

Einar Lunåshaug  
Christian de Raad Ness

# En analyse av logistikk og internrutiner ved produksjon av nettstasjoner

Bacheloroppgave i Logistikingeniør  
Veileder: Alireza Ashrafian  
Mai 2019



Einar Lunåshaug  
Christian de Raad Ness

# En analyse av logistikk og internrutiner ved produksjon av nettstasjoner

Bacheloroppgave i Logistikingeniør  
Veileder: Alireza Ashrafian  
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for maskinteknikk og produksjon





## BACHELOROPPGAVE

<b>Tittel (norsk og engelsk):</b> En analyse av logistikk og internrutiner ved produksjon av nettstasjoner An analysis of logistics and internal routines with production of substations		<b>Prosjektnr.:</b> 16-2019
<b>Forfattere:</b> Einar Lunåshaug Christian de Raad Ness		<b>Dato:</b> 19.05.2019
		<b>Gradering:</b> Åpen
<b>Studieretning:</b> Logistikingeniør		
<b>Veileder internt:</b> Alireza Ashrafian		
<b>Oppdragsgiver:</b> Sifa AS		
<b>Oppdragsgivers kontaktperson:</b> Arnt Otnes		
<b>Sammendrag:</b> Denne oppgaven har tatt for seg en produksjonsbedrift som setter sammen og behandler tynnplater, her representert ved Sifa AS. I arbeidet med oppgaven er det foretatt flere intervjuer, «gemba walks» og målinger, og gjennom casestudiet fremkommer det at det ligger forbedringspotensial innen produksjonsflyt. Gjennom analyse og diskusjon har det blitt sett på muligheter for bruk av lean-verktøy og effekten av disse for bedriften. Resultatene er fremstilt i en tiltaksplan som viser forslag til umiddelbare og langsiktige tiltak.		
<b>Stikkord:</b> lean, VSM, produksjon, sløsing, utbygging, nettstasjoner, tynnplatebehandling	<b>Keywords:</b> lean, VSM, production, waste, expansion, substations, sheet metal processing	

## **Forord**

Denne oppgaven utgjør vårt avsluttende prosjekt og bacheloroppgave ved logistikkingeniørstudiet ved NTNU, Trondheim. Gjennom arbeidet med oppgaven har vi vært nødt til å anvende teori i praksis, og hele prosessen har vært utrolig lærerik. Samtidig har det vært spennende å få muligheten til å sette oss inn i en bransje vi tidligere ikke hadde noe særlig kjennskap til.

Vi ønsker å rette en stor takk til Arnt Otnes, daglig leder for Sifa AS, og samtlige ansatte som har vært samarbeidsvillige og hjelpsomme gjennom hele prosjektet. En stor takk må også rettes til vår veileder Alireza Ashrafian, som gjennom Siemens har hjulpet oss å komme i kontakt med Sifa og har lagt grunnlaget for denne oppgaven. I tillegg har han vært behjelpelig med god og konstruktiv veiledning når vi har hatt behov for det.

Trondheim 19.05.2019

Christian de Raad Ness

Einar Lunåshaug

## **Sammendrag**

Denne oppgaven har tatt for seg en produksjonsbedrift som setter sammen og behandler tynnplater, her representert ved Sifa AS. Bedriften har nylig klatret opp til å bli en større aktør i markedet, men sliter med å imøtekomme etterspørselen til kundene sine. På oppfordring fra bedriftens største kunde ble det innledet et samarbeid med hensikt å identifisere forbedringspotensial hos bedriften.

I arbeidet med oppgaven er det foretatt flere intervjuer, «gemba walks» og målinger, og gjennom casestudiet fremkommer det at det ligger forbedringspotensial innen produksjonsflyt. Med bakgrunn i dette har det blitt gjennomført analyser av produksjonslinja med hensikt å kartlegge rotårsakene til problemene. Resultatene viser at lange omstillingstider, manglende hverdagsledelse, lite fokus på vedlikehold og ineffektiv produksjonsplanlegging er faktorer som fører til dårligere flyt i produksjonen.

Analysene i rapporten er gjennomført ved hjelp av lean-verktøy og metodikk. Fokuset er lagt på en utvalgt del av produksjonsforløpet, som er direkte rettet opp mot bedriftens største kunde. Det har blitt gjennomført analyse av prosesser knyttet til omstillinger, flaskehals og produksjonsplanlegging, samt drøftet muligheter innen hverdagsledelse og vedlikehold. Gjennom analyse og diskusjon har det blitt sett på muligheter for bruk av lean-verktøy og effekten av disse for bedriften. Resultatene er fremstilt i en tiltaksplan som viser forslag til umiddelbare og langsiktige tiltak.

Avslutningsvis konkluderes det med at flere konkrete tiltak kan være med på å gjøre Sifa til en bedre leverandør for sine kunder gjennom bruk av lean-verktøy og forbedring av interne rutiner.

## **Abstract**

This in-depth study is a collaboration with a production company that assembles and processes sheet metals, here represented by Sifa AS. The company has recently climbed up to become a major player in the market but is struggling to meet the demand of its customers. At the request of the company's largest customer, a collaboration was initiated with the intention of identifying potential improvements at Sifa.

As part of the study there have been done several interviews, "gemba walks" and measurements, and through the case study it seems that there is potential for improvement within production flow. On this basis, several analyses of the production line have been performed, with the intention of mapping the root causes of the problems. The results show that long setup times, lack of everyday management, low focus on maintenance and inefficient production planning are factors that lead to poorer production flow.

The analyses in the report have been carried out using lean tools and methodology. The focus is on selected parts of the production process, which is directly associated with the company's largest customer. There have been analyses of processes related to setup time, bottleneck and production planning, as well as discussed opportunities within everyday management and maintenance. Through analysis and discussion, opportunities for using lean tools and the effect of these have been presented. The results are presented in an action plan with immediate and long-term initiatives.

In conclusion, there are several tangible measures that can help make Sifa a better supplier for its customers using lean tools and improving internal routines.



# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>I</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>II</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>IV</b>
<b>Tabeller</b> .....	<b>VII</b>
<b>Figurer</b> .....	<b>VII</b>
<b>Begrepsavklaring</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn for oppgave .....	1
1.2 utfordringer hos Sifa AS .....	1
1.3 Problemstilling og mål .....	2
1.4 Oppgavens avgrensning .....	2
1.5 Rapportens oppbygning .....	3
<b>2 Platebehandlingsnæringen</b> .....	<b>4</b>
2.1 Råvarer.....	4
2.2 Produksjonsteknikk.....	4
2.3 Nettstasjoner .....	5
2.4 utfordringer i bransjen.....	5
<b>3 Teori</b> .....	<b>7</b>
3.1 Hva er lean? .....	7
3.2 Lean verktøy .....	9
3.2.1 Kaizen – kontinuerlig forbedring .....	9
3.2.2 Gjennomløpstid.....	9
3.2.3 Push, Pull og Kanban.....	10
3.2.4 Verdistrømsanalyse.....	10
3.2.5 Total Productive Maintenance (TPM) .....	12
3.2.6 5S .....	13
3.2.7 Rotårsaksanalyse.....	13
3.2.8 Single Minute Exchange of Dies (SMED).....	14
3.2.9 Heijunka (Mixed-Model Production).....	14
3.2.10 Paretoanalyse .....	14
3.2.11 Kundeordrens Dekoplingspunkt (OPP).....	15
3.2.12 Customer Satisfaction .....	15
3.2.13 Employee Voice & Employee-Driven Kaizen .....	15
3.2.14 Målsettinger .....	16
3.2.15 Visuell Styring .....	17
3.2.16 Lean Ledelse .....	17
3.3 Oppsummering .....	17

<b>4</b>	<b>Metode .....</b>	<b>18</b>
4.1	Valg av case .....	18
4.2	Innsamling av data .....	18
4.3	Analyse og kvalitetssikring av data .....	20
4.4	Svakheter og begrensninger ved metoden .....	20
4.5	Oppsummering .....	20
<b>5</b>	<b>Casebeskrivelse .....</b>	<b>21</b>
5.1	Nettstasjoner og underleveranser .....	21
5.2	Ressurser .....	23
5.3	Materiell/Produkter .....	24
5.4	Informasjonsflyt .....	25
5.5	Prosesser .....	25
5.5.1	Ordrebehandling og innkjøp .....	25
5.5.2	Produksjonsplanlegging .....	26
5.5.3	Produksjonslinje .....	28
5.5.4	Lagerstyring .....	28
5.6	Organisasjon .....	30
5.7	Styring .....	30
5.8	Intervju .....	31
5.9	Kartlegging av sløsing .....	32
5.10	VSM .....	34
<b>6</b>	<b>Analyse og diskusjon .....</b>	<b>35</b>
6.1	Rotårsaksanalyse .....	35
6.2	Mixed-Model Production (Heijunka) .....	37
6.2.1	Diskusjon .....	41
6.3	SMED .....	42
6.3.1	Omstillingsprosessen .....	42
6.3.2	Indre og ytre aktiviteter .....	44
6.3.3	Diskusjon .....	45
6.4	Flaskehals .....	48
6.4.1	Theory of Constraints .....	49
6.4.2	Diskusjon .....	51
6.5	Vedlikehold .....	52
6.5.1	Produksjonsstopp .....	52
6.5.2	Konsekvenser ved utvidet produksjon .....	52
6.5.3	Forebyggende vedlikehold .....	52
6.5.4	Diskusjon .....	53
6.6	Hverdagsledelse .....	54
6.6.1	Kaizen .....	54
6.6.2	Muligheter for Sifa .....	54

6.6.3	Diskusjon .....	57
6.7	Tiltaksplan .....	59
6.7.1	Umiddelbare tiltak .....	59
6.7.2	Langsiktige tiltak .....	59
6.8	Svakheter .....	59
<b>7</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>60</b>
7.1	Videre arbeid .....	61
<b>8</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>62</b>
<b>Vedlegg A</b>	<b>.....</b>	<b>65</b>
<b>Vedlegg B</b>	<b>.....</b>	<b>69</b>
<b>Vedlegg C</b>	<b>.....</b>	<b>70</b>
<b>Vedlegg D</b>	<b>.....</b>	<b>73</b>
<b>Vedlegg E</b>	<b>.....</b>	<b>76</b>

## Tabeller

Tabell 1: Tilgjengelige arbeidstimer per dag .....	26
Tabell 2: PQA-gruppering av artiklene etter etterspørsel .....	38
Tabell 3: Gruppering av artiklene basert på likhet i prosesser .....	39
Tabell 4: Analysekjema for omstilling nr. 1 .....	43

## Figurer

Figur 1: Forholdet mellom forskningsspørsmål, arbeidssteg og hovedkapitler .....	3
Figur 2: Eksempel på knekking av tynnplate .....	5
Figur 3: Theory of constraints .....	9
Figur 4: Bilde av de nye produksjonslokalene under utbygging. En ferdig nettstasjon i forgrunnen .....	21
Figur 5: Oversikt over kundeandel Sifa AS .....	22
Figur 6: Eksempel på en I-kiosk. Hentet fra: sifa.no .....	24
Figur 7: Produksjonsplan for laserskjæring .....	27
Figur 8: Produksjonsliste for bærebjelke .....	27
Figur 9: Bilde fra produksjonslokalene som illustrerer stor plassmangel .....	29
Figur 10: Organisasjonskart ledelse i Sifa AS .....	30
Figur 11: Strategi for produktlevering.....	31
Figur 12: Verdistrømndiagram over produksjon av deler til nettstasjoner .....	34
Figur 13: Future state diagram .....	36
Figur 14: Etterspørsel på I-kiosk, U-kiosk og kundeløsning .....	37
Figur 15: Prosentfordeling mellom solgte modeller .....	37
Figur 16: Paretodiagram over antall artikler som er identiske i hver modell.....	38
Figur 17: Paretodiagram over produktfamiliene rangert etter etterspørsel .....	40
Figur 18: Mulig produksjonsplan ved bruk av produktfamilier .....	40
Figur 19: Paretodiagram over omstillingsaktiviteter.....	44
Figur 20: Diagram over nåværende indre og ytre aktiviteter .....	45
Figur 21: Fordeling indre/ytre aktiviteter ved en omprogrammering .....	45
Figur 22: En potensiell SMED-plan ved gjennomføring av alle stegene.....	47
Figur 23: Eksempel på kanbantavle. Hentet fra allaboutlean.com.....	50
Figur 24: Utfordringer innen 5S, her ved stansmaskinen.....	56
Figur 25: Eksempel på et daglig tavlemøte. Hentet fra: pointb.com.....	57

## Begrepsavklaring

Begrep	Forklaring
<b>Tynnplate</b>	En metallplate i så tynn tykkelse at den kan behandles og knekkes i maskiner
<b>Nettstasjon/trafokiosk</b>	Hus/stasjon/kiosk som gjør om spenningen i strømmettet fra høyspent til lavspent
<b>Knekking</b>	En prosess for å bøye/knekke tynnplater i ønsket vinkel
<b>Stansing</b>	En prosess for å slå ut hull/kanter på en tynnplate
<b>Kaizen</b>	Japansk for: kontinuerlig forbedring
<b>Mixed-Model production (Heijunka)</b>	Jevn og blandet produksjon
<b>Kanban</b>	Et styringssystem for produksjon
<b>SMED</b>	Single Minute Change of Dies. Et verktøy for å kutte omstillingstider
<b>ATC</b>	Automatic Tool Change
<b>DBR</b>	Drum-buffer-rope
<b>5S</b>	Sort, set in order, shine, standardize, sustain
<b>VSM</b>	Value Stream Map
<b>TPM</b>	Total Productive Maintenance
<b>KPI</b>	Key Performance Indicator
<b>TPS</b>	Toyota Production System
<b>PQA</b>	Product Quantity Analysis
<b>Gemba walk</b>	Japansk for: «ut å se», og er et begrep for og fysisk ut å se fabrikkgulvet
<b>MRP</b>	Material Resource Planning

# 1 Innledning

I vår moderne tid benyttes tynnplater av blant annet stål og aluminium i mange sammenhenger, som for eksempel til hulprofiler, bekledning og elektroniske komponenter. Stål- og aluminiumkonstruksjoner er det ektefødte barnet av den industrielle revolusjonen, og preger i dag mange av de viktigste byggverkene i nyere tid (1). Prosessering av metallplater er helt essensielt for at både samfunn og næringsliv skal forsikre solide konstruksjoner og lengre holdbarhet (1).

Denne oppgaven viser hvordan en tynnplatebedrift i stor fremgang kan effektivisere driften og øke produksjonen med større fokus på problemløsning og involvering av ansatte.

## 1.1 Bakgrunn for oppgave

Dette prosjektet er gjennomført i samarbeid med Sifa AS. Kontakten med bedriften ble opprettet etter ønske fra Siemens AS, som ytret et behov om bistand til en av sine leverandører. Sammen med representant fra Sifa har vi utarbeidet en problemstilling som reflekterer både bransjeproblemer, men også interne utfordringer knyttet til daglig drift og potensial.

Bedriften har i en årrekke forsøkt med varierende hell å innføre en lean<sup>1</sup>-kultur i bedriften, men sviktende resultat, misnøye med tidligere ledelse og flere utskiftninger av daglige ledere har gjort at konseptet lean har blitt lagt på is. Etter eget ønske, og på oppfordring fra veileder ved NTNU, falt det dermed naturlig å fokusere på lean-tankegang med denne oppgaven.

## 1.2 Utfordringer hos Sifa AS

Tynnplatebehandling er et stabilt, men relativt lite marked sett i større skala. Aktører er derfor til enhver tid avhengig av å beholde og vinne nye kontrakter med kunder for å bevare sin posisjon i markedet. Flere av de største aktørene i markedet har vært nær konkurs de siste årene, mye grunnet for lite fokus på nytenkning og nyskapning.

Sifa er i dag en av landets ledende bedrifter innen tynnplatebehandling, og arbeider på oppdrag fra små og store bedrifter i både inn og utland (2). Sifa signerte i 2017 en stor kontrakt med Siemens som omhandler produksjon og montasje av nettstasjoner<sup>2</sup>. Både Sifa og Siemens har et stort marked å forholde seg til, og begge parter er avhengige av at produksjonen følger etterspørselen i markedet. Sifa har de siste årene gått i underskudd, men har nå fått tilbake positive resultater etter at samarbeidet med Siemens ble innledet. Det har resultert i et omfattende utbyggingsprosjekt som ble påbegynt i november 2018. Den største utfordringen hos Sifa er å ikke falle tilbake til gamle synder når utbygging er ferdig, men heller sikre en stabil drift som tilfredsstiller bedriftens mål om omsetning og likviditet.

---

<sup>1</sup> Lean: «Slank» på norsk, en strategi for produksjon og arbeidsvirksomhet

<sup>2</sup> Nettstasjon: En trafokiosk som regulerer spenningen fra høyspentnett

### 1.3 Problemstilling og mål

Overordnet problemstilling ved denne oppgaven er følgende:

- *Hvordan kan Sifa AS bli den beste leverandøren av nettstasjoner og platebehandling for sine kunder?*

Underveis i arbeidet med problemstillingen har vi konsentrert oss om følgende to forskningsspørsmål:

1. Hvordan kan interne rutiner endres for å unngå sløsing i produksjonen?
2. Hvordan kan lean-verktøy hjelpe bedriften til å oppnå et bedre resultat og en mer effektiv produksjon?

Vi ønsker å se på hvordan lean-teori kan brukes opp mot deler av en produksjonslinje og mot enkelte produkter. Bakgrunnen for problemstillingen er de utfordringene Sifa har, og problemstillingen har vært under kontinuerlig utvikling. Underveis i arbeidet har vi utarbeidet resultat- og effektmål som har vært grunnlaget for hvordan vi skal kunne svare på problemstillingen.

#### **Resultatmål:**

- Utarbeide en VSM og et flytskjema over verdistrømmen og produksjonslinja til Sifa.
- Kartlegge prosesser og/eller handlingsmønstre som sinker driften hos Sifa, og som bidrar til sløsing i produksjonslinja.
- Kartlegge og bearbeide eventuelle flaskehalsar i produksjonslinja.

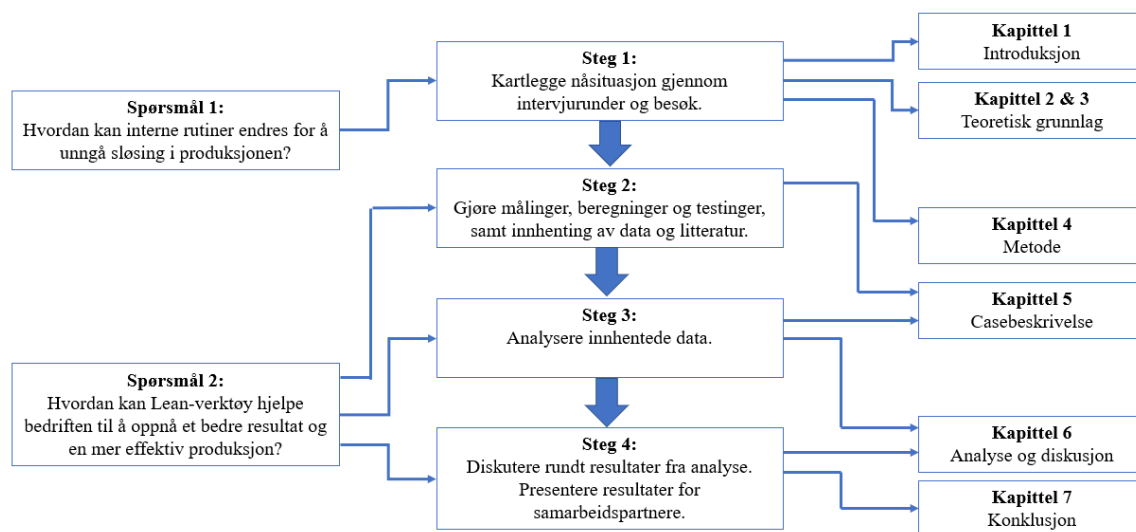
#### **Effektmål**

- Sifa oppnår sitt ønske om leveranse av 500 nettstasjoner i året.
- Sifa overholder sin kontrakt med Siemens, og er rustet for ytterligere økning i etterspørsel.
- Bedre leveranse til privatkunder.

### 1.4 Oppgavens avgrensning

Oppgaven begrenses ved at den tar utgangspunkt i lean-tankegang og teori, og ser dermed ikke på andre metodikker og muligheter for forbedring. Oppgaven omhandler en spesifikk bedrift og deres kapasiteter, og vil derfor ikke kunne generaliseres til andre organisasjoner. Fokusområdet er spisset mot samarbeidet mellom Siemens og Sifa, som baserer seg på produksjon og montasje av nettstasjoner. Med tanke på tilgjengelig tid og ressurser er det ikke tatt hensyn til innkjøp av råvarer, innkjøp av materiell, transport, montasje eller lakkering i analysene som er gjennomført. Det er heller ikke fokusert på at produksjonen skal flyttes til større lokaler når utbyggingen er ferdig.

## 1.5 Rapportens oppbygning



Figur 1: Forholdet mellom forskningsspørsmål, arbeidssteg og hovedkapitler.

Spørsmål 1 omhandler en kartleggingsfase, med intervjuer og hyppige bedriftsbesøk for å få et innblikk i arbeidshverdagen og interne rutiner. Dette har vært grunnlaget for hvilke teoretiske forutsetninger vi har valgt å fokusere på, og hvilken metodikk vi har ønsket å benytte.

Spørsmål 2 dreier seg om konkrete tiltak vi har valgt å foreslå, og hvilke forutsetninger vi har lagt til grunn. Der steg 1 i stor grad har vært kvalitativt arbeid, er steg 2 og 3 kvantitativt. Her beskriver vi produksjonen i detalj og problemene knyttet til daglig drift. I kapittel 5 beskriver vi alle arbeidsprosessene vi har vært involvert i, mens i kapittel 6 analyserer og diskuterer vi problemer og kilder til sløsing ved bruk av lean-verktøy.



## 2 Platebehandlingsnæringen

Kapittelet om platebehandlingsnæringen er en enkel orientering om bransjens mest sentrale fagfelt. Hensikten er å gi leseren nødvendig bakgrunnsinformasjon i en næring og et fagfelt som er ukjent for folk flest.

### 2.1 Råvarer

Platebehandling kan utføres på de fleste metaller, men enkelte råvarer er mer aktuelle enn andre. Tre av de vanligste råvaremetallene i platebehandling er stål, aluminium og kobber.

#### *Stål*

I følge Store Norske Leksikon (3) er stål «legeringer av jern som kan smis». Stål er i dag viktig innen vei og jernbane, tungindustri, konstruksjon av bygninger, medisinsk utstyr og næringsmiddelindustri. Bruksområdene for stål er store og er i stor grad basert på kombinasjonen av stålets egenskaper, som pris, styrke, sveisbarhet og formbarhet (3).

#### *Aluminium*

Ifølge Hydro (4) brukes aluminiumslegeringer «... ofte i konstruksjoner og produkter hvor lav vekt og rustsikkerhet er nødvendig». Vekten, styrken, fleksibiliteten og motstandsdyktigheten til rust og sprekkdannelse gjør aluminium ideelt på flere områder. I utgangspunktet er ikke metallet sterkt nok som konstruksjonsmateriale, men ved å blande det med små andeler annet metall, som magnesium, silisium, sink, kobber og mangan, kan aluminiumslegering med bare én tredjedel av vekten til stål, bli like sterkt (4).

#### *Kobber*

Kobber er et metall som er lett å bearbeide og som har en god elektrisk ledningsevne (5). Metallet er blant få metaller som har større bruksområde som rent metall enn som legeret metall. Dette kommer av at den elektriske og termiske ledningsevnen går ned ved å legere kobber med annet metall. Kobber brukes mest i forbindelse med elektriske ledninger og i transformatorer (5).

### 2.2 Produksjonsteknikk

#### *Stansing*

Stansing er en effektiv metode som brukes til å lage hull i tynnplater. Når man former tynnplater med stansing, så skjer formgivningen ved hjelp av en presse. Fordelen med denne metoden er at man slipper å bruke varme, samtidig som det kan brukes på de fleste materialer. «Nibling» er en formeprosess, som bruker en stansemaskin (nibler) til å forme og lage hull/mønster i plater eller annet utstyr etter ønske (6).

#### *Knekking & valsing*

Knekking av tynnplater utføres ved at man plasserer ønsket plate på underdelen av en maskin, og bruker overdelen som presses ned mot metallet for å «knekke» platen. Disse maskinene har gjerne mange innstillingsmuligheter slik at man kan oppnå ønsket vinkel, kvalitet og størrelse på platene (6). Valsing er en prosess hvor et metallstykke passerer gjennom to metallsyndere og derved klemmes så det blir tynnere og samtidig vider seg ut (6).

#### *Skjæring*

Skjæring er sentralt innen tynnplatebehandling, da dagens marked krever høy presisjon og nøyaktighet (2). Skjæring av tynnplater utføres i dag som oftest av moderne lasermaskiner, eller av vannjet (2).

## Lakkering

Lakkering av behandlet metall brukes for å øke levetiden og forhindre korrosjon på metallet. Den vanligste metoden er pulverlakkering, som sprøytes på og varmebehandles i smelteovn etterpå. Pulverlakkering brukes også som isolering mot galvanisk korrosjon<sup>3</sup> (7).



Figur 2: Eksempel på knekking av tynnplate

## 2.3 Nettstasjoner

Strømnettet i Norge består av tre deler: Sentralnettet, regionalnettet og distribusjonsnettet (8). Sentralnettet «er hovedveiene i kraftsystemet» (8), og her transporteres strømmen med en spenning på 300kV eller 400kV. Regionalnettet binder sammen sentralnettet og distribusjonsnettet, men her er spenningen redusert til et nivå mellom 66kV og 132kV. Distribusjonsnettet er den siste delen og det er her strømmen fordeles ut til kundene. Når strømmen går over fra regionalnettet til distribusjonsnettet reduseres spenningen til 11kV eller 22kV (8). Nettstasjoner er en del av distribusjonsnettet og det aller siste leddet før strømmen når kundene. I nettstasjonene blir spenningen i nettet redusert til 230V eller 400V, som er spenningsnivåene norske boliger kan ta imot. Deretter fordeles strømmen direkte ut til kundene (8, 9). I Norge er det tre store leverandører av nettstasjoner: Siemens, ABB og Møre Trafo. Ifølge en representant ved Siemens ligger Møre Trafo på topp rangert etter omsetning, mens Siemens ligger på bunn, men de konkurrerer hele tiden om kontrakter og kunder.

## 2.4 utfordringer i bransjen

Tynnplatenæringen er en krevende bransje, hvor markedet har tydelige begrensninger. En representant ved Norges største aktør innen bransjen, IKM Haaland<sup>4</sup>, beskriver markedet som stabilt, men med begrenset potensial. Selv om IKM Haaland er landets desidert største produsent av tynnplater, har de vært på randen til konkurs i flere år. Representanten uttaler også at hadde de hatt en bedre forståelse av markedet så hadde de ikke utvidet så kjapt og satset så stort som de gjorde for ti år siden.

<sup>3</sup> Galvanisk korrosjon: Rust, som forekommer av at forskjellige typer metall blir utsatt for ulike typer elektrokjemisk spenning

<sup>4</sup> IKM Haaland: Norges ledende bedrift innen tynnplatebehandling. Omsetter for om lag 150 millioner årlig.

Produksjon av nettstasjoner er knyttet til store svingninger i markedet. Ifølge et intervju med tidligere studieleder ved NTNU og tidligere daglig leder ved Sifa AS, skyldes dette spesielt to ting. Den ene grunnen er klimaet i Norge, som fører med seg tele i bakken på vinterstid. Spesielt tidligere år har det derfor vært uaktuelt å grave underlag for nettstasjoner på vinterstid, så etterspørselen ble derfor av naturlige årsaker forskjøvet mot sommerperioden. I nyere tid har derimot moderne gravemaskiner og annet utstyr utjevnet dette noe, men fortsatt er etterspørselen størst om sommeren. Den andre grunnen til svingninger i markedet, er at Norge i dag er inne i et viktig skifte innen strøm. Fokuset på fornybar energi innen transport og logistikk er i vinden, og det stilles mye større krav til overvåkning og kontroll av strøm. Gamle og utdaterte nettstasjoner er ikke gode nok, strømselskapene ønsker å oppgradere sine tidligere stasjoner, og derfor er nye nettstasjoner etterspurte.

## 3 Teori

I dette kapittelet beskrives relevant teori som er med å legge grunnlag for oppgaven. Det er lagt stor vekt på lean og lean-verktøy. Først i kapittelet gis det en forklaring til bakgrunnen for lean, og hvordan historiske hendelser har vært med på å utvikle bedriftsstrategien lean. Deretter forklarer vi ulike lean-verktøy som har vært sentrale i denne oppgaven.

### 3.1 Hva er lean?

I dagens samfunn er lean et velkjent begrep, og har vært utgangspunkt for utallige prosjekter og bedriftsstrategier. Lean defineres på mange forskjellige måter, der mange fine ord blir brukt i forsøk på å forfremme filosofien og budskapet bak tankegangen. En spørreundersøkelse gjort av Niklas Modig i 2012 av 63 personer som hadde lang erfaring med lean, viste kun forskjellige svar på spørsmålet: «hva er lean?» (10). Her i Norge beskriver blant annet Lean Forum Norge at lean er: «en overordnet filosofi for organisering og samhandling av arbeidsoppgaver, og et sett av verktøy som kan implementeres på et mer operasjonelt nivå. For å effektivisere driften skal man ha et fokus på sluttkunden og det som skaper kunde verdi, for å kunne unngå svinn – da med prosesser som er rimeligere, raskere og bedre» (11). Også kjente forfattere som James P. Womack, Daniel T. Jones og Daniel Roos har prøvd å gi definisjoner på lean, der fellesnevnerne er fokus på samarbeid, kommunikasjon, effektiv bruk av ressurser, eliminering av sløsing og kontinuerlig forbedring (12, 13). Men for å virkelig forstå hva lean er hjelper det ikke med definisjoner eller fine ord. For å forstå lean må man se på hvordan og hvorfor lean oppsto, hvordan lean har utviklet seg og hvordan det fungerer i dag.

Lean er et direkte resultat av Japans bilindustri rett etter andre verdenskrig. Som de fleste vet, var levekårene og tilgangen på råmaterialer meget dårlige i Japan etter at de to atombombene landet ved krigens sluttperiode. Toyota Production System (TPS) var den gang en bilindustri med lav kapital, liten tilgang på råvarer og få ansatte. Representanter fra TPS reiste derfor utenlands, blant annet til USA, i søken etter inspirasjon hos vellykkede bilfirma, for å studere og ta lærdom av disse. Det representantene oppdaget var at alle de store og vellykkede selskapene hadde et stort fokus på «ressurseffektivitet», og lite fokus på «flyteffektivitet» (10). De stusset også på den store andelen feil- og vrakproduksjon selskapene hadde.

På bakgrunn av disse oppdagelsene endret Toyota sin produksjonsstrategi totalt. De hadde ikke råd til feilproduksjon eller store lagerhold, og de var avhengige av å gjøre de rette tingene ved hvert eneste steg i produksjonen. Løsningen ble et veldig kundefokusert produksjonssystem, der de skulle produsere kun etter kundens behov. Kundebehovene ble brutt ned til blant annet disse spørsmålene (10):

- Hva (hvilket produkt) vil kunden ha?
- Når vil kunden ha produktet?
- Hvilken mengde ønsker kunden?
- Hvilke (komponenter/materialer) trenger jeg for å tilfredsstille behovene til den eksterne kunden?
- Når trenger jeg disse (komponentene/materialene) for å produsere og levere de ferdige produktene til den eksterne kunden til avtalt tid?
- Hvor mange (komponenter/materialer) trenger jeg for å kunne produsere produktet?

Med dette kundeorienterte synet hadde Toyota som mål å maksimere flyten gjennom prosessen: rask informasjonsflyt i den ene retningen, og rask produksjonsflyt i den andre. Toyota ville unngå uferdige varer mellom trinnene i produksjonsprosessen, og ønsket å fjerne alt som kunne hindre

flyten gjennom prosessen. Alle former for ineffektivitet eller sløsing som ikke skapte merverdi, ble fjernet for å forbedre flyten (10).

