

Lean og bærekraftig forbedring

En casestudie av sentrale aspekter for bærekraftig forbedring.

MAGNUS GJERSTAD

CHRISTOFFER R. L. LAUKNES

VEILEDER

Knut Erik Bonnier, Universitetet i Agder

Universitetet i Agder, 2021

Fakultet for teknologi og realfag

Handelshøyskolen ved UiA

Forord

Denne masteroppgaven utgjør 30 studiepoeng og markerer avslutningen på masterprogrammet Industriell økonomi og teknologiledelse ved Universitetet i Agder. Studien er gjennomført våren 2021 og er utarbeidet i samarbeid med Nexans Norway Halden. Den omhandler hva som ligger til grunn for oppnåelse av bærekraftige forbedringer under Lean-implementering.

Vi har begge bakgrunn fra ingeniørstudiet mekatronikk, og har gjennom masterprogrammet tilegnet oss kunnskap innen ledelse og virksomhetsstyring som har gitt oss nytt perspektiv og god faglig kompetanse. Vi har spesielt funnet kontinuerlig forbedring og Lean interessant og ønsket dermed å undersøke denne metodikken nærmere i vår masteravhandling. Arbeidet med studiet har vært en utfordrende og interessant prosess, der vi har videreutviklet vår kunnskap innen Lean-metodologi og underliggende aspekter. Videre har vi erfart hvordan den teoretiske kunnskapen vi har tilegnet oss gjennom masterstudiet kan overføres i praksis. Dette har gitt oss uvurderlige erfaringer vi vil ta med oss ut i arbeidslivet.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder Knut Erik Bonnier for gode diskusjoner, kritiske tilbakemeldinger og kontinuerlig oppfølging. Videre ønsker vi å takke alle informanter og bidragsytere som har vært hjelpelige under den ekstraordinære situasjonen det har vært å gjennomføre forskningsprosessen midt i en pandemi. Uten deres erfaringer, refleksjoner og meninger ville ikke denne studien vært gjennomførbar. Avslutningsvis vil vi fremme vår takknemlighet ovenfor Audun Kielland og Rudi Abrahamsen fra Nexans, som har avsatt betydelig tid og ressurser for å gjøre denne masteroppgaven mulig.

Grimstad, 14. mai 2021



Magnus Gjerstad



Christoffer R. L. Lauknes

Sammendrag

Verden står i dag ovenfor betydelige miljøutfordringer grunnet overforbruk og utslipp av klimagasser. Videre har Covid-19 pandemien satt restriksjoner for det globale markedet og resultert i en nært forestående økonomisk krise. Dette setter større press på organisasjoner for implementering av forbedringsinitiativer for å redusere kostnader og miljøutslipp. Det inkluderer Lean-metodologi, som har blitt kritisert for manglende fokus på bærekraft og myke praksiser. Videre har flere organisasjoner feilet i sin Lean-implementering da de ikke har oppnådd bærekraftige forbedringer. Formålet med denne studien er følgelig å kartlegge hvordan bærekraftige forbedringer kan oppnås under Lean-implementering, samt hvordan verdistrømsanalyser hensyntar sentrale aspekter innunder bærekraftig forbedring. Denne problematikken undersøkes gjennom samarbeid med Nexans Norway Halden, som har ett pågående prosjekt hvor Lean implementeres med fokus på bærekraftighet. Studien har avgrenset oppmerksomhet på én modul i deres fabrikk som er en del av det pågående forbedringsprosjektet. Forskningsprosessen styres av et relativistisk og konstruktivistisk ståsted, har en abduktiv tilnærming og er gjennomført som en casestudie, der kvalitativ og kvantitativ metode er anvendt for å supplere studien med rikelig data.

Studiens empiriske funn indikerer at Nexans Norway Halden er kulturbevisste i deres Lean-implementering, har en teoretisk riktig tilnærming til endring og tilstreber å optimalisere drift utfra tilgjengelige ressurser. Dog er det kartlagt utfordringer og forbedringspotensial vedrørende modulen som er undersøkt. Denne kartleggingen tar utgangspunkt i en bærekraftig verdistrømsanalyse som avdekker forbedringer og tiltak som kan implementeres for å realisere bærekraftig forbedring. Disse forbedringene og tiltakene innebærer blant annet transportruter, kommunikasjon, opplæring og erfaringsoverføring. Videre har det fremkommet aspekter vedrørende bærekraftige forbedring som ikke hensyntas av den bærekraftige verdistrømsanalysen, da den feiler å omfavne samspillet mellom organisasjon, mennesker og tekniske systemer, og dermed må videreutvikles. Disse funnene leder til operasjonalisering av kategoriene miljøaspekter, tekniske løsninger, Lean-praksiser og myke praksiser, med underliggende aspekter som er sentrale for bærekraftig forbedring under Lean-implementering.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Figurliste	V
Tabelliste	V
Ordforklaringer	VI
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling og forskerspørsmål	3
1.2 Avgrensninger for studien	3
1.3 Studiens disposisjon	4
2 Casebeskrivelse	5
3 Teoribakgrunn	8
3.1 Lean	8
3.1.1 Lean-prinsipper	9
3.1.2 Syv former for sløsing	11
3.1.3 Flere former for sløsing	12
3.1.4 Kritikk av Lean	13
3.1.5 Sosiotechniske systemer	15
3.2 Myke praksiser	16
3.2.1 Kultur	16
3.2.2 Endringsledelse	18
3.2.3 Kommunikasjon	20
3.2.4 Læring	22
3.3 Prosessoptimalisering og bærekraftig forbedring	23
3.3.1 Verdistrømsanalyse	24
3.3.2 Green Lean	26
3.3.3 Bærekraftig verdistrømanalyse	27
3.4 Teoretisk rammeverk	31
4 Metode	33
4.1 Vitenskapelig ståsted	33
4.2 Forskningsdesign	35
4.3 Datainnsamling	37
4.3.1 Dokumentstudie	38
4.3.2 Litteratursøk	39
4.3.3 Intervju	40
4.3.4 Feltsamtale	44
4.3.5 Workshop	45
4.3.6 Spørreundersøkelse	45
4.4 Dataanalyse	46
4.5 Validitet og reliabilitet	47
4.6 Etikk	49

4.7	<i>Utfordringer og begrensinger</i>	50
5	Presentasjon og diskusjon av empiriske funn	51
5.1	<i>Lean i NNH</i>	51
5.2	<i>Teknisk kartlegging</i>	54
5.3	<i>Myke praksiser i NNH</i>	61
5.4	<i>Bærekraftig verdistrømsanalyse</i>	68
5.5	<i>Framtidssituasjon og forbedringer</i>	73
6	Konklusjon	79
6.1	<i>Begrensinger for studien</i>	80
6.2	<i>Implikasjoner for studien</i>	80
6.3	<i>Anbefalinger for videre forskning</i>	81
	Referanseliste	82
	Vedlegg	A
	<i>Vedlegg A: Spørreundersøkelse for fysisk arbeidsindeks</i>	A
	<i>Vedlegg B: Intervjuguide for operatører</i>	B
	<i>Vedlegg C: Intervjuguide for truckførere</i>	C
	<i>Vedlegg D: Intervjuguide for ledere</i>	D
	<i>Vedlegg E: Regneark for tallfestet sløsing</i>	E
	<i>Vedlegg F: Informasjonsskriv fra NSD</i>	F

Figurliste

<i>Figur 1: Nexans fabrikk i Halden.</i>	5
<i>Figur 2: Oversiktsbilde av NNH fabrikk.</i>	6
<i>Figur 3: Forenklet illustrasjon av spolelinje HH140 og HH142.</i>	7
<i>Figur 4: TPS og TTW huset (basert på Coetzee et al., 2016 s. 82).</i>	9
<i>Figur 5: Forholdet mellom sosioteknologi og Lean (basert på Bicheno & Holweg, 2016, s. 27).</i>	15
<i>Figur 6: Forholdet mellom de fem grunnleggende momentene i teamarbeid og de støttende mekanismene (basert på Salas et al., 2005, s. 571).</i>	18
<i>Figur 7: Kommunikasjonsmodell (basert på Stifoss-Hanssen, 2018, s. 32).</i>	21
<i>Figur 8: Kolb sin læringsmodell (basert på Kolb, 1984, s. 21).</i>	22
<i>Figur 9: Visuell presentasjon av råmaterialforbruk i en bærekraftig verdistrømanalyse (Faulkner & Badurdeen, 2014, s. 13).</i>	29
<i>Figur 10: Visuell presentasjon av energiforbruk i en bærekraftig verdistrømanalyse (Faulkner & Badurdeen, 2012, s. 14).</i>	29
<i>Figur 11: Eksempel på bærekraftig verdistrømanalyse (Faulkner & Badurdeen, 2014, s. 16).</i>	31
<i>Figur 12: De fire kategoriene for bærekraftig forbedring under Lean-implementering.</i>	32
<i>Figur 13: Rammeverket vi har benyttet for vår bærekraftige verdistrømanalyse i NNH.</i>	32
<i>Figur 14: Oppbygningen av forskningsprosessen (basert på Easterby-Smith et al., 2012, s. 18).</i>	33
<i>Figur 15: Forskningsdesignet for denne studien.</i>	37
<i>Figur 16: Transport av råvare til spolerom HH140.</i>	55
<i>Figur 17: Hovedlageret til NNH er utendørs, kompaktcoiler står på pall.</i>	56
<i>Figur 18: Mellomlager, kompaktcoil står på pall.</i>	56
<i>Figur 19: Forenklet illustrasjon av spolerom HH140.</i>	58
<i>Figur 20: Kartlagt nåtidssituasjon.</i>	69
<i>Figur 21: Ønsket framtidssituasjon.</i>	74

Tabelliste

<i>Tabell 1: Kategorier og parametere for bærekraftige produksjonsprosesser (basert på Faulkner & Badurdeen, 2014, s. 12).</i>	28
<i>Tabell 2: Risikovurdering av arbeidsmiljø (basert på Faulkner & Badurdeen, 2014, s. 14).</i>	30
<i>Tabell 3: Oversikt over informanter fra semistrukturerte intervju.</i>	42
<i>Tabell 4: Kartlagte utfordringer.</i>	60
<i>Tabell 5: Tallfestet sløsing i verdistrømmen.</i>	70
<i>Tabell 6: Forbedringer og tiltak.</i>	75
<i>Tabell 7: Sentrale aspekter for å oppnå bærekraftig forbedring under Lean-implementering.</i>	78

Ordforklaringer

BAS	Formann for et arbeidslag
C/O	Changeover time
C/T	Cycle time
IMVP	The International Motor Vehicle Program
JIT	Just-in-time
Kaizen	Kontinuerlig forbedring
Muda	Sløsing
NEW	Nexans Excellence Way
NNH	Nexans Norway Halden
NSD	Norsk senter for forskningsdata
PLI	Fysisk arbeidsindeks
SMED	Single-minute Exchange of Dies
TOC	Theory of constraints
TPS	Toyota Production System
TTW	The Toyota Way
WIP	Work in Progress

1 Innledning

Lean er et Japansk inspirert ledelseskonsept som søker å forbedre og forenkle produksjonsprosesser for å redusere sløsing og forbedre organisatorisk produktivitet (Womack & Jones, 1996). Konseptet har fått stor oppmerksomhet og utbredelse i Norge etter Lean Forum Norge ble etablert i 2009. Den økende populariteten og utbredelsen har ledet til en tilpasning av faktorer som er særegne for Norge, dette inkluderer høy grad av industrielt demokrati og trepartssamarbeid (Madsen et al., 2019). I takt med utbredelsen av Lean har ulike studier påpekt visse svakheter ved metodologien (Liker & Rother, 2011; Netland, 2016). Lean har ofte blitt ansett som et rent optimaliseringsverktøy basert på en håndfull etablerte harde praksiser. Denne oppfattelsen har ledet til en neglisjering av myke praksiser, som i sin tur har resultert i at mange organisasjoner ikke klarer å vedlikeholde en bærekraftig utvikling basert på kontinuerlig forbedring (Bortolotti et al., 2015; Netland, 2016). Under en studie av Lean organisasjoner i Norge ble det kartlagt at 39,2 % av respondentene mente kultur var en stor utfordring under implementering av Lean, videre rapporterte 32,1% mangel på motivasjon. Disse utfordringene ble spesielt toneangivende ved manglende forpliktelse fra ledelsen (Madsen et al., 2019). Opprettholdelse av bærekraftig utvikling i forbedringsmetodikker som Lean er spesielt viktig i dagens samfunn, da verden står ovenfor en nært forestående økonomisk krise forårsaket av Covid-19 pandemien. Denne krisen har allerede ledet til en nedgang på omtrentlig lik linje som den store depresjonen fra 30-tallet, der det globale bruttonasjonalproduktet vil ligge 4.4% under pre-pandemi anslag innen 2022 (World Bank, 2021).

Lean-metodikken er videre kritisert for manglende fokus på bærekraft. Ifølge Bergmiller & McCright (2009b) er de tre dimensjonene for bærekraft (økonomisk, sosial og miljø) sentrale for at organisasjoner skal forbli konkurransedyktige. Dermed er utfordringen for organisasjoner å møte interessenters krav og ønsker gjennom balanse i trippelbunnlinjen for bærekraft (McCarty et al., 2011). Lean-metodikkens manglende fokus på bærekraft er kritisk i dagens samfunn, da det økende presset og utnyttelsen av naturressurser, fører til globale miljøutfordringer. Denne utnyttelsen vil overstige grensen til Paris avtalen på 2°C innen 2100 og vil lede til økt global oppvarming og havnivå (Golledge et al., 2019). I tillegg er 40% av verdens landmassetap forårsaket av indirekte drivere som klimagassutslipp (Song et al., 2018).

For å adressere og respondere på organisasjoners bærekraftutfordringer har det nylig dukket opp en ny forskningsstrøm, som ser nærmere på hvilke bidrag Lean kan ha på forbedring av

miljøytelse og dens integrering med grønne initiativer (e.g. Green Lean) (Garza-Reyes et al., 2016). Videre har det blitt utviklet rammeverk som inkorporerer miljø- og bærekraftspekter i Lean-verktøy, der verdistrømsanalyse er ansett som det mest sentrale verktøyet for å skape bærekraftig progresjon (Womack, 2006). Dermed har det blitt utviklet bærekraftige verdistrømsanalyser som inkluderer evaluering av miljø og sosial bærekraft (Faulkner & Badurdeen 2014; Garza-Reyes et al., 2018). Dette verktøyet kan anvendes for å belyse miljøsløsing og være et utgangspunkt for en strategisk plan for å redusere miljø og økonomisk sløsing, og dermed styrke organisasjoners evne til å håndtere globale utfordringer.

Det har de siste årene vært en global utvikling av Lean-metodologi, der fokuset på myke praksiser og miljøaspekter har ledet til en endring innen Lean litteraturen. Det er dog en mangel på litteratur som undersøker hvordan dette kan gjennomføres i norsk industri. Dette er problematisk da flere organisasjoner ikke klarer å ivareta bærekraftige forbedringer under Lean-implementering. Følgelig søker denne studien å undersøke hvilke aspekter som er sentrale for å sikre bærekraftige forbedringer under implementering av Lean i en norsk bedrift, samt hvordan disse aspektene hensyntas under bærekraftig verdistrømkartlegging.

Bærekraftig forbedring er en sentral del av denne studien, og ettersom dette begrepet har et variert syn fra et teoretisk standpunkt, er det hensiktsmessig å definere dets betydning for denne studien. Bærekraftig forbedring innebærer de forbedringsinitiativene som omhandler miljø- og sosiale aspekter (Faulkner & Badurdeen, 2014). I disse aspektene er det fokus på de handlingene som påvirker miljøet i form av utslipp og råmaterialtap, samt de faktorene som påvirker helse og arbeidssikkerhet. Videre trekker Bhamu & Sangwan (2014), Liker (2004), Hines et al. (2008) og Kotter (1996) frem at kultur og riktig kommunikasjon danner fundamentet for bærekraftig og vellykket Lean-implementering. I tillegg presiserer Cherrafi et al. (2017) at de økonomiske, sosiale og miljømessige dimensjonene må hensyntas for at organisasjoner skal beholde deres konkurransefortrinn. Dermed vil bærekraftig forbedring innebefatte de foregående aspektene der behovet for ledelse, involvering av ansatte, et modent organisasjonsnivå i anvendelsen av Lean-verktøy og et tilfredsstillende nivå av miljøbevissthet og kontinuerlig forbedring står sentralt (Cherrafi et al., 2017).

1.1 Problemstilling og forskerspørsmål

Denne studien er utformet som en casestudie av Nexans Norway Halden (NNH). De har et pågående prosjekt hvor Lean implementeres som ett ledd i deres mål om å effektivisere produksjonen i deres fabrikk. Det knyttes dog usikkerhet til hva som bør hensyntas for å sikre bærekraftighet i deres forbedringsprosjekter. Dette legger grunnlaget for problemstillingen for denne studien:

Hvordan kan bærekraftige forbedringer oppnås under implementering av Lean-metodologi?

Under samtaler med NNH fremkom det at de ønsket å forbedre og effektivisere en modul i deres fabrikk med mål om økt sikkerhet, bærekraftighet og eierskapsfølelse blant ansatte, samt redusert nedetid, transport og manuelt arbeid. Denne modulen vil dermed utgjøre hovedfokuset for denne casestudien og følgende forskerspørsmål er utledet for å kunne besvare den overordnede problemstillingen:

Hvordan kan modul HH140 optimaliseres med hensyn på aspekter som kreves for å oppnå bærekraftig forbedring?

For å undersøke hvordan dette kunne gjennomføres ble det valgt å anvende en bærekraftig verdistrømsanalyse som rammeverk for studien. Derav ledet dette til forskerspørsmålet:

Hvordan hensyntar en bærekraftig verdistrømsanalyse aspekter som er sentrale for å oppnå bærekraftig forbedring?

1.2 Avgrensninger for studien

Denne studien er begrenset til å se nærmere på hva som bør hensyntas under forbedringsprosjekter for å sikre bærekraftige forbedringer. Når de ulike elementene bør hensyntas i et forbedringsprosjekt faller dog utenfor avgrensningene. Den har videre vært avgrenset til å undersøke hvordan en bærekraftig verdistrømsanalyse kartlegger relevante aspekter for å etablere ett utgangspunkt for tiltak som bidrar til oppnåelse av bærekraftige forbedringer. For å undersøke dette har vi avgrenset oppmerksomheten til kun en casebedrift der en spesifikk modul har vært i fokus. Senere prosesser i verdistrømmen er utenfor fokuset for denne studien. Implementering og analyse av tiltak og endringer som fremkommer gjennom denne studien er heller ikke gjennomført, da det faller utenfor avgrensningene.

1.3 Studiens disposisjon

Denne masteroppgaven er inndelt i seks kapitler med tilhørende delkapitler og underkapitler. Innledningsvis har tema, problemstilling, forskerspørsmål og avgrensningene for studien blitt fremlagt. Videre er casen som er undersøkt presentert i kapittel to for å gi innsikt i konteksten for studien. I det tredje kapittelet presenteres det teoretiske rammeverket med mål om å gi leser innsikt i hvilken litteratur som er funnet relevant i tråd med studiens tema og problemstilling. Det påfølgende kapittelet fremlegger den metodiske tilnærmingen for forskningsprosessen med mål om transparens for å heve studiens troverdighet og etterprøvbarhet. I kapittel fem er sentrale funn og resultater fra datainnsamlingen presentert og diskutert i samråd med det teoretiske rammeverket, samt studiens problemstilling og forskerspørsmål. Avslutningsvis vil det i kapittel seks presenteres en konklusjon, samt begrensinger, implikasjoner og anbefalinger for videre forskning.

2 Casebeskrivelse

Nexans Norway AS er en ledende leverandør av kraft, tele, installasjons og varmekabler i Norge, de er også blant verdens ledende leverandører innen offshore-kontrollkabler og høyspente sjøkabler. De er en del av det franske Nexans konsernet som er en av verdens største kabelprodusenter med 26 000 ansatte globalt. NNH er en av seks norske lokasjoner som drives av Nexans Norway AS, fabrikken i Halden er avbildet i figur 1.

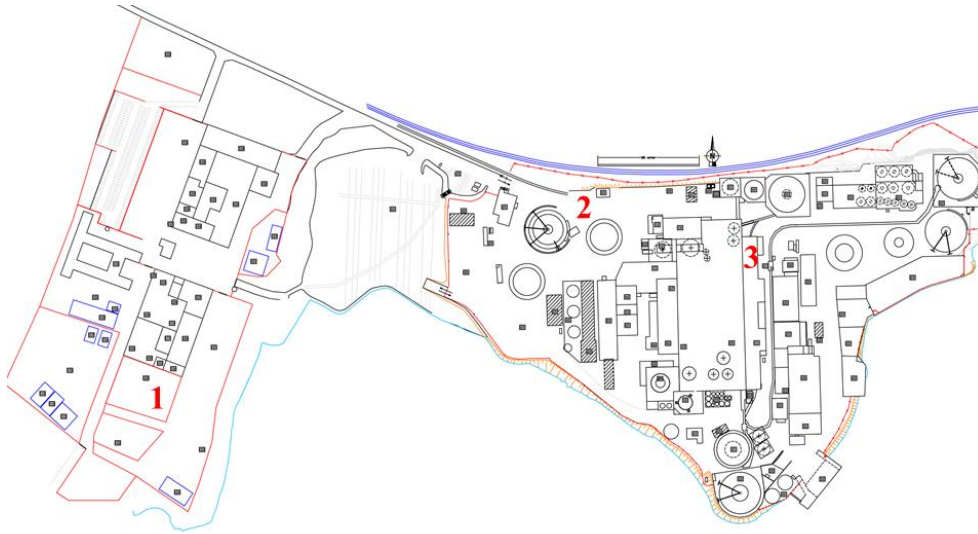


Figur 1: Nexans fabrikk i Halden.

NNH har prosjektbasert produksjon og er dermed en dynamisk fabrikk som er i konstant endring for å etterleve kunders ønsker og behov. Produksjonen følger kundeordre og det er dermed ingen produksjon basert på prognoser. Dette gjør at standardisering av prosesser kan være utfordrende, da deres produkter har høy variasjon, samt at volum er tilpasset prosjekt. NNH har de siste 20 årene vært i stor vekst, og dette har ført til flere utvidelser av fabrikkområdet for å håndtere pågangen. Disse utvidelsene har til dels vært forhastede og flere prosesser operer ikke optimalt. Dette ledet til deres pågående prosjekt for å implementere Lean for å redusere sløsing og effektivisere produktflyten fra leverandør til kunde. Dette har ført til at tiltak som 5S, visuell ledelse og SMED er introdusert i hele eller deler av fabrikkområdet. Målet for denne studien er å tilføre verdi til dette prosjektet ved å sette søkelys på en modul i fabrikkområdet som ikke har vært gjenstand for betydelig forbedring tidligere.

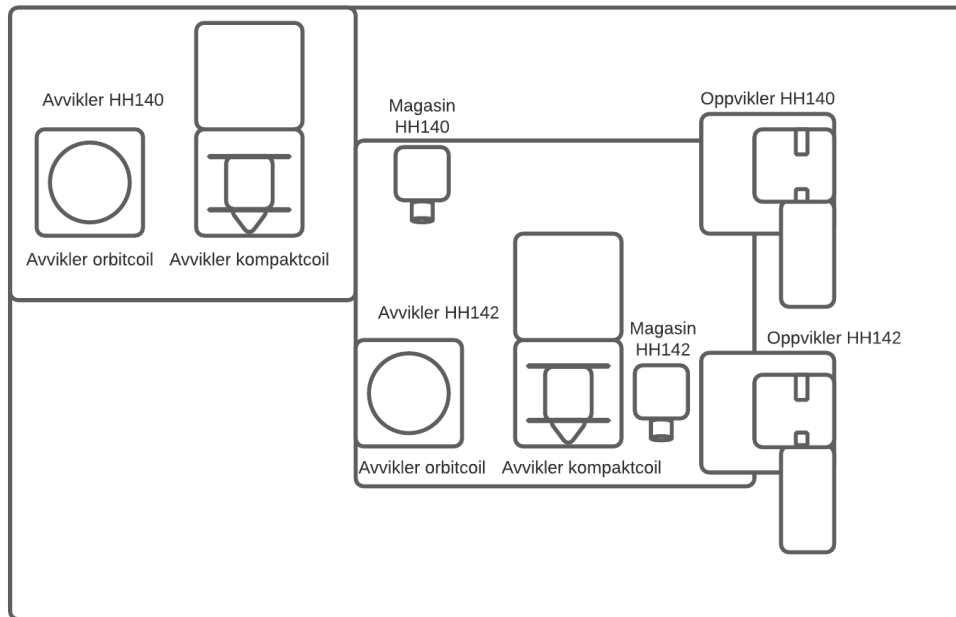
I figur 2 vises en oversikt over fabrikkområdet og området rundt. Punkt 1 viser lokasjonen til hovedlageret hvor råvare registreres og lagres etter leveranse fra leverandør, dette ligger utenfor fabrikkområdet og det lagres utendørs. Selve fabrikkområdet er innenfor den røde linjen med

kanter. Her er det ett mellomlager som brukes under frakt av råmateriale til modul HH140, dette er lokalisert ved punkt 2 og her lagres også råvaren utendørs. Lokasjonen til modul HH140 er ved punkt 3.



Figur 2: Oversiktsbilde av NNH fabrikk.

Modul HH140 er et spolerom med to linjer for spoling av armeringstråd, se figur 3. Disse linjene heter HH140 og HH142, og er støtteoperasjoner for den videre verdistrømmen. Spolelinjene kan kjøre flattråd fra kompaktcoiler eller rundtråd fra kompakt- eller orbitcoiler. Spolelinjene består av avvikler for kompaktcoil, avvikler for orbitcoil, magasin og oppvikler for sneller. På modul HH140 kjøres det dog kun kompaktcoiler. Formålet med modulen er å spole tråd fra kompaktcoil over på sneller tilpasset armeringsmaskin HH102 som er neste prosess i verdistrømmen. Dermed er ikke modul HH140 en prosess som tilfører direkte verdi til produktet. Den er derimot nødvendig da NNH har flere leverandører av coiler og armeringsmaskin HH102 er avhengig av standardsneller med trådlengder tilpasset lengde på kabel spesifisert av prosjekt. Dette tillater også NNH å kvalitetssikre tråden før den lastes inn på armeringsmaskinen. En coil fra leverandørene dekker om lag to sneller, dette varierer noe basert på leverandør da de leverer forskjellige størrelser. Operatørene som drifter modul HH140 arbeider i tredelt skift, dermed kan spolerommet kjøre døgkontinuerlig fra 07.00 mandag til 17.00 på fredag. Ett skift består av tre operatører, der en operatør har ansvar for spolelinje HH140, en har ansvar for spolelinje HH142, og den siste har en støttefunksjon. Operatøren som støtter driften av spolelinjene har ansvar for å kjøre trucken som brukes til innlasting av råvare, ellers har han vedlikeholdsansvar og støtter der det er behov.



Figur 3: Forenklet illustrasjon av spolelinje HH140 og HH142.

3 Teoribakgrunn

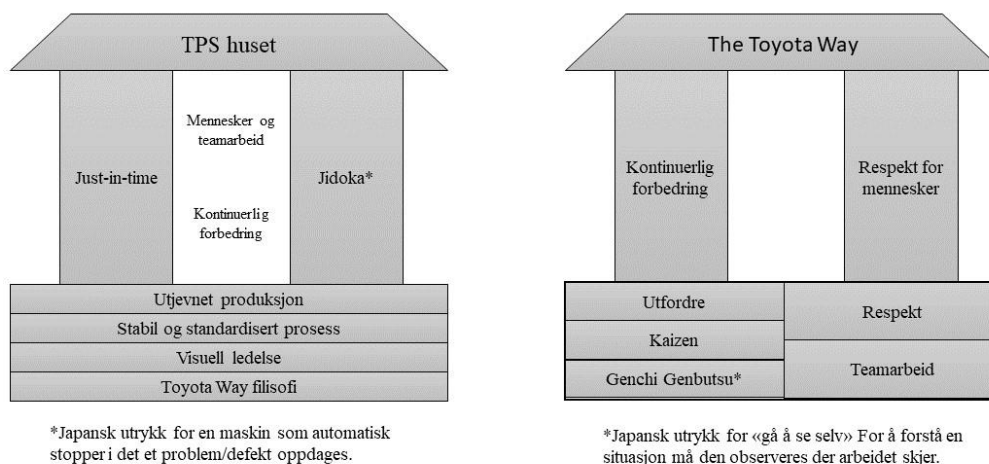
Dette kapitlet presenterer vitenskapelig litteratur som er ansett som relevant innenfor temaet for denne studien. Det inneholder teoretiske konsepter og tidligere empirisk forskning som bidrar til å belyse studiens problemstilling og forskerspørsmål. Videre legger dette kapitlet grunnlag for diskusjon av empiriske funn som har fremkommet under studien.

3.1 Lean

Begrepet Lean ble introdusert av Krafcik (1988) som var en del av *The International Motor Vehicle Program* (IMVP). Lean-produksjon er en kolleksjon av synkroniserte metoder og prinsipper for produksjonskontroll. Det beskriver hvordan produksjonen må struktureres og organiseres for å nå kortest mulig ledetid med minimal kostnad og maksimal kvalitet (Ohno, 1988). Videre omhandler Lean å tilstrebe kontinuerlig forbedring for å oppnå uhindret flyt i sekvensen av operasjoner som leverer perfekt kvalitet. Dette krever kontinuerlig forbedring innenfor tre dimensjoner; reduksjon av *muda* (sløsing), verdiforbedring og involvering av mennesker (Bicheno & Holweg, 2016). Lean stammer fra Toyota Production System (TPS) som ble vidkjent gjennom boken *The Machine That Changed The World*. Denne presenterte resultatene fra IMVP. Taiichi Ohno er ansett som grunnleggeren av TPS der han utviklet sin visjon om småpartiproduksjon med mål om å redusere kostnad gjennom eliminering av sløsing. Han beskriver de to pilarene i TPS som *Jidoka* og *Just-in-Time* (JIT) filosofien, se figur 4. For å håndtere småpartiproduksjon implementerte Toyota flere verktøy for å håndtere variasjon. Dette inkluderer *Single-minute exchange of dies* (SMED) systemet for å redusere omstillingstid, og «5 why's» for å identifisere rotårsaken til feil i produksjonen (Womack et al., 1990). Toyota klarte med dette å kombinere fordelene ved småpartiproduksjon med skala økonomi i produksjon og anskaffelser. Det var likevel deres evne til dynamisk læring som var hovedgrunnen bak suksessen til TPS (Bicheno & Holweg, 2016).

Med utgivelsen av *Lean Thinking* ble anvendelsen av Lean popularisert og strekt til flere industrier (Womack & Jones, 1996). På tross av utbredelsen og populariteten har mange organisasjoner feilet i sitt forsøk på å implementere Lean (Spear & Bowen, 1999; Bortolotti et al., 2015; Netland, 2016). Lean har av mange blitt sett på som en verktøykasse med ulike verktøy som i samspill vil lede til forbedret ytelse. Dette er i sterk kontrast til TPS, som er et sofistikert produksjonssystem med fokus på å støtte og oppmuntre mennesker til å kontinuerlig forbedre prosessen de arbeider med. Dermed er mennesker i sentrum av TPS huset, se figur 4.

The Toyota Way (TTW) kan sees på som en organisasjonskultur, et tanke sett som forklarer hvordan tanker og handlinger leder mennesker til å samhandle med hverandre (Coetzee et al., 2016). Følgelig setter Toyota ord på utfordringen mange har under Lean-implementering. Det blir for stort fokus på verktøyene, dermed neglisjeres kulturen for kontinuerlig forbedring, endring og respekt for mennesker som er sentralt i TPS. Dette underbygges av Liker & Rother (2011) som påpeker at mange organisasjoner fokuserer på implementering av harde praksiser som verktøy og teknikker, men vier lite oppmerksomhet til myke praksiser som mennesker og relasjoner. Her trekkes organisasjonskultur frem som en nøkkelfaktor for suksessfull Lean-implementering og en årsak til at mange feiler (Liker, 2004; Sim & Rodgers 2009; Liker & Rother, 2011). Bicheno & Holweg (2016) fremhever at ekte Lean er adferds drevet, men at en god start i Lean-implementering er å forstå prinsippene.



Figur 4: TPS og TTW huset (basert på Coetzee et al., 2016 s. 82).

3.1.1 Lean-prinsipper

Lean bygger på fem prinsipper introdusert av Womack & Jones (1996). Det har i senere tid blitt introdusert en rekke nye prinsipper, dog vil det kun fremlegges de originale fem her (Bicheno & Holweg, 2016):

1. Identifiser og definer verdi

Dette er det kritiske startpunktet for Lean-tankegang. Verdi kan kun bli definert av kunden og det er derfor essensielt å definere hvem kunden er, og hvilke behov de har. Det er dermed leverandøren sitt ansvar å skape den verdien som kunden etterspør. Dette er det første steget, da å produsere noe som ikke gir verdi til kunden er sløsing (Womack & Jones, 1996).

2. *Identifiser verdistrømmen*

Verdistrømmen er alle prosesser produktet er gjennom, fra råmateriale til endelig kunde, eller fra produktkonsept til markedslansering. I dette steget blir alle aktiviteter som tilfører verdi indentifisert. Videre vil aktiviteter som bruker ressurser, men som ikke tilfører verdi også indentifiseres. Dermed kan det undersøkes om ikke verdiskapende aktiviteter er nødvendige og de kan deretter optimaliseres eller fjernes (Womack & Jones, 1996).

