

# PRODUKTIONSOPTIMERING

– I ETT UTÖKAT PRODUKTIONSFLÖDE

Högskoleingenjörsutbildning i industriell ekonomi  
Arbetsorganisation och ledarskap, Maskin

Sofie Andersson  
Jenny Pernstål  
Johanna Rydberg



HÖGSKOLAN I BORÅS

**Program:** Industriell ekonomi

**Svensk titel:** Produktionsoptimering i ett utökat produktionsflöde

**Engelsk titel:** Production optimization in an expanded production flow

**Utgivningsår:** 2019

**Författare:** Sofie Andersson, Jenny Pernstål & Johanna Rydberg

**Handledare:** Faris Karim

**Examinator:** Magnus Bengtsson

**Nyckelord:** Värdeflödesanalys, värdeflödeskartläggning, effektivisering, Lean, TOC

---

## Sammanfattning

Fallföretaget i studien har infört en ny produkt i ett befintligt flöde och vill på grund av en förväntad volymökning optimera produktionsflödet med avseende på ledtid, kostnad och kvalitet. Syftet med studien är således att hitta verktyg och metoder som kan användas för att optimera ett flöde med en ny produkt i ett redan existerande produktionsflöde med låg volym och hög variation.

En omfattande värdeflödeskartläggning har genomförts för att kunna svara på frågeställningarna i detta arbete. Vid kartläggningen samlades detaljerad information inför att kunna mäta produktionens kapacitet i alla led, sätta Takttiden och för att se om det fanns några eventuella flaskhalsar. Den data som stödjer beräkningar som gjordes, ställdes mot information som framkom i intervjuer med personalen på fallföretaget. Detta för att se om det fanns en annan uppfattning om produktionen än vad beräkningar på insamlade data visade. Studien har genomförts med stöd från vetenskapliga teorier där beprövade verktyg och metoder ingår.

Ett framtida gemensamt flöde föreslås där slöseri identifierats och minimerats eller i vissa fall eliminerats. I det framtida flödet föreslås förändringar baserat på kapacitet, där det har skapats ett hybridflöde, för att svara mot det uppdrag som givits. I processtegen har i vissa fall cykeltid reducerats till följd av de slöseri och icke värdeskapande aktiviteter som eliminerats. Ovanstående förslag har resulterat i de rekommendationer som ges till fallföretaget.

För att optimera det komplexa flöde som studien baserats på, har teorierna Lean och Theory of Constraints (TOC) applicerats. Med de här teorierna har förslag tagits fram på hur cykeltider kan reduceras i den aktuella produktionen som går under kategorin funktionell verkstad. Det visade sig även i studien att de anställdas engagemang är av största vikt för att kunna genomföra förbättringar i en funktionell verkstad med låg volym och hög variation.

## **Abstract**

The case study company in the study has introduced a new product in an existing flow and, due to an expected volume increase, wants to optimize the production flow with respect to lead time, cost and quality. The purpose of the study is thus to find tools and methods that can be used to optimize a flow with a new product in an already existing production flow with low volume and high variation.

An extensive value stream mapping has been carried out in order to answer the questions in this study. At the value stream mapping, detailed information was collected to be able to measure the production capacity in all stages, set the takt time and to see if there were any bottlenecks. The data supporting calculations that were made, were compared and synched with information that emerged from interviews with the staff at the company. This was done to see if there was a different view of the production than what calculations on collected data showed. The study has been performed with the support of scientific theories where proven tools and methods are included.

A future joint flow is proposed where waste has been identified and minimized or in some cases eliminated. In the future flow, changes are proposed based on capacity, where a hybrid flow has been created, in order to respond to the task given. In the process steps, in some cases, cycle time has been reduced as a result of the waste and non-value-creating activities that have been eliminated. The above proposal has resulted in the recommendations given to the fall company.

To optimize the complex flow on which the study is based, the theories Lean and Theory of Constraints (TOC) have been applied. With these theories, suggestions have been made on how cycle times can be reduced in the current production that goes under the category functional layout. The study also showed that the employees' commitment is of the utmost importance in order to be able to implement improvements in a functional layout with low volume and high variation.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>- 1 -</b>
1.1 Bakgrund .....	- 1 -
1.2 Problemformulering .....	- 2 -
1.3 Syfte och frågeställning .....	- 2 -
1.3 Avgränsningar .....	- 2 -
1.4 Begrepp och förkortningar .....	- 3 -
<b>2. TEORETISK REFERENSRAM</b> .....	<b>- 4 -</b>
2.1 Produktionsekonomiska begrepp .....	- 4 -
<b>2.2. Lean production</b> .....	<b>- 6 -</b>
2.2.1 Just-in-time .....	- 7 -
2.2.2 Theory of constraints .....	- 8 -
2.2.3 Kanban.....	- 9 -
2.2.4 Sju slöseri.....	- 10 -
2.2.5 Standardiserade arbetssätt .....	- 11 -
2.2.6 5S.....	- 11 -
2.2.7 Sex sigma .....	- 12 -
2.2.8 Utökad produktion .....	- 12 -
<b>2.3 Produktionslayout</b> .....	<b>- 13 -</b>
2.3.1 Fast position .....	- 13 -
2.3.2 Funktionell verkstad .....	- 14 -
2.3.3 Komplex flöde .....	- 14 -
2.3.4 Flödesgrupp.....	- 14 -
2.3.5 Kontinuerlig tillverkning .....	- 15 -
2.3.6 Jämförelse av produktionslayout .....	- 15 -
<b>2.4 Värdeflödeskartläggning</b> .....	<b>- 15 -</b>
2.4.1 Övergripande kritik.....	- 16 -
<b>3. METOD</b> .....	<b>- 19 -</b>
3.1 Metodologisk ansats .....	- 19 -
3.2 Fallstudie .....	- 20 -
<b>3.3 Datainsamlingsmetoder</b> .....	<b>- 20 -</b>
3.3.1 Kvalitativa metoder .....	- 20 -
3.3.2 Kvantitativa metoder.....	- 21 -
<b>3.4 Kvalitet</b> .....	<b>- 22 -</b>
3.4.1 Reliabilitet .....	- 22 -
3.4.2 Validitet .....	- 22 -
<b>3.5 Metod värdeflödeskartläggning</b> .....	<b>- 23 -</b>
3.5.1 Inledande arbete .....	- 23 -

3.5.2 Val av produktfamilj .....	- 23 -
3.5.3 Kartläggning av nuvarande tillstånd .....	- 24 -
3.5.4 Kartläggning av framtida tillstånd .....	- 28 -
<b>3.6 Källkritik .....</b>	<b>- 30 -</b>
<b>4. FALLSTUDIE .....</b>	<b>- 32 -</b>
4.1 Ericsson AB, Supply Site Borås .....	- 32 -
4.2 Produkter .....	- 32 -
4.3 Produktionslayout .....	- 34 -
4.4 Produktionsflödet .....	- 34 -
4.5 Arbetstid .....	- 36 -
4.6 Produktionsstyrning och planering .....	- 36 -
<b>5. RESULTAT OCH ANALYS .....</b>	<b>- 38 -</b>
5.1 Lean filosofi .....	- 38 -
5.2 Nuläge .....	- 38 -
5.3 Framtid .....	- 40 -
5.3.1 Intervjuer .....	- 40 -
5.3.2 Förbättringsförslag .....	- 41 -
5.3.3 Framtidskartan .....	- 44 -
5.3.4 Författarnas förslag till framtida karta .....	- 48 -
5.4 Produktionslayout .....	- 50 -
5.5 Theory of Constraints .....	- 52 -
<b>6. DISKUSSION .....</b>	<b>- 53 -</b>
6.1 Resultatets generaliserbarhet .....	- 55 -
6.2 Hållbar utveckling och arbetsmiljö .....	- 55 -
<b>7. SLUTSATS .....</b>	<b>- 57 -</b>
7.1 Rekommendationer till fallföretaget .....	- 57 -
7.2 Förslag till framtida studier .....	- 59 -
<b>REFERENSER .....</b>	<b>- 60 -</b>

# 1. INLEDNING

*I denna inledande del av rapporten kommer en bakgrund till studien presenteras, en problemformulering, syfte och forskningsfrågor, vilka avgränsningar som har gjorts i arbetet samt en förklaring på begrepp och förkortningar som kommer behandlas i rapporten.*

## 1.1 Bakgrund

Det har alltid funnits en press från marknaden, konkurrenter och kunder att ha så låga kostnader som möjligt samtidigt som kraven på kvalitet är höga (Ion, Ionel & Georgiana 2012). I takt med att populationen växer ökar efterfrågan på teknologi och därför ökar behovet av ökad produktionshastighet och snabbare produktutveckling

(Ali Naqvi, Fahad, Atir, Zubair & Shehzad 2016). Detta innebär att tillverkande företag är i behov av att omforma och ständigt förbättra sina produktionssystem (Serrano, Ochoa, Castro 2008) och eliminering av slöseri i värdekedjor har blivit uppmärksammat som den viktigaste uppgiften inom logistik i modern tid (Hines et al. 1998). Därför är det viktigt att ha praktiska verktyg för att kunna göra det. Detta behov finns inom industrier samt den vetenskapliga litteraturen (Serrano, Ochoa, Castro 2008). Implementeringen av Lean produktion och dess principer och samtidigt tro på ständiga förbättringar är verktyg som hjälper industrier att bibehålla en global konkurrenskraft (Ali Naqvi, Fahad, Atir, Zubair & Shehzad 2016). För att företag ska gå med vinst läggs en vinstmarginal på de kostnader som uppstått för att tillverka produkten. Dock bestäms priserna av marknaden och vinstmarginalen blir lidande för företagen. Företagen riskerar annars att bli utkonkurrerade. Då priserna inte kan höjas måste företagen minska sina kostnader. Inom Lean innebär detta att eliminera onödiga aktiviteter i produktionen som inte skapar värde (Ion, Ionel & Georgiana 2012).

För att förstå vad som är värdeskapande aktiviteter för kunden och upptäcka Ohnos sju slöseri i flödet är en metod att kartlägga flödets aktiviteter och processer (Hines & Rich 1997; Ion, Ionel & Georgiana 2012). Värdeflödesanalys är ett verktyg som utvecklats för detta ändamål och har varit ett effektivt verktyg för att upptäcka slöseri och uppskatta vilka fördelar ett förbättringsförslag skulle leda till. Värdeflödesanalys har använts i många olika miljöer, såsom inom bilindustrin och administration inom den offentliga sektorn (Hines et al. 1998).

I en funktionell verkstad tillverkas olika produkter med mycket variation. Denna variation innebär hög komplexitet i produktionssystemet. Därför är kontrollen över produktionen komplicerad och teorier fungerar inte i praktiken. Det saknas alltså fortfarande praktiskt användbara metoder för att kontrollera funktionella verkstäder (Müller, Tolujew, Kienzle 2014).

Det är inom informations och kommunikationsteknologi som fallföretaget för denna studie; Ericsson är verksamt inom. Företaget betraktas som en världsledande leverantör av informations och kommunikationsteknologi till tjänsteleverantörer. Omkring 40 procent av världens mobiltrafik går genom nät byggda av Ericsson (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019). Siten i Borås tillverkar mobilkommunikation och det är här fallet för studien har studerats. Produkterna som tillverkas här är helt kundanpassade och tillverkas mot

kundorder. Detta innebär stor variation av produkter. Företaget har tagit fram nya produkter och avser att utöka produktionen med dessa, däribland produkten MINI-LINK LH Split som redan har börjat produceras i liten skala. Försäljningsvolymen av MINI-LINK LH Split beräknas dock att öka. Detta medför att dagens produktionsflöde kommer att påverkas då flera resurser i den funktionella verkstaden kommer att behöva fördelas mellan de olika produkterna.

Med dessa förutsättningar är det väsentligt att undersöka företagets nuvarande material och informationsflöden för att senare kunna optimera det utökade flödet. Enligt (Manfredsson 2016) är det viktigt att företaget utnyttjar sina flöden mer effektivt än konkurrenterna.

## **1.2 Problemformulering**

En ny produkt har införts i produktionsflödet hos fallföretaget. En optimering är nödvändig då volymerna av den nya produkten förväntas öka och därmed ökar också belastningen i produktionsflödet. Problemet ligger i att det är svårare att optimera ett lågvolymsflöde med dynamiska produkter, jämfört med flöden med hög volym och låg variation. Resultatet ska analyseras för att föreslå en nödvändig förändring för att optimera produktionsflödet.

## **1.3 Syfte och frågeställning**

Arbetet syftar till att hitta verktyg och metoder som kan användas för att optimera ett flöde med en ny produkt, i ett redan existerande produktionsflöde med låg volym och hög variation. De verktyg som skall tillämpas ingår i metoden värdeflödeskartläggning och behöver anpassas för en tillverkande lågvolymsproduktion med dynamiska produkter. För att få empirin, besvaras syftet genom en litteraturstudie samt en fallstudie.

- Är det möjligt att tillämpa Lean-principer och TOC för att optimera flödet, med avseende på kvalitet, kostnad samt ledtid i en funktionell verkstad med låg volym och hög variation?
- Hur kan en värdeflödeskartläggning appliceras på ett komplext flöde med låg volym, i en funktionell verkstad med kundorderstyrd produktion?
- Vilka problem kan uppstå vid tillämpandet av Lean-verktyg och metoder i en funktionell verkstad med låg volym och hög variation.

För att besvara frågeställningarna och därmed uppfylla syftet kommer en fallstudie att genomföras i produktionen på Ericsson i Borås.

## **1.3 Avgränsningar**

Studien i denna rapport är avgränsad till fallföretagets produktion i Borås och exkluderar därmed övrig produktion som företaget har i andra länder. Studien avgränsas även till att endast behandla produktionsflödet för produktfamiljen MINI-LINK LH med frekvenserna 7- och 8 gigahertz (GHz), samt produktfamiljen MINI-LINK LH Split med frekvenserna 7- och 8 GHz.

Anledningen till att dessa frekvenser valdes är för att de står för en den största andelen av kundefterfrågan. Förbättringsförslagen som slutligen presenteras i rapporten kommer dock att påverka även övriga produkter i flödet. I värdeflödekartläggningen som genomförs, undersöks material- och informationsflödet. Med detta avses flödet från kundorder till det att den färdiga ordern väntar på utleverans. Andra aspekter än kostnad, kvalitet, ledtid och arbetsmiljö kommer ej att tas hänsyn till. I värdeflödeskartläggningen gjordes en begränsning till att följa råmaterialet passiva filter, för att kunna följa en och samma flödesenhet genom hela produktionsflödet. Reparationsflödena som finns inom flödet behandlas inte i detta arbete. Vidare avgränsas studien till att endast behandla sexkanaliga system där detta är applicerbart. De slutliga rekommendationerna kommer ej att implementeras. För att säkerställa respondenternas anonymitet och sekretess från företaget kommer intervjuerna som genomförts inte att inkluderas som bilagor till denna rapport. Bilagor för olika beräkningar samt siffror i värdeflödeskartorna kommer inte att vara med på grund av sekretess. Eventuella bilder kommer därför medvetet vara suddiga där det finns känslig information.

## 1.4 Begrepp och förkortningar

Nedan i tabell 1. följer en lista på begrepp och förkortningar som förekommer i arbetet.

*Tabell 1 Förklaring av begrepp och förkortningar*

MLLH	MINI-LINK Long Haul produktfamiljenamnet
Long Haul	Skickar stora mängder trafik över långa distanser
Yield	Mått på hur stor andel i procent av de testade enheterna som passerar med godkänt, eller felutfallet.
PIM	Passive Inter Modulation
Filter	Är en Frekvenssyrande komponent
Knallban	Stödsystem vid produktion
SAP	Affärssystem
Routing	Styr hur produktionen ska utföras. Specificerar hur lång tid varje moment ska ta och vilka delmoment som finns. Styr var ingående delar ska plockas i SAP. Bestämmer även vad produkten kommer att kosta att tillverka. Med routing kan priset på produkten sättas.
Kittning	Ett paket av komponenter som sedan skall sättas ihop
CBN-box	Metallhöljet till produkten MINI-LINK Split

## 2. TEORETISK REFERENS RAM

*I detta kapitel presenteras de teorier som studien grundas på.*

### 2.1 Produktionsekonomiska begrepp

#### *Cykeltid*

Den tid produkten tillbringas i varje station kallas för cykeltid och anger tiden mellan två färdigbearbetade produktenheter (Olhager 2013). Om cykeltiden är högre än Takttiden är det inte möjligt att ha ett kontinuerligt flöde utan att göra förbättringar i flödet (Brunt 2000).

#### *Värdeskapande ledtidsandel*

Kvoten mellan värdeskapande tid och total genomloppstid kan beskrivas som värdeskapande ledtidsandel. Denna kvot ligger ofta mellan 0,05 och 5 procent. Det har visat sig att det är svårt för tillverkande företag att uppnå mer än 5 procent.

$$\text{Värdeskapande ledtidsandel} = (\text{Värdeadderande tid} / \text{Total genomloppstid})$$

Täljaren summerar den rena bearbetningstiden per produktenhet i produktionssystemet. Ställtiden och bearbetningstid för partiet ingår inte. Om detta tas med ger kvoten att det är bra med långa ställtider och stora partier vilket är felaktigt. Genomloppstiden innefattar all tid som produkten ligger i förråd, halvfabrikatlager och färdigvarulager. För att förbättra den värdeskapande ledtidsandelen är det nämnaren som ska minskas genom att minimera icke värdeskapande aktiviteter. (Olhager 2013)

#### *Takttid*

Takttid kan beskrivas med följande ekvation (*Tillgänglig arbetstid/ kundefterfrågan*) (Brunt 2000). Tillgänglig arbetstid innebär arbetspassets längd minus planerade raster och möten under en viss tidsperiod. Kundbehov innebär hur mycket kunderna efterfrågar under ett visst tidsintervall (Peterson et al. 2015). Takttid är en uppskattning på hur snabbt en process eller aktivitet behöver bli klar för att tillfredsställa kundbehovet. De huvudsakliga fördelarna med en fastställd Takttid är att kraven och förväntningarna blir tydligare, synkronisering av aktiviteter kan genomföras och avvikelser upptäcks lättare. Det är vanligt att personal i en verksamhet utan Takttid blir stressade och riskerar psykiska och fysiska problem. Med en Takttid reduceras anledning till stress och ergonomiska hjälpmedel används i större utsträckning. Varje aktivitet ska omfatta de arbetsuppgifter som ryms inom Takttiden på ett långsiktigt och hållbart sätt.

Tillgänglig arbetstid innebär den tid som finns tillgänglig inom en arbetsdag. Den motsvarar arbetspassetslängd minus planerade raster och möten då inget arbete utförs på produkten. Kundbehov innebär hur mycket kunderna efterfrågar under ett visst tidsintervall. (Peterson et al. 2015).

### ***Tryckande system***

Push är ett produktionssystem som kan beskrivas som ett planeringssystem som går ifrån början till slutet av flödet. All kvantitet som ska tillverkas bestäms utifrån prognoser ifrån ett Master Production Schedule. Delarna släpps så fort som möjligt till nästa station för att undvika att produktionen står stilla. Ett tryckande system gör det möjligt att reducera leveransledtider eftersom färdiga produkter då är tillgängliga för leverans. Det finns även halvfärdiga tillgängliga produkter som ska sättas ihop. På detta sätt bild systemet mindre känsligt för variation i efterfrågan. Dock skapas en högre volym av produkter i arbete, både i form av halvfärdiga produkter och färdiga produkter. Detta leder till höga lagerkostnader. (Ghrayeb, Phojanamongkolkij & Tan 2009).

### ***Dragande system***

Det dragande systemet baseras på kundernas efterfrågan (Cudney, Furterer & Dietrich 2013). Alltså tvärtom mot ett tryckande system. Varje station kan ses som en isolerad station med en leverantör och en kund. Leverantören är stationen, ett steg uppströms i kedjan. Kunden är stationen ett steg nedströms i kedjan. När en kundorder kommer in kommer denna att bli uppfylld av färdigvarulagret. Så snart den färdiga produkten är dragen ifrån lagret, genereras en signal som triggar igång produktionen ifrån nästa station uppströms i kedjan, för att återfylla den plats som står tom i lagret (Cudney, Furterer & Dietrich 2013). Samma procedur upprepas till dess att den första stationen uppströms drar ifrån råvarulagret. Detta system fungerar inte alltid i en miljö med för höga variationer i efterfrågan, eftersom det inte finns tillräckligt med halvfärdiga produkter. Detta kan resultera i att kunderna behöver vänta på sin beställning. Det dragande systemet leder ofta till längre leveransledtider och därför högre förseningskostnader (Ghrayeb, Phojanamongkolkij & Tan 2009).

### ***Hybrid, Tryckande/Dragande***

Blandningen mellan tryckande och dragande system har nyligen lanserats. Systemet löser de problem som kan uppstå i dragande och tryckande system var för sig. Detta medför att en bättre prestanda kan uppnås med hjälp av ett hybridsystem. Detta hybrida system är vanligt i Assembly to order miljöer. I denna miljö, kan råmaterial omvandlas till halvfärdiga produkter till en punkt där nästa process styrs av kundorder. Processer innan punkten kontrollerade av ett tryckande system och processerna efter punkten är kontrollerade av ett dragande system. Detta system finns hos många tillverkare inom elektronik (Ghrayeb, Phojanamongkolkij & Tan 2009).

### ***Supermarket***

Supermarket innebär att Lagret endast fylls på då det behövs, det vill säga då hyllorna är tomma (Ion, Ionel & Georgiana 2012).

### ***FIFU***

först in först ut, (Fifu), innebär att principen först in och först ut kan säkerställas i flödet. Med Fifo bibehålls samma sekvens längs hela flödet och produkterna passerar inte varandra. Fifu innebär att produkter förädlas i ordningsföljd (Pettersson et al. 2015).

### ***MTO (make to order)***

Tillverkning mot kundorder innebär att konstruktionsarbete, tillverkningsförberedelser, materialanskaffning och tillverkning styrs av erhållna kundorder, både vad gäller tid samt innehåll.

Vid tillverkning mot kundorder ligger kundorderpunkten sent i produktstrukturen. En stor del av materialanskaffning och tillverkningen av detaljer och halvfabrikat genomförs dock utan koppling till någon kundorder, dessa utgör då lager. All slutmontering sker dock direkt mot kundorder. På detta sätt blir det möjligt att tillverka olika varianter av produkter (Jonsson & Mattsson 2017).

Kundorderpunkten är den punkt i produktionen där tillverkningen blir kundorderstyrd (Olhager 2013; Jonsson & Mattsson 2017). Om genomloppstiden är kortare än den utlovade leveranstiden finns möjlighet att tidigarelägga kundorderpunkten. Tidigareläggning av kundorderpunkten innebär att kapitalbindningen blir lägre. Detta eftersom produkten når sin maximala kapitalbindning när den blir en färdig produkt (Olhager 2013). Kapitalbindningen består av PIA samt förråd av komponenter vid tillverkning mot kundorder. Vid kundorderpunkten finns ofta lager som innehåller de artiklar som ligger på underliggande strukturnivåer av produkten (Jonsson & Mattsson 2017).