Toyota identifiserte sju former for sløsing som hindret produksjonsflyten og som ikke skapte merverdi, verken for produktet i seg selv eller for kunden (10):

1. *Sløsing ved overproduksjon.* Hvert trinn i produksjonen må alltid produsere bare det kunden trenger.
2. *Sløsing ved lediggang (venting).* Produksjonen må organiseres for å unngå all unødvendig venting, både for maskiner og arbeidere.
3. *Sløsing ved transport.* Unngå transport av materialer og produkter ved å forandre fabrikklayouten.
4. *Sløsing i selve prosessen.* Unngå å gjøre mer arbeid på en del eller et produkt enn det kunden krever – dette innebærer å bruke verktøy som er mer presise, kompliserte eller dyrere enn nødvendig.
5. *Sløsing ved lagerbeholdning.* Lagerbeholdningen representerer kapital som er bundet opp i en prosess og skjuler problemer – den må unngås ved for eksempel å redusere maskinenes omstillingstider (tiden det tar å få en maskin til å stille seg om fra en prosess til en annen).
6. *Sløsing ved bevegelse.* Organiser arbeidsstedet slik at de ansatte ikke må bevege seg for å gjøre ting som å samle materialer eller hente verktøy.
7. *Sløsing ved produksjon av defekte produkter.* Hvert trinn i produksjonsprosessen er ansvarlig for å produsere bare feilfrie deler.

Toyotas prioriterte fokus på å gjøre ting riktig gjorde at selskapet unngikk risikoen med feil- og vrakproduksjon. Kvalitetssikring av eget arbeid ble derfor meget sentralt, og de fokuserte sterkt på at hver ansatt ble gjort ansvarlig for å sikre kvaliteten i sin del av produksjonen. Dette krevde at hver ansatt måtte ha stor kunnskap om og tilknytning til sin arbeidsoppgave i produksjonskjeden. De innførte også noe som heter «Jiduka», som ble brukt som et varslingssystem hvis en ansatt oppdaget at noe var feil i produksjonen. På den måten kunne de rette opp i feilen før den gikk videre i produksjonen eller ut til kunden (10, 14).

Det viktigste poenget i lean- og Toyotahistorien er at mangelen på ressurser og kapital fikk selskapet til å endre fokusområde fra ressurseffektivitet til flyteeffektivitet. Ressursknappheten tvang Toyota til å fokusere på kundens behov. Deres mål var at det etterspurte produktet kunne «suges» fremover i produksjonen, og med det maksimere effektiviteten i produksjonen ved at de skapte verdi i hvert eneste ledd i produksjonen. I nyere tid har vestlige land gitt denne tankegangen navnet «lean» (10), og videreutviklet en rekke verktøy basert på Toyotas prinsipper. Vi vil gå gjennom de viktigste verktøyene i neste delkapittel.

## 3.2 Lean verktøy

### 3.2.1 Kaizen – kontinuerlig forbedring

Kaizen er det japanske ordet for kontinuerlig forbedring og oversettes til «å endre til det bedre» (10, 14). Det er vanlig å skille mellom systemkaizen og prosesskaizen. Systemkaizen fokuserer på den overordnede verdistrømmen, altså forbedringer knyttet til ledelse og verdikjeden (15). Prosesskaizen er fokus på de individuelle prosessene, og omhandler spesifikt arbeidsrutinene og prosessene til alle ansatte (15). I et kaizen-system er høy grad av involvering av ansatte elementært, og hovedmotivasjonen for kaizen er å øke konkurransekraften gjennom identifisering og eliminering av sløsing. Det er også viktig å samle data for å kunne bekrefte eller avkrefte påstander om driften (14).

### 3.2.2 Gjennomløpstid

#### *Little's lov*

Little's lov (Little's law) er en lov som peker på at tiden et produkt bruker på en prosess ikke nødvendigvis er avhengig av hvor mange produkter som skal gjennomløpe, men også prosestetiden hvert produkt bruker på hver delstasjon i prosessen. Dette kan skrives som en formel for gjennomløpstid, som tar utgangspunkt i antall produkter som skal gjennom systemet, og syklustid hvert produkt bruker (10):

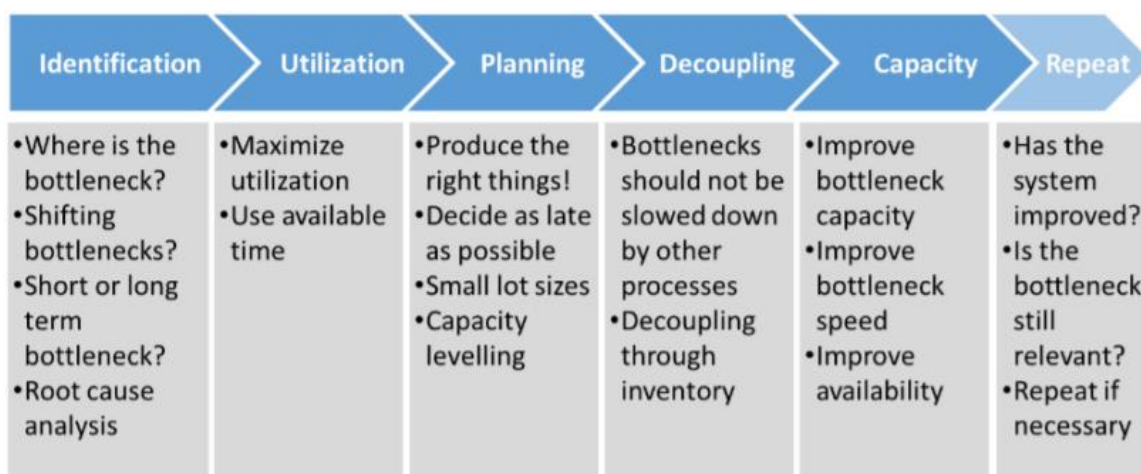
$$\text{Gjennomløpstid} = \text{antall produkter} \times \text{syklustid}$$

#### *Flaskehals*

En flaskehals er den delstasjonen i prosessen hvor det oppstår kø, og som dermed senker flyten i produksjonen. Flaskehalsen kan være alt fra informasjon, materiale eller menneskelige operasjoner. En flaskehals er alltid uønsket fordi den senker produksjonshastigheten til resten av prosessen, men i praksis kan man aldri bli kvitt en flaskehals, den vil kun flyttes til et annet sted. Enkelt fortalt kan man si at en prosess aldri er raskere enn hastigheten til flaskehalsen (10, 14).

$$\text{Produksjonskapasitet}_{\text{system}} = \text{Produksjonskapasitet}_{\text{flaskehals}}$$

Innen flaskehalsbehandling finnes det en teori som kalles «Teorien om Begrensninger» (Theory of Constraints). Denne går ut på seks steg, som skal bidra til å behandle flaskehalsledd. Stegene er som følger (15):



Figur 3: Theory of constraints

*Identifikasjon:* Identifisere hvor flaskehalsen ligger, om det er skiftende flaskehals og om det er kortvarige eller langvarige flaskehals.

*Utnyttelse:* Maksimere utnyttelsen til flaskehalsprosessen og tilgjengelig tid.

*Planlegging:* Planlegging av prosessen, med fokus på hva man produserer, seriestørrelser og utjevning av kapasitet.

*Endring:* Påse at ingen andre prosesser eller lagerhold sinker flaskehalsen.

*Kapasitet:* Øke flaskehalsens kapasitet, hastighet og fleksibilitet.

*Repetere:* Repetere de foregående stegene hvis systemet ikke har bedret seg ønskelig.

Innen teorien om begrensninger har man et verktøy som kalles D (drum) B (buffer) R (rope) (14):

*Drum:* Kapasiteten i produksjonen styres av flaskehalsen. Man kan derfor kalle denne for «drum» som styrer takten i produksjonen.

*Buffer:* En buffer som plasseres foran flaskehalsen for å forsikre seg mot at flaskehalsen skal gå tom for varer og med det stoppe produksjonen.

*Rope:* Et «rep» som fungerer som et signalsystem som sender informasjon om at nye varer må settes i produksjonen. Dette er også for å forhindre at bufferlageret skal gå tomt og stoppe produksjonen.

### **3.2.3 Push, Pull og Kanban**

I et push-fokusert produksjonssystem «skyver» man produksjonen foran seg med en gang den er ferdig på et steg, uten å ta hensyn til om neste steg har bruk for den. På denne måten vil det dannes et bufferlager foran hvert eneste steg i produksjonslinja, og man får ofte lengre gjennomløpstider og kødannelse (14).

I et pull-fokusert system er det derimot kundeordren som trekker produksjonen gjennom prosessene uten at det dannes bufferlagre. Et slikt system reduserer varer i arbeid og gjennomløpstiden (14).

Et Kanbansystem er et merke- og informasjonssystem som er designet slik at hver prosess gir varsel til foregående prosess om hva den har produsert og dermed hva den/de foregående prosessene skal produsere. Varslingen kan være i form av fargekort eller innarbeidet i et datasystem. Hovedpoenget er at prosessene kun skal produsere opp det de har fått varsel om, altså det som er nødvendig for å møte etterspørselen fra kunde. For å holde oversikt over varer i arbeid og lagerbeholdning kan det brukes en Kanbantavle (14).

### **3.2.4 Verdistrømsanalyse**

En verdistrømsanalyse er et verktøy for å kartlegge hele verdikjeden til et produkt eller en bedrift. Man ønsker å se det store bildet, og analysen presenteres ofte gjennom et diagram som illustrerer delprosessene i verdikjeden. Hovedformålet med å gjøre en slik analyse er å filtrere ut alle aktivitetene i verdikjeden, og se på hvilke som faktisk er verdiskapende arbeid (15, 16). Det skilles mellom tre typer aktiviteter i en bedrift (14):

1. *Verdiskapende aktivitet:* Dette er aktiviteter eller prosesser som gir direkte verdi til produktet. Produktet kan være materialer, informasjon, personer eller vareflyt. Det er de prosesser som skaper verdi for sluttkunden, og som kunden er villig til å betale for.
2. *Nødvendige ikke-verdiskapende aktiviteter:* Dette er aktiviteter som ikke direkte øker produktets verdi, men som er nødvendige for å gjennomføre og sikre kvalitet i prosessene. Aktivitetene skaper ikke direkte verdi, men er nødvendige på grunn av bedriftens policy, bedriftens tankegang og/eller tilgjengelig teknologi og kan dermed ikke elimineres. Eksempler på slike aktiviteter er planlegging, bestilling, vedlikehold og reparasjon.

3. *Ikke-verdiskapende aktiviteter*: Dette er aktiviteter eller prosesser som ikke skaper noe verdi i bedriftens øyne, men som kun tar opp og bruker ressurser. Eksempler på slike aktiviteter er ventetid, uhell og omstillinger.

Det finnes to ulike diagram for å presentere en verdistrømsanalyse (16). De to formene for diagram er:

1. *Current state diagram*: Diagram over nåværende tilstand.
2. *Future state diagram*: Diagram over fremtidig tilstand.

Diagrammene over nåværende og fremtidig tilstand bør utarbeides samtidig, slik at man underveis i arbeidet hele tiden jobber med å sette opp et fremtidig ønske om hvordan verdistrømmen skal se ut, og hvilke forbedringer man ønsker å oppnå (16).

Før man begynner kartleggingen og arbeidet med diagrammene, er det viktig at man definerer hva man ønsker å fokusere på. Dette kan f.eks gjøres ved å dele produksjonen inn i produktfamilier, der en familie er de produktene som går gjennom de samme stegene i en prosess (16).

### **Current state**

Her ønsker man å presentere et diagram over verdistrømmen til et produkt eller en produktfamilie. Dette bør gjøres så langt nedstrøms i bedriften som mulig («på gulvet»), og helst ved direkte observasjon av prosessen. Observasjonene på dette stadiet skal hjelpe til med å forstå hvordan kunden setter takten for etterspørselen av produktet (16). Takten vises gjennom en takttid. Hvilke andre observasjoner man ønsker å gjøre avhenger av hva man ønsker å kartlegge, men de mest vanlige er syklustid, ledetid og omstillingstid. Disse målingene kan gjøres ved enkle formler (16, 17):

*Takttid (TT)*: Den tiden man har tilgjengelig til å produsere en enhet for å matche etterspørselen fra markedet.

$$\text{Takttid (TT)} = \frac{\text{Tilgjengelig tid}}{\text{Etterspørsel}}$$

*Syklustid (CT)*: Den tiden en stasjon eller aktivitet bruker for å produsere en enhet. Syklustiden er summen av flere små operasjoner.

$$\text{Syklustid (CT)} = \sum \text{operasjonstider} = \frac{1}{\text{Produksjonsrate}}$$

*Ledetid (LT)*: Den tiden man bruker på å produsere en enhet. Summen av aktuelle syklustider.

$$\text{Ledetid (LT)} = \sum CT$$

*Omstillingstid (C/O)*: Tiden fra produksjon av det siste feilfrie produktet i en serie til start av det første feilfrie produktet i neste serie. Altså tiden det tar å stille om fra en aktivitet til en annen.

*Effektivitet*: Effektiviteten til produksjonen basert på tilgjengelig kapasitet og etterspørsel

$$\text{Effektivitet} = \frac{\sum CT}{\text{Antall arbeidstasjoner} \times \text{Takttid}}$$

### **Future state**

Her ønsker man å presentere et diagram over fremtidig tilstand innenfor et gitt tidsperspektiv. Dette er ikke nødvendigvis en idealtilstand, men en illustrasjon av hvordan man ønsker at verdistrømmen skal utvikles. En mye brukt fremstilling er å markere potensielle forbedringer i



verdistrømmen med en stjerneformet figur på diagrammet. Poenget med dette er å identifisere de steder hvor man kan eliminere sløsing og ikke-verdiskapende aktiviteter (16).

### 3.2.5 Total Productive Maintenance (TPM)

TPM er en filosofi og en samling teknikker som skal sikre at en maskin i en produksjonsprosess til enhver tid er rustet til å utføre den/de oppgavene den er tiltenkt å gjøre (18). Hovedessensen i TPM er at hver operatør av en maskin skal ha et eierskap og et forhold til maskinen som om den var hans egen. Utstørsvedlikehold er en viktig del av lean produksjon og er enda viktigere for konkurransedyktig produksjon (14).

Flere ledere i produksjonsbedrifter er av den oppfatning at den mest effektive måten å bruke en maskin på, er ved å la den gå kontinuerlig helt til den stopper, for deretter å fikse den (14). Dette samsvarer med en gammel tankegang som går ut på at man ikke trenger å fikse noe før det er ødelagt (18). Problemer med utstyr har en direkte påvirkning på produksjonskostnader, kvalitet og produksjonsplan. Å vente til en maskin er ødelagt bringer gjerne med seg store reparasjonskostnader og utsetter ferdigstillingen av et produkt. Ved å redusere stopp og feil med maskiner kan en bedrift potensielt redusere mellomlager, slippe endringer i produksjonsplan og kostnadene knyttet til dette (14). Et alternativ for å forbedre vedlikehold er ved å implementere strategiske TPM tiltak og på denne måten skape en kultur for forebyggende vedlikehold. Gjennom en effektiv implementering av TPM kan man få frem de problemer som skyldes vedlikehold og fokusere på å gjøre maskiner så effektive som mulig (18).

TPM begynner med å se på effektiviteten til maskiner og hvordan den påvirker produksjonen (14).

Effektiviteten påvirkes av det som omtales som *six big losses* (14):

1. Nedetid pga. omstilling og justeringer.
2. Nedetid pga. maskindefekt.
3. Mindre stopp som følge av bevegelser, henting av materiell og verktøy mens maskinen går.
4. Redusert produksjonshastighet pga. slitte deler o.l.
5. Produksjonsfeil som følge av varierende maskinytelse.
6. Redusert utbytte pga. mangel på optimal drift.

Hvor lett en maskin er å reparere kan bestemmes ut ifra MTTR (mean time to repair). Høy MTTR-verdi betyr at maskinen er vanskelig å reparere (14).

$$MTTR = \frac{\sum \text{Nedetid pga.reparasjon}}{\text{Anall reparasjoner}}$$

Reliabilitet er sannsynligheten for at en maskin fungerer som den skal under en operasjon (14).

$$\text{Reliabilitet (R)} = \frac{\text{Antall godkjente produkter}}{\text{Antall produkter som har blitt produsert}}$$

En annen måling knyttet til reliabiliteten til en maskin er MTBF (mean time between failure). Denne forteller den gjennomsnittlige tiden mellom hver maskinfeil (14).

$$MTBF = \frac{\text{Total oppetid}}{\text{Antall feil}}$$

Tilgjengelighet er tiden en maskin faktisk er tilgjengelig for å utføre et arbeid i forhold til tiden den skal være tilgjengelig (f.eks. 8 timer en arbeidsdag) (14).

$$\text{Tilgjengelighet (A)} = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$$

Forebyggende vedlikehold har som mål å øke effektiviteten på maskiner. For å vite at en maskin trenger justering eller reparasjon vil det ofte være nødvendig med avansert teknologi, men observante operatører kan veldig ofte si noe om en maskin oppfører seg som den skal. Operatørens rolle i forebyggende vedlikehold er derfor vesentlig. Det er også operatørene som skal bruke maskinene fra dag-til-dag og de er best plassert og anlagt for å gjennomføre det daglige vedlikeholdet (14).

TPM stiller store krav til operatørens evne til å utføre forebyggende vedlikehold: Operatørene skal til en viss grad kunne utføre enkle reparasjoner og får nesten utelukkende hele ansvaret for forebyggende vedlikehold. Dette krever god innføring og opplæring i både vedlikehold og reparasjoner på maskiner (14).

### **3.2.6 5S**

5S setter fokus på hva som må prioriteres for å få systemkontroll og oversikt over en arbeidsplass i henhold til lean-tankegang (15). Disse er (14):

1. *Sort*: Sortere og skille alle elementene fra hverandre. Bli kvitt alle unødvendige elementer, derav prosesser, verktøy og papirarbeid.
2. *Set in order*: Spesifiser og standardiser en spesifikk plass for alt i produksjonslokalet. Kan eksempelvis være nummerering, fargekoding, navngivning osv.
3. *Shine*: Rydd og vask slik at unormaliteter og potensielle problemer fremstår åpenbare.
4. *Standardize*: Organiser prosedyrer slik at de tre foregående punktene blir fulgt.
5. *Sustain*: Selvdisciplin. Gjør alle på arbeidsplassen personlig ansvarlig for at punktene blir fulgt.

### **3.2.7 Rotårsaksanalyse**

Før man leter etter en løsning på et problem, må man finne ut hva som er årsaken til at problemet oppstår. Det kan være mange underliggende årsaker til et problem, og det er derfor viktig å finne rotårsaken (14).

#### ***Fem Ganger Hvorfor***

«Fem Ganger Hvorfor» er et verktøy som blir brukt for å finne den riktige grunnen til at et problem oppstår. Verktøyet baserer seg på at man stiller spørsmålet fem ganger eller mer for å finne den grunnleggende årsaken. Eksempelvis kan dette være etter en maskinstans, og man spør seg hvorfor stoppet maskinen. Videre stiller man spørsmål hvorfor skjedde det, osv. (15). Ønskelig resultat vil være at man lander på rotårsaken til at problemet oppstår, og ved å utbedre dette problemet forebygge at noen lignende skjer igjen (12, 14).

#### ***Fiskebeinsdiagram (Ishikawa)***

Et fiskebeinsdiagram brukes for å indentifisere mulige årsaker til at noe skjer. Man deler vanligvis et fiskebeinsdiagram inn i 5 kategorier: Menneske, miljø, materiell, metode og maskin. Avhengig av problemet kan kategoriene variere. Mulige årsaker til problemet blir så kategorisert/plassert i henhold til de valgte kategoriene (14).

### 3.2.8 Single Minute Exchange of Dies (SMED)

SMED er en metodikk for å kutte omstillingstidene så mye som mulig. Som det ligger i ordet, «single minute», er målet å nå en omstillingstid på under ett minutt, i den grad det er realistisk (19). Omstillingstid er tiden det tar å forberede en jobb. I produksjon er omstilling tiden mellom ferdigstilling av det siste produktet i en serie, til første gode produktet i neste serie blir produsert (14). Metodikken skiller mellom to fokusområder:

1. *Indre aktiviteter:* Aktiviteter som må gjøres mens maskinen er stanset.
2. *Ytre aktiviteter:* Aktiviteter som kan gjøres mens maskinen går.

Det overordnede målet med metodikken er å overføre så mange aktiviteter som mulig over fra indre til ytre. Naturligvis vil det være noen aktiviteter som må gjøres mens maskinen står stille, men da er målet å gjøre disse så få og effektive som mulig (19).

SMED-metoden utføres gjerne i 4 steg (14):

1. Identifisere interne og eksterne aktiviteter.
2. Gjør interne aktiviteter eksterne.
3. Forbedre alle aktiviteter knyttet til en omstilling.
4. Fjern omstilling.

Dagens marked og konkurranse medfører en produksjon som krever flere omstillinger enn tidligere. Korte omstillinger er derfor sentrale i konkurransedrevet produksjon (14).

### 3.2.9 Heijunka (Mixed-Model Production)

Heijunka er det japanske begrepet for «jevn og blandet produksjon», og er et verktøy for å jevne ut produksjonen i en bedrift. I stedet for å produsere store serier av samme produkter over lengre tid, så fordeler man produksjonen av dette produktet jevnt utover en gitt tidsperiode (14, 20). Dette gir mindre mellomlagre og større evne til å møte etterspørsel i markedet. Skal dette være kostnadseffektivt er man i stor grad avhengig av korte omstillingstider på utstyr og maskiner (21).

For at et slikt system skal fungere er det vanlig å tro at man krever jevn og høy etterspørsel, og lav andel produkter (22). Det finnes derimot muligheter for å gjennomføre også med høy variasjon og mange produkter. Dette gjøres ved å gruppere produktene inn i produktfamilier som har de samme prosessstegene, lignende etterspørsel og krever lik omstillingstid (14, 22). Innen produksjon er et utbredt hjelpemiddel en Product Quantity Analysis (PQA). Denne analysen grupperer produktfamiliene inn etter likhet i prosesser, og rangerer dem etter etterspørsel i markedet (14).

1. *X:* Produkter som produseres ofte og i store mengder.
2. *Y:* Produkter som produseres relativt ofte og i nokså store mengder.
3. *Z:* Produkter som produseres sjelden.

Her bør X-produkter produseres hver dag, Y-produkter produseres hver uke og Z-produkter produseres ved behov. For å finne ut hvor mye tid man bør bruke på hvert produkt, tar man utgangspunkt i andelen av etterspørselen til produktet (21, 22).

### 3.2.10 Paretoanalyse

Paretoanalyse er et verktøy for å separere de vitale få fra de hverdagslige mange (14). En paretoanalyse kan være nyttig hvis man har mange alternativer, og ønsker å se viktigheten til hvert av alternativene i forhold til eget ønske. Resultatene fra en slik analyse presenteres ofte ved et paretodiagram, som er et histogram med en ekstra kurve som viser alternativets kumulative frekvens (14).

### 3.2.11 Kundeordrens Dekoplingspunkt (OPP)

Kundeordrens dekoplingspunkt er det punktet i produksjonen hvor man skiller mellom å produsere basert på prognoser og lagernivå, og heller produserer etter kundeordre. Det er ved dette punktet produktet går over til å bli kundespesifikt (23). Jo nærmere kunden man plasserer dette punktet, jo kortere leveringstid og høyere leveringspresisjon vil man få. Et slikt dekoplingspunkt kan også brukes til å lage en buffer av komponenter for å jevne ut produksjonen ut ifra etterspørselen. Det er vanlig å skille mellom (24):

- *Make-to-Stock (MTS)*: Lagre ferdige produkter som går rett ut til kunde.
- *Assemble-to-Order (ATO)*: Alle inngående deler til et produkt ligger på lager.
- *Make-to-Order (MTO)*: Ingen inngående deler ligger på lager, men produksjonsunderlag er ferdig utarbeidet.
- *Engineer-to-Order (ETO)*: Ingen inngående deler er på lager og produksjonsunderlag eksisterer ikke. Produkter bygges opp fra bunnen.

### 3.2.12 Customer Satisfaction

I litteraturen er *customer satisfaction*, eller kundetilfredshet, ofte definert som en funksjon av forskjellen mellom kundens forventinger til et produkt eller tjeneste, og det som er kundens oppfatning av det den faktisk får (25). Med dagens konkurranseutsatte marked, i en verden med høy teknologisk utvikling, er det viktig å involvere og høre på kunden fordi kundetilfredshet får en direkte betydning for fortjeneste i fremtiden (26, 27). I 2012 ble det gjennomført en undersøkelse som viste til at aktiv kundeinvolvering førte til en økning i fortjeneste på opptil 23% (28).

### 3.2.13 Employee Voice & Employee-Driven Kaizen

«Opportunity for improvement is everywhere and you do not have to be a genius to find it» (14). Likevel er mange bedrifter av den oppfatning at det bare er ledere, ingeniører og konsulenter som skal finne og rette opp i problemer. Resultatet av dette er at ansatte ikke ser etter forbedringspotensialer, og gjerne lar være å si ifra hvis de oppdager noe (14). I dagens arbeidsmarked med stor konkurranse er innvendinger og forslag til forbedring fra ansatte kritisk for bedrifter; man kan ikke finne ut av alt fra toppen (26, 29).

Den raskeste metoden til å få frem forbedringspotensialer er ved å gjøre problemsøking til en del av alle ansattes jobb. De som jobber dag ut og dag inn med de samme oppgavene vil generelt ha et bedre grunnlag for å se forbedringer enn «eksperten». Når løsningene trenger teknisk og analytisk kompetanse kan eksperten komme på banen (14). Ved å holde arbeiderne på alle nivåer ansvarlige for å monitorere prosesser, identifisere problemer og feil, og å gjøre raske korrektive handlinger, sikrer man også at forbedringer opprettholdes og at man ikke får tilbakefall til dårlige vaner (30).

Det viktigste er ofte å gi de ansatte muligheten og ferdigheten til å skape forbedringer(14). En metode for å få frem «employee voice» og forbedringspotensialer er gjennom teammøter. Teammøter har som formål å sette sammen forskjellig kompetanse og ekspertise for å diskutere ideer, ta beslutninger og å starte endringsprosesser (31). Gruppediskusjoner og teammøter er blant annet et steg i prosessen for kontinuerlig forbedring (14).

### ***Daily Huddles***

I lean ledelse er ansvarligheten rundt monitorering, identifisering og korrektive handlinger opprettholdt gjennom at ledere for hvert nivå i en organisasjon blir «kvalitetssikret» av en leder ett nivå opp. Denne formen for kvalitetssikring går hele veien opp til øverste leder i en organisasjon, og skjer gjennom daglige og ukentlige «huddles. Fokuset under slike huddles er de daglige operasjonene, og gjøres gjerne fremfor en KPI<sup>5</sup>-tavle hvor detaljene varierer fra nivå til nivå (30).

«Daily huddles» kan deles inn i tre nivåer men understående er mest relevante for oppgaven:

#### **Nivå 1 – Teamledere møter med operatører:**

Hovedfokus under «nivå 1-huddles» er daglige operasjoner, arbeidsoppgaver og andre aktuelle tema. Arbeiderne går gjennom deres daglige oppgaver og målsettinger for dagen sammen med deres teamleder. Samtidig ser man over hvordan man gjorde det dagen før og reflekterer rundt dette i forhold til KPI-verdier som blir presentert. Nivå 1-huddles handler om tema som sikkerhet, kvalitet, 5S og forslag fra operatører. Operatørene skal alltid oppfordres til å komme med mulige problemer, løsninger eller spørsmål (30).

#### **Nivå 2 – Produksjonssjef møter teamledere:**

Hovedfokuset under «nivå 2-huddles» er å se over dagens bemanningsplan, oppdatering av status på viktige prosesser og utstyr, oppdatering av ukentlige eller månedlige prestasjonssammendrag, og identifisering av problemer og tilknyttede tiltak. Produksjonssjef går gjennom produksjonen fra dagen før, deretter diskuterer gruppen tidligere og nye problemer og forsøker sammen å forstå hva rotårsaken til problemene er. Å identifisere feil, problemer eller prestasjonsavvik er alle ansett å være potensielle forbedringsmuligheter, og supervisor tildeler teamlederne oppgaver for å forsøke å forbedre dem. Alt som gjennomgås og bestemmes, settes opp på en KPI-tavle slik at man hele tiden kan måle prestasjon og fremgang fra dag-til-dag, uke-til-uke og måned-til-måned (30).

Prestasjon og ytelse skal måles i alle nivåer, og det er viktig at operatørene anvender beregninger av nettopp dette innenfor prosesser. På den måten kan man identifisere feil og problemer så tidlig som mulig (30).

### **3.2.14 Målsettinger**

Menneskets egen selvregulering av motivasjon og handling er ofte bestemt av enhver persons standarder og hvordan man evaluerer egne handlinger. Mennesket søker alltid tilfredshet gjennom å oppfylle krav eller gjennom å innfri forventinger, og blir motivert ved misnøye knyttet til dårlige prestasjoner (32).

Mål gir en mening til hvorfor noe må gjøres, og gir en indikasjon på hva som skal til for å nå det. Når arbeidere ikke vet hva hensikten med arbeidet deres er, gir det lite motivasjon og dårlig innsats. Artikler undersøkt av Robert Wood og Albert Bandura (1989) kommer med klare bevis på at eksplisitte, utfordrende mål øker og opprettholder ansattes motivasjon. Å nå utfordrende mål skaper også selvtillit og øker interessen for hva man gjør. Des nærmere prestasjonene samsvarer med mål som gir høy verdi, desto større er de positive reaksjonene (32).

Målsettinger hjelper også ansatte til å tro på sine ferdigheter og evner, men uten standarder for måling av prestasjoner har ikke ansatte grunnlag for å kunne si noe om eller vurdere egne evner og prestasjoner. Vanligvis er det for mange andre innflytelser i hverdagen til at langstrakte mål vil

---

<sup>5</sup> KPI: Key Performance Indicator. Måleverktøy for arbeidsprestasjon

ha en effekt på holdninger, og arbeiderers motivasjon er derfor enklest å påvirke gjennom langsiktige mål, med flere kortsiktige delmål (32).

### **3.2.15 Visuell Styring**

Visuell styring går ut på å vise arbeidere hva som er gjort, hva som skal gjøres, eller hva som burde gjøres. Denne formen for styring som skal kunne sees av alle det er relevante for, gir ansatte muligheten til å gjøre jobben sin bedre og motiverer dem til å gjøre de rette tingene (14). Synlighet gir konkret tilbakemelding på jobben som blir gjort, og hjelper arbeidere til å gjøre jobben bedre. Eksempler på visuell styring er daglige produksjonsplaner, lister og diagrammer som produksjonshistorikk og -mål og andre arbeidsplaner. Arbeiderne er gjerne selv med på å sette disse målene, noe som gir dem en ekstra motivasjon for å nå dem (14). Ved å gi ansvaret for utvikling og implementering til arbeiderne, skaper det vanligvis mer korrekte og oppdaterte retningslinjer som lettere aksepteres av arbeiderne (14).

#### ***KPI-tavle***

KPI-tavle er en av de mer vanlige formene for visuelle hjelpemidler. Tavla setter sammen nøkkeltall om de siste prestasjonene til en avdeling eller en prosess. Den skal helst være plassert nærmest mulig den aktuelle avdelingen eller prosessen, eller der daily huddles blir gjennomført (30).

KPI-tavla tar for seg de medvirkende faktorer for prestasjon og ytelse, i en avdeling eller en prosess. Tavlen kan gjerne deles inn i kolonner med en kolonne for hver av kategoriene i SQDCM (Trygghet (safety), kvalitet (quality), levering (delivery), kostnad (cost) og moral). Hvordan KPI-tavler ser ut varier, men formålet er å måle og monitorere faktorer som motiverer til forbedring (30).