3. *Etabler flyt i verdistrømmen*

Etter at verdiskapende aktiviteter og nødvendige ikke verdiskapende aktiviteter er identifisert, er det nødvendig å skape flyt i de resterende aktivitetene. Flyt er uavbrutt bevegelse av produkt fra råmateriale til endelig kunde. For å oppnå flyt i verdistrømmen må det kontinuerlig tilstrebtes reduksjon av batch størrelse, køer og obstruksjoner som hindrer produktets flyt til kunden (Womack & Jones, 1996).

4. *Pull produksjon*

I motsetning til *push* produksjon der produkter blir dyttet på kunden basert på ekstensive prognoser, blir det under *pull* produsert etter etterspørsel fra kunden. *Pull* etableres for alle aktivitetene i verdistrømmen, dermed dras produktet gjennom prosessene ettersom produktet er ønsket. Dermed blir prognoser mindre nødvendige, risiko for under- eller overproduksjon reduseres og kundeetterspørsel stabiliseres ettersom kunden får tillit til leverandørens evne til å levere på etterspørsel (Womack & Jones, 1996). Imidlertid fremlegger Hopp & Spearman (2004) at det er ingen rene *push*- eller *pull*-systemer i den virkelige verden, der systemers oppnåelse av fordelene ved *pull* avhenger av hvor kraftig *Work in Progress* (WIP) begrenses.

5. *Tilstreb perfeksjon*

Det siste prinsippet er perfeksjon av de foregående samhandlende prinsippene. Perfeksjon betyr å levere eksakt det kunden etterspør, akkurat når det etterspørres, til en rimelig pris og med null sløsing. Det er dette Lean-tankegang handler om, troen på at det alltid er rom for forbedring og at enhver forbedring i prinsippet er lønnsom, dermed bør det kontinuerlig søkes etter mulige forbedringer (Womack & Jones, 1996).

3.1.2 Syv former for sløsing

De første syv formene for sløsing ble identifisert av Taiichi Ohno og var en grunnleggende del av TPS. Samlet kan sløsing i verdistrømmen belemre organisasjoner med store kostnader. Det er kostnader som ikke gir noe verdi, men som kan være utfordrende å oppdage (Womack & Jones, 1996). Identifikasjon og eliminering av sløsing er dermed en sentral del av forbedringer der det søkes å heve økonomisk lønnsomhet. Under presenteres de originale syv formene for sløsing:

1. *Sløsing ved overproduksjon*

Overproduksjon er å produsere for mye produkter eller å produsere produkter for tidlig. Dette medfører krav om lagerplass til produktene som ikke er ønsket av kunde, og dermed bindes kapital i produkter kunden ikke trenger. Det kan i tillegg føre til overbemanning, lavere kvalitet og nedsatt produksjon (Womack & Jones, 1996).

2. *Sløsing ved venting*

Venting refererer til perioder med inaktivitet, altså perioder som ikke tilfører verdi til kunde. Dette forekommer når produkter, mennesker, informasjon, osv. settes på vent grunnet defekter, mangel på utstyr, venting på maskiner og manglende deler. Hvis et menneske måtte vente på en maskin ble det av Toyota ansett som en fornærmelse mot menneskeheten. (Womack & Jones, 1996).

3. *Sløsing ved unødvendig bevegelse*

Unødvendige bevegelser referer til både mennesker og oppsett. Her fremheves viktigheten av ergonomi for kvalitet og produktivitet. En dårlig strukturert arbeidsplass medfører unødvendige bevegelser for mennesker, samt unødvendig bevegelse av gjenstander og redskap. Denne formen for mikrosløsing blir ofte gjentatt mange ganger daglig og utgjør til sammen stor sløsing av ressurser. Videre er det også et problem for helse og sikkerhet til ansatte (Womack & Jones, 1996).

4. *Sløsing ved transport*

Enhver forflytning av varer er sløsing da dette ikke gir verdi til kunden. Ved større antall forflytninger stiger også risikoen for skade på materialet eller produktet som fraktes. Dette er en sløsing som ikke kan fjernes totalt, men det bør arbeides for å kontinuerlig redusere

unødvendig transport. Dette kan oppnås ved å endre fabrikklayout eller implementere JIT for å kunne fjerne mellomlager (Womack & Jones, 1996).

5. *Sløsing ved overprosessering eller unødvendig prosessering*

Denne formen for sløsing refererer til bruk av feil verktøy, systemer eller maskiner under bearbeiding av et produkt. Tilføring av mer verdi til et produkt enn hva kunden ønsker er også en slik form for sløsing. Ideelt sett skal produktet produseres på den enkleste måten som kreves for å skape verdien kunden ønsker (Womack & Jones, 1996).

6. *Sløsing ved unødvendig lagerhold*

Unødvendig lagerhold er en form for sløsing da det binder kapital, medfører kostnader ved lagerarbeid, øker ledetid og undergraver rask identifikasjon av problemer (Womack & Jones, 1996).

7. *Sløsing ved defekter*

Produksjon av produkter med defekter fører til sløsing da det krever inspeksjon, reparasjon og mulig kassering. Dette fører til unødvendig bruk av arbeidstimer og materialbruk. Videre kan defekter som ikke identifiseres og produkter av dårlig kvalitet, føre til kundetap og tap av omdømme. Sløsing forårsaket av defekter eskalerer ved senere identifisering, og derfor bør kvalitetskontroll innlemmes i produksjon, og granskning av årsak iverksettes, for å forebygge fremtidige defekter (Womack & Jones, 1996).

3.1.3 Flere former for sløsing

Det har i senere tid blitt introdusert en rekke former for sløsing utover de originale syv (Bicheno & Holweg, 2016). Disse formene for sløsing vil utredes og nummereres for enklere gjenkjennelse i studien. Sløsing ved utnyttet menneskelig potensial (sløsing nr. 8) er et hinder for kontinuerlig forbedring som er sentralt i Lean-transformasjon. Dette er utpreget der organisasjoner implementerer Lean-verktøy uten å skape en kultur for endring og forbedring. Det krever en kultur der ledelsen lar ansatte bruke sine kreative evner, at ansatte identifiserer utfordringer og søker forbedringer, og at det tilrettelegges for informasjonsdeling mellom ledelse og ansatte. Videre tilknyttes det sløsing til eksessiv informasjon eller kommunikasjon (sløsing nr. 9). Dette medfører unødvendig bruk av tid for innkoding og avkoding av budskapet som skal kommuniseres. Dermed er det en form for sløsing av tid, og i tillegg kan eksessiv informasjon medføre støy som hindrer god kommunikasjon og fører til feiltolkning. Under

innovasjon og utvikling av nye løsninger, samt identifisering av utfordringer eller sløsing, er det sentralt at dette lagres internt i organisasjonen. Om dette ikke gjøres på en ryddig og tilfredsstillende måte, kan det resultere i tap av kunnskap som følgelig må anskaffes på nytt. Ved forebygging mot sløsing av kunnskap (sløsing nr. 10) vil organisasjonen videre redusere tap ved gjennomtrekk av ansatte (Bicheno & Holweg, 2016).

Koskela (2004) definerer en form for sløsing han kaller Making-do (sløsing nr. 11). Dette refererer til situasjoner der en oppgave igangsettes eller fortsettes uten at all standard input er tilgjengelig. I denne definisjonen refererer standard input til materialer, maskineri, verktøy, personell, instruksjoner eller eksterne forhold som utgjør en del av oppgavens standardprosess. Making-do er således situasjoner der det improviseres eller går utenfor standard arbeidsrutine for å kompensere for manglende input. Det kan føre til variasjon, lengre ledetid, dårligere kvalitet og mer omarbeid (Koskela, 2004). Reduksjon av sløsing er ikke ekvivalent med reduksjon av kostnad, med andre ord må muligheten som skapes av fjernet sløsing utnyttes. Mangel på slik utnyttelse betegnes som sløsing ved ingen oppfølging (sløsing nr. 12), dette er sentralt ved alle formene for sløsing da enhver fjernet sløsing som ikke utnyttes likevel er sløsing. I senere tid har det blitt større fokus på sløsing tilknyttet miljø og bærekraft. Herunder er det identifisert to nye former for sløsing. Sløsing av energi og vann (sløsing nr. 13) har stor betydning under organisasjoners utvikling mot mer bærekraftig drift. Energi referer til energikilder som elektrisitet, gass, olje, kull, diesel, bensin, osv. Den andre er sløsing av naturressurser (sløsing nr. 14). Reduksjon av disse formene for sløsing er miljøansvarlig og kan være lønnsomt (Bicheno & Holweg, 2016). Disse formene for sløsing vil dermed være sentrale for å videre identifisere områder for utbedring fra et bærekraftig ståsted. Følgelig vil det også kunne belyse NNH sin sløsing relatert til deres forbedringsprosjekter.

3.1.4 Kritikk av Lean

Lean har steget i popularitet og blir i dag anvendt i mange sektorer globalt. Implementeringen av Lean er ofte utfordrende og mange organisasjoner har mislykkes, men for de som lykkes har det ofte resultert i flere fordeler (Worley & Doolen, 2006). I et mangfold av litteratur hvor Lean presenteres som beste praksis er det lett å forbli uvitende til Lean-metodologiens kritikere. Dermed vil det her presenteres hovedtemaene som fremheves av kritikerne for å gi et bredere perspektiv, samt unngå at slike mangler overses i denne studien (Hines et al., 2004).

Menneskelig faktor

En av de mer fremtredende formene for kritikk omhandler det menneskelige aspektet. Det argumenteres for at Lean fører til signifikant økning i arbeidsintensitet, og i motsetning til påstander fra Lean forkjempere er det ikke rom for genuin medarbeiderinvolvering. Lean arbeidsplasser er like krevende og autoritære som de var under Taylorismen (McCann et al., 2015). Videre har det blitt argumentert for at Lean kan fra et Marxistisk synspunkt beskrives som utnyttende og at det øker presset på ansatte (Hines et al., 2004). Det er stor splittelse i litteraturen, der noen studier fremlegger at Lean har en negativ effekt fra ansattes perspektiv, da det fører til økt tempo samt redusert arbeidsvariasjon og ferdighetsutnyttelse (Hasle et al., 2012; Parker, 2003). På den annen side er det studier som viser til at Lean medfører økt grad av beslutningstaking, læring og involvering av ansatte, og som et resultat gir økt trivsel (Brännmark & Holden, 2013; Holden et al., 2015). Årsaken til splittelsen kan forklares ved varierende definisjoner og kontekster for studiene (von Thiele Schwarz et al., 2017), der spesifikke Lean-implementeringsstrategier i spesifikke kontekster har en påvirkning på ansattes oppfatning og trivsel (Holden et al., 2015). Dette underbygger viktigheten av å forstå samspillet mellom harde og myke praksiser, der et kombinert teknisk og menneskelig perspektiv er nødvendig for å forstå hvordan forbedringsinitiativer kan iverksettes i forskjellige kontekster.

Mangel på strategisk perspektiv

Lean er kritisert for mangel på strategisk perspektiv, da det strategiske perspektivet ofte blir neglisjert til fordel for verktøyene for optimalisering (Hines et al., 2004). Fokuset på harde praksiser har ledet til at mange av organisasjonene som rapporterer gevinster fra Lean-implementering ofte oppdager at forbedringer forblir begrenset til spesifikke områder. Videre makter de ikke å opprettholde kontinuerlig forbedring på lang sikt (Gurumurthy & Kodali, 2011). Hines et al. (2004) argumenterer for at denne tendensen til liten bærekraftighet i Lean-implementering skyldes mangel på strategisk perspektiv. Dette underbygges av Hines et al. (2020) som argumenterer for at organisasjoner feiler i sin Lean-implementering fordi de inkorporerer verktøy som er motstridende, eller i feil rekkefølge, grunnet mangel på strategisk planlegging.

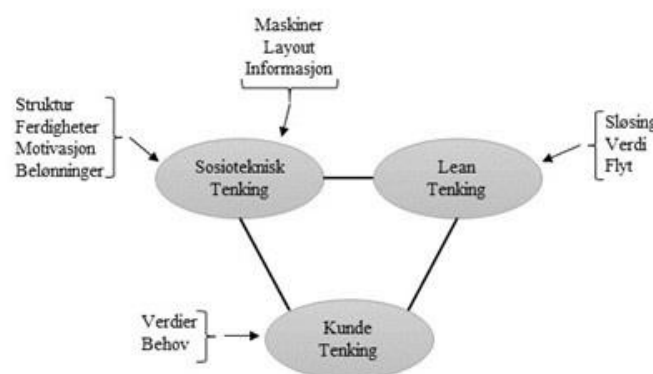
Sårbarhet og variasjon

For å skape verdi til kunden, er det i Lean et betydelig fokus på håndtering av variasjon, samt å skape kapasitet, ved å utnytte ressurser mer effektivt enn i tradisjonelle systemer. Likevel har Lean-produksjonssystemer blitt kritisert for deres manglende evne til å håndtere variasjon

(Hines et al., 2004; Andersson et al., 2006) Videre argumenterer Andersson et al. (2006) for at Lean ikke kan håndtere svært dynamiske forhold fordi det ikke er rom for fleksibilitet grunnet fokuset på perfektjon. Da Lean-implementering er en søken etter kontinuerlig reduksjon av sløsing vil dette inkludere buffere. Buffere er en måte å håndtere variasjon av etterspørsel, dermed vil reduksjon av buffere kreve en reduksjon i variasjonen av etterspørsel (Roemeling, 2017).

3.1.5 Sosiotekniske systemer

Bevissthet rundt samspillet mellom sosiale og tekniske systemer er en av de mest signifikante endringene innen Lean-filosofi de siste to tiårene. Toyota er blant de som har måttet innse verdien i sosiotekniske faktorer for å forhindre fremmedgjøring og rekrutteringsproblemer (Bicheno & Holweg, 2016). Shah & Ward (2007) definerer Lean-produksjon som et integrert sosioteknisk system. Videre er det sterke tilknytninger mellom Lean inspirerte endringer i produksjonen og sosioteknisk design (Hekneby et al., 2021). Konseptet sosioteknologi ble introdusert i forbindelse med erfaringer fra *the British National Coal Board* gjennom en studie av Emery, Bamforth og Trist. Denne studien representerte en endring i organisasjonsdesign, og la grunnlaget for et nytt paradigme hvor det søkes å finne det beste samsvaret mellom kravene for sosiale og tekniske system (Trist, 1981). Forutsetningen i sosioteknisk tenking er at både sosiale og tekniske faktorer skal hensyntas under design av systemer. Om ikke begge faktorene hensyntas, øker det risikoen for at systemer ikke gir sitt forventede bidrag til organisasjonens mål. Systemer oppfyller ofte deres tekniske krav, men klarer ikke levere den forventede støtten for det virkelige arbeidet i organisasjonen. Bakgrunnen for problemet er at teknosentriske tilnærminger ikke tar hensyn til de komplekse forholdene mellom organisasjon, mennesker og tekniske systemer på en tilfredsstillende måte (Norman, 1993). Figur 5 viser forholdet mellom sosioteknisk-, Lean- og kunde-tenking.



Figur 5: Forholdet mellom sosioteknologi og Lean (basert på Bicheno & Holweg, 2016, s. 27).

3.2 Myke praksiser

Lean-transformasjon omhandler radikal endring i form av organisasjonsstruktur, strategi og tekniske aspekter, der transformasjon mot Lean-produksjon er full av utfordringer og hindringer (Ahmad, 2013). Det er derfor sentralt å forstå endringene som oppstår, og ifølge Ahmad (2013) avhenger dette av en organisasjonskultur som støtter de anvendte Lean-teknikkene og -verktøyene. Det er dermed nødvendig å fremlegge myke aspekter som legger grunnlaget for implementering av Lean og bærekraftig kontinuerlig forbedring. Følgelig er det i dette delkapitlet presentert ulike myke praksiser for å bygge et teoretisk grunnlag for analyse av relevante aspekter i NNH.

3.2.1 Kultur

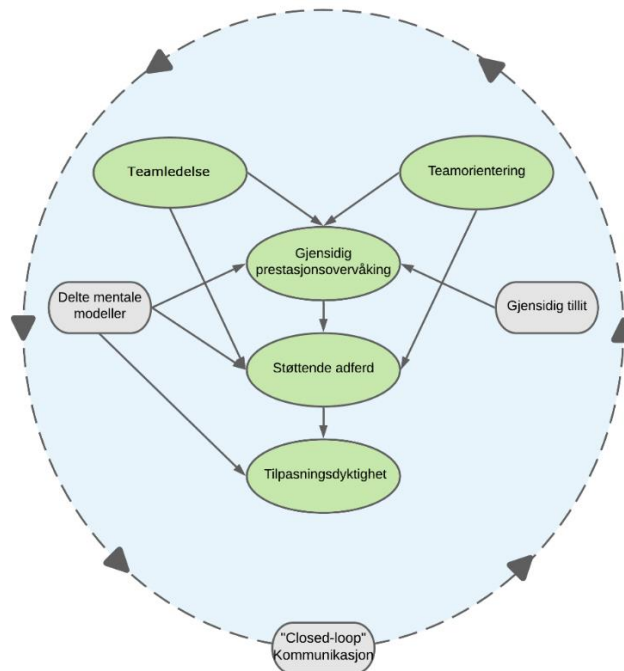
Forholdet mellom Lean-produksjon og organisasjonskultur er sensitiv. Lozeau et al. (2002) viser til at gap mellom organisasjonskultur og praksiser kan medføre at organisasjoner forvrenger og endrer Lean-praksisene for å gjøre dem kompatible med verdiene og oppførselen til organisasjonen. Denne korrupsjonen og forvrengingen av praksisene reduserer sjansene for økt ytelse (Kull et al., 2014). Hines et al. (2020) fant i sin studie en klar evolusjon i én organisasjons ytelse ettersom den beveget seg gjennom tre steg i Lean-implementering. I startfasen var det meget variabel forbedring gjennom endring basert på implementering av Lean-verktøy. Derne ble ytelsen stabil og sakte forbedret gjennom systembasert endring. Siste fase besto av kulturbasert endring og resulterte i konsistent rask forbedring. Denne utviklingen av Lean er i tråd med mye av litteraturen, der implementeringen av Lean-praksiser tilrettelegger for erfaringsbygging og modning, og dermed fungerer som en pådriver for et kulturskifte av hele organisasjonen (Mann, 2005; Wincel & Kull, 2013).

Fokuset på kultur og myke praksiser under Lean-implementering er viktig, men dette betyr ikke at harde praksiser er overflødige eller unødvendige. Bortolotti et al. (2015) fant gjennom sin studie at Lean organisasjoner med lav og høy ytelse ikke er differensierbare i hvor stor grad de har implementert harde Lean-praksiser. De fant derimot at suksessfulle Lean organisasjoner bruker myke praksiser i større grad enn de med lavere ytelse. Dette inkluderte problemløsning i små grupper, ansatte ble trent for å kunne håndtere flere oppgaver, leverandørpartnerskap, kundeinvolvering og kontinuerlig forbedring. Videre var det spesifikke karakteristikk ved organisasjonskulturen som var gjentakende for suksessfulle Lean organisasjoner. Dette var høy institusjonell kollektivism, framtidorientering og menneskeligorientering (Bortolotti et al.,

2015). Disse karakteristikke føyer seg til en rekke kritiske suksessfaktorer for Lean-implementering som har blitt identifisert i en stadig voksende litteratur. Imidlertid er det fortsatt organisasjoner som feiler i sin Lean-implementering. Dette kan forklares av betingelsesteori (Netland, 2016). Betingelsesteori argumenterer for at det ikke er én beste praksis for ledelse av en organisasjon eller prosess, derimot er den beste løsningen avhengig av situasjonen. Betingelser er karakteristikke til en bestemt kontekst som gjør enhver situasjon unik. Organisasjoner blir formet av sine betingelser, da de må tilpasse seg etter dem for å unngå tap av ytelse (Donaldson, 2001). Netland (2016) fant i sin studie at fire betingelsesfaktorer; selskapet, fabrikkens størrelse, modenhetsgraden av Lean-implementeringen og nasjonal kultur, kun hadde små statistisk relevante påvirkninger på organisasjonenes oppfattelse av kritiske suksessfaktorer ved Lean-implementering. Dette er i tråd med Spear & Bowen (1999) som fremlegger at suksessen til TPS, i motsetning til manges oppfattelse, ikke var basert på Japansk kultur. Betingelsesteori bør ikke neglisjeres, men større fokus bør vies til organisasjonskultur, da det er basen for alle involveringsaktiviteter. Kultur er et resultat av og et kritisk fundament for bærekraftig og vellykket Lean-implementering (Liker, 2004; Hines et al., 2008). Bærekraftige Lean organisasjoner karakteriseres ofte av åpenhet for endring, teambasert organisasjon, deltakelse og myndiggjøring, multifaglighet og tilpasningsevne, felles verdier, kompensasjon og belønningssystem, tro, forpliktelse, kommunikasjon, ledelsesstøtte og etablerte arbeidsmetoder (Bhamu & Sangwan, 2014).

I likhet med TPS huset i figur 4 fremlegger Bortolotti et al. (2015) og Bhamu & Sangwan (2014) mennesker og teamarbeid som sentrale aspekter for å oppnå bærekraftighet under Lean-implementering. Videre er det nødvendig å skape en kultur for teamarbeid for oppnåelse av kvalitet (Deming, 1986). Mennesker er sosiale vesener og derav er team og samarbeid en del av vår natur. Baumeister & Leary (1995) argumenterer for at behovet for å tilhøre, er et grunnleggende menneskelig motiv. Mennesker som danner team har potensialet til å oppnå høyere fleksibilitet, produktivitet og kreativitet, enn noe enkelt menneske kan oppnå. Videre kan de tilføre mer komplekse, innovative og omfattende løsninger til organisatoriske utfordringer. Imidlertid kan team som feiler resultere i negative effekter for deres organisasjon og dermed undergrave bærekraftig forbedring. Årsaken til at team feiler er ofte grunnet dårlig planlegging, manglende støtte fra deres overordnede, eller dårlig kommunikasjon (Salas et al., 2005). For å øke teamprestasjon og teameffektivitet er det følgelig hensiktsmessig å undersøke hvilke hovedmomenter som underbygger godt teamarbeid, da dette er et sentralt aspekt for bærekraftig forbedring. Salas et al. (2005) definerer fem grunnleggende momenter som bidrar

til effektivt teamarbeid; teamledelse, gjensidig prestasjonsovervåking, støttende adferd, tilpasningsdyktighet og teamorientering. For å fasilitere disse komponentene fremlegges det tre støttende mekanismer. Dette er delte mentale modeller, gjensidig tillit og «Closed-loop» kommunikasjon (Salas et al., 2005). Samspillet mellom de fem momentene og de støttende mekanismene er vist i figur 6.



Figur 6: Forholdet mellom de fem grunnleggende momentene i teamarbeid og de støttende mekanismene (basert på Salas et al., 2005, s. 571).

3.2.2 Endringsledelse

De fleste tradisjonelle organisasjoner har akseptert at de må kontinuerlig endres, eller så vil de slutte å eksistere. Endring er en problematisk prosess, der om lag 70% av endringsinitiativer feiler. Videre utgjør endring en tung byrde for ansatte og økonomi. For å forbedre suksessraten og redusere byrden på ansatte, er det helt nødvendig at ledere forstår naturen og prosessen i organisasjonsendring (Beer & Nohria, 2000).

Beer & Nohria (2000) fremlegger to teorier for endring basert på forskjellige og ofte ubevisste antagelser fra erfarne ledere samt konsulenter og akademikere som rådgir lederne om hvorfor og hvordan endringer bør gjennomføres. Dette er teori E og teori O. Teori E er endring basert på økonomisk verdi, mens teori O er endring basert på organisatorisk kapabilitet. Hver teori for endring oppnår noen av ledernes mål, enten eksplisitt, eller implisitt (Beer & Nohria, 2000).

Teori E er en hard tilnærming for endring, der interessenters verdi er den eneste legitime målingen for organisasjonssuksess. Den involverer ofte bruk av finansielle insentiver, drastisk permittering, nedbemanning og restrukturering. I teori O er hovedmålet å utvikle organisasjonskultur, menneskelig kapabilitet og videre endring gjennom individuell og organisatorisk læring, endringsprosess, tilbakemeldinger og refleksjon. Teori O sine endringsstrategier fokuserer hovedsakelig på å bygge organisasjonskultur, ansattes atferd, holdninger, kapabiliteter og engasjement. Organisasjoners evne til å lære av sine erfaringer er avgjørende for organisasjonssuksess. Få organisasjoner anvender kun en av teoriene, de fleste benytter en kombinasjon av de to. Dog anvender ledere ofte teori E og O i tandem uten å løse de iboende motsetningene i dem. Da teoriene er relativt forskjellige er det utfordrende å anvende de samtidig, likevel er det den teoretisk anbefalte fremgangsmåten. Organisasjoner som effektivt kombinerer harde og myke endringstilnærminger, kan oppnå store fordeler i lønnsomhet og produktivitet, og har høyere sannsynlighet for å oppnå bærekraftige konkurransefortrinn (Beer & Nohria, 2000).

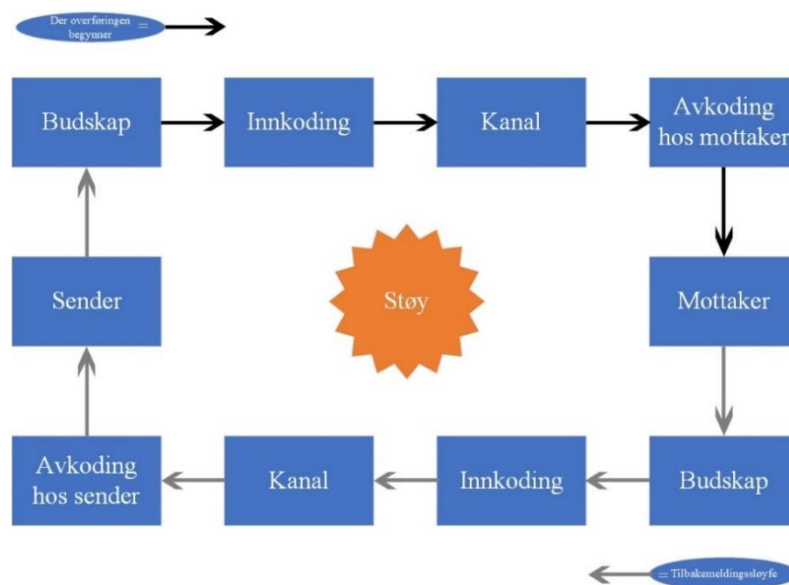
For at endringsprosesser skal lykkes, poengterer Kotter (1996) at organisasjoner må ha dedikerte ledere som ser behovet for endring og er aktive støttespillere for endringsprosessen. De må danne en viktighetsfølelse rundt endringene, samt skape en felles visjon og kommunisere denne til ansatte for at de skal etterleve visjonen. I likhet med teori O fremlegger Kotter (1996) og Garvin & Roberto (2005) at kultur og riktig kommunikasjon er nøkkelen til at endringsprosesser skal bli vellykket. Kotter (1996) understreker to faktorer for vellykket endring. Den første er at organisasjoner må vise ansatte hvordan nye vinklinger, oppførsel og holdninger forbedrer organisasjonssystemet. Den andre faktoren er at neste generasjon ledere omfavner de nye endringstilnærmingene. Manglende fokus på disse faktorene kan føre til undergraving av alle foregående endringstiltak (Kotter, 1996). Til tross for fordelene til myke endringstilnærminger trekker Sirkin et al. (2005) frem at organisasjoner overvurderer de myke sidene, som lederstil, organisasjonskultur og ansattes motivasjon. Disse elementene er kritisk for suksess, men endringsprosjekter kan ikke initieres og lykkes uten at harde elementer blir adressert først (Sirkin et al., 2005). I likhet med Sirkin et al. (2005) trekker Beer et al. (1990) frem at suksessfull endring er et produkt av oppgaver som går i samme retning, der fokuset må ligge på faktisk arbeid og ikke abstrakter som kultur og deltakelse. Interessentene må bli engasjert i endringsvisjonen for å skape aksept for endring. Ved å håndtere personlige og organisatoriske endringer som ansatte ellers vil motstå, vil dermed teamoppførsel og villighet til å lære nye ferdigheter forsterkes. Motivasjon til læring vil videre øke effektivitet og resulterer

i større forpliktelse til endring. Denne gjensidige forsterkende syklusen av forbedringer i forpliktelse, koordinering og kompetanse skaper en økende følelse av effektivitet (Beer et al., 1990).

3.2.3 Kommunikasjon

Kommunikasjon er en grunnleggende forutsetning for effektiv ledelse, og arbeidsplasser med god kommunikasjon er ofte preget av godt arbeidsmiljø og høye prestasjoner (Stifoss-Hanssen, 2018). Videre presiserer Deming (1986) effektiv kommunikasjon som kritisk for å oppnå kvalitet i produksjon. Kommunikasjonsferdigheter hos ansatte er dermed sentralt for alle organisasjoner og spesielt for personer i ledelsesstillinger (Stifoss-Hanssen, 2018). Ledere har i høyere grad mulighet til å påvirke andre, og deres kommunikasjonsferdigheter kan direkte korreleres med deres påvirkningsgrad. Organisasjoner som ikke hensyntar kommunikasjon og ikke tilegner tilstrekkelig tid eller vilje til samhandling kan lide av underprestering (Hackman & Johnson, 2013).

Prosessen for god kommunikasjon er illustrert i figur 7. Her har avsender et budskap som den vil overføre til en mottaker gjennom en kommunikasjonskanal ved bruk av språk, tekst, bilder eller videoer. Under kommunikasjonen kan det oppstå forstyrrende momenter, i form av lyder eller hendelser. Dette er støy og oppstår hvis mottakeren er mindre fokusert på budskapet som blir fremlagt. Dermed er det hensiktsmessig å være klar over støykilder for å redusere meningstap i budskapet. I tillegg forekommer kommunikasjon gjennom ulike kanaler, det kan være samtaler mellom personer ansikt til ansikt, telefonsamtale, eller via e-post. Kanalene har betydning for hvordan budskapet tolkes. Her er det sentralt at kommunikasjonen blir fremlagt tydelig og at det kommuniseres på en måte som treffer mottakerens følelser. Budskapet må altså være så klart og entydig som mulig (Stifoss-Hanssen, 2018).

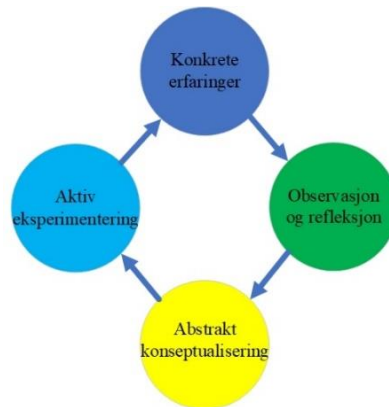


Figur 7: Kommunikasjonsmodell (basert på Stifoss-Hanssen, 2018, s. 32).

Et nøkkelkonsept i kommunikasjonsteori er mottakerbevissthet, da dette er helt sentralt for å oppnå god kommunikasjon. Mottakerbevissthet innebærer å hensynta en persons kultur, bakgrunn, foreliggende kunnskaper, stilling, osv. Dette har betydning for arbeidsmiljøet, kvaliteten på arbeidet og organisasjonens omdømme. Ubevissthet ovenfor mottaker kan føre til kommunikasjonssvikt og er ofte hovedgrunnen til at prosjekter underpresterer. Gode kommunikasjonsrutiner er dermed nødvendig for å gi ansatte informasjonen de trenger vedrørende prosjekter eller arbeidet de jobber med (Stifoss-Hanssen, 2018). Videre fremlegger Stifoss-Hanssen (2018) at mediene som anvendes for å kommunisere har stor betydning for hvor godt kommunikasjonen forekommer. Enveiskommunikasjon via dataprogram kan f.eks. misforstås og mulighet til å oppklare eventuelle spørsmål kan gå tapt. Dermed kan toveiskommunikasjon være fordelaktig ved fremleggelse av ny eller sentral informasjon vedrørende arbeidsoppgaver. Imidlertid kan enveiskommunikasjon være hensiktsmessig og mer effektivt når beskjeden skal være klar og tydelig, samt om det er nødvendig at beskjeden dokumenteres (Stifoss-Hanssen, 2018). Det kan dog bli noe upersonlig og beskjeden kan miste ønsket effekt, da det er fare for at mottaker feiltolker budskapet. I tillegg kan eksessiv informasjon fra ledelsen via kanaler som e-post føre til fremmedgjøring av beskjeder, der ansatte ignorerer informasjonen eller ikke klarer å skille mellom nødvendige og unødvendige beskjeder (McCroskey, 2016).

3.2.4 Læring

Kunnskap er utfallet av sivilisert objektiv akkumulering av tidligere menneskelige kulturopplevelser og akkumulering av individets subjektive livserfaringer. Disse objektive og subjektive opplevelsene resulterer i en prosess som kalles læring (Dewey, 1938). I denne prosessen skapes og gjenopprettes kunnskap kontinuerlig (Kolb, 1984), og foregår på alle områder uavhengig av kompleksitet (Kalsaas & Moum, 2016). Videre er det et behov for modenhet i læring ettersom læring modnes med tiden (Kalsaas, 2020). Kolb (1984) har utviklet en læringsmodell der læring beskrives som en kontinuerlig prosess med fire stadier, se figur 8. Denne modellen kan bli sett på som en spiral hvor de forskjellige syklusene blir gjentatt for å danne kontinuerlig og forbedret læring (Kalsaas & Moum, 2016).



Figur 8: Kolb sin læringsmodell (basert på Kolb, 1984, s. 21).

