



Ledtidsreduktion från ämnesmaterial till monterad värmeväxlare

Jacob Johnsson & Anders Eklind

Division of Production and Materials Engineering
Faculty of engineering, Lund University, Lund 2016

Handledare: Fredrik Schultheiss, Bitr. lektor vid Industriell produktion, Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet.

Industrihand-
ledare: Katia Lindgren, Projektledare Alfa Laval Lund AB.

Examinator: Jan-Eric Ståhl, Professor vid Industriell produktion, Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet.

Förord

Det här examensarbetet utfördes på Lunds Tekniska Högskola för institutionen Industriell produktion under våren 2016. Uppsatsen beställdes av Alfa Laval Lund AB för att ge ett nytt synsätt för hur man genomför en ledtidsreduktion i fabriksflödet. Examensarbetet är den sista kursen som genomförs på civilingenjörsutbildningen och omfattar 20 veckors arbete.

Vi vill rikta ett stort tack till alla anställda på Alfa Laval som varit involverade i det undersökta flödet och varit till stor hjälp för oss.

Vi vill också tacka Fredrik Schultheiss och Jan-Eric Ståhl för goda råd och stöd under arbetets gång.

Sist men inte minst vill vi rikta ett stort tack till vår handledare på Alfa Laval, Katia Lindgren, för all tid och arbete du har lagt på oss under arbetets gång. Tack!

Lund 2016-06-01

Jacob Johnsson & Anders Eklind

Abstract

Title:	Lead time reduction from coil to complete heat exchanger
Authors:	Anders Eklind & Jacob Johnsson
Supervisors:	Jan-Eric Ståhl, Professor at Department of Industrial Management and Logistics, Faculty of Engineering Lund University, Fredrik Schultheiss,
Background:	The numbers of received orders for heat exchangers from the refrigerate assortment decreases by 15-25 percent for each week above target lead time of 4 weeks. When the lead time is 8-10 weeks the number of received orders is almost zero.
Research questions:	What possibilities are there for Alfa Laval to reduce lead time for welded cassettes for the refrigerate assortment and what changes should be made to reduce lead time?
Deliverables:	In this project an analysis of a supply chain at Alfa Laval has been made. Improvement suggestions have been given to the company to reduce lead time.
Method:	The method throughout this project has been Six Sigma DMAIC. Both qualitative and quantitative data has been gathered for the analysis.
Delimitations:	The project is limited to the stream from CP to Ref
Results:	The improvement suggestions will reduce the system lead time with 4 days for M10BW and MK15BW and it will reduce the total number of pallet space in stock. The recommendation of analysing the whole supply chain instead of suboptimising will contribute to reduced lead time. The suggestions will also lower warehousing cost due to reduced cassette stock and reduced lead time.
Keywords:	Lead Time Reduction, Lean, Six Sigma, DMAIC

Sammanfattning

Titel:	Leadtidsreduktion från ämnesmaterial till monterad värmeväxlare
Författare:	Anders Eklind & Jacob Johnsson
Handledare:	Jan-Eric Ståhl, Professor vid Industriell produktion, Lunds tekniska högskola, Fredrik Schultheiss, Doktor vid Industriell produktion, Lunds Tekniska Högskola.
Bakgrund:	Orderingången för värmeväxlare ur kylsortimentet minskar idag med 15-25 procent för varje extra veckas leveranstid över målbilden på 4 veckor. Vid leveranstid på 8-10 veckor är orderingången nästin-till obefintlig.
Frågeställning:	Vilka möjligheter har Alfa Laval att reducera ledtiden för svetsade kassetter till kylsortimentet och vilka förändringar bör genomföras för att minska ledtiden?
Innehåll:	I arbetet kartläggs ett produktionsflöde på Alfa Laval där förbättringsförslag ges för att minska ledtiden.
Metod:	Genomgående metodik genom arbetet har varit Six Sigma DMAIC. Både kvalitativ och kvantitativ data har samlats in för analyser.
Avgränsningar:	Arbetet avgränsas till flödet från CP-fabriken till Ref-montaget på Alfa Laval Lund AB.
Resultat:	Förändringsförslagen minskar systemledtiden med 4 dagar för kassettyperna M10BW och MK15BW samt minskar totala antalet pallplatser i lager. Rekommendationen att studera hela flöden och inte suboptimera bidrar till sänkt ledtid. Förslagen medför även minskad lagerhållningskostnad på grund av reducerat kassettlager samt reducerad ledtid.
Nyckelord:	Leadtidsreduktion, Lean, Six Sigma, DMAIC