#### ***Kaizen Board***

Kaizen board er et hjelpemiddel for å fremme ideer og løsninger som kommer frem fra de ansatte. En kaizen board fungerer slik at man systematiserer ideer på tavlen etter ideas (*forslag*), to do (*skal gjennomføres*), doing (*blir gjennomført*) og done (*har blitt gjennomført*). En slik tavle skal bidra til å hjelpe bedriften og dens ansatte til å kjempe for kontinuerlig forbedring i arbeidet (14).

### **3.2.16 Lean Ledelse**

Mange konsulenter, forskere og arbeidere er enige om at et for høyt fokus på å bruke lean verktøy og metoder er en av hovedårsakene når implementering av lean ikke fungerer. Fokuset må være mer rettet mot å skape en lean-kultur (30).

For å endre kulturen innad i en bedrift slik at alle ansatte har holdninger og verdier som resulterer i automatiske handlingsmønstre, sier en teori at endring i atferd leder til endring i holdninger og verdier. Men endring i atferd fører til endring i holdninger som fører til endring i atferd. Atferden til arbeidere er ofte bestemt av ledelse. Ledere sier hvordan de vil at arbeiderne skal oppføre seg, og det er derfor ledelsen som må oppfordre arbeidere til å endre holdning. På denne måten skapes det lean-kultur (30).

## **3.3 Oppsummering**

Dette kapittelet har gitt en innføring i teori og lean-verktøy som har vært relevant for oppgaven. Kapittelet omhandler både konkrete verktøy som blir benyttet i rapporten, men også verktøy som potensielt kan bli brukt i fremtiden. Teorien legger grunnlag for argumentasjon og diskusjon senere i oppgaven.

## 4 Metode

Ved arbeid med en slik oppgave er det viktig å hele tiden være oppmerksom på målet med oppgaven, og hvordan man ønsker å gå frem for å svare på de problemstillingen man har lagt til grunn. En anerkjent forsker på prosjektoppgaver og casestudier, Robert K. Yin (2014), forteller at man ønsker å jobbe etter en logisk oppskrift for å komme seg herfra til dit, med utgangspunkt i spørsmål som søker et svar (33). I denne oppgaven ønsker vi å se på hvordan en produksjonsbedrift kan forbedre sin produksjon og bli den beste leverandøren for sine kunder. Vi vil i hovedsak benytte en kvalitativ tilnærming i vår problemstilling, men i enkelte tilfeller vil vi også ha behov for å bruke kvantitative analyser. En kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metodikk vil ofte være nødvendig for å finne og underbygge de svarene du søker etter (33). Som fremgangsmåte har vi valgt å fokusere på Berg (2004) sine fire spørsmål knyttet til kvalitativ forskningsmetode (34):

1. *Identifisere forskningsspørsmålet.* Finne ut hva det er organisasjonen/bedriften trenger hjelp til, og hva som er problemet? Det er viktig å utvikle forskningsspørsmålet gjennom samarbeid.
2. *Samle informasjon og data til å svare på spørsmålet.* Datainnsamling kan gjøres gjennom observasjon, intervju og uformelle samtaler. Eller det kan gjøres gjennom målinger, rapporter, analyser osv.
3. *Analysere og forstå problemet.* I dette steget ønsker man å analysere og forstå all informasjon og data som er samlet inn. Man søker å få svar på de spørsmålene man stilte seg i begynnelsen av arbeidet.
4. *Dele resultatet med deltakerne.* Dette er kanskje det viktigste steget i forskningsmetodikken, fordi det er her man setter forskningen ut i praksis og kan oppnå resultater.

### 4.1 Valg av case

Sifa har i lang tid kun fokusert driften sin på det de i dag kaller underleveranser. Etter at de fikk i stand avtalen med Siemens om produksjon av nettstasjoner, har den nye delen av produksjon stått for over 50% av inntektene. Dette gjør bedriften svært sårbar og svært avhengig av Siemens. For å forsikre seg om at Siemens skal forbli en kunde er det derfor viktig å imøtekomme deres etterspørsel. En annen side av dette er at det samtidig er viktig å jobbe for å få underleveransene til å bli en større del av bedriftens inntekter. Dette for å gjøre Sifa mindre sårbar overfor Siemens. Hvis Sifa ikke klarer å beholde kundene på underleveranser vil Siemens bli en enda større aktør enn de er i dag, og dette vil gjøre Sifa enda mer sårbar.

Siden produksjon av nettstasjoner opptar en så stor del av dagens kapasitet valgte vi å fokusere oppgaven på denne delen av produksjonslinja. På denne måten vil vi komme med forslag for å optimalisere produksjonen av nettstasjoner, som igjen vil gi mer tid til å produsere underleveranser. I tillegg sees det på som sannsynlig at hvis produktiviteten på nettstasjonsproduksjonen går opp, så går også produktiviteten på underleveranser opp.

### 4.2 Innsamling av data

I forbindelse med denne oppgaven har vi samlet inn store mengder data og informasjon. Vi har samlet data gjennom intervjuer, datasystemer, egne målinger/observasjoner, kunder/leverandører, vitenskapelige artikler og relevante bøker.

Et viktig fokus i starten var å sette seg inn i bedriftens drift. For å kunne si noe om hvor det er forbedringspotensial er det vesentlig å forstå hva som inngår i de forskjellige prosessene i bedriftens verdikjede (33). For å få denne innsikten har vi hatt møter med ansatte fra flere avdelinger. I disse møtene har ansatte forklart oss hvordan de forskjellige avdelingene fungerer og

hvordan de jobber opp mot hverandre. I produksjonsavdelingen har vi i tillegg vært med og gjort observasjoner og vi har fått en grundig omvisning i produksjonslokalet.

Sifa er en aktør i en verdikjede ukjent for mange. Det ble derfor vår første prioritering å sette oss grundig inn i bransjen, og prosessene i produksjonslokalet. Det har blitt gjennomført totalt 16 intervju, i alle ledd av verdikjeden og produksjonslinjen. Det har blitt foretatt intervju med kunder, leverandører, ledelse og alle ledd i produksjon- og montasjeavdeling. Innledningsvis jobbet vi tett opp mot daglig leder, som viste frem anlegget og presenterte produksjonen. Deretter jobbet vi tett opp mot operatørene, og fikk en detaljert beskrivelse av hvert ledd i produksjonen, og hvordan deres arbeidsdag så ut. Vi har benyttet flere typer intervjueteknikker under denne fasen. Hyppigst har bruken av enkeltintervjuer vært, hvor vi har sittet i enerom og stilt spørsmål til operatør. Vi fant det også nyttig og relevant å gjennomføre kryssintervju, hvor vi snakket med operatører fra flere avdelinger samtidig, hvor de kunne diskutere og svare på samme spørsmål fra forskjellige synspunkt. Som en kvalitetssikring av kartleggingen kontaktet vi en tidligere daglig leder ved bedriften, for å få et historisk bilde og et inntrykk av utviklingen de siste årene.

I neste fase ønsket vi å bruke operatørenes erfaringer til å grave frem hva de var fornøyde og mindre fornøyde med angående drift og produksjon. Her brukte vi mange timer ute i produksjonen, hvor operatørene forklarte og viste frem styrker og svakheter ved sin prosess. Dette var den mest tidkrevende, men også den viktigste delen av kartleggingen.

Teoretisk har vi jobbet med litteratur knyttet opp mot lean-verktøy og involvering av ansatte. Google Scholar er hyppigst brukt med søkeord som «lean production», «kaizen», «employee voice», og liknende. Lean-bøker som *Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices* av John Nicholas har også vært sentrale i bruken av litteratur. Spesielt har vi fokusert på å lese lean i etterkant av erfaringene vi fikk fra produksjonslokalene. Dette for å knytte lean tankegangen opp mot bransjen vi skulle jobbe med.

Under datainnsamlingen la vi spesielt vekt på:

*Arbeidsrutiner:* En framstilling av ledelsens og operatørenes daglige arbeidsrutiner. Dette for å danne oss et bilde av daglig drift og registrere hvem som jobbet tett opp mot hverandre i kjeden.

*Omstillingsrutiner:* Alle operatørene ble bedt om å beskrive sine rutiner ved omstilling. Dette for å danne en oversikt over arbeidsoppgaver og fokusområder ved omstilling av maskinene og prosessene.

*Nedetider:* Ledelsen og operatørene ble spurt om nedetider for maskinene og i produksjonen. Svarene ble deretter sammenlignet for å sjekke om det var en felles forståelse av oppetid for maskinene i produksjonen.

*Samarbeid:* Alle operatørene ble spurt om tanker angående samarbeid ute i lokalene og mellom avdelingene. Det ble også spurt om hvordan de syntes informasjonsflyten er gjennom prosessene.

*Operatørenes tanker:* Avslutningsvis ble operatørene spurt om egne tanker knyttet til produksjonen, og om de hadde noen egne ideer til ting de ønsket å gjøre annerledes for å forbedre produksjonen.

*Salgsdata:* Ved analyser og beregninger har salgsdata og regnskap fra 2018 blitt brukt.



### **4.3 Analyse og kvalitetssikring av data**

Analyseringen av data har i stor grad omhandlet forståelse i tilknytning til intervjuene, observasjonene og målingene vi gjennomførte under kartleggingen. Mye ressurser har gått med til å observere, tolke og bearbeide inntrykk og informasjon som har kommet fra intervjuer i bedriften.

Vi har lagt vekt på å benytte «fem ganger hvorfor», både i intervjuene, men også i analysen av data. Dette for å finne sammenhengene mellom problemene, og hvilke grunnleggende årsaker vi ønsker å jobbe videre med. For å strukturere og systematisere informasjon har vi jobbet visuelt med blant annet Ishikawa-diagrammer og punktlister knyttet til «sju former for sløsing».

Som hjelpemiddel knyttet til effektivisering av maskindrift har vi benyttet gjennomløp- og omstillingstider og sett på hvilke parametere som har påvirket maskinene både positivt og negativt. Vi har benyttet både egne målinger/undersøkelser og eksisterende kalkyler fra bedriften for å oppnå best mulig kvalitetssikring av data og informasjon.

### **4.4 Svakheter og begrensninger ved metoden**

Metodikken vi har benyttet innebærer i stor grad informasjonsinnhenting knyttet til observasjon og intervju med ansatte. Vi hadde lite forkunnskap og erfaring fra denne type produksjonsbedrift, noe som førte til at observasjonene og intervjuene ble grunnlaget for arbeidet vi har gjort. Det er derfor naturlig at det kan foreligge feiltolkning eller misforståelser knyttet til intervjuer og observasjoner gjort under casestudiet.

Denne oppgaven tar for seg lean-teori og metodikk, og kan derfor ikke sees på som en total vurdering av bedriften. Det har ikke vært nok tilgjengelig tid til å teste ut tiltakene som er foreslått i tiltaksplanen, noe som fører til at disse kun må sees på som forslag som potensielt kan forbedre driften på bakgrunn av analytiske funn.

Validiteten i oppgaven er styrket ved et stort fokus på kvalitetssikring av innhentet informasjon og data. På den annen side er oppgaven basert på erfaringer fra en produksjonslinje med stor variasjon og lite standardisering, som fører til at innhentet data kan gi et feil bilde av realiteten.

### **4.5 Oppsummering**

Dette kapitlet beskriver hvordan arbeidet i denne oppgaven er bygd opp etter Berg (2004) sine fire spørsmål knyttet til en kvalitativ forskningsmetode. Det forklares hvordan casen ble valgt ut ifra kundeforhold og økonomisk viktighet. Videre beskrives det grundig hvordan datainnsamling og analyse av data ble gjennomført for å kvalitetssikre oppgaven, blant annet ved hjelp av teori, visuelle hjelpemidler, intervjuer og observasjoner. Kapitlet avsluttes ved å se på svakheter ved metoden, knyttet til lite forkunnskap, tilgjengelig tid og mulig feiltolkning av informasjon.

## 5 Casebeskrivelse

Sifa AS har helt siden oppstarten i 1992 produsert behandlede plater til større og mindre kunder i både inn- og utland. Fra noen gode økonomiske år på 90-tallet, og starten av nytt årtusen, har pila pekt nedover og bedriften gikk i underskudd både i 2016 og 2017. I 2017 var underskuddet på nesten 2,5 millioner kroner. Siden den gang har det skjedd store endringer i bedriften, med ny daglig leder, dobling av antall ansatte og signering av en stor avtale med Siemens knyttet til produksjon av nettstasjoner. Som følge av dette ligger foreløpig driftsresultat per 31.12.2018 an til et overskudd på 1,7 millioner kroner.

Sifa's produksjonslokaler ligger på Tømra i Selbu kommune, seks mil øst for Trondheim. Bedriften har litt under 40 ansatte og disponerer 2500 m<sup>2</sup> produksjons-, lager-, kontor- og monteringslokaler. Fremveksten det siste året har resultert i et stort utbyggingsprosjekt som skal gi nye 2000 m<sup>2</sup> og et eget lakkeringsanlegg. Det nye bygget skal stå klart 01.05.2019 og lakkanlegget skal være klart rundt sommeren 2019.



Figur 4: Bilde av de nye produksjonslokalene under utbygging. En ferdig nettstasjon i forgrunnen

### 5.1 Nettstasjoner og underleveranser

I 2016 og 2017 hadde Sifa henholdsvis 20 og 25 millioner kroner i driftsinntekter. I 2018 hadde de 53 millioner. Tilsvarende for kostnader var det 21 millioner i 2016, 27,5 millioner i 2017 og 51 millioner i 2018. Forskjellen fra 2016 og 2017 sammenliknet med 2018 er produksjonen av nettstasjoner. Ut ifra disse tallene ser man spesielt tre ting:

- Sifa opererte med negativt driftsresultat i 2016 og 2017.
- 2018 ga et positivt driftsresultat.
- Driftsinntektene og -kostnadene doblet seg på ett år (2017-2018).

Omveltningen fra å produsere for 27 millioner til å produsere for 51 millioner har vært stor. Bedriften har blant annet gått fra å ha rundt 20 ansatte til å ha rundt 40, mens lokalene er under stor utbygging.

Etter at Sifa inngikk en avtale med Siemens om å produsere nettstasjoner for deres kunder har de vært nødt til å legge om produksjonen. Dette har medført en todelt produksjon som Sifa opererer med i dag:

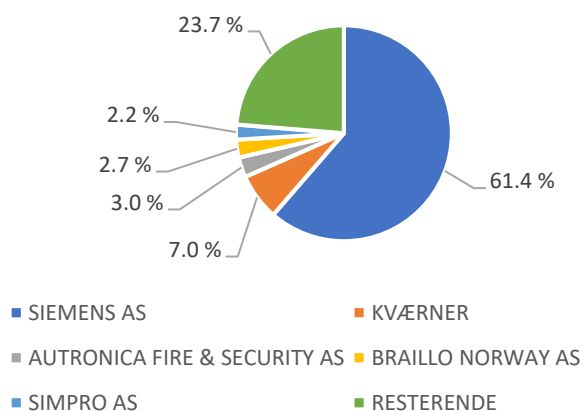
- Produksjon av nettstasjoner
- Produksjon av underleveranser

Produksjonen av nettstasjoner står for 60% av Sifas omsetning og gjør Siemens til en stor og viktig kunde. Siemens er en av tre store aktører innen levering av nettstasjoner i Norge. Blant disse aktørene er det stor konkurranse om kundene, og Siemens ønsker å være ledende i dette markedet. For å være det er de avhengig av at de kan levere i henhold til etterspørsel. Hvis Sifa ikke klarer å imøtekomme etterspørselen til Siemens' kunder, kan Siemens se seg nødt til å bytte leverandør av nettstasjoner. Da står Sifa i fare for å miste 60% av inntektene.

I dag er ikke Sifa i stand til å imøtekomme etterspørselen til Siemens' kunder. Årsetterspørselen, og det absolutte kravet fra Siemens på 300 nettstasjoner er nådd, men på grunn av store sesongsvingninger har ikke kundene fått nettstasjonene til avtalt tid. Fordi installasjon av nettstasjoner krever bar bakke uten tele, er det høysesong mellom april og oktober. Nå har også Siemens inngått enda flere avtaler om levering av nettstasjoner og årsetterspørselen er ventet å nærme seg 500. Dette vil medføre enda høyere topper mellom april og oktober, og skaper både produksjons- og bemanningsutfordringer for Sifa.

For å klare og imøtekomme etterspørselen på nettstasjoner har Sifa startet en utbygging av deres lokaler i Selbu. Denne utbyggingen vil blant annet gi gode lagringsmuligheter og et lakkanlegg som en del av deres egen produksjonslinje. Prognosene for de nye produksjonslokalene tilsier at Sifa skal kunne produsere 500 nettstasjoner i året, men det vil fortsatt være usikkerheter rundt leveringssikkerheten i høysesongene.

Sifas nest største kunde, Kværner, står for under 10 % av omsetningen. Dette understreker Siemens posisjon som kunde, og hvor små resterende kunder er i forhold. På bakgrunn av suvereniteten til Siemens, jobber Sifa med å skaffe seg større kunder i underleveransesegmentet, med et krav om at det ikke skal gå ut over produksjonen av nettstasjonene. Sifa har blant annet nylig ansatt en person som utelukkende skal jobbe opp mot kunder med underleveranser i fokus. Målet er å øke omsetningen av underleveranser i forhold til omsetningen av nettstasjoner, og på denne måten bli mindre sårbar ovenfor Siemens.



Figur 5: Oversikt over kundeandel Sifa AS

## 5.2 Ressurser

Maskinparken består i hovedsak av moderne CNC<sup>6</sup>-maskiner. To av maskinene (én av knekkemaskinene og lasermaskinen) var ved installasjon i 2015 Nord-Europas nyeste og mest moderne i sin kategori. Alle maskinene er installert med vedlagt vedlikeholdsprogram fra leverandør som operatørene har ansvar for å gjennomføre. Til tross for vedlagte vedlikeholdsprogram eksisterer det lite kunnskap om maskinene og det eksisterer dårlige rutiner for vedlikehold. Nåværende vedlikehold gjøres nærmest bare når det er snakk om maskinstopp. Det gjennomføres hovedsakelig av innleid servicepersonell, men bedriften har utdannende elektrikere og automatikere på huset som kan gjennomføre førstehånds vedlikehold.

Full oversikt over maskinpark er:

- Knekke
  - Amada HFB 125 (1998)
  - Amada HFB 100 (1999)
  - Amada HD 1003 ATC (2015)
- Laser
  - Amada LCG 3015 AJ (2015)
- Stanse
  - Amada VIPROS 368 Queen (1998)
- Eksenterpresse
  - Ukjent leverandør (1972)
  - Ukjent leverandør (1974)
- Vannjet
  - Projet PS 2000 (2001)
  - Waterjet Sweden WJS NC 4030D (2012)
- Diverse
  - Avgrandermaskin (2012), aluminiumsag (1992), stålsag (2007), boltsveis (1998), grindingmaster (2004), klinkemaskin (1999), borr-/dreimaskin, fresemaskin, sveiseapparat.

Sifa's viktigste innsatsfaktorer og samarbeidspartnere:

*Stålleverandør:* E.A. Smith Stål og Metall

En av landets ledende stålprodusenter, og Sifa's desidert største leverandør av råvarer. De er lokalisert i Trondheim, og drifter et «lagerhotell» til Sifa. Det betyr i praksis at Sifa slipper kapitalbinding knyttet til lagerhold av alle råvarer som bestilles fra E.A. Smith. Rent økonomisk er Sifa en liten kunde for E.A. Smith, men omdømmemessig er de en viktig kunde lokalt.

*Primærkunde:* Siemens AS

Et verdensomspennende konsern med kunder over alle kontinenter. Produserer blant annet systemer for lavspenning- og distribusjonsnett til energiselskap og strømlleverandører i Norge (35). Et av disse systemene er nettstasjoner, som produseres og leveres av Sifa.

---

<sup>6</sup> CNC: Computer Numerical Control. Betyr at maskinen kan håndteres og stilles inn av en datamaskin

*Transport:* Teigaas Transport AS

Et forholdsvis lite transportselskap som Sifa benytter i forbindelse med lakkering av produkter. Mange produkter, spesielt de som inngår i nettstasjonene, krever lakkering for beskyttelse mot galvanisk korrosjon. Teigaas Transport har også åpnet et mellomlager i Trondheim sentrum som brukes for korttidslagring av ulakkerte produkter.

*Lakkering:* Teknolakk AS

Lakkeringsbedrift i Molde som lakkerer nødvendige produkter for Sifa. Samarbeidet med Teknolakk AS vil avsluttes når lakkanlegget står klart i løpet av 2019.

### 5.3 Materiell/Produkter

Sifa produserer i dag nettstasjoner på vegne av Siemens, og et bredt utvalg av underleveranser til mindre kunder. Nettstasjonene er et produkt med en klar og definert leveranse, og tar opp det meste av kapasitet og ressurser i den daglige driften. Sifa produserer alle mekaniske deler<sup>7</sup> som inngår i nettstasjonene, mens blant annet el-komponenter og fundamenter bestilles fra underleverandører. Nettstasjonene er til en viss grad standardiserte, med noen forskjeller ut ifra sluttkundes ønske. Det produseres i hovedsak tre typer nettstasjoner:

- Innvendig opererte (I-kiosk)
- Utvendig opererte (U-kiosk).
- Kundeløsninger (KL)

I-kioskene er de mest solgte, og deles inn i 4 standardiserte typer:

- Nidaros
- Bjørgvin
- Hålogaland
- Oslo



Figur 6: Eksempel på en I-kiosk. Hentet fra: [sifa.no](http://sifa.no)

---

<sup>7</sup> Mekanisk del: En metalledel av stål/aluminium

I nettstasjonene inngår det over hundre komponenter som skal settes sammen, men de komponentene som opptar største del av produksjonslinja er veggelementer, takelementer og gulvelementer. Disse elementene produseres utelukkende av tynnplater i stål og aluminium som leveres av E.A. Smith i Trondheim.

## **5.4 Informasjonsflyt**

Bedriften benytter to ERP-systemer i sin daglige drift, Clockwork Logistics og Axapta. Axapta er i dag på vei ut, da bedriften jobber med en gradvis oppgradering til å operere på et felles system. Målet er å ha alt over på Clockwork i løpet av tredje kvartal 2019.

### *Clockwork*

Brukes i hovedsak til all informasjonsflyt knyttet til produksjon av nettstasjoner. Herunder inkluderer ordremottak, innkjøp, lagerkontroll, kalkyler og montasjeliste. Clockwork har en åpen kildekode, som gjør at systemet er fleksibelt og enkelt å koble opp mot Excel via programmer som f.eks. Microsoft Access. Dette er et datasystem som bedriften tok inn samtidig som det ble inngått samarbeid med Siemens.

### *Axapta*

Brukes til produksjonsplanlegging, fakturering og bestilling av råvarer. Systemet har ikke åpen kildekode, og er derfor lite egnet til å kombinere med Excel. Systemet har også en begrenset database, noe som gjør at endringer av informasjon som allerede er innlagt er vanskelig.

Disse to systemene er ikke i stand til å kommunisere direkte, så all informasjonsdeling mellom dem må skje med manuell inntasting. Axapta er systemet som har vært med bedriften siden oppstarten i 1992. All fakturering skjer i Axapta, som betyr at alle bestillinger som kommer i Clockwork også må skrives inn i Axapta. Bruken av to separate systemer gjør også at det finnes to forskjellige artikkelnumre for samme artikkel i de to systemene. Det er få i bedriften som behersker begge datasystemene, de fleste opererer enten på det ene eller det andre systemet.

## **5.5 Prosesser**

### **5.5.1 Ordrebehandling og innkjøp**

Ordrebehandling håndteres av to separate avdelinger. En avdeling for nettstasjoner, og en avdeling for underleveranser. Avdelingen for nettstasjoner består av to ansatte som samarbeider tett opp mot Siemens og deres bestillinger. De legger bestillingene inn i Clockwork, som bryter ned hver bestilling i hvilke komponenter som skal inngå, en BOM (Bill of Materials). Denne informasjonen sendes så videre til innkjøps- og kalkuleringsavdelingen som behandler informasjonen videre. Bestillingene må så legges manuelt inn i Axapta for å kunne opprette en faktura som sendes til Siemens. For å sikre levering av nettstasjoner, så føres leverings- og hentdatoer på hver stasjon manuelt inn i Excel.

Innkjøp håndteres av to personer i hvert sitt datasystem. For nettstasjoner mottas behandlede ordrer fra nettstasjonsavdelingen, og varebeholdningen av ikke-mekaniske produkter blir sjekket. Beholdningen regnes ut automatisk hver natt gjennom Clockwork. Innkjøp av nye varer skjer når innkjøpsansvarlig for nettstasjoner mener dette er nødvendig. I systemet er det angitt et bestillingspunkt, men det er opp til innkjøpsansvarlig å utføre bestillingen. Innkjøpsansvarlig for nettstasjoner bestiller også frakt (betalt av Siemens, FCA<sup>8</sup>-avtale) til ferdigstilte nettstasjoner.

Sifa produserer alle mekaniske komponenter til nettstasjoner selv, men produksjonsplanleggingen blir gjort i Axapta. Bestillingene kommer altså ikke i samme system som det som planlegger

---

<sup>8</sup> FCA: Ansvaret ligger hos selger helt til vare er opplastet på første transport, da går alt ansvar over til kjøper.

produksjonen. På grunn av dette må det legges inn en ny bestilling på mekaniske deler i Axapta. Deretter sjekkes varebeholdningen på mekaniske deler og det bestilles materialer gjennom Axapta ved behov.

Personen som sitter og jobber i Axapta er dermed ansvarlig for anskaffelse av råvarer knyttet til de mekaniske delene i nettstasjonene. Dette er i hovedsak råvarer som stål- og aluminiumsplater, som bestilles og leveres innen 48 timer. I tillegg til dette har vedkommende også ansvar for alle råvarer og materialer som inngår i underleveranser.

Ledetiden på de mekaniske delene knyttet til nettstasjoner er beregnet å være 22/36 dager (ulakkert og lakkert), fra bestillingsprosessen starter til de er klare for montering. I disse dagene inngår:

*Bestilling: 3-5 dager*

*Leveringstid fra leverandør (E.A. Smith): 2 dager*

*Produksjon: 15 dager*

*Lakkering: 14 dager*

### **5.5.2 Produksjonsplanlegging**

På grunn av lange omstillingstider på maskinene er Sifa avhengige av å produsere i store serier for å holde enhetskostnadene så lave som mulig. Hovedkomponentene til nettstasjonene, som veggelementer og takelementer, produseres i serier på 100 til 200. Dette gjør blant annet at stansemaskinen (som kan gå ubemannet) kan gå noen timer på kveldstid uten behov for bemanning.

Hvert produkt som skal produseres er bygd opp med sin egen produktstruktur (BOM), som beskriver produksjonsløp, inngående materialer, komponenter og gjennomløpstid. Produktstrukturene er igjen bygd opp av kalkyler som ligger inne i bedriftens ERP-system. Bedriften har to personer som jobber med kalkylene knyttet til produksjonen. Disse kalkylene gir grunnlag for estimert produksjonstid, behov og kostnad.

Axapta er det systemet som brukes i forbindelse med produksjonsplanlegging. En stor ulempe med Axapta er at den styrer produksjonen basert på tid tilgjengelig og tiden hver operasjon tar. Systemet lar deg ikke legge inn en operasjon hvis det ikke er tid tilgjengelig. I tillegg til dette opereres det med flere gamle kalkyler som er tilpasset gamle maskiner og rutiner. Dermed hender det at produksjonstidene ikke er like lange som det systemet får beskjed om, men fordi det med dagens sprenkte kapasitet ikke er tid til overs, så vil man ikke kunne legge inn nye ordrer som kunne vært gjennomført på den «oppsparte» tiden.

Den tilgjengelige tiden som er registrert i Axapta i dag er som følger under. Tidene er gitt i timer per dag:

<i>Knekking (underleveranse)</i>	15 timer per dag
<i>Knekking (nettstasjon)</i>	20 timer per dag
<i>Vannskjæring</i>	14 timer per dag
<i>Laser</i>	7,5 timer per dag
<i>Manuelt</i>	17 timer per dag
<i>Stansing (underleveranse)</i>	7,5 timer per dag
<i>Stansing (nettstasjon)</i>	10,5 timer per dag
<i>Programmering</i>	ubegrenset
<i>Sveisning</i>	7,5 timer per dag
<i>Klinking</i>	7,5 timer per dag

*Tabell 1: Tilgjengelige arbeidstimer per dag*

Produksjonsplanen til hver maskin deles ut to ganger per måned med produksjonsoversikt cirka en måned frem i tid. Her står det hva som skal produseres, på hvilken dag og hvor lang tid det skal ta. Produksjonsplanen er i utgangspunktet ikke sortert slik at like prosesser kommer etter hverandre, men operatørene sorterer gjerne selv for de neste par dagene for å minimere antall omstillinger på maskinene ved deres stasjon.

Varenavn:		MELLOMPLATE		Total					
SIFA AS									
PRODUKSJONSOVERSIKT									
LASER									
LASERSKJÆRING									
Date	Levering	Produksjon	Ordre	Kunde	Varenummer	Søkenavn	Varenavn	Oper. nr.	Navn
27.02.2019	01.03.2019	748219	59153	PTM INDUSTRIER AS	438130143	HAA068	CURSOR 2	10	LASERSKJÆRING
04.03.2019	12.04.2019	748228	59156	NORBIT EMS AS	465000734	3159-MD-72500	STORAGE RACK STABILISER	10	LASERSKJÆRING
05.03.2019	06.03.2019	748250			465000543	3159-MA-72101	WING RAIL (ASSEMBLY)	20	LASERSKJÆRING
07.03.2019	01.04.2019	748251	59156	NORBIT EMS AS	465000543	3159-MA-72101	WING RAIL (ASSEMBLY)	10	LASERSKJÆRING
07.03.2019	01.04.2019	748251	59156	NORBIT EMS AS	465000543	3159-MA-72101	WING RAIL (ASSEMBLY)	20	LASERSKJÆRING
07.03.2019	12.04.2019	748252	59156	NORBIT EMS AS	465000543	3159-MA-72101	WING RAIL (ASSEMBLY)	10	LASERSKJÆRING
08.03.2019	12.04.2019	748252	59156	NORBIT EMS AS	465000543	3159-MA-72101	WING RAIL (ASSEMBLY)	10	LASERSKJÆRING
11.03.2019	28.04.2019	747932	59058	SIMPRO AS	465000129	809624A/809623A	HOUSING BOKS KOMPLETT VCU3	10	LASERSKJÆRING
11.03.2019	12.04.2019	747932	59058	SIMPRO AS	465000129	809624A/809623A	HOUSING BOKS KOMPLETT VCU3	20	LASERSKJÆRING
11.03.2019	12.04.2019	748252	59156	NORBIT EMS AS	465000543	3159-MA-72101	WING RAIL (ASSEMBLY)	10	LASERSKJÆRING
11.03.2019	22.03.2019	748341	59209	SALSNES FILTER AS	465660713	117998-117946-11	DELER ASTAFJORD (117298-249-36)	10	LASERSKJÆRING
12.03.2019	12.04.2019	748252	59156	NORBIT EMS AS	465000543	3159-MA-72101	WING RAIL (ASSEMBLY)	20	LASERSKJÆRING
12.03.2019	01.04.2019	748297	59156	NORBIT EMS AS	465000399	3159-MD-71902	34.921_01 WING RAIL BOTTOM COVE	10	LASERSKJÆRING
12.03.2019	12.04.2019	748298	59156	NORBIT EMS AS	465000399	3159-MD-71902	34.921_01 WING RAIL BOTTOM COVE	10	LASERSKJÆRING
13.03.2019	02.05.2019	748210	58717	KONGSBERG GEOACOUSTICS LTD	434100694	ASSY60258780 Rev.	TOPAS 21U KABINETT	20	LASERSKJÆRING
13.03.2019	12.04.2019	748300	59165	FUGRO NORWAY AS	465000230	OCN-MD-246-3004	34.921_01 WING RAIL BOTTOM COVE	10	LASERSKJÆRING
13.03.2019	19.03.2019	748333	59204	TELCO FABRIKKER AS	469060035		KABELSKINNE BATTERIPAKKE	10	LASERSKJÆRING
14.03.2019	19.03.2019	748333	59204	TELCO FABRIKKER AS	469060035		MELLOMPLATE T2R1B	10	LASERSKJÆRING
15.03.2019	19.03.2019	748315	59196	PTM INDUSTRIER AS	454120146	50130-1405	PASS WASHER	10	LASERSKJÆRING
15.03.2019	28.03.2019	748317	59167	AUTRONICA FIRE & SECURITY AS	400040100	UE-18078	MOUNTING BRACKET	5	LASERSKJÆRING
15.03.2019	19.03.2019	748304	59200	PLANKTONIC AS	454370021	30001-01-02-XX-0250	SILICON FORM RAME	10	LASERSKJÆRING
15.03.2019	04.04.2019	748331	59202	CAVOTEC GERMANY GmbH	442040123	M5-2010-1282 rev.A	MOUNTING BRACKET CD-PLL	10	LASERSKJÆRING
15.03.2019	24.04.2019	748335	59205	TERIK TECHNOLOGY AS	469350002	64REMERIS	SAMMENSTILLING	10	LASERSKJÆRING
15.03.2019	03.04.2019	748337	59207	SELBU DATASATS ANS	403210016	S3920A	TRENNINGSBRETT f.akse løsteholdere	10	LASERSKJÆRING
15.03.2019	25.04.2019	748344	59213	CONOPTICA AS	407990057	00059-A000 R04	PC-KABINETT-KOMPLETT variant 1+2	10	LASERSKJÆRING
18.03.2019	25.04.2019	748344	59213	CONOPTICA AS	407990057	00059-A000 R04	PC-KABINETT-KOMPLETT variant 1+2	10	LASERSKJÆRING
18.03.2019	26.03.2019	748367	59219	AS DELPRODUKT	410000208	521249-01/04	FRONT SUPPORT-SHM	10	LASERSKJÆRING
18.03.2019	26.03.2019	748368	59219	AS DELPRODUKT	410000201	120025-01/04	SHM TYPE 2-AFT ENGINE MOUNT	10	LASERSKJÆRING
18.03.2019	26.03.2019	748370	59219	AS DELPRODUKT	410000194	120024-01/04	SHM TYPE 1-AFT ENGINE MOUNT	10	LASERSKJÆRING
19.03.2019	03.04.2019	748336	59206	NORSKE SKOG SKOGEN AS	448590112	42655		10	LASERSKJÆRING

Figur 7: Produksjonsplan for laserskjæring

Alt som går igjennom produksjonslinjen har også en egen produksjonsliste som følger med hver serie/hvert produkt. Dette er en liste som sier hvilke maskiner serien/produktet skal igjennom og hvor lang tid den/det bruker gjennom hver maskin. I tillegg er det vedlagt nødvendige arbeidstegninger med toleransekrav og planlagt produksjonsstart og -slutt. Denne skal være med serien/produktet fra start til slutt.