Illeris (2009) trekker frem at mulighet for å bestemme over ens arbeid er knyttet opp mot lederskap og organisatorisk struktur. Den ansattes mulighet til å anvende personlige kvalifikasjoner i arbeidet avhenger av teknologiske faktorer og hvordan arbeidet er inndelt. Når ansatte diskuterer, reflekterer og utveksler erfaringer og ideer med hverandre, tar læring form i en sosial prosess. Samhandling mellom forskjellige profesjoner og yrker skaper gunstige læringsmiljøer hvor ulike ideer og interesser deles. Videre er teknologiske forhold viktige for omfanget av sosial interaksjon og for det sosiale læringsmiljøet. Her kan press på arbeidsytelsen, som intensitet og hastighet hemme læring, ettersom det forstyrrer med tiden eller den fysiologiske og mentale energien som kreves for læring, utvikling, eksperimentering og utprøving av nye ideer (Illeris, 2009). Dermed kan læring på arbeidsplassen ses på som en interaksjon mellom det sosiale og individuelle nivået, samt interaksjonen mellom fornuft og følelser i individets anskaffelsesprosess. Læringsprosessen korrelerer følgelig med interaksjonen mellom det teknisk-organisatoriske og de sosial kulturelle sidene i arbeidslivets læringsprosess (sosiotekniske-systemet) (Illeris, 2004).

For en organisasjon er evnen til å lære og tilpasse seg, kritisk for ytelse og langtidssuksess, og problemer relatert til kunnskapsoppbevaring vil øke etter hvert som organisasjoner faser ut ansatte (Argote & Miron-Spektor, 2011). I tillegg er det problematisk å overføre eksternt lært erfaring til kravene på arbeidsplassen, og dette kan medføre store tap (Schuh et al., 2015). Organisatorisk læring er en forandring i organisasjonen som oppstår ettersom den tilegner seg erfaring (Argote & Miron-Spektor, 2011). Dette kjennetegner en organisasjon som kontinuerlig lærer og forandrer seg, hvor læring foregår i individer, arbeidsteam, organisasjoner og samfunn som påvirkes av dem. Slik læring resulterer i kunnskap, meninger og forandring av atferd, noe som øker organisasjonens evne til å vokse og innovere (Tortorella & Fogliatto, 2014).

I likhet med Argote & Miron-Spektor (2011) trekker Tortorella & Fogliatto (2014) frem at kunnskap er forankret i organisatoriske rutiner og prosesser som guider og begrenser handlinger til individer. Dermed er ikke organisatorisk kunnskap tapt når individer forlater firmaet. For kunnskapsoverføring har Ferguson-Amores et al. (2005) samlet to måter for overføring. Den første er prospektiv, når kunnskap overføres fra individer til team i organisasjonen for å fornye den. Den andre er retrospektiv, når kunnskap overføres fra organisasjonen til team og individer (Ferguson-Amores et al., 2005). Videre fremlegger Tortorella & Fogliatto (2014) at organisasjoner lærer fra direkte erfaringer gjennom to mekanismer som begge inkorporerer læring som en del av individer og team, og dermed øker organisasjonsytelse. Den første mekanismen er direkte læring som oppstår gjennom prøving og feiling. Etter hvert som organisasjoner akkumulerer erfaringer med aktiviteter som produksjon og operasjoner, vil individer generere ny kunnskap angående forbedring av aktiviteter. Den andre mekanismen er at etter hvert som organisasjoner akkumulerer erfaring gjennom feiling vil kunnskap lagres i organisasjonsminne. Dermed kan den anvendes for forbedret ytelse i senere iterasjoner av lignende oppgaver, som består av rutiner, symboler og arbeidsprosedyrer (Tortorella & Fogliatto, 2014).

3.3 Prosessoptimalisering og bærekraftig forbedring

Det fremkommer at myke praksiser underbygger Lean-implementering og tekniske endringer. Samspeillet mellom harde og myke praksiser er videre utslagsgivende for organisasjoners evne til å oppnå bærekraftige forbedring. Følgelig er det hensiktsmessig å undersøke hvordan visuelle verktøy som verdistrømsanalyser fremhever aspekter innenfor disse kategoriene, som er relevante i en gitt kontekst.

Dette delkapitlet presenterer hvordan en tradisjonell verdistrømsanalyse er oppbygd. Videre fremlegges nyere forskning innen Lean-metodologi og dets påvirkning på verdistrømsanalyse som visuelt verktøy. Dette har medført endring av dets struktur for kartlegging av kritiske momenter i prosessoptimalisering og bærekraftig forbedring.

3.3.1 Verdistrømsanalyse

Womack & Jones (1996) fremlegger verdistrømsanalyse som en funksjonell metode for å reorganisere produksjonssystemer med Lean-tankegang. Her deles handlinger i verdistrømmen inn i tre kategorier: (1) handlinger som skaper verdi sett fra kundens synspunkt; (2) handlinger som ikke skaper noen verdi, men er nødvendig for produksjonsutvikling, ordreutfylling, eller produksjonssystemer; (3) handlinger som ikke skaper verdi sett fra kundens synspunkt og ikke er nødvendige. Etter den tredje kategorien er fjernet kan resterende handlinger bearbeides gjennom bruk av flyt, *pull* og perfeksjonsteknikker (Womack & Jones, 1996).

Verdistrømanalyse regnes som en av de mest essensielle Lean-verktøyene for å eliminere sløsing. Det er et enkelt og visuelt prosessbasert verktøy som muliggjør dokumentasjon, visualisering og forståelse av material- og informasjonsflyt i prosesser for å identifisere sløsing og assistere i deres eliminering (Garza-Reyes et al., 2018). I tillegg er det et passende verktøy for å re-designe produksjonssystemer (Lasa et al., 2008). Videre danner verdistrømsanalyser en fremtidsforståelse for organisasjoner, hvis forbedringsaktivitetene er implementert riktig og de identifiserte sløsingaktivitetene har blitt fjernet (Gurumurthy & Kodali, 2011).

Verdistrømanalyse følger i hovedsak fire steg:

1. *Velge produktfamilie*

Identifisere produktfamilien fra kundesiden i verdistrømmen. En familie er en gruppe produkter som passerer gjennom lignende prosesser og anvender mye av det samme utstyret i nedstrømprosessen. I dette steget er det viktig å se på én produktfamilie av gangen for å ikke komplisere material- og produktflytkartleggingen (Rother & Shook, 2009).

2. *Kartlegge nåtidssituasjon*

Kartleggingen starter med å følge den nåværende flyten gjennom systemet der det dannes kategorier for hver prosess. Under kartleggingen av nåtidssituasjonen er det

viktig å starte i leveranseenden og følge oppstrømprosessen, da det setter tempoet til de påfølgende prosessene. For å danne en framtidssituasjon er det nødvendig å gjøre en grunnleggende nåtidskartlegging der man følger prosessen nøye for å få forståelse og tidsfølelse av det som faktisk skjer. Nåtidskartleggingen må inneholde all nødvendig informasjon om flaskehals, syklustid, hvilke prosesser som er avhengig av hverandre, verdiskapende tid, ledetid og informasjonsflyten mellom prosessene (Rother & Shook, 2009). Det skal dog sies at denne delen av verdistrømanalysen er den mest ressurskrevende i form av kostnader og arbeid involvert i samling av prosessdata (Lasa et al., 2008).

3. *Kartlegge ønsket framtidssituasjon*

Hovedformålet til verdistrømanalyser er å fremheve kildene til sløsing og eliminere disse ved implementering av en framtidssituasjonsverdistrøm. Det er viktig at denne ikke blir for kompleks så den kan realiseres innen en kort periode. Målet er å danne en kjede av produksjon hvor hver individuell prosess er koblet med deres kunde gjennom kontinuerlig flyt, eller *pull*, der hver prosess leverer JIT. Under kartlegging av framtidssituasjonen er det viktig å se på hvilke områder i nåtidssituasjonen som kan forbedres. Her er det nødvendig å undersøke takttiden, samt hvor kontinuerlig flytprosesser og *pull*-systemer kan anvendes for produksjonskontroll. Videre må nødvendige prosessforbedringer evalueres for at verdistrømmen skal flyte i henhold til framtidssituasjonskartleggingen (Rother & Shook, 2009).

4. *Oppnå framtidssituasjonen*

Jones & Womack (2002) fremlegger at verdistrømsanalyser er gunstige for å øke bevissthet rundt sløsing og kundespons knyttet til nåværende tilstand. Dog er verdistrømsanalyse kun et verktøy, og vil dermed være verdiløst hvis den kartlagte framtidssituasjonen ikke oppnås (Rother & Shook, 2009; Jones & Womack, 2002). Ifølge Rother & Shook (2009) er implementering av hele framtidssituasjonen nesten umulig, ettersom det kan bli for komplekst. Det er dermed hensiktsmessig å dele opp implementeringen. Hva som kommer først av prosessforbedringer, eller introduksjon av kontinuerlig flyt og *pull*-systemer, er nødvendig å fastsette for å få mest mulig verdi ut av verdistrømkartleggingen (Rother & Shook, 2009). For å danne mer robuste framtidssituasjoner kan det være fordelaktig å kombinere verdistrømsanalyser med Theory of Constraints (TOC) tankegang (Lasa et al., 2008). Fra et TOC-perspektiv er

evnen til å oppnå suksess for en organisasjon styrt av en enkelt, eller få prosesser (Moore & Scheinkopf, 1998), som sinker resten av systemet (Nave, 2002). Dette perspektivet gir en systematisk og fokusert prosess, som organisasjoner kan anvende for å lykkes med kontinuerlig forbedring via fem steg; identifiser begrensningen, utnytt begrensningen, underordne andre prosesser til begrensningen, løft begrensningen og repeter syklusen (Moore & Scheinkopf, 1998).

Verdistrømanalyse kartlegger nåtidssituasjonen ved bruk av numerisk data og anvender grafisk visualisering som gjør det enkelt å se sammenhengen mellom material- og informasjonsflyt. Følgelig utgjør den et gunstig startpunkt for etablering av en strategisk forbedringsplan (Lasa et al., 2008). Videre belyser verdistrømsanalyser enhver form for sløsing, bruker et standardisert språk og muliggjør en samling av Lean-teknikker (Jones & Womack, 2002). Disse Lean-teknikkene inkluderer blant annet verktøyene 5S og A3 som kan høyne verdistrømsanalysen. 5S danner standardiserte arbeidsprosedyrer (Abdulmalek & Rajgopal, 2007), hvor sløsing reduseres, samt at produktivitet og kvalitet forbedres (Srinivasan et al, 2016). A3 er et verktøy for å hjelpe kommunikasjon og prosjektproblemer. Det kan blant annet anvendes for å kommunisere designproblemer og antall produktutviklingsprosjekter som er under arbeid (Bicheno & Holweg, 2016).

Verdistrømsanalyser har klare fordeler, da de kan gi kontinuerlig konkurransefordel og redusert lagerhold, samt skape god flyt i organisasjonen (Jones & Womack, 2002). Imidlertid trekker Gurumurthy & Kodali (2011) frem at verdistrømsanalysen er et statistikkverktøy, og fanger dermed kun et bilde av systemet det skal kartlegge på en vilkårlig dag. Verdistrømsanalysen varierer derfor i kvalitet, avhengig av situasjonen i organisasjonen. Videre blir fremtidskartlegginger basert på antagelser om at problemområdene løses fullstendig, dog vil det ikke løse det helhetlige problemet i praksis. Dermed kan de antatte fordelene ikke oppnås i sin helhet fordi de kun er basert på estimater (Gurumurthy & Kodali, 2011). Videre kritiserer Faulkner & Badurdeen (2014) den tradisjonelle verdistrømsanalysen da den ikke hensyntar miljø- og sosialparametere, men kun utforsker flyten i produksjonslinjer, der hovedfokuset er syklustid, ledetid og utskiftningsstid.

3.3.2 Green Lean

I nyere tid har det blitt et økt fokus på operasjon-, miljø-, sosial- og kvalitetsforbedringsmetodologier som blant annet Lean og grønne operasjoner (Green)

(Cherrafi et al., 2017). Green-modeller innebefatter at ledelsen må fokusere på det ytre miljøet for å bygge en kultur for miljøhensyn og for å styrke ansatte til å motvirke negativ miljøpåvirkning fra organisasjonsoperasjoner. Videre må det fokuseres på identifisering av miljøsløsing forårsaket av arbeidsoperasjoner og at hensiktsmessige teknikker blir anvendt for å redusere, eller eliminere slik sløsing. En langsiktig overholdelse av et slikt fokus vil dermed føre til forbedret miljø- og forretningsresultater (Bergmiller & McCright, 2009a). Tradisjonelt har produkteffektivitet, lønnsomhet, kvalitet, fleksibilitet og kundetilfredshet vært konkurransekriterier. Imidlertid har det vært et økende press fra interessenter om forbedret sosial- og miljøprestasjoner. For å holde tritt med presset og beholde konkurransefortrinn må organisasjoner forandre deres tilnærminger til prosess- og operasjonsstyring, der de tar hensyn til de økonomiske, sosiale og miljøsentrerte dimensjonene for bærekraft. Dermed er utfordringen å oppnå balanse mellom de tre dimensjonene i bærekraftig utvikling (Cherrafi et al., 2017).

Cherrafi et al. (2017) fremlegger at organisasjoner som er Lean enkelt kan integrere Green praksiser, og dermed forbedre deres bærekraftytelse. Dette med bakgrunn i at praksisene ofte er kompatible, da de begge fokuserer på reduksjon av sløsing (Mollenkopf et al., 2010; King & Lenox, 2001). Videre er integrasjonen av Green- og Lean-strategier fordelaktig for organisasjoner, da slike strategier vil gi bedre resultater om de implementeres sammen (Cherrafi et al., 2017). Dog kan Lean strategier som inkluderer JIT medføre økt transport, emballasje og håndtering som motvirker en Green-tilnærming. Organisasjoner må dermed være observante på effektene Lean og Green har i samspill, for å identifisere uønskede konsekvenser (Mollenkopf et al., 2010). Gjennom en litteraturgjennomgang av forskjellige rammeverk for Green Lean fant Cherrafi et al. (2017) en rekke fellestrekk. Disse fellestrekene refererer til behovet for ledelse, involvering av ansatte, et modent organisasjonsnivå i å anvende Lean-verktøy, samt et tilfredsstillende nivå for miljøbevissthet og kontinuerlig forbedring.

3.3.3 Bærekraftig verdistrømanalyse

Integrering av miljø- og sosialparametere i en verdistrømanalyse vil øke dets anvendelighet som verktøy for vurdering av produksjonsprosesser fra et bærekraftperspektiv (Faulkner & Badurdeen, 2014). Det vil videre fungere som et verktøy for å adressere bærekraftutfordringene organisasjoner møter fra kundekrav og statlige miljøreguleringer (Garza-Reyes et al., 2018). Ettersom verdistrømanalyser utforsker en samling integrerte prosesser, vil etablering av en bærekraftig verdistrømanalyse kreve nærmere undersøkelse av parametere tilknyttet

produksjonsprosessers bærekraftevaluering (Faulkner & Badurdeen, 2014). Faulkner & Badurdeen (2014) har utviklet et rammeverk for bærekraftig verdistrømsanalyse, der økonomisk- miljø- og sosial bærekraftytelse blir evaluert for produksjonen. Relatert til dette har de identifisert seks kategorier med tilhørende parametere for å evaluere bærekraftytelsen. Disse parameterne blir brukt som en basis for bærekraftige verdistrømsanalyser og er vist i tabell 1 med tilhørende kategorier.

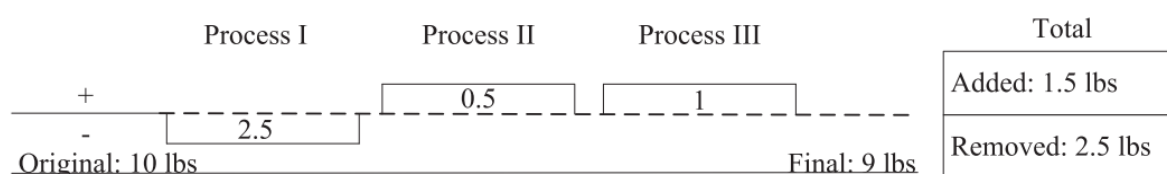
Tabell 1: Kategorier og parametere for bærekraftige produksjonsprosesser (basert på Faulkner & Badurdeen, 2014, s. 12).

Miljø			Sosial		Økonomi
Miljøpåvirkning	Energibruk	Håndtering av sløsing	Arbeidssikkerhet	Personlig helse	Kostnad
Klimagasser fra energiforbruk til en produksjonslinje (tonn CO ₂ eq./enhet)	Produksjonslinje energiforbruk (kWt/enhet)	Massen av kastet forbruksvare (kg/enhet)	Eksposering for etsende / giftige kjemikalier (hendelser/person)	Kjemisk forurensning av arbeidsmiljø (mg/m ³)	Arbeidskostnader (kr/enhet)
Ratioen av fornybar energi brukt (%)	Energiforbruk for å opprettholde en fabrikk (kWt/enhet)	Forbruksvarer forbruk (%)	Eksposering for høyenergikomponenter (hendelser/person)	Støvnivå (mg/m ³)	Forbruksvarer kostnad (kr/enhet)
Massen av regulert avfall (kg/enhet)	Energiforbruk for transport til og fra linjen (kWt/enhet)	Tåkegenerering (kg/enhet)	Skaderate (skade/enhet)	Støynivå i fabrikk (dB)	Vedlikeholdskostnader (kr/enhet)
Støynivå utenfor fabrikk (dB)	Ratioen av fornybar energi (%)	Massen av kastet skrap (kg/enhet)		Fysisk belastningsindeks (dimensjon løs)	Behandlingskostnader av biprodukt (kr/enhet)
		Ratioen av resirkulert skrap (%)		Helserelaterte fravær (%)	Indirekte arbeidskostnader (kr/enhet)

For at en bærekraftig verdistrømsanalyse skal være anvendelig som verktøy, må utvalg av parameterne i tabell 1 baseres på to kriterier. Det første kriteriet innebefatter at alle relevante parametere fra de seks kategoriene må inkluderes. Dette utvalget må tilpasses den aktuelle industrisektoren, da forskjellige miljø- og sosialparametere er mer relevante i enkelte sektorer. Under tilpasning til spesifikke industrisektorer må dermed nøkkeldriverne identifiseres først, for så å velge relevante parametere som kan evaluere de resterende aspektene. Det andre kriteriet innebefatter at kjerneparameterne fra tradisjonelle verdistrømsanalyser må inkluderes for å beholde dens verdi som visuelt verktøy. Et mangfold parametere kan anvendes for evaluering av miljøytelsen til en produksjonslinje (Faulkner & Badurdeen, 2014). Ifølge Pusavec et al. (2010) er bruk av naturressurser, samt ikke-fornybare ressurser sentrale for å sikre bærekraftig produksjon. For å sikre dette må parametere for råmaterialforbruk, vannforbruk og energiforbruk overvåkes (Faulkner & Badurdeen, 2014).

Råmaterialeforbruksparameter

Energiforbruk og råmaterialeforbruk tilsvarer 50% av kostnadene under produksjon. (Sygulla et al., 2011). De største materialsløsningene i produksjonen er tilknyttet kvantitet som går tapt gjennom fjerningsprosesser som leder til skrapmaterial. Det mest bærekraftige alternativet er å resirkulere skrapet, men enhver form for behandling av material vil kreve energi og andre ressurser, dermed fører dette også til sløsing. Følgelig er det essensielt å inkludere råmaterialeforbruket i en bærekraftig verdistrømanalyse fra et miljø- og økonomisk ståsted (Faulkner & Badurdeen, 2014). Figur 9 illustrerer hvordan råmaterialeforbruket blir visualisert gjennom verdistrømmen.



Figur 9: Visuell presentasjon av råmaterialeforbruk i en bærekraftig verdistrømanalyse (Faulkner & Badurdeen, 2014, s. 13).

Energiforbruksparameter

Energiforbruk er en sentral parameter som må inkluderes i en bærekraftig verdistrømanalyse, da bruk av ikke-fornybare ressurser og utslipp direkte påvirker miljøet. Denne parameteren identifiserer forbruket av energi til hver prosess, samt energiforbruket mellom prosessene i form av transport og lagring. Følgelig fremheves prosesser med høyt energiforbruk for videre analyse og forbedring. Figur 10 illustrerer hvordan dette blir tatt hensyn til i en bærekraftig verdistrømanalyse (Faulkner & Badurdeen, 2014).



Figur 10: Visuell presentasjon av energiforbruk i en bærekraftig verdistrømanalyse (Faulkner & Badurdeen, 2012, s. 14).

Sosialparameter

Bærekraft krever inspeksjon av innvirkninger på det sosiale miljøet ved å hensynta interessenter som er involvert under produksjonsfasen. Med bakgrunn i aktivitetene som vurderes i en bærekraftig verdistrømanalyse vil de mest innflytelsesrike interessentene være ansatte. For å evaluere dette aspektet må risikoer knyttet til de ansattes helse og sikkerhet måles og

kontrolleres regelmessig. Sosialparameterne kan brytes ned i fysisk arbeidsparameter og arbeidsmiljø. Disse sosialparameterne måler arbeidsforholdene og sikkerheten til ansatte, og indikerer eventuelle behov for videre undersøkelse (Faulkner & Badurdeen, 2014).

Fysisk arbeidsparameter

Denne parameteren gir en pekepinn på hvordan det fysiske arbeidet er på arbeidsplassen. Formålet med en fysisk arbeidsparameter er å avdekke utsatte arbeidsoppgaver som krever videre analyse. Den bygger på en fysiskarbeidsindeks (PLI) utviklet av Hollmann et al. (1999) og er en grov måling av fysisk belastning gjennom et spørreskjema. Dette skjemaet kartlegger handlinger med forskjellige kroppsposisjoner og belastninger. Kroppsposisjoner inkluderer kropp, armer og ben i tillegg til belastninger i forskjellige posisjoner. Svarene fra dette spørreskjema danner en fysisk arbeidsindeksscore, som går fra 0 til 56 (Hollmann et al., 1999). Formelen for utregning og spørreskjema er vist i vedlegg A. Indeksen kan vurderes for hver prosess, samt handlinger mellom prosessene. Prosessene kan inkludere flere operatører, dermed er det ifølge Faulkner & Badurdeen (2014) hensiktsmessig å inkludere maksimumsverdi og gjennomsnittsverdi. Prosesser med høy indeksscore kan dermed endres for å danne et bedre arbeidsmiljø (Faulkner & Badurdeen, 2014).

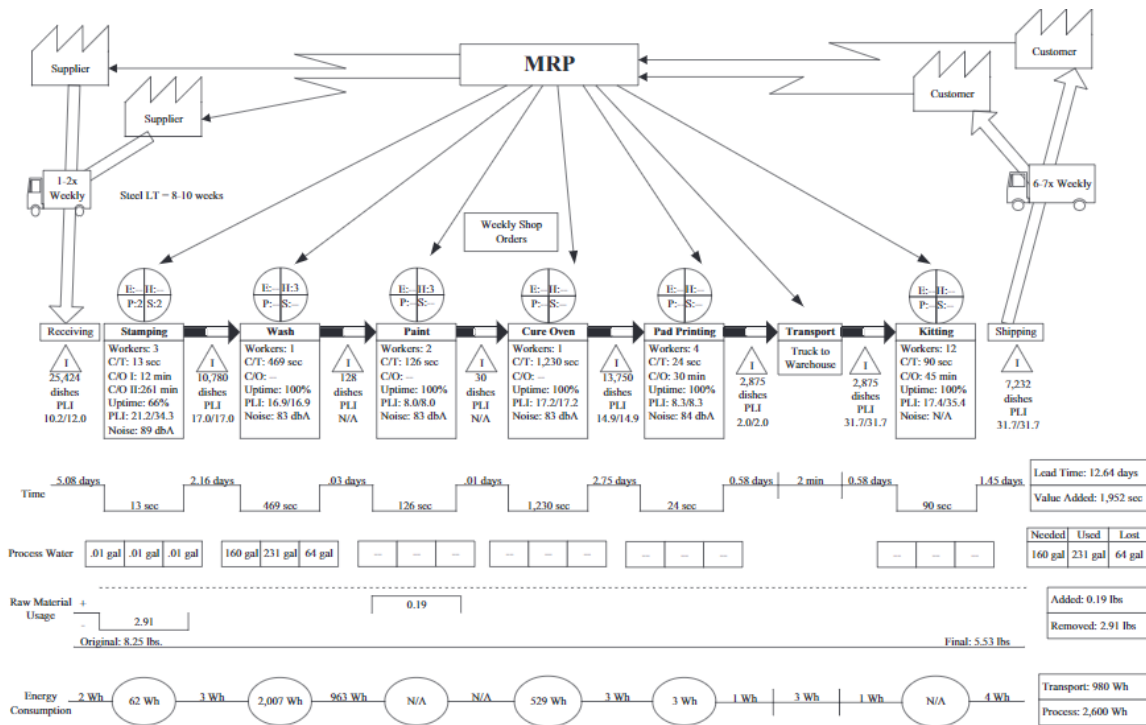
Arbeidsmiljøparameter

Denne parameteren dekker fire risikokategorier: Elektriske systemer (E), Farlige kjemikalier/materialer (H), Systemer under trykk (P), og Komponenter i høyhastighet (S). I tillegg er støynivå inkludert. Disse risikoene blir rangert fra 1 til 5 som vist i tabell 2, og blir angitt for hver potensiell risikokategori som er assosiert med en gitt prosess basert på sannsynligheten og påvirkningen av den aktuelle risikoen (Faulkner & Badurdeen, 2014).

Tabell 2: Risikovurdering av arbeidsmiljø (basert på Faulkner & Badurdeen, 2014, s. 14).

Potensiell operatørrisiko	Forklaring
-	Potensiell risiko eksisterer ikke
1	Risiko eksisterer, men har en lav påvirkning og sannsynlighet til å inntreffe.
2	Risiko er til stede, men har en lav påvirkning og høy sannsynlighet, eller høy påvirkning og lav sannsynlighet for å inntreffe
3	Risiko er til stede, men har en moderat påvirkning og moderat sannsynlighet for å inntreffe
4	Risiko er til stede, men har enten moderat påvirkning og høy sannsynlighet for å inntreffe, eller høy påvirkning og moderat sannsynlighet for å inntreffe
5	Risiko er til stede, men har en høy påvirkning og en høy sannsynlighet for å inntreffe

Risikoen for operatører relatert til støy i en produksjonssituasjon er relativt høy, der enhver støy som overstiger 80dBA setter en operatør i risiko, spesielt hvis de er utsatt for et slikt støynivå over tid. Dermed er det hensiktsmessig å registrere dette i en bærekraftig verdistrømanalyse for å kartlegge ansattes helse og trygghet. I figur 11 er et eksempel på Faulkner & Badurdeen (2014) sitt rammeverk illustrert. Dette rammeverket vil danne basisen for verdistrømanalysen i denne studien.



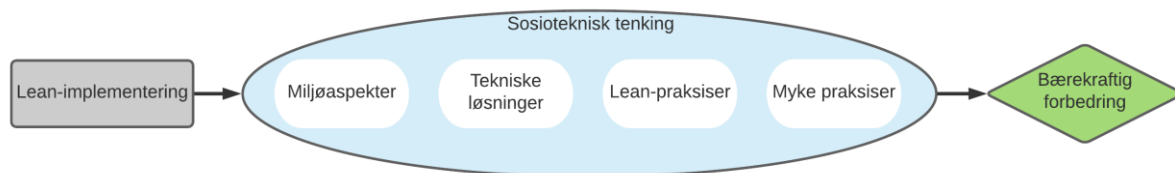
Figur 11: Eksempel på bærekraftig verdistrømanalyse (Faulkner & Badurdeen, 2014, s. 16).

3.4 Teoretisk rammeverk

Denne studien søker å besvare problemstillingen: «Hvordan kan bærekraftige forbedringer oppnås under implementering av Lean-metodologi?» gjennom evaluering av to underliggende forskerspørsmål. For å knytte sammen elementene som er fremlagt i de foregående delkapitlene og besvare forskerspørsmålene har vi utviklet to modeller for å danne ett teoretisk rammeverk som utgjør utgangspunkt for videre analyse.

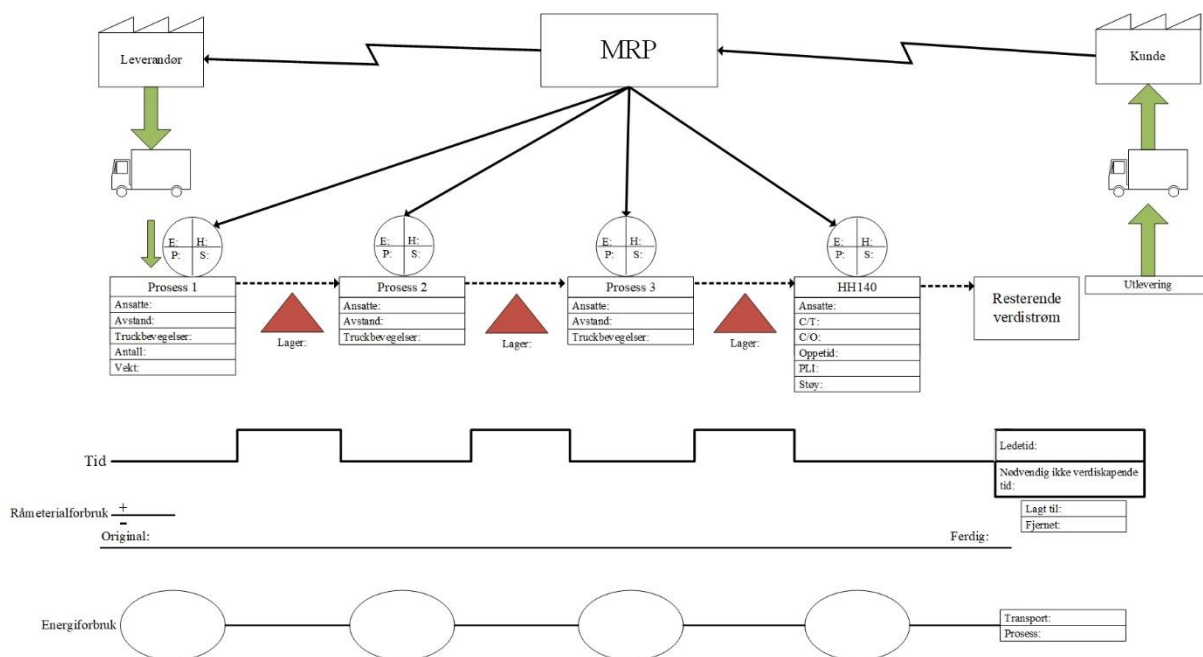
Modellen i figur 12 utgjør grunnlaget for analyse av forskerspørsmålet: «Hvordan kan modul HH140 optimaliseres med hensyn på aspekter som kreves for å oppnå bærekraftig forbedring?», og er en operasjonalisering av sentrale aspekter som fremlegges for å oppnå bærekraftig forbedring. De ulike aspektene fremlagt i kapittel 3 inndeler vi i fire gjensidig avhengige kategorier som må hensyntas gjennom sosioteknisk tenking. Miljøaspekter omhandler hovedmomenter for reduksjon av utslipp, ivaretagelse av naturressurser og forbedret

arbeidsmiljø. Myke praksiser inkluderer elementene som er presentert i delkapittel 3.2 og er avgjørende da de underbygger suksessfull forbedring av de øvrige kategoriene. Lean-praksiser omhandler verktøy og elementer innenfor Lean-metodologien, som blant annet verdistrømsanalyse, Lean-prinsipper, sløsing, osv. Videre er tekniske løsninger alle forbedringer som innebærer tekniske system. Denne modellen er analysert i samspill med empirisk data for å belyse hvilke aspekter som vil lede til bærekraftig forbedring av modul HH140.



Figur 12: De fire kategoriene for bærekraftig forbedring under Lean-implementering.

Verdistrømsanalysen i figur 13 legger grunnlaget for besvarelse av forskerspørsmålet: «Hvordan hensyntar en bærekraftig verdistrømsanalyse aspekter som er sentrale for å oppnå bærekraftig forbedring?». Denne modellen har vi utviklet utfra rammeverket for bærekraftig verdistrømsanalyse fremlagt av Faulkner & Badurdeen (2014). Formålet med modellen er å danne et utgangspunkt for analyse av hvordan en bærekraftig verdistrømsanalyse hensyntar sentrale aspekter innenfor de fire kategoriene fremlagt i figur 12.



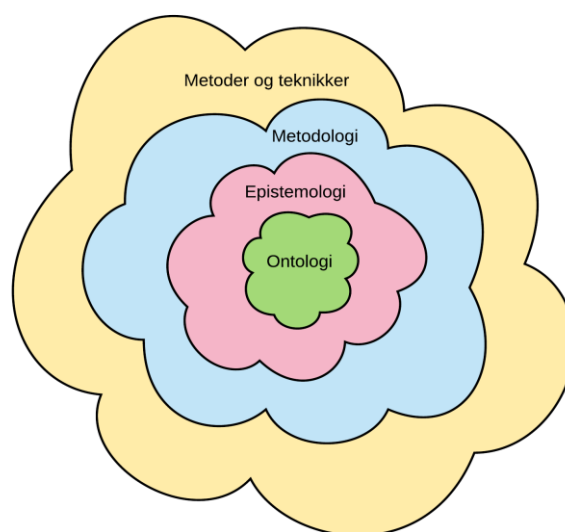
Figur 13: Rammeverket vi har benyttet for vår bærekraftige verdistrømsanalyse i NNH.