Ordlista

VSM	Value Stream Map. Värdeflödeskarta där flödet kartläggs och slöserier identifieras.
MO	Manufacturing Order. Tillverkningsorder används internt för att visa vad som ska produceras på respektive flödesgrupp.
PO	Purchase Order. En inköpsorder av komponenter från underleverantörer eller interna fabriker på Alfa Laval.
SO	Sales order. En försäljningsorder bestående av en eller flera MO som säljs till andra fabriker eller till slutkund.
TL	Team Leader, gruppleddare som har ansvar för att planera order internt i varje flödesgrupp.
DILLO	Day in life of. En person följs i sitt dagliga arbete där slöseri och värdeskapande tid identifieras.
EDI	Electronic Data Interchange. Överföring av strukturerad information enligt ett överenskommat format.
PSA	Product Supply Agreement. Ett avtal mellan operation och marknad som reglerar intern ledtid för olika produkter.
OEE	Overall Equipment Efficiency. Ett vedertaget nyckeltal för att mäta produktionseffektivitet i maskiner.
GDTL	Global Delivery Time List. Ett webbaserat verktyg som används globalt på Alfa Laval för att visa ledtider för olika produkter.
SLA	Service Level Agreement. Ett informellt avtal mellan kund och leverantör där behov och förväntningar av vad som ska levereras fastställs av båda parter.
PIA	Produkter i arbete. Produkter som för tillfället är i produktionsprocessen.
ERP-system	Enterprise Resource Planning-system. Ett standardiserat verksamhetsövergripande systemstöd för att ta hand om ett företags informationshantering. Hanterar exempelvis inköp, produktionsplanering, orderberedning med mera.
Jeeves	Ett ERP-affärssystem som används av Alfa Laval.

Innehåll

Förord.....	I
Abstract	II
Sammanfattning.....	III
Ordlista	IV
1 Introduktion.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Företaget Alfa Laval AB	2
1.3 Alfa Laval Lund AB.....	2
1.4 Monteringsavdelningen Ref.....	2
1.5 Flödet från coil in till montagegruppen Ref	3
1.6 Produktbeskrivning kassettvärmeväxlare	3
1.7 Produkter på Ref.....	4
1.8 Orderhantering	4
1.9 Problemdiskussion.....	5
1.10 Problemformulering.....	5
1.11 Frågeställning	5
1.12 Mål.....	5
1.13 Avgränsningar	5
2 Teori.....	7
2.1 Lean.....	7
2.1.1 5S.....	7
2.1.2 Just-in-time.....	7
2.1.3 Dragande och tryckande system	7
2.1.4 Kanban	8
2.1.5 Kaizen.....	8
2.1.6 7 Wastes	8
2.2 Six Sigma.....	8
2.3 Verktyg	8
2.3.1 Värdeflödeskarta (VSM)	8
2.3.2 SIPOC	9
2.3.3 5W2H.....	9
2.3.4 Critical to Quality	9
2.3.5 Swim lane-diagram.....	9
2.3.6 Gap-analys	10
2.3.7 DILO.....	10
2.3.8 Impact-Effort-matris	10

2.4	Tvärfunktionell integration	11
2.4.1	Vertikal integration.....	11
2.4.2	Horisontell integration.....	11
3	Metod.....	13
3.1	Metodik.....	13
3.2	Forskningssyfte.....	13
3.2.1	Beskrivande	13
3.2.2	Utforskande.....	13
3.2.3	Förklarande.....	13
3.2.4	Problemlösande	13
3.3	Synsätt	13
3.3.1	Analytiskt synsätt.....	13
3.3.2	Systemsynsätt	14
3.3.3	Aktörssynsätt	14
3.4	Forskningsmetod	14
3.4.1	Kartläggning	14
3.4.2	Fallstudie.....	14
3.4.3	Experiment.....	14
3.4.4	Aktionsforskning	14
3.5	Giltighet.....	15
3.5.1	Reliabilitet	15
3.5.2	Validitet	15
3.5.3	Representativitet.....	15
3.6	DMAIC.....	15
3.7	Datainsamling.....	16
3.7.1	Kvantitativ data och kvalitativ data.....	16
3.7.2	Intervjuer	16
3.7.3	Observationer	16
3.7.4	Litteraturstudier.....	16
3.7.5	Mätningar.....	16
3.8	Vald metodik.....	16
4	Datainsamling.....	19
4.1	Introduktion.....	19
4.2	Värdeflödeskarta	19
4.3	Potentiella orsaker till för lång ledtid.....	19
4.3.1	Potentiella orsaker som analyseras vidare.....	19
4.3.2	Övriga potentiella orsaker och slöserier.....	20