Produksjon: 748377  
Side: 1

Varenummer: 465019443    Planl. start: 24.04.19    Salgsordre:

Kunde:    Levering: 03.05.19

Tegn.nr.: 178.0284.03G    IN 1910 0063    Antall: 25.0

Varenavn: BÆREBJELKE    Godkj: OK

Op.nr	Operasjon/kontrollrubrikk	Kontr	Omst	Pr.stk	Total
10	NIBLE AMADA	25144	0.30	0.0678	1.9950
20	GJENGE	202	0.63	0.1833	5.2125
30	KNEKKE 2 MANN		0.30	0.0495	1.5375

Figur 8: Produksjonsliste for bærebjelke



### **5.5.3 Produksjonslinje**

Produksjon foregår i ett skift fra klokka 0700 – 1500 mandag til fredag ved normal drift. Mandag til onsdag er satt av til produksjon av nettstasjonskomponenter. De to resterende dagene er satt av til produksjon av underleveranser.

#### ***Stansing***

Utføres av operatør på stansemaskin. En pakke med tynnplater legges inn i maskin med truck. Maskinen blir stilt inn med riktig program, verktøy og innstilling på forhånd, og når alt er justert jobber maskinen ubemannet. Ferdig stansede plater kommer ut ferdig stablet på pall. Det finnes kun én stansemaskin i bedriften, den har manuelt verktøyskifte og kan håndtere opptil 3mm tykt stål. Stansemaskinen er 20 år gammel og den mest kritiske delen av produksjonen. Oppstår det stopp i stansemaskinen, forplanter dette seg i hele produksjonen.

#### ***Knekking***

Knekking utføres manuelt på en kantpresse som ofte blir omtalt som «*knekka*». Operatører stiller inn knekka med riktig verktøy, knekkegrad og program. Knekking kan kreve både en og to operatører avhengig av størrelsen på platene som skal knekkes. Plater på opptil tre meters lengde kan brukes i kantpressene. I dag finnes det to knekker med manuelt verktøyskift, og én med automatisk verktøyskift.

#### ***Eksenterpresse***

Eksenterpresse er en klinkemaskin hvor Sifa har et eget designet verktøy som brukes til å knekke vinkler på veggelementene (den mest hyppige og standardiserte delen i en nettstasjon). Maskinen brukes også til enkelte detaljer på andre artikler. Driftes av én operatør.

#### ***Montasje***

Montering av nettstasjoner. Gjennomføres ved et samlebandprinsipp, der hver post har et sett med arbeidsoppgaver som skal gjennomføres før nettstasjonen sendes videre til neste post. Ved ferdig montering blir nettstasjonen fraktet ut og gjort klar for transport til sluttkunde.

#### ***Laserskjæring***

Maskin som kutter tynnplater etter forhåndsprogrammert program. En operatør legger inn riktig program og tynnplate, så går maskinen deretter ubemannet. Finnes én slik maskin i bedriften. Kan håndtere platetykkelse på maks 25mm.

#### ***Vannjetskjæring***

Verktøy som kutter alle typer plater. Fordelen med vannjet er at det ikke utvikles varme, slik at man også kan kutte plater som ikke tåler høy varme (typisk plast og treverk). Drives av én operatør. Det finnes to slike maskiner i bedriften, begge med to skjærehoder. Kan håndtere platetykkelse opp mot 250mm.

#### ***Sveising, klinking, fresing, saging***

Fleksibelt steg i prosessen som utfører alt av små operasjoner som er ønsket av kunde, såfremt det lar seg gjøre med tilgjengelig verktøy og kapasitet.

### **5.5.4 Lagerstyring**

#### ***Råvarelager***

Sifa opererer med et råvarelager. Det meste av råvarelageret består av tynnplater i forskjellige materialer og tykkelse som er tilegnet produksjon av underleveranser, men en liten del av råvarelageret består av tynnplater som skal rett i produksjon. Disse ligger lagret et par dager på det meste og tilhører store serier knyttet til nettstasjonsproduksjonen. På grunn av mangel på

lagringsplass blir disse stående på gulvet i nærheten av det første produksjonsleddet, stansemaskinen.

### ***Mellomlager***

Siden Sifa opererer med store seriestørrelser i produksjonen, skaper dette også store mellomlager og mengder varer i arbeid. Det er satt av plasser i reoler langs produksjonslinjen, men disse har ikke kapasitet til å oppbevare de store mengdene. Dette fører til at store deler av mellomlageret ligger på gulvet mellom de forskjellige stasjonene.

Som et resultat av store mellomlager har Sifa satt opp lagringstelt utenfor produksjonslokalene som i hovedsak lagrer ferdig håndterte elementer som skal til lakk og elementer som har kommet tilbake fra lakk. Selv disse teltene klarer ikke ta opp hele mengden materialer og det resterende blir altså stående på gulvet i produksjonslokalet.



*Figur 9: Bilde fra produksjonslokalene som illustrerer stor plassmangel*

I tillegg til teltene betaler Sifa for et mellomlager i Trondheim som opereres av transportør av lakkerte varer, Teigaas Transport. Dette lageret benyttes kun til elementer som skal lakkere og som har blitt lakkert, og blir benyttet mellom transport fra Selbu til Molde og tilbake igjen.

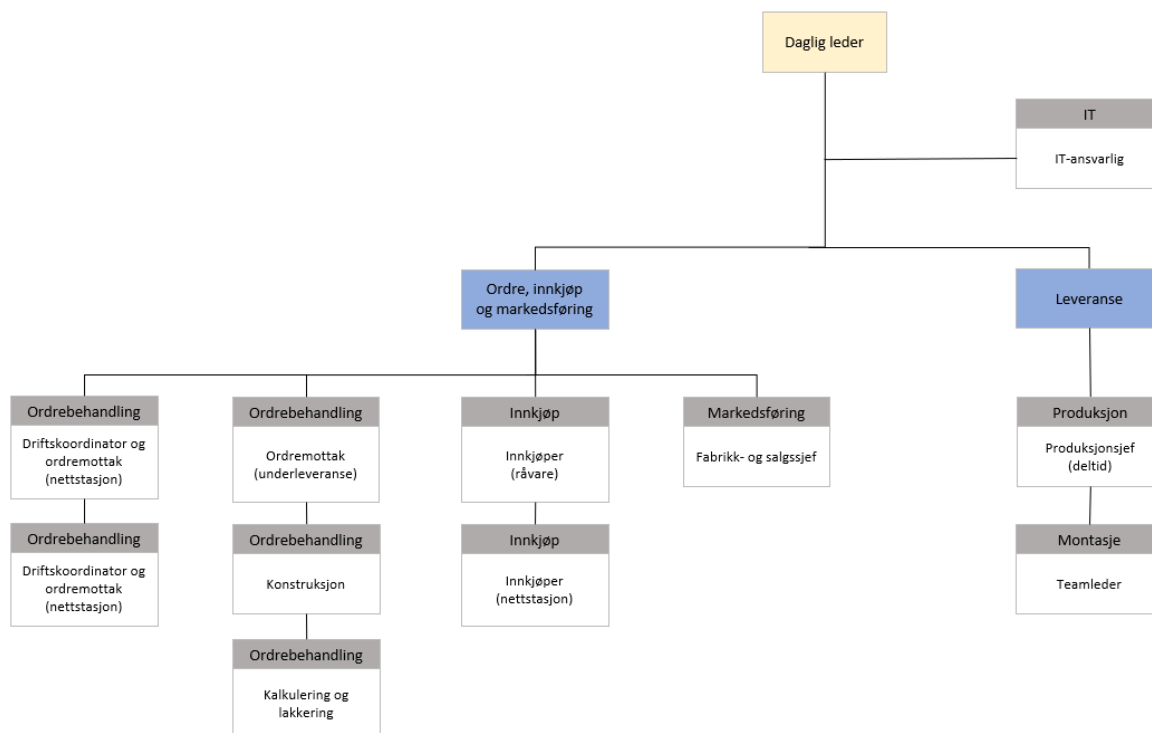
### ***Ferdigvarelager***

Ferdigvarelager er noe Sifa i liten grad opererer med. Dette skyldes at de kun produserer på bestilling og aldri produserer ferdigvarer ut fra prognoser. Til nettstasjonene bestilles transport slik at de blir

hentet tett opp mot ferdigstilling, men når det ikke blir hentet med en gang settes de ute hvor det er god plass.

## 5.6 Organisasjon

Sifa er organisert i henhold til Figur 10. Ny daglig leder ble tiltrådt 1. november 2017. Produksjonssjef er en stilling som dekkes 60 %. Økonomi styres i dag av samme person som har ansvar for innkjøp av råvarer, men er planlagt å settes bort til en tredjepart etter at utbygging av nye lokaler er ferdigstilt. Produksjonslinja hos Sifa krever en høy grad av spesialisering som gjør bedriften svært sårbar ved fravær på operatører.



Figur 10: Organisasjonskart ledelse i Sifa AS

## 5.7 Styring

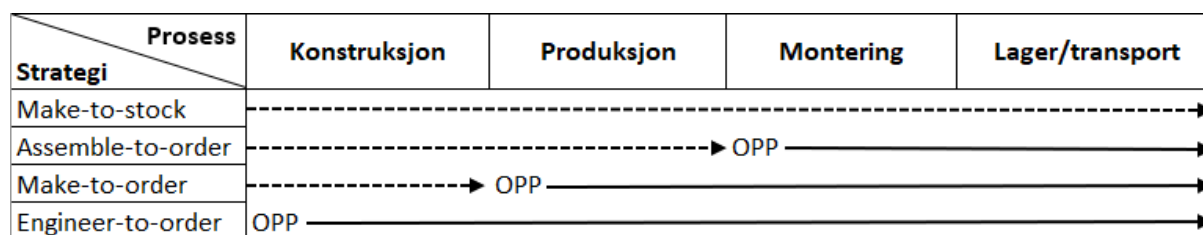
Som vist på Figur 11 så opererer Sifa med tre forskjellige strategier for produktlevering. Det vil si at OPP kan ligge på tre forskjellige steder ut ifra kundens behov. Sifa har en klar plan for hvilke produkter de ønsker å produsere for lager, men begrenset lagringskapasitet. Mye lagringsplass blir oppbrukt av komponenter som skal sendes til lakkering.

**ATO:** Dette gjelder produkter hvor alle inngående deler er klar på lager og går rett inn i montering ved bestilling fra kunde. Det gjelder i hovedsak ved innkommende hastebestillinger at Sifa benytter denne strategien.

**MTO:** Dette gjelder standardprodukter hvor det allerede eksisterer produksjonsunderlag og maskintegninger, men alle inngående deler til produktet er ikke på lager. Så å si alle nettstasjoner og underleveranser går under denne kategorien, og OPP vil da ligge i forkant av den første maskinen produktet må gjennom.

**ETO:** Her ligger spesialprodukter som kunden ønsker at Sifa skal konstruere og støtte opp under utviklinger av det ferdige produktet. Enkelte underleveranser går under denne kategorien, og OPP vil da ligge i forkant av konstruksjonen.

*MTS*: Her ligger produkter som produseres opp til lagring for å kunne ha kontinuerlig tilgang. Per i dag inngår ingen slike produkter i Sifa's produksjon.



Figur 11: Strategi for produktlevering

Ut ifra strategiene kan man si at monteringsavdelingen opererer med et pull-basert styringssystem som til enhver tid produserer etter ordre. Produksjonen frem mot montering av nettstasjonene er derimot i høy grad push-basert, siden det produseres i store serier og mengder for opplagring. Produksjon av underleveranser er i de fleste tilfeller pull-basert og gjennomføres på bestilling fra kunde.

## 5.8 Intervju

I forbindelse med intervjuene har alle intervjuobjekter blitt utfordret på å komme med positive/negative sider ved sitt arbeid, og spurt om å komme med konkrete forslag til hva de synes ville gjort den daglige driften bedre. I dette kapittelet vil vi oppsummere noen av de viktigste poengene som ble kartlagt i hvert ledd i bedriften som er knyttet opp mot produksjon av nettstasjoner.

### **Kunde og leverandør**

Intervju med primærkunde (Siemens) og primærleverandør (EA. Smith Stål) ble gjennomført for å skaffe en bedre forståelse av viktigheten til bedriften i markedet. Som ventet kom det frem at Sifa er en relativt liten kunde for begge disse partene i økonomisk sammenheng. Siemens påpekte at de er avhengige av at Sifa opprettholder stabil vekst, da de ligger på etterskudd med levering av nettstasjoner til sine kunder. Sifa er eneste leverandør av nettstasjoner for Siemens, og dermed en viktig aktør for at Siemens opprettholder markedsandelen.

### **Produksjon og montering**

I produksjonsavdelingen har det blitt gjennomført intervjuer med produksjonssjef og operatører i alle ledd av produksjonslinja. Angående stansemaskinen kunne operatørene fortelle at de på de verste dagene brukte opp mot tre timer av arbeidsdagen på omstillinger. De mente derimot at det var veldig lite nedetid på maskinen, til tross for at det ikke eksisterte noen vedlikeholdsopplæring eller rutiner for vedlikehold. Det ble også påpekt at det var for mye rot og lite orden i produksjonslokalene. Dette påvirket ikke dem direkte, men gikk ut over trucktransporten og materiellpåfyllingen. Enkelte operatører skulle ønske det var bedre kommunikasjon mellom prosessene og etterlyste bedre informasjonsflyt, det gjennomføres blant annet ingen rutinemessige møter blant operatørene.

Operatørene ved knekkemaskinen kunne fortelle at deres arbeid til tider kunne være svært krevende på grunn av høye krav til presisjon og stor belastning. Det siste året har det vært flere tilfeller av sykemelding direkte knyttet til overbelastning av muskler og kropp. På samme måte som ved stansemaskinen ble det fortalt at det ikke eksisterte standardiserte vedlikeholdsrutiner. Det ble også etterlyst en bedre produksjonsplanlegging for å utnytte de tre maskinenes kapasitet bedre. En operatør med lang fartstid i bedriften mente mye kunne vært forbedret hvis operatørene

fikk ta del i planleggingen, og kunne delta i oppsettet av arbeidsdagene. På denne måten mente han de også kunne fordele alle de tunge løftene bedre utover arbeidsuka og forebygge sykefravær.

I monteringsavdelingen ble det gjennomført intervju med teamleder for avdelingen. Han kunne fortelle at avdelingene jobbet veldig separate, og det eksisterte så å si null kommunikasjon mellom produksjonsavdeling og montasjeavdeling. Mangelen på kommunikasjon førte til at ved flere tilfeller kunne de få levert paller med ferdige deler fra produksjonsavdeling som ikke var stablet rett i forhold til dimensjonene på reolene i montasjeavdelingen. Også kommunikasjon med truckkjører var en mangelvare, og teamleder mente de brukte mye ekstra tid hver uke på å lete etter truckkjører som kunne fylle på nødvendige deler. Han stilte også spørsmål til det høye fokuset på presisjon i knekka, og mente dette ikke var nødvendig for mange av artiklene de skulle montere.

### ***Oppsummering***

Noen viktige punkter fra intervjuene:

- Siemens avhengig av at Sifa opprettholder stabil vekst.
- Det er dårlig kommunikasjon mellom avdelingene.
- Lite eller ingen opplæring i vedlikehold, men lite stopp til tross for det.
- Operatørene i knekka har et stort fokus på presisjon.
- Produksjonsplanleggingen kunne vært bedre.
- Mye rot skaper unødvendig internt transport.

## **5.9 Kartlegging av sløsing**

På bakgrunn av kartlegging, intervjuer og observasjoner har vi identifisert ulike former for sløsing i produksjonen og verdistrømmen i henhold til Toyotas sju hovedpunkter. Vi har gradert de etter hyppighet de forekommer, der 1 = daglig, 2 = ukentlig og 3 = sjeldnere.

### ***Sløsing ved overproduksjon***

1. Stort fokus på å presse ned stykkprisen på varer, og derfor produsere i store serier for å slippe mange omstillinger. Dette fører til store mengder varer i arbeid, lange ledetider og dårlig flyt i produksjonen. (1)

### ***Sløsing ved lediggang (venting)***

1. Innkjøp av mekaniske deler til nettstasjon må i stor grad kjøpes av egen bedrift, i stedet for at dette går rett inn som en produksjonsordre. (1)
2. Fakturering av nettstasjoner skjer i et annet datasystem enn der bestillingene kommer, som gjør at ordrebestillingen må føres to ganger. (1)
3. Monteringsavdelingen må vente på deler som ligger ute i lagertelt eller som er mellomlagret i produksjonslokalet fordi truckfører ikke er tilgjengelig. (1)
4. Bestilling av transport må vente på at montasjeavdeling har estimert når en nettstasjon blir ferdigstilt. (1)
5. Venting på truckkjøring grunnet trange lokaler og vanskelige kjøreforhold. (1)
6. Maskiner i produksjonen må vente på deler fra foregående produksjonsprosess. (1)
7. Personell i produksjonen må vente på manglende arbeidsoppdrag. (1)
8. Salgsavdeling må vente på kalkulasjonsavdeling for beregning av behov og kapasitet før de kan bekrefte ovenfor kunde og gjennomføre bestilling. (2)
9. Beregning av kapasitet kan ikke gjennomføres før beregning av behov er gjennomført, noe som også gjør at behovsberegning kan være direkte sløst arbeid hvis kapasiteten ikke er tilstrekkelig. (2)
10. Ferdige nettstasjoner må vente på manglende transport. (3)

11. Kalkulering og beregning av kapasitet er feil og arbeidsstasjoner blir derfor uten arbeidsoppgaver. (3)

#### ***Sløsing ved transport***

1. Lite effektiv internttransport pga. plassmangel og rot i lokalene. (1)
2. Mye varer i arbeid fører til ekstra omplassering av varer i lokalene. (1)
3. Transport for lakking av varer pga. manglende lakkeringsanlegg. (2)

#### ***Sløsing i selve prosessen***

1. For stort fokus på nøyaktighet fra operatører i knekka. (1)
2. Ordrebehandling må gjøres i to datasystemer. (1)
3. Monteringsavdeling må gjennomføre ekstra håndteringsarbeid fordi pallene med varer fra produksjonsavdeling kommer i for store mengder eller i feil stablingsformat. (3)
4. Ikke presise nok bestillinger/krav/tegninger fra kunde som fører til ekstra arbeid fra salgs- og kalkulasjonsavdeling. (3)

#### ***Sløsing ved lagerbeholdning***

1. Mye varer i arbeid grunnet manglende flyt i produksjonen. (1)
2. Lange ledetider fører til store mellomagre og ekstra varer i arbeid. (1)
3. Dårlig utnyttelse av plater fører til ekstra lagring av halvbrukte plater/svinn og tar opp lagerkapasitet. (3)
4. Gamle varer som sjelden/aldri brukes blir liggende og tar opp lagringsplass fordi det «kan» bli et behov i fremtiden. (3)

#### ***Sløsing ved bevegelse***

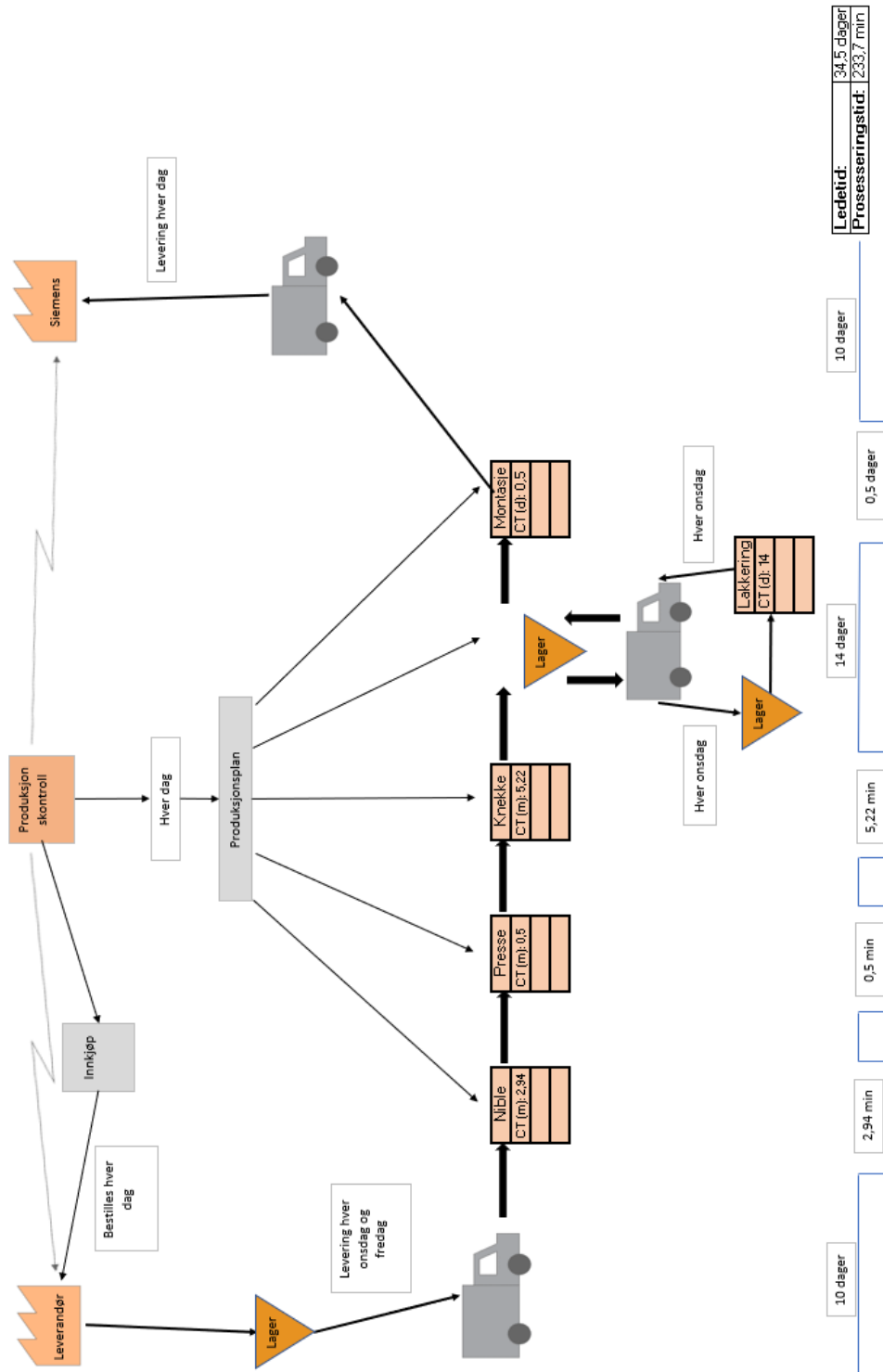
1. Leting etter paller/deler som ikke står der de er tiltenkt. (1)
2. Leting og ekstra arbeid knyttet til uryddig og lite oversiktlig arbeidsplass. (1)
3. Håndtering av papirarbeid grunnet to datasystemer som ikke kommuniserer. (1)
4. Arbeidsordre for montasje- og produksjonsavdeling må manuelt fraktes ut i avdelingene. (1)
5. Ansvarlig for transportbestilling må gå ut i montasjeavdeling og forhøre seg om når nettstasjonene er beregnet ferdig. (1)
6. Mangler eller feil i produksjonsunderlag fører til at personell må inn på kontoret for oppklaring. (2)

#### ***Sløsing ved produksjon av defekte produkter***

1. Feil eller manglende tegningsunderlag. (3)

## 5.10 VSM

Et mye brukt hjelpemiddel innen lean, for å få en oversikt og illustrere den totale verdikjeden hos en bedrift, er et verdistrømdiagram. For å forenkle diagrammet har vi tatt utgangspunkt i gjennomsnittstider knyttet til hver enkelt prosess. Ledetidene beskrevet i diagrammet omhandler håndteringstiden knyttet til innkjøp, lagring og transport. Prosesseringstiden er kun den tiden som går med til verdiskapende produksjon/montasje. Tidene danner grunnlag for syklustider og takttid som brukes i delkapittel om flaskehals.



Figur 12: Verdistrømdiagram over produksjon av deler til nettstasjoner

## 6 Analyse og diskusjon

I forrige kapittel ble det kartlagt flere utfordringer hos Sifa. En del av disse utfordringene skyldes implementeringer av nytt system og for små lokaler. Disse utfordringene har vi valgt å ikke se nærmere på fordi de vil forsvinne når nytt system er implementert og det nye bygget står ferdig. Majoriteten av utfordringene som har dukket opp kan derimot ikke forventes å bli bedre når nytt system og bygg står ferdig, og det er disse utfordringene vi har valgt å legge vekt på i dette kapitlet.

Problemstillingen reiser spørsmål om hvordan Sifa skal kunne bli den beste leverandøren av nettstasjoner og underleveranser til sine kunder. Kapitlet er bygd opp slik at vi systematisk tar for oss hver analyse vi har gjennomført og diskuterer rundt funnene, før vi tar for oss neste analyse.

### 6.1 Rotårsaksanalyse

Nicholas (2011) begrunner viktigheten med å finne rotårsaker med at det kan være flere underliggende årsaker til et problem. Man kan ikke begynne å se etter løsningen på et problem før man har forstått hva problemet skyldes. På bakgrunn av dette har vi valgt å gjennomføre en grundig rotårsaksanalyse med fokus på flyten i produksjonslinjen.

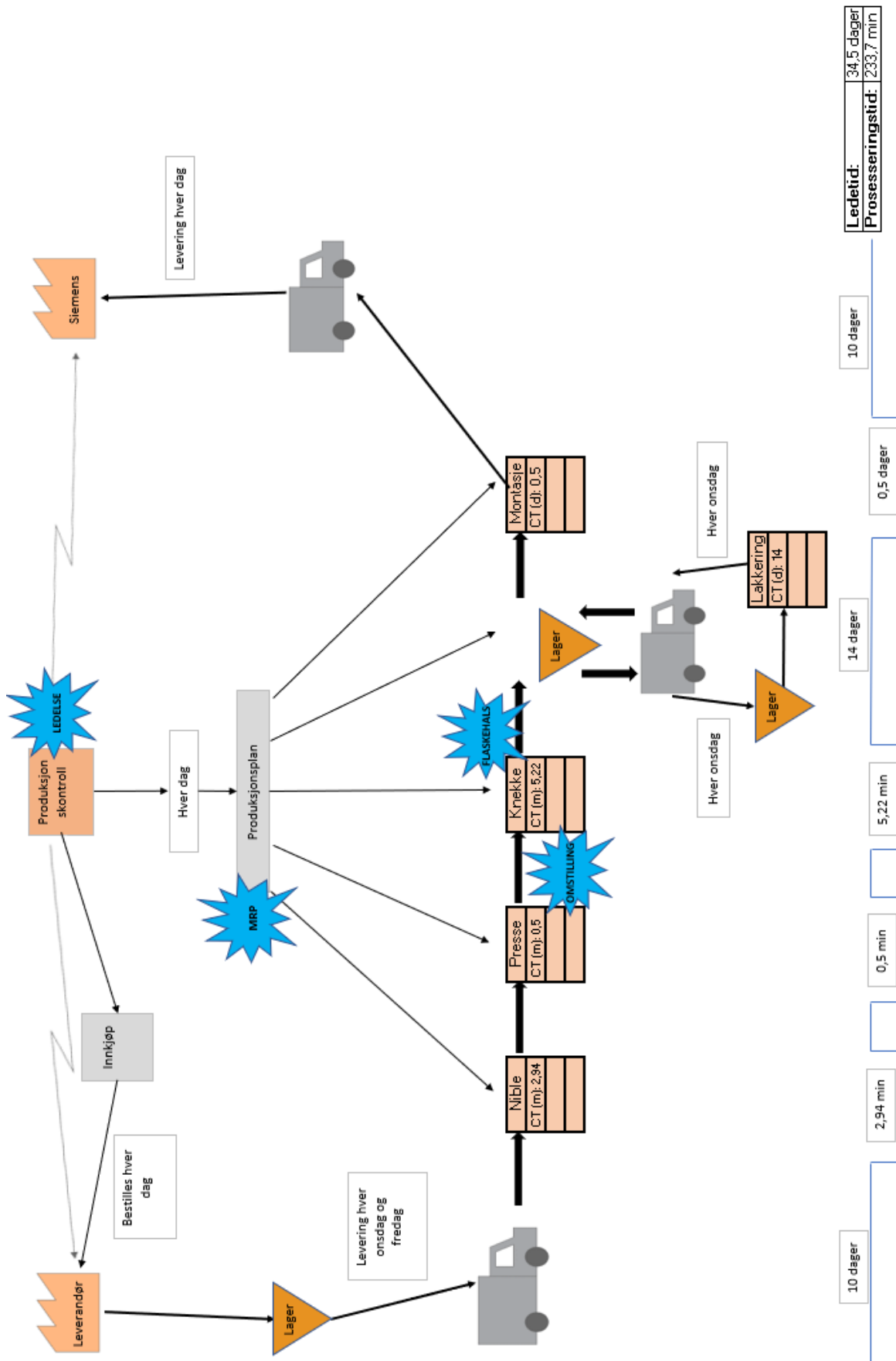
Til å begynne med lagde vi et årsak-/virknings-diagram (se Vedlegg B1) med et overordnet problem som vi definerte å være «dårlig flyt». I henhold til Nicholas (2011) kom vi med dette frem til det vi mente kunne være årsaker til problemet. Deretter gjennomførte vi flere «fem ganger hvorfor»-analyser (se Vedlegg C1-C7) for problemer som fremkom under Toyotas sju hovedpunkter for sløsing. Til slutt satt vi igjen med en rekke problemer som vi mener å være de grunnleggende problemene, eller rotårsakene.

