte arbeid tilknyttet dette er observerbar waste. Videre vil hver dag omtales individuelt, for å danne et bedre bilde av arbeidsflyten og de bakenforliggende årsaker.

Dag 1

Begge lag brukte en del tid på å rigge opp til arbeidet denne dagen. Dette er i hovedsak leting og transport av nødvendig utstyr og materialer, samt tilrettelegging i arbeidsområdet. For sveiselaget var det denne dagen mer rigging enn normalt da arbeidsområdet måtte dekket til for vind. Dette må gjøres på dager hvor vinden er så sterk at dekk-gassen som brukes i sveiseoperasjonen kan blåse bort.

Dagen hadde 30 % observerbar waste. Dette bestod hovedsakelig i at det måtte fjernes brannhemmende belegg i et område hvor en bjelke skulle monteres, noe som var tidkrevende.

Dette vil også medføre waste i senere ledd av fabrikasjonen, når brannhemmende belegg må påføres igjen etter sveising og inspeksjon.

Utover dagen gikk platearbeiderne over fra å montere bjelker av svartstål til å begynne med å montere el- og rørstøtter. Tidlig i dette arbeidet ble det klart at de ikke hadde full kontroll over hvilke deler som skulle monteres først, eller hvor de ulike delene befant seg. Det viste seg at delene hadde blitt flyttet som følge av snøværet dagen før. Etter en time med problemløsning og leting ble manglende deler lokalisert og arbeidet kunne fortsette.

Klargjøring av sveiseapparatet for el- og rørstøtter var tidkrevende da disse krevde annen sveisetråd. Lageret var tomme for denne typen sveisetråd på riktig trommel, og det måtte spoles over tråd fra en større trommel. Dette er tidkrevende og unødvendig, og la beslag på en platearbeider og en sveiser. Mens omspolingen pågikk gjorde den andre platearbeideren en rekke forberedende arbeidsoperasjoner som å gjøre klar deler og legge en plan for å organisere arbeidet i arbeidspakken. Dette da noen av støttene har små hindringer som mangelfullt stilas og tilstøtende disipliner i samme område. Dette medfører making-do, som i dette tilfellet gir waste i form av venting og unødvendig bevegelse. Når arbeidene kom i gang gikk arbeidet effektivt.

Under selvevalueringen la sveiselaget vekt på at de måtte slipe mer enn normalt før de kunne sveise da tidligere forarbeidet holdt lavere kvalitet enn normalt. Det er vanskelig å observere denne wasten, da sliping er en del av det nødvendige for- og etterarbeidet til sveiserne. Dette medfører at direkte arbeid kan være noe overvurdert, samtidig som waste da kan være noe undervurdert.

Dag 2

På dag to var det mindre behov for klargjøring av arbeidsområdet, da mye var gjort dagen før. I tillegg til mindre vind førte dette til at andel direkte arbeid er cirka ti prosentpoeng høyere enn første dag. Disse prosentpoengene hentes i hovedsak fra kategorien «indirekte arbeid». Prosentvis forholder resten av kategoriene seg relativt likt. Fra selvevalueringen beskrev operatørene selv at dette var en dag med god flyt og god fremgang.

Andel waste er 28 %. Noe av dette skyldes at platearbeiderne måtte vente på mindre modifikasjoner fra stilas, samt at rørdisiplinen utførte arbeid i samme område. For platearbeiderne oppstod også noe waste som følge av at av arbeidet ble utført enkeltvis mens nummer to i arbeidslaget ventet, eksempelvis ved slipearbeid; en sliper og en ser på. Dette er

waste som går mer på operatørens effektivitet og arbeidsmetodikk enn prosjektstyringen og er derfor et lite signifikant funn.

En betydelig andel av observert waste er som følge av stillesitting fra en av sveiseoperatørene. En operatør i sveiselaget jobbet omstendelig og brukte god tid på å rigge området, selve sveisearbeidet og etterarbeid av sveisen. Dette gjorde at han arbeidet så å si kontinuerlig gjennom arbeidsdagen. Den andre sveiseren arbeidet raskere, mer i stilen «fort-og-gæli». Han tok i midlertidig ikke igjen spart tid på å utføre mer arbeid, men satt og ventet på den andre sveiseren. Dette er funn som knyttes til operatørens effektivitet, og er ikke relatert til prosjektstyringen og vil ikke tas med videre.

Dag 3

Dette var en dag med kun 15 % verdiskapende arbeid og 53% waste, og skyldes hovedsakelig at sveiserne brukte tilnærmet hele dagen til feilretting av egen og andres feil. Før lunsj rettet de noe feil på eget arbeid, men mesteparten av tiden ble brukt til å rette feil fra et tidligere arbeidslag. Etter lunsj byttet de arbeidsområde til under modulen for å rette opp feil fra andre sitt arbeid. Igjen ser vi at mye av arbeidet faller på en av sveiserne mens en står mye stille. Denne dagen var det ikke dobbelt opp med arbeidsområder, og sveising er et arbeid som i de fleste tilfeller utføres individuelt. Arbeidstempoet på sveis er preget av at det er lite å arbeide å gjøre denne dagen.

Platearbeiderne har noen utfordringer med å forstå tegningsgrunnlaget for deler av arbeidet sitt denne dagen. Disse utfordringene førte til unødvendig mye tid til leting etter materialer og koordinering av arbeidet underveis. Formann måtte komme og bistå underveis grunnet de nevnte problemene med tegningsgrunnlaget. Stilas var også en utfordring denne dagen, og platearbeiderne måtte igjen arbeide rundt andre fagdisipliner.

Selvevalueringen stemmer godt overens med målinger. Sveiserne ser ikke retting av andre sine feil som waste, men sier selv at det var lite å gjøre denne dagen. Platearbeiderne førte selv opp waste ved at det gikk mye tid på stilas og tegninger, og var ikke fornøyd med dagens flyt.

Dag 4

Siste dagen var det kun platearbeiderne som ble fulgt. Sveiselaget skulle denne dagen bytte arbeidsområdet og drive feilretting fra et tidligere arbeidslag et annet sted på modulen og denne dagen var det kun en observatør tilgjengelig. Formiddagen bærer preg av at de begynner å bli ferdige i dette arbeidsområdet. Gjenstående arbeid er derfor arbeid som har vært utsatt for

hindringer tidligere i uken. Dette er hovedsakelig tilkomst, manglende deler og avklaringer av tegninger.

Dagen har ukens høyeste observerte waste med 57 %. Dette skyldes hovedsakelig at all tid etter lunsj ble brukt til feilretting av annen avdelings feil. Denne oppgaven ble igangsatt som følge av at det ikke var flere sunne støtter i området på denne tiden. Feilrettingen måtte også utføres mens stillaset var i området og det passet derfor godt å utføre dette arbeidet da. Dette var med andre ord en bufferaktivitet for å holde ressurseffektiviteten oppe. Feilrettingen som ble utført bestod i å kutte ned en støtte som var tidligere montert grunnet en designrevisjon. Under feilrettingen var det hovedsakelig kun arbeid for en person, så de to operatørene byttet på å arbeide. Dette sikret at det hele tiden ble kuttet og at behovet for pauser forsvinner, men det gir samtidig mye waste. Noe av den høye andelen waste skyldes også mindre hindringer i arbeidet før lunsj, som et lokalt strømbrudd og utfordringer med arbeidsunderlaget.

Oppsummering

For å oppsummere målingene er det rimelig å hevde at mye av wasten skyldes faktorer hvor det er vanskelig å trekke klare direkte koblinger til spesifikke punkter i prosjektgjennomføringen. Dette gjelder blant annet feilretting av eget eller andres arbeid som skyldes personlige feil av operatører og ikke lav kvalitet i prosjektstyringen. Det samme gjelder de værmessige utfordringene. Det kan dog argumenteres for at Nymo bør kunne ta høyde for noen av disse tilfellene gjennom prosedyrer og metoder for arbeidet. Det blir mer generelle punkter og ikke direkte rettet mot prosjektgjennomføring og hva denne oppgaven fokuserer på.

Et mer interessant funn fra wastemålingene er rettet mot arbeidsunderlaget som ble benyttet av operatørene. Som forklart i kapittel 4.2.2 legger arbeidsmetodikken opp til at det skal velges ut arbeidspakker som er klare fra planen. Det viste seg dog at fabrikasjonen ikke arbeidet etter arbeidspakkene fra fabeng for el- og rørstøtter. Dette funnet er av såpass signifikans at det blir videre omtalt i seksjon 6.1.4. Som følge av dette er det også utfordrende å knytte wastemålingene til konkrete arbeidspakker og deres prosjektløp.

Gjennom observasjonene kan det sies at arbeidet flyter greit når operatørene har et godt arbeidsunderlag og materialer er tilgjengelige. Dette er dag to et godt eksempel på. Ofte er det noen aktiviteter som har hindringer, men da arbeidsunderlaget består av flere aktiviteter gjøres det interne prioriteringer for å kunne arbeide videre. Dette betyr at operatørene begynner annet

arbeid mens hindringene løses. Dette er et godt eksempel på making-do, og medfører waste som koordinering og bevegelse.



Figur 22: Eksempel på koordinering i arbeidsområde.

6.1.3 Sammenligning av wastemålinger

Det er tidligere utført lignende målinger, blant annet i tilknytning til masteroppgaver og en prosjektoppgave i 2014. Målingene i 2014 ble gjort på flere avdelinger og av flere disipliner - og er de eneste målingene hvor tall tilknyttet stålarbeid i Vikkilen kan ekstraheres. Sammenligningsgrunnlag har derfor blitt hentet fra dette prosjektet. Det er også de nyeste og derav mest aktuelle målingene.

Sammenligningsgrunnlaget er samlet inn under lignende forutsetninger: noen måneder før ferdigstillingen av boremodulen til North Dragon. Dataene for stålarbeid består av cirka 60 observerte arbeidstimer og har derfor en svakere validitet enn denne studiens målinger. En annen forskjell ved målingene er at de foregikk på tidlig høst, og ikke sen vinter som denne oppgavens målinger. Dette skal dog ikke ha påvirket målingene i stor grad, da væreutfordringer ikke var spesielt fremtredende i målingene fra 2017 – med unntak av mandagen som ikke ble målt.

Tabell 4: Sammenligning wastemålinger 2014 og 2017

	2014		2017
Direkte arbeid	24 %	→	24 %
Observerbar waste	27 %	↗	40 %
Indirekte arbeid	21 %	↘	15 %
Koordinering og HMS	12 %	↘	9 %
Pauser og nødvendig personlig tid	15 %	↘	12 %

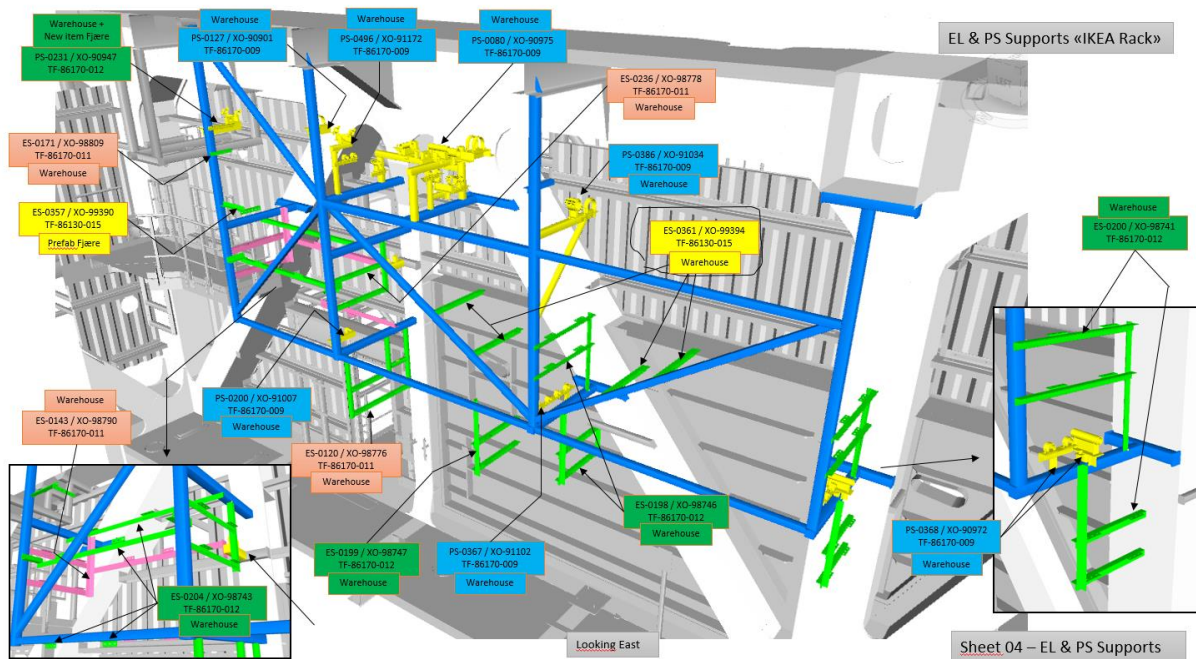
Resultatene fra målingene kan sees i tabell 4 over. Som vi kan se er mengden direkte arbeid uforandret. Mengden observerbar waste har økt med 13 prosentpoeng, mens de tre resterende kategoriene har en nedgang. Denne nedgangen er positiv å se for både indirekte arbeid og pauser. Om den er positivt for kategorien koordinering og HMS er vanskeligere å ta stilling til, men mindre tidsbruk vil være positivt så lenge det ikke går på bekostning av god HMS.

Til tross for at det er gjort et utvalg av sammenligningsgrunnlag for å gjøre forutsetningene så like som mulige vil det alltid være noen validitetsutfordringer med denne sammenligningen. Dette er i hovedsak de samme validitet- og reliabilitetsutfordringene som er omtalt i seksjon 5.3.

6.1.4 Arbeidsunderlag i fabrikasjonen

Som omtalt i avsnitt 4.1.2 om fabrikasjonengineering er hovedoppgaven til denne avdelingen å utarbeide arbeidspakker uten hindringer slik at fabrikasjonen kan arbeide effektivt. Arbeidspakkene skal inneholde et visst stykke arbeid som er klart til å igangsettes, og er etter IPG-metodikken en god metode for å sikre at det opprettholdes en effektiv arbeidsflyt. Det er tiltenkt at fabrikasjonen til enhver tid skal ha sunne arbeidspakker som kan igangsettes, og arbeidspakken skal være det eneste underlaget operatørene trenger.

Det viste seg derimot at for el- og rørstøtter ble ikke arbeidspakkene benyttet. Operatørene benyttet heller et bilde av 3D-modellen, se figur 23, som ikke er en del av arbeidspakka. Bildet er laget ut fra informasjon i Telaris om de forskjellige objektene i området og inneholdt tekstbokser med informasjon som objektnummer og arbeidspakkenummer. I tillegg til 3D-tegningen ble NM-tegningene av de ulike objektene brukt for detaljinformasjon om mål og monteringsdetaljer. Det er viktig å poengtere at dette funnet gjelder for arbeidet vi fulgte, altså el- og rørstøtter, og er ikke observert i samme grad for annet stålarbeid.



Figur 23: Oversiktsbilde Ikea-rack (se og vedlegg 6)

Grunnen til at arbeidslaget jobbet etter denne tegningen og ikke etter arbeidspakkene er at de opprinnelige arbeidspakkene med el- og rørstøtter ikke gir god nok oversikt over arbeidet i et gitt område. For å illustrere dette er området vist på figuren over bestående av fire forskjellige arbeidspakker, markert med hver sin farge på informasjonsboksen. Arbeidspakkene inneholder også støtter i områder utenfor det som er vist i figuren. Det er også en utfordring med del-sunne arbeidspakker, altså at noen støtter i en arbeidspakke kan igangsettes selv om ikke hele pakken er sunn. På grunn av dette utarbeider formann i samarbeid med andre i fabrikasjonen «egne arbeidspakker» som eksempelet over.

Om de opprinnelige arbeidspakkene hadde blitt benyttet ville det mest sannsynlig medført manglende kontroll over alle støttene i området, og det ville vært stor sannsynlighet for at det ville vært mer koordinering og waste. I verste fall ville ikke alle støttene blitt montert når stillaset var satt opp, og man kunne risikert at stillaset hadde blitt tatt ned før alt arbeidet i området var fullført. Dette hadde medført betydelig merarbeid, da tilkomst måtte blitt etablert på nytt igjen. Det gir med andre ord bedre kontroll og arbeidsflyt når det arbeides etter områdebaserte arbeidspakker med 3D-tegninger.

6.2 Fabrikasjonsengineering

Fabeng ligger mellom engineering og fabrikasjonen. De har som primærfunksjon å transformere input fra engineering til arbeidspakker for fabrikasjonen. I intervju med formenn ble det anslått at ikke mer enn 10 % av arbeidspakkene som kommer fra fabeng er sunne. Dette gir grobunn for mye waste i fabrikasjonen, og mye merarbeid i formannsjobben. Dette kapitlet vil se på hvilke utfordringer som har ført til at så få arbeidspakker er sunne og av riktig kvalitet. Dette vil gjøres gjennom å først se på arbeidsmengden hos fabeng og videre på utfordringene med kvaliteten på arbeidspakkene.

6.2.1 Økt arbeidsmengde

Den opprinnelige planen for Johan Sverdrup var at det ikke skulle gjøres stålarbeid av betydelig omfang hos Nymo. Dette var satt ut til underleverandøren Mostostal Pomorze Gdansk (MPG) i Polen. Det var som følge av dette kun lagt opp til at det skulle utstedes arbeidspakker på de understøttende som måtte justeres etter installasjon av tilstøtende objekter hos Nymo. For denne typen arbeidspakker ble det i forkant laget arbeidspraksis hvor 3D-bilder og oversiktstegninger ikke ble ansett som nødvendige. Det skulle kun være nødvendig med oversiktslister og tegninger av de enkelte støttene.