4.4	Mätplan.....	20
4.4.1	Mätperiod	21
4.5	Insamlad data och mätningar.....	21
4.5.1	Orderträd från Jeeves	21
4.5.2	Komplement till insamlad data.....	21
4.5.3	Planeringseffektivitet.....	21
4.5.4	Systemledtid.....	22
4.5.5	Verklig tid i produktionen.....	22
4.5.6	Kapacitet, leveranssäkerhet.....	22
4.5.7	Lagernivåer för plattor och kassetter	22
4.5.8	Platt- och kassettförbrukning Ref.....	22
4.5.9	Emballering av gods för frakt från CP till Ref	23
5	Analys	25
5.1	Inledning.....	25
5.2	Generell analys.....	25
5.3	Planeringseffektivitet i lasersvetsen.....	26
5.3.1	Order som svetsats innan Jeeves startdag	26
5.3.2	Reserverade kundtimmar i lasersvetsen.....	27
5.3.3	Planerade timmar i lasersvetsen.....	28
5.3.4	Summering planeringseffektivitet i lasersvetsen.....	29
5.4	Systemledtid.....	29
5.4.1	Inledning	29
5.4.2	Lasersvetsen	29
5.4.3	Systemtid mellan lasersvetsen och Ref	30
5.4.4	Systemledtid på Ref.....	32
5.4.5	Summering systemledtidsanalys	32
5.5	Verklig ledtid i produktionen.....	32
5.5.1	Inledning	32
5.5.2	Tid från skapad SO till inlämnad värmeväxlare på Ref.....	33
5.5.3	Mottagen order till sista inlämnade MO på CP	34
5.5.4	Leveranssäkerhet i lasersvetsen	35
5.5.5	Inbokningsavstånd och kapacitet i lasersvetsen	36
5.5.6	Tid från systemets startdag till inlämnad order på lasersvetsen.....	36
5.5.7	Tid från inlämnad order till Jeeves slutdag lasersvetsen.....	37
5.5.8	Tid mellan första och sista inlämnade MO på lasersvetsen som hör till samma SO på Ref	37
5.5.9	Leverans från CP till Ref.....	39