Her er resultatene fra rotårsaksanalysen:

- Det er en mangel på hverdagsledelse som fører til dårlig vedlikehold, mye stillestående, dårlig orden, dårlig kommunikasjon mellom avdelingene, og lite involvering av ansatte i planleggingen.
- Tidkrevende omstillinger gjør at Sifa må produsere i store seriestørrelser for å gjøre stykkprisen lavest mulig. Dette fører til høy belastning med lite variasjon på ansatte i knekka, lavt tempo, store mellomlager, plassmangel og lange ledetider.
- Kundekrav og yrkesstolthet fører til at operatørene i knekka bruker mer tid enn nødvendig på kvalitetssikring.

På bakgrunn av funnene i rotårsaksanalysen har vi valgt å se nærmere på mulighetene innen heijunka, SMED, flaskehalsbehandling, vedlikehold og hverdagsledelse. For å skaffe et bedre oversiktsbilde over hvor problemene befinner seg i verdistrømmen, har vi laget et «future state diagram» som identifiserer steder hvor det kan elimineres sløsing og ikke-verdiskapende aktiviteter.

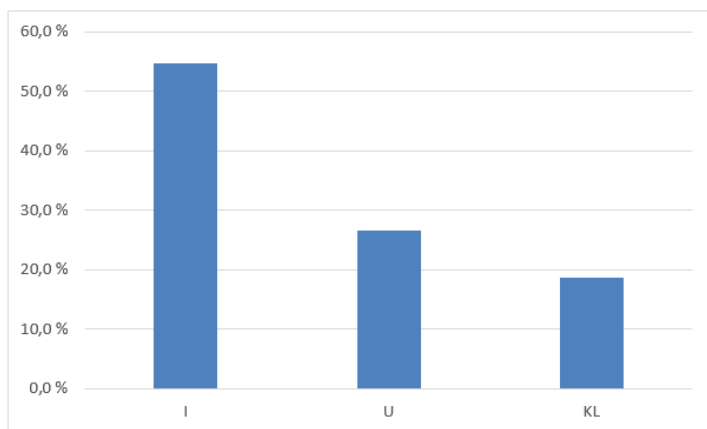




Figur 13: Future state diagram

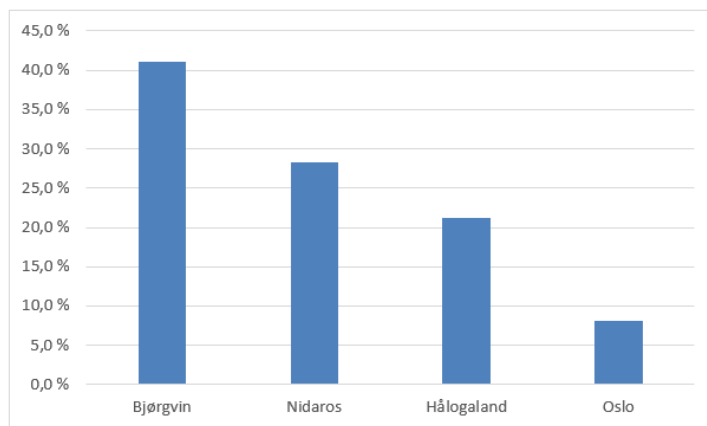
## 6.2 Mixed-Model Production (Heijunka)

For å få bedre kontroll og oversikt over produkter, har vi gjennomført flere former for klassifisering. Målet med å klassifisere produktene er å kartlegge hvilke produkter/komponenter som burde produseres hyppigst, og hvilke produkter som er like og som kan produseres samtidig/uten omstilling. Nettstasjonene er fra bedriftens side klassifisert inn i I-kiosk, U-kiosk og kundeløsning. Som vist på Figur 14, så er I-kiosk den typen med høyest etterspørsel, og vi har derfor valgt å spesifisere analysen inn mot denne typen.



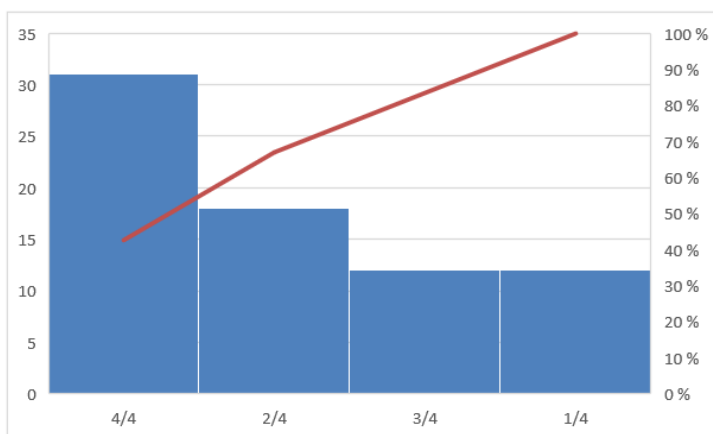
Figur 14: Etterspørsel på I-kiosk, U-kiosk og kundeløsning

Innenfor I-kiosk opererer Sifa med fire standardiserte modeller. Sortert etter etterspørsel ser vi av Figur 15 at Bjørgvin skiller seg ut som den mest etterspurte med utgangspunkt i salgsdata fra 2018:



Figur 15: Prosentfordeling mellom solgte modeller

Totalt i alle modellene finnes det 73 forskjellige artikler som Sifa produserer selv. For å skaffe en oversikt over hvor mange like komponenter som inngår i de forskjellige modellene har vi delt dem inn i et paretdiagram, som viser antall komponenter som inngår i alle modellene (4/4), som inngår i 3 av modellene (3/4) osv.:



Figur 16: Paretodigram over antall artikler som er identiske i hver modell

Her ser vi at 31 komponenter inngår i alle fire modellene, mens bare 12 komponenter inngår i kun en av modellene. En fullstendig oversikt over hvilke artikler som inngår i hver modell kan ses som Vedlegg A1-A4. For å oppnå en ønskelig PQA-fordeling mellom komponentene, har vi utarbeidet en prioriteringskategorisering ut ifra etterspørsel og antall som inngår i de etterspurte modellene. Prioriteringen viser prosentvis etterspørsel på hver artikkel. Kategoriseringen er som følger:

X	Etterspørsel
Veggelement (750mm)	6,6 %
Veggelement (600mm)	6,6 %
Hanebjelke, L=1990mm	5,5 %
Løfteøre, 80x140	4,4 %
Hjørneelement 150x150	4,4 %
<b>Totalt</b>	<b>27,4 %</b>

Y	Etterspørsel
Takdel, u/vorte - 750mm	2,2 %
Mellomlegg, 930x225mm	2,2 %
Takdel - Venstre 300mm	2,2 %
Takdel - Høyre 300mm	2,2 %
Avdekning for ventilasjon i gavl 178	2,2 %
Gulvlås 3mm FZnStpl	2,2 %
Vegg, Lang - 25x55x1845mm	2,0 %
Vegg, Kort 20x55x 974	2,0 %
Vinkel, takramme - 46x132x250	1,7 %
Skjøtestykke, Bunnramme	1,7 %
Takramme Profil L=2478,5mm	1,7 %
Langvegg for oljeoppsamlingskar 1250 kV	1,7 %
Kortvegg for oljeoppsamlingskar	1,7 %
<b>Totalt</b>	<b>25,7 %</b>

Z	Etterspørsel
Gulvbjelke - L=1419mm	1,5 %
Gulvplate 1500	1,5 %
Takdel, m/vorte - 600mm	1,4 %
Takdel, m/vorte - 600mm	1,4 %
Gulvbjelke - L=1119mm	1,1 %
Takdel, u/vorte - 900mm	1,1 %
Gulvplate 1200	1,1 %
Gulvbjelke - L=1719mm	1,1 %
Gulvplate 1800	1,1 %
Festelist, anslag - Dør	1,1 %
Festelist, anslag - Dør	1,1 %
Plate, Feste - Dør - 140x476	1,1 %
Vinkel, Døranslag - 1890mm RAL 7022 PY	1,1 %
Deksel, kabel gavl	1,1 %
Bunnramme kortvegg - 2271mm	1,1 %
Takramme, Kortvegg 607,2x2271	1,1 %
Takramme Kortvegg, v/Dør 607,2x2271	1,1 %
Dørblad - HxB=1790x742mm	1,1 %
Bjelke, lys	1,1 %
<b>Totalt</b>	<b>46,9 %</b>

Tabell 2: PQA-gruppering av artiklene etter etterspørsel

Som vi ser er etterspørsel relativt jevnt spredt, men enkelte artikler peker seg ut med høyere etterspørsel. Det er fem artikler som står for nærmere 30 % av etterspørselen, mens de 55 minst etterspurte artiklene kun står for rundt og i underkant av 1% hver. Den relativt store spredningen i

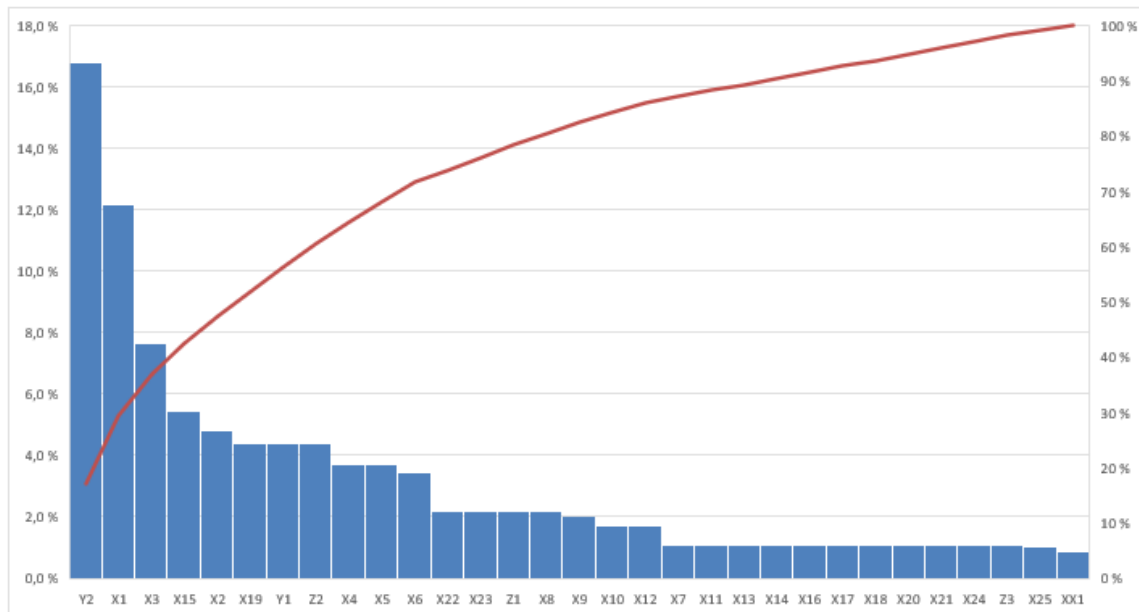
etterspørsel på artiklene indikerer at de forskjellige artiklene bør bli behandlet forskjellig i forhold til størrelsen på produksjonsserier og andel artikler som bør ligge på lager.

En annen form for klassifisering er å dele inn artiklene etter produksjonsprosess. Mange av artiklene som inngår i I-stasjonene er nærmest identiske, med små forskjeller knyttet til lengde, bredde og tykkelse. Flere artikler kan dermed produseres etter hverandre uten behov for større omstillinger. I samarbeid med produksjonssjef har vi delt inn artiklene i grupper som krever lite omstillinger og som må gjennom de samme maskinene:

Stansing og knekking		
<b>X1</b>	<b>X3</b>	<b>X13</b>
Bunnramme Langvegg - 2407mm	Takdel - Venstre 300mm	Plate, Feste - Dør - 140x476
Bunnramme langvegg, L=2478,5mm	Takdel - Høyre 300mm	<b>X14</b>
Bunnramme langvegg, L=2478,5mm	Takdel, u/vorte - 900mm	Dørblad - HxB=1790x742mm
Bunnramme Langvegg 150x85x228,5mm	Takdel, u/vorte - 750mm	<b>X15</b>
Bunnramme Langvegg 150x85x528,5	<b>X4</b>	Hanebjelke, L=1990mm
Bunnramme langvegg, 150x85x828,5	Gulvbjelke - L=1119mm	<b>X16</b>
Bunnramme Langvegg 150x85x228,5	Gulvbjelke - L=1419mm	Bjelke, lys
Bunnramme Langvegg 150x85x528,5	Gulvbjelke - L=1719mm	<b>X17</b>
Bunnramme Langvegg 150x85x828,5	<b>X5</b>	Deksel f/innvendig skillevegg
Bunnramme kortvegg - 2271mm	Gulvplate 1200	<b>X18</b>
Bunnramme kortvegg 85x150x2271,5	Gulvplate 1500	Skillevegg (Innvend.) 25x550x1875
Takramme profil, L=2407mm	Gulvplate 1800	<b>X19</b>
Takramme Profil L=2478,5mm	<b>X6</b>	Hjørneelement 150x150
Takramme Profil L=228,5mm	Langvegg for oljeoppsamlingskar 1250 kVA	<b>X20</b>
Takramme Profil L=528,5mm	Kortvegg for oljeoppsamlingskar	Brakett - f/låsestang
Takramme Profil L=828,5mm	<b>X7</b>	<b>X21</b>
Takramme, Kortvegg 607,2x2271	Vinkel, Døranslag - 1890mm RAL 7022 PY	Festelist, anslag - Dør
Takramme Kortvegg, v/Dør 607,2x2271	<b>X8</b>	<b>X22</b>
<b>X2</b>	Vegg, Lang - 25x555x1845mm	Avdekning for ventilasjon i gavl 178
Bærebjelke, 1200 bakre ved HSP-anlegg	<b>X9</b>	<b>X23</b>
Bærebjelke, 1500 bakre ved HSP-anlegg	Vegg, Kort 20x555x 974	Gulvlås 3mm FZnStpl
Bærebjelke 1800, bakre ved HSP-anlegg	<b>X10</b>	<b>X24</b>
Bærebjelke 1200 foran HSP-anlegg	Vinkel, takramme - 46x132x250	Plate for jording 60x680
Bærebjelke 1500 foran HSP-anlegg	<b>X11</b>	<b>X25</b>
Bærebjelke 1800 foran HSP-anlegg	Deksel, kabel gavl	Bunn oljekar, SiNett 630l
Bærebjelke golv	<b>X12</b>	
	Skjøtestykke, Bunnramme	
Stansing, eksenterpresse og knekking	Eksenterpresse og knekking	Stansing
<b>Y1</b>	<b>Z1</b>	<b>XX1</b>
Takdel, m/vorte - 600mm	Mellomlegg, 930x225mm	Bunn for oljeoppsamlingskar 1250 kVA
Takdel, m/vorte - 600mm	<b>Z2</b>	
Takdel, m/vorte - 750mm	Løfteøre, 80x140	
Takdel, m/vorte - 750mm	<b>Z3</b>	
<b>Y2</b>	Avdekn. plate f/innv.skillevegg 583x1020	
Veggelement (750mm)		
Veggelement (600mm)		
Veggelement (300mm)		
Veggelement (300mm) med hengselspor		
Veggelement (750mm) m/ventilasjon		
Veggelement (150mm)		

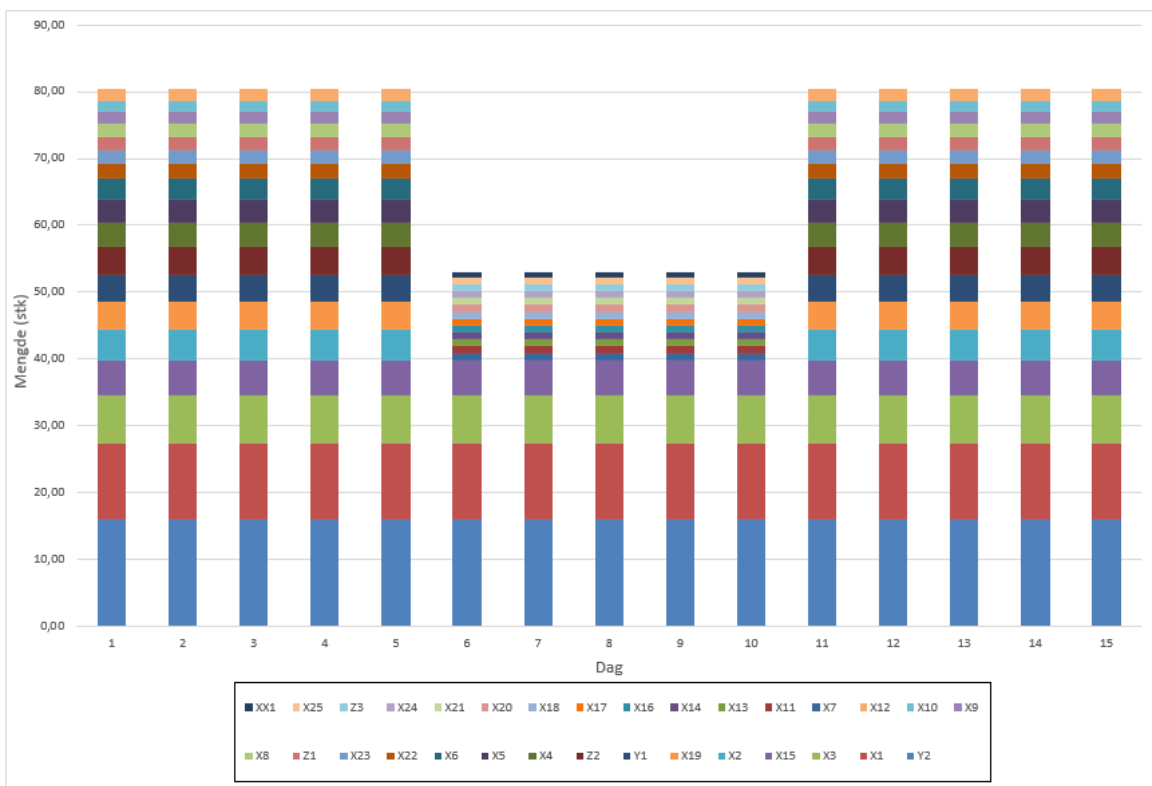
Tabell 3: Gruppering av artiklene basert på likhet i prosesser

Her ser vi at mange av artiklene ikke lar seg gruppere med andre, fordi prosessene og maskinkravene er så forskjellige. Setter vi gruppene sammen og sorterer dem etter total etterspørsel får vi en paretokurve som i Figur 17:



Figur 17: Paretodiagram over produktfamiliene rangert etter etterspørsel

Her kommer det tydelig frem at gruppe Y2 og X1 skiller seg ut i mengden og burde sette standarden for produksjonsplanleggingen. På samme måte som ved kategorisering etter etterspørsel (PQA) ser vi også her at det er stor spredning blant prosesslikhetene. Basert på likheter i prosess og etterspørsel kan en mulig produksjonsplan fremstilles som i Figur 18:



Figur 18: Mulig produksjonsplan ved bruk av produktfamilier

Produksjonsplanen er en utjevnet modell over hvordan produksjonen kan se ut for å møte etterspørselen. Modellen er bygd opp slik at de mest etterspurte gruppene produseres hver uke, de mindre etterspurte gruppene annenhver uke, og de sjeldne gruppene etter behov (i eksempelet er de satt opp i uken da de mindre etterspurte gruppene ikke produseres).

### **6.2.1 Diskusjon**

Som det fremkom i rotårsaksanalysene og intervjuene, så er produksjonsplanlegging og ressursstyring et felles problem i bedriften. En inndeling i produktfamilier kan være en idé for å kategorisere produktene bedre, og få bedre flyt i produksjonsrekkefølgen og mindre omstillinger. Det største hinderet for et slikt system er i dag det utdaterte datasystemet, som ikke er fleksibelt nok eller har kapasitet til å bruke en slik produksjonsplanlegging.

Bedriften har som beskrevet tidligere relativt store sesongsvingninger i etterspørselen på nettstasjoner. Som Alfnes (2000) forteller kan en strategi for å løse dette på en bedre måte være å endre OPP til en større kombinasjon av MTO og ATO når det er lavsesong på etterspørsel. Da kan man eksempelvis utnytte produktfamiliene beskrevet tidligere til å effektivisere produksjonen, og lagre opp artikler til det blir høysesong som settes rett inn i montasjen. Dette vil også frigjøre mer tid til produksjon av underleveranser. Det er forventet at lagringskapasiteten vil gå betraktelig opp når bedriften flytter inn i nye lokaler, noe som legger forholdene bedre til rette for å produsere etter ATO.

Et annet poeng er at dagens produksjon ikke utnytter kapasiteten til en pall for sjeldne artikler som produseres i mindre serier. Det vil si, at det lagres flere paller i reolene som har plass til flere artikler. En strategi for å bedre dette kan være å bruke ATO-prinsippet til å produsere større serier av de sjeldne/eksotiske artiklene når det er lavsesong. På denne måten får man både bedre flyt i produksjonen med færre omstillinger i høysesong, og man får utnyttet pallkapasiteten bedre.

Det er viktig å påpeke at denne analysen har spisset seg inn mot kun en liten del av produksjonen av nettstasjoner, men det kan også gjennomføres lignende produktklassifisering og gruppering blant de andre produkttypene (U-kiosk og kundeløsning). Om det vil være lønnsomt å produsere etter en slik strategi og gruppering vil i stor grad avhenge av hvor godt/detaljert produktfamiliene blir delt inn, og tilgjengelig lagringskapasitet. Det er også viktige parametre innen arbeidsmiljøloven som omhandler «løftet materiellvekt per arbeidsuke» som må følges. Det betyr at det er en begrensning på hvor mange tunge artikler som kan produseres etter hverandre over en hel arbeidsuke. Dette er det ikke tatt hensyn til i analysen.

## 6.3 SMED

Nicholas (2011) forklarer viktigheten av korte omstillingstider med at dagens konkurranseutsatte marked krever flere omstillinger enn tidligere. Dette er også tilfellet for Sifa, og gjennom intervjuer kom det frem at lange omstillingstider er en viktig årsak til store seriestørrelser. Vi valgte derfor å se på omstillingsrutinene i knekkeavdelingen som er flaskehalsen i produksjonen hos Sifa. For å få en bedre helhetsoversikt kunne vi sett på flere maskiner og gjort flere observasjoner, men med begrenset tid til rådighet ble det prioritert å se på flaskehalsen.

### 6.3.1 Omstillingsprosessen

For å kartlegge omstillinger på knekkemaskinene tilbrakte vi en hel dag hvor vi observerte operatørene og operasjonene. For å måle omstillinger brukte vi stoppeklokke og et analyseskjema som vi fylte ut underveis. Tidene ble målt i sekunder og rundet til nærmeste tier for lettere å kunne fylle inn i et analyseskjema. For å kvalitetssikre målingene kunne vi filmet omstillingene for å gå grundig igjennom det i etterkant, og på den måten fått med alle aspekter rundt omstillingene. Dette ble imidlertid ikke gjort med hensyn til operatørene som ikke var forberedt på dette. Potensielt kunne det ført til større avvik enn vanlig da operatørene ville følt at hver eneste bevegelse ble overvåket.

Tabell 4 viser resultatet fra den første av tre omstillinger som ble gjort under observasjonen. Her ser man at den gitte omstillingen tok til sammen i overkant av 22 minutter. I disse 22 minuttene inngikk blant annet knekking av første plate i serien, hvor sidene ble målt og knekka korrigert ved behov. Deretter ble plate 2 knekt og sidene målt for å sikre at korrigeringen var god nok. Skulle korrigeringen ikke være god nok, som med omstilling 2 (se Vedlegg D1) må det korrigeres på nytt, og neste plate knekkes og sjekkes. Dette gjentar seg helt til sidene samsvarer med toleransegrensen gitt i tegningene. Selv om første plate (og av og til andre) ikke alltid er innenfor toleransegrensen, så er de fremdeles gode nok til å brukes og blir derfor ikke kastet. Det eneste er at det kan bli vanskeligere for montasjeavdelingen å montere den gitte plata, og derfor ønsker man å holde flest mulig plater innenfor toleransegrensen. Som vi ser av tabell 4 er det cirka 18 minutter med maskinstopp knyttet til omstilling 1 fordi fire av minuttene går til verdiskapende knekking.

Resultatet fra de to andre omstillingene ble slik:

Omstilling nr. 2 (Vedlegg D1)

- Total omstillingstid: 26,5 min.
- Stoptid: Cirka 20.5 min.

Omstilling nr. 3 (Vedlegg D2):

- Total omstillingstid: 22.4 min.
- Stoptid: 18.4 min.

Omstilling 1 og 3 er trinnvis helt like, og bare noen sekunder skiller dem fra hverandre. Omstilling 2 skiller seg derimot litt ut fra de to andre. Her måtte det gjøres en ekstra korrigering fordi den første korrigeringen ikke var nok. Uten at de hadde noen tall på det, så mente operatørene at dette skjer svært sjeldent, og at første korrigering nesten alltid er god nok.

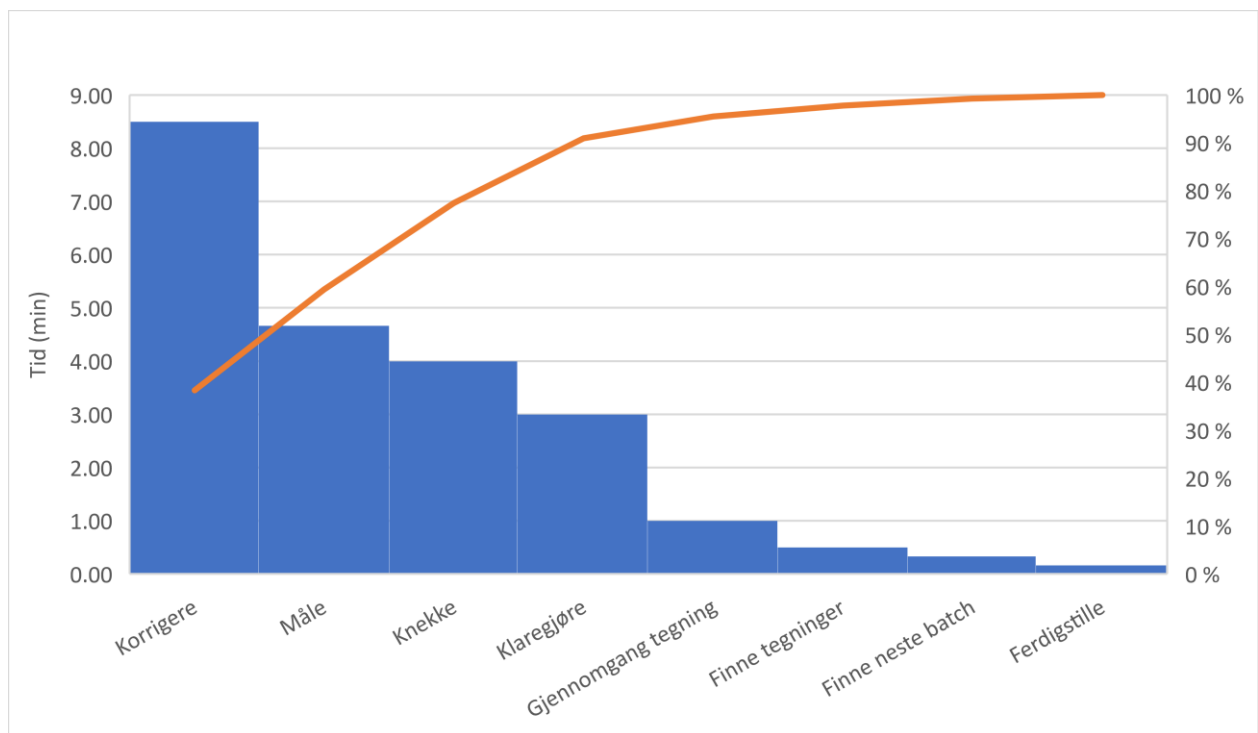
<b>Analyseeskjema for Omstilling</b>				
<b>Maskin og Operasjon</b>		<b>Total Omstillingstid</b>	<b>Maskinstopp pga. Omstilling</b>	
ATC Knekke		22.2	18.2	
Steg Nr	Steg	Indre/Ytre	Tid (min)	Utført av
1	Finne neste batch	Y	0.33	Operatør
2	Finne digitale tegninger på maskinen	I	0.50	Operatør
3	Gjennomgang av digital tegning	I	1.00	Operatør
4	Klaregjøre produksjon med paller ++	Y	3.00	Operatør
5	Knekke første plate én kant	I	0.50	Operatør
6	Måle knekt kant	Y	0.50	Operatør
7	Korrigere på maskin	I	2.75	Operatør
8	Knekke første plate én kant	I	0.50	Operatør
9	Måle knekt kant	Y	0.67	Operatør
10	Korrigere på maskin	I	2.25	Operatør
11	Knekke første plate én kant	I	0.50	Operatør
12	Måle knekt kant	Y	1.00	Operatør
13	Korrigere på maskin	I	2.50	Operatør
14	Knekke første plate én kant	I	0.50	Operatør
15	Måle knekt kant	Y	0.50	Operatør
16	Korrigere på maskin	I	1.00	Operatør
17	Knekke ny plate (alle kanter)	I	2.00	Operatør
18	Kvalitetssikre korrigeringer (måle)	Y	2.00	Operatør
19	Ferdigstille program på maskin.	I	0.17	Operatør
		Total	14.17	8.00

Tabell 4: Analyseeskjema for omstilling nr. 1

Grunnen til at det er nødvendig med korrigering ved hver serie er at ingen serier med stål er helt like. Bare en liten forskjell i alder, lagring og produksjon kan gjøre at stålet oppfører seg litt annerledes når det knekkes. Dette er nok til at knekket ikke blir likt ved ulike serier, tross helt like innstillinger.

For å sammenlikne tidsbruken under omstillingen er like operasjoner samlet i én gruppe og satt opp i et paretodiagram.





Figur 19: Paretodigram over omstillingsaktiviteter

Ut av paretodigrammet ser man at cirka 40% av omstillingstiden går til korrigering, cirka 20% hver til måling og knekking, og cirka 15% går til klargjøring av produksjonen.

### 6.3.2 Indre og ytre aktiviteter

Shingo (1985) skiller mellom to typer aktiviteter under omstilling:

1. *Indre aktiviteter:* Aktiviteter som må gjøres mens maskinen er stanset.
2. *Ytre aktiviteter:* Aktiviteter som kan gjøres mens maskinen går.

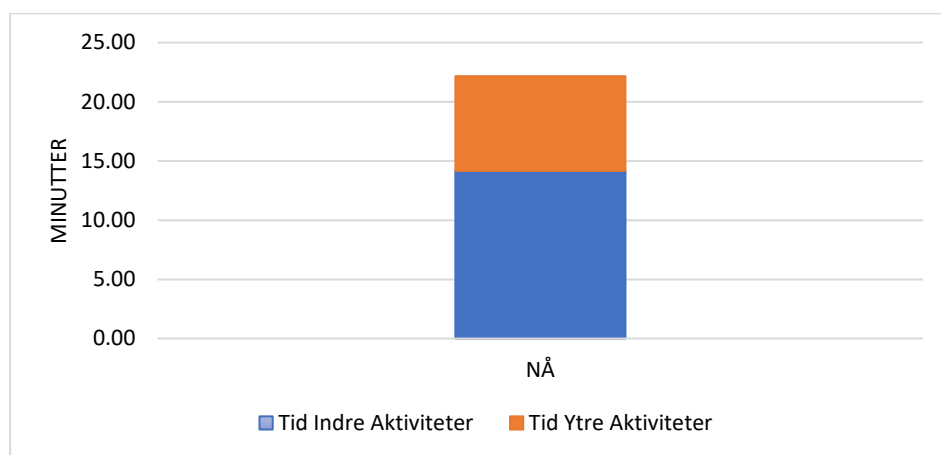
I Figur 20 er det skilt mellom indre og ytre aktiviteter, og ifølge Shingo (1985) er det overordnede målet med SMED å overføre så mange aktiviteter som mulig over fra indre til ytre aktivitet. Nicholas (2011) deler SMED inn i fire steg, hvor det første steget er å skille indre og ytre aktiviteter, og det andre steget er å overføre indre til ytre.