## **2.2. Lean production**

Toyotas produktionssystem är grundaren till Lean produktion (Bellgran & Säfsten 2005). Lean har framkommit som en viktig filosofi för att vägleda organisationer för att lyckas överkomma konkurrensen i industriella miljöer med mindre resurser. Det är en dynamiskt lärande process som utnyttjar resurser fullt ut och adderar värde utifrån kundernas perspektiv. Målet är att uppnå högsta kvalitet till minsta möjliga kostnad. Under många år användes Lean i Japan, då det resulterade i stora kvalitetsförbättringar, kostnadsoptimering, eliminering av slöseri, engagerade anställda och säkrare leveranser. Detta har motiverat organisationer i hela världen att implementera Lean (Randhawa & Ahuja 2017).

Att arbeta med Lean innebär att eliminera slöseri, Muda, allt som inte är värdeadderande gentemot kunderna i produktionsflödet. De sju slöseri som ska minimeras är överproduktion, väntan, transport, bearbetning, lager, förflyttning och kassation (Bellgran & Säfsten 2005). Det finns tre typer av processer, icke värdeadderande, nödvändig men icke värdeadderande och värdeadderande processer. De icke värdeadderande är rena slöseri som ska elimineras helt. Nödvändiga processer innebär slöseri, men de är nödvändiga för nuvarande produktion. Detta kan innefatta att gå långa distanser för att hämta delar, packa upp leveranser och byta verktyg från ena handen till den andra. För att eliminera sådana typer av aktiviteter, är det nödvändigt att göra radikala förändringar i produktionen. En sådan förändring kan vara att göra en ny layout eller be leverantörerna att leverera icke paketerade komponenter. Värdeskapande processer inkluderar sammansättning och montering av delar samt de arbete som läggs ner på att skapa en färdig produkt, ifrån råmaterial eller komponenter

(Hines & Rich 1997). Genom att göra en värdeflödesanalys kan Muda elimineras, uppmärksammas och förbättringar kan då göras. Dessa förbättringar kan göra det möjligt att uppnå ett enstycksflöde. Lean innebär bland annat att uppnå korta genomloppstider och att skapa få omställningar. Vid implementering av Lean, är det viktigt att förstå att Lean är en filosofi (Randhawa & Ahuja 2017). Utan förståelse för helheten i vad Lean innebär, kan utfallet av en implementering misslyckas (Bellgran & Säfssten 2005).

Toyotas produktionssystem är ett väl genomtänkt system som passar dess kultur där olika företag kräver olika företagsanpassade varianter av Toyotas produktionssystem. Exempelvis har Scania utvecklat en egen variant av Lean produktion (Bellgran & Säfssten 2005).

Det är viktigt att de förbättringar som görs är för att förenkla i processer, att kontrollera och övervaka samt att kunna bli förstådd av alla parter som är involverade. En analys av efterfrågan och vilka resurser som är tillgängliga för att tillfredsställa efterfrågan, bör göras innan förslag på förbättringar ges. Då en komplett bild av produktionsflödet har gjorts och Taktid har bestämts kan förbättringar genomföras (Bellgran & Säfssten 2005).

### **2.2.1 Just-in-time**

Just-In-Time, (JIT), är en av huvudprinciperna inom Lean som syftar till att uppnå förutsägbara och korta ledtider. JIT härstammar ifrån Kanban, reducerade partistorlekar samt reducering av ställtider med hjälp av SMED metoden (Watson & Patti 2006). Innebörden av uttrycket Just-In-Time är att rätt produkt ska produceras i rätt antal och vid rätt tidpunkt. (Watson & Patti 2006). Tanken är att väntetiden, som är en form av slöseri då minimeras. Sker alla aktiviteter vid just rätt tidpunkt, blir flödet förutsägbart. Detta skapar möjligheter till effektivisering genom reducering av olika former av lager, såsom; förråd, buffertar och färdigvarulager (Watson & Patti 2006; Peterson et al. 2015). Till följd av flödets förutsägbarhet, kan även överkapacitet reduceras. Detta eftersom behovet av att kunna hantera oförutsedda förändringar i kapacitetsbehov då minskar. Reducering av lager och kapacitetsbehov leder i sin tur till både ökad resurseffektivitet och flödeseffektivitet. Inom JIT finns tre principer; Kontinuerligt flöde, Takt och Dragande system (Peterson et al. 2015, 99).

JIT har blivit ett starkt alternativ för tillämpning i produktionssystem med små partistorlekar, speciellt när tidsbaserad konkurrens har blivit normen och en låg lagernivå är ett måste. Dock är JIT designat för massproduktion med ett stabilt Master Production Schedule, (MPS), (Diaz & Ardalan 2010). Revolutionerande framsteg har gjorts inom automation och flexibilitet i produktionen. Resultatet har blivit en aldrig tidigare skådad nivå av flexibilitet som har lett till att produktionssystem som från början var tillämpade för massproduktion med stabil efterfrågan, har börjat användas på andra typer av tillverkning. JIT är en av dessa (Diaz & Ardalan 2010).

### 2.2.2 Theory of constraints

Theory of Constraints, (TOC), är ett verktyg som används för att förbättra produktiviteten som utvecklades av Goldratt. Verktuget utvecklades under 1980 talet och fick mycket uppmärksamhet av den akademiska världen. Trots att dess metod är i teorin simpel så är användandet av konceptet varken lätt eller simpelt. På grund av detta har intresset svalnat men trots att TOC inte längre är i topp så används det fortfarande aktivt i industrier, då det anses ha stor potential att identifiera problem i produktionsflödet.

Theory of Constraints, är en teori som utgår ifrån att det i varje flöde finns en kritisk resurs. Teorin utvecklades av Goldratt och används aktivt i industrier för att förbättra produktiviteten och dess potential att identifiera problem i produktionsflödet. Dock har intresset svalnat för TOC då det har visat sig vara svårt att använda i verkligheten (Pegels & Watrous 2005).

En flaskhals är den resurs som bromsar upp produktionsflödet. Med principer ifrån TOC-teorin, kan företag identifiera flaskhalsar och minimera de negativa effekterna av dessa. Genom att analysera flaskhalsar kan produktionsledtider tas fram. Ledtider och omsättningshastighet kan endast minimeras genom att öka utnyttjandegraden på flaskhalsen. Flaskhalsen bör alltså utnyttjas till hundra procent (Olhager 2013).

Enligt TOC-teorin är en förlorad timme i flaskhalsen en förlorad timme i hela produktionsflödet. Ställtider vid den kritiska resursen bör därför minimeras. Ställtider kan minskas genom större produktionspartier. Buffertar bör vara stora framför flaskhalsen och efter flaskhalsen för att få ut så hög utnyttjandegrad som möjligt. I resurser med låg utnyttjandegrad kan omställning göras eftersom det är mindre kostsamt. Inom TOC är det kapaciteten som styr. En icke flaskhals behöver exempelvis inte ha hög beläggning (Olhager 2013). Produktionsplaneringar för icke kritiska resurser baseras på flaskhalsens kapacitet då det skapas onödig lagerhållning eftersom det produceras mer än vad flaskhalsen kan utnyttjas (Olhager 2013).

TOC beskriver tillverkningsprocesser som en kedja, där hela kedjan inte kan bli starkare än dess svagaste länk. Syftet med TOC är därför att identifiera den svagaste länken inom företaget, för att sedan stärka denna länk till det att den inte längre definierar styrkan i kedjan. Tillslut kommer flaskhalsen att ligga utanför produktionen, där exempelvis kunden kan bli flaskhalsen (Pegels & Watrous 2005).

För att skapa ett sug genom produktionsflödet, bör flaskhalsen sättas så tidigt i produktionsflödet som möjligt. För att undvika produktionsstörningar, ska buffertar användas och kvalitetskontroll bör ske innan flaskhalsen (Olhager 2013). För att undvika produktionsstörningar ska buffertar användas och kvalitetskontroll bör ske innan flaskhalsen.

För att göra en TOC-analys krävs en noggrann kartläggning av produktionsflödet. Kartläggningen ska beskriva operationsföljder och vilka komponenter som ingår i produkten.

För varje operation ska ställtid, cykeltid och kundefterfrågan anges. Beläggningsgraden ska studeras för de olika resurserna för att kunna finna flaskhalsen (Olhager 2013).

Materialbehovsplaneringen ska anpassas efter flaskhalsen, som styr hela produktionstakten för verksamheten (Pretorius 2013; Olhager 2013) och brukar därför benämnas som Trumman. Buffertar ska placeras så att flaskhalsen alltid utnyttjas. Repet ser till att inflödet av en ny order sker med hänsyn till flaskhalsens kapacitet (Olhager 2013; Watson & Patti 2006). Med likhet till JIT, är TOC ett dragande system som kontrollerar rörelser av lager in i, samt igenom produktionen (Watson & Patti 2006).

Goldratt tog fram fem steg inom TOC principerna som bör följas för att identifiera flaskhalsar. Företaget bör dock ha tydliga mål med sin verksamhet och måttal för att uppnå sina mål innan dessa steg följs. Detta är viktigt då en flaskhals hindrar företaget från att uppnå sina mål. Måttal är viktigt för att utvärdera förbättringsåtgärderna (Olhager 2013).

De steg som ska följas är:

1. Identifiera flaskhalsen.
2. Se till att flaskhalsen har en så hög utnyttjandegrad som möjligt.
3. Suboptimera alla processer till flaskhalsen genom att de resterande processerna stödjer flaskhalsen. Då de andra processerna per definition har högre kapacitet kommer det endast att resultera i mer produkter i arbete om dessa producerar snabbare än flaskhalsen. Då företaget inte ökar sin försäljning anses detta vara en form av slöseri.
4. Öka flaskhalsens kapacitet. Detta görs endast då suboptimering inte är möjligt eller ovanstående metoder inte ger önskad effekt. Fysisk kapacitet i form av extra maskiner kan då vara en lösning.
5. Börja om på steg 1.

Det är viktigt att komma ihåg att en flaskhals inte nödvändigtvis är en maskin. Det kan vara kunden, ledarskap och personal (Pretorius 2013).

### **2.2.3 Kanban**

Kanban är ett delsystem inom Toyotas produktionssystem (Lage & Filho 2010) och används vid ett dragande system, på engelska benämnt som pullsystem. Kanban triggas igång produktion ifrån det tidigare processteget. Kanbankort sänds till processen som tillverkar komponenter som behövs nedåt i kedjan. På detta sätt signaleras det att komponenter behövs till nästa processteg (Bellgran & Säfstén 2005). Kanban utvecklades för att kontrollera lagernivåer, leveransen av komponenter och för att se till att rätt kvantitet tillverkas vid rätt tidpunkt (Watson & Patti 2006; Lage & Filho 2010). Det har visat sig att Kanban fungerar

sämre när efterfrågan är fluktuerande, processtiderna varierar, det saknas standardiserade arbetssätt, det är långa ställtider i produktionen och vid tillverkning av många olika produktvarianter. Många företag har anpassat Kanban till deras verksamhet, då utnyttjandet av originalformen är begränsad (Lage & Filho 2010).

#### **2.2.4 Sju slöseri**

Det finns sju slöseri inom Lean. Dessa är överproduktion, väntan, transport, onödiga processer, onödigt lager, onödiga rörelser och kassationer. Nedan beskrivs de.

1. Överproduktion är mest allvarlig av slöseri och förhindrar ett smidigt flöde, försämrar produktiviteten, kvaliteten, leder till ökade ledtider samt ökad kapitalbindning. Som ett resultat av överproduktion, ökar risken för att defekter inte upptäcks. Överproduktion försämrar kommunikationen mellan olika processer. Företag som använder bonussystem uppmuntrar till överproduktion.
2. Väntan uppstår då tid inte används effektivt. Väntan innebär att komponenter inte förädlas i flödet, som påverkar både produkter och arbetare då de spenderar tid på att vänta. Då väntan minimeras bildas ett snabbare flöde genom produktionen. Under väntan, kan tiden användas till att utföra Kaizen-aktiviteter som innebär ständiga förbättringar. Tid som blir över ska inte resultera i överproduktion.
3. Transport innebär att personal eller komponenter som ska förädlas, förflyttas. Det är svårt att eliminera transporter, dock kan minimering göras. Ökade transporter mellan processer leder till försämrad kommunikation.
4. Onödiga processer uppstår vid enkla processer med komplexa lösningar. Exempelvis att använda en stor maskin istället för flera små flexibla maskiner. Komplexa maskiner ökar risken för överproduktion eftersom företaget vill ha valuta för pengarna som maskinen köpts in för.
5. Onödiga lager ökar ledtiden, förhindrar identifikationer av problem och tar upp yta i produktionen, vilket skapar kommunikationsproblem. Det skapar även lagerhållningskostnader och därför lägre konkurrenskraft.
6. Onödiga rörelser uppstår då operatörer måste sträcka eller böja sig, även om dessa rörelser kan undvikas. Onödiga rörelser leder till ergonomiska problem och arbetsmiljön blir sämre.
7. Kassation är en direkt kostnad för företaget. Enligt Toyotas filosofi ska kassationer ses som möjligheter att utvecklas. Detta leder till omedelbara Kaizen-aktiviteter (Hines & Rich 1997).

### **2.2.5 Standardiserade arbetssätt**

Standardiserade arbetssätt är en av de mest betydelsefulla delarna inom Lean. Utan standardiserade arbetssätt kan inte Kaizen utföras. Standardiserat arbetssätt inom organisationer har resulterat i ökad motivation till att arbeta mer effektivt med högre kvalitet. Exempelvis används detta för att en produktionsberedningsingenjör ska kunna designa instruktioner för sammansättning av produkter. För att kunna åstadkomma utjämning av produktionen måste alla aktiviteter ha standardiserade tider. Det finns åtta steg som behöver göras för att utveckla standardiserade arbetssätt. Dessa steg är:

1. Fastställ förbättringsteam.
2. Bestäm Taktid.
3. Bestäm cykeltid.
4. Bestäm sekvensen i produktionen.
5. Bestäm en standardkvantitet på produkter i arbete.
6. Förbered ett standardiserat flödesdiagram.
7. Förbered ett standardiserat operationsschema.
8. Arbeta med ständiga förbättringar på standarder.

För att implementera standardiserade arbetssätt bör det finnas någon form av upprepande arbetsuppgifter. För att se effekterna av det standardiserade arbetssättet bör även en kvalitetsnivå ha bestämts innan implementering (Johansson et al 2013).

### **2.2.6 5S**

Ett av verktygen inom Lean är 5S. De japanska organisationerna upptäckte att 5S behövdes för att utveckla väl definierade processer (Randhawa & Ahuja 2017). Innan ett arbete sätts igång är det viktigaste att städa arbetsplatsen. Material ska sorteras, systematisera för att saker blir lättillgängliga samt att städa regelbundet och standardisera de dagliga rutinerna. Genom att tillämpa 5S, skapas en bättre arbetsmiljö, ledtiderna sjunker och brister blir lättare att upptäcka (Ion, Ionel & Georgiana 2012). Det har visat sig att 5S var det första steget för förbättringar inom kvalitet och produktivitet i den japanska industrin och används sedermera för att höja effektiviteten (Randhawa & Ahuja 2017). 5S skapar en organiserad arbetsplats som i sin tur ökar arbetsmoralen, skapar stolthet hos de anställda och höjer säkerheten (Randhawa & Ahuja 2017).

Det ramverk som har tagits fram inom 5S är följande:

1. Seiri, sortera, är det första och innebär att sortera och bibehålla det som är nödvändigt, att placera saker på en standardiserad plats. Verktyg ska sorteras efter användning, för att öka effektiviteten på arbetsstationen. Fördelarna med detta är även att mindre yta används.

2. Seiton, sätt i ordning, innebär att använda arbetsplatsen ekonomiskt genom ett prydligt och ordningsamt förvar av saker. Seiton kräver prioriteringar av nödvändighet och värde av material och verktyg.
3. Nyckelfrågorna om vem, vad, varför, var, när och hur, ska ställas för varje verktyg och material. På detta sätt kan det fastställas var dessa verktyg och material ska finnas. Platsen där varje material och verktyg finns ska vara tydligt för de anställda (Randhawa & Ahuja 2017).
4. Seiso, att städa, innebär att hålla sin arbetsplats ren från smuts och damm. Enligt Japanerna betyder städning att även sinnet städas. Det är viktigt att de anställda tar ansvar genom att städa sina arbetsplatser.
5. Seiketsu innebär att standardisera och hålla arbetsplatsen produktiv och bekväm, genom att repetera Seiro, Seiton och Seiso. Under denna fasen utvecklar teamen olika standarder för att fastställa förbättringar (Randhawa & Ahuja 2017).
6. Shitsuke innebär att upprätthålla alla tidigare steg. Här är det viktigt med självdisciplin. Detta steg är svårt att implementera, eftersom det kräver att företagets kultur förändras. Shitsuke hjälper de anställda att skapa goda vanor och dagliga rutiner (Randhawa & Ahuja 2017).

För att 5S ska fungera måste det finnas ett engagerat ledarskap (Randhawa & Ahuja 2017).

### **2.2.7 Sex sigma**

Sex sigma är ett sätt att reducera oönskad variation som kan leda till reducerade kostnader, tillfredsställda kunder men också en förbättring i processer samt säkerhet i leveranser. När variationen reducerats till fördel för kunden, är det en start till att kunna bedriva ett vidare förbättringsarbete. Genom sannolikhetsberäkningar med talet sigma, går det att mäta avvikelser i en tillverkningsprocess. För att denna skall vara i statistisk jämvikt, skall processen hålla sig innanför toleransgränserna i diagrammet (Bergman & Klefsjö 2012 sid. 575–576).

### **2.2.8 Utökad produktion**

Vid produktion av en produktmix, kan en repetitiv produktion skapas genom att de olika produkterna har liknande beläggningsprofiler, det vill säga att de har ungefär lika långa bearbetningstider i de olika leden av produktionen. Det är också nödvändigt att ha korta ställtider för att uppnå en repetitiv produktion. Genom detta nås en taktstyrning. Här är ett kvalificerat angreppssätt, cyklisk planering (Olhager 2013 sid. 355). En cyklisk planering eller cyklisk produktion beskrivs som en kapacitets- och materialplaneringsmetod i kombination med varandra som släpptes av Sune Eriksson och Sven Brutsner år 1960. För att denna kombinerade metod ska fungera så optimalt som möjligt, behöver produktmixen vara fastställd,

efterfrågan vara stabil och kapaciteten i produktion skall vara begränsad för en längre period (Olhager 2013 sid. 332).

## **2.3 Produktionslayout**

Produktionslayout beskriver hur operationer, maskiner och platser samverkar med varandra och hur dessa är arrangerade (Moatari Kazerouni, Chinniah & Agard 2014; Ali Naqvi, Fahad, Atir, Zubair & Shehzad 2016). Syftet med att förändra en layout är att minimera materialhanteringskostnader (Bellgran & Säfsten 2005). Detta är viktigt för att tillverka produkter till låg kostnad men med hög kvalitet. En effektiv materialhantering kan reducera kostnader i tillverkningen med 15–30 procentenheter (Sijuno & Lashkari 2007).

Det finns två begränsningar vid utformning av layout, utrymme och behov av golvyta samt gränser som avdelningen inte får överlappa. Vid val av ny layout bör faktorer såsom möjligheten att expandera och flexibiliteten tas i beaktande (Moatari-Kazerouni, Chinniah & Agard 2014; Ali Naqvi, Fahad, Atir, Zubair & Shehzad 2016).

Flexibilitet innebär att layouten ska kunna anpassas för framtida förändringar i produktmix, variation i efterfrågan och uppdateringar av teknologi. En layout ska alltså kunna uppdateras vid behov (Ali Naqvi, Fahad, Atir, Zubair & Shehzad 2016). Det finns fem stycken olika grundläggande typer av layouter, fast position, funktionell verkstad, flödesgrupp, kontinuerlig tillverkning samt produktionslina (Bellgran & Säfsten 2005).

Produktionslayoutens utformning har viktiga effekter på dess prestanda i ett produktionssystem. En väl utformad layout säkerställer säkerhet, låg kostnad och god kommunikation. Vid val av produktionslayout tas främst transportkostnader i beaktande (Moatari-Kazerouni, Chinniah & Agard 2014).

Att göra om layouter kan bli dyrt men med ökad modularisering och flexibilitet kan företag slippa att göra om layouten varje gång en ny produkt ska genom flödet. Tillverkare som introducerar nya produkter regelbundet, kan inte bekosta störningar i produktionen varje gång. Det är viktigt med layouter som tillåter korta ledtider, mindre lager och högre grad av anpassning till kundönskemål (Feysioglu & Pierreval 2008).

Prestandan och effektiviteten hos ett produktionssystem är starkt beroende av hur maskiner är organiserade i flödet (Feysioglu & Pierreval 2008).

### **2.3.1 Fast position**

Fast position används vid tillverkning av stora produkter i små volymer. Material och operatörer transporteras till produkten, en fast position. Dessa produktionsuppställningar kräver skickliga hantverksarbetare där mycket personal krävs. Möjligheten till automatisering är låg eftersom arbetsuppgifterna innehåller mycket variation. Produkter som tillverkas vid en fast position är till exempel fartyg, flygplan och oljeplattformar (Bellgran & Säfsten 2005).

### **2.3.2 Funktionell verkstad**

I en funktionell verkstad eller funktionell Layout är utrustning av samma typ, lokaliserade på samma yta och maskinerna är organiserade efter gemensamma funktioner. Maskinerna kan bemannas med en operatör var, eller så kan en operatör ansvara för fler maskiner samtidigt (Bellgran & Säfstén 2005). Kapacitetsutnyttjandet och flexibiliteten brukar vanligtvis vara högt, eftersom olika vägar kan väljas vid förädling (Bellgran & Säfstén 2005; Feysioglu & Pierreval 2008). Teoretiskt sätt har denna Layout fördelar för tillverkning i mindre volymer av många olika produkter. Det kan uppstå problem med styrning och samordning i en funktionell verkstad, eftersom en stor del av genomloppstiden består av väntan för produkten (Bellgran & Säfstén 2005). Detta skapar köer och väntetider vid maskiner och för transporter med en omfattande planering som följd (Benjaafar, Heragu & Irani 2002; Bellgran & Säfstén 2005; Feysioglu & Pierreval 2008).

Om störningar uppstår vid en maskin, stoppas även flödet upp vid efterföljande maskin vilket leder till onödiga lager, högre genomloppstider, hög kapitalbindning och låg leveranssäkerhet. Högre genomloppstider och kapitalbindning i produktionen ökar risken för kvalitetsproblem och kassation (Bellgran & Säfstén 2005).