4 Metode

Det er i dette kapittelet redegjort for de metodologiske valg som er utført for å besvare problemstillingen og forskerspørsmålene i denne studien. Dette legger grunnlag for etterprøving og forståelse, da det beskriver metodene og det vitenskapelige ståstedet som har ledet til funnene fra den empiriske studien. Gjennom dette kapitlet vil det presenteres ontologisk og epistemologisk posisjon, forskningsdesign, metodologiske valg, validitet og reliabilitet, etikk, samt utfordringer og begrensinger.

4.1 Vitenskapelig ståsted

Busch (2013) og Denzin & Lincoln (2000) trekker frem at alle studier er forankret i forskernes vitenskapelige utgangspunkt og at alle valg henger sammen, der det vitenskapelige ståstedet har betydning for alle de senere metodevalgene. Busch (2013) deler metodevalgene inn i vitenskapsteoretiske utgangspunkt, forskningsdesign, metoder for datainnsamling og metoder for dataanalyse. I likhet med Busch (2013) fremlegger Easterby-Smith et al. (2012) at metodene og teknikkene som anvendes i en studie er avhengig av de mindre synlige metodologiske, epistemologiske og ontologiske valgene og antagelsene. Easterby-Smith et al. (2012) illustrerer dette med en trestamme, der ontologi ligger i kjernen omringet av epistemologi og metodologi, med metoder og teknikker i ytterkanten. Dette er vist i figur 14. Følgelig er det den aktuelle forskeren som kommer med et sett ideer eller rammeverk (teori, ontologi) som spesifiserer et sett med spørsmål (epistemologi) som han eller hun utforsker på en spesifikk måte (metodologi, analyse) (Denzin & Lincoln, 2000).



Figur 14: Oppbygningen av forskningsprosessen (basert på Easterby-Smith et al., 2012, s. 18).

Det er dermed hensiktsmessig å gi innsikt i vårt ontologiske og epistemologiske perspektiv for å klargjøre forhold ved vår bakgrunn som har betydning for forskningen (Johannessen et al., 2016). Ontologi omhandler forutsetninger knyttet til mennesket og våre forestillinger om hvordan verden ser ut, samt virkeligheten og dets eksistens. (Busch, 2013; Johannessen et al., 2016; Eastby-Smith et al., 2012). Målet for denne studien er å utforske områder innenfor Lean som fra starten av 2000-tallet har blitt viet økende grad av oppmerksomhet. Bærekraftighet og de menneskelige myke sidene sett i et Lean-perspektiv er aktuelle og noe vi mener er høyst relevant for at Lean-implementering skal lykkes. Denne studiens fokus er en videreutvikling av dette synet på Lean. Dermed mener vi at vår ontologiske posisjon sammenfaller med ontologisk relativisme, da det omhandler at vitenskapelige lover ikke bare kan bli oppdaget, men også er skapt av mennesker, fordi det finnes mange «sannheter» og fakta avhenger av synspunktet til observatøren (Eastby-Smith et al., 2012). Imidlertid er de harde sidene i Lean fortsatt høyst aktuelle og spiller en sentral rolle for denne studien. Dermed fokuseres det på harmonien mellom harde og myke praksiser, der de harde praksisene kan styrkes og skape høyere plan av kontinuerlig forbedring ved fokus på bærekraft og mennesket. Dette understreker vår ontologiske, relativistiske posisjon, der en viktig del av studien er krysningpunktet mellom mennesket og teknologi.

Det må her nevnes at en relativistisk posisjon krever mange kilder for at resultatene skal ha kredibilitet. Videre kan en relativistisk posisjon gjøre det vanskelig å forene avvikende datakilder som peker på forskjellige konklusjoner (Eastby-Smith et al., 2012). Tatt dette i betraktning vil en relativistisk posisjon kunne akseptere verdien av å anvende et mangfold av datakilder og perspektiver. Det vil skape en generalisering utover det som er utforsket, og studien vil kunne gjennomføres effektivt (Eastby-Smith et al., 2012). Dermed vil vår ontologiske relativistiske posisjon være fordelaktig for denne studien.

Epistemologi omhandler forskjellige måter å undersøke naturen til den fysiske og sosiale verden (Eastby-Smith et al., 2012), samt utviklingen av kunnskap om eksisterende samfunnsforhold (Grønmo, 2004). Dette vil si hva vi egentlig kan vite om virkeligheten, og hvordan man kan gå frem for å anskaffe kunnskap om mennesker og samfunn (Johannessen et al., 2016). Ettersom denne studien bygger på etablerte argumenter og kobler handling til praksis, samt søker å eksperimentere rundt et mangfold av synspunkter innenfor Lean, sammenfaller vår vitenskapelige epistemologiske posisjon med konstruktivismen (Denzin & Lincoln, 2000). Konstruktivisme omhandler at virkelighetssynet ikke er objektivt og eksternt,

men er sosialt konstruert og gitt mening av mennesker. Det fokuserer på måtene mennesker gir verden mening gjennom deling av erfaringer, og er sterkt knyttet til håndtering av de myke sidene innunder Lean (Eastby-Smith et al., 2012). Forskere med denne posisjonen fokuserer på å observere handlinger gjennom studien, ved anvendelse av ustrukturerte, eller semistrukturerte intervjuer for å samle et mangfold data orientert mot unikheten av det som blir studert. En konstruktivistisk tilnærming er dermed ofte kvalitativ av natur (Bougie & Sekaran, 2020). I tillegg vil et relativistisk ontologisk syn i stor grad sammenfalle med epistemologisk konstruktivism (Denzel & Lincoln, 2000).

Denne studien utforsker de harde sidene og de underliggende myke sidene i NNH, med hovedfokus på relativt nye Lean-paradigmer. Det var dermed behov for at virkelighetsoppfatningen, metodene og teorien vi anvendte kunne tilpasses etter disse Lean-paradigmene sett i lys av NNH sine ønsker. En relativistisk og konstruktivistisk posisjon vil derfor være hensiktsmessig for å tilrettelegge for dette. Vi ønsket å skape en optimalisert arbeidsplass i NNH, med hensyn på de tekniske elementene innenfor Lean, og de bærekraftige og myke sidene. Vårt syn er at bærekraftig Lean-implementering er avhengig av at menneskelige aspekter tas hensyn til. Videre er det sentralt for denne studien at Lean kan bidra til forbedret fremtid med fokus på bærekraftig drift. Dette synet gjordet at vi skapte oss et bilde av de ansattes arbeidshverdag, samt hvordan de ser på Lean-prinsipper og implementering. Videre fikk vi innblikk i deres kultur og hvordan læring mellom ansatte foregår. Dette er spesielt viktig ettersom mangel på læring er en betydelig kilde til sløsing i Lean-paradigme. Denne bevisstgjøringen i vår ontologiske og epistemologiske posisjon og dets signifikans i forhold til denne studien, muliggjør å avdekke mindre synlige og bevisste metodologiske valg som er gjort. Det vil dermed gi leseren bedre forståelse for hvordan og hvorfor vi har tatt disse avgjørelsene. De metodologiske valgene er fremlagt i nærmere detalj i de påfølgende underkapitlene.

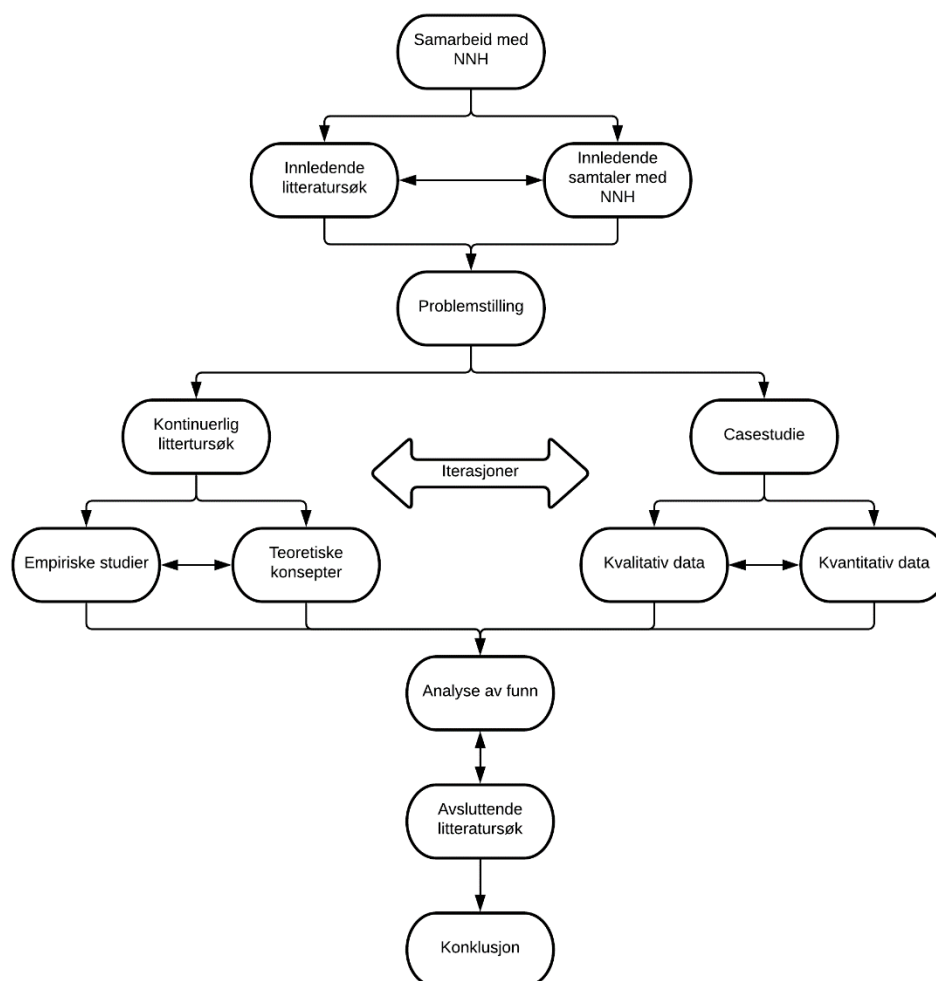
4.2 Forskningsdesign

Det er i denne studien gjennomført empirisk forskning for å sette søkelys på en aktuell problemstilling. Empirisk forskning er et flermetodisk område som gir rom for fleksibilitet og pragmatisk tilnærming etter temaet som utforskes (Befring, 2007). Videre kan ikke problemstillingen i denne studien besvares uten et detaljert innblikk i de unike forholdene som ligger til grunn. Dermed har det vært nødvendig å utforske den unike situasjonen de ansatte operer i (Busch, 2013). Vi har følgelig avgrenset oppmerksomheten til NNH og deres pågående

prosjekt der Lean-metodologi implementeres. Mer spesifikt har vi under forskingen på harde praksiser og miljøaspekter avgrenset studiet til en spesifikk modul i fabrikk. Ved undersøkelse av myke praksiser har det derimot vært et noe bredere søkelys da myke praksiser og kultur ikke er avgrenset for modulen, men kan gjelde for hele organisasjonen. Det har dermed vært avgrenset oppmerksomhet mot én gitt case, da fenomenet som undersøkes må forstås i dens kontekst. Denne studien er således utformet som en casestudie, der det har vært nødvendig å samle inn mye og detaljert data for å forstå og kunne beskrive konteksten i grundig detalj (Johannesen et al., 2016).

Denne enkeltcasestudien har tre analyseenheter: modul HH140, verdistrømmen oppstrøms og organisasjonskulturen (Johannesen et al., 2016). Denne studien er målrettet mot de spesifikke analyseenhetene og er bygget på et teoretisk grunnlag som ble utviklet i takt med etablering av problemstillingen, forskerspørsmål og avgrensingene for studien (Buch, 2013). Vi har brukt en pragmatisk tilnærming, der vi har lagt oss mellom induktiv og deduktiv metode. Dermed valgte vi en abduktiv tilnærming der teorigrunnet i starten av studien ble justert ettersom vi samlet empiri. Videre ble empiriinnsamling justert ettersom teorigrunnet ble videreutviklet og ny litteratur ble inkludert. Denne fleksible tilnærmingen har utviklet vår forståelse for teorien og det empiriske fenomenet som er undersøkt. Den er godt tilpasset casestudier da den kontinuerlig konfronterer teori med empiriske funn (Dubois & Gadde, 2002). Målet for studien ble bestemt gjennom samtaler med aktører fra NNH og problemstillingen ble deretter utviklet basert på etablert litteratur og det overordnede målet for prosjektet. Casestudier er relativt fristilte i henhold til valg av metoder for innsamling av data. Det kan med fordel brukes en kombinasjon av kvalitative og kvantitative metoder for å gi mye og detaljert data (Yin, 2013). De anvendte metodene for datainnsamling er presentert i delkapittel 4.3.

Casestudier har flere svakheter sammenlignet med andre forskningsdesign. Overførbarheten svekkes ved at studien begrenses til en spesifikk kontekst. Videre produserer de store mengder data, og dette kan resultere i motstridende informasjon der forskere kan tolke det i den retningen de ønsker (Eastby-Smith et al., 2012). Dette fremhever viktigheten av transparens gjennom studien, der metodiske valg beskrives i detalj. Dette inkluderer proporsjonene for studien, analyseenhetene, koblinger mellom data og proporsjonene, samt prosedyrer for tolkning av data. I figur 15 er forskningsdesignet for denne studien beskrevet. Her vises tydelig de iterative prosessene som har preget litteratursøket og casestudiet.



Figur 15: Forskningsdesignet for denne studien.

4.3 Datainnsamling

Data er bearbeidet, systematisert og registrert informasjon med sikte på bestemte analyser. Denne systematiseringen og registreringen foretas med ulike typer data, der distinksjonen mellom kvantitative og kvalitative data er spesielt viktig (Grønmo, 2004). Kvantitativ data omhandler skalerbar informasjon, og blir ofte innsamlet gjennom spørreundersøkelser, mens kvalitative data omhandler data i form av ord, og blir samlet gjennom intervjuer, observasjoner, tilgjengelig informasjon fra kilder på internett, o.l. (Bougie & Sekaran, 2020). Innsamlet data er i noen grad avhengig av forforståelsen og oppfatningen man har av virkeligheten, der data kan tolkes ulikt basert på hvilken forforståelse forskeren har (Johannessen et al., 2016). Basert på denne studiens problemstilling, forskerspørsmål, forskningsdesign og begrensninger, samt vår relativistiske og konstruktivistiske posisjon, ble det dermed valgt å hovedsakelig benytte kvalitativ datainnsamling.

I denne studien var det ønskelig å utforske ansatte i NNH, for å danne en forståelse av deres arbeidsmetodikk, handlingsmønstre, tanker og verdier. Dermed passet kvalitativ metode for datainnsamling godt, ettersom det muliggjorde å få fylldige besvarelser fra relevante kilder, der den innhentede dataen var detaljert og belyste problemstillingen og forskerspørsmålene fra flere vinkler (Johannessen et al., 2016). I tillegg vil kvalitative undersøkelser danne fleksibilitet i studiens metodiske opplegg. Dette muliggjorde at det metodiske opplegget kunne endres i løpet av datainnsamlingen, der det kan tilpasses nye erfaringer underveis. Basert på dette fleksible designet og dets evne til å komme nærmere kildene var det gunstige muligheter for relevante tolkninger. Datainnsamlingen kan dermed styres for at informasjonen blir mest mulig dekkende med hensyn til studiens problemstilling og forskerspørsmål (Grønmo, 2004). Det var spesielt gunstig ettersom dette er en casestudie som følger et abduktivt design, der fleksibilitet er sentralt for å kunne besvare problemstillingen og forskerspørsmålene. Til tross for fordelene, kan en slik fleksibilitet også være problematisk. Hvis opplegget blir endret mye underveis kan det lede til at forskeren mister utgangspunktsperspektivet for undersøkelsen, samt systematikken som dannet grunnlaget for det metodiske opplegget. Det kan også medføre at tolkningene blir lite entydige og får begrenset gyldighet (Grønmo, 2004).

For å håndtere disse utfordringene er det dermed viktig at forskeren har en viss struktur over datainnsamlingen, der fleksibiliteten som kvalitative metoder tilfører kun fungerer som et verktøy for å fordype dataen fra kildene og håndtere endringer som kan oppstå underveis (Tracy, 2013). I tillegg har vi anvendt en kvantitativ spørreundersøkelse for å anskaffe tilleggsdata for enkelte underliggende aspekter vedrørende arbeidshverdagen til NNH sine ansatte. Dette vil ifølge Grønmo (2004) styrke undersøkelsen og gi studien større grad av struktur. De neste underkapitlene fremlegger den kvantitative og de kvalitative metodene for datainnsamling som er anvendt i denne studien.

4.3.1 Dokumentstudie

I denne studien ble en kvalitativ dokumentstudie gjennomført for å systematisk gjennomgå dokumenter. Dermed ble relevant data for problemstillingen og forskerspørsmålene identifisert. Grønmo (2004) fremlegger at dette er en hensiktsmessig metode for å danne datagrunnlaget for enhver studie, samt finne de underliggende forholdene som skal studeres. I tillegg muliggjør denne metoden at problemstillingen og forskerspørsmålene kan bli bedre belyst etter hvert som flere tekster studeres, analyseres og tolkes. Dette ga økt forståelse av hvilke dokumenter som var relevante og hensiktsmessige for studien (Grønmo, 2004). Dokumentene i denne studien

forelå som tekst, bilder, analyser, lyd og videoer. De fungerte som sekundærkilder der de bygget opp og skapte dypere forståelse rundt problemstillingen og forskerspørsmålene. Majoriteten av disse dokumentene ble anskaffet gjennom samarbeidet med NNH, der vi forespurte om informasjon som kunne gi oss forståelse for underliggende faktorer tilhørende modul HH140. Vi fikk tilgang til blant annet bilder over fabrikkene, dokumenter som inneholdt informasjon knyttet opp mot risikoer, samt teknisk data vedrørende området i modulen og arbeidsmiljøet til de ansatte. I tillegg fikk vi videoer som ga oss forståelse for fabrikkområdet og hvordan arbeidet rundt modul HH140 fungerer. Denne informasjonen var spesielt viktig ettersom vi ikke hadde mulighet til å observere dette fysisk grunnet Covid-19 situasjonen. Det ga dog noen begrensninger som presenteres i dypere detalj i delkapittel 4.7.

Grønmo (2004) fremlegger at relevansvurdering av dokumenter utgjør en sentral del av systematisering og gjennomgang av dokumenters innhold under datainnsamlingen. Det må utføres kildekritiske og kontekstuelle vurderinger, hvor dokumentene sees i sammenheng med andre kilder og i lys av foreliggende kunnskaper. Videre må dokumentene betraktes med hensyn til den bakenforliggende konteksten for å tolke og forstå innholdet (Grønmo, 2004). Vi gjennomgikk de fleste innsamlede dokumentene med representanter fra NNH for å få økt grad av kontekst og dypere innsikt i NNH. Dette ga oss dermed forståelse for sammenhengen mellom NNH sine foregående optimaliseringsprosjekter og denne studiens undersøkelse. Ved å utføre dokumentstudien på denne måten unngikk vi en del av problemene Grønmo (2004) fremlegger ved datainnsamling, som feiltolkning, begrenset kildekritikk og snevert perspektiv.

4.3.2 Litteratursøk

For å danne det teoretiske grunnlaget for denne studien gjennomførte vi kontinuerlig litteratursøk. Ved å kritisk gjennomgå tidligere litteratur omhandlende Lean, myke praksiser, prosessoptimalisering og bærekraftig forbedring kunne vi balansere teoriene og metodene brukt, samt erkjenne innsikt og styrker i disse tekstene. Denne innsamlingen og gjennomgåelsen bidro til å belyse problemstillingen og forskerspørsmålene, samt identifisere eventuelle kunnskapshull i foregående litteratur (Easterby-Smith et al., 2012). For å danne en sterk teoretisk grunnmur gjennomførte vi litteratursøk med en abduktiv tilnærming. Denne tilnærmingen muliggjorde at vi kunne justere og raffinere det teoretiske grunnlaget gjennom studien basert på nye empiriske funn. Dette åpnet for refleksjon og holdt oss oppdatert på litterære verker omhandlende Lean (Easterby-Smith et al., 2012).

Før innsamlingen av litteratur ble gjennomført, dannet vi en generell strategi for hvilke temaer vi mente var relevante for studien. Dette ble gjennomført via kartleggingssamtaler med veileder og kontaktpersonene fra NNH. Disse samtalene medførte at vi ble mer reflekterte rundt informasjonen vi trengte, samt fokuserte litteratursøkene for å finne mer relevante artikler og fagbøker. Alle relevante artikler og fagbøker ble kritisk undersøkt for å sikre at informasjonen de inneholdt var tilfredsstillende for å belyse problemstillingen og forskerspørsmålene (Easterby-Smith et al., 2012). Dette ble gjort ved å studere innholdet og undersøke om journalene artiklene er publisert i, holder tilstrekkelig vitenskapelig nivå i henhold til Norsk senter for forskningsdata (NSD) sine standarder.

Datainnsamlingen i litteratursøket ble gjennomført ved bruk av et mangfold kilder. Disse kildene inkluderer Google Scholar, Oria, Web of Science, Universitetsbiblioteket i Agder og veileder. For å spare tid og redusere informasjonsmengden dannet vi et utvalg søkeord for å snevre søket og gi mer relevante artikler og fagbøker. Disse søkeordene ble kombinert med søkestrenger som AND, OR og NOT, samt kildenes egne raffineringssinnstillinger. Dette ga et forbedret fokus under litteratursøket og hindret at unødvendige artikler fremkom (Easterby-Smith et al., 2012). Alle artiklene og bøkene vi samlet ble organisert og systematisert fortløpende i det digitale verktøyet Nvivo 12. Dette ga struktur og ryddighet i en omfattende bibliografi, samt en arena for videre analyse gjennom koding av informasjonen. Dette vil ifølge Easterby-Smith et al., (2012) sikre at det ikke brukes unødvendig tid etter litteratursøket for å finne igjen kilder, og vil gjøre det lettere for forskeren å gjennomgå litteratur på nytt for å høyne refleksjonen av innholdet i studien. Analysen og kodingen av litteratursøket ved bruk av Nvivo 12 er fremlagt i delkapittel 4.4.

4.3.3 Intervju

For å samle inn data utover informasjonen vi fikk fra dokumentene ble det valgt å utføre ni separate, semistrukturerte, kvalitative intervjuer. Ved å anvende kvalitative intervjuer fikk vi en fleksibel tilnærming til datainnsamlingen, der informantene hadde større frihet til å uttrykke seg. Dette ga et mer nyansert bilde av praksisen innenfor NNH. Intervjuene ble holdt én-til-én da denne studien har fokus på underliggende myke praksiser. Vi ønsket dermed fyldige og detaljerte forklaringer av informantenes forståelser, følelser, erfaringer, oppfatninger, meninger, holdninger og refleksjoner knyttet opp mot studiens problemstilling og forskerspørsmål, uten ytre påvirkning (Johannessen et al., 2016). I tillegg sammenfalt denne metoden godt med den ontologiske og epistemologiske posisjonen vi har. Vi fikk med det

mulighet til å utforske casestudiet i dypere detalj, med en fleksibel og åpen tilnærming (Easterby-Smith et al., 2012). Det ble avgjort å intervju ni personer i studien, ettersom vi hadde et begrenset tidsrom for gjennomføringen. Ifølge Johannessen et al. (2016) skal utvalget være nok til å belyse problemstillingen og til ingen ny informasjon fremkommer. Gjennom samtaler med kontaktpersonene fra NNH, samt veileder kom vi frem til at metningspunktet og mest hensiktsmessig antall var ni informanter, da utvalget representerte informanter fra nøkkelatdelingene for studien.

For å etablere større forståelse av informantenes bruk, oppfatning og håndtering av Lean-prinsipper, samt belyse hvordan Lean påvirker deres hverdag, benyttet vi oss av semistrukturerte intervjuer. Ved å anvende slike intervjuer kunne vi følge en intervjuguide som utgangspunkt, mens vi varierte i temaer, spørsmål og rekkefølge. Det ga informantene større grad av frihet og de kunne dermed formulere svarene med egne ord, der vi hadde mindre innvirkning på hvordan de svarte. Dette resulterte i mer utfyllende svar som belyste Lean-kulturen til NNH i høyere grad. Det kan dog oppstå utfordringer knyttet til de åpne spørsmålene, der variasjon i informantenes forklaringer kan gjøre det utfordrende å strukturere dataen. For å motvirke dette spurte vi de samme spørsmålene til alle informantene som tilhørte samme avdeling, samtidig som vi beholdt den graden av fleksibilitet i spørsmålsformuleringen, vi mente var nødvendig (Johannessen et al., 2016). Ved å utføre intervjuene på denne måten kunne informantene komme med ytterligere informasjon utover hovedpunktene i intervjuguiden. De semistrukturerte intervjuene bidro dermed til dypere forståelse, samt avdekning av mindre synlige forhold som ikke ville blitt belyst uten denne fleksible og åpne metoden.

De ni intervjuene ble inndelt i fem separate, semistrukturerte, fokuserte intervjuer og fire separate, semistrukturerte dybdeintervjuer. De fokuserte intervjuene ble holdt med tre operatører med tilknytning til modul HH140, samt en truckfører og en logistikk koordinator i logistikkavdelingen. Det ble avgjort å holde korte fokuserte intervjuer med denne gruppen, ettersom de avdelingene de tilhører er preget av høy intensitet og de var kun tilgjengelig i 30 minutter av gangen. Intervjuene ble gjennomført etter vi hadde avgrenset temaene gjennom feltsamtaler med kontaktpersonene fra NNH. Dermed kunne vi gå direkte i dybden av det aktuelle fenomenet og ta hensyn til den begrensede tiden informantene hadde tilgjengelig (Tjora, 2017). Disse fokuserte intervjuene ga tilstrekkelig innsyn i arbeidshverdagen til de ansatte, samt at den direkte fremgangsmåten ga dypere innsikt i hovedområdene for denne studien og hvordan implementeringen av Lean påvirker de enkelte.

For å belyse nyanser i NHH, samt anskaffe informasjon på en overordnet basis supplerte vi de fokuserte intervjuene med semistrukturerte dybdeintervjuer. Dybdeintervjuene ble hovedsakelig forbeholdt ansatte i lederstillinger, henholdsvis i logistikk og produksjon. Ved å anvende dybdeintervjuer på dette utvalget ble kompleksitet, latente forhold og synergier innad i NNH belyst (Johannessen et al., 2016).

Hensikten med de kvalitative intervjuene var å etablere kunnskap om hvordan Lean blir anvendt, opplevd og utført, hva slags meninger, holdninger og refleksjoner de ansatte i NNH har rundt Lean-implementering, samt hvordan NNH kan gjennomføre bærekraftige forbedringer. Den strategiske utvelgelsen av disse informantene hadde dermed et klart mål, der snøballmetoden ble anvendt for å rekruttere relevante deltakere (Johannessen et al., 2016). Via en kontinuerlig dialog med våre kontaktpersoner i NNH ble vi satt i direkte kontakt med relevante informanter, noen av disse informantene satt oss videre i kontakt med andre nøkkelpersoner med relevant informasjon. Denne metoden sikret at informantene hadde relevant bakgrunn og kunnskap som bidro til å besvare problemstillingen og forskerspørsmålene (Johannessen et al., 2016). Informasjon om informantene er vist i tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over informanter fra semistrukturerte intervju.

Informant	Stilling	Ansvarsområde
Leder 1	Skiftleder	Armeringsmaskinene og spolerommene
Leder 2	Hovedverneombud	Verneombud for NNH /tidligere operatør på bl.a. HH140/142
Leder 3	Prosessingeniør	Armeringsmaskinene og spolerommene
Leder 4	Logistikkleder	Logistikkavdelingen
Ansatt 1	Operatør	Tårn 340/ tidligere HH140/142
Ansatt 2	Operatør	HH140/142
Ansatt 3	Operatør/BAS	Trekkeriområde/sporadisk HH140/142
Ansatt 4	Truckfører	Transport av varer utenfor fabrikkbygg
Ansatt 5	Logistikk koordinator	Varemottak

For å anskaffe relevant informasjon utviklet vi tre intervjuguiden for de respektive avdelingene. Disse intervjuguidene er forankret i problemstillingen og forskerspørsmålene, mens hver enkelt intervjuguide ble tilpasset bakgrunnen til informantene og inneholdt stort sett åpne spørsmål (se vedlegg B, C og D).

Intervjuguiden for operatørene og truckføreren er rettet mot dagligdags drift, samt erfaringer og holdninger de har rundt arbeidshverdagen deres, mens intervjuguiden for lederne omfatter den helhetlige oppfatningen de har om implementeringen av Lean og dets påvirkning på NNH. Intervjuguidene for truckføreren og operatørene startet innledningsvis med å snakke om studiens hensikt og tema, samt enkle spørsmål rettet mot deres stilling og ansvarsområde. Hensikten med dette var å danne en uformell atmosfære og en naturlig overgang til resten av intervjuet. Dette ble etterfulgt av nøkkelspørsmål der vi gikk dypere inn i hver informants perspektiv og erfaringer rundt deres arbeidshverdag. Disse spørsmålene er utformet slik at informantene kunne reflektere over deres arbeidsmetode for å avdekke underliggende faktorer, noe som økte kvaliteten av besvarelsen drastisk. Avslutningsvis ble intervjuet avrundet med spørsmål for å oppklare i eventuelle uklarheter, og for å åpne opp for temaer som ikke ble belyst av intervjuguiden (Johannessen et al., 2016).

Intervjuguiden for ledelsen var i stor grad utformet etter samme struktur, men da disse informantene hadde mer tid å avsette for intervju, gikk vi mer i dybden på nøkkelspørsmålene. I tillegg var spørsmålene mer fokusert på bærekraft og oppfattelsen av Lean i NNH. Dette ga flere nyanser og bidro til å dekke informasjonsbehovet til studien ytterligere (Grønmo, 2004). For å motvirke eventuell påvirkning på informantenes svar la vi opp til spørsmål som ikke var ledende, og jobbet systematisk for å etablere en nøytral og passende kommunikasjonsform (Grønmo, 2004). Videre forhørte vi oss med veileder for å sikre at intervjuguidenes kvalitet var tilfredsstillende.

Under intervjuene ble det benyttet lydopptak for å sikre at all informasjon informantene delte ble ivaretatt. Lydopptak sikret også at ordlyden til informantenes forklaringer ikke gikk tapt og forebygget feiltolkning. Ved å anvende lydopptak kunne vi fokusere på selve intervjuet, da vi hadde tilgang til opptaket på et senere tidspunkt, der vi kunne høre på samtalen uten ytre påvirkning. Dette kan ifølge Easterby-Smith et al. (2012) forsterke og øke kvaliteten av informasjon som ekstraheres fra intervjuer. Før intervjuene sendte vi ut et informasjonsskriv utviklet i samsvar med retningslinjer fra NSD, se vedlegg F. Dette inneholdt informantenes

rettigheter i forhold til personvern, hensikten med studien, samt hvor lydopptakene skulle lagres, hvordan de skulle anvendes og når de skulle bli slettet. I tillegg informerte vi informantene om dette muntlig før vi startet intervjuet og spurte om tillatelse for lydopptak. Intervjuene fra lydopptakene ble senere transkribert og analysert, dette er gjennomgått i nærmere detalj i delkapittel 4.4.

Intervjuene ble gjennomført ved bruk av Microsoft Teams. Ideelt sett ville vi gjennomført de personlig, men grunnet komplikasjoner og restriksjoner som følge av Covid-19 ble all form for kommunikasjon gjennomført via Teams. Ifølge Easterby-Smith et al. (2012) kan intervjuer som blir holdt over telefon skape distansering og høyere grad av motstand hvis man ikke har møtt informantene før. For å forhindre dette anvendte vi videokonferanse slik at informantene fikk ansikter å knytte samtalen opp mot, samt at det muliggjorde å se kroppsspråk. I tillegg la vi ned forarbeid for å danne tillitt og ufarliggjøre intervjuene. Dermed så vi ikke på denne løsningen som betydelig hemmende for datainnsamlingen.

4.3.4 Feltsamtale

Før og etter de kvalitative intervjuene anvendte vi uformelle samtaler med våre kontaktpersoner i NNH, og andre informanter fra avdelinger tilknyttet modul HH140. I disse samtalene hadde vi en uformell tilnærming og relativt løs struktur. Hensikten med dette var å få høyere innsikt i NNH for å danne datagrunnlaget for de mer strukturerte intervjuene, samt mer kunnskap rundt de ansattes arbeidshverdag. Samtalene hadde en del likheter med feltsamtaler som ofte er uforutsigbare og krever improvisasjon og fleksibilitet, de kan dermed inspirere nye retninger for studier. Interaksjonen mellom oss og informantene ga ytterligere kunnskap for å belyse problemstillingen og forskerspørsmålene. Det ga i tillegg svar på mer underliggende sentrale spørsmål som vi ikke hadde hensyntatt. Feltsamtaler er som oftest spontane og lite planlagte, men kan bli initiert og målstyrt med en bevisst strategi for å framskaffe relevant informasjon (Buvik et al., 2020).

På grunn av Covid-19 var vi underlagt restriksjoner som gjorde at det ikke var mulig å observere og initiere samtaler i felten. Dermed ble møter i Microsoft Teams anvendt for å dra nytte av fordeler tilsvarende feltsamtaler. Via disse samtalene fikk vi innsikt i synspunkter som fremkom gjennom uformell prat. I tillegg muliggjør feltsamtaler at informanter føler seg mer velkomne og åpne for å dele informasjon som ikke fremtreder under tradisjonelle intervjuer. Feltsamtalene avdekket latente forhold rundt bruken av Lean i NNH, samt hvordan

informantene oppfattet modul HH140 med tanke på ytelse, bærekraft og sikkerhet. Det skal dog sies at feltsamtaler har noen svakheter, bl.a. ved at informanter kan være mer åpne og pratsomme som leder til informasjon som ikke er relevant. Videre kan det oppstå skjevheter som følge av at informanter som deler vårt syn blir vektlagt i større grad (Buvik et al., 2020). For å motvirke dette var vi observante på hvem vi snakket med og hvor mange ganger, samt at vi holdt samtalene med en viss baktanke for å forsikre oss om at informanten holdt seg mer eller mindre til tema.