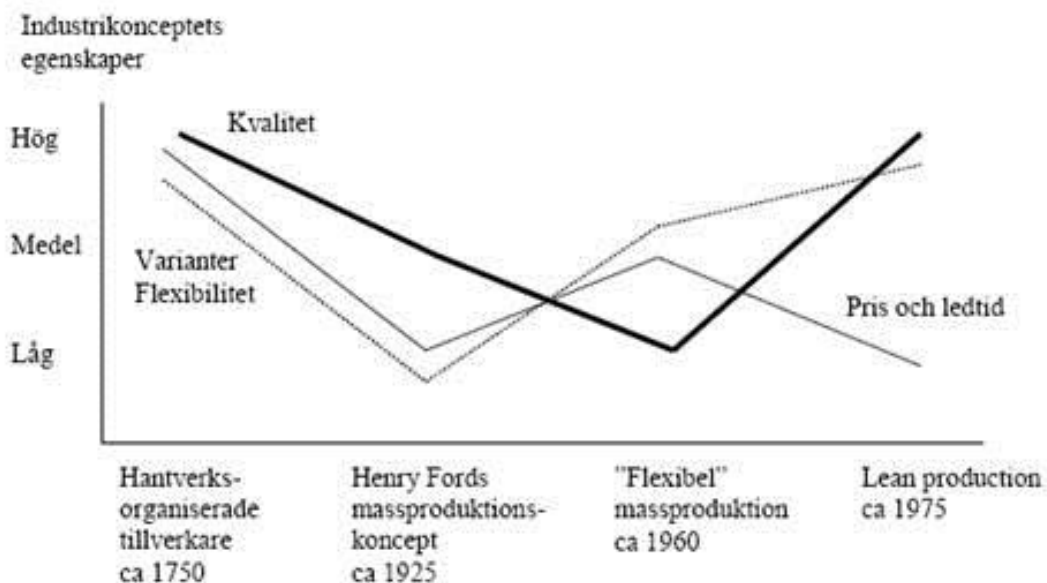
5.5.10	Tid mellan CP och Ref	40
5.5.11	Monteringen på Ref	47
5.5.12	Summering verklig ledtidanalys	49
5.6	Impact-Effort-analys	49
5.7	Summering av analysen	50
6	Resultat och förbättringsförslag	51
6.1	Inledning	51
6.2	Planeringseffektivitet lasersvetsen	51
6.2.1	Rekommendation för planeringsprojekt av lasersvetsen	51
6.2.2	Översyn av vilka artiklar som ska lagerläggas på CP	52
6.3	Ändrat leveranssätt från CP till Ref och lägga samman alla MO till en SO	52
6.3.1	Handlingsplan	53
6.3.2	Potentiella risker/problem	53
6.3.3	Kostnader/fördelar	54
6.4	Minska systemets ledtidsdagar på lasersvetsen	55
6.4.1	Handlingsplan	55
6.4.2	Potentiella risker/problem	55
6.4.3	Kostnader/fördelar	55
6.5	Mäta ledtid och uppdatera GDTL	56
6.5.1	Handlingsplan	56
6.5.2	Potentiella risker/problem	57
6.5.3	Kostnader/fördelar	57
6.6	Pilotprojekt på M10BW	57
6.6.1	Given kapacitet för Ref på veckobasis i SWEN	57
7	Diskussion	59
8	Slutsats	61
	Litteraturförteckning	62
	Bilagor	64

1 Introduktion

I detta kapitel introduceras problemet som ska studeras och det ges en kort presentation av företaget. Här redovisas även målet med projektet samt vilka avgränsningar som gjorts.

1.1 Bakgrund

Tillverkningsindustrin har under det senaste decenniet utvecklats och förändrats i takt med ökande global konkurrens. Tidigt i industrialiseringen fick kunderna anpassa sig till vad som tillverkades medan leverantörerna under senare del har behövt anpassa sig till vad som efterfrågas på marknaden. Från ca 1850-1910 utvecklades hantverksindustrin till massproduktion och från sent 1930-tal och framåt har massproduktion utvecklats till mer resurssnål produktion. Massproduktionen anses ha startat under 1910-talet när Henry Ford startade tillverkningen av T-Ford i Detroit. Standardiseringar och idéer om snabba flöden minskade ledtiden för att tillverka bilar. Toyota Motor Company vidareutvecklade dessa idéer och myntade 1937 begreppet Just-in-time (JIT) som bygger på att materialet anländer till de olika produktionsprocesserna i rätt tid för att inte binda upp onödigt kapital. Toyota blev vägvisare för denna filosofi och ca 1975 myntades begreppet Lean Production. I slutet av 70-talet hade Toyotas ledtider reducerats så pass mycket att fortsatta reduceringar ansågs svåra att nå. Toyotas försäljningsbolag som inte var samma bolag som produktionsbolaget hade längre ledtider för försäljningsprocessen. När sedan produktionsbolaget och försäljningsbolaget slogs ihop spred sig mycket av JIT-filosofin till försäljningsbolaget och den totala ledtiden minskades ännu mer. På liknande sätt spred sig JIT-filosofin till andra delar av Toyota.



Figur 1. Utvecklingen av pris/ledtid, kvalitet och flexibilitet som funktion av stora förändringar (transformationer) avseende och styra sättet att organisera industriell produktion, (Johnson, 1992) bearbetad av (Ericsson, 1997).

Minskade ledtider är ett sätt att snabbare svara på marknadens behov, vara konkurrenskraftiga mot konkurrenter samt att öka kundnöjdheten. En annan stark anledning till korta ledtider är minskad kapitalbindning vilket kan leda till minskade produktpriser för kund och högre marginaler för företag.