### **2.3.3 Komplext flöde**

Det uppstår ofta problem med att leda en industriell produktionsverksamhet eftersom produktionssystem ofta är komplexa. Komplexiteten orsakas av att ett stort antal parametrar samverkar med varandra i ett gemensamt flöde. Graden av komplexitet beror på om det sker en ökad efterfrågan på hela system, istället för enskilda komponenter eller material. Produktionskomplexitet ökar med antalet komponenter, operatörer och dess teknisk nivå. När dynamiken i produkten ökar, blir också produktionskomplexiteten högre.

Att enbart beskriva ett produktionssystem motsvarar en hög komplexitet men att beskriva en arbetsstation innebär en lägre komplexitet. Hur komplexiteten har hanterats är avgörande för hur hög den blir. Genom att dela upp en produkt i moduler eller att montera på förhand i separata banor, blir hanteringen av komplexitet lättare. På detta sätt blir produktkomplexiteten i varje arbetscell låg, men den totala produktkomplexiteten förblir hög. Då kundorderpunkten befinner sig sent i flödet, exempelvis vid slutmonteringen reduceras produktionskomplexiteten.

Hög produktionskomplexitet kräver kompetent personal eftersom det är viktigt med ständiga förbättringar och risken för störningar i maskinutrustning är högre (Bellgran & Säfstén 2005).

### **2.3.4 Flödesgrupp**

I en flödesgrupp placeras maskinerna i flödesriktningen, är produktorienterad och utrustningen är ordnad efter produkt (Benjaafar, Heragu & Irani 2002; Bellgran & Säfstén 2005).

Flödesgrupp skapar förutsättningar för kortare genomloppstider och lägre kapitalbindning. Det är en vanlig layout då det tillverkas produkter i stort antal, med långa genomloppstider och i många varianter. För att säkra att utnyttjandegraden av de dyrare maskinerna blir

hög placeras dessa först i flödet. Detta för att undvika köer framför billiga maskiner (Bellgran & Säfsten 2005).

Flödesgrupper är ett sätt att hantera problem som kan uppstå i en funktionell verkstad. En flödesgrupp har endast en planeringspunkt och därför räcker det med att skicka ut en order till hela gruppen. Produkterna i flödesgruppen förädlas långtgående (Bellgran & Säfsten 2005). I en flödesgrupp är korta omställningstider och flexibilitet viktigt. Det kan dock vara svårt att ersätta hela tillverkningen med flödesgrupper. Vissa komponenter passar inte in i någon flödesgrupp (Bellgran & Säfsten 2005).

Funktionella verkstäder är mer flexibla än vad flödesgrupper är och nya produkter testas ofta i en funktionell layout (Bellgran & Säfsten 2005). För att det ska finnas fördelar med att använda flödesgrupper bör beläggningen vara hög i dessa. I likhet med funktionell layout bemannas normalt varje flödesgrupp med färre operatörer än vad det finns maskiner. Detta kräver kompetent personal eftersom det skapas större arbetsrotation vilket skapar större ansvar för planering, kvalitet och kapacitetsutnyttjande (Bellgran & Säfsten 2005).

### **2.3.5 Kontinuerlig tillverkning**

En kontinuerlig tillverkning är en tillverkningslinje som går ifrån råvara till färdig produkt. Tillverkning av samma produktslag sker och skapas i en mängd som mäts i vikt, volym eller längd. Kontinuerlig tillverkning finns exempelvis inom pappersindustrin och stålindustrin (Bellgran & Säfsten 2005).

### **2.3.6 Jämförelse av produktionslayout**

Huvudansvaret för ett produktionssystem är att transformera resurser till produkter. Då en produktionslayout ska utformas ska hänsyn till produktens volym, antal varianter samt vilka konkurrensfördelar som ska uppnås tas (Bellgran & Säfsten 2005).

## **2.4 Värdeflödeskartläggning**

Värdeflödeskartläggning är ett verktyg inom Lean filosofin och lägger grunden till att fatta beslut om förbättringar i ett produktionssystem (Hines et al. 1998; Ion, Ionel & Georgiana 2012 (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

En Värdeflödeskartläggning utförs i tre steg, att kartlägga det nuvarande material och informationsflödet, bestämma definitionen av värdeskapande processer samt bestämma vilken flödesenhet som ska följas (Serrano, Ochoa, Castro 2008; Braglia, Carmignani, Zammori 2006; Ion, Ionel & Georgiana 2012). Det nuvarande informations och materialflödet kartläggs genom att gå igenom den fysiska produktionen. Insamlade data ska komma direkt från tillverkningen i form utav en ögonblicksbild. Följande data ska samlas vid kartläggning av nuvarande flöde.

- Orderfrekvens
- Prognosfrekvens
- Vilket system som används för att planera produktionen
- Tidsram för att planera produktionen

- Cykeltid
- Ställtid
- Antalet operationer
- Antalet skift och arbetstimmar per dag
- Medelvärdet av kundefterfrågan
- Leveransfrekvens
- Partistorlek
- Lagernivåer

Vilken typ av flöde det är mellan processtegen, exempelvis dragande eller tryckande flöde ska också samlas in om det enbart gjorts en analys av det kritiska flödet (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

Med hjälp av symboler från Lean - verktygslådan kan en kartläggning göras (Ion, Ionel & Georgiana 2012). Genom att rita en karta, kan flödet av produkten genom produktionen förstås från mottagning av kundorder till leverans av produkt. (Ion, Ionel & Georgiana 2012). Det andra steget inkluderar att identifiera Muda och rita upp en kartläggning för önskad produktion (Serrano, Ochoa, Castro 2008). Då den framtida kartläggningen görs tas det identifierade slöseriet bort från flödet.

De riktlinjer inom Lean som kan användas för att göra en framtida kartläggning är att ta fram en Taktid. Där Taktiden är mindre än cykeltiden, finns det en potentiell flaskhals. När detta sker, bildas köer (Ion, Ionel & Georgiana 2012). Kontinuerligt flöde ska finnas där det är möjligt. Där ett kontinuerligt flöde inte är möjligt kan ett dragande system användas. Med ett Heijunka-system kan en hantering av variation av produkter och volymer göras. Hela processen ska förbättras i form av arbetsmetoder, cykeltid, ställtid och underhåll (Serrano, Ochoa, Castro 2008).

Då slöseri i nuvärdeskartläggningen iakttagits, är det viktigt att utvärdera om detta påverkar hela det kritiska värdeflödet, eller om det enbart påverkas där huvudflödet slås ihop med ett sekundärflöde. Vid exempelvis en hopsättning av två komponenter A och B som kommer ifrån det kritiska och det sekundära flödet, kan ledtiden öka eftersom det saknas komponenter av B. Detta gör att det inte går att sätta ihop de olika komponenterna. Resultatet blir ett ökat lager av komponent A och därför måste en undersökning av det sekundära flödet göras för att eliminera detta slöseri (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

Det tredje steget innebär att påbörja ett förbättringsarbete (Ion, Ionel & Georgiana 2012).

#### **2.4.1 Övergripande kritik**

Det finns problem och begränsningar när en värdeflödeskartläggning tillämpas. De sju verktygen som kan användas är ibland otillräckliga. Exempelvis vid kartläggning av informationsflödet. Det har även upptäckts att de mindre komplicerade verktygen har gått bättre

att tillämpa i praktiken. En värdeflödeskartläggning koncentreras ofta runt en produkt, vilket skapar en svaghet där olika värdeflöden möts (Braglia, Carmignani, Zammori 2006; Hines et al. 1998).

Verktyget värdeflödeskartläggning har tagits fram av forskningsteam som är mycket insatta inom Lean och är konstaterat att det är mycket tidskrävande att göra en värdeflödeskartläggning. De företag som saknar bredare kunskap om Lean, har svårt att applicera verktygen på rätt sätt (Hines et al. 1998). Begränsningar inom ledarskapet finns då de inte förstår sin position inom värdekedjan. Ett exempel är när en förbättring görs i produktionen kan det resultera i stora kostnader och problem för dess komponentleverantörer.

En värdeflödeskartläggning görs enbart från det att en order kommit in, till det att en produkt är färdig för levereras. Detta kan leda till imponerande procentuella förbättringar i en del av företaget, men kan skapa nya problem i en annan del av värdekedjan som inte har analyserats. Värdeadderande processer som produktutveckling, mänskliga resurser och olika kulturer inom företaget bortses (Hines et al. 1998). Eftersom verktyget är en teknik där papper och penna används är noggrannheten i datainsamlingen begränsad (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

Inom många företag med funktionell verkstad är produktionsflödet komplext, består av flera flöden som går ihop, innehåller hög variation av produkter med komplex produktstruktur, bill of material (BOM) och låga volymer produceras. Då detta är fallet innebär det att flödet utsätts för hundratals olika delar och produkter. Standardmetoderna för att göra en värdeflödeskartläggning fungerar då inte. Det föreslås då att enbart kartlägga de delar av flödet som har störst inverkan på hela produktionsflödet. Alltså att de flöden som är identiska identifieras. En viktig del i en värdeflödeskartläggning är att minska tiden det tar för en komponent att röra sig hela vägen genom processen och reducera produkter i arbete. Det kritiska flödet kan definieras som den sekvens som är ansvarig för den totala produktionstiden och som bestämmer den minimala tidsramen som behövs för att schemalägga produktionen i förväg. Logiken bakom att analysera det kritiska flödet innebär alltså att då tiden reduceras i detta flödet reduceras även den övergripande ledtiden. Genom att använda sig av en BOM av den produkt som valts att följa kan den kritiska vägen tas fram (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

Då flödet är komplext kan en produktfamilj väljas utifrån en analys av produktkvantiteter. Detta görs genom att synliggöra kvantiteten av de olika produkterna i ett paretodiagram. På detta sättet kan en förståelse för hur den totala kvantiteten av försäljningen är fördelade på de olika produkterna. Logiken bakom denna analys är att de produkter med hög försäljningsvolym bär ansvaret för den största delen av de icke värdeadderande produktionskostnaderna som materialhantering, produkter i arbete och köer. Genom att fokusera på den högre volymens värdeflöde kan prestandan inom hela värdeflödet förbättras. Då paretoanalysen har gjorts kan även en analys av försäljningsinkomsterna för de olika produkterna göras genom en paretoanalys. Kombinationen av dessa två analyser leder till att nio olika produkter klassas från AA till CC. Där AA står för hög försäljningskvantitet och hög intäkt medan CC står för låg försäljningskvantitet och låg intäkt.

Fördelarna med en värdeflödeskartläggning är att den länkar samman tillverkningsprocessen inne i företaget till den externa värdekedjan. Den länkar samman prognoser på efterfrågan av flödesenheten med produktionsplaneringen. En värdeflödeskartläggning visar lagernivåer och produktionsledtid (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

Det har visat sig att minst 50 procent av den användbara informationen ifrån en värdeflödeskartläggning är informell (Hines et al. 1998). Då flödet inte är linjärt kan inte värdeflödeskartläggning göras helt enligt metodbeskrivningarna (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

### **3. METOD**

*Kapitlet beskriver det praktiska genomförandet av studien, samt de metodval som gjorts. I avsnittet behandlas även reliabilitet, validitet och källkritik kopplat till studien.*

#### **3.1 Metodologisk ansats**

Planering av arbetet har genomförts genom att tillämpa ett Gantt-schema som är en metod för att grafiskt illustrera de olika aktiviteternas ordning samt hur lång tid som ska läggas på varje aktivitet, se bilaga 1. Varje enskild aktivitets placering i tiden markeras som en horisontell stapel. Tid som blir över för aktiviteten markeras med en streckad linje. På detta sätt blir det tydligt vad som ska ske vid varje tidpunkt av den tillgängliga tiden (Lantz 2016 sid. 283).

Metoderna som tillämpas i rapporten kan delas in i tre kategorier, fallstudie, litteraturstudie och intervju.

En värdeflödesanalys med metoden värdeflödeskartläggning gjordes, med ledtider och buffertar för det nya utökade flödet. Värdeflödesanalys används för att synliggöra vilka steg i produktionssystemet som är värdeskapande och vilka som inte tillför något värde (Olhager 2013, 464).

För att genomföra en värdeflödesanalys behövdes insamling av data. Detta kunde göras genom att både använda kvalitativa- samt kvantitativa metoder, en så kallad pragmatiskt blandad metod. De kvalitativa metoderna genomfördes genom att intervjua de anställda i produktionen samt tjänstemän. I tidigt skede gjordes ett intressentschema, så kallad stakeholder analys. Med hjälp av handledarna på företaget samlades namn på de första nyckelpersonerna in. Allt eftersom arbetet fortskred, utökades schemat med fler viktiga namn. Detta för att få en ökad förståelse över flödet och för att kunna samla information på ett optimalt sätt.

Kartläggning av personal genomförs genom att göra ett schema där intresse och auktoritet rankas. Exempelvis kan en anställd i produktionen ha ett starkt intresse av att genomföra förbättringar men däremot inte ha en tillräckligt stark position för att kunna fatta beslut. En tjänsteman kan fatta beslut men har möjligen inte samma intresse av att förbättra arbetsplatsen. Den ultimata personen att intervjua blir alltså en person som både har intresse och kan påverka.

De kvantitativa metoderna bygger i detta arbetet på att samla in data från buffertar, cykeltider, yield, prognoser samt historik. Denna data har sedan använts för att beräkna Takttider, ledtider, kundbehov, in och utleveranser. Teorier och metoder har hämtats från peer reviewed artiklar, samt vetenskapliga referenser i form av kurslitteratur och annan litteratur. Sökmotorn Primo har använts, samt google scholar. Fallstudien som rapporten baseras på har genomfördes vid Ericsson AB produktion Borås.

Sökord: Lean, utökad produktmix, värdeflödesanalys, funktionell verkstad, flödesoptimering, sex sigma, flödesanalys, JIT, processkartläggning, Kanban, value stream mapping approach for low-volume production systems, value stream mapping.

## 3.2 Fallstudie

Fallstudier är forskning där undersökningarna är begränsade till en enda miljö. Det kan exempelvis vara ett företag, en grupp individer eller en skola (Bryman 1997). Fallstudier är användbara då processer eller förändringar ska undersökas och lämpar sig därför väl som metod för detta arbete (Patel & Davidson 2011). Att studera flera företag med liknande produktion inom samma bransch skulle givit mer tillförlitliga data, men omfattningen skulle ha blivit större än vad som ryms i ett examensarbete på C-nivå. Kritik mot detta metodval är att det kan vara svårt att generalisera resultatet från det enskilda fall som studerats då fokuset är såpass begränsat (Bryman 1997).

## 3.3 Datainsamlingsmetoder

*I arbetet har olika typer av datainsamlingsmetoder tillämpats. Nedan beskrivs vilka metoder som använts och på vilket sätt de har tillämpats.*

### 3.3.1 Kvalitativa metoder

Kvalitativa studier innebär att data samlas in via intervjuer eller enkäter med öppna svar ifrån respondenter. Analysen och slutsatsen skapas utifrån ord snarare än kvantitativ datainsamling. En kvalitativ forskning har en induktiv syn på förhållandet mellan teori och praktik. Detta innebär att slutsatser härleds utifrån teori. Teorin genereras på grundval av de praktiska forskningsresultaten. En kvalitativ metod är tolkningsinriktad och bygger på hur deltagarna i en viss miljö tolkar sin verklighet (Bryman 2008).

I denna studie har kvalitativa metoder använts då analys av semistrukturerade intervjuer genomförts samt att teorier har tagits fram som kan stödja respondentens egna påståenden.

#### Ostrukturerad intervju

En ostrukturerad intervju bygger i huvudsak på att intervjuaren bestämmer och styr strukturen på samtalet. Intervjuaren har oundvikligen någon form av baktanke med frågorna som ställs, ofta i form av Hur och Vad, men ordningsföljden och formuleringen är oftast inte planerad på förhand. Under intervjuens gång får intervjuaren flitigt styra samtalet i den riktning med det innehåll som efterfrågas. Denna form av intervju tillämpas ofta i en inledande fas, där mer information krävs för att få en ökad förståelse för det aktuella området för intressenten (Justesen & Mik-Meyer 2011).

Vid den inledande fasen av arbetet på företaget, gjordes en vägledande undersökning steg för steg igenom produktionsflödet, för att få en ökad förståelse över hur flödet såg ut och dess uppbyggnad. Syftet var att kunna bygga upp en förenklad kartläggning av produktionen för att se varje processteg och dess innehåll. Under tidens gång byggdes det hela tiden på med nya frågor, alltid med syftet att få en förståelse för hur flödet fungerade. Detta för att sedan kunna bygga vidare på denna kunskap och senare kunna få en djupare förståelse vid en mer detaljerad kartläggning.

### **Semistrukturerad intervju**

En semistrukturerad intervju innebär att frågorna är mer allmänt ställda. Respondenten har stor frihet att utforma svaren på sitt eget sätt, och intervjuaren kan även ställa ytterligare frågor på de svaren som fås av respondenten. Frågorna behöver inte komma i samma ordning som den intervjuguide intervjuaren utgår ifrån. Fördelarna med en semistrukturerad intervju är att det är flexibelt och kompletterande information kan fås. Respondenten får även möjligheten att ta upp teman som de själva är intresserade av. Dock måste frågorna ställas på ett sätt som inte kan misstolkas och att respondenten svarar på det som intervjupersonen upplever vara värdefullt (Bryman 2008). För att respondenterna skulle kunna svara på de frågor som ställdes vid intervjuerna fick respondenterna besvara frågor som rörde deras arbetsplats och befattning. Team-leader, produktionstekniker samt planeringsansvarige var med vid värdeflödeskartläggningen och kompletterade med uppgifter om ställtider, cykeltider samt ledtider.

Intervjuerna förbereddes genom att först samla förståelse för hur produktionen fungerar för att sedan kunna ställa kompletterande frågor. Kriterier för en framgångsrik intervjuare som (Kvale 1996) har tagit fram användes för att få en så korrekt genomförd intervju som möjligt. Se bilaga 2.

### **Strukturerad intervju**

Genom att i förväg förbereda och utforma frågeställningar i en intervjuguide, fås en strukturerad intervju. Här är det den som ställer frågorna, intervjuaren, som är styrande. Denna intervjuform kan ha öppna frågeställningar men fokuserar framförallt på frågor som är slutna, för att hålla intervjun så objektivt som möjligt. Att ställa en sluten fråga betyder att intervjuaren i princip redan har ett färdigt svar på frågan som ställs (Justesen & Mik-Meyer 2011).

Denna form av intervju ställdes till berörd personal i slutskedet av arbetet, efter att kartläggningen var klar och ett framtida flöde fastställt. I processen togs ett gemensamt beslut om hur ett framtida flöde skulle se ut. I de strukturerade intervjuerna ställdes frågorna på ett sådant sätt, för att få fram vad varje enskild person hade för åsikt om vad det nuvarande hade för brister, men också hur de ville att det framtida flödet skulle se ut. Här fanns det bara ett begränsat antal sätt att kunna svara på frågorna.

### **3.3.2 Kvantitativa metoder**

Kvantitativa metoder innebär insamling av numeriska data. Relationen mellan teori och forskning är av ett deduktivt slag vilket innebär att naturvetenskapen står i centrum. Deduktiv metod innebär att först ställa upp flera olika hypoteser. Ur de givna hypoteserna fastställs sedan konsekvenser. Sedan sker en undersökning av dessa konsekvenser, om de stämmer överens med verkligheten eller ej. Resultaten kopplas till den empiriska data och teorier (Bryman 2008). I denna studien samlades data in i form av sekundärdata som företaget själva tagit fram. Dessa data är prognoser för kundorder, historik för inleveranser av passiva filter samt leveranshistorik för levererade färdiga produkter.

## 3.4 Kvalitet

### 3.4.1 Reliabilitet

Reliabilitet handlar om hur pålitliga och följdriktiga måtten är som har samlats in. Tre faktorer ska undersökas för att ta reda på om ett mått är reliabelt. Dessa är stabilitet, intern reliabilitet och internbedömarreliabilitet. Ett stabilt mått innebär att måttet ska gå att mäta flera gånger utan att utfallet varierar mer än den slumpmässiga faktorn. Intern reliabilitet innebär att skalor ska vara pålitliga och relaterade till varandra. Internbedömarreliabilitet innebär att olika observatörer ska ha liknande syn på insamlade data. Exempelvis om olika observatörer ska kategorisera samma data, finns det en risk att överrensstämelsen mellan deras tolkningar är för liten (Bryman 2008). En värdeflödeskartläggning görs genom att gå igenom den fysiska produktionen. Insamlade data ska komma direkt ifrån tillverkningen i form av en ögonblicksbild (Ion, Ionel & Georgiana 2012). Därför kan de värden som tagits fram vid värdeflödeskartläggningen ifrågasättas. Kartläggningen utförts enligt de metoder som (Hines et al. 1998; Ion, Ionel & Georgiana 2012; (Braglia, Carmignani, Zammori 2006; Serrano, Ochoa, Castro 2008 beskriver. Dock menar (Braglia, Carmignani, Zammori 2006) att det inte går att applicera standardmetoderna för värdeflödesanalys då flödet är komplext vilket stämmer in på fallföretaget. Detta har funnits med i åtanke vid studien och andra metoder som (Braglia, Carmignani, Zammori 2006) har föreslagit har använts.

### 3.4.2 Validitet

Validitet kan delas upp i mättningsvaliditet, Intern validitet, extern validitet samt ekologisk validitet. Mättningsvaliditet innebär att måttet ska mätas, är det som är avsett att bli mätt. Exempelvis om intelligenstest mäter skillnaden i intelligens. Om måttet inte mäter det som är avsett ska bli mätt, kan undersökningens resultat ifrågasättas. Om måttet är instabilt och varierar, är måttet inte reliabelt och har heller inte tillräckligt hög validitet. Ett mått bör alltså vara reliabelt innan en bedömning av validiteten kan göras. För värdeflödeskartläggningen är mättningsvaliditeten god. Enligt (Hines et al. 1998; Ion, Ionel & Georgiana 2012; (Braglia, Carmignani, Zammori 2006) är det ett verktyg inom Lean som används för att fatta beslut om förbättringar i ett produktionssystem. (Hines et al 1998) beskriver vidare att värdeflödesanalys har utvecklats specifikt för att upptäcka slöseri och att verktyget har använts i många olika miljöer såsom bilindustrin och administration inom den offentliga sektorn.

För att säkerställa att intervjuerna skulle vara så tillförlitliga som möjligt intervjuades ordinarie operatörer, produktionstekniker, teamledare, planeringsansvarige och inköpsansvarig. Dessa personer anses vara väl insatta om hur verksamheten fungerar.

Intern validitet innebär att det finns ett samspel mellan olika variabler. Exempelvis om påståendet om att en variabel x påverkar en annan variabel y, måste det fastställas att det inte finns någon annan inverkan på variabeln y, utan att det enbart är x som har påverkan. För värdeflödeskartläggningen är den interna validiteten god.

Extern validitet innebär att resultatet ifrån en mätning ska kunna generaliseras och inte enbart gäller för den undersökning som utförts (Bryman 2008). Den externa validiteten för värdeflödeskartläggningen kan ifrågasättas eftersom den gjordes i produktionen och formades efter de förutsättningar som rådde vid en viss tidpunkt. Dock gjordes kartläggningen i en funktionell verkstad och metoden skulle kunna appliceras på andra funktionella verkstäder.