4.3.5 Workshop

I starten av studien ble det avholdt workshop med kontaktpersonene fra NNH. Denne workshopen hadde til formål å kartlegge verdistrømmen i høyest mulig grad. Workshopen varte i to timer, der vi først snakket løst om studien, etterfulgt av dypere samtale for å kartlegge truckenes kjøreruter, samt materialflyten fra råvaren ankommer fabrikken til det er i bruk på modul HH140. Innsikt i fabrikkens material- og informasjonsflyt ble anvendt i vår kartlegging og ga forståelse for hvilken informasjon som var nødvendig i den videre kartleggingen. Det ble i tillegg avdekket hvilke informanter som utgjorde et naturlig startpunkt for intervju og samtaler senere i studien.

4.3.6 Spørreundersøkelse

For å få adekvat data for den bærekraftige verdistrømanalysen dannet vi en prekodet spørreundersøkelse. Denne spørreundersøkelsen er vedlagt i vedlegg A og er basert på en undersøkelse av fysisk arbeidsindeks utviklet av Hollmann et al. (1999). Ved å utlede spørreundersøkelsen basert på en etablert undersøkelse vil det forsikre at innsamlet data er i høy grad valid og pålitelig. Videre er spørreundersøkelsen prekodet og det ble dermed enklere for respondentene å besvare den på relativt kort tid. Ulempen med slike spørreundersøkelser er at de ikke fanger opp informasjon utover de registrerte svarene (Johannessen et al., 2016), men siden hensikten kun var å få en pekepinn på ansattes belastning i arbeidshverdagen anså vi ikke dette som et problem. I tillegg anvendte vi kunnskapen fra spørreundersøkelsen til å gå i dypere detalj under intervjuene og samtalene, for å avdekke eventuelle forhold som ikke ble belyst av undersøkelsen. For å skape høyere forståelse og fjerne mistolkninger vedla vi figurerer i undersøkelsen som illustrerte aktuelle bevegelser (Johannessen et al., 2016). Spørreundersøkelsen ble kun sendt til operatører, ettersom det var deres arbeidshverdag vi ville kartlegge. Den ble utviklet i Google Skjemaer og tilsendt informantene via mail med

informasjon angående dens formål og oppbygning. Alle svarene ble anonymisert, den eneste informasjonen som ble samlet var hvilken avdeling respondentene tilhørte.

4.4 Dataanalyse

Gjennom studien er data analysert parallelt med innsamlingen for å kontinuerlig danne en større og helhetlig forståelse av problemstillingen og forskerspørsmålene (Grønmo, 2004). En vesentlig del av analysen bestod av å tolke den innsamlede dataen for å belyse underliggende sammenhenger og temaer som er relevante for studien (Johannessen et al., 2016). Mesteparten av dataen forelå i form av tekst. Dette bestod av vitenskapelige artikler, dokumenter, transkriberte intervjuer og notater. Hensikten med analysen var å avdekke generelle og typiske mønstre i materialet. For å avdekke sentrale aspekter og samsvarende temaer, ble dataen grundig gjennomgått parallelt med erfaringsgenerering. Dette muliggjorde at datamaterialet kunne bearbeides i vår bevissthet for så å indentifisere ytterligere mønstre. Dermed ble vår forståelse for sentrale empiriske mønstre rundt det studerte fenomenet forsterket gjennom en iterativ prosess med refleksjon og analyse (Grønmo, 2004). Ofte er datamateriale i kvalitative studier omfattende, komplekse og uoversiktlige. Det var dermed behov for å forenkle og sammenfatte innholdet i tekstene, for å danne en enklere oversikt over de sentrale tendensene i materialet (Grønmo, 2004).

Oversikt og forenkling ble etablert ved å anvende en tematisk analyse, der sentrale temaer ble kodet og kategorisert for å belyse problemstillingen og forskerspørsmålene. Ved å anvende en tematisk analyse var vi relativt fleksible i kodingen, og repeterende mønstre og nøkkelegenskaper ble avdekket ved å søke gjennom innsamlet data (Braun & Clarke, 2006). Vi gjennomførte tematiseringen ved å anvende det digitale verktøyet Nvivo 12. Bruk av et slikt digitalt verktøy vil ifølge Grønmo (2004) øke analysens kvalitet og tillate omorganisering av datamaterialet underveis. Alt datamaterialet ble opplastet i Nvivo 12 og kategorisert i mapper med hensyn til hvilke data filene inneholdt. I førsteomgang gjennomførte vi en åpen koding, der vi bestemte hvordan tekstene skulle inndeles i meningsfylte dataelementer og hvilke stikkord som skulle tilhøre hvert element. Dette la grunnlaget for kategoriseringen, der vi gjennomgikk kodingen for å se repeterende mønstre og fenomener med bestemte felles egenskaper (Grønmo, 2004).

Det var hovedsakelig vitenskapelige artikler som la grunnlaget for kategoriseringen, der vi dannet generelle kategorier basert på teori som kunne belyse problemstillingen og forskerspørsmålene. Etter hvert som studien pågikk, supplerte vi med data fra transkriberte intervjuer, dokumenter fra NNH og notater. Via denne prosessen kunne vi bearbeide kategoriseringen i høyere grad og reflektere over innholdet. Dermed kunne vi gjøre løpende vurderinger om hvilke kategorier som var mest fruktbare og relevante i henhold til problemstillingen og forskerspørsmålene (Grønmo, 2004). Gjennom denne prosessen systematiserte vi kodingen over tid og etablert et bedre grunnlag for avklaring av innholdet i kategoriene. Den systematiske kodingen sett i sammenheng med bearbeidede meningsfylte kategorier, resulterte i en forenkling av det komplekse materialet, samt dannet en høyere grad av oversikt over relevante og informative mønstre. I tillegg ble det i løpet av dataanalysen lagt økende vekt på studiens problemstilling, forskerspørsmål, teoretiske perspektiver, samt den abduktive fremgangsmåten (Grønmo, 2004). Dette ga høyere grad av kvalitet og tillot oss å utforske egne perspektiver under analysen.

4.5 Validitet og reliabilitet

Det er i denne studien hovedsakelig anvendt kvalitative metoder for datainnsamling, med unntak av ett spørreskjema. Kvalitative metoder har begrensinger når det kommer til validitet og reliabilitet. Reliabilitet og validitet betegnes som troverdighet, styrke og kvalitet i kvalitativ forskning, der validitet og reliabilitet styrkes ved å eliminere bias og øke sannferdighet om det fenomen som er undersøkt i studien (Golafshani, 2003).

Reliabilitet (pålitelighet) er tilknyttet nøyaktigheten av data, hvilke data som er brukt, måten det er samlet på og hvordan de er bearbeidet. Det er i denne studien i stor grad blitt brukt ustrukturerte datainnsamlingsteknikker, og observasjonene gjort gjennom intervjuene, feltsamtalene og workshopene, er klart verdiladede og kontekstavhengige. Videre har våre tidligere erfaringer og subjektive meninger påvirkning på hvordan vi tolker data. Dette gjør det umulig for en annen forsker å duplisere forskningen gjennomført i denne studien (Johannesen et al., 2016). Dette utgangspunktet setter begrensinger til studiens reliabilitet og fremhever viktigheten av tiltak for å øke denne. Johannesen et al. (2016) fremlegger at ved kvalitativ forskning kan reliabiliteten styrkes ved å gi inngående beskrivelse av konteksten for studien. Da denne studien er utformet som en casestudie, har konteksten blitt beskrevet i detalj, dette er nødvendig under casestudier og har bidratt til å øke reliabiliteten. Videre har det vært fokus på åpenhet i studien, der fremgangsmåten er detaljert beskrevet gjennom metodekapitlet. Vi har

gjennom studien anvendt en forskningsdagbok, her ble alle valg, handlinger og refleksjoner nedskrevet etter dato. Dette opprettholdt sammenheng mellom studiens mål, design og metoder (Noble & Smith, 2015). Spørsmålene i intervjuguidene er også inkludert som vedlegg for å gi leser innsikt i hvilke spørsmål som har ledet til dataen som presenteres. Det må her trekkes frem at intervjuene var semistrukturerte og det ble brukt oppfølgingsspørsmål utenfor intervjuguiden.

Riege (2003) skiller mellom tre former for validitet under casestudier, intern validitet, ekstern validitet og begrepsvaliditet. Det er dog i kvalitativ forskning spredte meninger angående hvilken terminologi som er passende (Morse et al., 2002; Johannesen et al., 2016). Dermed fant vi det dekkende å kun skille mellom intern (troverdighet) og ekstern (overførbarhet) validitet grunnet studiens omfang. Intern validitet omhandler i hvilken grad våre fremgangsmåter og funn reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten. Den kan økes gjennom vedvarende observasjon, noe som innebærer å investere tilfredsstillende tid til å etablere forståelse for casen. Dette bygger på at det er vanskelig å forstå ett fenomen uten å kjenne til konteksten (Johannesen et al., 2016).

Vi var i denne studien begrenset av tidsrammen for oppgaven, dette ga begrenset tid til å fordype oss grundig i industrien og prosesser i NNH som faller utenfor det spesifikke fokuset. Ved å undersøke enda flere analyseenheter kunne det blitt avdekket forhold som har en direkte eller indirekte virkning på dataen som er samlet. En lengre tidsramme ville også gjort det mulig å intervju informanter flere ganger, for å kartlegge hvordan deres erfaringer og meninger endres over tid. Vi hadde lite foregående erfaring innen industrien NNH opererer i, dermed måtte mye tid avsettes til å forstå konteksten grundig. Imidlertid har det medført at vi i mindre grad har etablerte subjektive meninger innenfor industrien som kunne påvirket våre observasjoner og inntrykk. Da studiens forskningsdesign åpnet for bruk av flere metoder for datainnsamling, har vi benyttet oss av metodetriangulering for å øke den interne validiteten til studien (Johannesen et al., 2016). Videre ble intervjuene tatt opp med lydopptak, dette ble gjort for å sikre at forklaringer og ordlyd ikke gikk tapt under transkribering, disse tiltakene medfører økt intern validitet (Noble & Smith, 2015).

Denne studiens eksterne validitet omhandler hvorvidt det har blitt etablert beskrivelser, begreper, fortolkninger og forklaringer som kan gi nytteverdi i andre lignende fenomen

(Johannesen et al., 2016). Denne casestudien tar kun for seg én enkelt case, dermed har ikke studien inkludert perspektiver fra andre kontekster, noe som reduserer overførbarheten. Vi mener likevel at de tilegnede erfaringene fra den bærekraftige verdistrømsanalysen kan overføres til andre kontekster. Det må dog presiseres at erfaringene er basert på konteksten som er beskrevet i denne studien, og dette må dermed tas høyde for. Videre har empirisk data blitt sett i sammenheng med eksisterende litteratur. Dette har tydeliggjort bidrag og generalisert det som ligger innenfor konteksten og begrensningene for denne studien (Riege, 2003).

4.6 Etikk

Det er under forskningsprosjekt viktig å ta hensyn til forskningsetiske spørsmål. Dette inkluderer informert samtykke, konfidensialitet og forskningens mulige konsekvenser for individer og grupper (Busch, 2013). I denne studien har det blitt behandlet empirisk data fra personer gjennom ulike metoder. Det er dermed viktig å sikre at integriteten til personene bevares og at de samtykker til deltakelse. Personene som er inkludert i denne studien ble kontaktet og tilsendt et informasjonsskriv. Her ble deres rettigheter presentert, og de ble informert om vår taushetsplikt. Vi bandt oss dermed til taushet og hadde følgelig ikke rett til å tilknytte personalia til besvarelsene. Det eneste som presenteres i denne studien er deres overordnede stilling og ansvarsområde i NNH. Videre har deres besvarelser kun blitt delt med vår veileder som er bundet av samme informasjonsskriv. Intervjuene ble tatt opp på lydopptak, dermed var det nødvendig å søke om tillatelse fra NSD for godkjenning av valgt fremgangsmåte for innsamling og behandling av data. Dette må gjøres om forskningsprosjekt skal behandle personopplysninger. Vi sendte tidlig i studien inn ett meldeskjema til NSD og fikk dette godkjent. Informasjonsskrivet ble utviklet i samråd med NSD i forbindelse med dette meldeskjemaet, og informasjonsskrivet er vedlagt i vedlegg F. Alle informantene i studien har frivillig samtykket til å delta. Dette samtykket ble dokumentert gjennom informasjonsskrivet. Videre ble lydopptakene lagret på en ekstern enhet og sikret med koblingsnøkkel. De ble etter kort tid transkribert og kun tilknyttet informasjon som er presentert i tabell 3. All data som er innsamlet i studien ble slettet ved ferdigstilling av prosjektet. Disse tiltakene er gjort for å sikre informantenes integritet og forbygge mulige negative konsekvenser som følge av informantenes besvarelser.

4.7 utfordringer og begrensninger

Da studieprosjektet ble planlagt var observasjon en av de mer sentrale metodene som skulle benyttes. Modulen som undersøkes i denne studien og dens tilhørende verdistrøm oppstrøms består av flere mindre prosesser som kan være utfordrende å forstå uten fysisk observasjon. Restriksjonene grunnet Covid-19 var relativt åpne da studien ble planlagt og samarbeidet med NNH ble etablert. Det ble derimot et økende smittetrykk i Halden kommune, fra prosjektstart og frem til leveringsfrist for masteroppgaven. Dette førte til at det ikke ble mulig å besøke fabrikken og bruk av observasjon som metode for datainnsamling ble dermed ikke aktuelt. Dette var et scenario vi hadde medregnet og vi hadde dermed planlagt at videoer, bilder og dokumenter fra casen kunne fylle dette behovet. Det ble videre gjennomført flere feltsamtaler og én workshop med våre kontaktpersoner fra NNH for å få bedre forståelse av konteksten for casen. Verdistrømsanalysen ble dermed gjennomført eksternt ved digitale hjelpemidler. Dette var utfordrende da det ikke er etablert vitenskapelig litteratur som undersøker validiteten til denne fremgangsmåten. Denne mangelen i vitenskapelig litteratur ble avdekket gjennom ekstensive litteratursøk med fremgangsmåte fremlagt i underkapittel 4.3.2.

Restriksjonene grunnet Covid-19 medførte videre at grensen til Sverige ble stengt. NNH har flere ansatte som er bosatt i Sverige, som dermed ikke hadde mulighet til å dra på jobb. Dette førte til at NNH fikk mangel på ansatte og arbeidsdagene for de gjenværende ble travlere enn vanlig. Det ble følgelig vanskelig for ansatte å finne tid til å stille til intervju. I tillegg ble våre kontaktpersoner satt på hjemmekontor i store deler av prosjektiden, og de hadde dermed i mindre grad mulighet for å gjøre målinger og dokumentere prosesser på vegne av oss. Dette satte ytterligere begrensninger for kartlegging av tekniske aspekter og utvikling av tekniske løsninger, og ledet dermed til større fokus på myke praksiser. Videre var vi i denne studien pålagt å sende ut et informasjonsskriv til informantene i forkant av intervjuene. Vi opplevde at slike formaliteter virket avskrekkende på enkelte informanter og medførte at flere valgte å trekke seg. Dette gjorde at datainnsamlingen ble tidkrevende, da det måtte avsettes tid til å senke terskelen for deltakelse i intervju. Dette forekom som en barriere for oss, da det grunnet restriksjoner ikke var mulig å fysisk møte informanter på fabrikken og på den måten skape trygge relasjoner. Denne utfordringen ble løst ved å holde innledende uformelle samtaler der formålet med intervjuene, informantenes rettigheter, samt vår taushetsplikt ble forklart.

5 Presentasjon og diskusjon av empiriske funn

I dette kapittelet blir funnene fra den empiriske undersøkelsen presentert og diskutert. Fremgangsmåten for denne analysen er beskrevet i kapittel 4 og den tar utgangspunkt i det teoretiske rammeverket presentert i delkapittel 3.4. Presentasjonen og diskusjonen er bygd opp etter teorikapittelet, der kjennskap, utvikling, erfaringer og innføringer i Lean hos de ansatte blir presentert først, etterfulgt av en teknisk kartlegging av HH140 og den tilhørende verdistrømmen oppstrøms. Påfølgende delkapittel undersøker de underliggende myke praksisene i NNH og hvordan de anvendes i deres forbedringsprosjekter. Deretter er den bærekraftige verdistrømsanalysen presentert og dens anvendelse diskutert. Dette leder til en diskusjon av mulige tiltak og forbedringspotensial som kan videreutvikles eller implementeres for å oppnå bærekraftige forbedringer.

5.1 Lean i NNH

Kartlegging av Lean-praksiser i NNH og diskusjon av deres anvendelse er sentralt, da det er en av de fire kategoriene presentert i det teoretiske rammeverket, se figur 12. NNH har godt etablerte systemer innen Lean, der de startet med tiltak allerede tidlig på 2000-tallet. Dette ga dog ikke tiltenkt effekt, ettersom det ble gjennomført med eksterne konsulenter som kun fokuserte på kort opplæring innen Lean-metodologi. Det fremkommer fra funnene at denne fremgangsmåten ga kortvarig effekt ettersom det ikke var fokus på Lean-prinsipp 5, å tilstrebe perfektjon. Det førte dermed til at ansatte returnerte til gamle rutiner uten å ha tilegnet tilstrekkelig kunnskap innen Lean. Dette er i tråd med kritikken av Lean presentert i 3.1.4, der mangel på strategisk perspektiv og for stort fokus på verktøy kan forringe bærekraftig implementering og kontinuerlig forbedring. Det ble følgelig iverksatt en ny Lean-implementering i 2010, med en tilnærming tilpasset NNH. Denne tilnærmingen muliggjorde at ledelsen kunne anvende egne ressurser og bygge rundt den eksisterende fabrikken, med fokus på alle fem Lean-prinsippene, samt større forståelse for Lean-filosofien og sløsing i fabrikken. For å få større grad av eierskap og engasjement rundt Lean valgte Nexans å danne sin egen tilnærming kalt Nexans Excellence Way (NEW) som i all hovedsak bygger på Lean-filosofien og Toyota-reisen. Dette muliggjorde dannelsen av en egen tilnærming som styrket organisasjonskulturen rundt endring og Lean. Ettersom Lean er adferdsdrevet og god Lean-implementering avhenger av å forstå prinsippene, kan dette være en av hovedgrunnene til at det i større grad var suksessfullt ved implementeringen i 2010 kontra på tidlig 2000-tallet (Bicheno & Holweg, 2016).

Hovedmålet med NEW er å bli mer konkurransedyktige, samt effektivisere og skape mer verdi i fabrikken. NNH har etablert gode 5S rutiner og visuell ledelse på alle arbeidsstasjoner. Hovedsakelig blir det anvendt tavlemøter med Whiteboards, der skiftleder, produksjonssjef, BAS og operatører gjennomgår hva som har skjedd det siste døgnet og hvilke eventuelle utfordringer som har oppstått. Utfordringer og ideer blir skalert opp og det fordeles ansvar for hvem og hvordan utfordringene skal løses. Slike møter skal gjennomføres i hvert skift, eller minimum én gang hver dag. Videre er det anvendt Standard management rutiner. Det vil si at avdelingslederne tar runder der operatørene rapporterer status. For å finne rotårsaken til feil som kan utbedres anvender de «5 why's». I tillegg innarbeides det standard hvor Lean A3 skal følges under utbedringer. 100 av de ansatte er kurset i denne metodikken. NNH har dannet et mål om å etablere autonome team, der prosesser skal gå automatisk og teamene skal være selvstyrte. Bruk av samarbeid og team i problemløsning har potensiale til å tilføre mer komplekse, innovative og omfattende løsninger til NNH sine organisatoriske utfordringer (Salas et al., 2005).

Etter å ha startet med dette programmet for å strømlinjeforme prosedyrene og prosessene har NNH blitt en av de fremste bedriftene i Nexans konsernet innen områdene orden og system. Innen standardisering er 850 ansatte opplært med stort fokus på kryssfunksjonelle team og optimalisering av drift. Leder 4 oppsummerer deres fremgang på følgende måte:

«Nå har jeg vært med en stund og hadde du vært på fabrikken vår for 20 år siden så synes det godt. Vi har kjørt forbedringsprosesser i form av 5S, standardiseringer, og hvis du går gjennom fabrikken så ser du at det er mer like ting for å informere operatører, besøkende og ansatte. Så ja det er tydelig.»

Flere informanter trekker frem at Lean-kulturen og fokuset på å optimalisere den dagligdagse driften sitter sterkt i NNH. Flere av lederne poengterer at Lean og forbedringer er noe de er opptatt av. Leder 4 beskriver det på denne måten:

«... vi jobber med forbedringer for å forbedre prosessene våre, jobbe smartere. Det er jo en del av våre daglige arbeidsoppgaver, vi tenker jo Lean i alt vi gjør egentlig. Det er jo derfor vi er der, for å jobbe smartere. Så det er for vår del noe vi driver med hele tiden, kontinuerlig forbedring.»

Flere av informantene mener Lean har bidratt positivt og forbedret deres arbeidshverdag. Dog trekker leder 1 frem at da han var operatør opplevde han høyere arbeidsintensitet etter implementeringen av Lean. Dette samsvarer med kritikken av Lean presentert i 3.1.4, hvor det fremkommer splittede meninger i litteraturen angående påvirkningen Lean har på de ansattes arbeidshverdag. Informantene fremlegger videre ulike meninger og kjennskap til Lean, der flere av operatørene understreker at innføring og involvering av ansatte er varierende. De som er opplært, har kjennskap til Lean-metodologi fra kurs med fokus på 5S, standardisering og SMED. Imidlertid viser funnene til at mye av Lean-forståelsen hovedsakelig ligger hos lederne og de ansatte høyere opp i systemet. Videre fremkommer det at informantene mener Lean virker bra i teorien, men selve implementeringen i praksis er problematisk. Leder 3 oppsummerer det slik:

«Jeg oppfatter at det er litt varierende, Lean i seg selv er noe de fleste er opptatt av. Det som er vanskelig er å innarbeide det på en god måte. Nexans er veldig tynget av at ting alltid har blitt gjort på en viss måte. Det er veldig lett å gå til innkjøp av nye ting som en forbedring, kontra det å jobbe med en måte å forbedre arbeidsmetodikk på. Så det er en holdning i fabrikken om at Lean er noe vi skal drive med, men det er ikke like lett i praksis som i teori.»

Fra operatør-siden fremkommer det at mer informasjon og kunnskap rundt Lean-metodologien er ønsket. Det er også enkelte informanter som enten har begrenset innsikt i optimaliseringsprosjektene til NNH, eller ikke har hørt om Lean i det hele tatt. Ansatt 3 fremlegger denne problematikken på følgende måte:

«...vi skulle jo bli en Lean-bedrift så da var det jo litt på mail og sånn. Men jeg har jo etterspurt det for oss som operatører, at vi er Lean-bedrift og da hadde det vært gøy å få mer kunnskap og kursing innenfor dette. For det er noe nesten alle produksjonsvirksomheter satser på nå.»

Denne problematikken er det flere informanter som trekker frem, der operatørene er tydelig interessert i å jobbe effektivt og viser interesse ved forbedringsforslag. Leder 2 trekker spesielt frem at operatørens mangel på inkludering kan lede til nedgang av engasjement og interesse:

«De er opptatt av at ting skal gå så effektivt og bra som mulig. Men Lean i seg selv vet jeg ikke om alle er så opptatt av. Jeg tror de savner litt den inkluderingen. De har kommet med forbedringsforslag gjennom mange år som ikke har blitt hørt som gjør at du blir litt lei. Du prøver og prøver, men blir på en måte ikke hørt. Og etter 10 år så kommer det en som sier at nå

skal vi begynne å bli effektive og flinke og få dette til å ture og gå, og da har de egentlig allerede mistet mesteparten av piffen til å stå på.»

Funnene tyder på at NNH har til en viss grad implementert gode arbeidsmetodikker og standardisering i henhold til Lean-prinsippene, der de kontinuerlig tilstreber optimalisering med fokus på Lean-metodologien. NNH har lyktes med å implementere god standardisering ved bruk av 5S, og de tilstreber involveringen av de ansatte i Lean via kursing og informasjonsdeling. De har i tillegg gjort en verdistrømkartlegging av fabrikken som helhet. Dette førte til reduksjon av unødvendige bevegelser og transport. Det fremkommer dog problematiske områder som kultur, kommunikasjon og involvering av ansatte. Dette tyder på at NNH prøver å hensynta det sosiotechniske system, men har utfordringer tilknyttet organisasjon og menneske. Dette er en utfordring på lik linje med det Bicheno & Holweg (2016) fremlegger, nemlig at involvering av mennesker er en av dimensjonene som kreves for kontinuerlig forbedring. Disse problematiske områdene er dermed fremlagt og diskutert i de påfølgende delkapitlene for å videre identifisere kritiske momenter for bærekraftig forbedring i NNH.

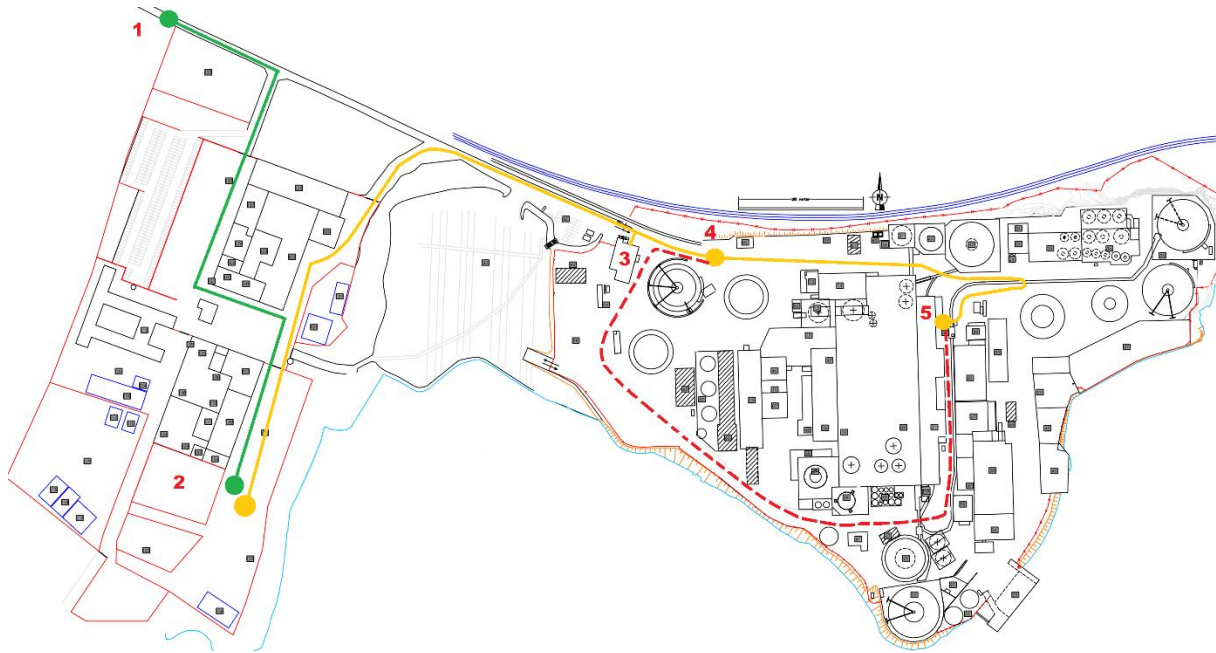
5.2 Teknisk kartlegging

I dette delkapitlet vil kartlegging av tekniske aspekter som arbeidsrutiner, verktøy, transportruter, samt maskiner tilhørende modul HH140 og den tilhørende verdistrømmen fremlegges. Dermed kan problematiske områder og sløsing identifiseres. Dette legger videre utgangspunkt for utvikling av tekniske løsninger, se figur 12. Modul HH140 er en støtteprosess for armeringsmaskin HH102 og tilfører ikke direkte verdi til produktet sett fra et kundeperspektiv. Den er dog nødvendig for den videre verdistrømmen og kan dermed ikke fjernes, men må bearbeides for å redusere sløsing og skape flyt (Womack & Jones, 1996). For å avdekke handlinger som kan utbedres, eller fjernes, har verdistrømmen blitt nøye kartlagt. Følgelig vil verdistrømmen til råvaren beskrives fra leverandør til den er klar for transport til HH102.

Råvareflyt frem til spolerom HH140

Figur 16 viser kjørerutene som brukes under transport av råvare til modul HH140. Den grønne streken viser kjøreruten til lastebiler som leverer råvare fra leverandørene til NNH. Den gule streken viser kjøreruten som normalt anvendes av truckførerne som tilhører transportavdelingen. NNH er en dynamisk fabrikk og det gjøres ofte endringer som hindrer

råvareflyten på fabrikken. Dermed må det tidvis anvendes en alternativ rute som følger rødstiplet linje. På strekene er det nummererte punkter som viser til steder av interesse for kartleggingen, disse gjennomgås i de neste avsnittene. Fra punkt 2 til 3 er det 392 meter, fra 3 til 4 er det 100 meter og fra 4 til 5 er det 370 meter. Ved bruk av ruten markert med rødstiplet linje er det 590 meter fra punkt 4 til 5.



Figur 16: Transport av råvare til spolerom HH140.

Punkt 1 i figur 16 viser hovedvegen utenfor fabrikkområdet, her kommer lastebiler med råvare fra leverandør og følger grønn rute ned til punkt 2 som er hovedlageret til NNH. For å laste av lastebilen kommer det truck fra transportavdelingen som er ved punkt 3. Ifølge ansatt 4 er ett lastebillass på 18 kompaktcoiler og veier 25 tonn, det tar 15-20 minutter å laste av råvaren fra en lastebil. Videre forklarer ansatt 5 at råvaren registreres i et internt system, hvor det gjøres tilgjengelig for transportavdelingen etter kvalitetsgodkjenning er gjennomført av labben tilhørende NNH. På hovedlageret lagres råvaren utendørs på pall etter A-nummer, dette er et nummer som er likt for alle kompaktcoiler som ankommer i samme lastebillass. Figur 17 viser deler av hovedlageret til NNH. Leder 3 fremlegger at det er stor variasjon i hvor lenge råvaren lagres ettersom NNH bestiller store mengder før prosjekt, da leverandørene ikke leverer JIT. Videre bestilles det større mengder enn hva prosjektet krever for å skape buffer mot defekter og variasjon. Leder 3 fremlegger at råvarer kan stå fra én til seks uker før det fraktes videre. For kompaktcoiler er det større grad av kontinuerlig flyt, dermed står varene ikke mer enn én til to uker før de fraktes videre.



Figur 17: Hovedlageret til NNH er utendørs, kompaktcoiler står på pall.

Inne på fabrikken lagres kompaktcoiler på et mellomlager, dette er punkt 4 i figur 16. Dette lageret anvendes fordi hovedlageret er lokalisert forholdsvis langt fra modul HH140. Dermed fungerer det som en buffer for å sikre at operatørene på modulen får råvare raskest mulig etter bestilling. Bruk av to lagre medfører dog sløsing ved unødvendig lagerhold (nr. 6). Det medfører også at råvaren må fraktes unødig mye og dermed sløsing ved transport (nr. 4) (Womack & Jones, 1996). Ifølge ansatt 4 er det lagret 4-5 bestillinger av kompaktcoil på mellomlageret. Transport mellom hovedlager og mellomlager gjennomføres ved bruk av truck og dette gjøres én gang per arbeidsskift. Her anvendes et MAFI-flak. Dette er en henger for frakt av tung last, og kan ifølge ansatt 4 frakte om lag 20 tonn av gangen. Ansatt 4 understreker at ett A-nummer overskrider denne kapasiteten og resterende råvare fraktes følgelig med truckgaflene. Dermed medfører dette én til to ekstra turer for hvert lastebillass og ytterligere sløsing ved transport (nr. 4). Frakt av ett A-nummer fra hovedlager til mellomlager tar 30-45 minutter ifølge ansatt 4. Mellomlageret er avbildet i figur 18.



Figur 18: Mellomlager, kompaktcoil står på pall.