Derimot fikk underleverandøren MPG interne problemer som førte til leveringsproblemer ovenfor Nymo. Dette gjorde at Nymo var presset til å enten godta forsinkelser fra MPG eller finne en annen løsning. Løsningen ble å ta hjem en uferdig modul fra MPG, for å gjennomføre resterende arbeid selv. Det ble også brukt andre underleverandører til noe av arbeidsomfanget.

Dette gir merarbeid for fabeng siden fabrikasjonsgrunnlaget MPG benytter ikke kan brukes av Nymo, og Nymo må selv lage fabrikasjonsgrunnlag for det gjenstående arbeidet de tok over. For å illustrere økningen i arbeidsomfang er det i skrivende stund opprettet over 1400 arbeidspakker i Telaris for stål¹⁰. Fra fabeng var det på forhånd antatt at det opprinnelige arbeidsomfanget kun ville gitt et behov for cirka en tiendedel av dette, eller rundt 100-150 arbeidspakker. Dette tilsier at presset på fabeng har vokst betydelig. Etter samtaler med fabeng kan det trekkes en slutning om at ledelsen mest sannsynlig ikke var klar over omfanget av arbeidsoverdragelsen fra MPG.

¹⁰ Oppdatert 20.05.2017. Tre måneder før planlagt leveranse.

I prosessen var heller ikke fabeng forberedt på å produsere så omfattende arbeidsunderlag. I tillegg ble ressursene i fabrikasjonen skalert opp slik at det ikke skulle være noen begrensning. Når det da var nok ressurser i fabrikasjonen til å ta unna det ekstra arbeidet ble fabeng flaskehalsen. Dette medførte at de fikk ganske klare instruksjoner om å få sendt ut flere arbeidspakker. Fabeng ble med andre ord presset hardt på tid av ledelsen, noe som medførte at kvantitet ble prioritert over kvalitet. Dette resulterte i at arbeidspakker med varierende kvalitet og hindringer ble sendt ut.

Strategien med å sette ut alt stålarbeid til underleverandører har gjort at investeringer i utstyr for prefabrikering ikke blir prioritert. Ute i fabrikasjonen, samt hos fabeng, ble det hevdet at Nymo ligger langt bak andre verft når det kommer til utstyrsparken sin, også sett opp mot de polske verftene. Dette fører også til begrensninger i arbeidsmetodikken som beskrives i arbeidspakkene til prefabrikering. De må tilpasses hva som er mulig å gjøre med gammelt utstyr, og fabeng selv hevder dette er en flaskehals for dem selv og fabrikasjonen.

6.2.2 Kvalitet i arbeidspakkene fra fabeng

I denne seksjonen vil det sees mer inngående på kvaliteten i arbeidspakkene fra fabeng. Hvilke deler av arbeidspakkene har kvalitetsutfordringer, og hva påvirker dette. Ettersom arbeidet som ble fulgt under wastemålinger var el- og rørstøtter og ikke hovedstål, er hovedfokuset i kvalitetsutfordringer også på denne type arbeidspakker.

Inndeling av arbeidspakker

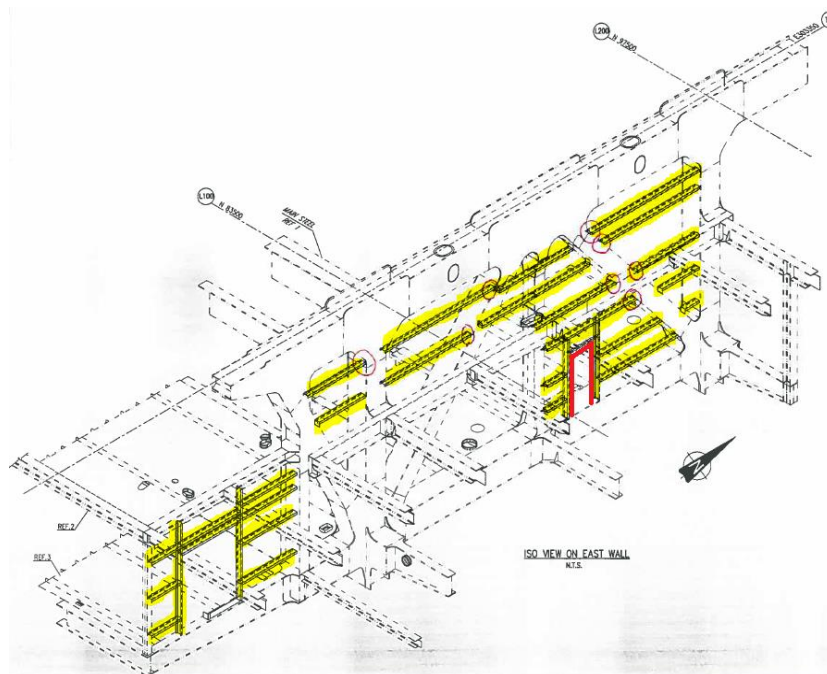
Inndeling i arbeidspakker bør, som omtalt i seksjon 4.1.2, gjøres basert på blant annet områdelokasjon og det bør tilstrebes og ha god områdeoversikt gjennom arbeidspakkene. Dette er særlig viktig i installasjonen av el- og rørstøtter, da et område kan bestå av flere støtter som er avhengig av samme stillas. Arbeidspakkeinndelingen har generelt stor innvirkning på arbeidsflyten i fabrikasjonen.

Som omtalt i 6.1 var et av de store funnene at fabrikasjonen laget egne arbeidspakker for alt av el- og rørstøtter med de områdeinndelingene som passet fabrikasjonen. Dette var fordi inndelingen fabeng brukte var den samme som engineering benyttet til arbeidspakker for uttegning av engineeringstegninger. Det var ikke tiltenkt at denne skulle brukes av noen andre enn engineering, og hadde derav ingen relevans til fabrikasjon.

Som følge av at inndelingen fra fabeng, i kombinasjon med dårlige oversiktsbilder som blir omtalt senere, ikke var god nok for fabrikasjon har de valgt å bruke formenn og feltingeniør for

å gjøre en ny inndeling av alle arbeidspakker på plassen. Disse gjør med andre ord deler av jobben til fabeng. Om vi inkluderer momentet om at det ikke trengs å lage egne NM-tegninger for el- og rørstøtter er egentlig arbeidspakken som fabeng lager hovedsakelig til bruk for fremdriftsrapportering i Telaris.

For annet stålarbeid enn el- og rørstøtter er inndelingen bedre. Det er dog svakheter her og, for eksempel arbeidspakken 610-300 på nesten 700 arbeidstimer. Denne inneholder installasjon av bjelker over et område tilsvarende en hel sideveggs bredde og to etasjers høyde. Pakken inneholder en rekke bjelker som skal monteres mellom de største dragerne tilhørende hovedstål som vist i figur 24.



Figur 24: Arbeidsomfang 610-300

Figuren viser området for arbeidspakka, hvor arbeidspakkens deler er markert med gult. Den røde markeringen uthever en normal døråpning, for å vise størrelsesforholdet. Den øverste halvdelen av de markerte delene befinner seg over et etasjeskille, mens de nederste er under etasjeskillet. Det er viktig å notere at denne pakken illustrerer et av de verre eksemplene. Det som er positivt er at selv om innholdet i pakka er over et stort område, er det i hvert fall tilstøtende områder.

Fabrikasjonsmetode

Som nevnt i seksjon 4.2.4 vil ikke fabrikasjonsmetode på arbeidspakkenivå være nødvendig dersom tegning og forventet kompetanse hos operatøren gir et godt nok grunnlag for at arbeidet blir utført på riktig måte. Under wastemålingene ga ikke operatørene uttrykk for at dette var nødvendig. Samtidig brukes det mye tid på å koordinere monteringsrekkefølge. Dette har nok mest med planlegging av sunnhetsaktiviteter å gjøre, samt koordinering mellom ulike fagdisipliner.

På et overordnet nivå vil fabrikasjonsrekkefølger til en viss grad kunne ivaretas gjennom arbeidspakkenes rekkefølge. Det vil si at arbeidspakken med å montere tak kommer etter reisverk. I dagens situasjon er ikke dette tilfelle, som følge av dårlig arbeidspakkeinndeling. Dette gjør blant annet at plan, som er en tidsatt metode, heller ikke vil fungere. Basert på dette kan vi si at fabrikasjonsmetode er en mangel fra fabeng, men at det ikke gir utslag for operatørene da fabrikasjonen benytter egen inndeling og fabrikasjonsmetode.

Tegninger

Som tidligere nevnt i kapittel 6.1.2 ble det observert at fabrikasjonen brukte en del tid på å forstå tegninger. Om det er knyttet til kun dårlige tegninger fra fabeng eller engineering, eller om det også er knyttet til operatørens forståelsesevne er vanskelig å fastslå. Det har dog vært et tema som tas opp i flere samtaler og intervjuer, så det kan derfor fastslås at tegningsgrunnlaget ikke alltid er optimalt.

Fabeng benytter i dag engineeringstegninger som input. Disse benyttes i noen tilfeller direkte i arbeidspakker, for eksempel for el- og rørstøtter. I de fleste tilfeller må derimot engineeringstegningene i mange tilfeller brytes ned i flere NM-tegninger, som er tilpasset fabrikasjonen. Disse er ment å være enklere å benytte for fabrikasjon, og kan ha andre målsetninger og detaljeringsnivå. Kritikken går hovedsakelig mot engineeringstegninger, og der engineeringstegninger er brukt som NM-tegning.

Eksempler på dårlig tegningsarbeid og manglende detaljering er tidlige utgaver av arbeidspakken 610-300. NM-tegningene er her hovedsakelig laget ved å skrive og tegne for hånd på engineeringstegninger. Arbeidspakken har og blitt revidert flere ganger som følge av dårlig detaljering og mangler. Det var et håp fra fabeng sin side om at fabrikasjonen skulle «finne ut av det selv» for å slippe å detaljere og tillegge arbeidspakken mer tid fra fabeng. Et eksempel på en tegning fra denne arbeidspakken er vist i vedlegg 7.

Enkelt personer hos fabeng har selv lagt vekt på at engineeringstegningene de benytter som grunnlag ofte har mangler og svakheter. Dette er etter samtaler med andre hos Nymo ikke identifisert som et omfattende problem, så det kan også tenkes at det er meningsbasert fra enkelt personer. Hva disse manglene er har også vært utfordrende å spore, da det var vanskelig å følge konkrete eksempler i siste halvår av et så stort prosjekt. Engineering stilte seg også utenforstående til dette, samtidig som de selv ser at det kan gjøres feil også hos dem.

Materiallister og kutteskisser

Som illustrert i seksjon 4.3.4, arbeidspakkas reise, blir ikke materiallister og kutteskisser laget før arbeidspakka blir sluppet fra fabeng. Utfordringene her har ikke vært med selve listene og skissene, men heller tidspunktet de kommer på. Som følge av at de lages etter arbeidspakken er sluppet, er det ingen komplett sunnhetskontroll på arbeidspakkene før de slippes.

Etter arbeidspakkene er sluppet gjøres det en kontroll av manglende materialer og eventuelle punch registreres i Telaris for oppfølging. Samtidig er pakkene sluppet så de vil uavhengig av punch gå videre fabrikasjonen. De vil da påbegynne det arbeidet som er sunt, mens det usunne må vente. På denne måten får fabrikasjon benyttet de sunne delene av arbeidspakkene til å holde ressurseffektiviteten oppe.

Med andre ord følges ikke prinsippet fra LPS om at arbeid skal planlegges ut fra en buffer med sunne aktiviteter. Dette er et godt eksempel på at Nymo verdsetter ressurseffektivitet høyere enn flyteffektivitet, og er prinsipielt ikke det samme som det teoretiske grunnlaget IPG tufter på.

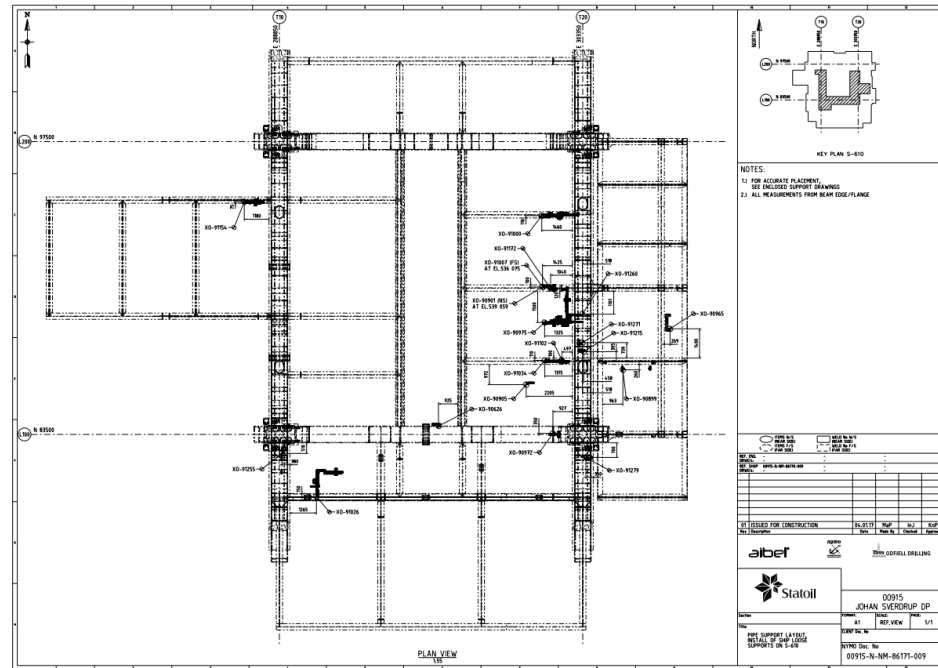
Sveiseprosedyrer

Sveiseprosedyrer blir lagt til i arbeidspakken ved behov, men i utgangspunktet er alt tilknyttet sveis skilt ut i eget system som heter WeldEye. Alt av sveiser blir senere kontrollert av egne sveisekontrollører, og godkjenninger blir så lagt til i WeldEye og fremdriftsrapportert i Telaris. Under wastemålingene ble det fulgt et sveiselag i tillegg til laget som installerte støtter, og det så ikke ut til å være utfordringer knyttet opp til hvilke sveiseprosedyrer som skulle følges. De feil som oppstod underveis var ifølge samtaler med sveiseinspektørene hovedsakelig knyttet til slurv i arbeidet og dårlig håndverk fra sveiseren.

Oversiktsbilder

Oversiktsbilder kan være i både 2D- og 3D-format. En 3D-tegning gjør at det blir lettere for operatørene å få oversikt i området de arbeider i, samt hvordan det skal se ut ferdig montert. I

begynnelsen av prosjektet var ikke oversiktsbilder inkludert i arbeidspakkene, men etter press fra fabrikasjon ble det produsert layouttegninger i 2D, som vist i figur 25. Disse er ikke like gode som et 3D-tegning, grunnet den manglende dimensjonen.



Figur 25: 2D layouttegning av el- og rørstøtter i arbeidspakke TF-86170-009

Når fabrikasjonen begynte å lage egne arbeidspakker som følge av områdeproblematikken og dårlige oversiktsbilder brukte de i all hovedsak 3D-modellen og Telaris for å identifisere de forskjellige støttene som skulle monteres i samme område. Dette resulterte i at det var naturlig å benytte 3D-tegninger, som vist i figur 23 i seksjon 6, for å beskrive omfanget av de nye arbeidspakkene. Dette fungerte meget godt, og i observasjonene var dette en klar forbedring i forhold til 2D-tegningene.

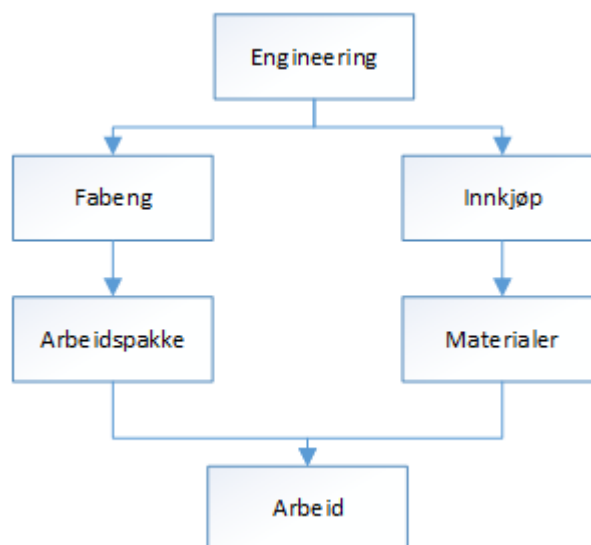
Den tidligere omtalte 610-300-pakken inneholdt heller ikke 3D-tegninger fra begynnelsen av. Dette var en medvirkende årsak til at operatørene ikke klarte å bruke arbeidspakkene – det var rett og slett for omfattende arbeid å tolke uten en god oversikt. Også for denne pakken ble det lagt til 3D-tegninger, denne gang av fabeng selv. Dette viser at 3D-tegninger også er nødvendige for arbeidspakker på struktur, ikke bare for el- og rørstøtter.

6.3 Engineering

Som et ledd i å spore utfordringene fra fabrikasjon og fabeng vil det også sees på engineering sin rolle i prosjektgjennomføringen, og avdelingens arbeidsmetodikk. Videre vil det spesielt fokuseres på avdelingens output og grensesnittene til de tilstøtende avdelingene fabeng og innkjøp. Dette da utfordringene hos engineering på samme måte som hos fabeng kan vises i kvaliteten på avdelingens output, i dette tilfellet engineeringstegninger og MTO.