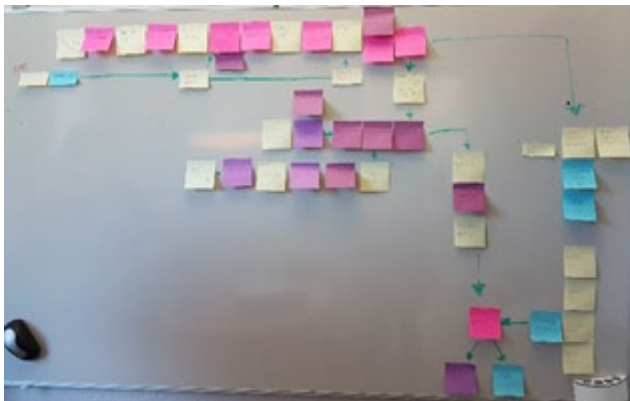
## 3.5 Metod värdeflödeskartläggning

### 3.5.1 Inledande arbete

För att få en övergripande blick över flödet och dess processer, gjordes en vandring i produktionen där operatörer samt drifttekniker (DT) visade de olika processtegen och hur dessa utfördes. Data om i vilken ordning processtegen utfördes för respektive produkt samlades in. Presentation av de olika produkterna och dess komponenter ingick delvis också i vandringen.

Därefter gjordes en processkartläggning för att få en överskådlig bild över hur processen ser ut för det nuvarande läget. Processkartläggning är ett enklare sätt att utreda hur flödet fungerar inom processen, eftersom den bortser från materialhantering och lager (Olhager 2013, 464).

Den första kartläggningen gjordes genom att göra en karta med post-it-lappar av processerna, se figur 1 nedan. Operatörer från produktionen, teamledare, samt drifttekniker hjälpte till med denna del. Därefter sattes lapparna upp på en whiteboardtavla. Kartan ritades sedan upp som ett flödesschema på papper för att ritas i dator. Slutligen kontrollerade en produktionstekniker att allt var med och hade ritats rätt. Denna första karta användes sedan som utgångspunkt för resterande arbete och värdeflödeskartläggning.



Figur 1 Foto på första processkartläggningen

### 3.5.2 Val av produktfamilj

(Braglia, Carmignani, Zammori 2006) beskriver att när flödet är komplext kan produktfamilj väljas utifrån en analys av produktkvantiteter. På detta sätt kan en förståelse för hur den totala kvantiteten av försäljningen är fördelade på de olika produkterna. Logiken bakom denna

analys är att produkterna med hög försäljningsvolym bär ansvaret för den största delen av icke värdeadderande produktionskostnader.

Vid val av produktfamilj valdes därför de produkter som enligt företaget hade högst försäljningsvolym. Genom att fokusera på den högre volymens värdeflöde, kan prestandan inom hela värdeflödet förbättras (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

Både MINI-LINK LH och MINI-LINK LH Split med frekvenserna 7 och 8 gigahertz tillverkas direkt mot kundorder, make to order (MTO). Eftersom det är dynamiska produkter, där varje produkt är helt kundanpassad, sker produktionen genom enstyckstillverkning. Både i utformning och specifikationer skiljer sig de båda produkterna och dess varianter, medan flera av processtegen är lika. Anledningen till att dessa frekvenser valdes, var för att de står för den största andelen av kundefterfrågan.

### **3.5.3 Kartläggning av nuvarande tillstånd**

Enligt (Serrano, Ochoa, Castro 2008; Braglia, Carmignani, Zammori 2006; Ion, Ionel & Georgiana 2012) kartläggs det nuvarande material och informationsflödet genom att gå genom den fysiska produktionen och insamlade data ska komma direkt från tillverkningen i form utav en ögonblicksbild. Detta gjordes i enlighet med hur Rother & Shook 1999 beskriver tillvägagångssättet. Enligt Rother & Shook (1999) är det endast en ledare för värdeflödet som ska utses, medan Serrano et al (2008) föreslår följande kompetenser i gruppen:

- Ledare för värdeflödet – Ansvarig för produktfamiljen där VSM-processen utförs. Bör rapportera utvecklingen av processen till bolagets ledning.
- Processexpert – Person som känner produktionsprocesserna väl, denna roll är ansvarig för att tillhandahålla de uppgifter och information som krävs.
- Planerare – Samlar in nödvändiga uppgifter, hanterar dokumentation och fungera som sekreterare i möten.
- Leanimplementör – Detta ska vara forskarens roll. Huvudfunktionen är att styra gruppen i kartläggningen och att utbilda i verktygen. Personen bör dock inte blanda sig i gruppens beslut.

Ericsson hade emellertid själva utarbetat roller för värdeflödeskartläggning och det var till stor del dessa som användes. Eftersom flera av deltagarna från företaget hade andra åtaganden under dagen varierade det vilka som var på plats, därför delades rollerna upp följande. Se tabell 2 nedan.

Tabell 2 Visar roller samt deltagare i kartläggning av nuläget

Roll	Uppgift	Namn
Gruppledare	Håller ihop gruppen, håller tiden	Sofie & Värdeflödesplanerare
Sekreterare	Antecknar data	Jenny
Problembarnet	Samlar in (rosa lappar)	Johanna
Uppfinnaren	Samlar in förbättringar (gröna lappar)	Johanna
Matematiker	Mäter tid och räknar	Produktionstekniker
Lantmätare	Mäter avstånd	Två produktionstekniker

Samtliga deltagare har sedan tidigare utbildning i Lean och värdeflödeskartläggning, med undantag för operatörer.

Precis som (Rother & Shook 1999) rekommenderar så påbörjades vandringen i flödet vid sista stationen och fortsatte sedan uppströms. Detta menar Rother & Shook (1999) är för att processerna som är närmast länkade till kunden, befinner sig här och dessa ska sätta takten för flödet uppströms. En värdeflödesanalys görs enbart ifrån det att en order kommit in, till det att en produkt är färdig för levereras (Hines et al. 1998). Vandringen startade alltså vid emballeringen och fortsatte uppströms fram till PIM-stationen, där det bestämdes att resterande flöde skulle kartläggas från starten materialplock och nedströms fram till PIM-stationen. Detta bestämdes på grund av att det blev för komplicerat att tänka rätt när det gällde inbuffertar för respektive produkt baklänges. Flödena för båda produkterna kartlades samtidigt.

Data som är viktig för att kunna fatta beslut om den framtida kartan samlades in. För att veta vilken data som skulle samlas in användes listan som (Rother & Shook 1999; Braglia, Carmignani, Zammori 2006) föreslår, med viss moderering, alla punkter var inte applicerbara för detta flöde. Data som valdes att samla in var: Cykeltid C/T, ställtid S/T, (drifttid/beläggning) antal operatörer, arbetstid och i viss mån partistorlek. Även antalet platser för processteget noterades samt yield för de test som utförs. Data antecknades på post-it-lappar för att sedan kunna sättas på tavla, detta går att se i figur 2 och figur 3 nedan.



Figur 2 Kartläggning med post-it lappar för MLLH-flödet

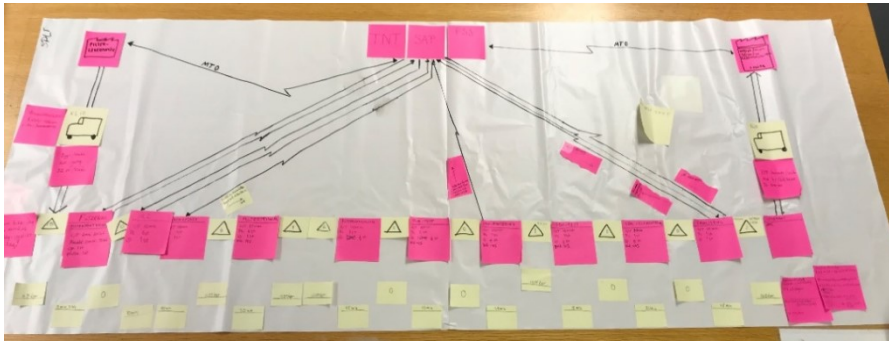


Figur 3 Kartläggning med post-it lappar för MLLH Split-flödet

Vidare beskriver Ion, Ionel & Georgiana 2012 att med hjälp av symboler från Lean-verktygslådan kan en kartläggning göras. En värdeflödesanalys är en teknik där papper och penna används (Braglia, Carmignani, Zammori 2006). Detta gjordes även i denna studien då post it lappar sattes upp på större tavlor samt att värdeflödet ritades för hand med hjälp av Lean verktygslåda. Detta går att se i figur 4 och figur 5.



Figur 4 Handritad nulägeskarta för MLLH



Figur 5 Handritad nulägeskarta för MLLH

Då fallföretagets produktionsflöde är komplext kartlades enbart det kritiska flödet. Enligt (Braglia, Carmignani, Zammori 2006) fungerar inte standardmetoderna för värdeflödesanalys då flödet är komplext och det föreslås då att enbart kartlägga det kritiska flödet.

Logiken bakom detta är att reducera tiderna i det kritiska flödet, då reduceras även den övergripande ledtiden (Braglia, Carmignani, Zammori 2006). Flödesenheten som valdes var den enhet som ingick i alla processteg genom det kritiska flödet.

Rother & Shook (1999) använder sekunder som tidsenhet för cykeltid, Taktid och arbetstid eftersom detta anses vara minst komplicerat. I detta arbete valdes dock att mäta dessa i minuter och sekunder eftersom det upplevs som mer tydligt då många av processtegen hade långa cykeltider.

Metoden som presenteras av (Rother & Shook 1999) i Learning to see, innehåller bra förslag på hur en värdeflödeskartläggning kan planeras och genomföras. En anpassning behövde dock göras eftersom flera av processtegen tar flera timmar. Därför sammanställdes en lista med data så som cykeltider, ställtider och PIA för varje processteg som skulle samlas in. Denna lista delades ut till operatörer och drifttekniker för dessa att fylla i, tre dagar innan genomförandet av värdeflödeskartläggningen. En annan detalj som påverkade beslutet till anpassningen var att den nya produkten MINI-LINK LH Split, endast hade tillverkats som arbetsorder och då i liten skala med några få enheter. Här instruerades drifttekniker (DT) för produktionen att göra uppskattningar för cykeltid och eventuell ställtid för samtliga processteg i den utdelade listan. Se bilaga 3.

Vid korta cykel- och ställtider är det enkelt att mäta dessa med stoppur och på så vis nå bra värden genom att använda sig av ett medelvärde från flera mätningar (Peterson et al. 2015). Genom de långa operationstiderna som förekommer i detta fall har det inte varit möjligt att gå till väga på detta sätt.

### ***Spaghettidiagram***

En metod för att förstå flödet av en produkt är att använda sig av ett spaghettidiagram. Ett spaghettidiagram visar hur en produkt rör sig ifrån en station till nästa. Ofta visar ett spaghettidiagram ett slösaktigt flöde. Även transportsträckorna som operatören rör sig kan ritas upp (Cudney, Furterer & Dietrich 2013).

Då ett spaghettidiagram skulle göras, skrevs det ut fyra layoutkartor över produktionen samt emballeringen. Därefter började diagrammet ritas upp för MLLH. Detta gjordes med hjälp av rutinerade operatörer som fick visualisera deras dagliga rutiner och rörelser i produktionen för de olika stationerna. Samtidigt som operatörerna visualiserade rörelser mellan stationer och lager i produktionen, ritades linjer med pilar upp som visar åt vilken riktning rörelsen sker. Dessa linjer ritades på kartorna över layouten. De längre rörelsesträckorna stegades upp för att få en uppfattning om hur långa sträckorna var. Samma steg genomfördes därefter för MINI-LINK LH Split-flödet.

### **3.5.4 Kartläggning av framtida tillstånd**

#### **Framtida kartan**

Förberedelser för den framtida kartläggningen gjordes med fallföretagets expert inom värdeflödesanalys. Här gick steg för steg igenom för hur tillvägagångssättet var och hur detta skulle anpassas till den befintliga produktionen. Vid kartläggning av det framtida flödet är det viktigt att de genomförda förbättringar görs för att förenkla i processer, att kontrollera och övervaka samt att det ska förstås av alla parter som är involverade (Bellgran & Säfsten 2005). Eftersom det är viktigt att alla involverade ska förstå förbättringarna, planerades en workshop upp. En kallelse skickades ut till de som medverkat under kartläggningen för nutidskartan. För att säkerställa att all kompetens fanns på plats, kompletterades deltagarlistan med teamleader för produktionen, med PSS (Portfolio sales support) samt med Product and Quality Engineer. Dessa nyckelpersoner skulle även senare i processen vara lättillgängliga för vidare frågor för ökad förståelse i arbetet. Workshopen inleddes med en beskrivning över agendan och syftet med den. Här beskrevs vad som hade framkommit av nulägeskartan samt att förbättringarna skulle kunna genomföras inom ett halvår. Detta är en vanlig tidsbegränsning som företaget använder sig av vid förbättringsarbete.

Vid kartläggning av det framtida tillståndet inkluderar det att identifiera Muda och rita upp en kartläggning för önskad produktion. Då den framtida kartläggningen gjordes, togs identifierat slöseri bort från flödet (Serrano, Ochoa, Castro 2008). Detta gjordes genom att omvandla alla problem som upptäcktes vid nulägeskartan till förbättringsförslag.

Här gjordes även en tabell med fördelar och nackdelar på tavla, över om ett gemensamt flöde var aktuellt eller om det skulle vara två separata flöden, se tabell 3.

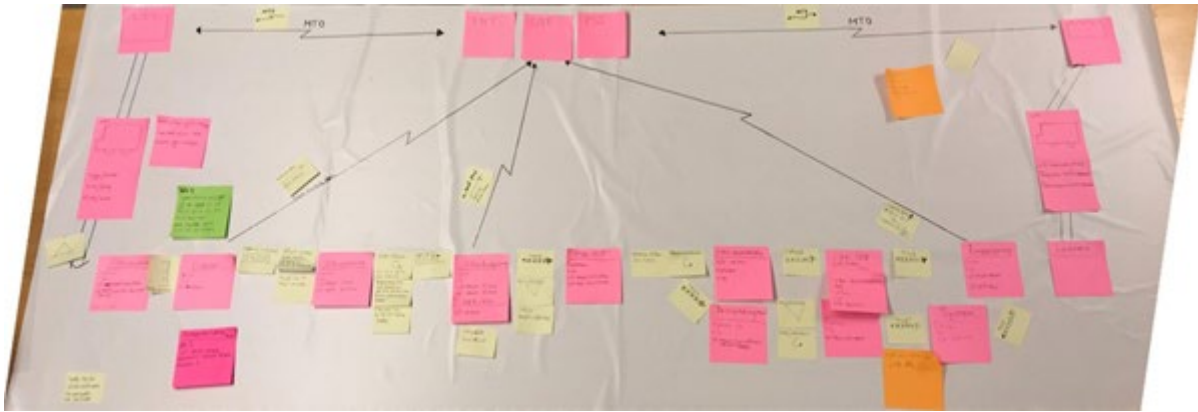
Tabell 3 Fördelar och nackdelar

Eget flöde		Gemensamt flöde	
Fördelar	Nackdelar	Fördelar	Nackdelar
Krockar ej på PIM	Osäkert om rätt produkt kommer ut först (fel prioritering)	Ger bättre kompetens	Rörigt, lätt att blanda ihop
Kortare ledtid	Blir dyrare	Ger bättre utnyttjandegrad	Trångt med vagnar
Ger bättre översikt och kontroll	Krävs mer personal	Blir billigare	Flaskhalsar uppstår vid CBN-test och PIM
	Fler testplatser		Mer yta

Ett beslut togs om att det skulle vara ett gemensamt flöde, baserat på prognoser för order på MLLH Split, leveranshistorik för MLLH, samt fördelar och nackdelar. Detta bestämdes med föresatsen att det ska genomföras inom ett halvår. Kunskap om flödets nuvarande kapacitet vägdes också in i beslutet.

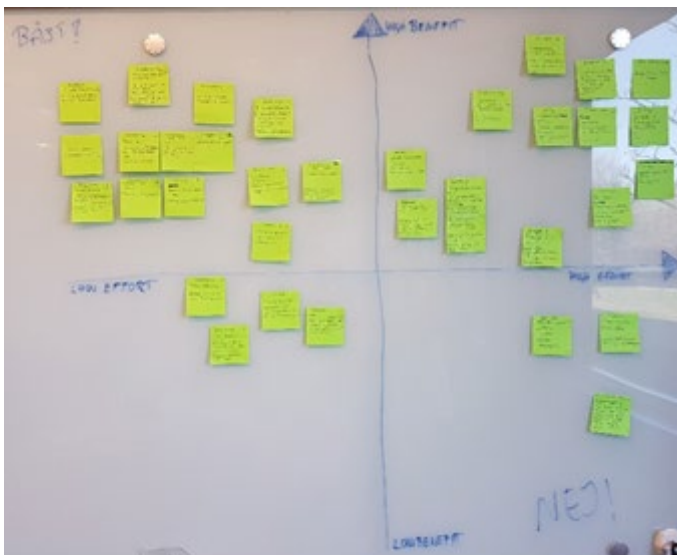
De riktlinjer inom Lean som kan användas för att göra en framtida kartläggning är att ta fram en Taktid. Där Taktiden är mindre än cykeltiden, finns det en potentiell flaskhals. När detta sker, bildas köer (Ion, Ionel & Georgiana 2012). Kontinuerligt flöde ska finnas där det är möjligt. Där ett kontinuerligt flöde inte är möjligt kan ett dragande system användas. Med ett Heijunka-system kan en hantering av variation av produkter och volymer göras. Hela processen ska förbättras i form av arbetsmetoder, cykeltid, ställtid och underhåll (Serrano, Ochoa, Castro 2008). Genom att gå igenom dessa riktlinjer innan förslag på förbättringar genomfördes under workshopen var deltagarna medvetna om dessa riktlinjer.

Den framtida kartan gjordes gemensamt med personalen på Ericsson. Detta innebar att kartan blev en kombination av deras tankar och författarnas tankar. Bilden nedan visar den ritade framtida kartan. Se figur 6. Att författarna till denna studie var delaktiga, går dock emot rekommendationerna från Serrano et al. (2008) där det framkommer att leanimplementörer inte bör påverka gruppens beslut. Vid den framtida kartläggningen var leanimplementörerna dock tvungna att till viss del påverka för att kunna få fram ett resultat. Eftersom sammansättningen av gruppen förändrades under dagens gång, på grund av att gruppens medlemmar även hade andra åtaganden. Detta hade eventuellt kunnat undvikas om tillfället för kartläggningen hade bokats med mer framförhållning.



Figur 6 Handritad framtida karta

För att sortera de förbättringsförslag som kom fram under workshopen gjordes en Pick-Chart tillsammans med de deltagande, se figur 7. En Pick-Chart består av fyra fält där de avvikelser som upptäckts, ska delas upp i. Fälten är indelade i effekt på verksamhetens mål om förbättringen skulle genomföras och vilken insats i tid och pengar som skulle krävas för att genomföra förbättringen (Petersson et al. 2015).



Figur 7 Pick-Chart för förbättringsförslag

Efter att en Pick-chart tagits fram, utsågs ansvariga för varje förbättring. Dessa förbättringar skulle vara genomförbara inom ett halvår. Därefter samlades och grupperades problemen för att på ett enklare sätt förmedla de övergripande problemen.

### 3.6 Källkritik

Vid litteratursökningen användes Bibliotekets söktjänst Primo vid högskolan i Borås samt Google scholar. Sökningarna här sorterades genom att sätta önskemål på att litteraturen skulle vara Peer reviewed, Journal articles samt att de inte skulle vara publicerade innan år 2000.

Dock är vissa källor äldre men slutsatsen drogs att dessa artiklar innehöll relevant information. De sökord som användes i Primo var “Value Stream Mapping”, “Value Stream Analysis”, “Lean”, “Layout”(linear, functional),” TOC” och “5S”.

För att säkerställa litteraturens trovärdighet har enbart artiklar som är Peer reviewed använts. Ett fåtal författare skulle frivilligt gå igenom processen att få sin artikel Peer reviewed. Peer reviewed innebär att artikeln granskas av sakkunniga inom samma ämnesområde som artikeln behandlar. Detta är ett sätt att bestämma vilka artiklar som ska publiceras som vetenskapliga. Peer reviewed är den ända kvalitetskontrollen som finns tillgänglig inom vetenskaplig publicering. Metoden kan dock inte användas för att upptäcka plagiat eller forskningsbedrägeri. Då artikeln håller hög kvalitet ifrån början, finns även risken att den tid och de kostnader som läggs ner blir för höga i förhållande till värdet som tillförts artikeln. De personer som granskar artikeln är anonyma. En bra granskning av vetenskapliga artiklar innebär att den som granskar upptäcker brister i argumentation, svagheter i motivationer för att utföra studien, teoretiska begränsningar av tillvägagångsättet, konflikter mellan metod och analyser och slutsatser som inte baseras på insamlade data och inte svarar på de ursprungliga hypoteserna som ställts (Kreiman 2016). Genom att enbart använda artiklar som är Peer reviewed, säkerställs alltså att artiklarna är granskade av sakkunniga inom ämnet och att artikeln gått igenom en långvarig process för att säkerställa författarens trovärdighet samt artikelns relevans.

De böcker som har använts anses vara passande för studien eftersom de baseras på litteratur som är vetenskapliga inom sina ämnesområden. Många av böckerna används även som kurslitteratur på högskolenivå vilket ökar böckernas trovärdighet.

Då det har bedömts att vissa påståenden behöver fler källor har olika källor inom samma ämnesområde jämförts med varandra. Detta för att avgöra om källorna ger samma bild angående påståendet. Detta helst oberoende av varandra och utan hänvisning till varandra.

## 4. FALLSTUDIE

*I detta kapitel kommer en beskrivning av fallföretaget att presenteras. Vilka teorier som företaget applicerat på dess produktion samt vilka produkter som studien baseras på. Empirin som presenteras har sin grund i de arbete som utförts, i samband med värdeflödeskartläggningen på företaget.*

### 4.1 Ericsson AB, Supply Site Borås

Ericssonkoncernen består av Telefonaktiebolaget LM Ericsson med dotterbolag, där Ericsson AB är ett av dem. Ericsson AB är ett svenskt telekommunikationsföretag med internationell inriktning (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019) som tillhandahåller kommunikationsteknik och tillhörande tjänster. Huvudkontor är beläget i Stockholm (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019) och företaget grundades av Lars Magnus Ericsson 1872 (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019) Största konkurrenterna är Nokia och Huawei (Ericssonanställd)

Siten i Borås tillverkar radiolänkar för mobilkommunikation så kallade MINI-LINK. Dessa används för att trådlöst transportera röst och data i de fasta och mobila näten. På siten utförs montering, konfiguration och test för MINI-LINK Long Haul och IT / Cloud-lösningar. Även Test och verifiering av framtida mikrovågsprototyper utförs. Ett renrum finns för Heavy wire bonding och avancerad maskinlödning av kretskort. Det utförs även kalibrering av testutrustning och fixturer. Här finns också MINI-LINK Radio Reparationscenter (Ericsson AB 2017). Produkterna som tillverkas är helt kundanpassade och tillverkas mot kundorder. Företaget arbetar mot en prioriteringspolicy där säkerhet är högst prioriterad, därefter kvalitet, leverans och ekonomi.