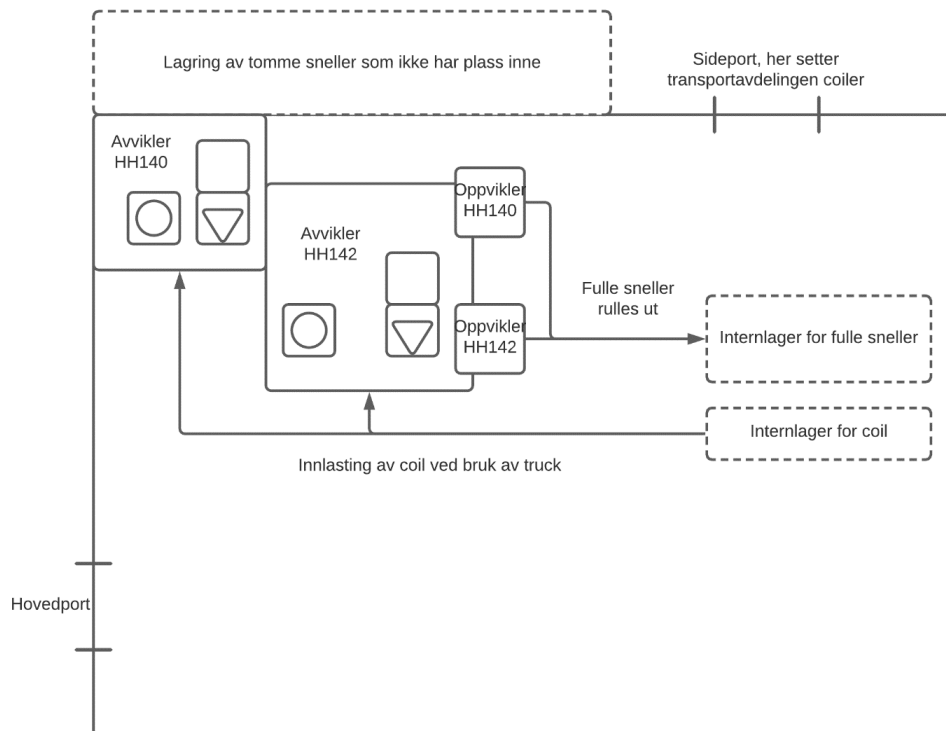
Fra mellomlager fraktes fire kompaktcoiler av gangen med truckgaflene til modul HH140 markert som punkt 5 i figur 16. Transport av én bestilling til spolerommet krever tre turer eller mer og tar fra 10 til 20 minutter basert på bestillingens størrelse. Én bestilling varierer i størrelse, men er mindre enn ett A-nummer, da det ikke er plass til et komplett lastebillass på modul HH140. Ansatt 4 understreker at den normale ruten til spolerommet tidvis er sperret. Da må truckførerne følge den rødstiplede ruten. Dette skjer om lag én gang i måneden, men det kan da være sperret i opp mot 14 dager. Ved spolerommet settes råvaren i sideporten markert med gul prikk ved punkt 5. Før ble hovedporten anvendt, denne er plassert i overkant av punkt 5. Transportruten til hovedporten er noe kortere, men den kan ikke brukes da området utenfor porten er sperret av betongstetter. Bruk av sideport er ifølge leder 3 ikke gunstig, da det forlenger transportruten fra mellomlager til modul HH140. Videre fører det til at trucken som anvendes internt på modulen må krysse en del av arbeidsområdet til spolelinje HH140 for å hente råvaren i porten.

Modul HH140

Etter at coilene er satt ved porten på modulen starter selve avspolingen. I figur 19 er de sentrale delene i modulen illustrert. Her fraktes coilene én og én for innlasting på spolelinjene HH140 og HH142. De lastes på en avvikler ved hjelp av elektrisk truck. Flere av informantene trekker frem at dette er en ugunstig løsning da det er tilknyttet risiko for skade på personell og råvare. Råvaren balanseres på truckgaflene under innlasting på avvikleren. Deretter må råvaren skyves inn ved bruk av tuppene på truckgaflene. Ansatt 2 understreker utfordringene ved denne løsningen:

«Coilbytte og når du kjører coiler er det jeg ser på som farlig. For da står jo han som spoler i spolerommet og løfter av lokket, og så kommer truckføreren eller tilretteleggeren med coilen, og om coilen velter da kan det gå ille. Det er egentlig det jeg ser på som den store faren der. I tillegg er coilene ofte våte fordi de lagres ute, da glir dem enda lettere av truckgaflene.»

Videre øker denne formen for innlasting sannsynligheten for at det blir skade på råvaren, dette kan resultere i vanskeligheter under avspoling eller at råvaren må kasseres. Denne prosessen har høy risiko som følge av at kompaktcoilene lagres ute da de kan være våte, støvete, eller dekket av snø.



Figur 19: Forenklet illustrasjon av spolerom HH140.

Etter at råvaren er innlastet på avvikleren, settes det på et lokk for å sikre at coilen ikke sklir under avspoling. Dette lokket festes med vingemutter som strammes ved bruk av gummihammer. Deretter klippes det av fire stålbånd med avbitertang før det kjøres ut tråd fra coilen. Ansatt 2 forbinder risiko ved klipping av båndene da det kan forekomme skarpe kanter. Dette har tidligere resultert i kuttskader. Tråden fra coilen festes deretter til gammel tråd fra snelle med stuksveis før tråden strammes opp og er klar for spoling. Dette gjøres for å unngå unødvendig bruk av tid for å trekke tråd gjennom magasinet før det festes til snellen i oppvikleren. Et coilbytte tar om lag 10 minutter og selve avspolingen til snelle tar 7 minutter om det ikke oppstår noen utfordringer underveis. Når snellen er full trilles den til oppsatt område og det settes inn en ny tom snelle. Det tar 10 minutter. De fulle snellene fraktes så til armeringsmaskin HH102.

Personell og arbeidsrutiner

Det er få faste ansatte på modul HH140, og dermed blir operatører flyttet dit etter behov. Leder 2 og 3 trekker frem at det følgelig ofte er mannskapsmangel som kan resultere i at modulen må opereres uten fullt mannskap, eller at operatører blir satt til å arbeide der uten tilstrekkelig kjennskap til prosessen. Under drift med to operatører blir effektiviteten betydelig redusert. Det er da ifølge leder 3 mer effektivt å kun drifte én spolelinje. Dette tyder på sløsing ved Making-do (nr. 11) da produksjonen fortsettes uten all nødvendig input for å drifte modulen som

normalt. Ved mannskapsmangel på modul HH140 blir det tidvis flyttet operatører fra armeringsmaskin HH102. Stopper spoling av tråd på HH140 vil armeringen på HH102 stanses, som igjen vil hindre senere prosesser. Videre trekker flere av informantene frem at bruk av operatører med mangel på kunnskap om prosessen, leder til høyere risiko, mer tap av råmaterial og manglende eierskap. Dette viser til problematikk innenfor de fire kategoriene presentert i figur 12.

Kommunikasjon og grensesnitt

Produksjonen på modul HH140 følger prosjekt. Det planlegges antall meter produksjon av kabel, deretter beregnes nødvendig mengde sneller som brukes for å opprette planlagt spoling. Det bestilles så inn nødvendig mengde råvare, samt en god buffer for å sikre mot defekter og variasjon. Bestilling av råvare til modul HH140 gjennomføres i NNH sitt digitale bestillingsprogram. Tidligere ble kommunikasjon for bestilling av råvare mellom modul HH140 og transportavdelingen gjennomført ved e-post eller telefonsamtale. I 2020 ble et digitalt bestillingsprogram lansert, men det fremkommer at flere operatører fortsatt anvender de gamle metodene.

Miljøaspekter

NNH har mål om å bli utslippsnøytrale innen 2030. Derfor er det under kartlegging av mulige forbedringer, hensiktsmessig å undersøke hvordan utslipp kan reduseres. Dette er videre nødvendig da miljøaspekter er en av de fire kategoriene for bærekraftig forbedring i figur 12. Det er dermed ønskelig å kartlegge energiforbruket til modul HH140, men det var ikke mulig da NNH ikke måler energiforbruket til denne modulen. Leder 3 trekker frem at energiforbruket til spolelinjene er neglisjerbart når det sammenlignes med de større maskinene på fabrikken. Videre fremkommer det at flere informanter mener det er unødvendig mye transport i verdistrømmen. Denne transporten gjøres ved bruk av en Toner 8 tonn dieseltruck som har et dieselforbruk på 7,4 liter per time. Eksessiv transport leder til unødig forbruk av diesel, og dette er sløsing av energi (nr. 13) og en barriere for NNH sitt mål om å bli utslippsnøytrale. Videre trekker ansatt 3 frem at det forekommer unødvendig kassering av råmaterial grunnet skader fra frakt, lagring eller innlasting av coil. Informantene trekker frem at det under normal drift ikke er tilknyttet vesentlige tap av råmaterial, men at det klippes av litt tråd før sveising og at tomme coiler har noen resterende ringer med tråd. Ansatt 3 trekker frem at det er varierende tap av råmaterial ettersom hvilke operatører som drifter spolelinjene, men at om lag 20 kg går tapt per tonn som spoles. Defekter som ikke kan utbedres, samt restmateriale, blir kassert og utgjør

ifølge ansatt 3 stor sløsing da returprisen på galvanisert armeringstråd under gjenvinning er lav sammenlignet med innkjøpsprisen.

Utfordringer

Modul HH140 er ifølge leder 3 ikke en flaskehals som sinker det resterende systemet når den driftes normalt. Dette har ført til at forbedringsprosjekter på modulen har blitt nedprioritert til fordel for andre moduler i fabrikk. Det har vært mindre utbedringer, men hovedprosessen og arbeidsmetodikken har ikke vært gjenstand for forbedring. NNH er nå i en prosess der det investeres stort i fabrikk, for å kunne levere etter en økende og variert etterspørsel. Slike investeringer kan medføre at HH140, som er en eldre modul tidlig i verdistrømmen, blir overbelastet og dermed en flaskehals. Følgelig er kartlegging av sløsing og utfordringer for å avdekke forbedringsmuligheter sentralt for å unngå at spolerommet blir en større byrde for den senere verdistrømmen (Moore & Scheinkopf, 1998; Nave, 2002). I tabell 4 oppsummeres utfordringer og forbedringsmuligheter som har fremkommet gjennom empiriinnsamlingen. Vi belyser NNH sine utfordringer innenfor de fire kategoriene i figur 12. Myke praksiser er videre diskutert i det påfølgende delkapitlet.

Tabell 4: Kartlagte utfordringer.

Utfordring	Årsak	Konsekvens	Type sløsing
Skade på råvare.	Råvaren utsettes for hard påkjenning under transport da den fraktes med pallegafler. Under innlastning blir råvaren også skjovet inn med truckgaflene.	Leder til vanskeligheter under spoling eller eventuelt kassering av råvare.	Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Skade på sneller.	Snellene flyttes med truck og utsettes for hard håndtering.	Operatører må følge med for å sikre forlegningen av tråd på snellen. Kassering.	Sløsing ved venting (nr. 2). Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Lange transportruter.	Hovedlager er plassert utenfor fabrikkområde grunnet plassmangel.	Unødvendige arbeidstimer, dieselforbruk og lengre responstid.	Sløsing ved transport (nr. 4). Sløsing av energi (nr. 13).
Eksessiv transport.	Råvare er innom flere lager. MAFI-flak dekker ikke et helt A-nummer.	Unødvendige arbeidstimer og dieselforbruk. Øker risiko for skade på personell og råvare.	Sløsing ved transport (nr. 4). Sløsing av energi (nr.13).
Eksessivt lagerhold.	Hovedlager, mellomlager og internlager.	Lite effektiv utnyttelse av plass, binder kapital, økt transport.	Sløsing ved unødvendig lagerhold (nr. 6).
Råvare er våt eller dekket av snø.	Råvare lagres utendørs.	Økt risiko under frakt og innlastning av råvare.	-
Støv på råvare.	Råvare lagres utendørs.	Risiko for at personell inhalerer støv.	-

Råvare bestilles i store batcher.	Leverandør leverer ikke JIT.	NNH trenger stor lagerplass for å håndtere leveranser.	Sløsing ved unødvendig lagerhold (nr. 6).
Normal transportrute er tidvis sperret.	Endringer i fabrikken basert på prosjekt.	Lengre transportruter.	Sløsing ved transport (nr. 4).
Risiko for påkjørsel på spolerommet.	Det brukes truck internt.	Skade på personell og/eller råvare.	Sløsing ved defekter (nr. 7).
Risiko under innlasting av råvare.	Innlasting er manuell og det brukes truck på små flater.	Skade på personell og/eller råvare.	Sløsing ved defekter (nr. 7).
Operatører med liten kjennskap til modulen.	Lite fast personell og manglende opplæring.	Økt risiko, større tap av råmaterial og manglende eierskap.	Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing av menneskelig potensial (nr. 8). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Underbemanning.	Lite fast personell og tidvis stor pågang.	Modul operer ikke optimalt. Mindre output.	Sløsing ved Making-do (nr.11).
Arbeid i høyden med løs stige.	Tråd kan hoppe av magasinet. Magasinet må trekkes om manuelt, det krever bruk av stige.	To operatører må holde stige for å sikre at den ikke velter.	Sløsing ved venting (nr. 2). Sløsing ved unødvendig bevegelse (nr. 3)
Bestilling av råvare.	Ikke alle operatører anvender digitalt bestillingsprogram. Ved nattskift og kveldsskift må operatørene ringe og vekke soneansvarlig hvis det ikke er tilstrekkelig med råvarer, for at de kan gjennomføre bestillingen.	Operatører må vente på råvarer, mens bestillingen blir gjennomført av soneansvarlig.	Sløsing ved venting (nr. 2).
Restråvare på coil.	Restringer fra coilene på spoleapparat ved avslutning av spoling.	Det går ofte 20kg per tonn som går unødvendig vekk.	Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Bruk av sideport	Hovedport er sperret for levering av råmaterial.	Lengere transportrute. Intertruck krysser arbeidsområdet til HH140.	Sløsing ved transport (nr. 4).
Leverandører leverer råvarer med varierende størrelse.	NNH har ikke en begrenset standard for størrelse på råvare som leverandør må levere.	Operatører må håndtere råvare av varierende størrelse. Mindre coiler fører til større tap per tonn.	Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Snelle med skader og/eller skjeve vanger.	Forflytning og hard håndtering med truckgaffer.	Operatører må sikre forlegning av tråd på snelle under spoling.	Sløsing ved venting (nr. 2).

5.3 Myke praksiser i NNH

Kultur er et resultat av, og et kritisk fundament for, bærekraftig og vellykket Lean-implementering (Liker, 2004; Hines et al., 2008). I tillegg anvender suksessfulle Lean organisasjoner myke praksiser i større grad enn de med lavere ytelse (Bortolotti et al., 2015). Dette illustrerer viktigheten av myke praksiser, der de i samspill med de øvrige kategoriene i figur 12, fremlegges som nødvendige for å sikre bærekraftig forbedring. Det vil dermed i dette delkapittelet bli presentert og diskutert funn knyttet opp mot NNH sine underliggende myke praksiser. Det fremtreder at NNH har et høyt fokus på å kontinuerlig forbedre organisasjonen,

samt at de er fleksible ved Lean-tilnærmingen, der det ikke er ett fasitsvar for Lean-implementering. Leder 4 oppsummerer hvordan NNH arbeider med Lean:

«Vi jobber jo med det, det er hverdagen vår. Men vi har mye igjen, så noen vil nok oppfatte at vi ikke gjør noe, andre er veldig involverte og oppfatter at vi jobber mye med det. Folk oppfatter det veldig forskjellig, for noen er det ikke så viktig og for andre er det veldig viktig. Det gir igjen de utfordringene man har som leder, å få disse systemene til å sitte fordi mennesker oppfatter ikke ting likt. Det er den største utfordringen med å lage Lean-prosesser. Selv om man bestemmer at ting skal både flyttes og behandles på en måte, så er det alltid noen som vil ha en annen personlig mening, som jobber mot disse kreftene. Så det er det som er utfordringen og det interessante med å arbeide med mennesker. Det som er Lean for meg, er kanskje ikke Lean for deg.»

Dette samsvarer med Beer & Nohria (2000) der organisasjoner må akseptere at de kontinuerlig må endres og at ledere må forstå naturen og prosessen av organisasjonsendring. I tillegg kan det relateres til betingelsesteori, der det ikke er noen beste praksis for ledelse av en organisasjon. NNH er altså klar over graden av fleksibilitet som er nødvendig for vellykket Lean-implementering og jobber aktivt for å danne en sterk organisasjonskultur for Lean. Leder 2 bygger opp under denne kulturprosessen på følgende måte:

«Blant de ansatte føler jeg det er flere som er klar for endring. Jeg jobber litt med det på sidelinjen, med å snu den kulturen. Det har vel skjedd litt de senere årene som gjør at det er veldig mange flere som forstår at vi må endre. Vi har litt blanding av aldersgrupper osv. hos oss, så det blir litt kulturforskjeller og interesser. Noen er fornøyd med sånn det har vært og er ikke mottagelige for det nye, mens andre er kjempeglade så fort det kommer noe nytt.»

Videre er et viktig fundament i enhver Lean-implementering godt samarbeid og team, der graden av suksess er forutsatt av åpenhet for endring, felles verdier, multifaglighet, involvering og kommunikasjon (Bhamu & Sangwan, 2014). Leder 3 fremlegger at operatørene får rom for å tenke selv og får overført den lærte Lean kunnskapen til sin egen arbeidshverdag. Dog blir det også fremlagt utfordringer der operatører går tilbake til gamle rutiner etter kursing. Dette kan tyde på at NNH forsøker å implementere Lean-verktøy uten en fullverdig kultur for endring (sløsing nr. 8). Videre nevner leder 4 at det ofte blir brukt tverrfaglige grupper for å legge til rette for involvering i optimaliseringsprosjekter og meningsutvekslinger. NNH tilrettelegger

følgelig for at ansatte kan komme med forslag til deres systemer via åpne møter som holdes daglig, ukentlig, og/eller månedlig, hvor det er lav terskel for å fremlegge meninger og ideer. Disse funnene tyder på at de har et bevisst fokus på samarbeid, involvering og team synergier. I tillegg anvender NNH et rapporteringssystem hvor ansatte kan si sin mening og komme med ideer til forbedring. Ved større endringer tar de ut representanter for operatørene (BAS) til samtaler, der det blir gjennomgått behov og diskutert tilnærminger for å løse eventuelle utfordringer. Leder 3 oppsummerer dette på følgende måte:

«I hverdagen har vi en hel del rapporteringsverktøy, i utgangspunktet blir operatørene alltid oppfordret til å ta kontakt med oss per mail, de har rapportsystemet sitt og det er muntlig kommunikasjon. Den føler jeg er ganske god, jeg gjør hvert fall så godt jeg kan for å snakke med operatørene nesten hver dag. I en situasjon hvor vi skal gjøre en større endring så vil det alltid tas ut representanter for operatørene, gjerne bruker vi BAS for de områdene det gjelder. Vi har BAS-møter som gjennomføres en gang i året, men gjerne oftere basert på hva vi har mulighet til. Vi går gjennom behov, diskuterer og løser ting. Grunnen til at vi vil samle dem er at de må snakke på tvers av skift også. Litt for å få den kommunikasjonen mellom dem.»

Det fremkommer også at BAS-møtene gir økt prestasjon innad i fabrikkene. Ettersom disse møtene legger opp til høyere grad av fleksibilitet, produktivitet og kreativitet har de mulighet til å tilføre mer innovative og omfattende løsninger gjennom diskusjon for besparelser (Salas et al., 2005). Leder 3 ga et eksempel der et slikt møte resulterte i en god løsning på et gjentakende avvik, som førte til at de etterfølgende skiftene kunne redusere oppstartstiden med 50 minutter. Videre gir alle lederne inntrykk av at de operer med relativ åpenhet og lav terskel for å komme med forslag. Denne ledelsesstilen samsvarer i stor grad med teori O, der de hovedsakelig fokuserer på å bygge organisasjonskulturen, holdninger og engasjement. Det fremkommer også at endringsstrategier fra teori E blir anvendt i NNH, der endringsstrategier med fokus på struktur og systemer ble brukt i større grad ved startfasen av Lean-implementeringen. Strategier fra teori E blir fortsatt anvendt, men etter hvert som NNH sin Lean-reise har utviklet seg har det blitt mer fokus på kultur og deltakelse. Denne kulturbaserte endringen kan resultere i at NNH oppnår konsistent, rask forbedring (Hines et al., 2020). I tillegg er dette i sterkt samsvar med både Sirkin et al. (2005) og Beer et al. (1990) som poengterer at endringsprosjekter ikke kan initieres og lykkes uten at lederne fokuserer energien på de harde Lean elementene først. Interessentene må altså bli engasjert til endringsvisjonen for å akseptere endring. Etableringen av Lean-praksiser i startfasen kan videre tilrettelegge for

erfaringsbygging og modning, og dermed fungere som en pådriver for kulturskifte av hele organisasjonen (Mann, 2005; Wincel & Kull, 2013).

NNH har en teoretisk riktig tilnærming for endring, men uavhengig av deres resultater er det funn som peker på svikt i kommunikasjonen mellom ledelse og operatører. Ettersom kommunikasjon er en av nøkkelfaktorene for at endringsprosesser skal lykkes (Kotter, 1996), og måten man kommuniserer på legger grunnlaget for organisasjonens ytelse (Hackman & Johnson, 2013), kan denne svakheten føre til undergraving av de foregående endringstiltakene (Kotter, 1996). Leder 2 fremlegger problematikk angående informasjonsdeling og medarbeiderdrevet optimalisering på følgende måte:

«Nei. Altså det snakkes høyt og varmt om sånne ting høyere opp i systemet, men for operatørene så føler jeg vi bommer kraftig. Så det er liksom to forskjellige virkeligheter her. For jeg sitter jo i den posisjonen hvor jeg ser mye av det som skjer høyere opp. Hadde du spurt de spørsmålene her til de lederne som sitter høyere opp så hadde du kun fått positive svar på alt. Mens hadde du spurt operatørene så sitter de med en helt annen virkelighetsoppfatning. Det er nok en intensjon høyere opp om at det er sånn det skal være, men det fungerer ikke helt sånn i praksis.»

I tillegg trekker operatørene frem at informasjon vedrørende innføring av nye tiltak og/eller prosedyrer kommer i form av e-poster, eller skjema med eventuelle nye instruksjoner. Denne typen enveiskommunikasjon kan være hensiktsmessig for NNH, ettersom det kan være behov for at beskjedene dokumenteres, eller for at informasjonen skal være klar og tydelig (Stifoss-Hanssen 2018). Det fremkommer dog fra funnene at dette er en mindre gunstig kanal for operatørene, og i likhet med Stifoss-Hanssen (2018) blir denne formidlingsmetoden noe upersonlig, der det er fare for at beskjeden blir mistolket av mottakeren. Operatørene trekker frem at det er rom for forbedring på dette området. De ønsker mer informasjon om endringer som kommer. Imidlertid trekker leder 3 frem at informasjonen som blir gjort tilgjengelig angående endringsprosjekter og prosedyrer, er tilpasset det NNH anser som relevant. De er dermed til en viss grad mottakerbevisste, der operatørene kun får den informasjonen de trenger vedrørende et prosjekt innenfor deres ansvarsområde. På tross av at NNH er mottakerbevisste viser funn at dette er et område som kan forbedres for å oppnå optimale kommunikasjonsrutiner, og dermed forhindre at prosjekter svikter eller går galt (Stifoss-Hanssen, 2018). Leder 2 trekker frem denne problematikken vedrørende innføring i nye prosjekter og endringer. Han antyder at

informasjon angående slike innføringer ikke blir videreformidlet til ansatte før endringer allerede er iverksatt.

Tidligere i diskusjonen ble det presentert at ansatte i NNH anvender møter for meningsutveksling, hvor det fremlegges problemstillinger de har i forhold til hverandre, og eventuelle områder som kan endres eller forbedres. Videre kan ansatte anvende e-post hvis det er et spesifikt område de vil ta opp. NNH anvender også spørreundersøkelser levert av en tredjepart. Dermed har NNH tilrettelagt for ulike kommunikasjonskanaler for meningsutveksling. Dog fremlegger operatørene at det de deler ikke nødvendigvis blir hørt. Denne problematikken fremlegges av leder 2, der operatører ikke får tilbakemelding angående håndtering av deres avviksmeldinger og forbedringsforslag. Videre beskriver leder 2 en kommunikasjonsvikt ved involvering av ansatte:

«Jeg tror ledelsen er ute på maskinen og prøver å informere noe, men det er gjerne på et veldig tidlig stadie. Det er ikke noen mailsøyfer som går igjen eller lister hvor man kan komme med informasjon eller forslag. Det er liksom bare fra munn til munn og da blir det mer sånn ryktebørs prat som ikke generer noe annet enn frustrasjon og forhåpninger.»

Kanalene NNH anvender er til en viss grad tilpasset det budskapet de vil få frem til mottakerne. Ved involvering og meningsutveksling er det hovedsakelig brukt toveiskommunikasjon for at budskapet ikke mister innholdet og eventuelle spørsmål kan bli tatt opp. Videre blir det hovedsakelig anvendt enveiskommunikasjon i form av e-post for informasjon og innføring i nye arbeidsprosedyrer eller endringer for å holde budskapet tydelig og klart. Imidlertid er det ifølge figur 7 essensielt at avsender er mottakerbevisst for å danne god kommunikasjon, der mest hensiktsmessig kanal må anvendes for at mottakeren skal tolke budskapet på tenkt måte. Funnene tyder på at det er størst kommunikasjonsvikt ved innføring av nye tiltak, endringer og prosedyrer. Dette kan skyldes at NNH anvender e-post som kanal, der det bidrar med å dokumentere budskapet, samt holde det klart og tydelig, men også danner misforståelser og unødvendig støy. Videre kan for mye informasjon via e-post føre til fremmedgjøring av beskjeder, der ansatte ignorerer budskapet og sliter med å skille beskjedenes viktighetsgrad (McCroskey, 2016). Dermed kan det være fordelaktig å bruke kanaler som anvender toveiskommunikasjon ved fremleggelse av ny eller sentral informasjon vedrørende arbeidsoppgaver (Stifoss-Hanssen, 2018).

Funn tyder på at erfaringsoverføring mellom ansatte og ledelse i NNH har forbedringspotensial. Det foregår hovedsakelig via de samme møtene som for meningsutveksling, der ansatte har mulighet til å diskutere, reflektere og utveksle erfaringer og ideer gjennom tverrfaglige team. Informantene fremlegger at selve utnyttelsen av tilegnet kunnskap mellom skift er ineffektivt. NNH tilrettelegger altså for gunstige læringsmiljøer med samhandling mellom forskjellige profesjoner og yrker (Illeris, 2009), men i henhold til Kolbs læringsmodell (figur 8), legges det ikke opp til at de konkrete erfaringene får nok tid og rom for å bli utviklet til aktiv eksperimentering. Ansatt 1 gir en indikasjon på dette da han fremlegger at de fleste møtene er kun på ti minutter, og det eneste som blir brukt er verbal kommunikasjon eller visualisering på en tavle. Disse møtene blir dog anvendt ved mindre utfordringer og avvik, dermed gir de ikke rom for erfaringsoverføring av løsninger og større forbedringspotensial av fremgangsmåte og metodikk. Dette viser problematikken knyttet til den prospektive kunnskapsoverføringen, der NNH ikke har dannet tilfredsstillende rutiner og prosesser som guider handlingene til de ansatte. Denne problematikken medfører dermed at NNH kan miste akkumulert kunnskap som kunne forbedret ytelsen i senere iterasjoner av lignende oppgaver (Tortorella & Fogliatto, 2014).

Leder 2 fremlegger at det er lite fast mannskap på modul HH140. Dette fører til at operatører med manglende motivasjon eller kunnskap vedrørende arbeidsmetodikken blir satt til å arbeide på modulen. Dette gjennomtrekket av ansatte kan være et hinder for kontinuerlig forbedring, da de ikke får mulighet til å opparbeide kjennskap og erfaring. Dermed vil det svekke NNH sin kapabilitet til å lære, innovere og endre, ettersom læring foregår i individer og det er denne lærdommen som resulterer i kunnskap og meninger (Tortorella & Fogliatto, 2014). I tillegg kan det forstyrre modenhetsgraden som kreves for læring i enkeltindivid (Kalsaas, 2020), og føre til sløsing av kunnskap (nr. 10). Imidlertid kan det stadige utskifte av operatører føre til gode læringsmiljøer, ettersom det danner en arena hvor ideer og interesser kan deles mellom personer fra forskjellige bakgrunner og profesjoner (Illeris, 2009). Dog peker funn på at dette ikke hender i praksis, ettersom plassering av umotiverte ansatte på modul HH140 reduserer deres eierskapsfølelse og dermed forringer medarbeiderdrevet forbedring. Dette vil videre svekke det teknisk-organisatoriske læringsmiljøet (Illeris, 2004), da det hindrer ansattes mulighet til å bruke deres personlige kvalifikasjoner i arbeidet (Illeris, 2009).

Ansatt 3 viser til mangler ved opplæring, der mange ansatte ikke er bevisst på hvor viktig handlingene deres er for utkommet av arbeidsprosesser. Videre trekker ansatt 3 frem at mer

kunnskap angående hva de faktisk kan gjøre og påvirke, vil medføre høyere grad av eierskapsfølelse. I tillegg fremlegger ansatt 3 at ubevissthet rundt utkommet av handlingene kan føre til unødvendig sløsing av naturressurser (nr. 14), ettersom det fører til kassering av råmaterial. Dette kan skyldes underprestering av retrospektive kunnskapsoverføringer i NNH, samt gjennomtrekket av ansatte, da de ikke får tilstrekkelig rom for å modne med akkumulert erfaring. Dette er en barriere for læring i NNH, da det er et behov for modenhet i læring ettersom læring modnes med tiden (Kalsaas, 2020). På bakgrunn av dette kan NNH risikere å få redusert effektivitet og svekket forpliktelse til endring (Beer et al., 1990). I tillegg kan det skape problemer for deres ytelse og langtidssuksess (Argote & Miron-Spektor, 2011). Måten NNH håndterer den kontinuerlige læringsprosessen indikerer at de har ineffektive prosesser ved både den prospektive og retrospektive kunnskapsoverføringen, og kan dermed miste internt lagret kunnskap (Schuh et al., 2015).

Flere informanter viser til at det er lite fokus på å ivareta ansattes interesser under endringsprosjekter eller eventuelle forbedringer. Leder 2 trekker frem at dette kan skyldes den nåværende kulturen, der det ikke hensyntas innspill fra brukerne og at beslutninger ofte blir tatt ovenfra og ned. Enkelte ledere trekker dog frem at de forsøker å etterfølge operatørens ønsker etter beste evne, utfra de ressurser som er tilgjengelig. Ansatt 3 understreker at ivaretakelsen av ansattes interesser er avhengig av deres egen innsats og motivasjon til å påvirke eget arbeid. Disse funnene kan knyttes opp mot Illeris (2009) teknisk-organisatoriske læringsmiljø, der mulighet for å bestemme over ens arbeid er knyttet opp mot lederskap og organisatorisk struktur. Det tyder dermed på at det er tilrettelagt for ivaretakelse av ansattes interesser, men at dette ikke alltid blir gjennomført i praksis. Dette kan føre til svekket motivasjon, eierskapsfølelse og villighet til å tilegne seg ny kunnskap. Videre kan dette medføre at ansatte ikke ser viktigheten av endring, og dermed forringe teamoppførsel, samt føre til motstand til endring (Beer et al., 1990).

Utfra funnene tyder det på at NNH har et bevisst fokus på kultur for å underbygge endring og kontinuerlig forbedring. Videre har de systemer for meningsutveksling og erfaringsoverføring, der de involverer ansatte gjennom tverrfaglige team og har en teoretisk riktig tilnærming for endring. Dette tilrettelegger for gunstige læringsmiljøer og kan bidra til å ivareta ansattes interesser. Dog fremkommer det at ansatte ikke alltid blir hørt, involvert, eller at ivaretakelsen av deres interesser blir gjennomført i praksis. Det er videre en mangel på oppfølging og tilbakemelding fra ledelsen. Dette kan forårsakes av de forskjellige kommunikasjonskanalene

og kan medføre nedgang i motivasjon, eierskapsfølelse og villighet til å tilegne seg ny kunnskap og ferdigheter. I tillegg kan dette lede til tap av internt lagret kunnskap, der NNH ikke lar konkrete erfaringer få nok tid og rom til å utvikles til aktiv eksperimentering. Dette indikerer at NNH svikter å ivareta det komplekse samspillet mellom organisasjon, menneske og tekniske system. Ifølge figur 12 vil dette være kritisk, da vellykket Lean-implementering og bærekraftig forbedring er helt avhengig av å hensynta samspillet mellom de fire kategoriene gjennom sosioteknisk tenking, der en neglisjering av myke praksiser vil føre til ineffektiv forbedring.