6.3.1 Avdelingens arbeidsmetodikk på Johan Sverdrup

Engineeringavdelingen skal utarbeide detaljert design av boremodulen gjennom en 3D-modell. Avdelingen lager engineeringstegninger som informasjonsbærer til fabeng og MTO til innkjøpsavdelingen. Prosjektstyringen til Nymo legger opp til at det skal arbeides med design lengst mulig slik at man legger til rette for de nødvendige iterasjonene med kunde og fagdisipliner. Basert på dette ble det brukt underleverandører til å ta seg av uttegningen av engineeringstegningene basert på nevnte 3D-modell. Slik kan designprosessen strekkes så langt som mulig, da underleverandøren har større kapasitet til å produsere tegninger på kortere tid enn Nymo. En fremstilling av informasjonsflyten til engineering kan sees i figur 26 under.



Figur 26: Informasjonsflyt engineering

På Johan Sverdrup jobbet Nymo sammen med Aibel i første fase av designarbeidet, hvor Aibel hadde ansvaret for hovedstålet. Som lastbærende konstruksjon er hovedstål en referanse til alt rundt seg, og Nymo var avhengig av god koordinering med Aibel gjennom denne designfasen.

I tillegg må designarbeidet rette seg etter utstyrsinformasjonen¹¹ som på Johan Sverdrup blir levert av NOV, informasjon som også kom sent i prosessen ifølge engineering.

6.3.2 Engineeringstegninger og grensesnitt mot fabeng

Enkelte informanter har ment at kvaliteten på tegningene fra engineering ikke er god nok. Engineering selv har ikke fått denne tilbakemeldingen, og det stilles også spørsmål ved denne kritikken ellers i organisasjonen. Basert på dette mener vi at selve tegningene fra engineering i all hovedsak ikke har gjennomgående kvalitetsproblemer. Det vil si at det har vært noen mangler, men at disse hovedsakelig står som enkelthendelser og ikke en vedvarende trend.

Engineering har i de fleste tilfeller vært fornøyde med tegningsarbeidet fra Polen. Det finnes en egen gruppe hos avdelingen som kontrollerer tegningene før de går videre til fabeng, og de har en iterativ prosess med den polske underleverandøren for å sikre kvaliteten. Svakheten med å benytte en underleverandør til tegningsproduksjon er normale outsourcingutfordringer. Det kan spesielt nevnes opportunistisk atferd ved at det for underleverandøren ikke vil ligge noen verdi i å oppdage feil og svakheter, eller å gjøre jobben bedre enn kontraktsfestet. Dette ble av engineeringavdelingen pekt på som en svakhet, og som kunne vært unngått om man gjorde uttegningen selv.

Det som har blitt identifisert som en større utfordring er avstanden mellom engineering og fabeng. Denne ble av engineering trukket fram som en svakhet. Dette gjelder ikke bare at engineeringavdelingen er fysisk plassert i eget bygg, men også at grensesnitt og kommunikasjon har for stor avstand. Med avstand menes lite eller ingen tilhørighet til hverandres arbeid og den nevnte mangelen på kommunikasjon. Her kan det trekkes link til silo-orientert organisasjonsform som nevnt i seksjon 2.4.

Et godt eksempel på at denne avstanden påvirker arbeidsflyten og kvalitet er hvordan engineering prioriterer arbeidet. Dette burde ifølge lean construction, og spesielt LPS, gjøres som et pull-system hvor etterfølgende avdeling, her innkjøp og fabeng, styrer flyten og prioriteringen. Engineering opplyser dog at det kun er mottatt noen få tilbakemeldinger om ønskede prioriteringer fra fabeng, som medfører at engineering selv lager prioriteringene. Dette

¹¹ Alt utstyr til drilloperasjoner, eksempelvis roughneck, vertikal håndtering av rør mm.

er motsatt av hva teorien legger opp til, da vi i dette tilfellet får en pushbasert prosess som ikke styres av etterfølgende ledd slik LPS legger opp til.

6.3.3 MTO og grensesnitt mot innkjøp

I grensesnittet mot innkjøp er det to potensielle kvalitetsbrister; i informasjonsutvekslingen og selve informasjonen. I praksis betyr dette tidspunktet for sendingen av MTO og innholdet i den. Innholdet er basert på 3D-modellen og fordrer at design er utført med god nok detaljeringsgrad for å få med alt som skal kjøpes inn. Fra engineering fikk vi informasjon om at datoene innkjøp ønsket MTOer ofte lå før designet er fryst i tid. Det vil si at MTOene som innkjøp benytter seg av kan være utsatt for endringer senere i designfasen. Dette er ifølge engineering en av årsakene til manglende deler.

6.3.4 Manglende metode

Andre utfordringer som har vært fremtredende under arbeidet med Johan Sverdrup er mangelen på metode. Som tidligere omtalt skal metoden legge grunnlaget for planlegging av utførelsen. Metoden skal blant annet vise rekkefølgen til arbeidet, samt hvordan det skal utføres. Det har vært svært utfordrende for engineering å prioritere arbeidet mot fabeng og innkjøp grunnet mangelen på oppdatert metode. Engineering føler at mangelen på en felles metode som «samler» de ulike avdelingene på Nymo mot et felles mål fører til dårligere samarbeid.

I seksjonen om fabeng ble det omtalt at manglende fabrikkasjonsmetode var et stort problem for operatørene. Den manglende fabrikkasjonsmetoden kan relateres videre til fabeng og engineering, hvor det heller ikke er en felles metode. Satt på spissen er det ikke noe grunnlag som sier hvordan prosjektet skal gjennomføres. Det har blitt laget en metode, men manglende oppdatering gjør at denne ikke er gjeldende for prosjektet slik det har utviklet seg. Den opprinnelige metoden har dog av flere blitt karakterisert som god, som en direkte følge av at det var mange forskjellige disipliner og avdelinger involvert i utarbeidelsen. Men når den ikke blir oppdatert mister den sin verdi.

En kombinasjon av at engineering mener avstanden til de andre avdelingene er for stor og den manglende metoden, fører til at samhandlingen i prosjektet blir oppdelt. Dette vil ikke være fordelaktig for prosjektets fremdrift da koordinering og kontroll blir utfordrende. Dette underbygges også av at engineeringsavdelingen sitter med en følelse av å være tilsidesatt. De ønsker selv å inkluderes mer underveis som prosjektet utvikler seg, og tror selv at dette kan bidra til at løsninger kan komme raskere og bedre.

6.4 Støttedisipliner og prosjektstyring

6.4.1 Plan

Plan skal være en tidsatt metode, og som følge av dette har planavdelingen store utfordringer da metoden ikke er oppdatert. Dette gjør at planlegging og prioritering av arbeidspakker må baseres på annen input. Denne inputen vil ofte være formenn, fabrikkasjonen eller andre i prosjektet.

Fabrikkasjonen har som følge av dette utfordringer med å følge plan, og formenn har selv uttrykt at de ikke følger plan, men selv plukker ut arbeidspakker som kan påbegynnes. Videre har samtaler med sentrale personer i prosjektet sagt at plan i dag fungerer mer som et sekretariat for hva som faktisk er gjort, fremfor utviklingsplaner med horisont over sunne arbeidspakker som tiltenkt. Det at fabrikkasjonen lager egne «arbeidspakker» bestående av objekter fra flere forskjellige arbeidspakker gir også problemer for plan, da alle disse pakkene blir stående som påbegynt i planen.

Dette kan illustreres med et bilde av planen i Telaris som vist i figur 27. Hver linje er en arbeidspakke og det blå feltet representerer tidsperioden arbeidet er planlagt til, mens rødt viser tid brukt utover planlagt. Figuren viser med andre ord at de alle fleste arbeidspakker har gått over planlagt tid. Dette skyldes hovedsakelig at noen elementer i arbeidspakka har hindringer og ikke kan fullføres. Dette kan være arbeidsoppgaver som maling og inspeksjon som ofte gjøres i et større område om gangen, slik at man gjerne får store mengder arbeidspakker som blir fullført på samme tid.



Figur 27: Utsnitt av plan over installasjonspakker, stål. Hentet fra Telaris 30.03.2017

Som omtalt benytter ikke fabrikkasjonen planen i stor grad, noe de selv ikke synes er en svakhet. Dette kan ha bakgrunn i at arbeidsmetodikken med egen prioritering gir større rom for egen påvirkning og styring av arbeidet.

At disiplinene ikke har oppdaterte planer gir og utfordringer for felles koordinering. Det var vanskelig å gjennomføre koordineringsmøtene på et tidspunkt, da deltakere ikke hadde med seg sin plan til møtet. Dette kan være som følge av sløvheter, men det har nok heller sin rot i at de ikke bruker planen i særlig stor grad. En annen utfordring med koordineringsmøtene er manglende justis på overholdelse av datoer og lovnader. Det kan virke som at terskelen for å utsette arbeidsoppgaver videre til neste uke er for lav, altså at det ikke gjøres nok for å forsøke å overholde datoer. Dette kan eksemplifiseres med sitatet «Nå må vi ha en ny lapp til denne, eller teipe den fast» som kom etter gjentatte flyttinger av en lapp med en aktivitet.

Utfordringene knyttet til plan skyldes i liten grad planleggerne selv slik vi opplever det. Det virker å være et resultat av prosjektets utvikling, samt komplekse årsaks-virknings forhold som har utviklet seg i negativ retning etter hvert som prosjektet har pågått. Dette gjør at planleggingsarbeidet er svært utfordrende å utføre, og når det da i tillegg brukes innleide planleggere med begrenset fartstid og kjennskap til Nymo vil plan være en utfordring.

6.4.2 Innkjøp

Dette avsnittet om innkjøp vil belyse de største utfordringene med påvirkning på prosjektgjennomføringen, men innkjøp vil ikke være et videre fokusområde. Dette fordi funnene har komplekse årsaker som vil være for omfattende å avdekke, samt at Nymo selv har en pågående interngranskning.

Innkjøpsfunksjonens input kommer fra engineering og output er materialer på lager. I dag mottar innkjøp MTO fra engineering og benytter et eget ERP-system til å effektivere og følge opp innkjøpene. Senere kontrollerer fabeng arbeidspakkenes materialbehov mot samme system. Dette gjøres i dag, som omtalt i 4.2.4, etter arbeidspakken er sluppet fra fabeng. Denne informasjonsutvekslingen kan være en flaskehals, som følge av at prosessen ikke er automatisert.

Det som kan sies med stor sikkerhet er at en velfungerende innkjøpsfunksjon er avgjørende for kvalitet i prosjektgjennomføringen. Som tidligere omtalt omdefinierer Nymo Porters verdikjedemodell ved å definere innkjøp til en av hovedprosessene i verdikjeden sin. For en produksjonsbedrift som for eksempel viderefører råmaterialer fra egen kilde er innkjøp en klar

støtteprosess, men for en EPC-bedrift som Nymo kan det underbygges at innkjøp er en svært viktig prosess.

6.4.3 Prosjektstyringsverktøy

Som tidligere omtalt i seksjon 4.2.3 er Telaris innført som nytt prosjektstyringsverktøy. Dette skal samle all nødvendig informasjon om prosjektgjennomføringen i en felles plattform. Bakgrunnen for mange av utfordringene ved Telaris ligger i nettopp at det er nytt. Som følge av dette kreves det endring i måten folk arbeider på. Ved utvikling av systemet, ble de ulike avdelingene hos Nymo tatt med i arbeidet slik at systemet kunne tilpasses. Systemet er og under kontinuerlig utvikling, og erfaringer fra Johan Sverdrup blir implementert underveis i prosjektet.

I denne oppgaven har det blitt lagt vekt på å se hvordan Telaris bidrar til prosjektgjennomføringens kvalitet, og i hvor stor grad. Hovedutfordringene ligger i endringsvilje, samt å finne en middelvei hvor brukerne er fornøyde og systemet fungerer hensiktsmessig. Dette er med andre ord forholdsvis generaliserte utfordringer man vil se i de fleste prosjektstyringsverktøy.

Fabrikasjon

En av hovedutfordringene sett fra formennene sin side var at det ikke var mulig å rapportere en arbeidsoppgave prosentvis, kun utført eller ikke utført. Det er særlig et problem på større arbeidsoppgaver, hvor fremgangen underveis ikke blir dokumentert hos prosjektledelsen som krever stadig fremgang. Av den grunn bruker enkelte formenn level 5-planen og rapporterer prosentvis på den slik det tidligere ble utført. Dette er for å kunne benytte prosentvise rapporteringer av ferdig arbeid. Denne utfordring er som følge av at Nymo har gjort et bevisst valg i utviklingen om å ikke benytte prosentvis rapportering, da dette ofte vil være basert på synsing og ikke faktisk prosent utført.

Den andre store utfordringen i fabrikasjonen er at de føler Telaris er en tidstyv. Et av de ønskede målene med Telaris var at operatører selv skal ha mulighet til å rapportere ferdig arbeid, finne tegninger og hente informasjon. Nymo la på denne måten opp til fremdriftsrapportering som skulle frigjøre tid for formenn, som isteden kunne brukes på effektiviseringstiltak og tilrettelegging for operatørene. På Johan Sverdrup er det få eller ingen operatører som bruker systemet aktivt, og formenn må derfor rapportere arbeidet til alle operatørene. Ergo benytter formennene mye tid på fremdriftsrapportering, og som en følge av dette har enkelte utviklet

skippertaksmetodikk med at de rapporterer mange oppgaver ferdige om gangen, og ikke nødvendigvis med en gang de er fullført.

På tross av dagens utfordringer er det enighet i at Telaris er en forbedring sett i forhold til tidligere systemer for prosjektgjennomføring. Formenn så potensiale i at all informasjon er samlet på en felles plattform. Videre optimalisering for bruk i fabrikkasjon slik at det «stjeler» mindre tid, og enklere grensesnitt for operatørene slik at de kan ta det i bruk er blant punktene formenn så som viktigst.

Fabeng

Det er delte meninger hos Fabeng rundt innføringen av Telaris. Det var enkelte som mente at tidligere metoder med manuelle Excel-ark gjorde samme jobben, mens andre så det som et potensielt kraftig verktøy hvis det ble bedre tilpasset arbeidet sitt. Det kan virke som om avdelingen hadde noe aversjon mot endring og det å ta i bruk et nytt system. Det synes også at denne endringsaversjonen ikke møter motstand fra ledelsen, altså at man får gjøre som man vil.

Som følge av dette var ikke Telaris godt nok implementert i de daglige rutinene, samt at man ikke så andres nytteverdi av egen innsats i Telaris. Det oppleves dog som at flertallet ser nytteverdien for et nytt prosjektstyringsverktøy. Utfordringene som kommer frem under intervjuer virker å være knyttet opp til de individuelle forskjellene Telaris har ført til i arbeidsmengden. De ansatte som får mer arbeid som følge av Telaris ser ikke alltid merverdien av dette arbeidet for prosjektgjennomføringens helhet, og har derfor større endringsaversjon enn andre.

Engineering

Engineeringavdelingen virker som helhet godt fornøyd med Telaris. De peker kun på svakheter som at systemet blir utviklet mens det er i bruk, samt at det ikke er fullintegret enda. Med fullintegrasjon tenkes det på mulighetene som ligger innenfor 4D- og 5D-modellering, også kalt BIM. Her er mulighetene for samkjøring av 3D-modell og Telaris store, og dette kan gi store forbedringer i prosjektgjennomføringen.

Et av de store forbedringene som allerede er i arbeid er fremdriftsoversikt i 3D-modellen, eksempelvis fargekoding av fullført arbeid knyttet opp mot objektene i Telaris. Nymo har sett fordelene dette kan gi og håper dette kan være ferdig integrert for fremtidige prosjekter. All erfaring fra bygg og anleggsbransjen tilsier at dette er et svært kraftig verktøy, og at det å samle informasjon i en felles modell er et godt tiltak (Mejlænder-Larsen, 2016).

Felles for alle avdelinger

For Nymo sin helhet ligger de største utfordringene med Telaris i at det er nytt og derfor møter motvilje til endring. Det er også en stor utfordring at det blir utviklet samtidig som det blir brukt for første gang på et så stort prosjekt som Johan Sverdrup. Dette resulterer i at enkelte interne prosedyrer og rutiner ikke omhandler Telaris, samt at utviklingsvalg ikke nødvendigvis er gjennomprøvd før innføring.

En av styrkene til Nymo er at de har ansatte som har mye erfaring, dette betyr også at gjennomsnittsalderen er forholdsvis høy. Den høye snittalderen kan være en bidragsyter til utfordringene ved digitaliseringen til Nymo. Det er dog viktig å bemerke at det er mange som er gode på digitale verktøy, men avstanden til de som ikke behersker det og ikke ser verdien av det er stor. Totalt sett er det essensielt å samles som organisasjon om man skal kunne ta i bruk ny teknologi, og det kan virke som om det er her Nymo har størst utfordringer. Dette kan også være påvirket av en ledelse som lar organisasjonen fortsette i de «samme gamle spor».

6.5 Oppsummering av kvalitetsutfordringer

Det er flere utfordringer som påvirker prosjektgjennomføringskvaliteten hos Nymo. De ulike avdelingene har alle sine konkrete utfordringer, samtidig som det er noen som går igjen hos flere avdelinger. Et typisk scenario er at en avdeling mottar input av dårlig kvalitet, ikke tar tak for å heve kvaliteten og dermed transformerer lavkvalitets input til lavkvalitets output. Dette, kombinert med at prosjektet er «levende» og forandrer karakter gjennom gjennomføringen, gir mange av kvalitetsutfordringene.