Alle de indre aktivitetene er aktiviteter som utføres på maskinens skjerm. Denne skjermen kan ikke brukes til andre ting når plater knekkes, og det er derfor ingen av de indre aktivitetene som kan overlappes. Knekking er en verdiskapende aktivitet og medfører ikke «tapt tid», og denne blir dermed sett bort ifra fordi de fire minuttene det tar å knekke må brukes uansett. Da gjenstår det bare å finne og se igjennom tegninger på maskinen, korrigering og ferdigstilling. Korrigeringen er klart den mest tidkrevende aktiviteten og gjøres ved å gå inn og endre på tegningen på maskinens skjerm. Her handler det om å ha tunga rett i munnen og korrigere på de rette plassene, hvis ikke kan man risikere å endre på noe som ikke skal endres på.

Tegningene finner man på maskinen ved å søke på produksjonsnummeret som er gitt ved seriens produksjonsliste. Dette er en kort og enkel prosess, og når man har funnet tegningen til en serie åpner man den like enkelt som man åpner en mappe på en datamaskin. Deretter er operatøren nødt til å se igjennom tegningen. Først og fremst for å vite hvordan den gitte serien skal knekkes, men også for å sjekke at tegningen er som den skal være. Dette sammenliknes med tegningen som ligger vedlagt produksjonslisten. Når serien er ferdigprodusert holder det for operatøren å trykke på en knapp på skjermen som ferdigstiller serien i systemet.

Målinger er klart den mest tidkrevende ytre aktiviteten. Den gjennomføres ved at operatørene bruker et skyvelære på alle sider og sjekker at lengdene er i samsvar med toleransegrensene. De to andre ytre aktivitetene er å finne neste batch og å legge klar paller for ferdigstilte artikler.

For å vise forholdet mellom indre og ytre aktiviteter har vi valgt å sette dette i et stolpediagram for senere å kunne sammenlikne et mulig resultat av tiltak for fjerning av omstillingstid. Av 22 minutter med omstilling inngår 14 minutter til indre aktiviteter og 8 minutter til ytre aktiviteter.

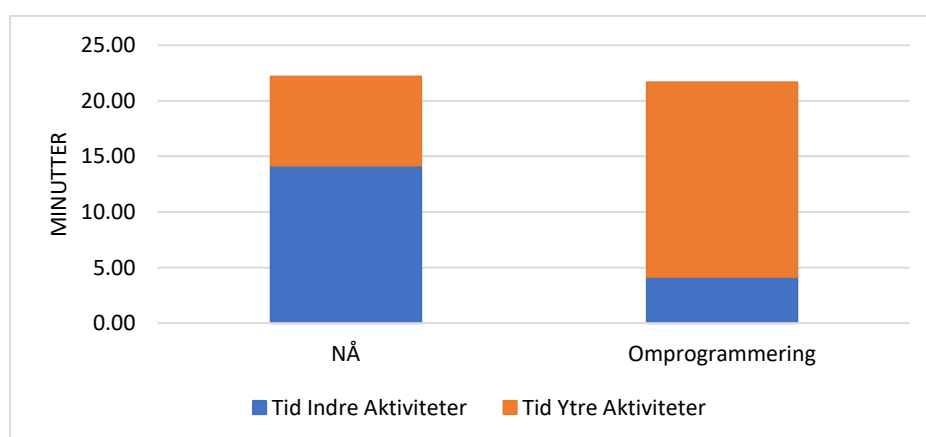


Figur 20: Diagram over nåværende indre og ytre aktiviteter

### 6.3.3 Diskusjon

Ut ifra tingene som er nevnt over, kan det virke vanskelig å overføre noen av disse indre aktivitetene til ytre aktiviteter slik målet med SMED er. Shingo (1985) sier også at det naturligvis vil det være noen aktiviteter som må gjøres mens maskinen står stille. Problemet på knekka er at maskinen ikke kan kjøre mens man gjør ting på skjermen. En mulighet for å flytte indre aktiviteter til ytre ville i så fall vært gjennom en omprogrammering av maskinen slik at man kan knekke samtidig som man gjør ting på skjermen. Hvis man for eksempel kunne gjort det mulig å finne og gjøre klar tegningen før forrige serie var ferdig, kunne man potensielt eliminert stopptiden knyttet til dette. Problemet med dette er at knekking alltid krever minst én operatør til å knekke. Denne operatøren er ikke i stand til å gjøre noe annet enn å knekke, så for å kunne overlapse knekking og klargjøring av neste serie, så er man nødt til å ha en ekstra operatør tilgjengelig.

Hvis en omprogrammering er mulig og om man setter inn en ekstra operatør vil et mulig resultat se ut som i Figur 21. Da er fordelingen plutselig snudd, med fire minutter til indre aktiviteter og sytten og et halvt minutt til ytre aktiviteter.



Figur 21: Fordeling indre/ytre aktiviteter ved en omprogrammering

Ifølge Nicholas (2011) er neste steg i SMED å forbedre alle aktivitetene som inngår i omstillingen.

For å bruke mindre tid på målinger vil det være nødvendig med en lettere måte å måle sidelengdene på. Et annet alternativ kan være å ha flere operatører som måler sammen. Spesielt på store plater vil dette kunne lønne seg da det vil være mindre behov for å flytte seg. Potensielt vil man kunne halvere tiden brukt til måling med en mann mer.

Gjennom rotårsaksanalysen og intervjuene kom det frem at operatørene i knekka var for nøye når det kom til måling og kvalitetssikring. Operatørene mener selv at det er slik de er lært opp, og at det er sånn de skal gjøre jobben sin. Hvis man er for sløv i målingen, vil seriestørrelser på opp mot 200 plater ikke være innenfor toleransekravet. Likevel sier montørene at det på flere elementer ikke er nødvendig med den nøyaktigheten. Da kan det stilles spørsmål ved om operatørene i knekka er for nøye, eller om toleransegrensene er for strenge. En mulig løsning kan være å oppjustere toleransegrensene slik at det gir færre korrigeringer. Så lenge dette ikke går ut over kvaliteten, vil man spare inn tid ved å slippe en ekstra kvalitetssikring.

Leting og klargjøring er aktiviteter som kan forbedres uten store endringer. Hvis noen andre enn operatørene selv tar seg av dette vil det direkte fjerne stopptid på maskinen. Da vil operatørene ikke behøve å bruke unødvendig tid og dermed kunne fokusere på de andre aktivitetene som er verdiskapende for produksjonen. Dette var også noe det ble ytret et ønske om blant operatørene i knekka. De synes selv at de bruker for mye tid på leting, flytting av ferdigvarer og klargjøring til produksjon. Utfordringen her ligger i hvem som skal gjøre dette arbeidet. Et av forslagene til operatørene er at man kunne hatt én ekstra person som kunne tatt seg av disse tingene.

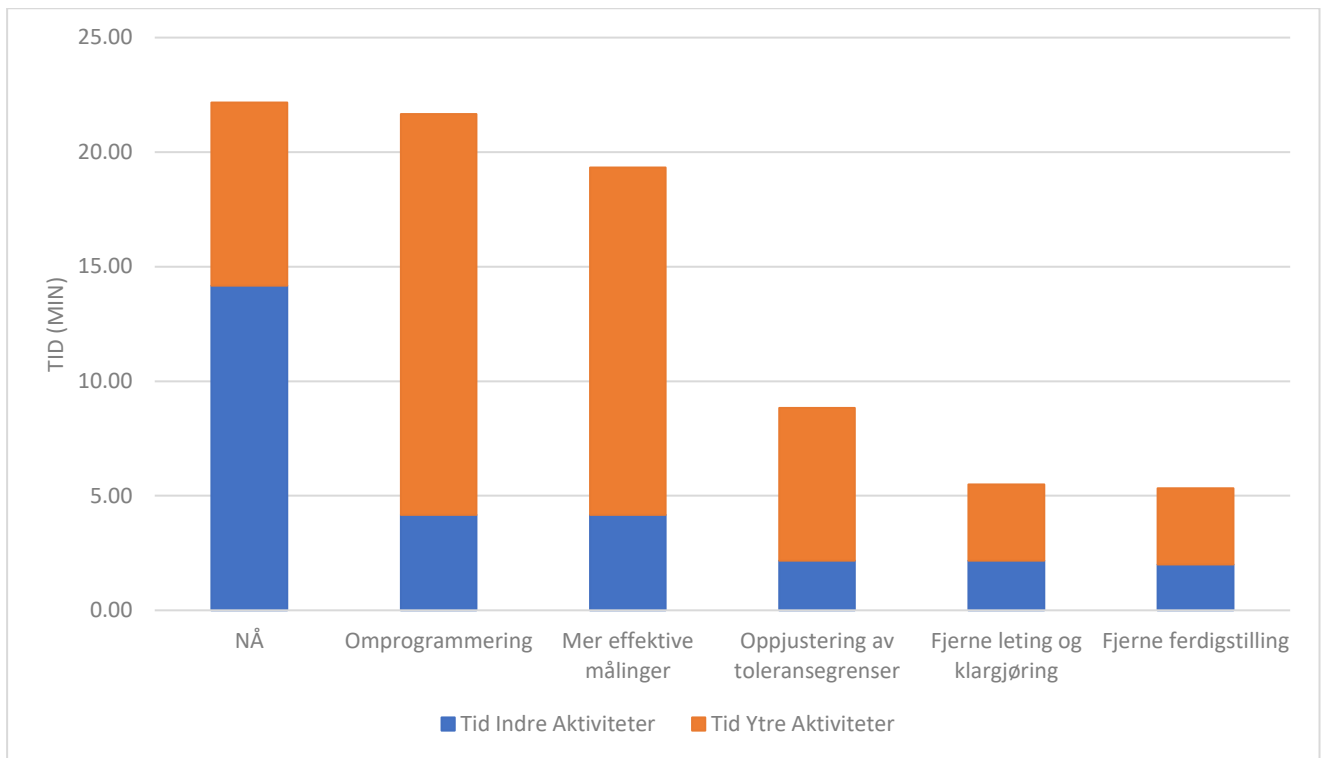
Det siste steget i henhold til Nicholas (2011) er eliminering av omstilling. Naturligvis er det vanskelig å fjerne all omstilling, men man finner gjerne elementer med omstillingen som kan fjernes.

Vi kan blant annet tenke oss at det er mulig å fjerne leting etter digitale tegninger og ferdigstilling av serie. En måte å kunne gjøre dette på, er ved å omprogrammere maskinen slik at den alltid har kontroll på antallet i serien som knekkes, og hvilken plate som knekkes til enhver tid. Da vil maskinen selv kunne oppfatte at en serie er ferdigstilt og potensielt kunne ferdigstille den automatisk i systemet. I tillegg ville en ferdigstilling føre til at neste produksjonsserie hadde dukket opp på skjermen automatisk. Da ville operatørene sluppet å lete etter hver serie manuelt. En slik løsning ville stilt høye krav til produksjonsplanleggingen og det er usikkert hvor vidt en slik løsning er realiserbar med dagens datasystem.

Ved å se for seg at alle løsningene diskutert over er mulige å gjøre, vil man til slutt sitte igjen med en omstillingstid som er redusert til én fjerdedel i forhold til slik det er i dag. Dette er vist i Figur 22, hvor vi har brutt ned omstillingen i 5 steg.

1. Omprogrammering slik at bare knekking og ferdigstilling er indre aktiviteter. På denne måten kan man finne frem tegningene for neste serie før pågående serie er ferdigstilt.
2. Halvert måletiden ved å bruke én ekstra operatør til målingen.
3. Fjernet tiden brukt til korrigering og et ekstra knekk ved å justere opp toleransekravene.
4. Satt én ekstra mann til å finne frem neste ordre og klargjøre produksjonen med paller og andre nødvendige ting.
5. Omprogrammert maskinen slik at det ikke er nødvendig med manuell ferdigstilling.

Omstillingstiden er i dag på rundt 22 minutter, sammenliknet med en mulig omstillingstid på rundt 5 minutter, hvor den eneste indre aktiviteten er verdiskapende knekking.



Figur 22: En potensiell SMED-plan ved gjennomføring av alle stegene

## 6.4 Flaskehals

Ifølge salgsdata solgte Sifa 450 nettstasjoner i 2018. Det inngår totalt i snitt 73 egenproduserte artikler i nettstasjonene. Tilgjengelige arbeidstimer i året er estimert til 1638 timer på stansing, og 3120 timer på knekking. Dette gir en taktid (TT) tilhørende én artikkel på:

$$TT_{\text{stansing}} = \frac{1638 \text{ driftstimer}}{450 \cdot 73 \text{ artikler}} = 0,05 \text{ t} = 2,99 \text{ min}$$

$$TT_{\text{knekking}} = \frac{3120 \text{ driftstimer}}{450 \cdot 73 \text{ artikler}} = 0,09 \text{ t} = 5,70 \text{ min}$$

Dagens produksjon produseres i store serier, og gjennomsnittsmålinger viser at både stansemaskin og knekkemaskinene bruker én arbeidsdag på å produsere en full serie på ca. 150 artikler. Med utgangspunkt i at stansemaskin har estimert 31,5 tilgjengelige timer per uke, og knekkemaskinene har 60 timer per uke, gir det en gjennomsnittlig syklustid (CT) på:

$$CT_{\text{stansing}} = \frac{\frac{31,5}{5} \text{ timer}}{150 \text{ artikler}} = 0,04 \text{ t} = 2,52 \text{ min}$$

$$CT_{\text{knekking}} = \frac{\frac{60}{5} \text{ timer}}{150 \text{ artikler}} = 0,08 \text{ t} = 4,80 \text{ min}$$

Målingene viser relativt tydelig at prosessens flaskehals er knekkingen av artiklene, noe som stemmer godt overens med operatørenes egne meninger under intervjuene. Som Modig (2012) skriver så er flaskehalsen den prosessen hvor det oppstår kø, og som styrer produksjonstakten. Videre skriver Nicholas (2011) at man skal være forsiktig med å bruke gjennomsnittsverdier til å detektere flaskehals, fordi det ofte kan være skiftende flaskehals. Dette blir forklart nærmere senere i kapitlet. Målingene over viser også at prosessene ved store serier på 150 artikler ligger godt innenfor taktiden til å imøtekomme etterspørselen. I realiteten vil en arbeidsdag sjelden kun bestå av produksjon av én type artikkel og i så store serier, så omstillinger og håndteringstid må derfor påregnes. Det er målt at i snitt tar hver omstilling 22 minutter med en stopptid på maskinen på 18 min, og operatørene forteller at det vanligvis er 3-4 omstillinger per dag. Tar man utgangspunkt i at hver av maskinene gjennomfører 3,5 omstillinger (C/O) hver dag med målte gjennomsnittsverdier, vil syklustidene være som følger:

$$CT + C/O_{\text{stansing}} = \frac{\frac{31,5}{5} + (3,5 \cdot 0,3) \text{ timer}}{150 \text{ artikler}} = 0,049 \text{ t} = 2,94 \text{ min}$$

$$CT + C/O_{\text{knekking}} = \frac{\frac{60}{5} + (3,5 \cdot 0,3) \text{ timer}}{150 \text{ artikler}} = 0,087 \text{ t} = 5,22 \text{ min}$$

Tar vi utgangspunkt i at  $\text{kapasitet}_{\text{flaskehals}} = \text{kapasitet}_{\text{system}}$  ser vi at kapasiteten til produksjonslinja ligger på én artikkel per 5,22 min. På to maskiner gir dette en effektivitet på:

$$\text{Effektivitet} = \frac{2,94 + 5,22}{5,70 \cdot 2} = 72 \%$$

Effektiviteten viser at det er et stort potensial for økt produksjon, spesielt på stansemaskinen. Enda ser vi at syklustidene ligger innenfor taktiden, men dette gjelder igjen kun for en optimal produksjon med store seriestørrelser, ingen hasteordre eller andre uplanlagte produksjonsstopp. Produksjonslinja for deler til nettstasjoner er relativt enkel. De fleste artikler skal kun innom to maskiner: stansemaskin og knekkemaskin. Enkelte artikler krever også andre ressurser, men de blir ikke fokusert på her. Det faktum at produksjonslinja kun består av to steg, gjør at disse to er nært avhengig av hverandre. Som syklustidene viser er ikke taktene særlig like, noe som skaper utfordringer med tanke på mellomlagring og timing slik at man aldri skal gå tom for produkter.

### **6.4.1 Theory of Constraints**

Goldratt (1984) sin teori om begrensninger innen produksjon er et verdensutbredt hjelpemiddel, og brukes i dag innen blant annet logistikk, prosjektledelse og økonomi.

#### ***Identifikasjon***

Som vist ovenfor vil det ved vanlig drift være knekkeprosessen som er denne bedriftens flaskehals. Enkelte operatører påpekte under intervju at ved spesielle tilfeller kunne stanseprosessen ta over som flaskehals. Dette skyldtes som oftest at det var for mange omstillinger på kort tid på stansemaskinen, eller andre produksjonsstopp som følge av vedlikehold eller feil på maskinen. Utsagnet fra operatørene tilsier derimot at slike spesialtilfeller oppstår så sjelden at det ikke blir naturlig å regne som en skiftende flaskehals i produksjonslinja.

Rotårsaksanalysen i kapittel 6.1 viser at to årsaker til at knekkeprosessen er flaskehals kan være mangel på ansatte, og et for høyt fokus på kvalitetssikring av produkter. Dette er resultater som fremkommer både av intervju, og av observasjon/målinger i produksjonen. Utsagn fra operatørene påpeker at prosessen har vært en flaskehals over lengre tid, og det er lite som tilsier at noen annen prosess skal overta i nær fremtid. Flaskehalsen blir derfor å regne som et langtidsprosjekt.

#### ***Utnyttelse***

Beregningene over viser at ved et gjennomsnittanslag av syklustid, så ligger syklustiden for knekking omtrent lik takttiden. Men som påpekt, så er dette ved en optimal arbeidsdag med produksjon av store serier og gjennomsnittlig antall omstillinger. Det har kommet frem fra operatører ved maskinene at det finnes arbeidsdager hvor de ligger etter på produksjonen i henhold til planlagt, men likevel blir eksempelvis bare to av tre maskiner brukt. Dette er et konkret eksempel fra Goldratts's teori om at man må maksimalisere utnyttelsen i flaskehalsen, og utnytte tilgjengelig tid optimalt. En hel arbeidsdag med drift på kun to av tre maskiner kan føre til et produksjonstap på over 30 % den dagen, som tilsvarer over 50 artikler.

#### ***Planlegging***

Dagens produksjon er preget av store seriestørrelser for å presse ned stykkprisen. Flere faktorer er med på å bestemme at det ikke vil være lønnsomt å produsere i mindre serier per dags dato. De to mest utpregede er lange omstillingstider, samt lange ledetider knyttet til lakkering. I nær fremtid vil det derimot ligge større potensiale innen seriestørrelser med tanke på at bedriften vil drifte et eget lakkanlegg, og vil dermed få en mye større fleksibilitet knyttet til produksjon. Produksjonsplanlegging i flaskehalsen er også en faktor med forbedringspotensial, og som nevnt nærmere i kapittel 6.2 er det strategier som burde vurderes for å jevne ut produksjonen og skape bedre flyt.

#### ***Endring***

Knekkeprosessen utføres av fire operatører på tre maskiner. Fordelingen er slik at to operatører arbeider på ATC maskinen, da det ofte er tunge plater som skal behandles og det kreves derfor løftehjelp. Resterende to operatører arbeider på hver sin maskin. Det har blitt uttrykt et stort ønske fra operatørene at de heller kunne vært fem operatører som utførte arbeidet, i stedet for fire. På den måten mener de at det kan frigjøres en operatør som kan ordne med håndtering av materiell, emballering, programmering og annet ekstra arbeid som stjeler verdiskapende produksjon. Under observasjonstiden målte vi at det gikk i gjennomsnitt 20 sekunder per produkt til håndtering, emballering osv. På en hel serie på 150 artikler er dette 50 minutter som går med til ikke-verdiskapende arbeid. Trekker vi fra denne tiden i produksjonstid ser vi at nesten ti artikler kunne blitt produsert ekstra hver dag.

### **Kapasitet**

For å øke kapasitet, hurtighet og fleksibilitet i flaskehalsen kan en mulig strategi være «Drum Buffer Rope». Slik som Nicholas (2011) beskriver, er DBR et verktøy innen flaskehalsbehandling som kan benyttes i mange tilfeller. I dette tilfellet vil knekkemaskinen ved normal produksjon være den prosessen som til enhver tid setter takten (drum) i produksjonslinja. Det vil være nødvendig med et tilstrekkelig bufferlager foran denne stasjonen, slik at flaskehalsen aldri går tom for råvarer. Det er som Nicholas skriver: «en time tapt i flaskehalsen, er en time tapt i hele produksjonen».

Repet (rope) i produksjonslinja må sørge for en tilstrekkelig informasjonsflyt fra knekkeprosessen og tilbake til både stanseprosess og eksenterpresse, slik at disse vet når det må fylles på med materiell. I dag eksisterer ingen slik informasjonsprosess i bedriften, annet enn at produksjonsplanlegger setter opp produksjonsordre etter bestilling fra kunde og lagerbeholdning. Det finnes mange varianter av en slik informasjonsprosess, både digitalisert og manuelt. Med tanke på denne bedriftens IT-systemer og ressurser vil det være mest relevant å vurdere et manuelt kanbankortsystem.

Et kanbansystem kan virke overflødig, men i realiteten er det en utrolig enkel og stabil måte å kontrollere varer i arbeid på. Nicholas (2011) påpeker at uansett hvor digitalisert og automatisert en fabrikk er, vil den sikreste måten for menneskelige arbeidere alltid være bruk av fysiske kanbankort. En variant av kanbankort som er utbredt i mekanisk produksjon er «magnetbeholdermapper», som kan festes rett på metallprodukter, eller på en ferdig pall. En totaloversikt over varer i arbeid kan settes opp på en tavle som eksempelet i Figur 23 viser, inndelt etter produkter og fargekoder for prioritering:



Figur 23: Eksempel på kanbantavle. Hentet fra [allaboutlean.com](http://allaboutlean.com)

### **Repetere**

Dette steget er grunnlaget i Kaizen, og omhandler i denne teorien det samme prinsippet som i lean generelt. Man skal alltid tilstrebe kontinuerlig forbedring, og gir ikke de foregående stegene noen effekt må man gå over dem på nytt og enda mer detaljert. På samme måte fungerer det også hvis effekten er så god at prosessen ikke lengre er flaskehals. Da går man over til den nye prosessen som har tatt over som flaskehals, og gjennomfører de samme stegene.

### **6.4.2 Diskusjon**

Alle produksjonslinjer vil ha flaskehalser. Målet er til enhver tid å minske produksjonstapet i flaskehalsen(e) ved å tilrettelegge og optimalisere produksjonen i den/disse prosessene. Som vi nevnte tidligere skal man være forsiktig med å bruke gjennomsnittmålinger for å bestemme flaskehals i sine prosesser. Det gjelder i en viss grad også hos Sifa. Selv om det ved normal produksjon vil være knekkeprosessen som er flaskehals, så kan stansing ta over som flaskehals i flere tilfeller. Derfor er det viktig å arbeide mot å holde flaskehalsplasseringen stabil. Det vil si å jobbe med tiltak slik at stanseprosessen ikke overtar som flaskehals. I dette tilfellet vil det være rutiner og tiltak knyttet til optimalisering av vedlikehold og omstillinger. Det er også viktig å poengtere at montasjeprosessen ikke har blitt analysert, og det har derfor ikke blitt tatt høyde for at det kan være en mulig flaskehals.



## **6.5 Vedlikehold**

Nicholas (2011) skriver at vedlikehold av utstyr er viktig for konkurransedyktig produksjon og at det viktigste er å forhindre maskinstopp, altså gjennom forebyggende vedlikehold. Gjennom samtaler og intervjuer med daglig leder og operatørene i produksjon kom det tydelig frem at det ikke er noen kultur for forebyggende vedlikehold av maskinene hos Sifa. Gjennom rotårsaksanalysen kom vi frem til at det totalt mangler systematisk vedlikehold, fordi det er en nedprioritert faktor. Dette kan sees i sammenheng med den gamle tankegangen som ble presentert av Ahuja og Khamba (2008): «Man trenger bare fikse det som ikke fungerer». Likevel var de fleste av operatørene vi snakket med svært positiv til en opplæring i det nødvendige vedlikeholdet på deres stasjon.

### **6.5.1 Produksjonsstopp**

Spesielt stansemaskinen er utsatt for feil og komponenter som ryker/må skiftes. Dette er den eneste maskinen som kan gjøre sin jobb, og stopp på denne maskinen vil kunne føre til stopp i hele produksjonslinja. Under observasjonsperioden kom det frem at naturlig slitasje var et vedvarende problem med stansemaskinen, og spesielt elektroniske komponenter sto i fare for å ryke. Til tross for at alle vi snakket med var enige i at det var lite stopp, fikk vi også høre at det hadde vært minst én stor stopp i stansemaskinen tidligere. Dette førte til full stopp av nesten hele produksjonen i to dager i vente på reparatør fra maskinprodusenten. Denne stoppen medførte en utsettelse av produksjonen og høye reparasjonskostnader. Også under observasjonsperioden var det en større stopp som medførte lengre perioder med nedetid på stansemaskinen.

På de resterende maskinene kunne ingen av de vi snakket med huske at det hadde vært et problem med stopp. Sifa opererer heller ikke med noen form for stoppskjema for å kartlegge stopptider på maskinene, og det er derfor også vanskelig å kunne si noe sikkert om tidligere maskinstopp.

### **6.5.2 Konsekvenser ved utvidet produksjon**

Sifa er midt inne i en stor utvidelse av produksjonen, og planlegger også videre utvidelse. Allerede er det bestilt en ny ATC-knekkemaskin som skal erstatte en av de gamle, og det jobbes hardt for å etablere god nok likviditet til å kunne ta opp lån til en ny stansemaskin. En ny stansemaskin vil være med ATC og ha kapasitet til å ta unna større volum enn dagens maskiner. I forbindelse med et potensielt innkjøp av ny maskin har vi snakket med IKM Haaland og deres erfaring med akkurat denne maskinen og hvordan de har opplevd problemer med vedlikehold. Haaland kunne svare at de har meget gode erfaringer med den nye stansemaskinen, og lite nedetid. Deres erfaringer var at de gjennom mange år hadde lært seg viktigheten av forebyggende vedlikehold, og var ekstremt nøye på å følge vedlikeholdsprogram tilhørende maskinen og oppfølging av disse.

### **6.5.3 Forebyggende vedlikehold**

I henhold til TPM-filosofien presentert av Nicholas (2011) reduserer man stopp og feil ved å gi hver operatør følelsen av eierskap og et forhold til maskinen som om det skulle være deres egen. Tydelige vedlikeholdsprogram for hver maskin er også vesentlig. Filosofien søker ifølge Ahuja og Khamba (2008) å effektivisere maskiner, men for å kunne si noe om effektiviteten er det nødvendig med data som gir konkrete svar. Dette er det mangelvare på hos Sifa, og det vil være et nødvendig tiltak for å kunne drive med forebyggende og effektivt vedlikehold.

Som første steg kan det være mulig for Sifa å se på *six big losses* som er presentert av Nicholas (2011). Ved blant annet å registrere nedetid og årsakene til nedetid, kan man vurdere hvilke vedlikeholdsrutiner som vil gi effekt. Videre kan det være aktuelt å se på den gjennomsnittlige tiden det tar å reparere en maskin ved feil, ved å regne ut MTTR. Hvis det for eksempel viser seg

at stansemaskinen har høye MTTR-verdier, så kan det være aktuelt med faste servicer hvor vitale deler byttes.

To andre viktige indikasjoner som sier noe om effektiviteten til en maskin er reliabilitet og gjennomsnittlig tid mellom feil (MTBF). Ved å kartlegge disse kan Sifa se hvor ofte feil oppstår på deres maskiner, og hvis de i tillegg kategoriserer dem etter årsaker til feil kan de etter hvert se etter mønstre. Dette gjør det enklere å kunne planlegge mer omfattende forebyggende vedlikehold enn bare det daglige. Til slutt vil det være en fordel å se på tilgjengeligheten hver maskin har. Oppdager Sifa gjennom målinger at de har en maskin med 50% tilgjengelighet, så burde de ganske raskt se på tiltak for å utbedre dette.

Sammen er disse indikatorene med på å skape et bilde av hvordan vedlikeholdet hos Sifa bør planlegges. At operatørene gjør det de skal gjøre med maskinene på det hverdagslige plan er i henhold til Nicholas (2011) helt elementært, men å skape kultur og system for mer avansert forebyggende vedlikehold er like viktig. Ved å gi operatørene opplæring og nødvendig kunnskap om vedlikehold og reparasjoner kan Sifa gi dem muligheten til å føle et eierskap og personlig ansvar for at alt går som det skal. Nicholas (2011) skriver at det er operatørene som bruker maskinene fra dag-til-dag som er best anlagt til å kunne si noe om en maskin går som den skal eller ikke.

#### **6.5.4 Diskusjon**

Noen av operatørene vi snakket med mente at forebyggende vedlikehold ikke ville utgjort noen forskjell i tilfellene med de store stoppene i stansemaskinen. Det er vanskelig å kunne si om det stemmer når Sifa ikke har data på det, og det er ikke utenkelig at forebyggende vedlikehold kunne spart Sifa for disse kostnader slik Nicholas (2011) mener at det kan være med på å gjøre. Det er derfor logisk å tro at Sifa kunne tjent på å implementere et godt TPM system i produksjonen. I artikkelen til Ahuja og Khamba (2008) «Total productive maintenance: literature review and directions» har de gått igjennom 180 forskjellige dokumenter om TPM, og konkluderer med at en effektiv implementering av TPM kan sette lys på problemer knyttet til vedlikehold, med den hensikt å optimalisere effektiviteten til hver maskin. Et godt TPM system hos Sifa kunne for eksempel ha kartlagt levetiden på de elektriske komponentene som røk når det var store maskinstopp, og byttet disse før den tid. Dette ville medført en liten stopp under bytte av disse, i stedet for flere dager slik situasjonen var i begge de to nevnte tilfellene.

## 6.6 Hverdagsledelse

I kapittel 5 har det kommet frem at det er flere problemer hos Sifa og gjennom rotårsaksanalysen var det tydelig at mangelen på hverdagsledelse er en tydelig årsak til dårlig flyt i produksjonen. Med hverdagsledelse mener vi det som bestemmer hva ansatte skal gjøre når de er på jobb. Nicholas (2018) skriver at hvordan arbeidere forholder seg til jobben sin avhenger av ledelsen. Det kan dermed påstås at det er ledelsens ansvar å legge til rette for at ansatte til enhver tid vet hva de skal gjøre og hva som er deres ansvar.

For å se litt nærmere på dette kan det trekkes frem noen punkter fra kapittel 5 som kan skyldes mangelen på daglig ledelse:

- Ingen konkrete tiltak for å finne og løse problemer
- Operatørene har ingen KPI-er å forholde seg til
- Operatørene blir ikke involvert i produksjonsplanleggingen
- Dårlig orden
- Det er dårlig informasjonsflyt mellom avdelingene

### 6.6.1 Kaizen

Innen lean er filosofien bak kontinuerlig forbedring kalt kaizen. Kaizen oversettes direkte til «å endre til det bedre» og Nicholas (2011) beskriver det kort og presist: «Ingen kaizen, ingen lean. Ingen lean, ingen fremgang». Sitatet er kanskje ikke gjeldene for alle, men det beskriver viktigheten av kontinuerlig forbedring hvis man ønsker fremgang for bedriften. Nicholas (2011) skriver også at hovedmotivasjonen for kaizen er å øke konkurransekraften gjennom indentifisering og eliminering av sløsing. Identifisering og eliminering av sløsing har blitt presentert som mangelvare hos Sifa, og for å kunne jobbe mot kontinuerlig forbedring burde de iverksette tiltak for nettopp dette.