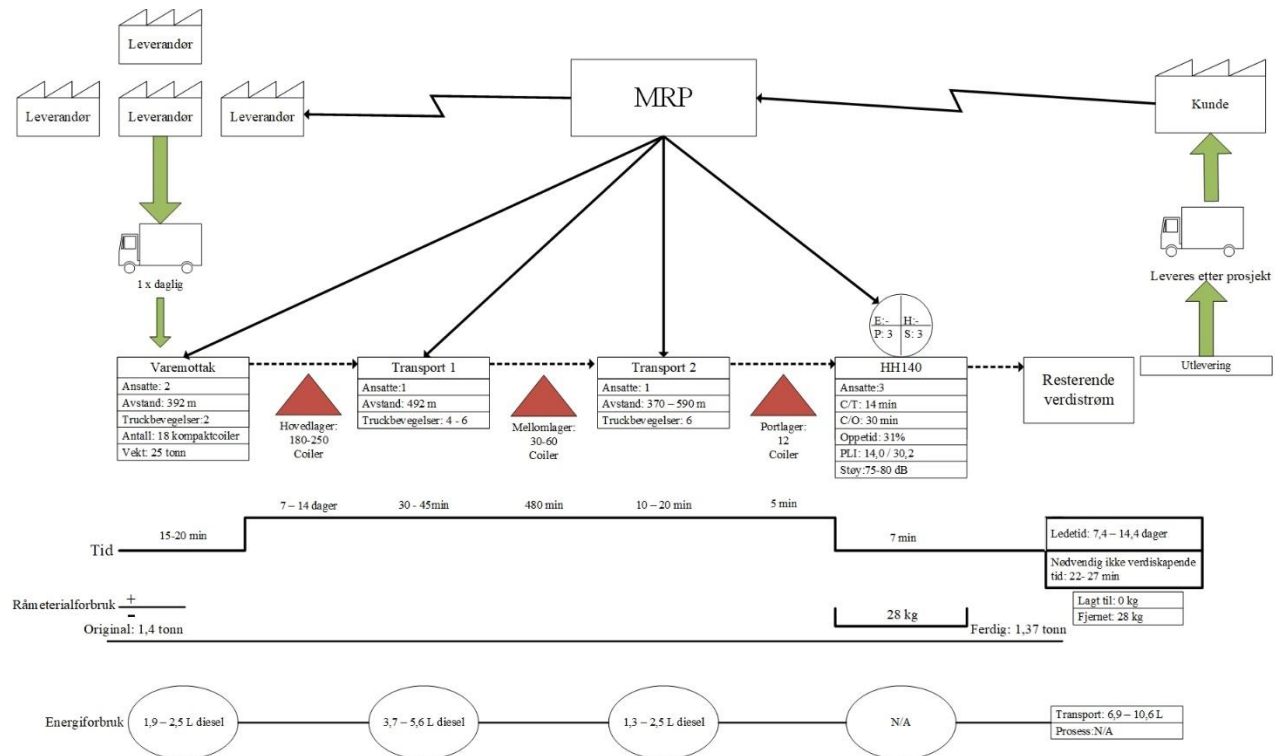
5.4 Bærekraftig verdistrømsanalyse

I dette delkapittelet er den bærekraftige verdistrømsanalysen presentert og diskutert. Den bygger på data fremlagt i de foregående delkapitlene og er basert på modellen i figur 13. Denne modellen er følgelig drøftet utfra dens evne til å hensynta aspekter som er sentrale for bærekraftig forbedring. Analysen følger verdistrømmen til en kompaktcoil fra den ankommer hovedlager til den blir anvendt på modul HH140. C/T og C/O er basert på bruk av én kompaktcoil, dette gir om lag to sneller som er ferdig produkt for denne prosessen. De resterende prosessene etter modulen er ikke hensyntatt, ettersom det forbigår omfanget for denne studien. Disse prosessene er illustrert med en boks som forsyner kunden. Kunden er også forenklet, ettersom NNH leverer basert på prosjekter og det er utfordrende å tallfeste hvor mange kunder de har i forhold til forbruket av kompaktcoil.

Parameterne for det bærekraftige aspektet til modul HH140 innebefatter råmaterialforbruk og energiforbruk. Råmaterialforbruksparameteren illustrerer hvor mye material per kompaktcoil som blir kassert. Råmaterialet for en kompaktcoil består av galvanisert armeringstråd. Dette materialet er mulig å resirkulere, men dette krever energi og returprisen er relativt lav. Energiforbruksparameteren er forbeholdt dieselforbruket til truckene under transport, og ikke til modul HH140. Dieselforbruket er basert på tiden truckførerne bruker per prosess.

For å gi en pekepinn på arbeidssituasjonen til de ansatte er sosialparameter for arbeidsmiljøet inkludert, dette er illustrert med fysisk arbeid- og arbeidsmiljøparameter. Fysisk arbeidsparameteren er basert på PLI-verdier ekstrahert fra spørreundersøkelsen. Disse PLI-verdiene viser gjennomsnittsverdien og maksimumsverdien for modul HH140. De er ikke inkludert for transport da truckførerne sjeldent gjennomfører tunge løft og det ble dermed ansett som uvesentlig for denne kartleggingen. Arbeidsmiljøparameteren er utarbeidet etter en risikoanalyse for modul HH140, der verdiene i verdistrømsanalysen illustrerer graden av risiko

for de respektive risikokategoriene. I tillegg inngår det støynivå for operatørene på modul HH140 som ble uthentet fra en støymåling på området. Den bærekraftige verdistrømsanalysen er illustrert i figur 20.



Figur 20: Kartlagt nåtidssituasjon.

Verdistrømsanalysen vist i figur 20 er basert på data som er innsamlet gjennom workshop, semistrukturerte intervju, spørreundersøkelse og dokumentstudier. Derav er dataen som presenteres ikke basert på fysiske observasjoner, men på en blanding av numerisk data og erfaringer fra relevante informanter. Dermed har ikke denne kartleggingen de svakhetene som presenteres av Gurumurthy & Kodali (2011) da det ikke viser til data observert på en vilkårlig dag, men hvordan informantene oppfatter situasjonen. Bakgrunnen for denne fremgangsmåten er basert på begrensningene som presenteres i delkapittel 4.7. Dette har dog andre svakheter, da det krever tillit til informantenes erfaringer og oppfattelse av virkeligheten. Videre er dataen hentet fra et smalt utvalg informanter, og det kan dermed være variasjon i erfaringer og oppfattelse av den kartlagte verdistrømmen blant ansatte i NNH som ikke fremkommer gjennom denne studien.

Verdistrømsanalysen avdekker betydelig sløsing, der ledetiden er lang sammenlignet med tiden som anvendes til nødvendig, ikke verdiskapende aktivitet. I tillegg til selve spoling av

kompaktcoil til snelle, anses varemottak som en nødvendig aktivitet da råvaren her registreres i et internt system og kvalitetssikres av labben på NNH. Dette er aktiviteter som er nødvendige for produksjonsutvikling og ordreutfylling, og gir mindre utfordringer og større grad av flyt i senere prosesser (Womcak & Jones, 1996). For å sette tallene som fremkommer i verdistrømmen i kontekst er årlig forbruk og sløsing beregnet for aktiviteter som anses som unødvendige og ikke verdiskapende. Det er her beregnet to estimater av kostnad basert på estimert tidsbruk og kjøreruter som anvendes. Disse tallene er basert på forbruket fra 2020 som var på 8 430 tonn råvare, som gir et totalt antall kompaktcoiler på 6 030 i løpet av ett år. Utslipet av CO₂ er beregnet basert på en utslippsfaktor på 3,17 kg CO₂ per kg forbrent diesel (Miljødirektoratet, 2020). Hovedresultatet kan sees i tabell 5 og komplett ark med utregninger er vedlagt i vedlegg E.

Tabell 5: Tallfestet sløsing i verdistrømmen.

Hovedresultater for 1 år	Antall	Enhet
Tap av råmaterial	168,84	tonn
Distanse for frakt	2 258,57	km
Dieselforbruk frakt	3 969,75	liter
CO ₂ utslipp grunnet dieselforbruk	10,57	tonn
Arbeidstimer frakt	530,42	timer
Driftskostnad frakt	393 569,17	kr

Utfordringene og sløsingene som fremkommer gjennom verdistrømkartlegningen er i overensstemmelse med de utfordringer som er presentert i tabell 4. Dog har kartlegningen gitt numerisk data som kan anvendes for å gi et tallfestet estimat på deler av sløsingene som er avdekket gjennom empiriinnsamlingen. Totalt tap av råmaterial tar ikke hensyn til tap grunnet defekter, hvilket betyr at dette er et optimistisk estimat og at det i virkeligheten kasseres mer. Dette gir betydelige økonomiske tap for NNH og er videre en utfordring sett fra et miljøperspektiv, da det brukes energi og ressurser for resirkulering av brukbart råmaterial (Faulkner & Badurdeen, 2014). Eksessiv bruk av lagerhold er videre en utfordring som gir ytterligere former for sløsing, samt fører til økt ledetid, risiko, kostnad og miljøutslipp. Dette medfører også at råvaren løftes seks ganger med truck før den lastes inn på avvikleren og er klar for spoling. Alle disse truckløftene resulterer dermed i at original totalvekt på 8 430 tonn øker til 50 580 tonn årlig. Avstandene mellom lagrene medfører videre en total nedlagt distanse med truck som overstiger avstanden mellom Lindesnes og Nordkapp. Dette fører til slitasje på truck og veibane som må vedlikeholdes. Videre er dette en aktivitet som er tilknyttet risiko for skade på personell og råvare. Dieselforbruket gir i tillegg unødvendige miljøutslipp som er til hinder for NNH og deres mål om å bli utslippsnøytrale innen 2030. Det er viktig å trekke frem

at den tallfestede sløsingen som fremkommer i dette delkapitlet, i realiteten vil være høyere, da det ikke tas høyde for mindre bevegelser med truck, defekter, menneskelige faktorer og variasjon.

Fysisk arbeidsindeksen viser til et stort sprik mellom gjennomsnittsverdi og respondenten som uttrykte høyest fysisk belastning. Dette spriket kan skyldes ulike fremgangsmåter blant operatørene, eller at ulike roller på spolerommet kan medføre ulik grad av belastende arbeid. Videre kan det være en indikasjon på manglende opplæring i satte arbeidsrutiner for å redusere manuelt arbeid. Indeksen gir indikasjon på at operatørene utsettes for moderat belastning og er i tråd med funn fra intervjuene. Informantene fremlegger at det er mye manuelt arbeid, spesielt operasjoner som flytting av sneller, innlasting av råvare og det å tre om tråd på magasin er belastende. Arbeidsmiljøparameteren gir en indikasjon om at det er tilknyttet risiko under arbeid på modulen. NNH har iverksatt tiltak for å redusere risikoen som operatørene utsettes for, dog trekker flere av informantene frem spesielt forflytning og innlasting av råvare som områder som bør utbedres. Det er videre eskalerende faktorer i verdistrømmen som øker sannsynligheten for ulykker og skader. Dette er våt, kald, støvete eller snødekket råvare, samt skader på råvare eller vangene på snellene. Disse faktorene fremkommer som resultat av lange fraktruter som utsetter råvaren for hard håndtering, hvordan råvaren lagres, samt hvordan snellene forflyttes. Støynivået på spolerommet er ikke kritisk og NNH har allerede iverksatt tiltak for å redusere støyeksposering.

Bærekraftig verdistrømsanalyse som kartleggingsverktøy

Jones & Womack (2002) fremlegger at en verdistrømsanalyse belyser enhver form for sløsing, bruker et standardisert språk og tilrettelegger for samling av Lean-praksiser. Dog har det som beskrevet i underkapittel 3.1.3, blitt identifisert ytterligere former for sløsing utenom de originale syv identifisert av Womack & Jones (1996). Disse formene for sløsing går utenfor det en vanlig verdistrømsanalyse kartlegger, dermed er det hensiktsmessig å tilpasse analysen for å inkludere disse. I likhet med en vanlig verdistrømsanalyse gir den bærekraftige versjonen i figur 13 god innsikt i råvarens bevegelse gjennom verdistrømmen, den har også en dynamisk natur som gjør at den kan tilpasses etter de miljøaspektene som er mest relevante å kartlegge (Faulkner & Badurdeen, 2014). Dermed kartlegger den bærekraftige verdistrømsanalysen sløsing av energi (nr. 13), samt sløsing av naturressurser (nr. 14). Den har sosialparametere som tar for seg PLI og risiko. Dette er dog parametere som kun kartlegger arbeidsmiljøet ved en gitt prosess. Den tar også hensyn til kommunikasjonen mellom prosesser.

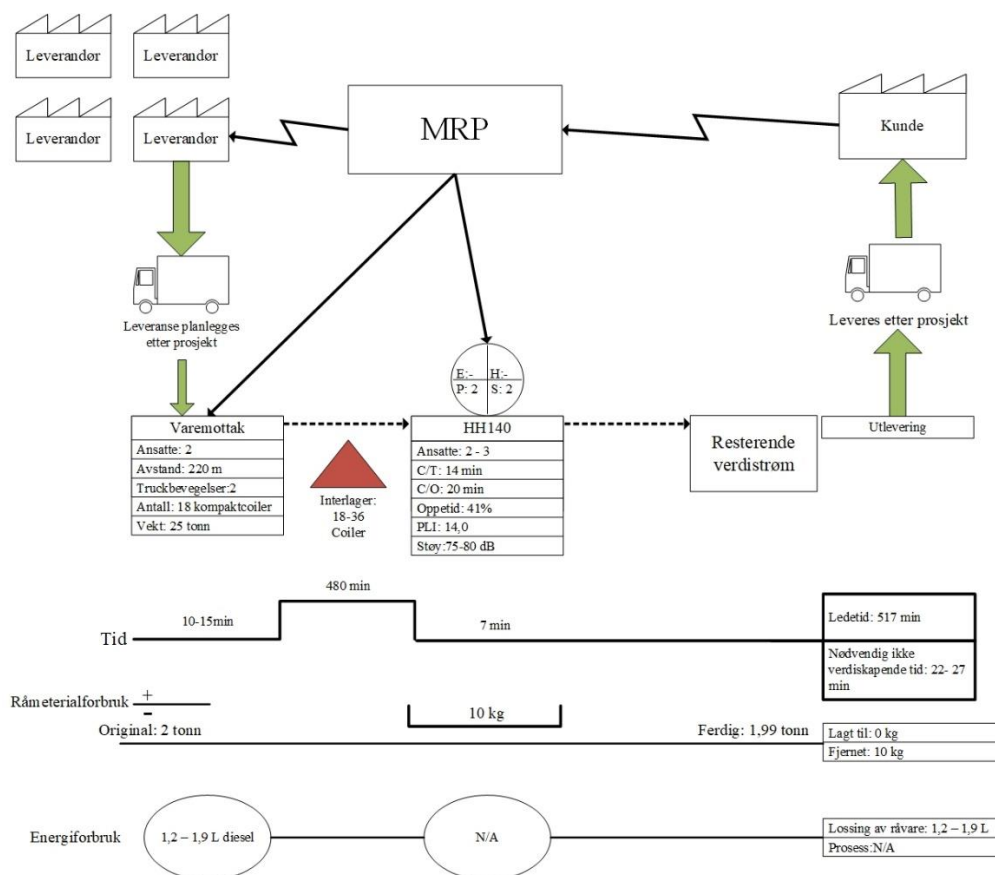
Verdistrømsanalysen i figur 13 er utviklet utfra parameterne som er presentert i tabell 1, som har stort fokus på tekniske aspekter og miljøaspekter ved produksjon. Dermed klarer ikke analysen å belyse et helhetlig bilde av kritiske områder og faktorer for bærekraftig forbedring. Den tar hensyn til råmaterialforbruket og energiforbruket til hver prosess i verdistrømmen. Dermed illustrerer den økonomisk sløsing, samt aspekter som direkte påvirker miljøet. Videre hensyntar den sosialparametere som arbeidssikkerheten til de ansatte, men ikke underliggende myke praksiser. Denne mangelen er kritisk da myke praksiser som organisasjonskultur, mennesker, relasjoner (Liker, 2004; Sim & Rodgers 2009; Liker & Rother, 2011), endringsledelse, kryssfunksjonelle team og kommunikasjon er sentralt for organisasjoner som ønsker bærekraftig forbedring (Bhamu & Sangwan, 2014). I tillegg feiler den utfra et sosioteknisk perspektiv, ettersom den ikke omfavner samspillet mellom organisasjon, mennesker og tekniske systemer. Analysen har dermed en mer teknosentrisk tilnærming som undergraver relasjonene vist i figur 5. Dog er det blitt fremlagt i underkapittel 3.2.2 at endringsprosjekter ikke kan initieres uten å adressere harde elementer først (Sirkin et al., 2005). Dermed mener vi at det kan være fordelaktig å anvende en bærekraftig verdistrømsanalyse basert på rammeverket til Faulkner & Badurdeen (2014) for kartlegging i startfasen av Lean-implementering.

Faulkner & Badurdeen (2014) fremlegger at innvirkningen på det sosiale miljøet må inspiseres under analyse med fokus på bærekraft. Dermed er aspektene helse og sikkerhet for ansatte inkludert. De trekker altså frem viktigheten med det sosiale aspektet, men utnytter det ikke til det fulleste da den bærekraftige verdistrømsanalysen ikke inkorporerer ansattes motivasjon, kommunikasjon, inkludering og forståelse for Lean. Ved å inkludere kartlegging av disse aspektene vil det kunne belyse sløsing av menneskelig potensial (nr. 8), sløsing ved eksessiv kommunikasjon (nr. 9) og sløsing av kunnskap (nr. 10). I henhold til funn og diskusjon fra delkapittel 5.3, er det sosiale aspektet et område i NNH som er problematisk og har forbedringspotensial. Litteraturen viser videre til at dette er et aspekt som er sentralt for å støtte opp om implementeringen av tekniske forbedringer og harde Lean-praksiser (Kotter, 1996; Beer & Nohria, 2000; Garvin & Roberto, 2005; Sirkin et al., 2005). Følgelig mener vi dette aspektet bør hensyntas i verktøy som har til hensikt å kartlegge sløsing og områder for forbedring. Ved å illustrere dette for hver enkelt prosess i en bærekraftig verdistrømsanalyse, vil det synliggjøre det helhetlige bilde av tekniske og sosiale forhold, samt miljøaspekter. En slik analyse vil dermed i større grad visualisere all form for sløsing og forbedringspotensial. Dermed tillater dette en holistisk tilnærming til forbedring av verdistrømmen.

Basert på denne studiens funn, samt den foregående diskusjonen mener vi det er hensiktsmessig å utforme en spørreundersøkelse, eller fremgangsmåte for å gi de underliggende myke aspektene en numerisk verdi. Dette kan gi en pekepinn på graden av myke praksiser og se det i sammenheng med de tekniske systemene. Videre vil en numerisk verdi for de myke praksisene kunne styrke den bærekraftige verdistrømsanalysen for å illustrere sløsing, samt danne flyt og kontinuerlig forbedring. Dette er i samsvar med Shah & Ward (2007) som definerer Lean-produksjon som et integrert sosioteknisk system som eliminerer sløsing ved å kontinuerlig redusere eller minimere leverandør, kunde og intern variasjon. Faulkner & Badurdeen (2014) sitt rammeverk vil dermed kunne dra nytte av denne visualiseringen, samt svare på deres egen kritikk av tradisjonelle verdistrømsanalyser som ikke tar hensyn til miljø- og sosialparametere. I tillegg vil en implementering av en numerisk verdi for sosialparameteren gjøre den fullverdig og øke, eller beholde organisasjoners konkurransefortrinn, ved å ta hensyn til de økonomiske, sosiale og miljøsentrerte dimensjonene (Cherrafi et al., 2017). Denne utbedringen kan føre til at verdistrømsanalysen igjen i større grad kartlegger alle former for sløsing, da den vil kunne belyse de originale syv (nr. 1 – nr. 7), sosialsløsing (nr. 8 – nr. 10), samt miljøsløsing (nr. 13 og nr. 14). Dette vil medføre at den bærekraftige verdistrømsanalysen i figur 13 vil hensynta alle de fire kategoriene i figur 12, og dermed underbygge bærekraftig forbedring under Lean-implementering. Dog må det trekkes frem at hva som er verdi og sløsing i en verdistrøm er kontekstavhengig. Dermed må det under kartlegging av en verdistrøm først etableres hva som er verdi og hvilke former for sløsing som er relevante for kartleggingen.

5.5 Framtidssituasjon og forbedringer

Basert på de foregående kapitlene vil det her presenteres en mulig framtidssituasjon for NNH, samt tiltak de kan implementere for å oppnå denne situasjonen. Framtidssituasjonen er illustrert i figur 21, videre er mulige resultater tilknyttet spesifikke tiltak vist i tabell 6. Denne tabellen presenterer forbedringer og tiltak som kan redusere den kartlagte sløsing, den tar utgangspunkt i utfordringene presentert i tabell 4 og verdistrømsanalysen i figur 20. Tiltakene fremlegges for å bidra til at NNH kan oppnå sine mål om økt sikkerhet, bærekraftighet og eierskapsfølelse blant ansatte, samt redusert nedetid, transport og manuelt arbeid.



Figur 21: Ønsket framtidssituasjon.

NNH har et pågående prosjekt som vil tillate direkte leveranse av fulle sneller fra modul HH140 til armeringsmaskin HH102. Dette er signifikant da det dermed ikke er nødvendig å lagre fulle sneller internt på modulen som vist i figur 19, da de i stedet kan flyttes direkte til HH102. Følgelig gir dette større rom for lagring av råvare og tomme sneller internt. Større rom for lagring på modulen muliggjør leveranse av råvare direkte fra leverandør, samt fjerning av utendørs lager for tomme sneller. Dette legger grunnlaget som vil gjøre det mindre utfordrende for NNH å implementere forbedring 1 og/eller 2 i tabell 6. Rother & Shook (2009) fremlegger at implementering av hele framtidssituasjonen er tilnærmet umulig, ettersom det kan bli for komplekst. Dette vil ikke være like gjeldende for figur 21, da det i denne kartleggingen kun har blitt hensyntatt en mindre del av verdistrømmen. Dette vil senke graden av kompleksitet under implementering av identifiserte tiltak for å oppnå framtidssituasjon. Likevel må det påpekes at en gradvis implementering kan være hensiktsmessig (Rother & Shook, 2009). Dette er grunnlaget for forbedring 1 i tabell 6, da dette er en forbedring som er identifisert som et godt startpunkt for senere implementering av forbedring 2. Imidlertid må det påpekes at disse tiltakene vil redusere buffere i verdistrømmen og dermed medføre at NNH er mer sårbare for variasjon (Roemeling, 2017). Videre er det identifisert at installering av fastmontert stige

medfører redusert risiko og økt effektivitet under utbedring av driftsforstyrrelser forårsaket av at tråden hopper av magasinet under spoling. Denne forbedringen er i korrelasjon med forbedring 8 i tabell 6, da kartlegging og utbedring av årsaken til driftsforstyrrelsen er en mer bærekraftig forbedring som vil redusere nødvendigheten av stigen.

Tabell 6: Forbedringer og tiltak.

Forbedring	Tiltak	Resultat	Redusert sløsing
Mottak av råvare fra leverandør på mellomlager	Mottakskontroll og registrering gjennomføres i port inn til fabrikk. Lastebil losses av på mellomlager. NNH planlegger hyppigere leveranser under prosjekter med stor pågang.	Reduserer årlig: total truckkjøring med 660 km, dieselforbruk med 1880 liter, CO ₂ utslipp med 5 tonn, arbeidstimer med 250 timer. Kan redusere ledetid med 7-14 dager. Reduserer totale truckløft fra 6 til 4, slitasje på veibane og truck, samt risiko for skade på personell og råvare som følge av ekstensiv transport.	Sløsing ved venting (nr. 2). Sløsing ved transport (nr. 4). Sløsing ved unødvendig lagerhold (nr. 6). Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing av energi (nr.13). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Mottak av råvare fra leverandør på modul HH140	Mottakskontroll og registrering gjennomføres i port inn til fabrikk. Lastebil losses av på modul HH140. NNH planlegger hyppigere leveranser under prosjekter med stor pågang.	Reduserer årlig: total truckkjøring med 2000 km, dieselforbruk med 3140 liter, CO ₂ utslipp med 9 tonn, arbeidstimer med 420 timer. Kan redusere ledetid med 7-14 dager. Reduserer totale truckløft fra 6 til 3, slitasje på veibane og truck, samt risiko for skade på personell og råvare som følge av ekstensiv transport.	Sløsing ved venting (nr. 2). Sløsing ved transport (nr. 4). Sløsing ved unødvendig lagerhold (nr. 6). Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing av energi (nr.13). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Bruk av hovedport ved modul HH140 for levering av råvare.	Fjerne sperringer ved hovedport.	Reduserer transport og risiko for påkjørsel grunnet kryssing av arbeidsområde for å motta råvare fra sideport.	Sløsing ved transport (nr. 4). Sløsing av energi (nr.13).
MAFI-flak med kapasitet til ett fullstendig A-nummer.	Innkjøp av MAFI-flak med større kapasitet.	Fjerner ekstra transport som følge av MAFI-flak med manglende kapasitet.	Sløsing ved transport (nr. 4). Sløsing av energi (nr.13).
Bruk av snile med spesialtilpasset løfteutstyr for intern flytting og innlasting av råvare.	Innkjøp av snile i samråd med operatører for å sikre at den har de kvalifikasjoner som kreves.	Gir mulighet til å fjerne truck til fordel for en snile som er bedre tilpasset transport på små flater. Redusert risiko for skade på personell og/eller råvare.	Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Bruk av løftebukk for innlasting av råvare på avvikler.	Innkjøp av spesialtilpasset løftebukk i samråd med operatører.	Reduserer risiko for skade på personell og/eller råvare under innlasting.	Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Standard størrelse på råvare.	Etablere standard størrelse på råvare levert av leverandører. Større råvare er ønskelig.	Fører til mindre tap per tonn råvare da det er restriksjoner med tråd på coil etter spoling. Økt opptid da det reduserer antall stopp for innlasting av ny råvare.	Sløsing ved venting (nr. 2). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Utbedring av spolelinje for å unngå at tråd hopper av magasin.	Kartlegge årsak til at tråd hopper av (5 why's). Utbedre basert på funn.	Reduserer driftsforstyrrelser og manuelt arbeid under spoling. Øker opptid.	Sløsing ved venting (nr. 2).
Fastmontert stige på modul HH140.	Montere fast stige i samråd med operatører.	Reduserer risiko under utbedring av driftsforstyrrelser.	Sløsing ved venting (nr. 2). Sløsing ved unødvendig bevegelse (nr. 3).

Alle ansatte anvender digitalt system for bestilling av råvare/materiell etter satt standard.	Arrangere kurs i bruk av bestillingssystem. Viktig at det presiseres hvorfor dette systemet må anvendes.	Reduserer variasjon i fremgangsmåte for bestilling av råvare, der flere operatører fortsatt anvender epost eller tlf.	Sløsing ved eksessiv kommunikasjon (nr. 9).
Etablere fast personell på modul HH140.	Kartlegge hvilke operatører som ønsker å arbeide på modulen. Etablere ordning der operatører har delt stilling mellom modulen og en annen del av fabrikk.	Reduserer variasjon, risiko og sløsing forårsaket av gjennomtrekket av operatører med manglende kjennskap til modulen.	Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing ved Making-do (nr. 11). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Forbedring av kommunikasjon.	Anvende kommunikasjonskanaler for toveiskommunikasjon ved innføring av nye tiltak.	Reduserer muligheten for mistolkning av budskapet hos de ansatte, samt legger opp til at de får oppklart eventuelle spørsmål. Reduserer også muligheten for unødvendig støy.	Sløsing ved utnyttet menneskelig potensial (nr. 8).
Forbedre oppfølging av ansatte.	Introdusere faste kommunikasjonskanaler for å holde ansatte oppdatert om informasjon, eller forslag.	Øker graden av involvering, og medføre at ansatte føler at de blir tatt hensyn til. Dette kan øke motivasjon for endring/læring og eierskapsfølelse.	Sløsing ved utnyttet menneskelig potensial (nr. 8).
Forbedre opplæring.	Bevisstgjøre de ansatte på hvor viktige handlingene deres er for utkommet av arbeidsprosessene.	Reduserer kassering av råmaterial. Øker eierskapsfølelse og motivasjon for læring, samt kontinuerlig forbedring.	Sløsing ved defekter (nr. 7). Sløsing av naturressurser (nr. 14).
Forbedre meningsutveksling.	Utnytte de innebygde systemene for meningsutveksling i større grad. Med fokus på gjengående mailsøyfer, samt lister hvor ansatte kan komme med informasjon og forslag.	Øker grad av inkludering og motivasjon til å forbedre egen arbeidsplass. Vil redusere motstand til endring da ansatte føler seg hørt. Underbygger en kultur for kontinuerlig forbedring.	Sløsing av menneskelig potensial (nr. 8) Sløsing av kunnskap (nr. 10)
Forbedre erfaringsoverføringen.	Gi mer rom og tid for erfaringsoverføring. Med fokus på å effektivisere prosessene for prospektiv og retrospektiv kunnskapsoverføring.	Reduserer sjansen for å miste intern kunnskap. Øker graden av læring og forståelse for kontinuerlig forbedring.	Sløsing av kunnskap (nr. 10).
Danne høyere grad av autonome team.	Ha raske faste møter mellom ansatte. Danne team med fokus på momentene i figur 6. Anvende «5 Why's» for å dele og utforske ideer.	Øke graden av prestasjon, støttende adferd, kunnskap og kontinuerlig forbedring gjennom tverrfaglige team.	Sløsing av kunnskap (nr. 10).
Kontinuerlig forbedring.	Fortsette å arbeide med kulturen for forbedring blant alle ansatte på NNH. Kontinuerlig søke etter muligheter for forbedring ved bruk av Lean-verktøy som «5 why's» og A3.	Redusert ledetid, risiko, variasjon, råmaterialtap og utslipp, samt økonomiske besparelser.	Potensielt alle former for sløsing.

Ut fra tabell 6 fremkommer det at modul HH140 bør forbedres innenfor de fire kategoriene presentert i figur 12. Videre trekker flere informanter frem at det er ønskelig med større utbedring av modul HH140 med endring av layout og en større investering for innkjøp av komplett nytt utstyr. Under etablering av problemstillingen og forskerspørsmålene for studien

i samråd med NNH ble det dog etablert at denne studien kun ville undersøke organisatoriske og mindre tekniske løsninger, eller såkalte «lavhengende frukter». Videre førte begrensingene fremlagt i delkapittel 4.7 til at utvikling av avanserte tekniske løsninger ble utfordrende. Det er dog aktuelt å trekke frem denne problemstillingen, da dette var et tydelig irritasjonsmoment blant operatørene som ble intervjuet. Leder 2 beskriver sitt inntrykk av Lean og fremlegger problemstillingen:

«Det har vært litt sammenligninger med Ferrari og andre store firmaer som jobber effektivt også videre. Men vi sitter med mye gammelt utstyr som er fra 60 - 70-tallet som trenger en saftig oppgradering. Så det å sammenligne Ferrari som har nyeste av det nye til enhver tid med oss som lever i fortiden harmonerer ikke helt. Hadde vi vært på lik linje så hadde det vært en ting, men operatørene gjør desidert det beste de kan med utstyret de har.»

Under implementering av nye tiltak for å redusere sløsing, er det sentralt at NNH følger opp for å sikre at muligheter utnyttes til å oppnå besparelser. Dette er sentralt, da reduksjon av sløsing ikke er ekvivalent med reduksjon av kostnad, dermed må muligheten som skapes av fjernet sløsing utnyttes for å unngå sløsing ved ingen oppfølging (nr. 12) (Bicheno & Holweg, 2016).

Operasjonalisering av sentrale aspekter for bærekraftig forbedring

Gjennom de foregående delkapitlene er det blitt identifisert sentrale aspekter innenfor de fire kategoriene i figur 12 som kan lede til bærekraftig forbedring av modul HH140. Det har også fremkommet sentrale aspekter som NNH allerede har implementert og anvender på en tilfredsstillende måte. Videre er det definert hvordan disse tiltakene blir hensyntatt av verdistrømsanalysen i figur 13. Dette leder til utvikling av et rammeverk med aspekter som organisasjoner bør hensynta for å sikre bærekraftighet i deres forbedringsprosjekter. En slik utvikling er nødvendig for å motvirke de globale økonomi- og miljøutfordringene verden står ovenfor i dag. Disse aspektene presenteres etter tilhørende kategori i tabell 7. Det er nødvendig å påpeke at tabellen kun fremlegger aspekter som er fremkommet gjennom denne studien. Dermed kan det forekomme elementer som bør inkluderes i forbedringsprosjekter som ikke er identifisert i denne tabellen. Videre er det under etablering av forbedringsprosjekter nødvendig å tilpasse tilnærmingen for bærekraftig forbedring etter konteksten.

Tabell 7: Sentrale aspekter for å oppnå bærekraftig forbedring under Lean-implementering.

Miljøaspekter	Tekniske løsninger	Lean-praksiser	Myke praksiser
Forbruk av råmaterial	Transportruter	Definere verdi	Organisasjonskultur
Energiforbruk	Transport av råmaterial	Flyt i verdistrømmen	Mennesker og samarbeid
Ansattes helse og sikkerhet	Tilpasset maskineri	De 14 formene for sløsing	Tilpasset endringstilnærming
Resirkulering av råmaterial	Tilpasset verktøy	Anvende tilpassede Lean-verktøy	Kommunikasjonsrutiner
Miljøutslipp	Fabrikklayout	Kontinuerlig forbedring	Mottakerbevissthet
	Muligheter for automatisering		Kontinuerlig læringsprosess
	Arbeidsrutiner		Kunnskapsoverføring
			Involvering av ansatte

6 Konklusjon

På bakgrunn av analysen og diskusjonen fra foregående kapittel, fremlegges det her konkluderende bemerkninger for å besvare studiens problemstilling og forskerspørsmål. Videre redegjøres det for begrensninger og implikasjoner av funn, samt anbefalinger for videre forskning. Denne studien har til formål å kartlegge hvordan det kan sikres bærekraftighet i forbedringsprosjekter. For å besvare denne problemstillingen har vi utviklet to underliggende forskerspørsmål. Derav har vi gjennomført én casestudie av NNH med begrenset oppmerksomhet mot modul HH140 og tilhørende verdistrøm oppstrøms. Gjennom studien har det blitt anvendt abduktiv tilnærming der metodene for datainnsamling inkluderer dokumentstudie, semistrukturerte intervju, feltsamtaler, workshop og spørreundersøkelse. Videre har data blitt analysert og drøftet i samsvar med det teoretiske rammeverket utviklet gjennom kontinuerlig litteratursøk. Den overordnede problemstillingen er besvart gjennom de underliggende forskerspørsmålene:

Hvordan kan modul HH140 optimaliseres med hensyn på aspekter som kreves for å oppnå bærekraftig forbedring?

Empiriinnsamlingen viser til at NNH er kulturbevisste i deres Lean-implementering, hvor de har en teoretisk riktig tilnærming til endring, og tilstreber å optimalisere drift utfra tilgjengelige ressurser. Dog fremkommer det flere utfordringer vedrørende transport, kommunikasjon, erfaringsoverføring, gjennomtrekk av ansatte, ledetid, oppetid, lagring av råmaterial og innlasting av råmaterial tilknyttet modul HH140. Basert på kartlagte utfordringer og sløsning belyst ved den bærekraftige verdistrømsanalysen er det definert forbedringer og tilhørende tiltak for å realisere en bærekraftig forbedring av modulen. Disse tiltakene inkluderer mottak av råvare på mellomlager/modul HH140, innkjøp av spesialtilpasset utstyr, forbedring av kommunikasjonskanaler, høyere involvering og oppfølging av ansatte, og vises i sin helhet i tabell 6.