Tidligere masteroppgaver hos Nymo har lagt stor vekt på waste i fabrikasjonen, og hva som fører til waste. I denne oppgaven ble det målt relativt høy waste, uten at dette nødvendigvis viste til i spesifikke årsaker. Det viste seg dog at arbeidet ikke ble gjennomført slik det er tiltenkt gjennom arbeidspakkestrukturen. Et av de viktigste funnene fra wastemålingene ble derfor avstanden mellom fabrikasjonen og fabeng. Denne avstanden har oppstått som følge av dårlig kvalitet på arbeidspakkene som kom fra fabeng. Den dårlige kvaliteten kom som følge av at fabeng prioriterte kvantitet fremfor kvalitet fordi de opplevde et sterkt press fra prosjektledelsen om å bidra til en høy ressurseffektivitet i en oppbemannet fabrikasjon.

Denne kvalitetsbristen vises godt i at arbeidspakkene som sendes ut ikke er sunne. Fra formenn er det estimert at opptil 90% av arbeidspakkene de får er usunne. Dette er en stor andel, og er en direkte følge av at kvantitetsprioritering har gitt presedens hos fabeng. En annen faktor som

også gir mange usunne pakker er manglende materialer. Arbeidspakker burde etter teorien ikke blitt sluppet fra fabeng før de sunne, men dette skjer i stor grad hos Nymo. Dette kan også relateres til at det ønskes høy ressurseffektivitet og at deler av arbeidspakken kan påbegynnes selv om noen materialer mangler.

I tillegg til avstanden fra engineering til fabeng har det også blitt identifisert en viss avstand mellom fabeng og engineering. Dette gir uklare forventninger til input, output og prioriteringer. Det kan antas at mangelen på en felles oppdatert metode gjør disse avstandene mellom alle avdelinger større, og medfører at avdelinger kjører «sitt eget løp». Engineering uttrykker spesielt misnøye med at de føler seg tilsidesatt i prosjektet.

Innkjøpsavdelingen har hatt forholdsvis store utfordringer under dette prosjektet, uten at oppgaven er mer inngående enn at det noteres at innkjøp har stor påvirkning på arbeidspakkenes, og prosjektets, kvalitet. Planleggingsavdelingen er påvirket av den manglende metoden, andre avdelingens making-do samt en tidvis kaoslignende prosjektgjennomføring.

7 Drøfting av kvalitetsutfordringer

I forrige kapittel ble kvalitetsutfordringene til Nymo identifisert. I dette kapittelet vil det fokuseres på å drøfte disse utfordringene videre. Det vil forsøkes å finne ut hvorfor disse utfordringene har oppstått, samt å kartlegge noen av de bakenforliggende årsakene. Kapittelet vil først se på utfordringene rundt prosjektets omfang, manglende metode og læringspotensialet, det vil så fokuseres videre mot informasjonsflyt og utfordringer knyttet til forankring av IPG og innføring av Telaris. Til slutt blir prosjektgjennomføringen og de viktigste drøftingspunktene sett i lys av Cynefin rammeverket.

7.1 Endring i arbeidsomfang

Som nevnt i seksjon 6.2.1 ble den opprinnelige planen for stålarbeid endret da Nymo tok på seg betraktelig mer av arbeidsomfanget selv. Beslutningen om at Nymo skulle ta på seg et større omfang ble tatt for å holde prosjektet på tid. Bakgrunnen for dette ligger i at overordnede milepæler i prosjekter på størrelse med Johan Sverdrup ikke lar seg flytte uten store ekstrakostnader og det Nymo omtaler som betydelig svekket renommé. For Johan Sverdrup er dette for eksempel løfteoperasjoner i sammenstillingen av delmoduler til ferdig plattform i Haugesund. Det var med andre ord ikke et alternativ å bli forsinket, og beslutningen om å ta på seg større arbeidsomfang ble tatt i lys av dette.

Det økte arbeidsomfanget består i all hovedsak av prefabrikasjon og installasjon av stål. Nymo har til dels gode forutsetninger for å kunne utføre arbeid av denne typen, selv om strategien er at slikt arbeid settes ut. Selv om arbeidet kan utføres hos Nymo, er mengden arbeid meget stor og denne forutsetningen er ikke i Nymos favør. Dette krever at det benyttes betydelige antall innleide, både utenlandske og norske operatører.

7.1.1 Manglende metode

Som en følge av manglende felles metode vil ikke de forskjellige avdelingene kunne vite hvordan andre avdelinger arbeider og etter hvilke metodikker. Den eneste informasjon de har om dette er som følge av erfaring og direkte koordinering. Dette er ifølge koordineringsteorien en lite heldig situasjon, da en viktig koordineringsprosess er å identifisere mål og kartlegge målene mot aktiviteter. For Nymo er det overordnede målet definert; å levere en komplett boremodul. Men de ulike delmålene forsvinner som følge av manglende metode. På denne måten er det ikke mulig å kartlegge aktivitetene, og koordineringsprosessen blir dermed kaotisk

og preget av å være en problemløsningsprosess. Det kan også stilles spørsmål ved de administrative ferdighetene til ledere, noe vi kommer mer tilbake til i seksjon 7.3.1.

Spesielt i engineeringsavdelingen pekes det på manglende metode som en stor utfordring. Dette, kombinert med at de sitter i et eget bygg, gjør at de føler seg tilsidesatt i prosjektet. Satt på spissen gjør det at engineering ikke er klar over hvordan fabeng og fabrikasjonen ønsker å arbeide og hva som er den beste metoden for å bygge modulen. Dette kan gi utfordringer som feil prioritering, dårlig problemløsning og dårlig målstyring. Det er også imot prinsippene fra LPS som fokuserer på integrering av alle involverte underveis i prosjektet.

Ifølge Nymos egne prosedyrer skal metoden lages på flere nivåer og oppdateres med jevne mellomrom. Plan skal være en tidsatt metode og fordrer da en metode som er oppdatert. Det at metoden ble «glemt» eller nedprioritert når omfanget endret seg kan nok relateres til nettopp det at omfanget økte. Den naturlige responsen var å brette opp ermene og trå til i stedet for å stoppe og tenke. Dette kan nok ha bakgrunn i en «tarzan-mentalitet» som tidligere har hatt stor utbredelse i Nymo. Tarzan-mentalitet kan oversettes til det motsatte av en proaktiv holdning til problemløsning. I praksis betyr dette at man prøvde å holde fremgangen i prosjektet høy, og tok seg ikke tid til å stoppe og tenke. Når problemer oppstår har man med andre ord ikke en proaktiv holdning, men utfører heller «brannslukking» på eventuelle problemer som oppstår underveis.

IPG-arbeidet er ment å dempe denne mentaliteten da dette er en problemløser-mentalitet som aldri vil fokusere mot å unngå problemene, kun løse de når de oppstår. Det er nettopp dette IPG arbeider mot, slik at problemer kan oppdages og løses på et tidlig tidspunkt mens konsekvensene er forholdsvis små. Det virker dog som om at så fort man ramler inn i et uforutsett problem, slik som økt omfang på stålarbeid, er tarzan-mentaliteten på plass igjen. Da vil man ikke gripe problemet ved roten slik at fremtidige følgeproblemer også løses, men ta et og et følgeproblem etter hvert som de kommer.

LPS aksepterer at det finnes usikkerhet iboende i komplekse prosjekter, og nettopp derfor påpekes viktigheten at detaljert planlegging gjøres så nærme utførelse som mulig. Koskela (1999) hevder at de tradisjonelle metodene som planlegger i detalj på et tidlig stadium av prosjektet er «ønsketenking», og mener det ikke er mulig i stadig mer komplekse prosjekter. Ved at Nymo ikke oppdaterer metode og level-4 plan, tar dem bort grunnpilaren til en mer

detaljert planlegging. Av den grunn vanskeliggjøres videre arbeid for oppfølging av IPG-prosedyren.

Det som også er interessant er å se at selv om problemene med manglende metode er forholdsvis omfattende synes det ikke så godt i prosjektets fremdrift. Dette antas å ha bakgrunn i at Nymo er spesielt gode på tarzan-mentalitet. Som en følge av at dette har vært en utbredt arbeidsform tidligere, er det fortsatt mange som er gode på dette. Det er også mye god kompetanse, som veier opp for en manglende metode. Mange vet hva metoden mest sannsynlig ville sagt, og får dermed løst sitt arbeid på en ok måte uavhengig av metode. God fremdrift kan også relateres til at prosjektet er viktig for Nymo, og at det brukes mye ressurser på å holde opprinnelig plan til tross for endringer.

7.1.2 Arbeidsmengde og flyt

Tradisjonelt har mekanisk EPC-industri i likhet med byggebransjen hatt et fokus på transformasjonsperspektivet av TFV-modellen. Dette perspektivet fokuserer på lineære prosesser og transformasjon av input til output. Koskela (1999) har omtalt at dette aspektet ikke er dekkene nok for å danne et komplett rammeverk. Han fokuserer på at flyt- og verdiaspektene også må inkluderes for å danne et godt rammeverk.

Hos Nymo har IPG-arbeidet sin bakgrunn i ideene fra lean construction-miljøet som er sterkt preget av arbeidet til konsortiet International Group of Lean Construction. Dog er flytaspektet lite vektlagt i forhold til disse, og i praksis er fokuset på flyt for lite hos Nymo om lean construction-metodikken skal følges. Dette kan skyldes at de fleste avgjørelser tas med hensyn på å holde en høy ressurseffektivitet. Det kan dermed se ut som det er lite villighet til å ofre ressurseffektivitet for å oppnå flyteffektivitet, jamfør effektivitetsparadokset til Modig & Åhlström (2012).

Det kan derimot virke som om Nymo ønsker et fokus mot flyt, eller i hvert fall gir de uttrykk for det gjennom arbeidet med IPG og fokuset på sunne aktiviteter. Men i realiteten settes fortsatt ressurseffektivitet høyere en flyteffektivitet. Spesielt i situasjoner som er uforutsette. Et eksempel på dette er at ledelsen tillegger prosjektet stadig flere operatører i fabrikkasjonen som en løsning på å sikre fremdrift i stedet for å legge større fokus lenger bak i verdikjeden hos eksempelvis fabeng og plan. Hadde Nymo evnet å produsere sunne arbeidsunderlag med en fungerende plan, er det rimelig å anta at flyten i fabrikkasjonen kunne økt betraktelig, og at

fabrikasjonen kunne vært mer effektiv. En fordel kunne da vært at man ikke hatt samme ressursbehov som har blitt ansett som nødvendig på Johan Sverdrup.

Gjennom wastemålingene ble det observert en viss tidsbruk til koordinering og planlegging i fabrikasjonen. Dette gjøres ofte fordi det er hindringer og uklarheter, og kan unngås med et større fokus på sunne aktiviteter. Dette er arbeid som IPG har sterkt fokus på, og av sammenligningen med tidligere wastemålinger kan vi se at det hjelper. Observasjonene viser at høy andel waste likevel er dominert av omarbeid, hvorav den største andelen omarbeid skyldes pålegg fra kontrollør om å rette feil som følge av dårlig sveisearbeid. Noe omarbeid er også som følge av endringer fra kunde. Olsson (2017) sine prinsipper bygger på et overordnet mål om riktig sluttkvalitet ved involvering og opplæring av utførende personell, hvorav et av hovedprinsippene er å utføre arbeidet riktig første gang. Som det fremkommer av wastemålingene er omarbeid av sveis svært tidskrevende, og til hinder for flyt i fremdriften til prosjektet. Det kan derfor argumenteres for at Nymo ikke evner å opprettholde god nok kvalitet i arbeidet som utføres underveis. Et stort antall innleide operatører i kombinasjon med krav til stadig fremgang kan være en årsak, men det kan ikke konkluderes uten videre forskning.

Et annet aspekt som påvirker flyten i positiv grad er utarbeidelsen av de nye arbeidspakkene i fabrikasjonen. Om de opprinnelige arbeidspakkene fra fabeng på el- og rørstøtter hadde blitt benyttet ville koordineringen i fabrikasjonen økt betraktelig, og som følge av dette ville arbeidet hatt lavere flyt. Med andre ord demmer formenn og feltingeniør opp om noe av flytutfordringene i fabrikasjonen ved å lage egne arbeidspakker. Dette er i utgangspunktet feil, da det ikke er rollen til fabrikasjonen å lage fabrikkasjonsunderlag. Det kan også pekes på at formenn og feltingeniør tar en stor ekstrajobb og belastning for å redde flyten til operatørene, og som følge av dette senkes flyten hos formenn og feltingeniør på grunn av konstant making-do og problemløsning.

Videre hevdes det også fra fabeng at maskinparken til fabrikasjonen hos Nymo ikke er så oppdatert som enkelte ønsker. Når prosjektomfanget da blir endret som ved dette prosjektet, og Nymo tar en avgjørelse om å overta store deler av stålarbeidet, mener fabeng at dette er en flaskehals for prosjektet. Det legges begrensinger på hvordan de kan lage prefabrikasjonsmetoder med tanke på hva som er mulig å gjøre ute i fabrikasjonen. Ifølge intervju med formenn skapes det også en viss misnøye blant operatørene som følge av gammelt utstyr.

Hadde Nymo klart å opprettholde planen med å gjøre alt av stålarbeid hos underleverandører hadde ikke dette vært et stort problem. Men på sine to siste prosjekter har det vært nødvendig med omfattende arbeid hos prefabrikasjon i forhold til planlagt. Hvis dette arbeidet i tillegg er mindre effektivt enn det ville vært hos underleverandører med bedre maskinpark, er det rimelig å hevde at det er et fordyrende ledd i prosjektet.

Ifølge Kalsaas (2017a) er flyt hovedsakelig et fokus på at aktiviteter blir utført i riktig rekkefølge uten forsinkelser i overgangen mellom de ulike fagdisipliner. Dette betyr at fokuset på sunne aktiviteter er viktig for å oppnå god flyt, men også en god metode som viser rekkefølge og overgangspunkter. Hos Nymo er det et visst fokus på å fastsette steg som kan øke flyten i en prosess, som bruk av transformasjonsaspektet som definerer input og output. Hos Nymo er det dog ikke alltid like lett å identifisere en lineær prosess da det er mange resiproke avhengigheter, samt at gradvis modenhet er en sentral del av prosjektløpet. Det vil derfor være viktig å ikke ha et ensidig fokus på input og output, men også fokusere på avhengighetene som også går på tvers av avdelinger og fagdisipliner.

Oppsummert kan det sies at Nymo kan tenke seg å ha høy grad av flyt, så lenge det ikke går utover ressurseffektiviteten. I en slik situasjon kan Modig og Åhlström (2012) sitt effektivitetsparadoks trekkes inn. Det sier at det ikke mulig å oppnå full flyt- og ressurseffektivitet samtidig. Det kan til slutt antas at Nymo som gjennomfører prosjekter med kvalitet- og tidsfokus kan oppnå fordeler ved et større fokus på flyt (Modig & Åhlström, 2012; Kalsaas, 2017a).

7.1.3 Læring og erfaringsoverføring

I det forrige prosjektet til Nymo, boremodulen til North Dragon-riggen, ble det tatt en avgjørelse om å transportere en uferdig stålmodul fra MPG til Nymo. Hovedårsaken til dette er av Throndsen og Stykket (2015) pekt på som sen input fra kunde som ga forsinkelser hos MPG. I dette prosjektet førte dette til et overforbruk av arbeidstimer, noe som kan gi et annet kostnadsbilde.

Det kan fra North Dragon trekkes paralleller til Johan Sverdrup som følge av at det også her ble avgjort at en uferdig stålmodul skulle tas fra MPG til Nymo. For Johan Sverdrup er dog rotårsaken problemene hos underleverandøren selv og ikke sen input. Uavhengig av rotårsaker er det lignende arbeidsoverdragelse fra MPG til Nymo i begge prosjekter.

Den samme årsaken som ga overforbruk av timer på North Dragon er med andre ord også tilstede på Johan Sverdrup. Om den bidrar til samme virkning i form av et overforbruk av timer kan ikke fastslås helt sikkert på dette tidspunkt. Det er dog rimelig å anta et lignende årsaks-virkning forhold som følge av at forholdsvis like forutsetninger er tilstede i begge prosjektene. Om et slikt overforbruk blir tilfelle også i dette prosjektet, kan dette være en faktor som påvirker prosjektets kostnadsramme.

Det som imidlertid taler imot at utfordringene med North Dragon skal gjenta seg er bedre kontroll i overdragelsen av arbeid fra MPG til Nymo. Det ble etter erfaringene med North Dragon lagt betydelig vekt på å ha kontroll på hva slags arbeid som er utført og ikke utført ved overdragelsen av uferdig stålmodul. Det er også blitt lagt vekt på bedre fremdriftskontroll og prosjektstyring ved bruk av Telaris, som av alle informanter er blitt omtalt som bedre enn det forrige systemet som ble brukt ved North Dragon. Det kan derfor på dette tidspunkt se ut som Nymo har bedre kontroll enn hva som var tilfelle på North Dragon.

Det som er interessant å se er at selv om man har opplevd de samme problemene før og stått ovenfor de samme utfordringene med el- og rørstøtter, er det fortsatt ikke et system for hvordan best mulig løse de. Nå har ikke denne oppgaven gått inn på hvordan fabeng arbeidet med støtter på North Dragon, men metodikken var i utgangspunktet forholdsvis lik som på Johan Sverdrup ifølge informanter. Dette peker på at læring og erfaringsoverføring ikke har vært god nok på dette området. Det tenkes da spesielt på bruken av 3D-tegninger og engineeringstegninger som NM-tegninger. Totalt kan dette kan tyde på at erfaringsoverføringen mellom de to prosjektene har vært noe tilstede, men ikke god nok.