1.2 Företaget Alfa Laval AB

Alfa Laval AB grundades år 1883 av Gustav de Laval och hans partner Oscar Lamm under namnet AB Separator. Först år 1963 fick företaget sitt nuvarande namn. Idag är Alfa Laval världsledande inom tillverkning av plattvärmeväxlare men tillverkar även separatorer och lösningar inom flödeshantering. Alfa Laval verkar idag i över 100 länder och har över 18000 anställda. Huvudkontoret är beläget i Lund där även den största fabriken återfinns (Alfa Laval Lund AB, 2015).

1.3 Alfa Laval Lund AB

Alfa Laval Lund AB tillverkar plattvärmeväxlare främst till Europa, Mellanöstern och Afrika men även globalt till kontraktorder (contract orders). Siten i Lund sysselsätter cirka 500 anställda, både kollektivanställda och tjänstemän. Produktionen i Lund är uppdelad på fyra fabriker. Två fabriker tillhör CU (Component Unit); CP (Component Plates) och CF (Component Frames). CP tillverkar främst plattor och svetsar kassetter och CF tillverkar stativ- och tryckplattor. CU levererar tillverkade detaljer till de två fabrikerna, tillhörande SU (Supply Unit). I SU ingår fabrikerna SE (Supply Equipment) och SP (Supply Process). I dessa fabriker monteras värmeväxlarna i olika grupper beroende på kundernas krav på värmeväxlaren.

1.4 Monteringsavdelningen Ref

I en av SU-fabrikerna, SE (Supply Equipment) finns montagegruppen Ref (Refrigerate). På Ref tillverkas plattvärmeväxlare innehållande endast svetsade kassetter. Avdelningens huvudsakliga arbetsuppgifter består av tillverkning av färdiga värmeväxlare där montering av komponenter står för en stor del av arbetet. Montering kan delas upp i tre delar. Den första där fodren tillverkas och svetsas på stativplattan. Den andra består av att flika fast packningarna på kassetterna. Slutligen monteras komponenterna till en färdig värmeväxlare som sedan vatten- och heliumtestas, för att säkra kvalitetskraven, innan den emballeras och skickas vidare till kund. En kassett med monterad packning kan ses i Bild 1.

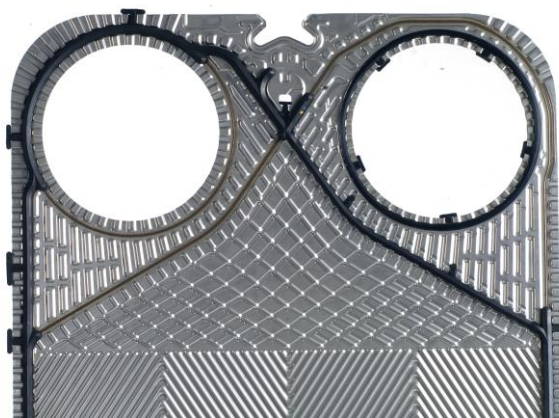


Bild 1. Bild av en kassett med monterad packning. Packningen fixeras med hjälp av styrningar som trycks fast i kassetten.

I Bild 2 illustreras hur varmt och kallt medium flyter mellan kassetterna i en värmeväxlare.

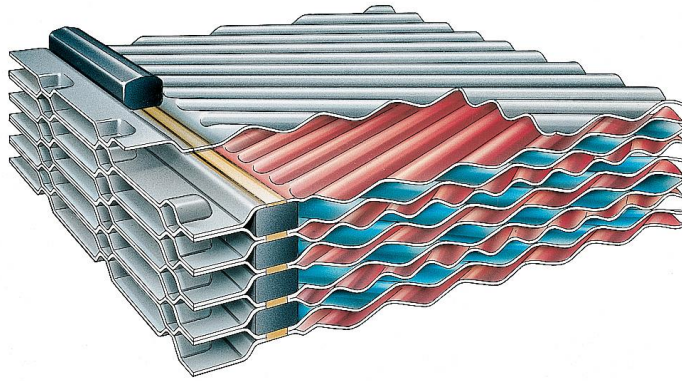


Bild 2. Bilden illustrerar hur varmt och kallt medium flödar mellan monterade kassetter i en plattvärmeväxlare.

De två CU-fabrikerna förser i huvudsak montagegruppen Ref med stativ- och tryckplattor samt svetsade kassetter. Övriga komponenter såsom gummipackningar och bultar köps in av externa underleverantörer. Ledtiden för en värmeväxlare, tillverkad på Ref, låg under 2015 på ungefär 5-7 veckor. Den största anledningen till långa ledtider anses vara leveransen av svetsade kassetter från fabriken CP där kassetterna svetsas i en lasersvets. Lasersvetsen på CP förses i sin tur med pressade plattor från presslinjen på CP. Efter montering på Ref funktionstestas och emballeras värmeväxlarna innan leverans till kund.