Marchwinski og Shook (2014) forklarer at det er to forskjellige typer kaizen, prosesskaizen og systemkaizen. Prosesskaizen har fokus på de individuelle prosessene og omhandler spesifikt arbeidsrutinene og prosessene til alle ansatte. Når vi snakker om hverdagsledelse er det derfor naturlig å se på prosesskaizen. Nicholas (2011) forklarer blant annet at høy grad av involvering av ansatte er elementært og at dette derfor må være et fokus også hos Sifa.

Forbedringer starter ifølge Nicholas (2011) med å samle data for å kunne bekrefte eller avkrefte antagelser om driften. Det er flere måter å samle og systematisere disse dataene på, og Nicholas (2011) trekker frem *histogram*, *paretoanalyse*, *årsak og virkningsanalyse* og *fem ganger hvorfor* som eksempler på dette.

### 6.6.2 Muligheter for Sifa

I henhold til lean teori og praksis er det flere konkrete tiltak som kan gjøres for å gi ansatte best mulig grunnlag for å gjøre jobben sin. I dette delkapittelet skal vi se nærmere på noen tiltak og se på hvilken effekt de kan ha på bedriftens hverdagslige ledelse.

#### *KPI-tavle*

Nicholas (2018) beskriver KPI-tavle som en av de mer vanlige formene for visuelle hjelpemidler. Tavlen setter sammen nøkkeltall om de siste prestasjonene til en avdeling eller en prosess. Den skal helst være plassert nærmest mulig den aktuelle avdelingen eller prosessen, eller der daglige møter blir gjennomført.

En KPI-tavle kunne vært et godt alternativ for å gi de ansatte i Sifa en mulighet til å forholde seg til sine prestasjoner på en konkret måte. Tavla kunne vært plassert i hver avdeling eller ved hver

maskin hvor produksjonssjefen hadde hatt det overordnede ansvaret for å holde tavla oppdatert med de foregående dagers, ukers, og månedlige resultater. Et alternativ kunne vært å ha en teamleder eller tavleansvarlig som kunne fått dette ansvaret. Siden Sifa stort sett har én og to operatører på hver maskin, ville det mest naturlige (og effektive) vært å ha én enkelt tavle for produksjon. Unntaket vil være knekkeavdelingen som har 3-4 operatører og tre maskiner innen en radius på 3-4 meter. Her kan en egen KPI-tavle kun for knekkeavdelingen være et godt tiltak. Også i monteringsavdelingen vil det være naturlig med en KPI-tavle.

Hvilke KPI-er som skal være på tavla burde bestemmes gjennom samtaler med de ansatte, med grunnlag i Nicholas (2018) påstand om at formålet skal være å motivere til forbedring. Her må det kartlegges hvilke faktorer som kan være med på å motivere de ansatte hos Sifa, og ut ifra det bestemme hvilke KPI-er som kan være aktuelle. Det kan gjerne være forskjell på KPI-ene fra avdeling til avdeling. En standard løsning presentert av Nicholas (2018) deles inn i kolonner med én kolonne for hver av kategoriene i SQDCM (Trygghet (safety), kvalitet (quality), levering (delivery), kostnad (cost) og moral).

### ***Kaizen Board***

Det har vært konkrete eksempler på at de ansatte liker å være involvert i forbedring av den daglige driften, blant annet med flere egenlagde verktøy som har kommet fra operatørene. Det fremkommer derimot fra intervju at både operatører og ledelse mener det kunne vært en bedre kultur for problemløsning. En mulighet for å skape en bedre holdning til dette kan være å innføre «kaizen boards». Nicholas (2011) beskriver kaizen board som et hjelpemiddel for å fremme ideer og løsninger som kommer fra de ansatte. En kaizen board fungerer slik at man systematiserer ideer på en tavle etter forslag, tiltak som skal gjennomføres, tiltak som blir gjennomført, og tiltak som har blitt gjennomført.

Ved bruk av kaizen board kan de ansatte og ledelsen være konkrete og samkjørte om hva som er problemet og hvilke ideer som kan fikse problemet. En slik tavle kan også være motiverende for de ansatte ved at de kan se og føle at deres ideer blir hørt. En slik tavle kan også plasseres hos ledelsen.

### ***Involvering av ansatte i produksjonsplanlegging***

Ut av intervjuene med operatørene kom det frem forbedringspotensial rundt hvordan produksjonen planlegges. Siden produksjonsrekkefølgen bestemmes i systemet, så har operatørene som kjenner maskinene og prosessene best, ingenting med planleggingen og gjøre. Spesielt operatørene i knekka var klar på at effektiviteten kunne vært bedre hvis de selv fikk lov til å bestemme produksjonsrekkefølgen på deres maskiner. I knekka er det maskiner med forskjellige egenskaper, og ved å involvere operatørene i større grad under planleggingen kan man oppnå en bedre utnyttelse av både kapasitet og egenskap.

Produksjonsplanene slippes to ganger i måneden, med en oversikt én måned frem i tid. En mulighet vil derfor kunne være at minst én utvalgt operatør i knekka hver fredag eller mandag setter seg ned og legger en plan for kommende uke. På denne måten vil vedkommende kunne effektivisere driften fra uke til uke. Da vil det i tillegg være logisk med en gjennomgang hver morgen eller ettermiddag hvor man går over hvordan man ligger an, for å forsikre seg om at man er der man skal være fra uke til uke.

## **5S**

Som nevnt i kapittel 5.9 er det kartlagt fem daglige kilder til sløsing som skyldes unødvendig bevegelse. Allerede ved første besøk hos bedriften ble det påpekt og observert hvor stor plassmangel det var i produksjonslokalene. Det ble også observert i lagerhyllene artikler som

hadde ligget der i flere år fordi de *kunne* komme til nytte. Under intervjuene ble det påpekt fra flere hold at dette ville løse seg når de flyttet inn i nye lokaler. Det faller derfor naturlig at ved overgang fra gammelt til nytt produksjonslokale kan det være et utgangspunkt for å gjennomføre *Sort*-steget i 5S, som omhandler å: «sortere og skille alle elementene fra hverandre. Bli kvitt alle unødvendige elementer, derav prosesser, verktøy og papirarbeid». Ifølge Nicholas (2011) er den mest effektive måten å sortere etter hvor ofte man bruker elementet/prosessen/verktøyet, da eksempelvis etter daglig bruk, ukentlig bruk og sjeldnere.

De to siste S-ene, *standardize* og *sustain*, er de som knytter seg nærmest opp mot daglig ledelse. Skal man først gjennomføre en 5S implementering med en total opprydding av arbeidsplassen, er det helt avhengig av at systemene blir fulgt opp og ivaretatt. Standardisering og sikring av tiltakene burde følges opp av daglige rutiner og av produksjonssjef.



Figur 24: Utfordringer innen 5S, her ved stansmaskinen

### **Daily Huddles**

I 2. utgave av *Lean Production for Competitive Advantage* (Nicholas 2018) presenterer Nicholas såkalte «daily huddles». Daily huddles er en form for daglige møter og skal være med på å kvalitetssikre arbeidet mot kontinuerlig forbedring. Nicholas (2011) presenterer gruppediskusjoner og teammøter som et steg i prosessen for kontinuerlig forbedring og ifølge Kauffeld og Lehmann-Willenbrock (2012) har teammøter det formål å sette sammen forskjellig kompetanse og ekspertise for å diskutere ideer, ta beslutninger og å starte endringsprosesser.

Fokuset under daily huddles er de daglige operasjonene som skal gjøres i en organisasjon. Ved å bruke KPI-er knyttet til produksjonen er formålet å motivere og styre ansatte mot forbedring. Nicholas (2018) deler daily huddles inn i tre nivåer hvor hvert nivå er møter med ledere ett hakk over. Siden Sifa er en forholdsvis liten bedrift med relativt få ansatte i produksjonen, vil det være mer hensiktsmessig å dele daily huddles inn i to nivåer i stedet.

Det første nivået skal være et møte bestående av en teamleder og dens avdeling. Teamleder skal gå gjennom de daglige oppgavene og målsettinger for dagen med operatørene og montørene. Her kan det for eksempel passe fint med diskusjon angående produksjonsplan og -rekkefølge. Deretter skal det sees på hvordan man gjorde det dagen før (eventuelt uken før ved starten på en ny uke) og reflektere og diskutere resultatet i forhold til KPI-verdiene som er bestemt. KPI-tavler og kaizen board er gode og viktige bidrag i daily huddles. Operatørene og montørene skal alltid oppfordres

til å komme med mulige problemer, løsninger eller spørsmål under disse møtene. Slik Nicholas (2011) forklarer det: Man kan ikke finne ut alt fra toppen (lederne), og innvendinger og forslag fra ansatte er derfor kritisk for å opprettholde konkurransekraften.

Det andre nivået er mellom teamlederne og neste leder i rekken. I Sifas tilfelle vil dette være produksjonssjefen. På dette nivået skal produksjonssjefen sammen med teamlederne prøve å komme frem til rotårsakene til eventuelle problemer. De skal også reflektere og vurdere bemanningsplanen. Det er gitt uttrykk for tendenser til stillestående når man har gjennomført sine arbeidsoppgaver. Samtidig er det gitt uttrykk for at det er for lite folk i knekkene. Dette kunne for eksempel vært et tema under disse møtene, for å se på om noen avdelinger har behov for flere operatører, og på denne måten utnyttet arbeidskraften på en bedre måte.

Prestasjon og ytelse skal måles på alle nivåer, og det er viktig at operatørene anvender beregninger av disse faktorene. På den måten kan man identifisere feil og problemer så tidlig som mulig, og rette dem opp før de forplanter seg i hele produksjonen.



Figur 25: Eksempel på et daglig tavlemøte. Hentet fra: [pointb.com](http://pointb.com)

### 6.6.3 Diskusjon

Som nevnt tidlig i rapporten, oppsto den innledende bakgrunnen for kontakten med Sifa etter et ønske fra Siemens om å kikke på en av deres leverandører. De hadde hatt en befaring hos Sifa, og funnet konkrete ting de ønsket at bedriften skulle ta tak i. En av tingene som utpekte seg var dårlig orden og ønske om å implementere 5S. Selv om lagringskapasiteten er sprengt, og produksjonen er tett opp mot terskel, finnes det klare forbedringspotensial innen orden og systematisering. Tidligere er det også beskrevet viktigheten av Siemens som kunde for Sifa. Det er derfor naturlig å se for seg et vinn-vinn-scenario ved større fokus på organisering av arbeidsplassen. Nicholas (2011) forklarer at et resultat av implementering av 5S kan være høyere respekt fra kunder, leverandører og andre involverte parter, og som Kumar (2016) påpeker, kan et bedret kundeforhold gi en direkte påvirkning på fortjenesten. Dette er argumenter som burde tale for en opprydning og innføring av 5S.

KPI-tavle og kaizen board er i grunn to relativt like verktøy. Begge er gode visuelle hjelpemidler som gir ansatte muligheten til å gjøre jobben sin bedre og motiverer dem til å gjøre de rette tingene slik Nicholas (2011) mener at visuelle hjelpemidler skal gjøre. Hovedforskjellen er at en KPI-tavle i utgangspunktet tar for seg konkrete målbare ytelser og prestasjoner, mens en kaizen board «bare»

sier noe om hvordan man ligger an på forberedende tiltak. Forberedende tiltak og hvordan man ligger an baserer seg i stor grad på KPI-er i produksjonen, og man kan ut ifra hvordan Nicholas (2018) forklarer en KPI-tavle vise til at disse KPI-ene gjerne er med på den også. Dermed vil en kaizen board kunne være en uthevet bit av KPI-tavla. Om det vil gi en større effekt ved å bruke dem hver for seg er vanskelig å si, men for å øke kulturen for forbedrende tiltak hos Sifa, kan det være en fordel å gjøre en kaizen board mest synlig. Forbedringstiltak vil i mindre grad være synlig dersom det er en liten del av en KPI-tavle.

Slik Nicholas (2018) presenterer daily huddles, så er det en måte å kvalitetssikre kontinuerlig forbedring i produksjonen. For Sifa er potensialet til daily huddles stort, og det kan være en bidragsyter til å skape bedre produksjonsflyt, skape bedre kommunikasjon mellom avdelingene, og rett og slett skape en kultur for lean. Atferden til arbeidere er ofte bestemt av ledelse ifølge Nicholas (2018). Ledere sier hvordan de vil at arbeiderne skal oppføre seg, og det er derfor ledelsen som må oppfordre arbeidere til å endre holdning. Daily huddles gir lederne muligheten til å gjøre nettopp dette. Denne formen for daglige møter vil kreve mye fra produksjonsansvarlig hos Sifa. Om produksjonssjefen i det hele tatt har kapasitet til et slikt ansvar kan det stilles spørsmålsteget ved, og det må da diskuteres om ansvaret skal fordeles på flere ledere, eller om produksjonssjefen skal legge fra seg andre arbeidsoppgaver for å få nødvendig kapasitet.

Et av de viktigste verktøyene ved bruk av daily huddles er KPI-er og det er ifølge Nicholas (2018) viktig at KPI-ene skal være med på å monitorere og måle faktorer som motiverer til forbedring. Wood og Bandura (1989) underbygger denne viktigheten med å skrive at mennesker alltid søker tilfredshet gjennom å oppfylle krav eller gjennom å innfri til forventninger. De skriver videre at når arbeidere ikke vet hensikten med arbeidet deres, så gir det lite motivasjon og innsats. Det blir feil å si at operatørene hos Sifa ikke kjenner til hensikten med arbeidet de gjør, men de har ingen KPI-er å forholde seg til som kan si noe om jobben de gjør. Wood og Bandura (1989) skriver at klare mål hjelper arbeidere å tro på sine egne ferdigheter og evner, men at det uten standarder for måling av prestasjon ikke ligger et grunnlag for å kunne si noe om, eller vurdere, egne evner og prestasjoner. Sifa har et stort forbedringspotensial når det kommer til bruk av KPI-er og målinger i produksjonen, og det er logisk å tro at aktiv bruk av KPI-er vil gi de ansatte en økt motivasjon og større interesse rundt egen prestasjon.

Det er på en annen side ikke all bruk av KPI-er som trenger å virke positivt. En konsekvens kan være en holdning om at det som blir målt, blir gjort. Fokuset kan skifte fra å gjøre de «rette» tingene, til heller å gjøre bare det som blir målt i KPI-ene. Ikke alle faktorer innen produksjonen er målbare, og det vil ikke derfor ikke være hensiktsmessig å basere produksjonen kun på målbare tall.

## 6.7 Tiltaksplan

Innledningsvis i dette prosjektet definerte vi en problemstilling som stilte spørsmål ved hvordan Sifa kunne bli den beste leverandøren av nettstasjoner og platebehandling til sine kunder, og hvordan lean-verktøy kan hjelpe bedriften til å oppnå et bedre resultat. Analysene og resultatene som fremkommer i denne rapporten gir grunnlag til å konkludere med at det ligger store potensial innen flere tiltak. Under er det listet opp de tiltak vi mener det ligger størst potensial, inndelt i umiddelbare og langsiktige tiltak.

### 6.7.1 Umiddelbare tiltak

- Etablere rutiner for datainnsamling knyttet til vedlikehold og produksjon.
- Innføring av regelmessige morgenmøter (daily huddles) samt bruk av KPI'er.
- Bruke en ekstra operatør i knekkeprosessen.
- Når produksjonen flyttes til nye lokaler, sette høyere krav til orden og 5S.

### 6.7.2 Langsiktige tiltak

- Innføre SMED-tiltak for å korte ned omstillingstider.
- Maksimalisere utnyttelsen i flaskehalsen
- Gitt kortere omstillingstider, produser i produktfamilier.
- Gitt inndeling av produktfamilier, produser i henhold til ATO i lavsesong.
- Juster produksjonen etter flaskehalsen, og optimaliser denne prosessen.

## 6.8 Svakheter

På bakgrunn av analysene kunne det blitt laget et komplett future state diagram med fremtidige endringer innen ledetider og prosesseringstider. Da vi ikke sitter på nok konkrete data på hvordan verdistrømmen vil kunne utvikle seg, vil det derimot ikke gi et realistisk bilde på hvordan disse endringene påvirker verdistrømmen. Diagrammet brukt i rotårsaksanalysen viser derfor kun dagens verdistrøm med forbedringspotensial.

Det er også mulig å presentere flere forslag og verktøy innen hverdagsledelse, men vi har valgt å fokusere på de vi mener vil ha størst effekt for bedriften. Innen SMED og omstillingstider kunne vi sett på flere maskiner og gjennomført flere målinger. Med hensyn til omfanget av oppgaven og tiden vi hadde tilgjengelig valgte vi derimot å bruke en maskin i flaskehalsen som eksempel. I forbindelse med vedlikehold eksisterer det ingen data knyttet til stopptider/årsaker til stopp, noe som gjør det vanskelig å si om hvilken effekt vedlikeholdstiltak vil kunne ha.

Svakheter innen flaskehalsanalysen knytter seg til bruk av gjennomsnittstider og stor variasjon i produksjonstider. På grunn av store seriestørrelser og stor variasjon i produksjonen, ville det vært nødvendig med daglige målinger over flere uker for å komme med en realistisk fremstilling. I henhold til tidsrammen på prosjektet, har dette ikke vært mulig. Det er også i henhold til tidsrammen at produktfamiliene er fokusert inn mot en spesifikk modell, og ikke en større del av sortimentet.

Avslutningsvis kan det diskuteres om omfanget av oppgaven ble for stor, og om det ville egnet seg bedre og heller spisset fokuset mot en mindre del av produksjonen og gått mer i dybden på denne delen.



## 7 Konklusjon

Målet med denne oppgaven var å undersøke hvordan Sifa kunne bli den beste leverandøren av nettstasjoner og platebehandling til sine kunder. I analysen er det lagt vekt på hvordan interne rutiner kan endres for å unngå sløsing i produksjonen, og hvordan lean-verktøy kan hjelpe bedriften å oppnå et bedre resultat og en mer effektiv produksjon. Kartlegging og rotårsaksanalyse har vist et behov for bedring av styringsrutiner for å identifisere og fjerne kilder til sløsing. Ved innføring av forskjellige verktøy kan Sifa redusere faktorer som fører til venting og tapt produksjonstid, og øke produksjonseffektiviteten. Tiltaksplanen viser konkrete forslag til umiddelbare og langsiktige tiltak som kan være med på å svare på problemstillingen til denne oppgaven.

Under kartleggingen ble det observert at lange omstillingstider er blant årsakene til dårlig flyt i produksjonen, og som konsekvens av dette må det produseres i store serier for å utnytte maskinene. Lean-verktøy som SMED, Heijunka og flaskehalsbehandling kan hjelpe Sifa med å korte ned omstillingstidene og få bedre produksjonsflyt. Det er vist gjennom SMED- og flaskehalsanalyse at ved å bruke en ekstra person i flaskehalsen kan det kuttes både omstillingstid og håndteringstid i produksjonen. Ledelsen er ansvarlig for å legge til rette for de ansatte, og innføring av daily huddles og bruk av KPI-er i produksjonen vil gi ansatte muligheten til å ta større del i den daglige driften.

Uansett hvilke verktøy Sifa velger å ta i bruk, er det viktigste å skape en kultur for kontinuerlig forbedring. Endringer i bedriften uten oppfølging i alle ledd vil i verste fall kunne føre til mer omfattende problemer enn de som eksisterer i dag.

## **7.1 Videre arbeid**

Med utgangspunkt i denne rapporten kan det foreslås følgende ideer i forbindelse med videre arbeid for Sifa AS:

- En lignende analyse med fokusområde på underleveranser og montasjeavdeling.
- Gjennomføre en grundig SMED-analyse av alle maskiner tilhørende produksjonen
- Sette fokus på implementering av lean i alle ledd av organisasjonen
- Gjennomføre en analyse av innkjøpsrutiner for å optimalisere lagerhold og utnyttelse av kapasitet

## 8 Referanser

1. Aasen B, Svarliaunet GH, Myhre K, Braathu E. Stål Håndbok - Konstruksjoner av stål. 3 ed. Oslo: Norconsult AS; 2010.
2. Sifa. Om SIFA [Internett]. [www.sifa.no](http://www.sifa.no): Sifa AS; 2018 [cited 2019 22.02]. Available from: <https://sifa.no/om-oss>.
3. Christensen N, Almar-Næss A. Stål [Internett]. [www.snl.no](http://www.snl.no): Store Norske Leksikon; 2018 [updated 11.04.2019; cited 2019 26.02]. Available from: <https://snl.no/st%C3%A5l>.
4. Hydro. Slik bruker vi aluminium [Internett]. [www.hydro.com/no](http://www.hydro.com/no): Hydro; 2016 [updated 11.10.2018; cited 2019 26.02]. Available from: <https://www.hydro.com/no/hydro-i-norge/Om-aluminium/Hvorfor-aluminium/Slik-bruker-vi-aluminium/>.
5. Pedersen B. Kobber [Internett]. [www.snl.no](http://www.snl.no): Store Norske Leksikon; 2018 [cited 2019 28.02]. Available from: <https://snl.no/kobber>.
6. Lascoe OD. Handbook of Fabrication Processes. Ohio: ASM International; 1988.
7. Salte I. Pulverlakkering - kjent overflatebehandling [Internett]. [www.not-pulverlakk.no](http://www.not-pulverlakk.no): NOT Pulverlakk AS; 2017 [cited 2019 20.03]. Available from: <https://www.not-pulverlakk.no/wp-content/uploads/sites/3/2017/04/Pulverlakkering-Kjent-overflatebehandling.pdf>.
8. Bergenshalvøens Kommunale Kraftselskap. Slik fungerer strømmettet [Internett]. [www.bkk.no](http://www.bkk.no): Bergenshalvøens Kommunale Kraftselskap; 2018 [cited 2019 04.03]. Available from: <https://www.bkk.no/nett/slik-fungerer-stromnettet>.
9. Rosvold K. Nettstasjon [Internett]. [www.snl.no](http://www.snl.no): Store Norske Leksikon; 2018 [updated 16.02.2019; cited 2019 28.02]. Available from: <https://snl.no/nettstasjon>.
10. Modig N, Åhlström P. Dette er Lean. Stockholm: Rheologica Publishing; 2012.
11. Lean Forum Norge. Hva er Lean? [Internett]. [www.leanforumnorge.no](http://www.leanforumnorge.no): Lean Forum Norge; 2014 [cited 2019 26.02]. Available from: [http://leanforumnorge.no/om-oss?fbclid=IwAR3F8rVdHXgBKjePUkDI5Hg6C8G\\_pasxTsJYXv-3Enku03ynsUgLx29fUX4](http://leanforumnorge.no/om-oss?fbclid=IwAR3F8rVdHXgBKjePUkDI5Hg6C8G_pasxTsJYXv-3Enku03ynsUgLx29fUX4).
12. Womack JP, Jones DT. Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. Journal of the Operational Research Society. 1997;48(11):1148-.
13. Jones DT, Roos D, Womack JP. The Machine That Changed the World. Herefordshire: Simon & Schuster; 1990.
14. Nicholas J. Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices. 1 ed. New York: CRC Press; 2011.
15. Marchwinski C, Shook J. Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers. 5 ed. Brookline: Lean Enterprise Institute; 2014.

16. Rother M, Shook J. Learning to See - Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. Michigan: Lean Enterprise Institute; 2003.
17. Keyte B, Locher DA. The Complete Lean Enterprise - Value Stream Mapping for Administrative and Office Processes. 1 ed. New York: CRC Press; 2004.
18. Ahuja IPS, Khamba JS. Total Productive Maintenance: literature review and directions. International Journal of Quality & Reliability Management. 2008;25(7):709 - 56.
19. Shingo S, Dillon AP. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. 1 ed. Stamford: Shingurudandori; 1985.
20. Coleman JB, Vaghefi RM. Heijunka (?): A key to the Toyota production system. Production and Inventory Management Journal. 1994;35(4):31-5.
21. Smalley A. Creating Level Pull - A Lean Production-System Guide for Production Control, Operations, and Engineering Professionals. United States: Lean Enterprise Institute; 2004.
22. Bohnen F, Maschek T, Deuse J. Leveling of Low Volume and High Mix Production Based on a Group Technology Approach. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. 2011;4(3):247-51.
23. Alfnes E, Strandhagen JO. Enterprise Design for Mass Customisation: The Control Model Methodology. International Journal of Logistics. 2000;3(2):111-25.
24. Olhager J. Strategic Positioning of the Order Penetration Point. International Journal of Production Economics. 2003;85(3):319-29.
25. Dawn Iacobucci AO, Kent Grayson. Distinguishing Service Quality and Customer Satisfaction: The Voice of the Consumer. Journal of Society for Consumer Psychology. 1995;4(3):277-303.
26. Kumar V, Pansari A. Competitive Advantage through Engagement. Journal of Marketing Research. 2016;53(4):497-514.
27. Fornell C. A National Customer Satisfaction Barometer: The Swedish Experience. Journal of Marketing. 1992;56(1):6 - 21.
28. Aaker DA, Kumar V, Leone R, Day GS. Marketing Research. 11 ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2012.
29. Detert JR, Burris ER. Leadership Behavior and Employee Voice: Is the Door Really Open? The Academy of Management Journal. 2007;50(4):869-84.
30. Nicholas J. Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices. 2nd ed. New York: CRS Press; 2018.
31. Kauffeld S, Lehmann-Willenbrock N. Meetings Matter: Effects of Team Meetings on Team and Organizational Success. Small Group Research. 2012;43(2):130-58.

32. Wood R, Bandura A. Social Cognitive Theory of Organizational Management. *The Academy of Management Review*. 1989;14(3):361-84.
33. Yin RK. *Case Study Research: Design and Methods*. 5 ed. Thousand Oaks: CA: Sage; 2014.
34. Berg BL. *Qualitative Research Methods for the Social Sciences*. 5 ed. Chicago: Allyn & Bacon; 2004.
35. Siemens Norge. Energy Management [www.siemens.no](http://www.siemens.no): Siemens; 2019 [cited 2019 19.03]. Available from: <https://www.siemens.com/businesses/no/no/energy-management.htm>.

## Vedlegg A

### A1 – artikler som inngår i Hålogaland

Artikkel	Navn	Antall	HovedLev
168.0007.01	Festelist, anslag - Dør	1	Sifa AS
168.0007.02	Festelist, anslag - Dør	1	Sifa AS
168.0014.01	Plate, Feste - Dør - 140x476	1	Sifa AS
168.0024.01	Vinkel, Døranslag - 1890mm RAL 7022 PY	1	Sifa AS
168.0036.01	Bunn oljekar, SiNett 630l	1	Sifa AS
168.0037.01	Vegg, Lang - 25x555x1845mm	2	Sifa AS
168.0038.01	Vegg, Kort 20x555x 974	2	Sifa AS
168.0098.01	Mellomlegg, 930x225mm	2	Sifa AS
168.0201.01	Deksel, kabel gavl	1	Sifa AS
178.0060.01	Bunnramme Langvegg - 2407mm	2	Sifa AS
178.0061.02	Bunnramme kortvegg - 2271mm	1	Sifa AS
178.0068.01	Gulvbjelke - L=1119mm	2	Sifa AS
178.0069.01	Takdel - Venstre 300mm	2	Sifa AS
178.0069.02	Takdel - Høyre 300mm	2	Sifa AS
178.0069.05	Takdel, m/vorte - 600mm	2	Sifa AS
178.0069.06	Takdel, m/vorte - 600mm	2	Sifa AS
178.0069.07	Takdel, u/vorte - 900mm	2	Sifa AS
178.0070.02	Løfteøre, 80x140	4	Sifa AS
178.0072.01	Takramme profil, L=2407mm	2	Sifa AS
178.0073.01	Takramme, Kortvegg 607,2x2271	1	Sifa AS
178.0074.01	Takramme Kortvegg, v/Dør 607,2x2271	1	Sifa AS
178.0075.01	Dørblad - HxB=1790x742mm	1	Sifa AS
178.0078.01	Hanebjelke, L=1990mm	4	Sifa AS
178.0081.01	Bjelke, lys	1	Sifa AS
178.0082.01	Deksel f/innvendig skillevegg	1	Sifa AS
178.0083.01	Skillevegg (Innvend.) 25x550x1875	1	Sifa AS
178.0084.01	Avdekn. plate f/innv.skillevegg 583x1020	1	Sifa AS
178.0086.01	Veggelement (150mm)	1	Sifa AS
178.0087.01	Veggelement (750mm)	6	Sifa AS
178.0088.01	Veggelement (600mm)	4	Sifa AS
178.0089.02	Veggelement (300mm) med hengselspor	1	Sifa AS
178.0090.01	Hjørneelement (450/150, Hengsel)	0	Sifa AS
178.0092.01	Hjørneelement	0	Sifa AS
178.0170.01	Brakett - f/låsestang	1	Sifa AS
178.0284.01	Bærebjelke, 1200 bakre ved HSP-anlegg	1	Sifa AS
178.0285.01	Bærebjelke 1200 foran HSP-anlegg	1	Sifa AS
178.0287.01	Bunnramme kortvegg 85x150x2271,5	1	Sifa AS
178.0289.01	Bærebjelke golv	1	Sifa AS
178.0383.01	Avdekning for ventilasjon i gavl 178	2	Sifa AS
178.0414.01	Gulvlås 3mm FZnStpl	2	Sifa AS
178.0415.01	Gulvplate 1200	2	Sifa AS
178.0731.01	Hjørneelement 150x150	4	Sifa AS
178.0733.01	Plate for jording 60x680	1	Sifa AS

## A2 – Artikler som inngår i Bjørgvin

Artikkel	Navn	Antall	HovedLev
168.0007.01	Festelist, anslag - Dør	1	Sifa AS
168.0007.02	Festelist, anslag - Dør	1	Sifa AS
168.0014.01	Plate, Feste - Dør - 140x476	1	Sifa AS
168.0024.01	Vinkel, Døranslag - 1890mm RAL 7022 PY	1	Sifa AS
168.0098.01	Mellomlegg, 930x225mm	2	Sifa AS
168.0105.01	Vinkel, takramme - 46x132x250	2	Sifa AS
168.0201.01	Deksel, kabel gavl	1	Sifa AS
178.0060.10	Bunnramme langvegg, L=2478,5mm	1	Sifa AS
178.0060.11	Bunnramme langvegg, L=2478,5mm	1	Sifa AS
178.0060.21	Bunnramme Langvegg 150x85x528,5	1	Sifa AS
178.0060.31	Bunnramme Langvegg 150x85x528,5	1	Sifa AS
178.0061.02	Bunnramme kortvegg - 2271mm	1	Sifa AS
178.0063.01	Skjøtestykke, Bunnramme	2	Sifa AS
178.0068.02	Gulvbjelke - L=1419mm	2	Sifa AS
178.0069.01	Takdel - Venstre 300mm	2	Sifa AS
178.0069.02	Takdel - Høyre 300mm	2	Sifa AS
178.0069.05	Takdel, m/vorte - 600mm	2	Sifa AS
178.0069.06	Takdel, m/vorte - 600mm	2	Sifa AS
178.0069.09	Takdel, u/vorte - 750mm	4	Sifa AS
178.0070.02	Løfteøre, 80x140	4	Sifa AS
178.0072.02	Takramme Profil L=2478,5mm	2	Sifa AS
178.0072.04	Takramme Profil L=528,5mm	2	Sifa AS
178.0073.01	Takramme, Kortvegg 607,2x2271	1	Sifa AS
178.0074.01	Takramme Kortvegg, v/Dør 607,2x2271	1	Sifa AS
178.0075.01	Dørblad - HxB=1790x742mm	1	Sifa AS
178.0078.01	Hanebjelke, L=1990mm	5	Sifa AS
178.0079.01	Veggelement (750mm) m/ventilasjon	1	Sifa AS
178.0081.01	Bjelke, lys	1	Sifa AS
178.0082.01	Deksel f/innvendig skillevegg	1	Sifa AS
178.0083.01	Skillevegg (Innvend.) 25x550x1875	1	Sifa AS
178.0084.01	Avdekn. plate f/innv.skillevegg 583x1020	1	Sifa AS
178.0086.01	Veggelement (150mm)	1	Sifa AS
178.0087.01	Veggelement (750mm)	5	Sifa AS
178.0088.01	Veggelement (600mm)	6	Sifa AS
178.0089.02	Veggelement (300mm) med hengselspor	1	Sifa AS
178.0090.01	Hjørneelement (450/150, Hengsel)	0	Sifa AS
178.0092.01	Hjørneelement	0	Sifa AS
178.0170.01	Brakett - f/låsestang	1	Sifa AS
178.0284.02	Bærebjelke, 1500 bakre ved HSP-anlegg	1	Sifa AS
178.0285.02	Bærebjelke 1500 foran HSP-anlegg	1	Sifa AS
178.0287.01	Bunnramme kortvegg 85x150x2271,5	1	Sifa AS
178.0289.01	Bærebjelke golv	1	Sifa AS
178.0297.01	Bunn for oljeoppsamlingskar 1250 kVA	1	Sifa AS
178.0298.01	Langvegg for oljeoppsamlingskar 1250 kVA	2	Sifa AS
178.0299.01	Kortvegg for oljeoppsamlingskar	2	Sifa AS
178.0383.01	Avdekning for ventilasjon i gavl 178	2	Sifa AS
178.0414.01	Gulvlås 3mm FZnStpl	2	Sifa AS
178.0415.02	Gulvplate 1500	2	Sifa AS
178.0731.01	Hjørneelement 150x150	4	Sifa AS
178.0733.01	Plate for jording 60x680	1	Sifa AS