Som følge av dette burde Nymo fokusere mer på læring og erfaringsoverføring, et av prinsippene i LPS (Kalsaas, 2017a), samt kontinuerlig forbedring som står svært sterkt i lean-metodikken. Uten at læring og erfaringsoverføring har vært et tema i intervjuene har det kommet frem meninger som tyder på at Nymo ønsker å fokusere på dette, men ikke lykkes i å tillegge det nok ressurser. Et eksempel på dette er at man ønsker å komme fort i gang med neste prosjekt, og dermed blir avhengig av å forandre arbeidsmetodikker og prosedyrer mens man driver et nytt prosjekt fremover.

Et godt eksempel på dette er Telaris, som stadig implementeres i større grad, selv nå i sluttfasen av Johan Sverdrup. Dette blir da en form for kontinuerlig forbedring og det er således positivt at forbedringene kommer, men det burde i større grad blitt vektlagt å implementere forbedringer

basert på erfaring og læring fra forrige prosjekt. Dette vil bidra til å gjøre organisasjonen bedre rustet til å gjennomføre neste prosjekt med høyere kvalitet.

7.2 Informasjonsflyt

Som nevnt i tidligere seksjoner har Nymo hatt stort fokus på nye systemer som Telaris for prosjektstyring. Det er også blitt fokusert på 3D-modell som et potensielt kraftig verktøy, men det er i praksis ikke implementert til sitt fulle potensiale enda. Denne seksjonen vil fokusere på forbedringsområder og effekter av dagens informasjonsflyt i Nymo og hva som kan oppnås ved å bedre informasjonsflyten.

7.2.1 Teknisk informasjonsflyt

I dag er den tekniske informasjonsflyten fra kundespesifikasjon til fabrikasjon som følger: 3D-modell, engineeringstegninger og NM-tegning. 3D-modellen er i denne sammenhengen den mest dynamiske, da denne itereres til nye modningsnivåer kontinuerlig som følge av endringer og økt detaljeringsgrad. Engineeringstegningen og NM-tegning er mindre dynamiske, da disse oppdateres basert på 3D-modellen men med lavere frekvens enn 3D-modellens iterasjoner.

I både fabrikasjon og fabeng blir engineering- og NM-tegning sett på som informasjonsbæreren og 3D-modell brukes i mindre grad, spesielt hos fabeng. Som tidligere omtalt er arbeidet med uttegning av engineeringstegningen satt ut til underleverandører. Det kan gi en annen kvalitet enn om Nymo selv hadde utført arbeidet, og kan skyldes opportunistisk adferd.

Et annet funn som er interessant i forhold til informasjonsflyten er bruken av NM-tegninger. Det er tidligere omtalt at engineeringstegninger er benyttet som NM-tegninger for el- og rørstøtter. Det finnes også flere eksempler på at engineeringstegninger med små modifikasjoner brukes om NM-tegninger for annet stålarbeid. Det viser at i mange tilfeller er ikke NM-tegninger så forskjellige fra engineeringstegninger. Basert på dette kan det stille spørsmål om det trengs en egen avdeling hvor en stor del av jobben er arbeidssortering og tegne NM-tegninger.

Flere informanter peker også på at samarbeidet mellom engineering og fabeng kunne vært bedre. Et eksempel er at informanter har ment at grunnlaget fra engineering ikke alltid holder høy nok kvalitet, mens engineering på sin side ikke er klar over denne kritikken. Et annet eksempel er at engineering peker på manglende input fra fabeng om prioriteringer i forhold til uttegning. Dette tyder på at organisasjonen i stor grad er silo-orientert. Negative konsekvenser

av dette kan være dårlig kommunikasjon, lite læring og opportunistisk atferd innad i organisasjonen.

En annen faktor som også påvirker samarbeidet mellom engineering og fabeng er fysisk lokasjon. Fabeng sitter på bygget til Nymo, mens engineering er flyttet til et annet bygg 250 meter unna. Det er ikke den lange avstanden, men nok til at det blir et skille. Det er et interessant valg når Statoil setter krav til samlokalisering, og store deler av engineeringavdelingen har pendlet til Asker i tidlig tegningsfase for å samlokaliseres med Aibel. Dette burde ha blitt vektlagt mer innad hos Nymo, da samlokalisering bidrar til å motvirke silo-orienterte arbeidsformer.

Flere av utfordringene som er nevnt her kunne vært unngått med tettere samarbeid, og bedre samkjøring av engineering og fabeng. Organisatoriske endringer kunne bedret dette. Et eksempel kan være å slå sammen de to avdelingene til en felles avdeling med ulike undergrupper. Det bør også fokuseres på 3D-modell som informasjonsbærer i hele organisasjonen og kun produsere de 2D-tegningene som kreves for fabrikasjon, og som samtidig oppfyller nødvendige forskrifter og eventuelle kundekrav. Altså ikke engineering og NM-tegninger, men kun ett sett tegninger som fyller begge roller. 3D-modellen bør da være den enerådende informasjonsbæreren og samkjøres med Telaris som bør benytte 3D-modellens objekter for prosjektstyring. På denne måten vil alle avdelinger jobbe basert på samme grunnlag, og synergieffekter oppnås.

7.2.2 Prosjektstyringsinformasjon og flerdimensjonale modeller

Malone og Crowstone (1990) peker i koordineringsteorien på at er det særlig viktig med god samhandling mellom de ulike avdelingene i prosjekter. Både menneskers samhandling, og digital samhandling. I grensesnittet mellom ulike avdelinger vil det oppstå avhengigheter, og i et komplekst prosjekt som dette vil resiproke avhengigheter stå sentralt. Disse er som kjent den vanskeligste å beherske gjennom koordinering. Gjennom å beherske dette godt vil det være mulig å oppnå store synergieffekter i prosjektet.

Et eksempel på en resiprok avhengighet kan være redesign av ulike objekter, som for eksempel en rørlinje. Ved redesign av en rørlinje vil blant annet stål påvirkes gjennom rørstøtter, og andre disipliners utstyr kan også måtte flyttes. For å koordinere for denne avhengigheten kan det benyttes 3D-modell som viser tilstøtende objekter som støtter og gjennomføringer. Om 3D-modellen i tillegg samkjøres med Telaris og annen prosjektstyringsinformasjon, kan ingeniøren

som redesigner rørlinjen lettere se annen informasjon og tilrettelegge for de ulike avhengighetene på en best mulig måte.

Arbeidet med å illustrere fremdrift i 3D-modellen er allerede igangsatt, og det er teknisk mulig å gjøre det på utvalgte områder av 3D-modellen i dag. Det vil dog ha begrenset effekt å vise fremdrift i 3D-modellen så lenge engineeringstegningen er informasjonsbæreren for noen. Først må 3D-modell implementeres som informasjonsbærer for alle i alle avdelinger.

Videre bør det absolutt fokuseres på å ta i bruk det bygg- og anleggsbransjen kaller BIM, også omtalt som 4D og 5D-tegning¹². Ifølge Multiconsult ved Øystein Mejlænder-Larsen (2016) er noen av de store fordelene med BIM:

- Identifisering av svakheter og feil i prosjekteringsgrunnlaget gjennom kollisjonskontroll, kvalitetskontroll og tverrfaglig kontroll
- Forstå utfordringer og løsninger
- Simulering av fremdrift

Disse tre punktene er alle punkter som kan kvaliteten i et prosjektgjennomføringsløp og senke påvirkningen til resiproke avhengigheter. Det er også identifisert at Nymo har potensiale for å heve kvaliteten innen alle tre punktene. Det bør derfor legges vekt på at prosjektstyringsinformasjonene fra Telaris og 3D-modellen kan bli som en helintegret symbiose som bedrer kvaliteten for alle parter i prosjektgjennomføringen. Dette arbeidet er på agendaen, men det bør tillegges stor vekt og akselereres.

7.3 Prosjektstyring

For at en bedrift skal kunne gjennomføre endringer og forbedringer internt er det viktig at organisasjonen gjør det helhjertet fra starten av. En arbeidsmetode vil aldri, uavhengig av hvilken metode det er snakk om, nå sitt fulle potensial om ikke det er tilfellet. Dette kapitlet vil drøfte Nymo sine utfordringer med forankring av IPG og den digitale strategien gjennom bruk av prosjektstyringsverktøyet Telaris.

¹² 4D: inkluderer tid, 5D: inkluderer kostnader.

7.3.1 Forankring og ledelse av IPG

Sentralt i LPS, og et av hovedprinsippene, er involvering av alle ansatte. Her virker Nymo å ikke ha lyktes til det fulle. IPG som arbeidsform synes ikke å være et fokus hos alle informantene som har blitt intervjuet under tiden på Nymo. Ei heller avgjørelsene som blir tatt underveis støtter opp prinsippene som ligger til grunne for IPG hos Nymo, noe som peker mot et manglende engasjement og kunnskap rundt prinsippene i IPG hos beslutningstakerne.

Arbeidet med å innføre IPG ble satt i gang medio 2012, i skrivende stund nesten 5 år siden. Det har i deler av denne tiden vært dedikert personell for å følge opp IPG. Som det har blitt sett på i kapittel 6 har ikke oppfølgingen av IPG vært god nok på Johan Sverdrup. Dette kan blant annet ha tilknytning til at tidligere prosjektleder IPG ble omdisponert til en annen rolle. Det virker derfor som IPG ikke har vært godt nok forankret hos resten av organisasjonen til å leve videre uten en dedikert pådriver.

Sentrale deler av IPG har også blitt utlatt under prosjektgjennomføringen av Johan Sverdrup. Den tverrfaglige møtearenaen som skal oppdatere level 4-planen, planen som er overordnet for prosjektledelsen, engineering og fabeng, ble som et eksempel kuttet. Dette møtet tilsvarer faseplanlegging i LPS, og skal fungere som en felles plan for prosjektet. Det er utfordrende å gi et godt svar på hvorfor Nymo valgte å kutte disse møtene. Noe av årsaken kan være mangel på tid, eller at de rett og slett ikke evnet å oppdatere den riktig etter at det oppstod problemer med MPG. I Nymo sine egne prosjektstyringsdokumenter blir blant annet plan og metode beskrevet som styrende prosjektprosesser, og det er uheldig å fjerne en møtearena i forbindelse med disse.

Det er klare instruksjoner for møtestrukturer og tilhørende ansvarshavende i de styrende dokumentene hos Nymo hvor input-output er beskrevet som vist i seksjon 4.2.2. Bortfall fra eksempelvis level-4 plan og oppdaterte metoder ansees derfor som direkte brudd på de interne styringsprosessene fra IPG og viker samtidig fra prinsippene i LPS.

Andre årsaker til bortfall fra IPG kan være konflikt mellom ulike ansvarshavende på Nymo som hver ønsker å gjennomføre prosjekter på sin, eller ansvarshavende som ønsker å gjennomføre prosjekter «slik det ble gjort før». Dette baseres på tidligere omtalte eksempler som manglende kvalitet i fabeng sine arbeidspakker ved å ikke følge de nye retningslinjene som er beskrevet i IPG-prosedyrene, samt manglende kommunikasjon mellom avdelingene.

Andre eksempler er koordineringsmøtene vi har deltatt på. Her blir ikke lovnader overholdt med tanke på arbeid som blir planlagt frem i tid. Slike lovnader er sentralt i LPS, og en nødvendighet om fagdisiplinene skal kunne arbeide etter samme plan. Som tidligere nevnt måtte det under et koordineringsmøte lages nye post-it lapper på gamle arbeidsoppgaver, da de hadde blitt flyttet så mange ganger at limet var blitt dårlig. Dette underbygger at den overordnede koordineringsplanen ikke blir overholdt, og ser ut til å basere seg på hvilke aktiviteter man håper eller tror kan bli gjort frem til neste møte.

Eksempler på utfordringer vi har sett under intervjuer er evnen til å se prosjektet holistisk. Altså at eventuelt merarbeid for enkeltpersoner, ofte dem selv, kan gi positive effekter i andre deler av prosjektet. Flere av informantene, samt mange av de uformelle samtalene, gir et inntrykk av at enkelte er mindre positive til endringer generelt, og følgelig innføring av IPG og Telaris. Dette kan ha bakgrunn i at enkelte kun ser potensielt merarbeid for seg selv, og ikke synergieffektene det skaper.

Enkelte ser også tilbake på «gamle dager» når det ble arbeidet etter manuelle Excel-lister. De har derimot ikke noe godt svar på hvordan det ville fungert i stadig mer komplekse prosjekter. Andre eksempler er manglende stolthet i arbeidet som gjøres. «Shit in – shit out» er en frase som ofte brukes om lav kvalitet i output. Dette kan ansees som en ansvarsfraskrivelse, og er et godt bilde på opportunistisk atferd i grensesnittet mellom de ulike avdelingene. Det er viktig at ledere arbeider for å motvirke slike holdninger, og setter krav om at ansatte må tilstrebe å følge de arbeidsmetoder som til enhver tid er gjeldende – uavhengig av kvalitet på input.

Nymo har mange ansatte som har jobbet i bedriften svært lenge, og på den måten jobbet seg opp fra eksempelvis fabrikkasjon til en ledende rolle i dagen organisasjon. Disse sitter på stor teknisk kompetanse, og får en lederstilling på bakgrunn av denne kompetansen og ansiennitet. Det kan da settes spørsmål ved om de har de rette egenskapene og utdanning for å bli en god leder. Som følge av dette kan det tenkes at manglende akademisk grunnlag også kan være en medvirkende årsak til noen av utfordringene. En annen konsekvens kan i tillegg være bortfall av teknisk kompetanse i teknisk krevende stillinger som følge av at de med mest erfaring går over i lederposisjoner.

Det har også kommet frem under samtaler internt i Nymo at det ikke finnes tilbud om etterutdanning for de som stiger i gradene til mellomleder eller ledernivå. Da oppnår man to ting; en leder uten nødvendig kompetanse, samt nevnte bortfall av teknisk kompetanse. Sentralt

i Badawy (1995) sin teori er at en god leder må inneha eller utvikle visse egenskaper for å håndtere komplekse engineeringprosjekter. Teknisk kompetanse er et av punktene, men er utilstrekkelig alene. Administrative og interpersonlige egenskaper er også helt essensielt, særlig ved innføring av nye arbeidsmetoder. Ifølge Badawy (1995, ss. 30-31) kan disse egenskapene enten innehas eller utvikles gjennom metoder og teknikker for å kunne håndtere sine arbeidsoppgaver, samt motivere, kommunisere og å lede ansatte i riktig retning for å best tjene prosjektet.

Det vil kreve mer arbeid for å videre implementere de mest sentrale momentene i IPG til fremtidige prosjekt, og dermed kunne samles om en felles arbeidsmetodikk for prosjektgjennomføringen. Ledelsen burde vise gjennomslagskraft og engasjement for endringer. Først da kan man oppleve de synergier og resultater som er tiltenkt med IPG, og eventuelle utfordringer kan knyttes til videre forbedringsarbeid med IPG som metodikk og ikke utfordringer som følge av feil bruk.

7.3.2 Telaris

Som tidligere nevnt er Telaris sentralt i prosjektgjennomføringen til Nymo. Ettersom systemet er forholdsvis nytt, er det en del utfordringer knyttet til bruk. Noe er nok grunnet Telaris, men det er også utfordringer knyttet til endringsaversjon som nevnt i seksjon 7.3.1. Det har tidligere blitt omtalt en relativt høy snittalder i organisasjonen. Det alene kan ikke knyttes til endringsaversjon, men under intervjuer og samtaler i bedriften virker det å være større motstand mot de nye arbeidsmetodikkene som følge av Telaris hos de eldre. Spesielt de som tidligere ikke har brukt IT i stor grad. Det finnes også de som er svært positive til Telaris, og mener bestemt at det ikke hadde vært mulig å gjennomføre Johan Sverdrup-prosjektet uten. De store motsetningene er med å bygge under antagelsen om at de største utfordringene ikke ligger i Telaris som system, men hos brukerne selv.

Sett opp mot Malone og Crowstone (1990) sin definisjon av koordineringsteorien, hvor de beskriver prinsipper om hvordan aktiviteter kan samordnes gjennom bedre samarbeid mellom utøvende fagdisipliner, ansees Telaris som sentralt. De spesifiserer blant annet viktigheten av digital samhandlingen som sentralt for god koordinering. Telaris sporer all aktivitet, samtidig som ansvarshavende digitalt signerer for arbeidet som sendes videre. Det skaper et transparent system hvor manglende kvalitet kan spores tilbake til den ansvarlige. På den måten vil prinsippene for kvalitet som forklart i seksjon 2.1.3 gjennom kvalitetsteorien til Olsson (2017) sikres på en bedre måte gjennom fokus på endelig resultat, at arbeidet blir utført riktig første

gang og bedre egnede prosesser som fokuserer på systematisk ferdigstillelse. En slik kvalitetssikring er dog avhengig av at alle bruker systemet som tiltenkt.

Som ved innføring av IPG, ansees det som svært viktig at organisasjonen samles om de nye systemene. Litt klisjé-aktig kan man si at en organisasjon aldri er sterkere enn det svakeste leddet. Og hos Nymo syntes det å være «godtatt» at enkelte ikke bruker Telaris slik det er tiltenkt. Om det er tilfellet mener vi ledelsen burde kjørt en strengere linje ved innføringen av Telaris. Det er først da man ville sett dets fulle potensiale. Videre ville det også vært lettere for de ansvarligere å tilpasse systemet best mulig.

Det er også viktig at Nymo oppdaterer sine interne prosedyrer for prosjektstyring til å inkludere og tilpasses Telaris, samt oppdatere dem etter hvert som Telaris oppdateres. Noe er allerede gjort, mens noe henger igjen med prosedyrer fra tidligere systemer. Det er også viktig at disse prosedyrene blir gjort kjent i organisasjonen, slik at alle involverte kjenner sin rolle i verdikjeden. På den måten kan kvalitet sikres gjennom bedre koordinering på tvers av fagdisipliner.