#### Leanmognad i företaget

Företaget har arbetat med olika förbättringsmetoder sedan 90-talet, bland annat med 5S och visualisering. År 2005 infördes Lean production (Ericsson AB 2017) och 2006 började företaget officiellt att arbeta med Ericsson Production System (EPS). EPS är Ericsson egna variant av Lean och består av ett sätt att tänka, ett sätt att arbeta samt företagets värderingar. Företaget arbetar även med Sex Sigma och Agile (Janbrink 2014).

### 4.2 Produkter

Long haul är mikrovågslösningar för att leverera hög kapacitet över relativt långa avstånd, ofta i avlägsna områden där mikrovågor är det enda genomförbara alternativet (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019).

MINI-LINK Long Haul är stamprodukten i den ledande MINI-LINK-produktfamiljen i fyra till tretton gigahertzband.

MINI-LINK LH är ett flexibelt system som kan levereras på flera olika sätt. Varje system är mer eller mindre unikt och är skräddarsydd för att uppfylla kundens specifika behov. Vid

leverans är systemen redan konfigurerade och testade för att garantera att alla delar fungerar tillsammans. Fem olika utföranden i konstruktion inom produktfamiljen är tillgängliga, beroende på kapacitet och tillgängligt utrymme på plats. (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019)

I detta arbete fokuseras det dock på två av konstruktionsutförandena, underprodukterna MINI-LINK LH och MINI-LINK LH Split.

## **MINI-LINK LH**

Produkten MINI-LINK LH, se figur 8. Alla system är utrustade med en eller två kassetter med två, sex eller tjugo platser för kort. Kassetterna är installerade i rack. Inomhusenheten har en höjd på 1,8 meter eller 2,2 meter. Systemen kan levereras med allt från en kanal med tio megahertz (MHz) bandbredd upp till sexton kanaler med 56 eller 60 MHz kanalbandbredd, detta ger en kapacitet på 6 gigabits per sekund (Gbps) över ett långt avstånd (Ericsson AB 2017).



*Figur 8 MINI-LINK LH (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019)*

## **MINI-LINK LH Split**

Är det senaste tillskottet i produktfamiljen och har egenskaperna att kunna sända upp till fyra gigabits per sekund över en antenn, se figur 9. Upp till åtta kanaler som ger en kapacitet på 3 Gbps. Produkten anges vara en lättviktsinstallation. Den är lättare att installera, har en betydligt mindre inomhusenhet och ingen vägledare behöver dras från marken upp till antennen i masten. (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019)

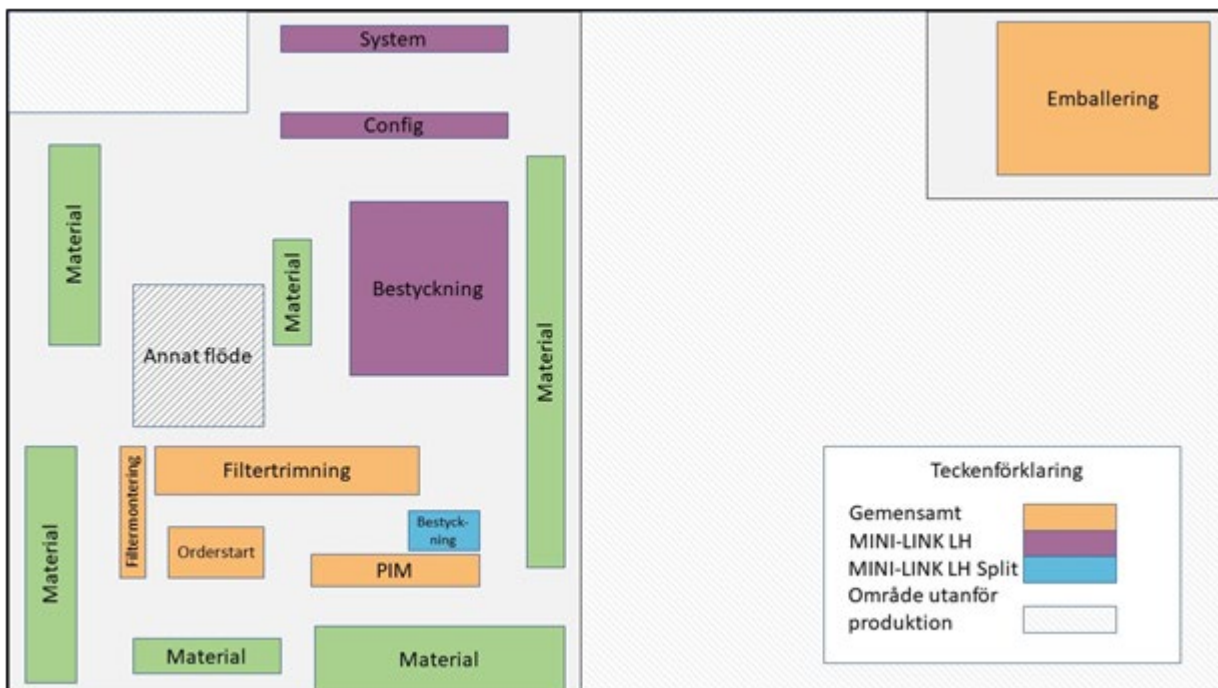


*Figur 9 MINI-LINK LH Split (Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2019)*

### 4.3 Produktionslayout

Ericsson har i dagsläget byggt upp produktionsflödet enligt en funktionell verkstad eller också benämnt, funktionell layout. För att se om den funktionella layouten är uppbyggd på ett optimalt sätt, dels utifrån ett cykeltidsperspektiv men också ur ett kostnads- och kvalitetsperspektiv, går det att analysera flödet för att se om det finns slöseri som går att minimera eller till och med eliminera. Detta kommer att undersökas vidare.

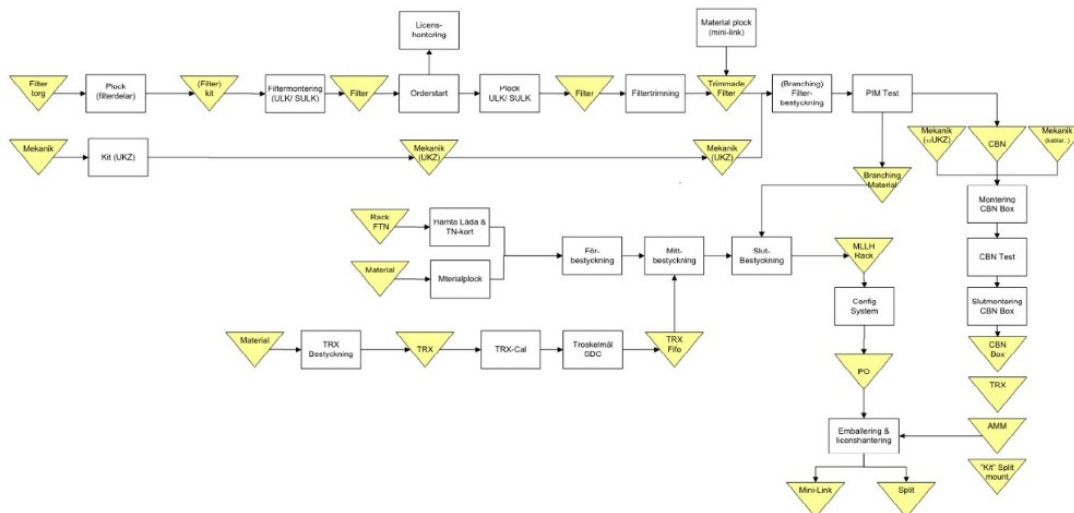
Nedan visas den nuvarande produktionslayouten. Färgerna symboliserar vilken produkt som berör respektive arbetsstation, se figur 10.



Figur 10 Layout nuvarande produktionsflöde

### 4.4 Produktionsflödet

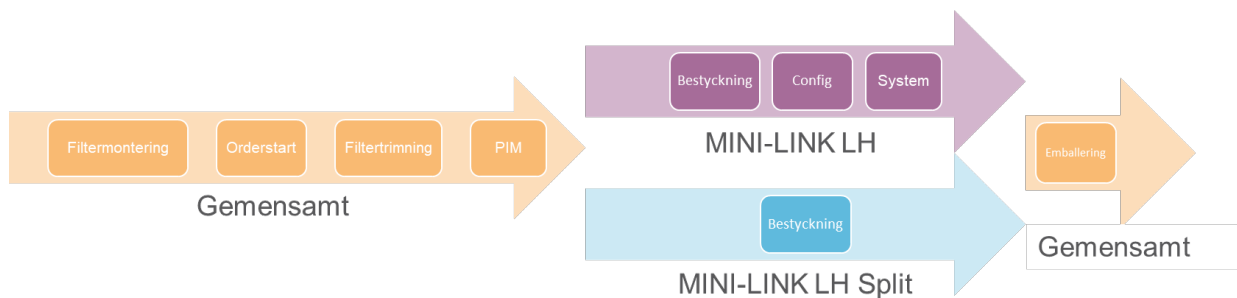
Fallföretaget har en lågvolymsproduktion med hög variation i dess produktutförande. Företaget strävar mot att få ett kontinuerligt flöde för att kunna applicera Lean-principer. Men eftersom produkterna är så pass dynamiska är det mer av ett enstycksflöde. Nedan beskrivs produktionsprocessen i ett flödesschema, se figur 11.



Figur 11 Flödesschema för produktionen

### De olika arbetsstationerna i flödet

Processtegen skiljer sig något i utförandet mellan produkterna, men utförs delvis vid samma arbetsstationer. Nedan visas en visualisering av arbetsstationerna i flödet, se figur 12, samt beskrivning av dessa, se tabell 4 och tabell 5.



Figur 12 produktionsflöde

## Flöde för MINI-LINK LH

Tabell 4 Arbetsstationer i gemensamma flödet

Arbetsstation	Beskrivning
<b>1. Filtermontering</b>	Här plockas passiva filter, för att sedan monteras ihop.
<b>2. Orderstart</b>	Produktionsordern startas och material för att trimma filter hämtas.
<b>3. Filtertrimning</b>	Filtren trimmas in till rätt frekvens för respektive kundorder.
<b>4. PIM</b>	De trimmade filtren byggs ihop till en filterenhet som testas.
<b>5. Bestyckning</b>	Filterenhet tillsammans med andra komponenter monteras i rack till en enhet (hopp), där två hopp bildar ett system.
<b>6. Config</b>	Systemen konfigureras.
<b>7. System</b>	Systemen testas och en kundkonfiguration utförs.
<b>8. Emballering</b>	Systemen packas i kistor för leverans

## Flöde för MINI-LINK LH Split

Tabell 5 Arbetsstationer i gemensamma flödet

Arbetsstation	Beskrivning
<b>1. Filtermontering</b>	Här plockas passiva filter, för att sedan monteras ihop.
<b>2. Orderstart</b>	Produktionsordern startas och material för att trimma filter hämtas.
<b>3. Filtertrimning</b>	Filtren trimmas in till rätt frekvens för respektive kundorder.
<b>4. PIM</b>	De trimmade filtren byggs ihop till en filterenhet som testas.
<b>5. Bestyckning</b>	Filterenheten monteras inuti en metallbox (CBN-box) som är själva ytterskalet på produkten. Ett test genomförs och därefter monteras boxen ihop.
<b>8. Emballering</b>	Den färdiga produkten packas i låda tillsammans med ytterligare installationsmaterial.

### 4.5 Arbetstid

Ericsson har i dagsläget en arbetstid som innefattar ett skift med fem arbetsdagar i veckan. Ett skift är åtta timmar med 30 minuters avdrag för betald rast. Arbetstiden används för att beräkna produktionens kapacitet i nuläget, där även en procentsats för den mänskliga faktorn räknas med. Här ska även sådant som mötestid, underhåll och drifttid ingå.

### 4.6 Produktionsstyrning och planering

Ericssons produktion är som tidigare nämnt en MTO produktion, det vill säga produktion mot kundefterfrågan och därmed kundorderstyrd. Detta gör att företaget måste sätta upp en leddid,

baserad på den kapacitet som är tillgänglig. Denna ledtid och kapacitet innefattar inte bara produktionsledtiden, utan även den tid det tar att bestämma och definiera hur produkten skall byggas upp på detaljnivå och därefter köpa in det material som krävs för att bygga produkten. Eftersom MINI-LINK LH-familjen är en samling dynamiska produkter och då också medför ett mer komplext flöde, gör detta också att ledtiden blir längre. Ericsson har ändå lyckats optimera flödet, för att möta den kundefterfrågan som finns och stå konkurrenskraftiga på marknaden, trots dess komplexitet.

## 5. RESULTAT OCH ANALYS

*I detta avsnitt kommer de resultat som har kommit fram av värdeflödeskartläggningen presenteras, beskrivas och analyseras. Resultaten kan stödjas med de teorier som behandlats i avsnitt 2.*

### 5.1 Lean filosofi

Utifrån de förutsättningar som råder i företaget är möjligheten till användandet av Lean filosofin god. Dock är det svårt att använda de metoder som finns inom Lean i ett komplext flöde. Fallföretaget har då hittat andra vägar att gå med en företagsanpassad variant av Lean. Fallföretaget har skapat en kultur bland de anställda som innebär att ständiga förbättringar genomförs. Det är viktigt att de förbättringar som görs, är för att förenkla i de processer som finns, att kontrollera och övervaka samt att kunna bli förstådd av alla parter som är involverade. Detta stämmer bra in på fallföretagets sätt att arbeta med Lean då operatörer, produktionstekniker och chefer samarbetar runt vilka förbättringar som bör göras genom dagliga morgonmöten och EPS-möten.

Fallföretaget arbetar utifrån en MTO-strategi. Detta kan ses tydligt då tillverkningsförberedelser, materialanskaffning samt tillverkningen styrs av erhållna kundorder. Kundorderpunkten i fallföretagets produktionssystem ligger högre upp i flödet, redan från beställning av material. Fallföretaget minskar på så vis det bundna kapital, detta eftersom bundet kapital till största del brukar bestå av PIA och förråd av komponenter vid tillverkning men även färdiga produkter. MTO-strategin förhindrar denna kapitalbindning. Strategin gör det även möjligt för fallföretaget att tillverka kundspecifika produkter vilket ökar kundvärdet. Dock ökar ledtiden från kundorder till leverans då MTO används, eftersom inga färdiga produkter finns i lager. Detta minimerar dock det största av slöseri inom Lean, nämligen överproduktion. Genomloppstiden för produkten i fallföretaget är kortare än den utlovade leveranstiden och detta innebär att kundorderpunkten kan ligga högt upp i flödet. Då kundorderpunkten ligger högt upp i flödet reduceras även överproduktion vilket minskar tillverkningskostnaderna som gör att företaget kan erbjuda bättre kvalitet till en så låg kostnad som möjligt, som är huvudprincipen inom Lean-filosofin.

### 5.2 Nuläge

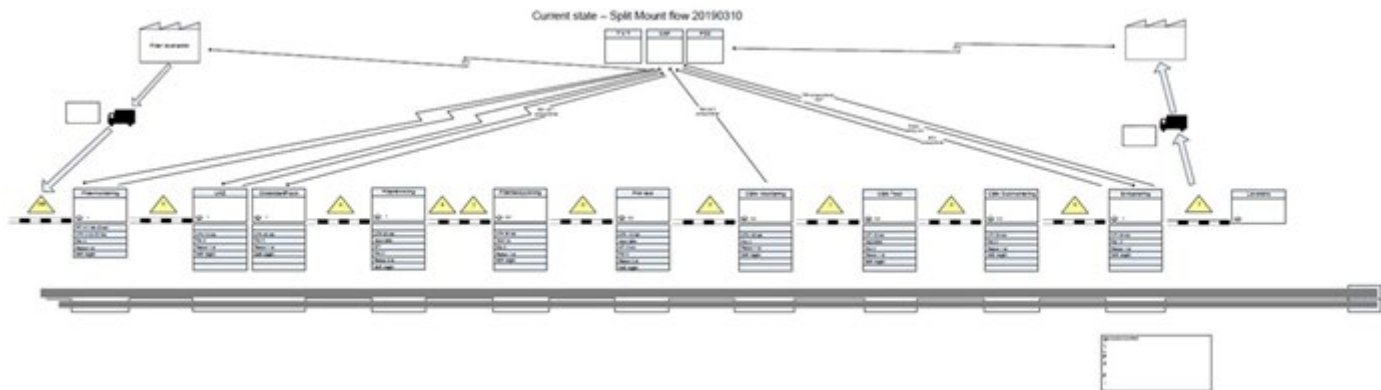
I intervjuer som gjordes med personal kopplad till produktionen, framkom följande tankar om det nuvarande flödet för MINI-LINK LH Split:

Som nyproduktion fungerar det, men det finns en del arbete som återstår. Bland annat behöver rutiner runt orderstart ses över och nya arbetsbeskrivningar rörande detta behöver skrivas. Volymerna anses ännu inte vara tillräckliga för att kunna säga vad som är bra och dåligt. Allt som behövs är inte framtaget, utrustning och verktyg saknas. Även stöd för sekvensfiler saknas och Stödsystem är inte fullt utvecklat ännu. Processen är inte satt, det är en osäker produktion.



## Nulägeskarta för MINI-LINK LH Split

En översikt av den resulterande värdeflödeskartan över nuläget visas i figur 14.



Figur 14 Översikt över värdeflödeskartan av nuläget för MINI-LINK LH Split

## 5.3 Framtid

### 5.3.1 Intervjuer

I intervjuer som gjordes med personal kopplad till produktionen framkom följande tankar och förslag om ett framtida flöde:

Flera av respondenterna menar att det är beroende på hur volymerna kommer att se ut i den närmaste framtiden som besluten om delat eller gemensamt flöde lämpar sig bäst. Förslag var att till en början ha ett flöde som är gemensamt för produkterna fram till PIM-stationen och därefter dela flödena. Det är på detta sätt flödet i stora hela ser ut idag. Vinsten med ett sådant flöde är att nyttjandegraden av platserna blir högre, eftersom den totala volymen då blir högre. Det är dessutom förmodligen inte lönsamt att ha separata flöden ännu och det finns mycket som går att göra, till exempel kan produktmixen läggas upp annorlunda. Längre fram i tiden när volymerna ökat och investeringar i nya platser blir nödvändiga kan flödena vara separata. Operatörerna blir då bättre på det dom gör eftersom arbetet blir mer repetitivt, då variationen i arbetsmomenten blir mindre. Andra positiva effekter av separata flöden som respondenterna framhöll var att det då blir mer lättöverskådligt hur produkterna flödar och tydligt för både personal, kunder och besökare.

Vid gemensamt flöde fanns det tankar om att det då krävs mer utbildning av personal eftersom det då behövs ett större kunnande. Det krävs mer noggrannhet i ett gemensamt flöde, det kan bli stökigt med gemensamt flöde vid en volymökning, samt att det finns en risk för nyttjandet av instrumenten prioriteras fel. Positiva tankar om ett gemensamt flöde av att det ger större möjlighet till att styra och att det innebär att operatörerna kan fler produkter.

Förslag på förbättringar som framkom i intervjuerna var att arbeta för att få till ett bättre flöde genom produktionen och på något sätt begränsa hur mycket som trycks ut i flödet, ett mer dragande flöde. Att införa två-skift var ett annat förslag, men att det finns nackdelar med två-

skift. "Det blir lätt en dom och vi känsla. Vid arbete i ett skift, arbetar alla mot samma mål gemensamt". Ytterligare förslag var att införa så kallad bemanningstrappa som anger hur många operatörer det ska vara vid varje plats vid olika volymer eller att införa skift där det endast är några få som arbetar i ett andra skift för att arbeta undan material fortare och på då vis få ett bättre flöde på dagen. Även förslag på kanbansystem, maxbuffertar, mer systemstöd och önskan om ett ökat Lean-tänk framkom i intervjuerna.

Tankar från intervjuerna som stod ut från övriga var att separata flöden skulle vara att föredra eftersom det är en ny produkt och det då underlättar att mäta tider med mera för att hitta nya lösningar som kan öka effektiviteten framöver. Separata flöden angavs också vara en fördel för att kunna dra nytta av de gamla lösningarna utan att behöva ärva dem. Vid ett gemensamt flöde finns risken att det nya byggs in i det gamla och blir sedan svårt att ändra eftersom instrumenten som används är dyra. Är valet separata flöden från början går det alltid att bygga in dem igen senare.

### **5.3.2 Förbättringsförslag**

Genomförs förbättringsförslagen som fastställdes vid den framtida kartläggningen, se bilaga 4, påverkas följande processteg:

#### ***Filtermontering***

Här går det att tillämpa Lean-principen 5S genom att i FIFU sortera filter i frekvensordning och på så sätt få det mer strukturerat. Denna förbättring beräknas korta ned cykeltiden med 2 minuter.

#### ***Orderstart***

Tidigare var det bestämt att användaren var tvungen att logga ut och göra en omstart på datorn dagligen, på grund av säkerhetsskäl och uppdateringar. Det medförde att alla varianter på etikettutskrifter behövde läggas upp på nytt. Detta moment var tidskrävande och ansågs vara icke värdeskapande och onödigt, då det inte ökade säkerheten. Här togs beslutet om att enbart låsa datorn vid inaktivitet och att omstart sker varje fredag, en gång i veckan. Detta lösningsförslag kom fram genom att använda verktyget fem varför.

Genom att besluta att operatören inte längre behöver kontrollera material mot plocklistan innan produktionsorderstart, utan istället lita på systemet minskas cykeltiden med 2 minuter. Detta problem kunde kopplas till sju slöseri, onödiga processer.

Genom att skapa ett nytt program för automatiska utskrifter av etiketter, minskas cykeltiden vid orderstart med 8 minuter, men då kommer samtidigt vinsten från att låsa datorn minskas. Detta ger en total reduktion av cykeltiden med 8 minuter.

Ett annat problem som personalen upplevde vid denna arbetsstation var platsbrist. Denna platsbrist visade sig bero på flera olika saker. Vagnar för CBN-boxen och tillbehör till denna tog upp onödigt plats, eftersom denna behövde vara kittad för att kunna starta ny

produktionsorder. Lösningen till detta är att i framtiden ändra Routingen, så att detta material dras i SAP först vid bestyckningen då materialet behövs. Denna förbättring kan kopplas till Seition i 5S-verktyget eftersom frågor som vem, var, hur och varför kunde ställas då kittningen flyttades till bestyckningen. En annan orsak till platsbristen framkom när framtidskartan skapades. Vid Orderstart startades produktionsorder utan att resten av produktionsflödet hann med. Det uppstår då ett tryckande system, som skapar oordning och platsbrist vid arbetsstationer längre ner i flödet. Här kan problemet lösas med att införa ett dragande system, då orderstarten skulle synkas med resten av produktionen nedströms. Material för kittning av MLLH Split får inte plats i produktionshallen, utan lagerhålls i annan hall. Förbättringsförslag är en layoutändring där materialet får plats inne i produktionshallen där produktion sker.