### A3 – artikler som inngår i Nidaros

Artikkel	Navn	Antall	HovedLev
168.0007.01	Festelist, anslag - Dør	1	Sifa AS
168.0007.02	Festelist, anslag - Dør	1	Sifa AS
168.0014.01	Plate, Feste - Dør - 140x476	1	Sifa AS
168.0024.01	Vinkel, Døranslag - 1890mm RAL 7022 PY	1	Sifa AS
168.0098.01	Mellomlegg, 930x225mm	2	Sifa AS
168.0105.01	Vinkel, takramme - 46x132x250	2	Sifa AS
168.0201.01	Deksel, kabel gavl	1	Sifa AS
178.0060.10	Bunnramme langvegg, L=2478,5mm	1	Sifa AS
178.0060.11	Bunnramme langvegg, L=2478,5mm	1	Sifa AS
178.0060.20	Bunnramme Langvegg 150x85x228,5mm	1	Sifa AS
178.0060.30	Bunnramme Langvegg 150x85x228,5	1	Sifa AS
178.0061.02	Bunnramme kortvegg - 2271mm	1	Sifa AS
178.0063.01	Skjøtestykke, Bunnramme	2	Sifa AS
178.0068.01	Gulvbjelke - L=1119mm	2	Sifa AS
178.0069.01	Takdel - Venstre 300mm	2	Sifa AS
178.0069.02	Takdel - Høyre 300mm	2	Sifa AS
178.0069.07	Takdel, u/vorte - 900mm	2	Sifa AS
178.0069.10	Takdel, m/vorte - 750mm	2	Sifa AS
178.0069.11	Takdel, m/vorte - 750mm	2	Sifa AS
178.0070.02	Løfteøre, 80x140	4	Sifa AS
178.0072.02	Takramme Profil L=2478,5mm	2	Sifa AS
178.0072.03	Takramme Profil L=228,5mm	2	Sifa AS
178.0073.01	Takramme, Kortvegg 607,2x2271	1	Sifa AS
178.0074.01	Takramme Kortvegg, v/Dør 607,2x2271	1	Sifa AS
178.0075.01	Dørblad - HxB=1790x742mm	1	Sifa AS
178.0078.01	Hanebjelke, L=1990mm	4	Sifa AS
178.0079.01	Veggelement (750mm) m/ventilasjon	1	Sifa AS
178.0081.01	Bjelke, lys	1	Sifa AS
178.0082.01	Deksel f/innvendig skillevegg	1	Sifa AS
178.0083.01	Skillevegg (Innvend.) 25x550x1875	1	Sifa AS
178.0084.01	Avdekn. plate f/innv.skillevegg 583x1020	1	Sifa AS
178.0086.01	Veggelement (150mm)	1	Sifa AS
178.0087.01	Veggelement (750mm)	5	Sifa AS
178.0088.01	Veggelement (600mm)	4	Sifa AS
178.0089.01	Veggelement (300mm)	2	Sifa AS
178.0089.02	Veggelement (300mm) med hengselspor	1	Sifa AS
178.0090.01	Hjørneelement (450/150, Hengsel)	0	Sifa AS
178.0092.01	Hjørneelement	0	Sifa AS
178.0170.01	Brakett - f/låsestang	1	Sifa AS
178.0284.01	Bærebjelke, 1200 bakre ved HSP-anlegg	1	Sifa AS
178.0285.01	Bærebjelke 1200 foran HSP-anlegg	1	Sifa AS
178.0287.01	Bunnramme kortvegg 85x150x2271,5	1	Sifa AS
178.0289.01	Bærebjelke golv	1	Sifa AS
178.0297.01	Bunn for oljeoppsamlingskar 1250 kVA	1	Sifa AS
178.0298.01	Langvegg for oljeoppsamlingskar 1250 kVA	2	Sifa AS
178.0299.01	Kortvegg for oljeoppsamlingskar	2	Sifa AS
178.0383.01	Avdekning for ventilasjon i gavl 178	2	Sifa AS
178.0414.01	Gulvlås 3mm FZnStpl	2	Sifa AS
178.0415.01	Gulvplate 1200	2	Sifa AS
178.0731.01	Hjørneelement 150x150	4	Sifa AS
178.0733.01	Plate for jording 60x680	1	Sifa AS

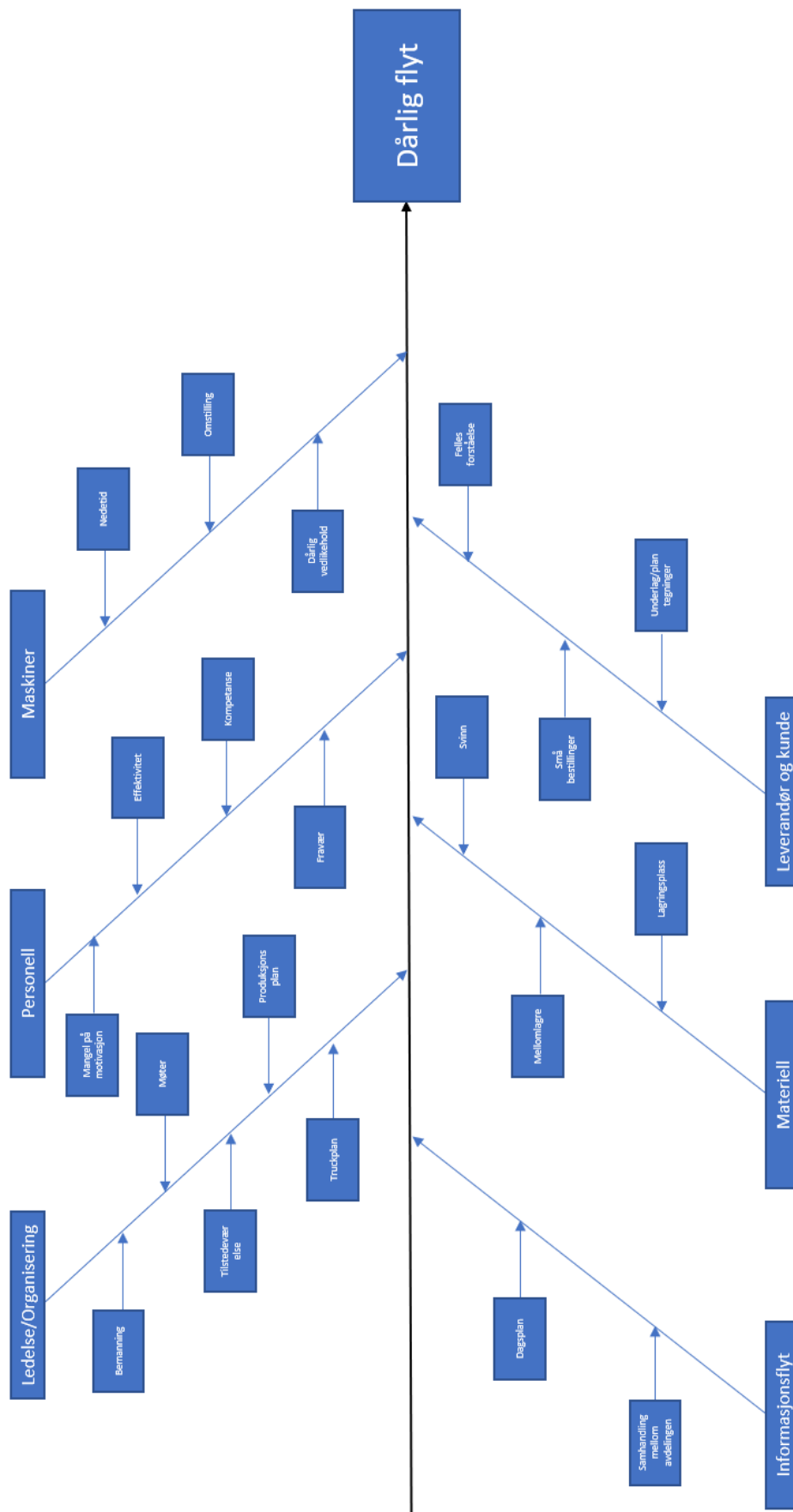


#### A4 – artikler som inngår i Oslo

Artikkel	Navn	Antall	HovedLev
168.0007.01	Festelist, anslag - Dør	1	Sifa AS
168.0007.02	Festelist, anslag - Dør	1	Sifa AS
168.0014.01	Plate, Feste - Dør - 140x476	1	Sifa AS
168.0024.01	Vinkel, Døranslag - 1890mm RAL 7022 PY	1	Sifa AS
168.0098.01	Mellomlegg, 930x225mm	2	Sifa AS
168.0105.01	Vinkel, takramme - 46x132x250	2	Sifa AS
168.0201.01	Deksel, kabel gavl	1	Sifa AS
178.0060.10	Bunnramme langvegg, L=2478,5mm	1	Sifa AS
178.0060.11	Bunnramme langvegg, L=2478,5mm	1	Sifa AS
178.0060.22	Bunnramme langvegg, 150x85x828,5	1	Sifa AS
178.0060.32	Bunnramme Langvegg 150x85x828,5	1	Sifa AS
178.0061.02	Bunnramme kortvegg - 2271mm	1	Sifa AS
178.0063.01	Skjøtestykke, Bunnramme	2	Sifa AS
178.0068.03	Gulvbjelke - L=1719mm	2	Sifa AS
178.0069.01	Takdel - Venstre 300mm	2	Sifa AS
178.0069.02	Takdel - Høyre 300mm	2	Sifa AS
178.0069.09	Takdel, u/vorte - 750mm	4	Sifa AS
178.0069.10	Takdel, m/vorte - 750mm	2	Sifa AS
178.0069.11	Takdel, m/vorte - 750mm	2	Sifa AS
178.0070.02	Løfteøre, 80x140	4	Sifa AS
178.0072.02	Takramme Profil L=2478,5mm	2	Sifa AS
178.0072.05	Takramme Profil L=828,5mm	2	Sifa AS
178.0073.01	Takramme, Kortvegg 607,2x2271	1	Sifa AS
178.0074.01	Takramme Kortvegg, v/Dør 607,2x2271	1	Sifa AS
178.0075.01	Dørblad - HxB=1790x742mm	1	Sifa AS
178.0078.01	Hanebjelke, L=1990mm	5	Sifa AS
178.0079.01	Veggelement (750mm) m/ventilasjon	1	Sifa AS
178.0081.01	Bjelke, lys	1	Sifa AS
178.0082.01	Deksel f/innvendig skillevegg	1	Sifa AS
178.0083.01	Skillevegg (Innvend.) 25x550x1875	1	Sifa AS
178.0084.01	Avdekn. plate f/innv.skillevegg 583x1020	1	Sifa AS
178.0086.01	Veggelement (150mm)	1	Sifa AS
178.0087.01	Veggelement (750mm)	9	Sifa AS
178.0088.01	Veggelement (600mm)	2	Sifa AS
178.0089.02	Veggelement (300mm) med hengselspor	1	Sifa AS
178.0090.01	Hjørneelement (450/150, Hengsel)	0	Sifa AS
178.0092.01	Hjørneelement	0	Sifa AS
178.0170.01	Brakett - f/låsestang	1	Sifa AS
178.0284.03	Bærebjelke 1800, bakre ved HSP-anlegg	1	Sifa AS
178.0285.03	Bærebjelke 1800 foran HSP-anlegg	1	Sifa AS
178.0287.01	Bunnramme kortvegg 85x150x2271,5	1	Sifa AS
178.0289.01	Bærebjelke golv	1	Sifa AS
178.0297.01	Bunn for oljeoppsamlingskar 1250 kVA	1	Sifa AS
178.0298.01	Langvegg for oljeoppsamlingskar 1250 kVA	2	Sifa AS
178.0299.01	Kortvegg for oljeoppsamlingskar	2	Sifa AS
178.0383.01	Avdekning for ventilasjon i gavl 178	2	Sifa AS
178.0414.01	Gulvlås 3mm FZnStpl	2	Sifa AS
178.0415.03	Gulvplate 1800	2	Sifa AS
178.0731.01	Hjørneelement 150x150	4	Sifa AS
178.0733.01	Plate for jording 60x680	1	Sifa AS

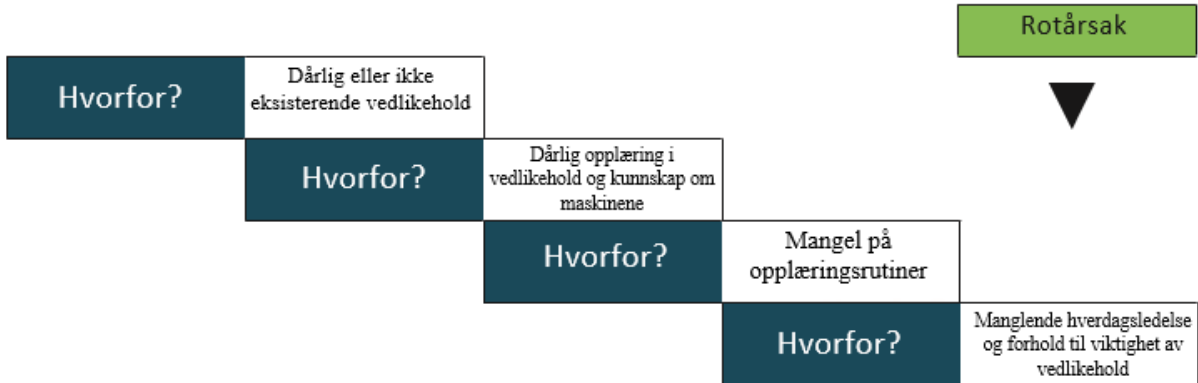
# Vedlegg B

## B1 – årsak og virkningsdiagram over «dårlig flyt»

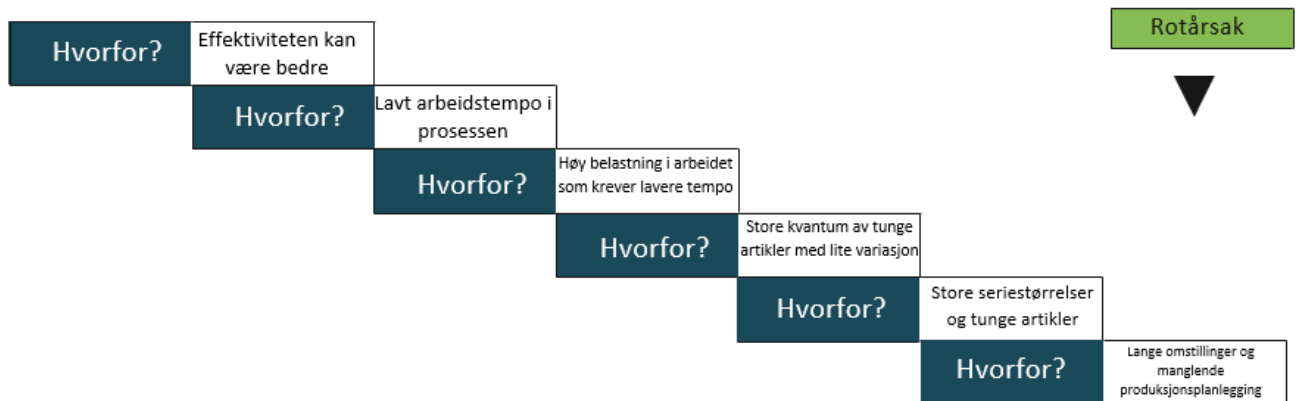


## Vedlegg C

*C1 – utdrag av rotårsaksanalyse knyttet til maskin og vedlikehold, med utgangsspørsmål: «Hvorfor stopper maskinen?»*

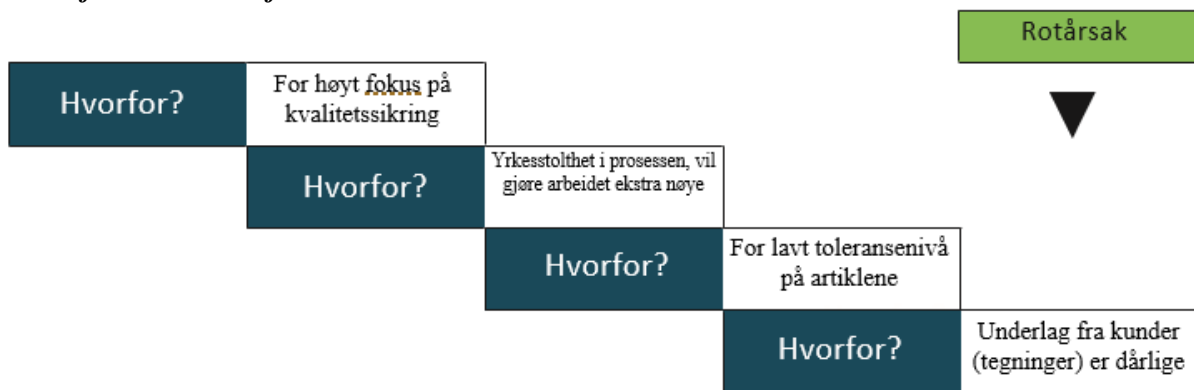


*C2 – utdrag av rotårsaksanalyse knyttet til personell, med utgangsspørsmål: «Hvorfor er knekka flaskehals?»*



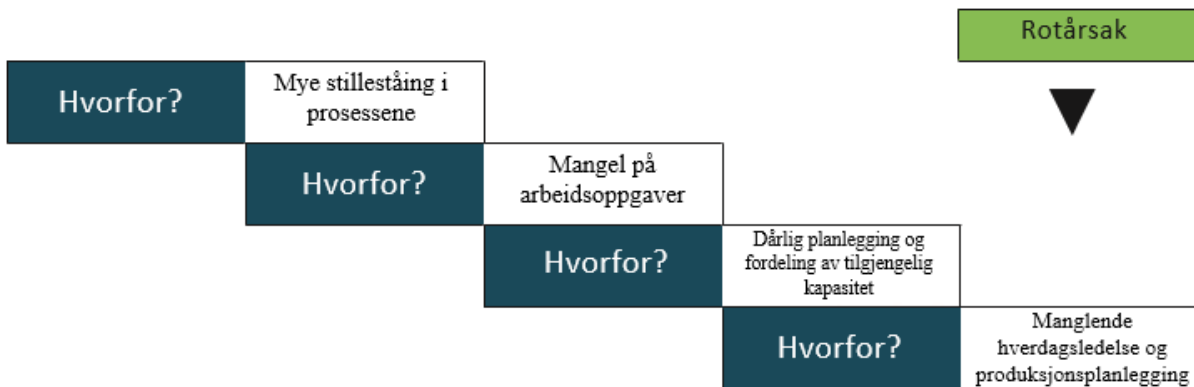
**C3 – utdrag av rotårsaksanalyse knyttet til personell, med utgangsspørsmål:**

«Hvorfor er knekka flaskehals?»



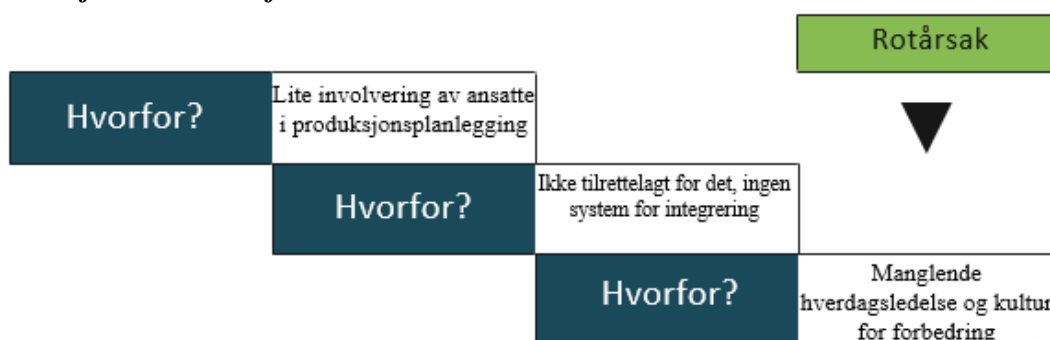
**C4 - utdrag av rotårsaksanalyse knyttet til personell, med utgangsspørsmål:**

«Hvorfor er knekka flaskehals?»



**C5 - utdrag av rotårsaksanalyse knyttet til personell, med utgangsspørsmål:**

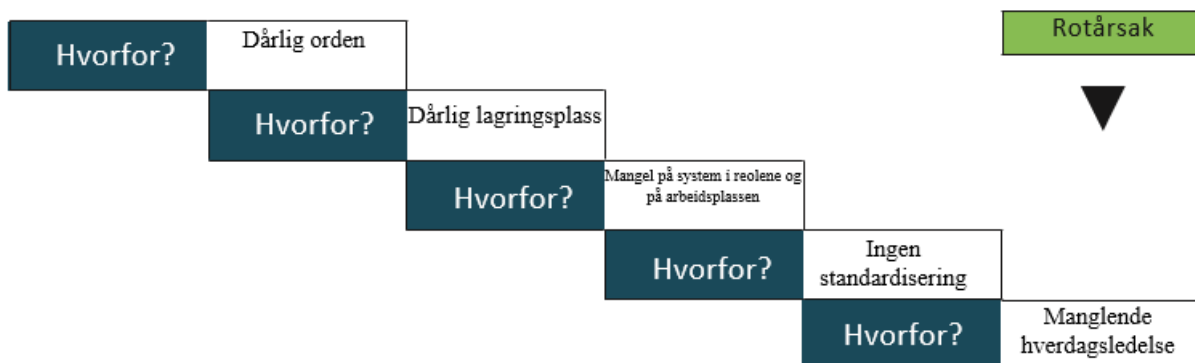
«Hvorfor er knekka flaskehals?»



**C6 - utdrag av rotårsaksanalyse knyttet til materiell, med utgangsspørsmål:  
«Hvorfor er kapasiteten i produksjonen sprengt?»**



**C7 - utdrag av rotårsaksanalyse knyttet til materiell, med utgangsspørsmål:  
«Hvorfor er det mye rot på arbeidsplassen og i produksjonen?»**



## Vedlegg D

### D1 – analyseskjema for omstilling 2

Analyseskjema for Omstilling 2					
Maskin og Operasjon		Total Omstillingstid		Maskinstopp pga. Omstilling	
ATC Knekke		26.5		20.5	
Steg Nr	Steg	Indre/Ytre	Tid (min)		Utført av
1	Finne neste batch	Y	0.50		Operatør
2	Finne digitale tegninger på maskinen	I	0.50		Operatør
3	Gjennomgang av digital tegning	I	1.00		Operatør
4	Klaregjøre produksjon med paller ++	Y	2.50		Operatør
5	Knekke første plate én kant	I	0.50		Operatør
6	Måle knekt kant	Y	1.00		Operatør
7	Korrigere på maskin	I	2.75		Operatør
8	Knekke første plate én kant	I	0.50		Operatør
9	Måle knekt kant	Y	0.50		Operatør
10	Korrigere på maskin	I	2.25		Operatør
11	Knekke første plate én kant	I	0.50		Operatør
12	Måle knekt kant	Y	0.83		Operatør
13	Korrigere på maskin	I	2.50		Operatør
14	Knekke første plate én kant	I	0.50		Operatør
15	Måle knekt kant	Y	0.50		Operatør
16	Korrigere på maskin	I	2.00		Operatør
17	Knekke ny plate, alle kanter	I	2.00		Operatør
18	Kvalitetssikre korrigeringer (måle)	Y	1.00		Operatør
19	Ny korrigering	I	1.50		Operatør
20	Knekke ny plate, alle kanter	I	2.00		Operatør
21	Kvalitetssikre korrigering (måle)	Y	1.00		Operatør
22	"Ferdigstille" forrige program på maskin.	I	0.17		Operatør
		Total	18.67	7.83	

D2 – analyseskjema for omstilling 3

Analyseskjema for Omstilling 3				
Maskin og Operasjon		Total Omstillingstid	Maskinstopp pga. Omstilling	
ATC Knekke		22.4	18.4	
Steg Nr	Steg	Indre/Ytre	Tid (min)	Utført av
1	Finne neste batch	Y	0.83	Operatør
2	Finne digitale tegninger på maskinen	I	0.50	Operatør
3	Gjennomgang av digital tegning	I	1,25	Operatør
4	Klaregjøre produksjon med paller ++	Y	3.00	Operatør
5	Knekke første plate én kant	I	0.50	Operatør
6	Måle knekt kant	Y	0.75	Operatør
7	Korrigere på maskin	I	3.00	Operatør
8	Knekke første plate én kant	I	0.50	Operatør
9	Måle knekt kant	Y	1.17	Operatør
10	Korrigere på maskin	I	3.25	Operatør
11	Knekke første plate én kant	I	0.50	Operatør
12	Måle knekt kant	Y	0.83	Operatør
13	Korrigere på maskin	I	2.50	Operatør
14	Knekke første plate én kant	I	0.50	Operatør
15	Måle knekt kant	Y	0.50	Operatør
16	Korrigere på maskin	I	1.00	Operatør
17	Knekke ny plate, alle kanter	I	2.00	Operatør
18	Kvalitetssikre korrigeringer (måle)	Y	1.00	Operatør
19	"Ferdigstille" forrige program på maskin.	I	0.08	Operatør
		Total	14.33	8.08

### D3 – beregning indre og ytre aktiviteter

	NÅ		Omprogrammering	
	Tid Indre Aktiviteter	Tid Ytre Aktiviteter	Tid Indre Aktiviteter	Tid Ytre Aktiviteter
Finne neste batch		0.33		0.33
Finne digitale tegninger på maskinen	0.50			0.00
Gjennomgang av digital tegning	1.00			1.00
Klaregjøre produksjon med paller ++		3.00		3.00
Knekke	4.00		4.00	
Måle		4.67		4.67
Korrigere	8.50			8.50
Ferdigstille program	0.17		0.17	
Total	14.17	8.00	4.17	17.50

	Mer effektive målinger		Oppjustering av toleransegrenser	
	Tid Indre Aktiviteter	Tid Ytre Aktiviteter	Tid Indre Aktiviteter	Tid Ytre Aktiviteter
Finne neste batch		0.33		0.33
Finne digitale tegninger på maskinen		0.00		0.00
Gjennomgang av digital tegning		1.00		1.00
Klaregjøre produksjon med paller ++		3.00		3.00
Knekke	4.00		2.00	
Måle		2.33		2.33
Korrigere		8.50		0.00
Ferdigstille program	0.17		0.17	
Total	4.17	15.17	2.17	6.67

	Fjerne leting og klargjøring		Fjerne ferdigstilling	
	Tid Indre Aktiviteter	Tid Ytre Aktiviteter	Tid Indre Aktiviteter	Tid Ytre Aktiviteter
Finne neste batch		0.00		0.00
Finne digitale tegninger på maskinen		0.00		0.00
Gjennomgang av digital tegning		1.00		1.00
Klaregjøre produksjon med paller ++		0.00		0.00
Knekke	2.00		2.00	
Måle		2.33		2.33
Korrigere		0.00		0.00
Ferdigstille program	0.17		0.00	
Total	2.17	3.33	2.00	3.33



## Vedlegg E

E1 – Populærvitenskapelig artikkel

# SIFAPRODUKSJONSSYSTEM

20.05.2019

- SLANKERE PLATER

## SIFA + NETTSTASJONER = SANT?

Sifa AS har i en årrekke produsert behandlede tynnplater i Selbu kommune til sine kunder landet over. Det siste året har omsetningen doblet seg etter de signerte en kontrakt for produksjon av nettstasjoner, og prognosene viser tydelig: de trenger slankere plater!

Lean, eller slank på norsk, har vært et begrep som har gått ut og inn døra hos bedriften. Nedkorting av omstillinger, optimalisering av flaskehals og bedre ledelse. Det høres kanskje fint ut alt sammen, men lar det seg gjennomføre? Er bedriften klar for slankekur?

Rapporten til Lunåshaug og Ness går i dybden på hvorvidt Sifa AS kan være tjent på å slippe Lean-filosofien inn døra for godt. Tidligere daglig leder i bedriften, Tomas Rønsberg, har uttalt at han har stor tro på slankekonseptet, og mener det ligger et stort potensial innen kortere omstillingstider.

“Kulturen har ikke satt seg, Sifa er nødt til å bli slankere skal de henge med i markedet” sier Rønsberg. Omstillingstidene er for lange, men den største utfordringen er å få de ansatte med på tankegangen.



## SLANKEKUR

*“Kulturen har ikke satt seg, Sifa er nødt til å bli slankere skal de henge med i markedet”*

Forskning viser at skal en bedrift henge med i dagens utvikling er de nødt til å forbedre seg. Kundene krever bedre kvalitet, kortere leveringstid og hyppigere leveranser enn noensinne.

Det finnes ikke rom for sløsing. Det var slik Toyota overlevde som bilfabrikant etter krigen, og det var slik de etterhvert tok opp kampen med Ford. Null sløsing, null feil og kontinuerlig forbedring. Det er dette en skikkelig slankekur handler om, og man har ingen tid å miste.



## Nettstasjoner og Lean

***Nettstasjon, bedre kjent som trafokiosk, er egentlig en transformator som regulerer spenningen fra strømnettet. Men hva har dette med tynnplater og metallproduksjon å gjøre?***

En ferdig nettstasjon er et montasjeprosjekt som krever over 200 forskjellige deler i større og mindre skala. Sifa produserer selv de mekaniske metalldelene, og kjøper inn resterende komponenter fra andre leverandører. Overgangen fra å kun behandle tynnplater, til å kombinere det sammen med montasje av store trafokiosk, har vært enorm. Kapasiteten er sprengt, lagringsplassen er sprengt, og operatørene sliter med overbelastning i muskler og ledd.

I rapporten til Ness og Lunåshaug konkluderes det med at lange omstillingstider er blant årsakene til problemene som oppstår i produksjonen. Men også faktorer som hverdagsledelse, slapt vedlikehold og manglende produksjonsplanlegging er analysert som mulige årsaker.

Som resultat presenterer de løsninger innen kjente Lean-verktøy som SMED, Heijunka, Kaizen og TPM. Analysen viser at disse vil alle være med på å bidra til bedre flyt i produksjonen, og på lang sikt også gi et bedre resultat for bedriften.

### «Flyttet» til Selbu

I arbeidet med rapporten har de to studentene, som begge er bosatt i Trondheim sentrum, kjørt nærmere 1000 kilometer i en gammel Toyota Corolla. Sjøfører og bileier, Christian de Raad Ness uttaler at: «Det hadde nesten vært enklere å flytte til Selbu». Heldigvis har ikke bilturene vært forgjeves, og to sitter igjen med uvurderlig praktisk erfaring.

*“Det hadde nesten vært enklere å flytte til Selbu”*

SIFA AS

Tømra, Selbu

**SIFA**  
KVALITET LEVERANSEPREISJON GODT SAMARBEID