7.4 Prosjektgjennomføringen sett i lys av Cynefin rammeverk

Grunnlaget for dette avsnittet er det analytiske rammeverket Cynefin. Første del vil gjennom drøftingsmomenter fra casen argumentere for hvilke områder prosjektgjennomføringen har befunnet seg i. Gjennom å kategorisere Nymo sin prosjektgjennomføring blir beslutninger i prosjektgjennomføringen drøftet i lys av Cynefin. Basert på dette blir det også presentert måter kvaliteten i prosjektgjennomføring kan økes på ved bruk av Snowden og Boone (2007) sitt arbeid.

7.4.1 Hvor befinner Nymo seg?

For å kategorisere prosjektgjennomføringen av Johan Sverdrup benyttes det elementer fra dataen som er samlet inn i løpet av studien. Det er ikke et mål å karakterisere alle deler av prosjektet gjennom enkeltfaktorer, men heller prosjektgjennomføringen som helhet. Som forklart i seksjon 2.6 er Cynefin rammeverket delt opp i fire områder; enkelt, komplisert, komplekst og kaotisk. Men det er også delt inn i henholdsvis uordnede forhold og ordnede forhold. Kurtz og Snowden (2003) argumenterer videre for at det skillet mellom uordnede forhold og ordnede forhold er sterkt, mens skillet mellom eksempelvis komplekst og kaos er svakt. Første del av analysen vil derfor skille mellom uordnede og ordnede forhold, før det senere blir argumentert for det spesifikke området.

I prosjektgjennomføringen av Johan Sverdrup er resiproke avhengigheter svært utbredt, hvor output og input kan flyte i begge retninger mellom aktiviteter. Teorien peker da på viktigheten av at endelige output er basert på koordinering og samspill mellom aktivitetene som er gjensidig avhengig av hverandre (Kalsaas & Sacks, 2011; Malone & Crowston, 1994). Funnene i oppgaven peker klart i retning silo-orienterte arbeidsformer, hvor Nymo viser at de ikke behersker koordineringen som er nødvendig for å sikre riktig kvalitet i de resiproke avhengighetene. Eksempler på dette er bruddet mellom fabrikasjon og fabeng, som videre fører til manglende kontroll fra prosjektledelsen over prosessene og fremdrift. På denne måten blir en arena for gjensidig tilpasning kuttet, og aktiviteter som trenger tid på å bli sunne blir åpenbart skadelidende. Dette er et kritisk brudd på LPS-logikken. Disse utfordringene har i enkelte sammenhenger kommet som en overraskelse på andre involverte i prosjektet som virket å være uvitende om dette bruddet.

Andre funn som manglende metode, bortfall fra level-4 planen og arbeidsoverdragelse fra MPG er med å forsterke kvalitetsutfordringene som er funnet og drøftet i henholdsvis kapittel 6 og 7. Særlig manglende metode har vist seg å være en sterkt medvirkende faktor i koordineringsutfordringene mellom avdelingene hos Nymo ved at det ikke finnes en felles plattform for gjensidig tilpasning og byggemetode. Gjennom empirien viser funn at de nevnte utfordringene, kombinert med stramt tidsskjema for å rekke overlevering til Aibel, har ført til en mer utfordrende prosjektgjennomføring enn planlagt.

I sum peker prosjektgjennomføringen av Johan Sverdrup på uordnede forhold, altså komplekst eller kaotisk. Denne siden av rammeverket kjennetegnes ved interaksjon mellom et stort antall aktører, uten åpenbare årsak-virkningsforhold eller kjente mønstre. Et eksempel på dette er arbeidsoverdragelsen fra MPG til Nymo. Dette har blitt pekt på som årsaken til mange av utfordringene i prosjektet, utfordringer som viste seg å være vanskelig å forutse. Arbeidsoverdragelsen var heller ikke i henhold til plan, og Nymo måtte tilpasse organisasjonen gjennom ikke-planlagt oppbemanning for å kunne ivareta den økte arbeidsmengden. Denne tilpasningen har ikke tatt like stort hensyn til økt arbeidsmengde hos eksempelvis fabeng som ved fabrikasjonen. Denne veiingen av ressurser gjør at Nymo ikke evner å opprettholde de interne prosedyrene, noe som forsterker argumentet for uordnede forhold i prosjektgjennomføringen.

Det horisontale skillet mellom komplekst og kaotisk er mer utfordrende å fastslå da det er elementer i prosjektgjennomføringen som drar i hver sin retning. Det som kjennetegner det

komplekse domenet er at forholdet årsak-virkning kun kan finnes i retrospekt, og preges av dynamikk, flyt og uforutsigbarhet. Kaos-domenet preges av at det ikke er synlige årsak-virkningsforhold, og følgelig fører dette til turbulente forhold i prosjektet.

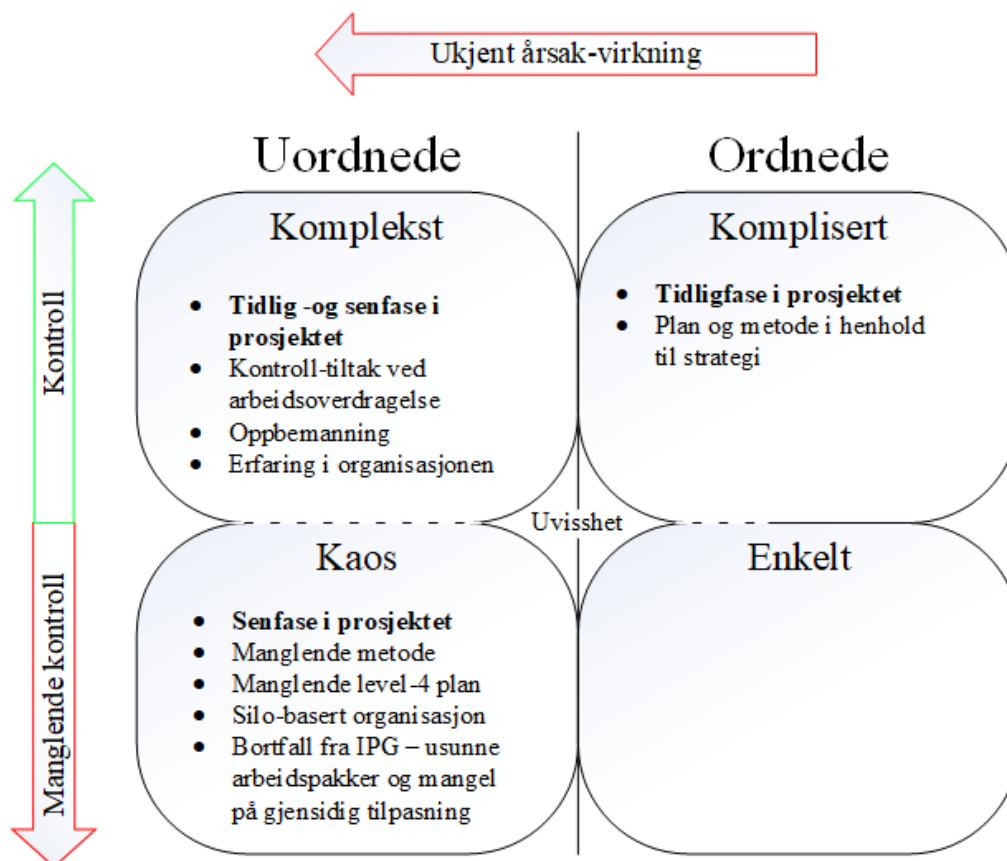
Det som taler for det komplekse domenet for Nymo sin del er at det blir gjort tiltak for å kontrollere de ulike utfordringene som oppstår. Eksempelvis ble det sendt ned ansatte til MPG i forkant av arbeidsoverdragelsen for å loggføre punch på alt arbeid som gjenstod. På denne måten hadde Nymo bedre kontroll på gjenværende arbeid enn på North Dragon. Det ble også gjort tiltak hos Nymo ved at fabrikasjonen ble oppbemannet i henhold til arbeidet som gjenstod. Empirien viser dog at de ikke hadde full kontroll. Metoden ble ikke oppdatert i henhold til endringen i arbeidsomfang, og det har blitt argumentert for manglende kapasitet hos fabeng og plan. Noe som er rimelig å hevde er grunnet ukjente årsak-virkningsforhold som følge av arbeidsoverdragelsen.

Nymo har også flere elementer fra det kaotiske domenet. Det som umiddelbart taler for en kaotisk prosjektgjennomføring er en til dels fragmentert organisasjon som ikke deler felles metode for prosjektgjennomføring, ingen oppdatert level-4 plan, samt at forskjellige avdelinger forholder seg til ulike informasjonsbærere. Det har også blitt observert stor avstand mellom avdelingene, både kommunikasjonsmessig og med tanke på kjennskap til hverandres arbeid. Intervjuobjektene peker sjeldent på samme årsak til kvalitetsutfordringer i input-output hos egne eller andres arbeid. Dette er med å underbygge argumentet om at Nymo ikke har hatt kontroll over alle årsak-virkningsforholdene for riktig kvalitet i prosjektgjennomføringen.

Andre medvirkende faktorer er de motstridende holdningene rundt IPG og Telaris, samt en ledelse som ikke virker å være i harmoni med de ansatte. I data fra intervjuer og samtaler virker det som ledelsen ikke evner å samle organisasjonen rundt en felles prosjektgjennomføring. Dette er også grunnet avgjørelsene som blir tatt av ledelsen som nærmest «tvinger» prosjektgjennomføringen vekk fra prosedyrene i enkelte tilfeller. Eksempel på dette er at fokuset på ressurseffektivitet gjorde at fabeng ga ut usunne arbeidspakker. Dette kan dog ansees som «nødvendig brannslukking» i en situasjon hvor det er viktig å utnytte de ressurser som er gjort tilgjengelig i fabrikasjonen grunnet den økte arbeidsmengden. I et velsmurt maskineri hadde det vært mulig å holde igjen arbeidspakker for å opprettholde sunnhetsfaktorene i prosedyrene. I denne konteksten ville dette ført til waste i form av operatører uten tilgjengelig arbeid, samt mer arbeid for fabeng. Når man videre kombinerer disse faktorene, ser empirien ut til å peke mot en mer kaotisk gjennomføring etter som prosjektet skrider frem.

Cynefin rammeverket har ikke klare grenser mellom domenene, og på grunnlag av dette er det rimelig å hevde at prosjektgjennomføringen har endret karakter fra komplisert (ordnede forhold) til mer uordnede forhold. Dette er grunnet flere ukjente årsaks-virkningsforhold som følge av de utfordringer som har oppstått underveis i prosjektet kombinert med organisatoriske utfordringer. Nymo evner å kontrollere deler av den, men flere faktorer peker også mot det kaotiske domenet. Ved å analysere disse forholdene kunne Nymo evnet å holde seg bedre i det komplekse domenet.

Nymo er prisgitt god kompetanse, og på tross av en tilsynelatende kaotisk prosjektgjennomføring ser det i skrivende stund ut som de klarer å levere på tide. Et analytisk Cynefin rammeverk er presentert i figur 28 på bakgrunn av dette.



Figur 28: Analytisk modell basert på empiri og Cynefin rammeverk

7.4.2 Drøftingsmomenter sett i lys av Cynefin

Cynefin er primært til å vurdere dynamikken i situasjoner, beslutninger, perspektiver, konflikter og endringer for å komme til en enighet for beslutningstaking under usikkerhet. Cynefin rammeverket kan gi et nytt perspektiv på noen av avgjørelsene som har blitt tatt underveis i prosjektet. Rasjonalitet i dette bidraget kan føre til læring i senere prosjekt for Nymo.

Avgjørelser som har kommet frem gjennom empirien og som har ført til bortfall fra ønsket kvalitet i prosjektgjennomføringen er som følger:

Arbeidsoverdragelse fra MPG

Da det oppstod problemer med verftet i Polen ble det bestemt at gjenstående arbeid skulle overføres til Nymo selv. Tiltak for å få kontroll ble gjort, men som denne studien viser har det medført en rekke årsak-virkningsforhold som Nymo ikke klarte å forutse. Karakteristikken hos det kaotiske domenet fra lederguide i tabell 3 viser at slike situasjoner krever beslutninger uten tid til å tenke eller planlegge, og at det er mange ukjente faktorer som spiller inn. Det å finne en ny hovedleverandør på kort tid kunne ført til ytterligere mangel på kontroll, og det ble ikke sett på som et alternativ å forsinke prosjektet.

I så henseende kan det argumenteres for at avgjørelsen om arbeidsoverdragelse kan ha vært det beste alternativet gitt situasjonen Nymo befant seg i på det gitte tidspunktet. Det ble også gjennomført tiltak for å kontrollere gjenstående arbeid, og dette tyder på god beslutningstaking ifølge guiden til Snowden og Boone (2007). De hevder at man i en kaotisk situasjon som dette må fokusere på umiddelbar handling for å gjenopprette orden og kontroll for å komme tilbake til det komplekse domenet.

Kvantitet foran kvalitet hos fabeng

Den økte arbeidsmengden i fabrikasjon førte til tilsvarende økt arbeidsmengde for fabeng. Dette var de ikke rustet for, og ledelsen presset avdelingen til å levere ut nok arbeidspakker til et stort antall innleide operatører. Dette på bekostning av hva prosedyrene sa, og følgende lavere kvalitet. Dette heller nok over i det komplekse domenet fremfor kaotisk da faktorene for hva som kreves for å oppnå riktig kvalitet er kjent. I dette tilfellet peker guiden til Snowden og Boone (2007) på at man burde stoppe opp å reflektere fremfor å agere som i det kaotiske domenet.

Derimot ble det ikke brukt nok tid på å innhente data om situasjonen, det ble heller tatt en kjapp beslutning om å vike fra prosedyrene og prinsippet om sunne arbeidspakker for å holde produktiviteten oppe i fabrikasjonen. Det kan derfor argumenteres for at ledelsen burde gitt fabeng tid til å tilpasse seg situasjonen og innhente data for så å opprette nye metoder for eksempelvis rør- og el-støtter. På denne måten ville kvaliteten økt, og bruddet mellom fabeng og fabrikasjon kunne vært unngått.

Ikke oppdatert metode eller level-4 plan

Da Nymo valgte å ta over arbeid fra MPG, ble de overordnede metodene og planene ikke lenger gyldige. Metoden er den overordnede byggemetoden som legger presedens for prioritering av arbeid, og som senere blir tidsatt gjennom level-4 plan. Denne tilsvarer faseplan i LPS, og det blir ansett som særlig viktig grunnet de resiproke avhengighetene, da dette kan være utfordrende å kontrollere uten den nødvendige kommunikasjonen mellom fagene. Nymo tok aldri på seg jobben med å oppdatere metoden, og kuttet level-4 møtene under Johan Sverdrup-prosjektet. Dette er avgjørelser som ikke er i samsvar med egne prosedyrer. Flere av informantene har savnet en felles metode, og det er vanskelig for avdelinger oppstrøms i verdikjeden å prioritere arbeidet som skal klargjøres for nedstrøms avdelinger uten en felles metode og plan.

Dette ansees ikke som en god avgjørelse fra Nymo sin side. Snowden og Boone (2007) peker på viktigheten av å gjøre tiltak for å kontrollere i det kaotiske domenet. Avgjørelsen om å kutte level-4 og metode ser derimot ut til å ha motsatt effekt. Dette vil dermed forsterke den kaotiske prosjektgjennomføring ved å skape enda større avstand mellom avdelingene, samt vanskeliggjøre prioriteringene som er nødvendig for god flyt og riktig kvalitet i prosjektgjennomføringen.

Forankring av IPG og bruk av prosjektstyringsverktøy

Prosjektgjennomføringen ble i seksjon 7.4.1 karakterisert som uordnet. Dette gjenkjennes ved at det ikke er klare årsak-virkningsforhold, og til dels mangel på kontroll. Et godt eksempel på dette kan være varierende bruk av Telaris og IPG. Noen er positive til innføringen, andre negative, noe som vises i de enkeltes engasjement i bruken. IPG er ment å være gjennomgående i hele bedriften, og skal sikre riktig kvalitet i input-output i de ulike avdelingene. Ved å granske sjekklistene på tegningene til eksempelvis fabeng stål, fant vi ikke igjen punktene som sikrer kvalitet i henhold til de 10 sunnhetsfaktorene som prosedyrene omtaler.

Det har heller ikke kommet frem under empirien at ledelsen har satt krav til dette. Ved å sette slike krav er det rimelig å anta at kvaliteten hadde økt, uten at detaljledelse hadde vært nødvendig. Det fordrer også at ledelsen selv tar avgjørelser basert på IPG-prosedyrene, noe som ikke er tilfelle ved Johan Sverdrup-prosjektet. Som tidligere omtalt ga avgjørelsen om arbeidsoverdragelsen en del utfordringer, og dette gjør at følgende beslutninger eller situasjoner senere i prosjektet er mer utfordrende å håndtere. Man blir fanget av situasjonsbestemt ledelse og «brannslukking» for å gjennomføre prosjektet på den tilsynelatende beste mulige måten.

Snowden og Boone (2007) argumenterer for at beslutningstakere i slike situasjoner bør ha en klar kommunikasjon, samt at de stiller klare krav til hva som er forventet. Dette kan for eksempel være om riktig bruk av Telaris.