### ***Filtertrimning***

Ett problem som framkom vid förbättringsarbetet var att arbetet här var monotont och statiskt. Ett statiskt arbete som utförs länge kan ge personskador och leda till sjukskrivningar. Detta kan dels medföra lidande för den enskilde, men kan även påverka produktionen negativt, eftersom det är ett kompetenskrävande processteg. Inga sjukskrivningar har hittills varit orsakade av det statiska arbetet, men en förebyggande åtgärd bör införas då detta kan bli ett problem vid volymökning. Problemet kan lösas med standardiserat arbetssätt där rutiner för arbetsrotation införs.

### ***CBN-slutmontering***

Vid denna station saknas möjligheter till förvaring av monteringsmaterial i närhet av stationen. Förbättringsförslaget var att designa om monteringsvagnen för att rymma monteringsmaterial. Det finns i dagsläget endast en vagn för att montera MLLH Split på. Vid ökade produktionsvolymerna kan det bli aktuellt med ytterligare en vagn. Detta förbättringsförslag kan kopplas till Seiri, i 5S-verktyget, som syftar till att verktygen som finns skall vara lättillgängliga.

### ***Bestyckning***

Det händer att det blir fel i systemdokument vid kundorder som är non-standard, eftersom det är en mänsklig faktor som måste upprätta dessa dokument. PSS Jobbar på att säkra detta. Lösningen på detta problem är att försöka få kunderna att välja standard på sin beställning istället, eftersom denna genereras av en konfigurator. När non-standard ändå väljs, fanns det förslag på att båda personerna som arbetar med dessa skulle kontrollläsa varandras dokument för att inte felet skulle ta sig till produktion. Kapacitet för att kunna genomföra detta finns ej. Det tar kortare tid att upptäcka felet ute i produktionen och därefter korrigera felet. Om PSS gör detta skulle bara problemet flyttas från produktionen till PSS där det dessutom tar längre tid att åtgärda. Om inga order med non-standard finns och därmed problemen avhjälpas, minskar cykeltiden med 20 minuter. Dock reduceras denna tid med 1 minut till 19 minuter när felutpekning blir tydligare.

Eftersom problemet är allvarligt när det händer, men enligt uppgift inträffar sällan, är frågan om detta problem kan åtgärdas i förhållande till hur verkligheten ser ut. Att enbart standardorder

kommer att beställas från kund kommer förmodligen aldrig att inträffa och då kvarstår problemet. Detta verkar vara det enda sätt att få bukt med problemet utan att suboptimera.

För MLLH vid denna station händer det att material till MLLH-flödet dras i SAP redan vid produktionsorderstart, när det egentligen ska dras först vid bestyckningen. Detta gör att det blir fel saldo i SAP vid bestyckningen, eftersom material redan dragits i SAP. Detta skapar förvirring och merarbete för operatörerna vid denna station. Lösningen för detta är att se över routingen.

### ***Config***

Ett förbättringsförslag vid denna station var att det skulle gå att sätta krav på PASS (godkänd vid test). Enheter som inte godkänts vid test kan i nuläget passera och hamna vid bestyckning för att monteras i rack. När de kommer till system, visar enheten att den inte godkänts i test och måste då demonteras från racket. Förbättringsförslaget kan reducera cykeltiden med 30 minuter. Som tidigare nämnt förloras 1 minut vid bestyckningen då felutpekning blir tydligare.

### ***Emballering***

Förbättringsförslag för denna station handlade bland annat om nya arbetsrutiner samt att förbättra kommunikationen med förrådspersonalen. Här kan förrådspersonalen lyfta ned kistor för emballeringspersonalen att packa i, som annars står staplade och kräver truck, samt truckkort. Ny layout möjliggör att kistorna får plats nära emballeringen. Förbättringsåtgärderna reducerar cykeltiden med 5 minuter.

Emballeringsytan upplevs vara trång och otydlig. Förbättringsförslagen var då även att strukturera och märka upp ytor i hela packdelen. Detta inkluderar att märka upp ytor för färdiga produkter som ska packas samt tomma vagnar som ska tillbaka in till produktionshallen enligt 5S-vertyget Seition, att använda arbetsplatsen ekonomiskt. Detta bör göras vid en volymökning. Standardiserat arbetssätt är applicerbart på problemet, eftersom alla i personalen bör arbeta på samma sätt. Exempelvis ska samtliga vagnar stå på ett och samma ställe.

Vidare fanns problem med programmet för spårbarhet på produkter där webbläsaren inte fungerade som önskat, vilket skapar merarbete för emballeringspersonalen. Lösningförslaget som togs fram under kartläggningen var att produktionstekniker skulle lösa problemet.

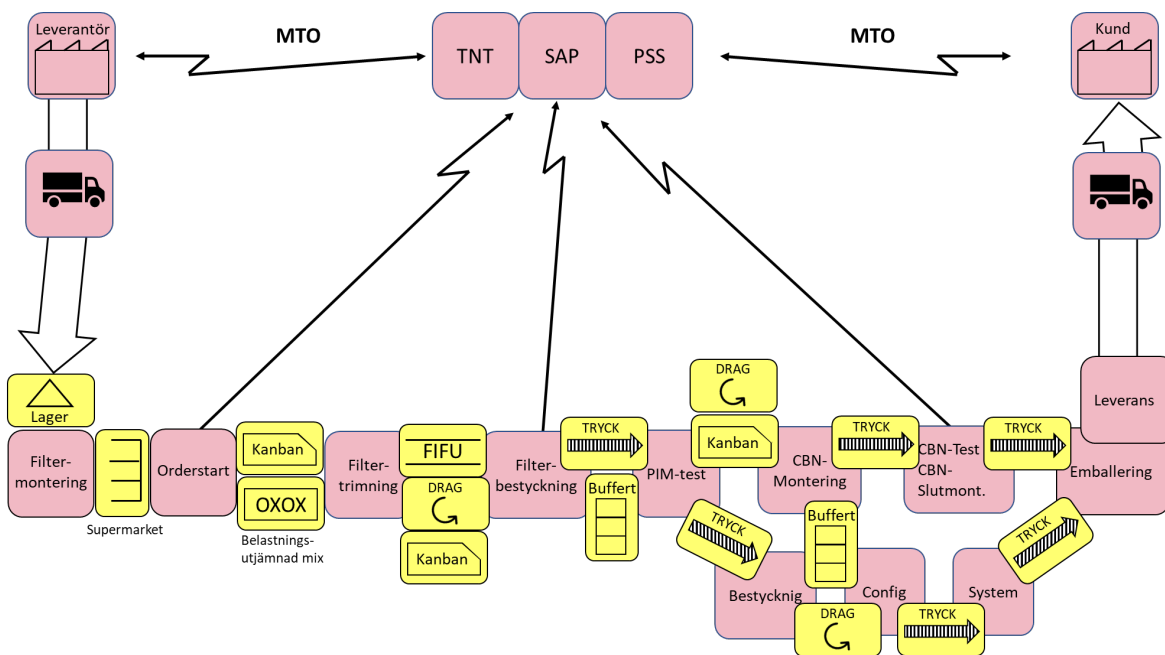
Ett arbetsmiljöproblem som framkom var att det saknades lyfthjälpmedel vid packning av MLLH Split, där den lyfts manuellt från vagn ner i packlåda. Detta är ett tungt lyft som kan påverka hälsan negativt. Standardiserade arbetssätt kan här användas för att personal skall lyfta så ergonomiskt som möjligt samt att ett lyfthjälpmedel bör införskaffas för att inte personskador och sjukskrivningar ska uppstå. Ett annat arbetsmiljöproblem som uppdagades vid kartläggningen var att emballeringspersonal hämtar komponenter till emballeringen på höga nivåer utan truck, på grund av platsbrist. Förbättringsförslaget för problemet var att kommunicera med förrådspersonalen om att de ska ändra ordningen, där de tunga komponenterna istället ska stå på golvet. Nya rutiner om detta behövs, samt översyn av layout.

Det är viktigt att åtgärda då det är en säkerhetsrisk vid manuella lyft av tunga komponenter från hög höjd.

Genom att införa standardiserat arbetssätt går det att lösa problemet där rutiner blir tydliga och genomförs. Slöseriet onödiga rörelser kan kopplas till att personalen hittills inte haft lyfthjälpmiddel.

### 5.3.3 Framtidskartan

I kartläggningen för det framtida läget, togs det beslut om att det skulle vara ett gemensamt flöde, dels baserat på prognoser för order på MINI-LINK Split. Se figur 15.



Figur 15 Framtida kartan

#### Förklaring till framtida kartan

##### **Filtermontering och Orderstart**

En supermarket placerades mellan stationerna för att begränsa antal för de olika frekvenserna. Eftersom ordersläpp inte har någon direkt koppling till orderstarten i produktionen, går det att förmontera även fast det inte är tänkt så. Detta gör att bufferten mellan stationerna har kunnat fyllas upp snabbare än vad orderstart jobbar. Därför valdes att sätta en supermarket här för att begränsa filtermonteringen att montera för mycket och binda kapital.

##### **Orderstart och Filtertrimning**

Mellan dessa stationer placerades en maxbuffert och belastningsutjämnad mix. Belastningsutjämnad mix valdes eftersom olika frekvenser tar olika lång tid att trimma. Maxbuffert valdes för att begränsa start av fler produktionsorder än nödvändigt, visuellt blir det

trångt. Ett förslag på detta är att ha exempelvis tre tydligt uppmärkta platser för vagnar till filtertrimning. Är dessa platser upptagna, skall inte fler order startas.

### ***Filtertrimning och Filterbestyckning***

Ett FIFU placerades för att produkterna ska förädlas i rätt ordning. Detta FIFU ska även fungera som en begränsad buffert, för att operatörerna enbart ska trimma filter när det behövs. Detta skulle kunna genomföras genom att märka upp tydliga ytor på golvet där vagnar kan placeras i rad. Är samtliga av platserna upptagna, ska inga fler filter trimmas. Operatörer från filtertrimning skulle istället kunna hjälpa till vid annan del av flödet där behov finns, till exempel avlasta vid filterbestyckning. Filterbestyckningen ska hämta vagnar från filtertrimningen. Detta eftersom det kan bli trångt vid filtertrimningen och därav undvika att operatörer vid filtertrimningen kör bort vagnar till filterbestyckningen där de står i vägen och bildar kö. Filterbestyckningen hinner inte bearbeta produkterna i samma takt som filtertrimningen.

### ***Filterbestyckning och PIM-test***

Eftersom personalen upplever att PIM-test tar lång tid och är krävande, beslutades om att ha ett tryckande system framför för att öka bufferten. Detta för att kunna utnyttja stationens kapacitet maximalt. Detta beslut är märkligt eftersom filterbestyckningen tar längre tid än själva testet och därför bör buffert i så fall placeras framför filterbestyckningen för att kapaciteten ska kunna utnyttjas fullt ut. Som synes på kartan delar sig härefter flödet för MLLH och MLLH Split, där fokus ligger på MLLH Split.

### ***PIM-test och CBN-montering***

Det upplevs vara ont om plats vid denna arbetsstation, därför införs en maxbuffert som CBN-monteringen ska plocka ifrån. I kartan visualiseras detta med en symbol för dragande system. En begränsad buffert mellan dessa processteg borde ej vara nödvändig, då filterbestyckningen tar längre tid än PIM-test och CBN-monteringen. Det bör därför ej kunna bildas kö här, eftersom filterbestyckningen bromsar flödet. Anledningen till att operatörer ändå upplever att det är trångt vid platsen kan vara att den är placerad i anslutning till PIM-stationen som är en potentiell flaskhals och där vagnar placeras av operatörer vid filtertrimningen.

### ***CBN-montering och CBN-test/slutmontering***

Tryckande.

### ***CBN-test/slutmontering och Emballering***

Tryckande.

**Vidare beskrivs fortsättningen av flödet för MLLH:**

### ***PIM-test och Bestyckning***

Tryckande

### ***Bestyckning och Config***

Här har en maxbuffert och ett dragande system införts. En maxbuffert för att operatörer på bestyckning inte ska tycka enhet framåt och skapa oreda på Config. Samtidigt bör det finnas en buffert att ta av så Config och System är sysselsatta eftersom System är en eventuell flaskhals. Från bufferten till Config är det ett dragande system.

### ***Config och System***

Tryckande. Samma operatör sköter båda processtegen.

### ***System till Emballering***

Tryckande.

## **Kapacitetsberäkningar för framtida kartan**

### ***PIM-test***

Behovet för MLLH är lägre än kapaciteten och nyttjandegraden ligger på 34 procent av den möjliga kapaciteten. För MLLH Split på denna station är nyttjandegraden endast 20 procent av tillgänglig kapacitet. Vid samtal med personalen uppfattas PIM-platsen vara belastad. Det skulle kunna vara så att det är trångt vid platsen och att personalen därför upplever att det vore bra med ytterligare en plats. De vet dock att en ny PIM-plats är dyr. Dyra flaskhalsar åtgärdas i första hand genom andra lösningar, innan ny resurs införskaffas.

### ***PIM-plats (Filterbestyckning + PIM-test)***

PIM-test och filterbestyckning utförs vid samma arbetsstation.

Vid kapacitetuträkning för denna plats blir det tydligt att det inte är PIM-testet som är en potentiell flaskhals, utan själva filterbestyckningen som görs vid samma arbetsstation och av samma operatör. Det kan vara därför som denna plats upplevs som flaskhals av personalen. För MLLH utnyttjas den tillgängliga kapaciteten med 98,6 procent. För MLLH Split utnyttjas den tillgängliga kapaciteten med 80 procent. För MLLH kan platsen därför komma att bli en flaskhals, men i verkligheten är inte tanken att platserna ska vara dedikerade till var sin produkt, utan användas gemensamt för båda produkterna, då blir belastningen av arbetsstationen utjämnad. MLLH kommer att utnyttja arbetsstationerna med 52 procent och MLLH Split med 48 procent, utifrån leveranshistorik och prognoser. Kostnaden för en ny PIM-plats är 500 000 kr eftersom teststutrustningen är dyr.

Om en bänk införskaffas för filterbestyckning, för att ta bort belastning från PIM-platsen, skulle det kunna lösa problemet för operatörerna, då de skulle kännas som att det är lägre belastning på den stationen. Eftersom det går att testa ungefär tre färdigbestyckade enheter under tiden som det tar att bestycka en enhet och filterbestyckningen görs före test. Detta kräver eventuellt inte någon ytterligare operatör eftersom det vid behov skulle kunna flyttas operatörer till denna filterbestyckningsplats från andra stationer i flödet, förslagsvis från filtertrimningsplats. Det var därför en begränsad buffert placerades i framtida kartan.

### ***CBN-monteringsplats***

Eftersom behovet på denna station är tillfredsställt med en stycken CBN-monteringsplats som har en nyttjandegrad på 33 procent, blir detta ej en flaskhals med den prognos som finns för CBN-boxar. Produktionspersonalen ville dock ha två platser för framtida behov när den framtida kartan skapades, men som det ser ut finns inget behov för det. En CBN-monteringsplats består av bänk samt skruvdragare. Bänken finns redan, skruvdragare behöver köpas in för ca. 100 000. Förslag skulle kunna vara att lämna yta i layouten för en sådan plats, men att vänta med att införskaffa den. När sedan efterfrågan kräver ökad kapacitet kan en ny plats skapas.

### ***CBN-test och slutmontering***

Eftersom behovet på denna station är tillfredsställt med den kapacitet som är tillgänglig, blir detta ej en flaskhals med den prognosen som finns för CBN-boxar. Produktionspersonalen ville dock ha två platser för framtida behov när den framtida kartan skapades. Ur en ekonomisk synvinkel är detta ej lämpligt eftersom platsen endast utnyttjar 62 procent av sin möjliga kapacitet. Vid ökade volymer skulle ytterligare en plats (vagn) och operatör för slutmontering kunna införskaffas. CBN-test & slutmonteringsplats består av bänk samt teststation. Bänk finns redan, teststation behöver köpas in för ca. 500 000.

Förslag skulle kunna vara att lämna yta i layouten för en sådan plats, men att vänta med att införskaffa den. När sedan efterfrågan ökar kan en ny plats skapas.

### ***Bestyckning MLLH***

Vid ökade volymer skulle den här platsen kunna bli en kritisk resurs, eftersom cykeltiden är relativt lång. Vid kapacitetsberäkning framgår att platsen i dagsläget nyttjas till 86 procent av sin tillgängliga kapacitet. Vid ny layout bör yta för ytterligare plats lämnas om tro på större volymer finnes.

### ***System***

Denna station är svår och komplex att räkna på där beräkningarna baseras på uppskattningar gjorda av personal. Dessa uppskattningar anger hur många gånger per dag det går att starta ett nytt test. Eftersom behovet av MLLH är lägre än kapaciteten på denna station och nyttjandegraden ligger på 83 procent, blir inte denna plats en flaskhals. Behovet i kapacitetsberäkningen är baserad på tidigare leveranshistorik eftersom det inte finns prognoser för hela system, utan endast ingående delar. Då det inte är någon flaskhals, kommer det ej heller vara ekonomiskt försvarbart att investera i ytterligare en plats som skulle kosta över 2,5 miljoner kronor inom närmaste framtid, eftersom kapaciteten inte nyttjas fullt ut.

## **Lösningarna som togs fram i workshopen resulterade i tre stora förbättringskategorier**

### ***Hybridflöde***

Ett hybridflöde där både dragande och tryckande system ingår.

### ***Layout***

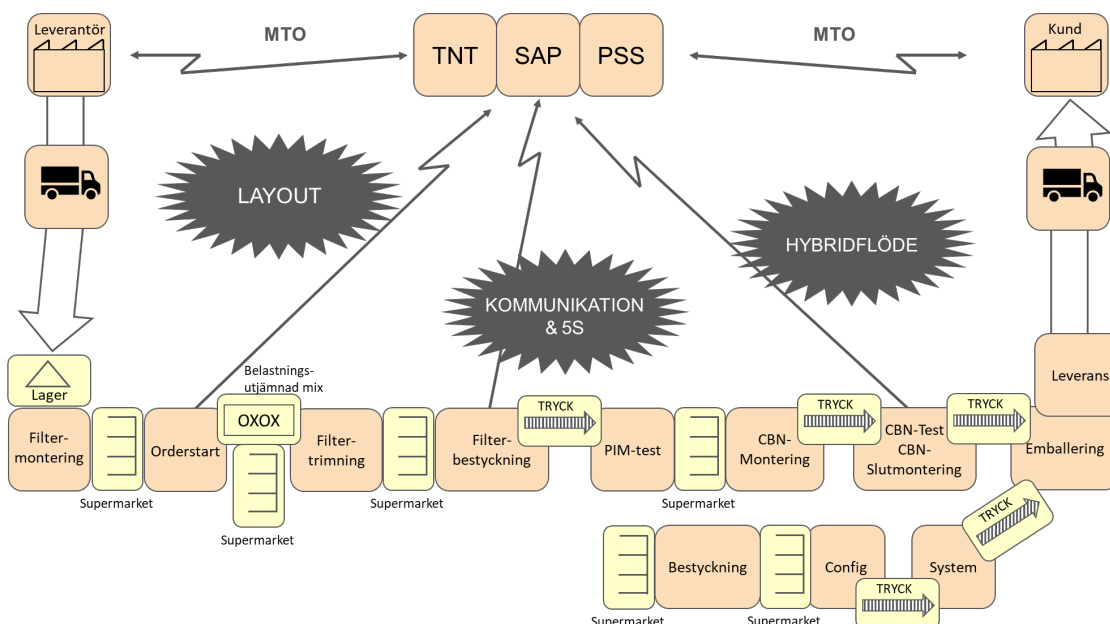
Layout behöver ses över och anpassas till nya produkten MLLH Split.

### ***Kommunikation och 5S arbetsrutiner (standardiserade arbetsätt)***

Ökad kommunikation mellan olika avdelningar. Öka förståelse för varför olika saker görs, till exempel systemdokument non-standard och öka förståelse mellan olika avdelningar, inkludera i EPS. Lyfthjälpmiddel för ökad säkerhet och tydlig uppmärkning av ytor.

### **5.3.4 Författarnas förslag till framtida karta**

Efter att kapacitetsberäkningar gjorts, ifrågasätter författarna den framtida kartan som togs fram på workshopen i kombination med egna iakttagelser. Nedan i figur 16 illustreras detta.



Figur 16 Författarnas framtida karta

### **Förklaring till karta**

#### ***Filtertrimning och filterbestyckning***

Från filtertrimning skapas ett tryck i en begränsad supermarket. Från supermarket plockar filterbestyckningen med ett dragande system. Filtertrimning fyller inte på supermarket, förrän det finns behov, alltså när det finns plats för det.

Mellan filtertrimning och filterbestyckning kommer ett hybridflöde att bildas. I anslutning till filtertrimningen kan en supermarket märkas upp på golvet och till supermarketbufferten kommer det vara ett tryckande system från filtertrimningen. Anledningen till detta är för att det ska bli trångt vid filtertrimningen och då visualiseras det för filtertrimningen att de inte ska producera mera. Vidare kommer det vara ett dragande system ut ifrån supermarketen till filterbestyckningen där operatören på denna station plockar det trimmade filtret. När en vagn är tom kan återigen filtertrimningen fylla på i den begränsade supermarketen. Rent teoretiskt bör en buffert, i detta fall supermarket, vara i nära anslutning till den potentiella flaskhalsen för att minska gångavstånd som tar tid från kritisk resurs. För detta flöde är dock visualisering

viktigare för att minimera köbildning, eftersom operatören vid produktionsorderstart annars tenderar att trycka ut mer i flödet än det klarar av. Köbildning och oreda skapas då vid stationer med lägre kapacitet. Detta blir extra viktigt vid högre volymer.

Ett FIFU placerades för att produkterna ska förädlas i rätt ordning. Detta FIFU ska även fungera som en begränsad buffert, för att operatörerna enbart ska trimma filter när det behövs. Detta skulle kunna genomföras genom att märka upp tydliga ytor på golvet där vagnar kan placeras i rad. Är samtliga av platserna upptagna, ska inga fler filter trimmas. Operatörer från filtertrimning skulle istället kunna hjälpa till vid annan del av flödet där behov finns, till exempel avlasta vid filterbestyckning. Filterbestyckningen ska hämta vagnar från filtertrimningen. Detta eftersom det kan bli trångt vid filtertrimningen och därav undvika att operatörer vid filtertrimningen kör bort vagnar till filterbestyckningen där de står i vägen och bildar kö. Filterbestyckningen hinner inte bearbeta produkterna i samma takt som filtertrimningen.