Hvordan hensyntar en bærekraftig verdistrømsanalyse aspekter som er sentrale for å oppnå bærekraftig forbedring?

Den bærekraftige verdistrømsanalysen har en dynamisk natur, samt hensyntar tekniske og miljøsentrerte aspekter. Dog inkluderer den ikke tilstrekkelig kartlegging av de underliggende sosiale aspektene som er kritiske for å oppnå bærekraftig forbedring. Videre feiler den fra et sosioteknisk perspektiv, da den ikke omfavner samspeillet mellom organisasjon, mennesker og tekniske systemer. Dermed kreves det en videreutvikling av den bærekraftige

verdistrømsanalysen for å hensynta alle aspektene som er sentrale for å oppnå bærekraftig forbedring.

Hvordan kan bærekraftige forbedringer oppnås under implementering av Lean-metodologi?

Ut fra besvarelsen av de to foregående forskerspørsmålene har vi utarbeidet en operasjonalisert oversikt over kategoriene miljøaspekter, tekniske løsninger, Lean-praksiser og myke praksiser. De identifiserte aspektene fremlegges i sin helhet i tabell 7.

6.1 Begrensinger for studien

Restriksjoner grunnet Covid-19 pandemien som ble innført i startfasen av studien, medførte at NNH ikke kunne ha besøkende. Dette satte begrensninger for studien, da det ikke ble mulig å anvende observasjon som metode for å kartlegge verdistrømmen. Videre ble våre kontaktpersoner satt på hjemmekontor og det førte til underbemanning på NNH. Dermed ble det utfordrende å forstå konteksten i dypere detalj og etablere gode relasjoner med ansatte for intervju. Verdistrømmen måtte følgelig kartlegges ved hjelp av digitale verktøy. Denne fremgangsmåten var utfordrende da det ikke er etablert vitenskapelig litteratur for hvordan verdistrømsanalyser kan kartlegges eksternt.

6.2 Implikasjoner for studien

Denne studien undersøker kun én case, dermed er overførbarheten begrenset og funn må ses i lys av konteksten. Videre har begrensninger for studien resultert i at kartleggingen av nåtidssituasjonen måtte gjennomføres ved metoder for datainnsamling som ikke er i tråd med retningslinjer i vitenskapelig litteratur. Dermed er den bærekraftige verdistrømsanalysen utarbeidet under unike forhold som kan påvirke resultatene og redusere overførbarheten. Imidlertid mener vi at funnene fra denne studien kan overføres til andre organisasjoner som operer med prosjektbasert produksjon, der aspektene for bærekraftig forbedring under Lean-implementering kan anvendes for å motarbeide globale økonomi- og miljøutfordringer. Videre kan begrensningene ved den bærekraftige verdistrømsanalysen identifisert i denne studien etablere grunnlag for utvikling av en forbedret analyse som hensyntar alle aspektene og samspillet mellom organisasjon, mennesker og tekniske systemer. Den kan dermed utgjøre utgangspunkt for etablering av en strategisk forbedringsplan for oppnåelse av bærekraftighet i forbedringsprosjekter.

6.3 Anbefalinger for videre forskning

Denne studien har trukket frem begrensinger ved bærekraftig verdistrømsanalyse som verktøy for kartlegging av aspekter som er kritiske for å oppnå bærekraftig forbedring. Det vil dermed være interessant å videre utforske hvordan analysen kan forbedres for å kartlegge de underliggende myke aspektene på en tilfredsstillende måte. Videre har denne studien avdekket hull i litteraturen, da det ikke er forsket på fremgangsmåter for ekstern digital utvikling av verdistrømsanalyse. Dette er et område som i stadig økende grad vil være aktuelt på bakgrunn av den globale digitalisering og uforutsette hendelser som Covid-19 pandemien. I tillegg bygger de identifiserte aspektene for bærekraftig forbedring på funn fra én case, det er dermed nødvendig å utforske aspektenes relevans i andre kontekster.

Referanseliste

- Abdulmalek, F. A. & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>
- Ahmad, S. A. S. (2013). Culture and lean manufacturing: towards a holistic framework. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 334-338.
- Andersson, R., Eriksson, H. & Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *The TQM magazine*, 18(3), 282-296.
- Argote, L. & Miron-Spektor, E. (2011). Organizational Learning: From Experience to Knowledge. *Organization Science*, 22(5), 1121-1367. <https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0621>
- Baumeister, R. F. & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psycho-logical Bulletin*, 117, 497-529. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>
- Beer, M., Eisenstat, R. A. & Spector, B. (1990). Why change programs don't produce change. *Harvard business review*, 68(6), 158-166.
- Beer, M. & Nohria, N. (2000). Cracking the code of change. *HBR's 10 must reads on change*, 78(3), 133-141.
- Befring, E. (2007). *Forskningsmetode med etikk og statistikk* (2. utg.). Det Norske Samlaget.
- Bergmiller, G. G. & McCright, P. R. (2009a). Are lean and green programs synergistic?. *Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference*, 1155-1160.
- Bergmiller, G. G. & McCright, P. R. (2009b). Parallel models for lean and green operations. *Proceedings of the 2009 industrial engineering research conference*, 1(1), 22-26.
- Bhamu, J. & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876-940.
- Bicheno, J. & Holweg, M. (2016). *The Lean Toolbox a handbook for lean transformation* (5. utg.). PICSIE Books.

- Bortolotti, T., Boscari, S. & Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, 160, 182-201. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013>
- Bougie, R. & Sekaran, U. (2020). *Research methods for business : a skill-building approach* (8. utg.). John Wiley & Sons.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brännmark, M. & Holden, R. J. (2013). Packages of participation: Swedish employees' experience of lean depends on how they are involved. *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 1(2), 93-108. <https://doi.org/10.1080/21577323.2012.729001>
- Busch, T. (2013). *Akademisk skriving for bachelor- og masterstudenter* (5. utg.). Fagbokforlaget
- Buvik, K., Skatvedt, A. & Baklien, B. (2020). Feltsamtaler som datakilde i kvalitativ Samfunnsforskning. *Tidsskrift for Samfunnsforskning*, 61(3.), 222-240. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-291X-2020-03-02>
- Cherrafi, A., Elfezazi, S., Govindan, K., Garza-Reyes, J. A., Benhida, K. & Mokhlis, A. (2017). A framework for the integration of Green and Lean Six Sigma for superior sustainability performance. *International Journal of Production Research*, 55(15). <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1266406>
- Coetzee, R., van der Merwe, K. & van Dyk, L. (2016). Lean Implementation Strategies: How are the Toyota Way Principles Addressed? *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(3), 79–91. <http://dx.doi.org/10.7166/27-3-1641>
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis: Quality, productivity and competitive position*. Cambridge University Press.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (Red.). (2000). *Handbook of Qualitative Research* (2. Utg.). Sage Publications.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Kappa Delta Pi.
- Donaldson, L. (2001). *The Contingency Theory of Organizations*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Dubois, A. & Gadde, L. E. (2002). Systematic combining: an abductive approach to case research. *Journal of business research*, 55(7), 553-560. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(00\)00195-8](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(00)00195-8)
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R. & Jackson, P. (2012). *Management Research* (4. utg.). Sage.
- Faulkner, W. & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 85, 8-18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042>
- Ferguson-Amores, M. C., García-Rodríguez, M. & Ruiz-Navarro, J. (2005). Strategies of Renewal The Transition from ‘Total Quality Management’ to the ‘Learning Organization’. *Management Learning*, 36(2), 149-180. <https://doi.org/10.1177/1350507605052556>
- Garvin, D. A. & Roberto, M. A. (2005). Change through persuasion. *Harvard business review*, 83(2), 26-33.
- Garza-Reyes, J. A., Romero, J. J, Govindanm K., Cherrafi, A. & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*, 18(180), 335-348. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121>
- Garza-Reyes, J. A., Villarreal, B., Kumar, V. & Molina Ruiz, P. (2016). Lean and green in the transport and logistics sector—a case study of simultaneous deployment. *Production Planning & Control*, 27(15), 1221-1232. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1197436>
- Golafshani, N. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The qualitative report*, 8(4), 597-607. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2003.1870>
- Golledge, N. R., Keller, E. D., Gomez, N., Naughten, K. A., Bernales, J., Trusel, L. D. & Edwards, T. L. (2019). Global environmental consequences of twenty-first-century ice-sheet melt. *Nature*, 566, 65-72. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-0889-9>
- Grønmo, S. (2004). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Fagbokforlaget.
- Gurumurthy, A. & Kodali, R. (2011). Design of lean manufacturing systems using value stream mapping with simulation A case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(4), 444-473. <https://doi.org/10.1108/17410381111126409>
- Hackman, M. Z. & Johnson, C. E. (2013). *Leadership: A Communication Perspective* (6. utg.). Waveland Press, Inc.

Hasle, P., Bojesen, A., Jensen, P. L. & Bramming, P. (2012). Lean and the working environment: a review of the literature. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(7), 829-849.

Hekneby, T., Benders, J., & Ingvaldsen, J.A. (2021). Not so different altogether: Putting lean and sociotechnical design into practice in a process industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 219-230. <https://doi.org/10.3926/jiem.1537>

Hines, P., Holweg, M. & Rich, N. (2004). Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International journal of operations & production management*, 24(10), 994-1011.

Hines, P., Martins, A. L. & Beale, J. (2008). Testing the boundaries of lean thinking: observations from the legal public sector. *Public money and management*, 28(1), 35-40.

Hines, P., Taylor, D. & Walsh, A. (2020). The Lean journey: have we got it wrong?. *Total quality management & business excellence*, 31(3-4), 389-406.
<https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1429258>

Holden, R. J., Eriksson, A., Andreasson, J., Williamsson, A. & Dellve, L. (2015). Healthcare workers' perceptions of lean: A context-sensitive, mixed methods study in three Swedish hospitals. *Applied ergonomics*, 47, 181-192. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.09.008>

Hollmann, S., Klimmer, F. Schmidt, K. H. & Kylian, H. (1999). Validation of a questionnaire for assessing physical work load. *Scandinavian Journal of Work*, 25(2), 105-114.
<https://www.jstor.org/stable/40966874>

Hopp, W. J. & Spearman, M. L. (2004). To pull or not to pull: what is the question?. *Manufacturing & service operations management*, 6(2), 133-148.
<https://doi.org/10.1287/msom.1030.0028>

Illeris, K. (2004). A model for learning in working life. *Journal of Workplace Learning*, 16(8), 431-441. <https://doi.org/10.1108/13665620410566405>

Illeris, K. (2009). *Læring i arbeidslivet*. Learning Lab Denmark, Roskilde Universitetsforlag.

Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Abstrakt forlag AS.

Jones, D. & Womack, J. (2002). *Seeing the Whole mapping the extended value stream*. The Lean Enterprise Institute, Inc.

Jørgensen, F., Matthiesen, R., Nielsen, J. & Johansen, J. (2007). Lean maturity, lean sustainability. I J. Olhager & F. Persson (Red.), *Advances in production management systems*. (s. 371-378). Boston Springer.

Kalsaas, B. T. (2020). Lean Construction: A management model for interdependencies in detailed design. Forthcoming in, Fazenda, T.P., Kagioglon, M. and Koskela, L. (Eds), *Lean Construction: Core Concepts and New Frontiers*, Huddersfield: Routledge. DRAFT version.

Kalsaas, B.T. & Moum, A. (2016). Design and engineering understood as processes of learning. In Proceedings of the CIB World Building Congress 2016. WBC16. Tampere University of Technology 2016 ISBN 978-952-15-3740-0. pp 210-221, SINTEF UIA.

King, A. A. & Lenox, M. J. (2001). Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. *Production and operations management*, 10(3), 244-256. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2001.tb00373.x>

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

Koskela, L. (2004). Making-Do — the Eighth Category of Waste. In: 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 3-5th August 2004, Helsingor, Denmark. (Unpublished)

Kotter, J. 1996. *Leading Change*. Boston, MA: Harvard Business School Press

Krafcik, J. F. (1988). Triumph Of The Lean Production System. *MIT Sloan Management Review*, 30(1), 41.

Kull, T. J., Yan, T., Liu, Z. & Wacker, J. G. (2014). The moderation of lean manufacturing effectiveness by dimensions of national culture: testing practice-culture congruence hypotheses. *International Journal of Production Economics*, 153, 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.03.015>

Lasa, I. S., Laburu, C. O. & Vila, R. C. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*, 14(1), 39-52.
<https://doi.org/10.1108/14637150810849391>

Liker, J. K. (2004). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Liker, J. & Rother, M. (2011). Why lean programs fail. *Lean enterprise institute*, 2011, 45-79.

Lozeau, D., Langley, A. & Denis, J. L. (2002). The corruption of managerial techniques by organizations. *Human relations*, 55(5), 537-564.

<https://doi.org/10.1177/0018726702055005427>

Madsen, D. Ø., Berg, T., Stenheim, T., Moum, J. V., Bordewich, I. O. & Storsveen, M. (2019). The long-term sustainability of lean as a management practice: Survey evidence on diffusion and use of the concept in Norway in the period 2015–2017. *Sustainability*, 11(11), 3120. <https://doi.org/10.3390/su11113120>

Mann, D. (2005). *Creating a Lean Culture: Tools to Sustain Lean Conversion*. Productivity Press.

McCann, L., Hassard, J. S., Granter, E. & Hyde, P. J. (2015). Casting the lean spell: The promotion, dilution and erosion of lean management in the NHS. *Human relations*, 68(10), 1557-1577. <https://doi.org/10.1177/0018726714561697>

McCarty, T., Jordan, M. & Probst, D. (2011). *Six Sigma for Sustainability: How organizations design and deploy winning environmental programs*. McGraw-Hill Education.

McCroskey, J.C. (2016). *An Introduction to Rhetorical Communication* (9. utg.). Routledge

Miljødirektoratet (2020). *Greenhouse Gas Emissions 1990-2018, National Inventory Report* (Klima Rapport 1643).

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1643/m1643.pdf>

Mollenkopf, D., Stolze, H., Tate, W. L. & Ueltschy, M. (2010). Green, lean, and global supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(1-2), 14-41. <https://doi.org/10.1108/09600031011018028>

Moore, R. & Scheinkopf, L. (1998), Theory of Constraints and Lean Manufacturing: Friends or Foes?. *Chesapeake Consulting Inc*.

Morse, J. M., Barrett, M., Mayan, M., Olson, K. & Spiers, J. (2002). Verification Strategies for Establishing Reliability and Validity in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 13–22. <https://doi.org/10.1177/160940690200100202>

Nave, D. (2002). How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. *Quality Progress*, 35(3), 73-78.

Netland, T. H. (2016). Critical success factors for implementing lean production: the effect of contingencies. *International Journal of Production Research*, 54(8), 2433-2448.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1096976>

Noble, H. & Smith, J. (2015). Issues of validity and reliability in qualitative research.

Evidence-based nursing, 18(2), 34-35. <https://doi.org/10.1136/eb-2015-102054>

Norman, D. (1993). *Things that make us smart: Defending human attributes in the age of the machine*. Diversion Books.

Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity Press.

Parker, S. K. (2003). Longitudinal effects of lean production on employee outcomes and the mediating role of work characteristics. *Journal of applied psychology*, 88(4), 620-634.

<https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.4.620>

Pusavec, F., Krajnik, P. & Kopac, J. (2010). Transitioning to sustainable production – Part I: application on machining technologies. *Journal of Cleaner Production*, 18(2), 174-184.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.08.010>

Riege, A. M. (2003). Validity and reliability tests in case study research: a literature review with “hands - on” applications for each research phase. *Qualitative market research: An international journal*, 6(2), 75-86.

<https://doi.org/10.1108/13522750310470055>

Roemeling, O., Land, M. & Ahaus, K. (2017). Does lean cure variability in health care?.

International Journal of Operations & Production Management, 37(9), 1229-1245.

Rother, M. & Shook, J. (2009). *Learning to See value-stream mapping to create value and eliminate muda* (1.4. utg.). Lean Enterprise Institute.

Salas, E., Sims, D. E. & Burke, C. S. (2005). Is there a “Big Five” in Teamwork?. *Small*

Group Research, 36(5), 555–599. <https://doi.org/10.1177/1046496405277134>

Schuh, G., Gartzen, T., Rodenhauser, T. & Marks, A. (2015). Promoting work-based learning through Industry 4.0. *Procedia Cirp*, 32, 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.213>

Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production.

Journal of operations management, 25(4), 785-805.

<https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>

- Sim, K.L. & Rogers, J.W. (2009), Implementing lean production systems: barriers to change. *Management Research News*, 32(1), 37-49. <https://doi.org/10.1108/01409170910922014>
- Sirkin, H. L., Keenan, P. & Jackson, A. (2005). The hard side of change management. *HBR's 10 Must Reads on Change*, 99.
- Song, X.P., Hansen, M. C., Stehman, S. V., Potapov, P. V., Tyukavina, A. Vermote, E. F. & Townshend, J. R. (2018). Global land change from 1982 to 2016. *Nature*, 560, 639-643. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0411-9>
- Spear, S. & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota production system. *Harvard business review*, 77, 96-108.
- Srinivasan, S., Ikuma, L. H., Shakouri, M., Nahmens, I. & Harvey, C. (2016). 5S impact on safety climate of manufacturing workers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(3), 364-378. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2015-0053>
- Stifoss-Hanssen, A. (2018). *Kommunikasjon for ingeniører*. I Talmo, Stifoss-Hanssen og Ulstein (red.). *Kommunikasjon og norsk for ingeniører*. Oslo: Universitetsforlaget, s. 31-45.
- Sygulla, R., Bierer, A. & Götze, U. (2011). Material flow cost accounting - proposals for improving the evaluation of monetary effects of resource saving process designs. In: *44th Conference on Manufacturing Systems. Wisconsin, USA*.
- Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Tortorella, G. L. & Fogliatto, F. S (2014). Method for assessing human resources management practices and organisational learning factors in a company under lean manufacturing implementation. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4623-4645. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.881577>
- Tracy, S. J. (2013). *Qualitative Research Methods Collecting Evidence, Crafting Analysis, Communicating Impact*. Wiley-Blackwell, a John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Trist, E. L. (1981). The evolution of socio-technical systems (Vol. 2). *Toronto: Ontario Quality of Working Life Centre*.
- von Thiele Schwarz, U., Nielsen, K. M., Stenfors-Hayes, T. & Hasson, H. (2017). Using kaizen to improve employee well-being: Results from two organizational intervention studies. *Human Relations*, 70(8), 966–993. <https://doi.org/10.1177/0018726716677071>

Wincel, J. P. & Kull, T. J. (2013). *People, process, and culture: Lean manufacturing in the real world*. CRC Press.

Womack, J. P. & Jones, D. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.

Womack, J. P., Jones, D. & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Rawson Associates.

Womack, J. P. (2006) Value stream mapping. *Manufacturing Engineering*, Vol. 136, 145-156.

World Bank. (2021). Europe and Central Asia Economic Update, Spring 2021: Data, Digitalization, and Governance. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35273>

Worley, J. M. & Doolen, T. L. (2006). The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. *Management decision*, 44(2), 228-245.

Yin, R. K. (2013). Validity and generalization in future case study evaluations. *Evaluation*, 19(3), 321–332. <https://doi.org/10.1177/1356389013497081m>

Vedlegg

Vedlegg A: Spørreundersøkelse for fysiskarbeidsindeks

	Kropp	Aldri	Sjelden	Noen ganger	Ofte	Veldig ofte
T1	Oppreist/rett					
T2	Litt bøyd					
T3	Svært bøyd					
T4	Vridd rundt hofte/mageregionen					
T5	Bøyd mot siden					
	Armer	Aldri	Sjelden	Noen ganger	Ofte	Veldig ofte
A1	Begge armene nedenfor skulderhøyde					
A2	En arm over skulderhøyde					
A3	Begge armer over skulderhøyde					
	Ben	Aldri	Sjelden	Noen ganger	Ofte	Veldig ofte
L1	Sittende					
L2	Stående					
L3	Sittende på huk					
L4	Knælende på ett eller begge knærne					
L5	Gående/ i bevegelse					
	Vekt- Oppreist	Aldri	Sjelden	Noen ganger	Ofte	Veldig ofte
Wu1	Vekt under 10kg stående oppreist					
Wu2	Vekt mellom 10 og 20kg stående oppreist					
Wu3	Vekt over 20kg stående oppreist					
	Vekt - Bøyd	Aldri	Sjelden	Noen ganger	Ofte	Veldig ofte
Wi1	Vekt under 10 kg med bøyd kropp					
Wi2	Vekt mellom 10 og 20kg med bøyd kropp					
Wi3	Vekt over 20kg med bøyd kropp					
	Tilegnet score	0	1	2	3	4

Fysiskarbeidsindeksformel: $\text{Fysiskarbeidsindeks} = 0.974 \times \text{T2score} + 1.104 \times \text{T3score} + 0.068 \times \text{T4score} + 0.173 \times \text{T5score} + 0.157 \times \text{A2score} + 0.314 \times \text{A3score} + 0.405 \times \text{L3score} + 0.152 \times \text{L4score} + 0.152 \times \text{L5score} + 0.549 \times \text{Wu1score} + 1.098 \times \text{Wu2score} + 1.647 \times \text{Wu3score} + 1.777 \times \text{Wi1score} + 2.416 \times \text{Wi2score} + 3.056 \times \text{Wi3score}$

For å se det eksakte spørreskjemaet som ble utsendt følg link:

<https://forms.gle/RyASY3pDFU56w3pr5>

Vedlegg B: Intervjuguide for operatører

1. Kan du beskrive din stilling og ansvarsområde?
2. Hvordan opplever du modulen HH140-142?
3. Hvordan oppfatter du at prosessene rundt modulen fungerer i forhold til å sikre jevn operasjon?
4. Hva mener du fungerer godt rundt driften av modulen?
5. Hvilke utfordringer knytter du til drift av modulen slik det er nå?
6. Oppfatter du at du har de ressursene du trenger for å drifte modul HH140-142 etter de fastsatte arbeidsrutinene?
7. Hvordan mener du drift av HH140-142 kunne blitt forenklet og effektivisert?
8. Ved installering til modul er det tilknyttet noe tap av råmaterial?
9. Hvilke tiltak mener du kan bidra til å minske avfall fra prosessene rundt modulen eller fra selve modulen?
10. Hvordan føler du at din sikkerhet blir ivaretatt når du oppholder deg i nærheten av, eller arbeider med eller rundt modulen?
11. Hvilke tiltak mener du kan bidra til å gjøre prosessene rundt eller selve modulen tryggere for de som arbeider med eller oppholder seg rundt modulen?
12. Hvordan oppfatter du Nexans tidligere eller pågående optimaliseringsprosjekter?
13. Hvordan har disse prosjektene påvirket din arbeidshverdag?
14. Hvordan oppfatter du at dine interesser blir ivaretatt under disse prosjektene?
15. Hvilket kjennskap har du til Lean?
 - a. Hvordan fikk du kjennskap til Lean?
16. Hvordan blir du informert og får innføring i nye tiltak og/eller prosedyrer som innføres?
17. I hvilken grad kan du påvirke det daglige arbeidet?
 - a. Er det noe system som fasiliteter meningsutveksling?
 - b. Opplever du at det er tilrettelagt for erfaringsoverføring mellom ansatte og ledelse?
 - c. Er dette noe som gjøres i praksis?
18. Er det noe mer du vil legge til?

Vedlegg C: Intervjuguide for truckfører

1. Kan du beskrive din stilling og ansvarsområde?
2. Hva slags truck bruker du?
3. Hvordan får du vite at det er behov for materialer til spolerom HH140?
4. Beskriv hva du gjør når du har fått vite at det er behov for materialer til spolerom HH140?
 - a. Hvor mange coiler frakter du da?
 - Hvor mange til port?
 - Hvor mange til mellomlager?
5. Kan du beskrive kjøreruten du bruker for å frakte materialer til HH140?
 - a. Hender det du må bruke alternative ruter?
 - b. Kan du beskrive disse/denne ruten?
 - c. Hvor ofte bruker du slike ruter?
6. Hvordan frakter du materialet?
 - a. Hvor ofte bruker du pallegafflene?
 - Hvor mange frakter du da av gangen?
 - Hvor mange turer kreves det da?
 - Hvor lang tid mener du det tar å frakte?
 - b. Hvor ofte bruker du MAFI-flak?
 - Hvor mange frakter du da av gangen?
 - Hvor mange turer kreves det da?
 - Hvor lang tid mener du det tar å frakte?
7. Hva er årsaken til at du veksler mellom bruk av MAFI-flak og frakt med pallegaffler?
8. Hvordan mener du materialflyten opp til spolerom HH140 fungerer?
9. Hvordan oppfatter du Nexans tidligere eller pågående optimaliseringsprosjekter?
10. Hvordan har disse prosjektene påvirket din arbeidshverdag?
11. Hvordan oppfatter du at dine interesser blir ivaretatt under disse prosjektene?
12. Hvilket kjennskap har du til Lean?
 - a. Hvordan fikk du kjennskap til Lean?
13. Hvordan blir du informert og får innføring i nye tiltak og/eller prosedyrer som innføres?
14. I hvilken grad kan du påvirke det daglige arbeidet?
 - a. Er det noe system som fasiliteter en slik meningsutveksling?
 - b. Opplever du at det er tilrettelagt for erfaringsoverføring mellom ansatte og ledelse?
 - c. Er dette noe som gjøres i praksis?
15. Er det noe mer du vil legge til?

Vedlegg D: Intervjuguide for ledere

1. Kan du beskrive din stilling og ansvarsområde?
2. Hvilken kjennskap har du til tidligere og pågående optimaliseringsprosjekter?
3. Hvilken kjennskap har du til Lean?
4. Hvordan fikk du kjennskap til Lean?
5. Hva er ditt inntrykk av Lean?
6. Opplever du at dine kolleger er opptatt av Lean?
7. Hvordan oppfatter du at Lean har bidratt til å øke Nexans ytelse og effektivitet?
8. Oppfatter du at ansatte i Nexans får tilstrekkelig innføring i nye prosjekter, arbeidsmetoder og endringer?
 - a. Hvordan blir de ansatte innført i Lean?
9. Hvordan oppfatter du at Lean har endret de ansattes arbeidshverdag?
 - a. Hvordan har Lean endret din arbeidshverdag?
10. Hvordan legges det til rette for å involvere ansatte i optimaliseringsprosjekter?
11. Hvordan legges det til rette for at ansatte kan dele sine meninger og ideer?
12. Hvordan blir de ansattes interesser ivaretatt under slike prosjekter?
13. Hvordan motiveres de ansatte til å drive med slike prosjekter?
14. Oppfatter du at det er en kultur for endring i Nexans?
15. Oppfatter du at det er en kultur for informasjonsdeling og medarbeiderdrevet optimalisering i Nexans?
16. Har du opplevd motstand til endring?
 - a. Fra ansatte?
 - b. Fra ledelsen?
 - c. Fra andre?
17. Hvordan mener du spolerom HH140 operer i forhold til andre prosesser i verdistrømmen?
18. Hva er ditt inntrykk av materialflyten oppstrøms fra spolerom HH140?
19. Hva er ditt inntrykk av informasjonsflyten og kommunikasjonen oppstrøms fra spolerom HH140?
20. Hvordan tenker du at den nåværende driften av HH140 kan bli optimalisert (med tanke på logistikk og selve spolerommet)?
21. Hva mener du er de største bærekraftutfordringene tilknyttet HH140?
22. Hva mener du kan bidra til en mer bærekraftig drift av HH140?
23. Hvilke overordnede mål mener du er viktig i optimaliseringsprosjekter?
 - a. Hvilke hensyn bør tas under slike optimaliseringsprosjekter?
24. Er det noe du vil legge til?

Vedlegg E: Regneark for tallfestet sløsing

Forklaring:	Antall	Enhet	
Antall kompaktcoiler 1 år	6030	kolli	
Kolli per lastebil (1 A-nummer) (25 tonn)	18	kolli	
Antall lastebillass i året	335		
Tap av råmaterial per kolli	28	kg	
Driftskostnad	742	kr/time	
Total vekt av kompaktcoiler 1 år	8430	tonn	
Total vekt av kompaktcoiler etter 6 løft	50580	tonn	
Totalt tap av råmaterial 1 år (uten defekt)	168,84	tonn	
Vekt til en liter diesel	0,84	kg	
CO2 utslipp per kg diesel	3,17	kg	
Lossing ved Hovedlager	18	Kolli	
Tid brukt for lossing Hovedlager	15	20 min	
Avstand med truck	392	meter	
Truckbevegelser	2		
Dieselforbruk	1,9	2,5 liter	
Transport mellom HL og ML	18	kolli	
Tid for transport av 18 kolli	30	45 min	
Avstand med truck	492	meter	
Truckbevegelser	4	6	
Dieselforbruk	3,7	5,6 liter	
Transport mellom ML og port HH140	12	kolli	
Tid brukt for frakt av råvare til port	10	20 min	
Avstand med truck	370	590 meter	
Truckbevegelser	6		
Dieselforbruk	1,3	2,5 liter	
Avstand kjørt 1 år	Best case	Most likely	Enhet
For lossing av råvare på HL	262,64		km
For frakt mellom HL og ML	659,28		km
For frakt mellom ML og port	1115,55	1336,65	km
Total avstand nedlagt for frakt av råvare	2037,47	2258,57	km
Dieselforbruk 1 år	Best case	Worst case	Enhet
For lossing av råvare på HL	636,50	837,50	Liter
For frakt mellom HL og ML	1239,50	1876,00	Liter
For frakt mellom ML og port	653,25	1256,25	Liter
Totalt dieselforbruk for frakt av råvare	2529,25	3969,75	Liter
Arbeidstimer 1 år	Best case	Worst case	Enhet
For lossing av råvare på HL	83,75	111,67	timer
For frakt mellom HL og ML	167,50	251,25	timer
For frakt mellom ML og port	83,75	167,50	timer
Totalt arbeidstimer for frakt av råvare	335,00	530,42	timer

Vedlegg F: Informasjonsskriv fra NSD

Vil du delta i forskningsprosjektet

Optimalisering av modul HH 140

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å effektivisere prosessen rundt modul HH 140. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Nexans ønsker å forbedre og optimalisere en modul i en av deres fabrikker lokalisert i Halden. Dette er tilknyttet et større prosjekt der målet er å redusere den helhetlige trafikken i deres fabrikk. Følgelig ønsker de å redusere dieselforbruk og karbonavtrykk, samtidig som det vil øke sikkerhet.

Selve modulen som skal bli sett på omhandler innlasting av kompaktcoil til et spoleapparat. Denne prosessen er på nåværende tidspunkt relativt manuell. Dermed ønsker Nexans at det skal bli fokusert på en helhetlig optimalisering av denne modulen, fra råvaren ankommer deres anlegg frem til produktet er armert. Det vil her vektlegges effektivisering av prosessen, reduisering av transport (spesielt da transport ved bruk av truck), øke sikkerhet rundt prosessen, redusere tapt tid, og øke oppetiden til modulen. Videre ønsker de å se dette i et helhetlig bilde for å redusere kostnader og miljøavtrykk tilknyttet modulen.

Dette er en masterstudie med følgende problemstilling:

Hvordan kan bærekraftige forbedringer oppnås under implementering av Lean-metodologi?

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Institutt for ingeniørvitenskap ved Universitetet i Agder er ansvarlig for prosjektet. Oppgaven skrives i samarbeid med Nexans Norway AS.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget til denne studien er basert på personenes innsikt i den aktuelle modulen for studien, og/eller deres innsikt i tilhørende prosesser i Nexans fabrikk i Halden. Det kan videre være basert på personens innsikt i optimaliseringsprosjekter som er eller blir gjennomført i fabrikk.

Hva innebærer det for deg å delta?

Om du velger å delta i vår studie innebærer det et eller flere intervjuer. Det vil samles inn opplysninger som arbeidssted og stilling, intervjuene vil normalt vare fra 30 til 90 minutter. Opplysninger som deles i intervjuene vil registreres ved lydopptak.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det er kun prosjektdeltakere og veileder ved Universitetet i Agder som vil tilgang til dine opplysninger
- For å sikre at ingen uvedkommende får tilgang til dine personopplysninger vil informasjonen kun lagres lokalt av prosjektdeltakerne, videre vil ikke annen informasjon enn arbeidssted og stilling brukes i studien.

Som nevnt vil arbeidsted og stilling blir brukt i studien og dermed blir publisert gjennom oppgaven. Det er dermed en moderat sannsynlighet for at du som informant kan gjenkjennes i publikasjon.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 14. mai. 2021. Informasjon som ikke inngår i publikasjonen, vil slettes ved prosjektslutt.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra institutt for ingeniørvitenskap ved Universitetet i Agder har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Christoffer R. L. Lauknes (crlauk16@uia.no) eller Magnus Gjerstad (magnug16@uia.no) ved institutt for ingeniørvitenskap ved Universitetet i Agder. Veileder for prosjektet kan også kontaktes om dette er ønskelig, Knut Erik Bonnier (knut.e.bonnier@uia.no).
- Vårt personvernombud: Ina Danielsen (ina.danielsen@uia.no).

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Knut Erik Bonnier
(Forsker/veileder)

Christoffer R. L. Lauknes
Student

Magnus Gjerstad
Student

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Master Nexans 2021*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- at opplysninger om meg publiseres som kan medføre at jeg blir gjenkjent

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av informant, dato)