Howell og Biton (2013) som trekker frem nettopp Cynefin som et særlig nyttig rammeverk for beslutningstakere for å forstå hvilke metoder og verktøy som kan være best gitt det domenet prosjektet befinner seg i. Ved å forstå dette og bruke metoder som de Snowden og Boone (2007) argumenterer for i forrige avsnittet, kan Nymo komme bedre ut av denne situasjonen ved at beslutningstakerne hadde stilt klarere krav til bruk av Telaris og IPG. Som følge av dette kunne potensialet som ligger i Telaris og IPG virkelig blitt utnyttet til det fulle. Riktig bruk av Telaris kunne eksempelvis bidratt til å strukturere informasjonen på tvers av avdelingene, og dermed føre til økt kontroll. Dette vil bidra til å fjerne problemløsning som arbeidsmetodikk, som igjen gir bedre kontroll og økt kvalitet i prosjektgjennomføringen.

8 Konklusjon

Denne oppgaven har som mål å avdekke kvalitetsutfordringer i gjennomføring av komplekse prosjekter basert på lean-metodikk. Gjennom et case-studie var målet å granske Nymo sin prosjektgjennomføring gjennom wastemålinger i fabrikasjonen, for å spore rotårsakene til waste gjennom observasjoner og intervjuer med de ulike avdelingene. Det var utfordrende å finne direkte årsaker til kvalitetsutfordringer i prosjektgjennomføringen basert på waste i fabrikasjonen. Flere av kvalitetsutfordringene i prosjektgjennomføringen viser seg å ha mer komplekse årsaker enn kun usunne arbeidspakker. Interpersonlige og organisatoriske utfordringer har også vært fremtredende, og er følgelig fått et større fokus enn først antatt.

Problemstillingen var som følger: «Hvordan kan lean-inspirert prosjektstyring øke kvaliteten i gjennomføring av komplekse prosjekter i mekaniske EPC-bedrifter». Denne vil besvares gjennom forskningsspørsmålene:

1. Hvilke kvalitetsutfordringer er mest fremtredende, og hvorfor oppstår disse?
2. Hvordan kan lean-inspirert prosjektstyring motvirke disse utfordringene?

Det er hevet over enhver tvil at Nymo ennå har en vei å gå med innføring av IPG – Nymo sin prosjektstyring tuftet på LPS. De lykkes blant annet ikke med å følge prosedyrene som er utviklet fra IPG. De mest utslagsgivende faktorene virker å være bortfall fra metode og plan, samt et fokus som favoriserer ressurseffektivitet i høyere grad enn flyteffektivitet. Nymo sine utfordringer med innføring av IPG virker å være sammensatt av ledelse som viker fra prinsippene så fort prosjektutviklingen ikke går som planlagt, og en organisasjonskultur hvor endringsaversjon er utbredt. Det videre en utfordring at ledelsen ikke setter krav til at hele organisasjonen skal jobbe etter gjeldende prosedyrer, men at enkelte får lov til å benytte utdaterte metodikker.

Det har også blitt observert at den tidligere ansvarshavende for oppfølging av IPG hos Nymo har fått ny rolle underveis i Johan Sverdrup-prosjektet. At det avvikes fra prosedyrene i etterkant av dette viser at IPG ikke er godt nok forankret i organisasjonen til å leve videre i hele organisasjonen uten ytterligere arbeid.

Telaris ble innført som en del av Nymo sin digitale satsing. I likhet med IPG har heller ikke dette vært godt mottatt av alle i organisasjonen. Det syntes å være utfordrende for Nymo å oppnå de synergier som potensielt ligger i endrings- og forbedringstiltak så lenge ikke ledelsen

evner å samle hele organisasjonen rundt en felles plattform. Det finnes også flere ansatte i ledende roller som har jobbet seg oppover i organisasjonen fra en tidligere teknisk bakgrunn. Dette kan være med på å gi klar ledelse, og er med på å forsterke problemet ytterligere.

Rotårsaken til flere av kvalitetsutfordringene er MPG, det polske verftet Nymo har brukt for stålarbeid. Da det oppstod problemer med underleverandøren, ble det tatt en beslutning om å overføre modulen til Nymo til planlagt tid, altså før MPG hadde utført alt planlagt arbeid. Dette medførte til endring av arbeidsomfanget for Nymo, og medførte blant annet til en ti-dobling av arbeid for fabeng, samt et stort behov for innleide operatører og ingeniører. Manglende kontroll på årsak-virkningssammenheng i prosjektgjennomføring er en direkte konsekvens av dette.

Økt arbeidsomfang for Nymo gjorde at level-4 metoden som var skissert opp på forhånd ikke lenger var gyldig. Level-4 metoden er ment å legge grunnlaget for byggemetoden og kan ansees som et av de viktigste prosjektstyringsdokumentene for alle i prosjektet. Hverken denne metoden eller underliggende level 5-metode ble oppdatert, med konsekvens at de ulike avdelingene ikke har hatt et felles styringsdokument på arbeid som må prioriteres.

I tillegg til dette er det ikke en felles informasjonsbærer for de ulike avdelingene. I studien ble det funnet at dagens system har et skille mellom 3D-modellen som informasjonsbærer for engineering, og engineeringstegningene som informasjonsbærer for fabeng. Dette gjør at det oppstår flere ulike iterasjoner innad hos Nymo enn hva som er nødvendig. I ytterste konsekvens jobber avdelinger nedstrøms i verdikjeden med utdaterte tegninger som ikke er i henhold til 3D-modellen grunnet manglende oppdatering av engineeringstegninger etter 3D-modellens iterasjoner.

Andre steg i prosjektgjennomføringen som skaper utfordringer med kvalitet, er grensesnittet mellom avdelingene hos Nymo. For lite kommunikasjon og stor grad av silo-orientert organisasjonsform er fremtredende. Som konsekvens faller også kvaliteten innad i avdelingene, da input og output ikke er i henhold til forventningene.

Fabrikasjon er ikke fornøyd med arbeidspakkene fra fabeng, og lager derfor egne arbeidspakker på blant annet el- og rørstøtter som vi fulgte under wastemålingene. Dette er i hovedsak på grunn av at arbeidsunderlaget som kommer fra fabeng ikke er tilpasset fabrikasjonen godt nok. Fabrikasjonen har hatt et ønske om bedre arbeidspakker, men fabeng har ikke hatt nok tid til å løse problemet. Dette er ifølge dem selv grunnet press fra ledelsen om stadig fremdrift. Fabeng er heller ikke fornøyd med engineeringstegningene fra engineering, og mener dette fører til

lavere kvalitet i sine arbeidspakker. Engineering på sin side føler seg tilsidesatt i organisasjonen, og savner bedre kommunikasjon med eksempelvis fabeng. Det blir sjeldent pekt på samme årsaker til manglende kvalitet under intervjuene, og frasen «shit in - shit out» omtales av flere som årsak til manglende kvalitet i egen output. Dette er videre med å underbygge en silo-orientert organisasjon.

Cynefin rammeverket ansees å være et nyttig verktøy for Nymo i fremtidige prosjekter, spesielt i faser som innehar komplekse og kaotiske elementer. Ledelsen burde gjort flere tiltak for å kontrollere de deler av prosjektet som blir ansett som kaotiske i denne oppgaven. Samtidig er det observert at noen av beslutningene var nødvendige gitt situasjonene som har oppstått. Eksempelvis avgjørelsen om arbeidsoverdragelse grunnet problemer med underleverandøren.

Oppgavens funn kan oppsummeres som vist i figur 29. Der vises årsakene til de største kvalitetsutfordringene i prosjektgjennomføringen på venstre side, og momenter fra lean-inspirert teori som kan motvirke kvalitetsutfordringer på høyre side. Problemstillingen besvares på den måten gjennom punktene på høyre side i figur 29 på bakgrunn av kvalitetsutfordringene vist til venstre. Disse punktene er basert på case-studien hos Nymo, og kan derfor ansees som forbedringstiltak de burde ta stilling til i fremtidige prosjekter.

Årsaker til kvalitetsutfordringer	Motvirkende tiltak fra lean-inspirert prosjektstyring
Forankring av IPG	<ul style="list-style-type: none"> • Ledelse som er engasjert og involvert i IPG-arbeidet, og som involverer resten av organisasjonen. • Ledelse som setter krav til alle i organisasjonen om at IPG skal benyttes. • Definerte ansvarspersoner for IPG, som har de ressursene som behøves. • Beslutninger må tas på bakgrunn av IPG. Ledelse er ikke unntatt IPG. • Fokus på kontinuerlig forbedring og læring mellom prosjekter.
Håndtering av endring i arbeidsomfang	<ul style="list-style-type: none"> • Oppdatere metode og plan i henhold til endring i arbeidsomfang. • Bemanne slik at flyt blir ivaretatt, i alle ledd. • Vektlegge kontinuerlig forbedring og læring, spesielt fra tidligere prosjekter. • Benytte cynefin-rammeverk for å bedre beslutningstaking basert på prosjektets ulike karakteristikk. • Ha en moderne maskinpark for å kunne håndtere endringer i arbeidsomfang.
Silo-orientert organisasjon	<ul style="list-style-type: none"> • Bedre kommunikasjon og sørge for involvering i planlegging og kontroll på tvers av avdelinger. Minimere avstanden mellom avdelingene. • Egnede arbeidsprosesser som fokuserer på smidighet og systematisk ferdigstilling. • Felles informasjonsbærer for å sikre riktig og oppdatert informasjonsgrunnlag på tvers av avdelinger. • Benytte koordineringsteori for å tilrettelegge for bedre samspill og håndtering av resiproke avhengigheter.
Kvalitet i input-output	<ul style="list-style-type: none"> • Fokus på sunnhetsfaktorer og waste. • Sikre riktig kvalitet i grensesnittet mellom de ulike avdelingene, gjennom bruk av kontrollverktøy som Telaris. • Øke kommunikasjonen om krav til input-output mellom avdelingene. • Søk å anvende pullprinsippet som grunnlag for produksjonskontroll.

Figur 29: Oppsummering konklusjon

8.1 Videre forskning

Forslag til videre forskning vil basere seg på funnene som er i gjort i denne oppgaven, samt hvilke begrensinger som har ligget til grunne. Oppgaven kan være et godt utgangspunkt for å drøfte flere av kvalitetsutfordringene hos Nymo, men også lignende organisasjoner.

Funnene i oppgaven er basert på data fra casebedriften, og oppsummeringen er basert på én bedrift i én bransje. Av den årsak kan det tenkes at ikke alle aspekter i oppsummeringen er like overførbare til andre bedrifter eller bransjer, og kan derfor ikke konkluderes for en større kontekst uten videre forskning. Det kan likevel anees som en innledning for fremtidig forskning på lean-inspirert prosjektgjennomføring i offshorerettet EPC-industri. Faglig sett belyses de utfordringer som kan fremkomme i komplekse prosjekter. Det er rimelig å anta at andre bedrifter kan oppleve mange av de samme utfordringene ved å ikke forankre sine forbedringstiltak godt nok til å stå imot turbulente prosjektgjennomføringer. Denne rapporten kan av den grunn være til inspirasjon for andre EPC-bedrifter som ønsker å innføre eller har innført lean-basert prosjektgjennomføring.

Spesielt interessant er videre forskning på hvordan organisasjonsteori bedre kan kombineres med lean-metodikk, og hvordan dette kan føre til økt effektivisering, bedre flyt og økt kvalitet i prosjektgjennomføring. Funn fra oppgaven viser stor grad av silo-orientert organisasjonsform hos Nymo, noe som anees som en av rotårsakene til kvalitetsutfordringene. Som følge av dette kan bedre ledelse være nyttig for å skape samspill i organisasjonen. I situasjoner hvor kontrollen over prosjektet minsker, syntes Cynefin rammeverket å være et fornuftig verktøy for ledelsen, noe fremtidig forskning kan være med å belyse.

Videre tror vi det er viktig å forankre prosjektstyringsverktøyene til Nymo bedre gjennom IPG og Telaris. Dette fordrer at organisasjonen er i harmoni med den teoretiske bakgrunnen til styringsverktøyene. Det anbefales derfor å arbeide videre med IPG, og vi tror Nymo kan dra nytte av videre samarbeid med UiA for å se på hvordan den teoretiske bakgrunnen kan forankres bedre i alle ledd av organisasjonen. Særlig læringsaspektet burde vektlegges mer, samt å se på hvordan erfaringer kan tas vare på gjennom kontinuerlig forbedring. Hvis Nymo evner å ta i bruk IPG som tiltenkt, kan dette være et verdifullt bidrag til LPS-teoriens anvendelse i kompleks prosjektgjennomføring i mekaniske EPC-bedrifter.

Begrensinger i oppgaven er i hovedsak grunnet studiens omfang og tid. Det er mange momenter som har vært av interesse under forskningsperioden, men som har blitt sett bort fra grunnet de

nevnte begrensingene. Et eksempel er innkjøpsfunksjonen. Det er et paradoks at den største utfordringen vår som forskere har også vært den største fordelen, nemlig kontinuerlig tilgang på informasjon. Ved å forske videre på årsak-virkningsforholdene som gir kvalitetsutfordringer kan tiltak konkretiseres bedre enn empirien har gitt grunnlag for i denne oppgaven.

9 Bibliografi

- Badawy, D. M. (1995). *Developing Managerial Skills in Engineers and Scientists* (2nd. utg.). Hentet fra <https://goo.gl/So4nBZ>
- Ballard, G. (2000a). *The last planner system of production control*. School of Civil Engineering, Faculty of Engineering. The University of Birmingham.
- Ballard, G. (2000b). Positive vs negative iteration in design. *Proceedings of the 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Brighton, UK: International Group for Lean Construction.
- Ballard, G., & Koskela, L. (2012). Is production outside management? *Building Research & Information*, 6, ss. 724-737.
- Ballard, G., Hammond, J., & Nickerson, R. (2009, Juli). Production control principles. *Proceedings of the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (ss. 489-500). International Group for Lean Construction.
- Bertelsen, S., & Koskela, L. (2002). Managing the three aspects of production in construction. *Proceedings of the 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Gramado, Brazil: International Group for Lean Construction.
- Biton, N., & Howell, G. (2013). The journey of Lean Construction theory: review and reinterpretation. *Proceedings IGLC-21* (ss. 125-132). Brasil: International Group for Lean Construction.
- Dahlum, S. (2015, September 4). *Store Norske Leksikon*. Hentet April 28, 2017 fra www.snl.no: <https://snl.no/validitet>
- Diamond, M., Allcorn, S., & Stein, H. (2004). The surface of organizational boundaries. *Human relations*, 57(1), ss. 31-53.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R., & Jackson, P. R. (2015). *Management & Business Research* (5. utgave. utg.). London: Sage.

- Ellingsen, H., & Fredriksen, P. (2012). *Lean orientert effektivisering av verdikjeden for rørproduksjon og -installasjon hos Nymo*. Institutt for ingeniørvitenskap, Fakultet for teknologi og realfag. Grimstad: Universitetet i Agder.
- Everyday Lean. (2017). *Disorder: A Cynefin Disaster Movie*. Hentet Mai 01, 2017 fra <http://everydaylean.info/2014/11/cynefin-disaster-movie/>
- Formoso, C., Bølviken, T., Rooke, J., & Lauri, K. (2015). A conceptual framework for the prescriptive causal analysis of construction waste. *Proceedings of the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Perth, Australia: International Group for Lean Construction.
- Givhan, D. R. (2014). *Aligning Corporate Lifecycles and Product Lifecycles*. Bloomington: AuthorHouse.
- Howell, G. A. (1999, Juli). What is Lean Construction. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. International Group for Lean Construction.
- International Group for Lean Construction. (2017, Mai 03). *About IGLC*. Hentet Mai 03, 2017 fra The International Group for Lean Construction: <http://www.iglc.net/Home/About>
- Johannesen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2010). Kvalitative intervjuer og gruppesamtaler. I A. Johannesen, P. A. Tufte, & L. Christoffersen, *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (ss. 135-162). Abstrakt forlag. Hentet fra <https://goo.gl/Lp0y59>
- Juran, J. M. (1998). *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill. Hentet April 10, 2017 fra <https://goo.gl/NVrGsc>
- Jørgensen, R. (2015, Oktober 28). (T. P. AS, Redaktør) Hentet Januar 27, 2017 fra Telaris: QE System for AS Nymo: <https://www.telaris.no/2015/10/telaris-qe-system-for-as-nymo/>
- Kalsaas, B. (2013a). Integration of collaborative LPS-inspired and rationalistic planning processes in mechanical engineering of offshore drilling constructions. *Proceedings of the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Fortaleza, Brazil: International Group for Lean Construction.