### ***Filterbestyckning och PIM-test***

Tryckande system.

### ***PIM-test och CBN-montering***

Ökar kapaciteten vid filterbestyckningen genom ytterligare arbetsbänk, kommer en begränsad buffert efter stationen att bli aktuell. Detta eftersom det förädlas fler enheter per tidsenhet. Då kapaciteten vid filterbestyckning inte ökas blir detta en station som bromsar flödet. Det kommer då inte att behövas en begränsad buffert nedströms, eftersom filterbestyckningen tar längre tid än CBN-monteringen och därför kommer ej kö bildas.

### ***CBN-montering och CBN-test/slutmontering***

Tyckande system.

### ***CBN-test/slutmontering och emballeringen***

Tyckande system.

## **Vidare beskrivs fortsättning av flödet för MLLH:**

### ***PIM-Stationen och bestyckning***

En begränsad buffert i form av markeringar på golvet (supermarket) behövs här eftersom det annars kan bildas kö på grund av att bestyckning tar längre tid än PIM-stationen. Detta behöver visualiseras för att inte PIM-stationen ska trycka in produkter i bestyckningen som i sin tur är begränsad genom maxbufferten mellan Bestyckning och Config.

### ***Bestyckning & Config/System***

En begränsad buffert behövs mellan bestyckning och Config/System för att framförallt system ska kunna ha ett rep från PIM-stationen (styra påsläpp av fler enheter). Att repet ska vara från just denna stationen är eftersom det är här flödena för Split och MLLH delar sig. Bufferten bör placeras framför Config eftersom det är en och samma operatör som sköter både Config och

System, fastän det är system som är den kritiska resursen. Anledningen till att system inte har ett rep hela vägen till orderstart är för att detta skulle påverka MLLH split-flödet.

### ***Config/System och emballering***

Tyckande system

## **5.4 Produktionslayout**

### **Nuläge**

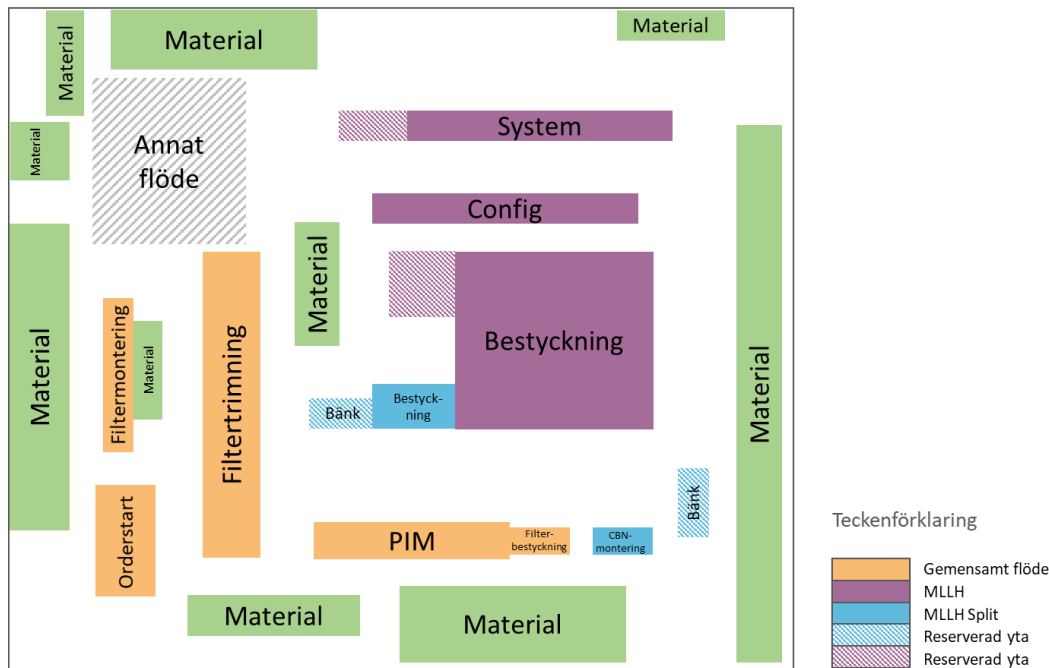
För identifiering av onödiga rörelser i produktionen hos personalen, gjordes ett spaghettidiagram. Layoutkartorna som spaghettidiagrammet ritades på kommer inte att tas med i denna rapport på grund av sekretess. Mellan produktionshallen och emballeringshallen, gick en lång sträcka för transporter av produkterna som rullades fram i rack. Det var oklart om produktionspersonalen eller emballeringspersonalen skulle utföra denna transport, både till emballeringen, men också tillbaka in till produktionen med tomma rack. När så långa sträckor skiljer avdelningarna åt, uppstår kommunikationsproblem och missförstånd kan lätt uppkomma. Vidare inne i produktionen fanns slöseri i rörelse. Bland annat skulle de vagnar som används vid produktionsorderstart hämtas 26 meter bort.

Arbetsbänkar var placerade på ett sådant sätt att personalen fick gå runt, istället för att kunna gå en kortare och rakare stäcka som hade varit mindre tidskrävande och i vissa fall även mindre frustrerande, exempelvis vid PIM-platsen. Genom att vrida arbetsbänkarna vid PIM-platsen, går det att ta sig smidigare mellan CBN-monteringen och PIM-platsen och då slippa gå runt hela arbetsstationen. Detta skapar även bättre kommunikation mellan stationerna, då sikten ökar och distansen minskar.

Arbetsmiljö måste räknas in i produktionslayouten. Om rörelser i och mellan stationerna endast optimeras utifrån ett tidsperspektiv, riskerar viss nödvändig rörelse för personalen att plockas bort. Eftersom arbetet på vissa stationer är statiskt, kan det vara nyttigt för personalen att få röra lite på sig emellanåt.

## Framtid

I figur 17 nedan illustreras ett förslag på hur en ny produktionslayout kan se ut.



Figur 17 Förslag till ny produktionslayout

För att öka kapaciteten vid PIM-platsen kan en eller fler bänkar till filterbestyckningen införskaffas för att avlasta den kritiska resursen vid högre volymer. Tanken är då att en operatör bestyckar och sköter test vid en bänk. Vid den andra bänken eller bänkarna, bestyckar en annan eller andra operatörer, förslagsvis någon från filtertrimning för att öka arbetsrotationen där. På detta sätt kan kapaciteten för den kritiska resursen ökas utan att en ny resurs behöver köpas in.

För att förbereda inför en eventuell volymökning kan yta lämnas i layouten för ytterligare en bestyckningsplats för MLLH Split. CBN-monteringen nyttjas bara till 33 procent, så även om en till plats placeras för CBN-test och slutmontering, så behövs det endast en CBN-monteringsplats för att möta behovet.

För eventuellt framtida systemtest av MLLH Split, kan yta i layouten reserveras för ytterligare en systemplats. Detta eftersom denna plats är en potentiell flaskhals som redan idag utnyttjar 83 procent av sin tillgängliga kapacitet. I händelse av att även MLLH Split ska testas här kommer förmodligen inte kapaciteten att räcka.

Vid ny layout bör yta för ytterligare plats lämnas för bestyckning av MLLH om tro på större volymer finnes.

## 5.5 Theory of Constraints

Det första steget som genomfördes inom TOC-principerna var att identifiera flaskhalsen i produktionen, efter det att en noggrann kartläggning gjorts. När steget att identifiera flaskhalsarna genomfördes visade det sig att med hänsyn till Takttiden, fanns det ingen flaskhals för produkten MINI-LINK LH Split och de stationer den gick igenom. Däremot fanns det en flaskhals för produkten MINI-LINK LH vid Systemstationen. Detta motiverades med att cykeltiden var högre än Takttiden. När cykeltiden överskrider Takttiden, tillfredsställer inte produktionssystemet det kundbehov som finns. För att kunna utnyttja en flaskhals till dess maximala kapacitet, går det att se över om ställtider går att minska, att buffertar bör placeras innan flaskhalsen och därmed låta flaskhalsen dra material från föregående processteg. Om dessa åtgärder ändå inte räcker till, bör en till parallell station med samma funktion införas i processen för att öka kapaciteten på denna station.

När den framtida kartan skulle framställas, resonerades det om ett gemensamt flöde skulle vara det optimala, eller om två separata flöden var aktuellt för de två produkterna. Då PIM- och teststationerna för MINI-LINK LH Split hade långa cykeltider och personalen upplevde att det var hög belastning på dessa stationer, talades det om huruvida ett införande av en till stationsplats på stationerna var aktuellt eller inte. Dock fanns det inget underlag enligt TOC-teorin om att utöka de berörda stationerna eftersom cykeltiderna inte överskred Takttiden. Däremot utformades ett dragande system vid dessa stationer på framtidskartan, för att här maximera utnyttjandegraden.

## 6. DISKUSSION

*I detta avsnitt presenteras olika scenarion, dels kopplat till teorier men också hur det hade kunnat se ut om en annan lösning applicerats.*

Värdeflödeskartläggningen resulterade i förbättringar eftersom verktygen inom metoden värdeflödeskartläggning kan appliceras på ett komplext flöde vilket studien i rapporten har visat. Det är svårt att förbättra ett komplext flöde med en värdeflödesanalys eftersom Taktid, cykeltid och ställtid inte är detsamma för alla produkter som förädlas genom flödet. Dock kan förbättringar genomföras på andra sätt i ett komplext flöde. 5 varför, standardiserade arbetssätt, hybridflöde, 5S och de sju slöseri var alla verktyg som kunde appliceras vid förbättringsarbete. Enligt Olhager (2013) kan den värdeskapande ledtidsandelen förbättras genom att eliminera slöseri vilket kan göras i fallföretaget.

System är den station som är en kritisk resurs och enligt Pegels & Watrous (2005) kan tillverkningsprocesser beskrivas som en kedja, där hela kedjan inte kan bli starkare än dess svagaste länk. Den kritiska resursen System går dock inte att påverka, om inte fler resurser köps in eller mjukvaran förbättras. Det går heller inte att ta bort Systemplatsen eftersom det skulle få förödande konsekvenser för produkternas kvalitet. Det som kan göras är att reducera cykeltiden vid efterkommande station, Emballering för att reducera total genomloppstid. Vid värdeflödeskartläggningen framkom flera förbättringsåtgärder som skulle kunna reducera cykeltiden vid emballering.

Den kritiska stationen för MLLH Split upplevdes vara PIM-platsen. Dock kunde det fastställas i studien att det inte var PIM-testet som var det underliggande problemet. Problemet var istället Filterbestyckningen som utförs av samma operatör, vid samma station. Detta kan lösas med att införskaffa ytterligare en bestyckningsbänk, vilket redan finns men inte används. För att nyttja personalen fullt ut och samtidigt få bukt med rotationsproblemet vid Filtertrimning kan en person från denna station utföra filterbestyckning vid behov. På detta sätt utnyttjas de befintliga resurser som redan finns i flödet, utan att ekonomin påverkas.

Om förbättring vid PIM-platsen genomförs kan det få konsekvenser för MLLH eftersom flaskhalsen i detta flöde är Systemplatsen. Då fler komponenter kan flöda genom PIM-platsen per tidsenhet finns risk att det bildas kö framför Systemplatsen om inte åtgärder i form av begränsade buffertar vidtas.

Vid den framtida kartläggningen framkom att personal upplevde att det fanns behov av ökad kapacitet vid CBN-monteringsplats, CBN-test och Slutmontering. För att kontrollera detta undersöktes om dessa stationer kunde möta kundefterfrågan i den takt som krävs. Det visade sig att stationerna har tillräcklig kapacitet för att möta kundbehovet. Det kan dock diskuteras om hur väl prognoserna som användes för underlag till kapacitetsberäkning stämmer överens med det verkliga utfallet. Dessutom anses inte dessa stationer vara kritiska resurser, eftersom Takttiden är högre än cykeltiden. Detta eftersom Takttid är en uppskattning på hur snabbt en process eller aktivitet behöver bli klar för att tillfredsställa kundbehovet (Peterson et al. 2015). Peterson et al (2015) skriver dock även att Takttiden ska omfatta de arbetsuppgifter som rymms

inom en viss tid på ett långsiktigt och hållbart sätt. Det kan vara så att personalen upplever dessa stationer som stressiga eftersom arbetsmomenten som ingår i cykeltiden för dessa stationer inte utförs på ett långsiktigt och hållbart sätt. Det kan också vara så att personalen inte är medveten om att cykeltiden går att förlänga utan att påverka ledtid till kund och att stationen därför upplevs som stressig. Detta påstående kan styrkas med att en fastställd Taktid innebär att krav och förväntningar blir tydligare och utan fastställd Taktid kan personal bli stressade och ergonomiska hjälpmedel används mer sällan (Peterson et al. 2015).

För att en värdeflödesanalys ska kunna tillämpas på ett komplext flöde bör produkter med högst försäljningsvolym identifieras och följas. Dessa går genom det kritiska flödet och därför valdes att begränsa antalet variationer utav produkter i flödet till de som går genom det kritiska flödet. Enligt Braglia, Carmignani, Zammori (2006) kan detta göras i en funktionell verkstad där produktionsflödet är komplext då standardmetoderna för att göra en värdeflödeskartläggning inte fungerar. Det kritiska flödet står ofta för den större andelen av slöseri och förbättras detta, kommer den totala produktionstiden att minska (Braglia, Carmignani, Zammori 2006).

Det är viktigt att personalen är delaktiga och engagerade vid en värdeflödesanalys, speciellt när flödet är komplext. Fallföretaget har länge arbetat med Lean och personalen förstår vikten av ständiga förbättringar. Workshopen för den framtida kartan som genomfördes var av stor vikt för denna studie och problem samt förbättringsförslag som inte hade framkommit tidigare uppkom. Genom små åtgärder som togs genom förbättringsförslag vid kartläggningen, kan flera problem bli lösta genom att enbart öka kommunikationen mellan de olika avdelningarna. Detta visar att problem som upplevs vara stora i en verksamhet, med enkla verktyg och metoder kan visa sig vara förhållandevis små och förbättringar kan vara enkla att genomföra. De går i detta fallet dessutom att lösa utan några större kostnader. Detta stämmer överens med vad Bellgran & Säfssten (2005) påstår, nämligen att de förbättringar som görs ska förstås av alla parter som är involverade.

När workshopen genomfördes, togs beslutet om att behålla ett gemensamt flöde för de två produkterna med motivationen att det var det mest ekonomiskt försvarbara inom ett halvår framöver, baserat på de prognoser som fanns. Om studien däremot skulle optimerat flödet för en längre tidsperiod framöver och förbättringsförslagen tillsammans med rekommendationerna hade fått sträcka sig över två år eller mer, hade situationen kunnat se annorlunda ut. Företaget har en tro om att den nya produkten MINI-LINK LH Split kommer öka i volym i framtiden och med ökade volymer hade det kunnat vara mer optimalt med två separata flöden för de olika produkterna. Resurser hade kostat företaget mer, men i relation till att ledtiden hade blivit kortare till kund och därmed öka kundnöjdheten, hade det varit mer lönsamt i längden för fallföretaget att skapa separata flöden.

Tyvärr fanns det inga förbättringsförslag inom sex månader som kunde reducera cykeltiden vid de potentiella flaskhalsar som upptäcktes för MLLH. Det är endast reducerad cykeltid vid dessa eller efter dessa stationer som kan ge en kortare ledtid, då den kritiska resursen sätter takten i flödet fram till den. Alla resurser innan den kritiska resursen kan minskas men kommer ej påverka den totala ledtiden. Alla resurser efter kritisk resurs kan minska ledtiden. I dagsläget testas produkterna i flödet. Om teststationerna skulle plockas bort helt från

produktionen, skulle företaget inte bara korta ned ledtid till kund, utan även dra ned på stora kostnader för den testutrustning som företaget bekostar i dagsläget. I längden skulle ett beslut om att tag bort test i produktionen dock påverka verksamheten negativt eftersom det då förmodligen skulle resultera i att kunder inte vill ha produkter som inte går att sätta i bruk. Kunderna hade istället kunnat vända sig till en konkurrent som levererar en komplett produkt och företaget hade kunnat förlora kunder. I ren självbevarelsedrift är det klokt att ha omfattande tester innan produkten levereras till kund, för att öka kvalitén och för att eller behålla marknadsandelar.

## **6.1 Resultatets generaliserbarhet**

Ericsson som producerande företag är kundunikt med dess dynamiska produkter. Detta gör att detaljer i resultatet är svårt att både applicera på andra företag och studier. Det blir också svårt att generalisera dessa resultat, eftersom det är unika just för produktionen i MINI-LINK LH-flödet. Däremot arbetar företaget ständigt med en Lean arbetsstrategi som gör att det översiktliga tankesättet går att generalisera och i vissa fall är applicerbara på andra likartade studier. Alla företag har olika mål och förutsättningar som Lean-verktyg samt dess teorier måste anpassas till för att ha en positiv effekt på dessa företag. Fallstudien i rapporten har genomförts på ett företag med en funktionell verkstad och med dynamiska produkter. Det är viktigt för alla verksamheter att upprätthålla sin konkurrenskraft. För att upprätthålla sin konkurrenskraft behöver företagen ständigt arbeta med förbättringar och eliminera slöseri. Det metoder och verktyg som använts i studien skulle därför kunna användas i andra företag med liknande produktion.

## **6.2 Hållbar utveckling och arbetsmiljö**

En central del inom Lean är att öka kundvärde genom att minimera slöseri av material och onödiga rörelser. Genom att effektivisera produktionsförädlingsprocesser kan företaget minimera dessa typer av slöseri. Detta leder till en hållbar produktion där material inte kasseras, maskiner får längre livslängd och reducerad energiåtgång. Detta reducerar påverkan på miljön och bidrar till en hållbar produktion. Ericssons prioriterings policy är säkerhet, kvalitet, leverans och ekonomi. Säkerheten går alltså först och för att förbättra arbetsmiljön i produktionen kan förslagsvis 5S användas samt att se över produktionslayouten. 5S förbättrar arbetsmiljön genom att strukturen i arbetet blir tydligare. Dock finns det en risk att arbetet uppfattas som monotont då standardiserade arbetssätt används. Detta kan försämra arbetsmiljön. Det är då viktigt med arbetsrotation och rutiner för detta. Arbetsrotation har tagits hänsyn till vid förbättringsförslagen. Placeras material för nära produktion kan det i jakten på slöseri istället uppstå arbetsmiljöproblem då arbetet inte naturligt erbjuder en paus och rörelse, från kanske i övrigt monotont arbete. Vid genomförandet av framtida kartan var även operatörer med för att komma med sina idéer för att minimera risken för försämring av arbetsmiljön.

Eftersom Ericssons produktion i Sverige är konkurrenskraftig och fortsätter att arbeta med ständiga förbättringar ökar förutsättningarna för att produktionen stannar inom landets gränser. Detta genererar värde för samhället och ekonomin.



## 7. SLUTSATS

*Avsnittet behandlar vilka slutsatser som går att dra från de arbete som genomförts, kopplat till frågeställningarna och till de rekommendationer som ges.*

Det teoretiska ramverk som utformats genom litteraturstudier samt med kompletterande observationer och intervjuer på fallföretaget har bidragit till att verktyg och metoder kunnat användas från olika teorier för att förbättra flödet i produktionen med avseende på kostnad, kvalitet och ledtid. Till följd av förbättringsförslag som tagits fram kan kortare cykeltider uppnås. Reducerade cykeltider för processteg som ligger efter potentiell kritisk resurs och ökad kapacitet vid potentiell kritisk resurs resulterar i att ledtid kan förkortas. Genom att välja ett gemensamt flöde hålls kostnaderna nere. Kvalitén kommer att vara oförändrad eftersom det är det redan befintliga flödet som nyttjas. De begränsade buffertarna som föreslås i det framtida flödet ger lägre PIA, minskat slöseri, samt bidrar till att flödet blir mer tydligt. Cykeltiderna vid PIM-stationen och System-stationen, potentiella flaskhalsar gick dock inte att påverka och genomloppstiden fram till dessa stationer går därför inte att reducera. Dock kan genomloppstiden minskas totalt sett eftersom emballeringens cykeltid reducerades.

Vidare kan dessa metoder och verktyg användas på andra företag med funktionell verkstad och komplext flöde. Detta svarar mot den första forskningsfrågan, "Är det möjligt att tillämpa Lean-principer och TOC för att optimera flödet, med avseende på kvalitet, kostnad samt ledtid i en funktionell verkstad med låg volym och hög variation?".

Fallstudien visar att med hjälp av medarbetares engagemang och kompetens kan en workshop genomföras som resulterar i en rad olika förbättringar med ökad kunskap om det komplexa flödet. Även insamling av cykeltider och ställtider kunde genomföras. En Taktid togs fram genom att fråga ansvariga om vilka produkter som hade högst försäljningsvolym och därefter ta fram prognoser samt historik för dessa. Detta svarar på den andra forskningsfrågan, "Hur kan en värdeflödeskartläggning appliceras på ett komplext flöde med låg volym, i en funktionell verkstad med kundorderstyrd produktion?".

När värdeflödesanalysen och kartläggningen genomfördes, krävdes det att verktyget kontinuerligt behövde anpassas för att kunna appliceras på det aktuella flödet. Här uppstod problem som att hitta rätt flödesenehet, mäta cykeltid på rätt sätt utifrån teorier och att få ut Taktid utan att behöva anpassa verktyget. Detta svarar på frågan "Vilka problem kan uppstå vid tillämpandet av Lean-verktyg och metoder i en funktionell verkstad med låg volym och hög variation?".

### 7.1 Rekommendationer till fallföretaget

Ett gemensamt flöde för de båda produkterna rekommenderas då det inte finns behov för två separata flöden, baserat på de prognoser som finns. Dessutom blir det en lägre kostnad då färre resurser behöver köpas in. I framtiden bör detta ses över och ett nytt beslut om antingen separata flöden eller ett gemensamt flöde bör tas, baserat på historik och prognoser i dåtid.

## **Hybridflöde**

För att skapa ett hybridflöde krävs det både ett tryckande och ett dragande system. De dragande systemen kan visualiseras genom att införa supermarkets. Mellan filtertrimningen och filterbestyckningen föreslås att denna markeras upp på golvet för vagnar direkt efter filtertrimningen, där trimmade filter placeras. När vagnarna är fulla med trimmade filter, signalerar detta till filtertrimningen att sluta trimma. Detta fungerar som en maxbuffert. När Filterbestyckningen plockat filter och en vagn är tom, signalerar och visualiserar detta att det åter igen går att trimma filter. Eftersom Systemstationen är en potentiell kritisk resurs, rekommenderas att sätta supermarkets till de två stationerna innan för att inte skapa kö framför system. Det bör även vara ett rep från System till råmaterialet.

## **Produktionslayout**

Placera en bänk för filterbestyckning i anslutning till PIM-stationen för att avlasta vid höga volymer. Här är det tänkt att eventuellt flytta personal från filtertrimning för att hjälpa till vid bänken för bestyckning. På det sättet blir flödet mer flexibelt vid volymändringar, eftersom kapacitet vid kritisk resurs går att öka vid behov.