- Kalsaas, B. (2013b). Measuring waste and workflow in construction. *Proceedings of the 21th annual conference of the International Group for Lean Construction*. Fortaleza: International Group for Lean Construction.
- Kalsaas, B. (2017a). Last Planner: System for planlegging og styring. I B. T. Kalsaas, *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Upublisert manuskript.
- Kalsaas, B. (2017b). Måling av arbeidsflyt, prosessflyt og sløsing i byggeproduksjon: Hvordan bruker vi arbeidstiden? I B. T. Kalsaas, *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Upublisert manuskript.
- Kalsaas, B., & Knutson, Å. (2017). Erfaringer med Last Planner inspirert styring i prosjektbasert mekanisk industri. I B. Kalsaas, *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Upublisert manuskript.
- Kalsaas, B., & Sacks, R. (2011). Conceptualization of Interdependency and Coordination Between Construction Tasks. *19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Lima: International Group for Lean Construction.
- Kalsaas, B., Bølviken, T., & Klakegg, O. (2017). Produksjon og prosjekter - flyt og verdiskapning i bygg- og anleggsnæringen. I B. Kalsaas, *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Upublisert manuskript.
- Karlsen, J. (2016, Februar 17). ME-425 Forelesning 5. Universitetet i Agder.
- Kim, Y.-W., & Ballard, G. (2010). Management thinking in the earned value method system and the last planner system. *Journal of Management in Engineering*, 26(4), 223-228.
- Koskela, L. (1999). Management of Production in Construction: A Theoretical View. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. International Group for Lean Construction.
- Koskela, L. (1999). *We Need a Theory of Construction*. Artikkel, University of Huddersfield.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application for construction*. VTT Technical Research Centre of Finland. Hentet Mars 10, 2017 fra <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/2150>

- Koskela, L. (2004). *Making-do - The eight category of waste*. Helsingør, Danmark: 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Hentet Februar 1, 2017 fra <http://eprints.hud.ac.uk/26019>
- Koskela, L., Bølviken, T., & Rooke, J. (2013). Which are the wastes of construction? *Proceedings of the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Fortaleza: International Group for Lean Construction. Hentet Januar 30, 2017 fra http://iglc.net/?page_id=714
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. I R. Best, & G. de Valence, *Design and Construction: Building in Value* (ss. 211-226). Butterworth-Heinemann.
- Koskela, L., Stratton, R., & Koskenvesa, A. (2010, Juli). Last planner and critical chain in construction management: comparative analysis. *Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. National Building Research Institute, Technion-Israel Institute of Technology.
- Krafcik, J. (1988). Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30.
- Kurtz, C. F., & Snowden, D. J. (2003). The new dynamics of strategy: Sense-making in a complex and complicated world. *IBM Systems Journal*, 42.
- Kvale, S., & Brinkman, S. (2012). Kapittel 6-17. I S. Brinkman, & S. Kvale, *Det kvalitative forskningsintervju* (ss. 115-316). Gyldendal akademisk. Hentet fra <https://goo.gl/48dusm>
- Lande, T., & Koland, S. (2013). *Leanorientert analyse av arbeidsflyt og waste i prosjektstyrt mekanisk industri med levering til offshore-, olje- og gassmarkedet*. Kristiansand: Universitet i Agder.
- Larson, E. W., & Gray, C. F. (2011). *Project management, the managerial process* (Vol. 5). New York: McGraw Hill.
- Macomber, H., & Howell, G. (2004). Two Great Wastes in Organizations: a typology for addressing the concerns for the underutilisation of human potential. *Proceedings of the*

- 12th Annual Conference of the International Group of Lean Construction*. Elsinore: International Group of Lean Construction.
- Malone, T. W., & Crowston, K. (1994). The Interdisciplinary Study of Coordination. *ACM Computing Surveys*, 26(1), 87-119.
- Malone, T. W., & Crowstone, K. (1990, Oktober). What is Coordination Theory and How Can It Help Design Codperative Work Systems? *Proceeding CSCW '90 Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, ss. 357-370.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2016, Januar 26). Maturity and quality in BIM in the design phase. *Maturity and quality in BIM in the design phase*.
- Modig, N., & Åhlström, P. (2012). *This is Lean* (Vol. 1). (J. Morrison, Red.) Stockholm: Rheologica Publishing.
- Myszewski, J. M. (2013). On improvement story by 5 whys. *The TQM Journal*, 25(4), ss. 371-383.
- Nyeng, F. (2004). *Vitenskapsteori for Økonomer*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Offshore Energy Today. (2017). *Offshore Energy Today*. Hentet Mai 25, 2017 fra <https://goo.gl/EueMZH>
- Olsson, N. (2017). Kvalitet og Lean. To sider av samme sak? I B. Kalsaas, *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Upublisert manuskript.
- Porter, M. E., & Millar, V. E. (1985). *How information gives you competitive advantage*.
- Sarhan, S., Pasquire, C., & King, A. (2014). Institutional waste within the construction industry: An outline. *Proceedings of the 22th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Oslo: International Group for Lean Construction.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Cambridge, Mass: Productivity Press.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. (N. Bodek, Red.) New York, USA: Productivity Press.

- Silverman, D. (2011). *Qualitative Research* (Vol. 3). London: SAGE.
- Skinnarland, S., & Yndesland, S. (2012). The Last Planner System as a Driver for Knowledge Creation. *Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. San Diego, CA: International Group for Lean Construction.
- Snowden, D. J., & Boone, M. E. (2007, November). A Leaders framework for decision making. *Harvard business review*, 85(11).
- Thronsen, K. B., & Stykket, S. (2015). *Utfordringer med kostnadskontroll i slutfasen av byggeprosjekter*. Grimstad: Universitetet i Agder. Fortrolig til 2020.
- Tommelein, I. D. (1999). Foreword. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. International Group for Lean Construction.
- Wiehe, E. S., Kasbo, I., Bech, N. H., & Stake, R. (2016). *Engineeringsledelse - Teori om engineeringsledelse og utvikling av en gjennomføringsmodell for komplekse prosjekter*. Prosjektinnlevering IND419, Institutt for ingeniørvitenskap, Fakultet for teknologi og realfag.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World* (Vol. 1). New York, USA: Macmillan Publishing Company.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research design and methods*. SAGE.

10 Vedlegg

10.1 Vedlegg 1 – Intervjuguide formenn i fabrikkasjonen

Denne intervjuguiden er beregnet å bruke på formannsnivå. Den vil fokusere mot ledelse av fabrikkasjonsarbeidet og arbeidspakkers innhold. Intervjuet begynner med en kort introduksjon av intervjuere, samt hva oppgaven omhandler.

Intervjuets mål:

- Danne et bilde av formennene sin arbeidshverdag
- Få formenns oppfatning av hvor mye waste det er
- Mulige årsaker til waste i fabrikkasjon
- Utfordringer og fremtidig potensiale ved digitalisering hos Nymo

Tema og spørsmål for intervjuet legges opp som vist under. Det legges opp til at intervjuobjekt får snakke mest mulig fritt, og at intervjuer kun kommer oppklarende tilleggsspørsmål der nødvendig. Tilleggsspørsmål vil være for å hjelpe intervjuobjektet til å avdekke mer underliggende grunner etter 5 hvorfor tankegangen. For å oppfordre og legge til rette for mest mulig «fri samtale» uten hemninger vil det ikke gjøres opptak av intervjuet. Det vil kun brukes svært aktiv brukt av notater.

1. Introduksjon
 - a. Stillingstittel og arbeidsområde
 - b. Bakgrunn og fartstid ved Nymo
2. Arbeidshverdag
 - a. Hvordan ser en normal arbeidsuke og -dag ut for deg?
 - b. Hvordan planlegger du arbeidet?
 - c. Hva slags forhold har du til «sunne» arbeidspakker?
 - d. Største utfordringer i planleggingsfasen? Hva kunne vært planlagt bedre?
3. Gjennomføring av arbeid
 - a. Hvordan styres arbeidslagene i korte trekk?
 - b. Hvordan sporer du og følger opp fremdrift?
 - c. Føler du selv at det er mye waste?
 - d. Hvordan har mengden waste utviklet seg de siste fem år?
 - e. Opplever du stor forskjell på innleide og faste ansatte?

- f. Er språk og opplæring av innleide en utfordring?
- 4. Telaris
 - a. Hvordan bruker du Telaris?
 - b. Har du opplevd at Telaris gjør arbeidet mer effektivt enn tidligere metoder?
 - c. Hva kunne vært bedre i Telaris?
- 5. Eventuelt

10.2 Vedlegg 2 – Intervjuguide Fabrikasjonsengineering

Denne intervjuguiden er beregnet å bruke ved intervju av fabeng. Den vil fokusere på hvordan avdelingen arbeider, hvordan arbeidspakker defineres og utarbeides, samt hvordan arbeidet prioriteres sett opp mot plan. Intervjuet begynner med en kort introduksjon av intervjuere, samt hva oppgaven omhandler. Intervjuene ble avholdt ansikt-til-ansikt med en planlagt varighet på en og en halv time.

Intervjuets mål:

- Danne et bilde av arbeidshverdag til fabeng
- Arbeidspakken i seg selv, innhold sett opp mot prosedyrene til Nymo.
- Mulige årsaker til kvalitetsmangel i arbeidspakkene
- Utfordringer og fremtidig potensiale ved digitalisering hos Nymo

Tema og spørsmål for intervjuet legges opp som vist under. Det legges opp til at intervjuobjekt får snakke mest mulig fritt, og at intervjuer kun kommer oppklarende tilleggsspørsmål der nødvendig. Tilleggsspørsmål vil være for å hjelpe intervjuobjektet til å avdekke mer underliggende grunner etter 5 hvorfor tankegangen. For å oppfordre og legge til rette for mest mulig «fri samtale» uten hemninger vil det ikke gjøres opptak av intervjuet. Det vil kun brukes svært aktiv brukt av notater.

1. Introduksjon
 - a. Stillingstittel og arbeidsområde
 - b. Bakgrunn og fartstid ved Nymo
2. Arbeidshverdag
 - a. Hvordan ser en normal arbeidsuke og -dag ut for deg?
 - b. Hvordan planlegger du arbeidet?
 - c. Kapasitet hos din avdeling?
 - d. Utfordringer knyttet spesielt til kapasitetsproblemene som oppstod i Polen?
3. Arbeidspakkene
 - a. Hvordan defineres en arbeidspakke i dag? (input og output)
 - b. Hvordan er kvaliteten på inputen?
 - c. Hva slags forhold har du til «sunne» arbeidspakker?
 - d. Største utfordringer ved dagens løsning?
 - e. Hva mener du kan gjøres bedre?

- f. 3D-tegninger i arbeidspakkene
- 4. Telaris
 - a. Hvordan bruker du Telaris?
 - b. Har du opplevd at Telaris gjør arbeidet mer effektivt enn tidligere metoder?
 - c. Hva kunne vært bedre i Telaris?
- 5. Hvordan har mengden waste utviklet seg de siste fem år?
 - a. Omarbeid grunnet arbeidspakken
 - b. Omarbeid grunnet revisjoner
- 6. Eventuelt

10.3 Vedlegg 3 – Intervjuguide Engineering

Denne intervjuguiden er beregnet å bruke ved intervju av engineering. Den vil fokusere på hvordan avdelingen arbeider, hvordan arbeidspakker defineres og utarbeides, samt hvordan arbeidet prioriteres sett opp mot plan. Intervjuet begynner med en kort introduksjon av intervjuere, samt hva oppgaven omhandler. Intervjuene ble avholdt ansikt-til-ansikt med en planlagt varighet på en og en halv time.

Intervjuets mål:

- Danne et bilde av arbeidshverdag til engineering
- Forstå hvordan samhandlingen med andre avdelinger er
- Mulige årsaker til kvalitetsmangel i output til fabeng
- Utfordringer og fremtidig potensiale ved digitalisering hos Nymo

Tema og spørsmål for intervjuet legges opp som vist under. Det legges opp til at intervjuobjekt får snakke mest mulig fritt, og at intervjuer kun kommer oppklarende tilleggsspørsmål der nødvendig. Tilleggsspørsmål vil være for å hjelpe intervjuobjektet til å avdekke mer underliggende grunner etter 5 hvorfor tankegangen. For å oppfordre og legge til rette for mest mulig «fri samtale» uten hemninger vil det ikke gjøres opptak av intervjuet. Det vil kun brukes svært aktiv brukt av notater.

1. Introduksjon
 - a. Stillingstittel og arbeidsområde
 - b. Bakgrunn og fartstid ved Nymo
2. Arbeidshverdag
 - a. Hvordan ser en normal arbeidsuke og -dag ut for deg?
 - b. Hvordan planlegger du arbeidet?
 - c. Kapasitet hos din avdeling?
 - d. Gangen fra 3D-modell til engineeringstegninger
3. Engineeringstegninger og MTO (output)
 - a. Hvordan er grensesnittet mot innkjøp?
 - b. Hvordan er grensesnittet mot fabeng?
 - c. Hvordan har input i Johan Sverdrup vært?
 - d. Har det vært utfordringer knyttet til outsourcing av uttegningen?
 - e. Er det mye omarbeid? I så fall, som følge av hva?

4. Telaris

- a. Hvordan bruker du Telaris?
- b. Har du opplevd at Telaris gjør arbeidet mer effektivt enn tidligere metoder?
- c. Hva kunne vært bedre i Telaris?

Eventuelt

10.5 Vedlegg 5 – Selvevalueringskjema

Lean Construction – Improving workflow

Anonymous self-evaluation of workflow and waste
A part of a master thesis at University of Agder 2017

This form is to be filled out of everyone in one workteam. Everything is anonymous, and the form is filled out during workhours.

Date:	Workdiscipline:
-------	-----------------

1) The flow of today's work was good (= no/little waiting). Mark one alternative.

Very correct:	Correct:	Incorrect:	Very incorrect:
---------------	----------	------------	-----------------

During the rest of the form, please cross for Yes or No. If Yes: Please also fill out the time spent on the delay.

2) My work-tasks has been delayed by:

		NO, my work has not been delayed because of this	YES, my work was delayed	If Yes, Put in the delay in minutes
a)	The previous activity was not done in time			
b)	The previous activity was not done correct			
c)	The work area was not available because of other work or not accessible (missing scaffolding, people working above etc.)			
d)	The work area had to been cleaned before starting (ex: cleaning up after other disciplines)			

e)	Missing drawings or bad drawings			
f)	Misunderstandings because of language			
g)	My skills were not correct for this job			
h)	Looking for foreman to ask questions or wait for more work			
i)	Wrong materials, or bad materials			
j)	Missing equipment or the equipment was not correct for the job			
k)	Bad logistics (had to walk a lot to get materials/equipment)			
l)	Other reasons			

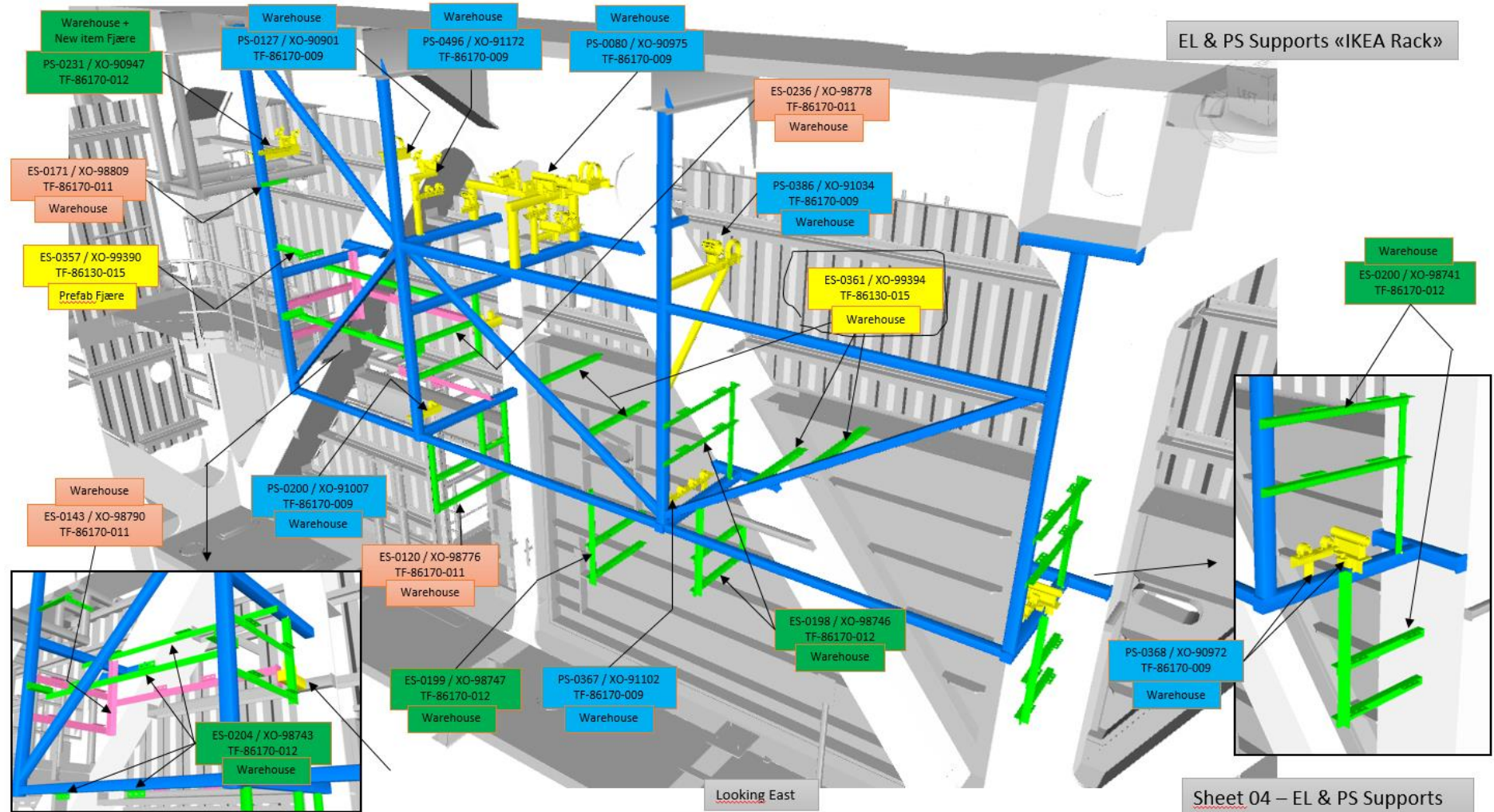
3) Some more general questions:

		NO	YES	If YES, time used
a)	Have you been performing work that was not planned when you started work this morning?			
b)	Have you been using time to correct any mistakes and misunderstandings (rework from previous mistakes or mistakes done during this work day)?			

4) Any supplementary comments and marks. Please include suggestions for improvements and what you feel is working good.

This last question is done in plural, together with a quick run-down of the causes of delays to the work-flow. Interviewers should take notes.

10.6 Vedlegg 6 - Oversikt arbeidspakker Ikea-støtter



10.7 Vedlegg 7 – Fabrikasjonstegning arbeidspakke 610-300