Om tro på större volymer för MINI-LINK LH finns, bör yta för ytterligare en bestyckningsplats reserveras i layouten. Detsamma gäller för MLLH Split, där också yta kan lämnas för en till bestyckningsplats. Det behövs inte någon mer CBN-monteringsplats eftersom den bara nyttjas till 33 procent. Så även om en till bestyckningsplats tas i bruk, behövs det fortfarande bara en CBN-monteringsplats för att möta behovet.

Vidare föreslås att yta lämnas för eventuellt framtida behov av ytterligare en systemplats, eftersom den är en potentiell flaskhals. Om även MLLH Split börjar testas vid denna plats kommer förmodligen inte kapaciteten att räcka till, eftersom System redan nyttjas till 83 procent.

Slutligen bör företaget undersöka var i layouten de tidigare rekommenderade supermarkets ska placeras. En rekommendation är att för detta flöde placera de nära föregående station, eftersom det är tänkt att visualisera för stationen innan att inte släppa på mer produkter i flödet. Företaget bör även undersöka vad som istället kan komma att bli en kritisk resurs i flödet för MLLH Split om kapaciteten för filterbestyckningen (hela PIM-platsen) ökar.

## **Kommunikation och 5S arbetsrutiner (standardiserade arbetssätt)**

För att reducera cykeltid bör kommunikationen mellan förrådspersonal och emballering förbättras. På så vis underlättas momentet ett lyfta med packkistor med hjälp av truck, istället för att manuellt lyfta ned dem. Undersök möjlighet till ny layout för att få mer yta till vid emballeringen till förmån för kistorna. En ny lyft till emballeringen för MLLH Split bör införskaffas för att förhindra eventuellt framtida sjukskrivningar och kostnader kopplade till dessa. För att lösa platsbrist vid orderstart, rekommenderas att routing för kittning av CBN-box ändras, så materialet dras i SAP först vid bestyckningen då materialet behövs. För hela listan med förbättringsförslag, se bilaga 4.

## 7.2 Förslag till framtida studier

Om fallföretaget väljer att implementera de förbättringsförslag som rekommenderas, kan framtida studier vara att utvärdera resultatet av dessa. Förslagsvis kan även layouten för emballering undersökas i vidare studier, där förslag hur ytor bör märkas upp kan tas fram. Det går även att undersöka var de supermarketerna som rekommenderas i framtidskartan kan placeras i layouten.

Vilka konsekvenserna blir av att införa förbättringar vid PIM-platsen kan undersökas i vidare studier i enlighet med Goldratts fem steg inom TOC principerna som bör följas för att identifiera flaskhalsar. Det sista steget är att börja om från början med att identifiera en ny flaskhals (Pretorius 2013). Förslagsvis kan metoden i denna studie följas för att göra om värdeflödesanalysen och identifiera flaskhalsar.

Något som inte har nämnts tidigare i rapporten är att även dimensionering av buffertnivåer för ingående standardmoduler har genomförts men exkluderats. Om rekommendationerna implementeras, går det även att omvärdera och föreslå nya buffertnivåer, baserat på den ordergång som är aktuell då.

## REFERENSER

- Ali Naqvi, S. A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., & Shehzad, M. M. (2016). Productivityimprovement of a manufacturing facility using systematic layout planning. *CogentEngineering*, 3(1), ss. 1-13.DOI: 10.1080/23311916.2016.1207296
- Basu, S., Shinde, A., & More, D. (2015). Product Line Balancing: Is it a Balanced Act? *Vikalpa: The Journal for Decision Makers*, 40(2), ss. 248-251.DOI:10.1177/0256090915590330
- Bellgran, M. & Säfsten, K (2005). *Produktionsutveckling*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Benjaafar, S., Heragu, S. S., & Irani, S. A. (2002). Next Generation Factory Layouts:Research Challenges and Recent Progress. *Interfaces*, 32(6), ss. 58–76.
- Braglia. M., Carmignani. G., Zammori. F. (2006) A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 44(18-19) ss.3929-3952. doi: 10.1080/00207540600690545
- Bryman, A. (1997). *Kvantitet och kvalitet i samhällsvetenskaplig forskning*. Lund: Studentlitteratur.
- Bryman, A. & Bell, E (2017). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. 3. uppl. Stockholm: Liber.
- Bryman ,A. (2008). *Samhällsvetenskapliga metoder*. 2. uppl. Stockholm: Liber.
- Cudney, E.A., Furterer, S., & Dietrich, D. (2013). *Lean Systems: Applications and Case Studies in Manufacturing, Service and Healthcare*. Boca Raton, FL: CRC Press
- Diaz, R., Ardalan, A. (2010). An analysis of Dual-Kanban Just-in-time systems in a non-repetitive environment, 19(2) ss. 233-245.
- Feysioglu, O., & Pierreval, H. (2008). Hybrid organization of functional departments andmanufacturing cells in the presence of imprecise data. *International Journal of ProductionResearch*, 47(2), ss. 343-368.DOI: 10.1080/00207540802425898
- Ghrayeb, O., Phojanamongkolkij, N., & Tan, B.A. (2009) *Journal of intelligent: A hybrid push/pull system in assemble-to-order manufacturing environment*,8(1) ss. 379–380.DOI: 10.1007/s10845-008-0112-6
- Goldratt, E.M. (2004) *The Goal*. North River Press. 3. uppl. ISBN 0-88427-178-1
- Hines, P., Rich, N., Bicheno, J., Brunt, D., Butterworth, C. och Sullivan, J. (1998) *Value Stream Management*. *The International Journal of Logistics Management*, Vol.9(1), pp.25-42, DOI: 10.1108/09574099810805726
- Hines.P., Rich.N. (1997) *The seven value stream mapping tools*, 17(1) ss. 46-64 doi: 10.1108/01443579710157989

Ion, N., Lonel.N., Georgiana A.C. (2012) Le\_AN\_A and... Master Manole – LEAN Manufacturing Evolution Value Stream Management Steps 3 & 4: Training about Lean and Mapping the Current State, 13(126) ss.79-81

Jacobs F.R. et al. (2011). Manufacturing planning and control for supply chain management. New York: McGraw-Hill. E-bok

Janbrink, S. (2014). Ständigt förbättringsarbete med Ericssons version av lean. *Bättre Produktivitet*, (4), ss. 4-6.  
<http://www.forbattningsforum.se/fileArchive/artiklar/2014/BPEricssonBorss1-3.pdf> [2019-04-28].

Johansson, P. E. C., Lezama, T, Malmsköld, L., Sjögren, B., Moestam Ahlström, L. (2013). Current State of Standardized Work in Automotive Industry in Sweden. *Procedia CIRP*, 7(1), ss. 151–156.DOI: 10.1016/j.procir.2013.05.026

Jonsson,P. & Mattsson, S.A. (2017) . Läran om effektiva materialflöden. 3. uppl. Mediapool Print Syd AB, Estonia.

Justesen, L. & Mik-Meyer, N. (2011). *Kvalitativa metoder: från vetenskapsteori till praktik*. 1:2. Uppl. Lund: Studentlitteratur. ISBN:978-91-44-07546-4

Kreiman, J. (2016) On peer review. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*,59(3), ss. 480-483.DOI: 10.1044/2016\_JSLHR-S-16-0043

Kvale, S. (1996). *InterViews: An introduction to qualitative research interviewing*. ThousandOaks, CA: Sage.

Lage, M. Jr., & Filho, M. G. (2010). Variations of the kanban system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, 125(1) ss. 13-21. DOI: 10.1016/j.ijpe.2010.01.009

Lantz, B. (2016). *Operativ verksamhetsstyrning*. 5:2. uppl. Danmark: Eurographic Danmark A/S.

Moatari-Kazerouni, A., Chinniah, Y., & Agard, B. (2014) Integration of occupational health and safety in the facility layout planning, part II: design of the kitchen of a hospital, 53(11) ss. 3228–3242, DOI: 10.1080/00207543.2014.970711

Müller.E., Tolujew.J., Kienzle.F. (2014) *Production Planning & Control*, 25(5) ss. 401-413 doi: 10.1080/09537287.2012.701021

Olhager, J. (2013). *Produktionsekonomi*. 2:3. uppl. Lund: Studentlitteratur.

Pegels, C. P., & Watrous, C. (2005). Application of the theory of constraints to a bottleneckoperation in a manufacturing plant. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(3), ss. 302-311. DOI: 10.1108/17410380510583617

Patel, R., & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder*. 4. uppl., Lund: Studentlitteratur.

Peterson, P., Olsson, P., Lundström, T., Johansson, O., Broman, M., Blücher, D., Alsterman, H. (2015). Gör avvikelser till framgång! . 3. uppl. Bromma: Part media.

Pretorius, P. (2013) Introducing in-between decision points to TOC's five focusing steps, 52(2) ss.496-506. doi:10.1080/00207543.2013.836612

Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. International Journal of Quality & Reliability Management, 34(3), ss. 334-339 DOI: 10.1108/IJQRM-03-2015-0045

Rother, M. & Shook, J. (1999) Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA. 1. uppl. USA: Lean Enterprise Institute

Serrano. I., Ochoa.C., De Castro.R. (2008) Evaluation of value stream mapping in manufacturing system design. International Journal of Production Research, 46(16) ss. 4409-4430. doi: 10.1080/00207540601182302

Sijuno, S., & Lashkari, R.S. (2007). A multi-objective model of operation allocation and material handling system selection in FMS design. International Journal of Production Economics, 105(1), ss. 116-133. DOI: 10.1016/ijpe.2005.07.007

Watson, K.J., & Patti, A. (2008). A comparison of JIT and TOC buffering philosophies on system performance with unplanned machine downtime. International Journal of Production Research, 46(7), ss. 1869-1885. DOI: 10.1080/00207540600972943

## Websidor

Telefonaktiebolaget LM Ericsson (2019). *Long Haul*. <https://www.ericsson.com/en/portfolio/networks/ericsson-radio-system/mobile-transport/microwave/long-haul> [2019-04-27].

Telefonaktiebolaget LM Ericsson (2019). *MINI-LINK LH R2*. <https://www.ericsson.com/en/portfolio/networks/ericsson-radio-system/mobile-transport/microwave/long-haul/mini-link-lh-r2> [2019-04-25].

Telefonaktiebolaget LM Ericsson (2019). *Om oss*. <https://www.ericsson.com/se/sv/om-oss> [2019-04-09].

Telefonaktiebolaget LM Ericsson (2019). *Company facts*. <https://www.ericsson.com/se/sv/om-oss/company-facts> [2019-04-09].

Telefonaktiebolaget LM Ericsson (2019). *Ericsson Sverige*. <https://www.ericsson.com/se/sv/om-oss/sweden> [2019-04-09].

## Powerpointpresentation

Ericsson AB (2017). *Presentation Ericsson Site Borås* [PowerPoint-presentation]. Tillhandahållen från företaget.

## **BILAGOR**

Bilaga 1 Gantt-Schema

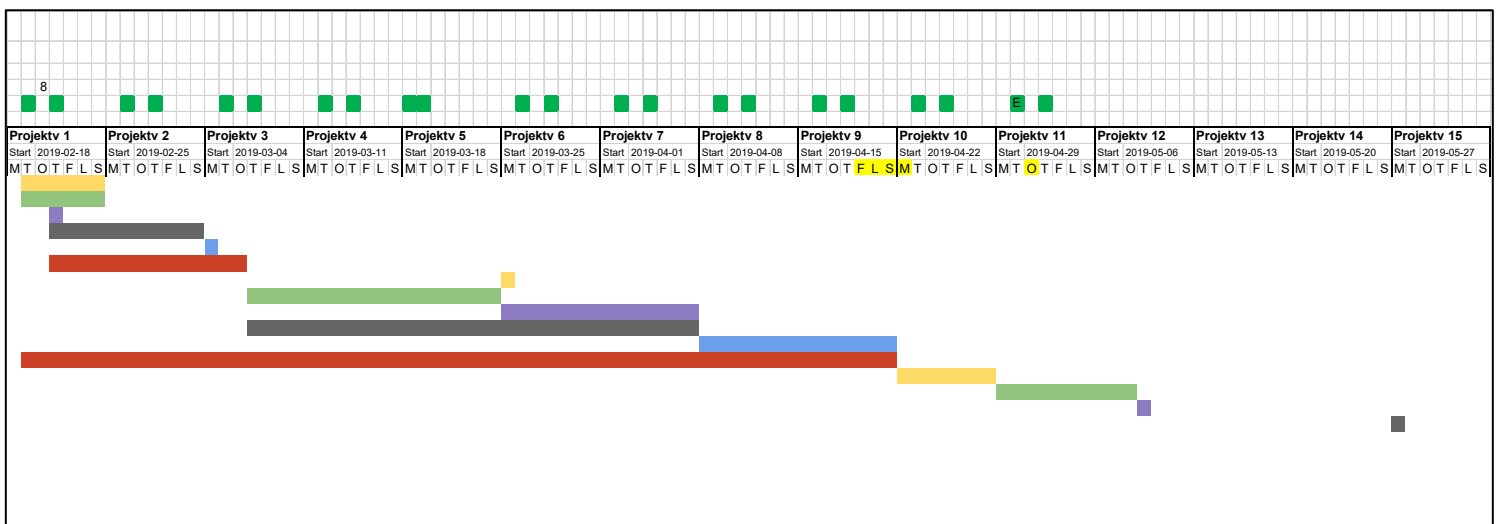
Bilaga 2 Kriterier för en framgångsrik intervjuare

Bilaga 3 Dokument över data.

Bilaga 4 Pick-Chart.

# Bilaga 1 - Gantt-Schema

<b>GANTT-schema</b>				
Ericsson production				
Projektledare: IE_Aff maskin 1			Totalt	Kvarvar
Startdatum: 2019-02-18			1053	141
Start projektvecka: 1			12	12
Aktivitet	Ansvarig	Startdat.	Slutdat.	Dagar
				mån-fre
Uppstartträff		2019-02-19	2019-02-24	4 Gul
Kartläggning av personal		2019-02-19	2019-02-24	4 Grön
Praktik		2019-02-21	2019-02-21	1 Lila
processkartläggning		2019-02-21	2019-03-03	7 Svart
Avstämning med skolan		2019-03-04	2019-03-04	1 Blå
Datansamling		2019-02-21	2019-03-06	10 Röd
Avstämning med skolan		2019-03-25	2019-03-25	1 Gul
Värdeflödesanalys		2019-03-07	2019-03-24	12 Grön
analys av resultat		2019-03-25	2019-04-07	10 Lila
Ny datansamling, ledtider, buffertar mm		2019-03-07	2019-04-07	22 Svart
Analys av resultat med förslag		2019-04-08	2019-04-21	10 Blå
Rapportskrivning		2019-02-19	2019-04-21	44 Röd
Buffert		2019-04-22	2019-04-28	5 Gul
Inlämning till handledare med ev. rev.		2019-04-29	2019-05-08	8 Grön
Inlämning godkänd rapport		2019-05-09	2019-05-09	1 Lila
redovising		2019-05-27	2019-05-27	1 Svart
				1 Blå
				1 Röd
				1 Gul
				1 Grön
				1 Lila
				1 Svart



## Bilaga 2 - Kriterier för en framgångsrik intervjuare

(Kvale 1996)

**Insatt.** Intervjuaren ska känna till intervjuens fokus i detalj.

**Strukturerad.** Intervjuaren beskriver syftet med intervjun, inleder och avrundar den samt frågar om intervjupersonen har några frågor.

**Tydlig.** Intervjuaren ställer enkla, korta och begripliga frågor och använder sig inte av någon yrkesjargong.

- **Visar hänsyn.** Intervjuaren låter människor tala till punkt, ger dem tid att tänka efter och tolererar tystnad och pauser.
- **Sensitiv.** Intervjuaren lyssnar uppmärksammat på det som sägs och hur det sägs och har en empatisk inställning i kontakten med intervjupersonen.
- **Öppen.** Intervjuaren reagerar på det som är viktigt för intervjupersonen och är flexibel under intervju.
- **Styrande.** Intervjuaren vet vad han eller hon vill ha ut av intervjun.
- **Kritisk.** Intervjuaren är beredd att ifrågasätta det som sägs, till exempel när det framkommer inkonsekvenser eller motsägelser i intervjupersonens svar.
- **Kommer ihåg.** Intervjuaren relaterar det som sägs i stunden med det som sagts tidigare under intervjun.
- **Tolkar.** Intervjuaren klargör och utvecklar innebörden av det som intervjupersonen säger, men utan att påtvinga intervjupersonen sina egna tolkningar.

Tillägg av (Bryman 2008)

- **Balanserad.** Intervjuaren säger inte för mycket och säger inte för lite.
- **Etisk medvetenhet.** Intervjuaren är känslig för den etiska aspekten av intervjuandet och ser till att intervjupersonen får reda på vad undersökningen handlar om och att svaren kommer att behandlas konfidentiellt.

## Bilaga 3 - Dokument över data

MINI-LINK fekvenser 7–8, (vanliga & SDC) samt 6 kanaler

Station:

Processteg:

Antal operatörer:

Cykeltid:

Yield:

Partistorlek:

PIA:

- Antal operatörer: Antalet arbetare på den aktuella stationen.
- Cykeltid: Antal minuter det tar för en stycken produkt att komma igenom ett processteg.
- Yield: Antal produkten som blir godkända vid test i procent.
- PIA: (Produkter i arbete): För hur många produkter bygger du i respektive processteg. Till exempel: Det står i produktionsfilen att det skall byggas fem stycken ULK, du plockar material för att bygga dessa, PIA är då fem stycken.

## Bilaga 4 – Pick-Chart

### Sammanställningar av lösningarna utifrån Benefit & Effort: Low Effort & Low Benefit:

- Slutmontering – Saknar förvaring. Lösning: Designa om vagn.  
Ansvarig: Teknikavdelningen
- Emballering – TNT Webbläsare. Lösning: Lyfta upp problem, pågående process.  
Ansvarig: Teknikavdelningen
- UKZ-kit - Lösning: Flytta till Bestyckning där det tar mindre plats. De ta upp för många vagnar på vägen. Sparar den tid vid orderstart? Ansvarig: Drifttekniker och PSS.
- Orderstart - Lösning: Bara att låsa datorn, istället för att behöva logga ut. Omstart sker på fredagar, en gång i veckan. Ansvarig: Team-leader.

### Low Effort & High Benefit:

- Orderstart - Operatörer måste kolla plocklista. Lösning: Behöver ej göras, lita på SAP. Spara tid? Ansvarig: Team-leadern informerar operatörerna om det direkt. (löst)
- Orderstart - Trångt. Lösning: Ny layout. Ansvarig: Layoutgruppen.
- Emballeringen – Platsbrist. Lösning: Ha en förberedd plan för volymökning (5S). Layoutförändringar eventuellt. Ansvarig: Team-leader.
- Slutmontering - Lösning: Vid behov införskaffas fler vagnar. Ansvarig: Teknikavdelningen.
- Filtertrimning – Nya fixturer för att kunna trimma SULK utan cirkulator (är redan på plats, fixat under arbetets gång). Ansvarig: Tema-leader.
- Emballering - Kistor staplade. Lösning: kommunikation med förråd samt få tillgång till truck. Ny arbetsrutin. Spara tid? Ansvarig: Tema-leader.
- Emballering – Inga lyfthjälpmedel, Arbetsmiljö(säkerhet), ergonomi. För att kunna packa ner CBN-box. Hur påverkas cykeltidentiden här? Lösning: Lyfthjälpmedel. Ansvarig: teknikavdelningen
- Emballering - Lösning: ny layout, alla kistor kommer finnas i bygget. Spara tid? Ansvarig: Stora Layoutgruppen.
- Emballering – Lyfter ner komponenter utan truck på grund av platsbrist. Lösning: kommunikation med förråd, ändra ordningen, tunga saker på golvet... Lösning: Nya rutiner för förråd och översyn av layout. (säkerhet). Ansvarig: Drifttekniker.
- Kit UKZ – Problem: Finns ej plats i produktion. Lösning: Layoutändring. Ansvarig: Layoutgruppen.
- Filtertrimning - Lösning: Arbetsrotation. Det skapas genom att införa rutin. Ansvarig: Team-leader.
- Emballering – Yta. Lösning: Märka upp yta, var saker ska stå (5S). Se över Layout. Ansvarig: Team-leader.

### High Effort & High Benefit

- Orderstart – Etikettutskrift, manuellt. Lösning: Gör nytt program för automatisk utskrift. Ansvarig: Teknikavdelningen.
- Materialplock filter - Lösning: Sortera delar i frekvensordning. Ansvarig: Förråd.

- Config – Mjukvara på kort. Lösning: Undersök rotorsak hur det synkas. Tag reda på förebyggande orsak för krasch. Kan ligga hos PIM- test? Över 6 månader
- Bestyckning – TNT. Lösning: Lyft till PQC (Product quality control. Sätta krav på pass. Finns tid att spara. Ansvarig: Produktionstekniker.
- Bestyckning – Saldoproblem i TRX-fifo. Det saknas TRX:er som påverkar bestyckningen. Lösning: se över routing. Ansvarig: Product and quality engineer.
- Bestyckning – Fel i plocklistor. PSS skriver fel, då överensstämmer ej systemdokument och plocklistor vid non standard. Fel i konfiguratorn, händer ofta. Allvarligt då det blir stopp i produktionen. Lösning: Fråga PSS Ansvarig: Värdeflödesplanerare.
- CBN-test – I prototypstadiet där arbete pågår. Lösning: större bänkar och layoutförändring. Över 6 månader.
- Filtertrimning - Kompetenskrävande. Lösning: Tag fram nya sätt att trimma på. Över 6 månader.
- CBN-montering – Design på produkt gör att det är svårt att montera. Över 6 månader.
- Filtertrimning – Glasstavar. Åtgärdad Ansvarig: Klas
- PIM-test – RF-kablar, fel hos leverantör. Lösning: Ny leverantör. Över 6 månader
- PIM-test - Felsökning, tar tid, bökigt. Lösning: Svår. Över 6 månader.
- Filtermontering - Återinföra Knallban. Fördelarna med detta är att det ger högre säkerhet i saldo, ökar kvalitet och sparar tid. DYRT.

#### **High Effort & Low Benefit (Skall ej genomföras)**

- Materialplock Filterbestyckning - Bökigt med papplådor: Går ej att genomföra förbättring då det bara flyttas någon annanstans i produktionen.
- Materialplock - Undersöka saldodiff. Över 6 månader.
- System - Arbetsmiljöfråga. Lösning: Bättre kommunikation, tydliga riktlinjer.



# HÖGSKOLAN I BORÅS

Besöksadress: Allégatan 1 · Postadress: 501 90 Borås · Tfn: 033-435 40 00 · E-post: [registrator@hb.se](mailto:registrator@hb.se) · Webb: [www.hb.se](http://www.hb.se)