1.5 Flödet från coil in till montagegruppen Ref

Flödet börjar med att coil (plåtmaterial på rulle) levereras till en ankomstgrupp på Alfa Laval i Lund där de kontrolleras och registreras. De lagras sedan i tält i direkt anslutning till verkstaden. Coilen hämtas sedan av truckförare som fraktar de till presslinjen där de klipps, hålas, pressas och slutligen tvättas. Efter presslinjen körs plattorna antingen in till lager eller direkt till lasersvetsavdelningen som svetsar samman två plattor till en kasset. Lagergruppen tar sedan vid och när montagegruppen Ref avropar ordern så packar lagergruppen samman svetsade kassetter och gummipackningar och emballerar detta innan levereras till Ref. Parallellt med flödet på CP så förser CF Ref med tryck- och stativplattor, bultar och foder som också levereras efter att Ref avropat ordern. På Ref monteras sedan värmeväxlaren med alla komponenter som sedan funktionstestas och emballeras innan leverans till kund.

1.6 Produktbeskrivning kassettvärmeväxlare

Plattvärmeväxlare används för att värma eller kyla en vätska. Värmeväxlaren kör ett varmt och ett kallt medium mellan varannan platta och kyler eller värmer på så sätt mediet. I mer känsliga applikationer där effektiv kylning eller uppvärmning av aggressiva vätskor görs används svetsade kassetter istället för enkla plattor för att kunna hålla ett högre tryck (Alfa Laval, 2016). De två yttre kassetterna kallas för ändkassetter och kan ha olika hålbilder jämfört med de inre mellanliggande kassetterna som kallas för kanalkassetter. De packningsförsedda kassetterna hängs upp i stativ och pressas ihop mellan en stativ- och en tryckplatta med hjälp av bultar. En bild på en värmeväxlare kan ses i Bild 3.

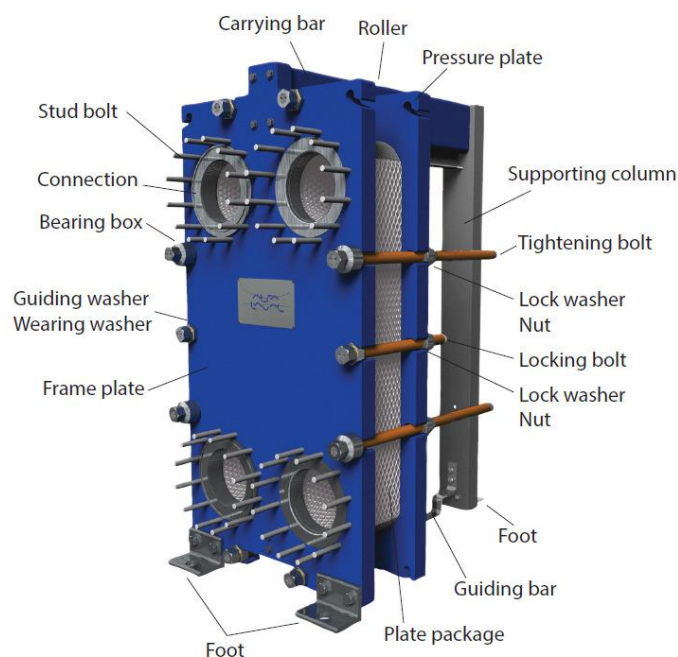


Bild 3. Bild av en värmeväxlare.

1.7 Produkter på Ref

Ref tillverkar semisvetsade plattvärmeväxlare främst för kylning. Avdelningen hanterar en rad olika produkter och artiklar. Komponenterna består av svetsade kassetter och gummi-packningar, stativ- och tryckplattor men även bultar och andra insatsråvaror. Den minsta kassetten är M6MW och har måtten 250 * 750 millimeter och den största är T20BW med mått 625 * 1750 millimeter.

De olika varianter av kassetter som Ref använder i sina plattvärmeväxlare är:

- M6MW.
- M10BW.
- MK15BW.
- T20BW.
- TK20BW.
- M20MW.

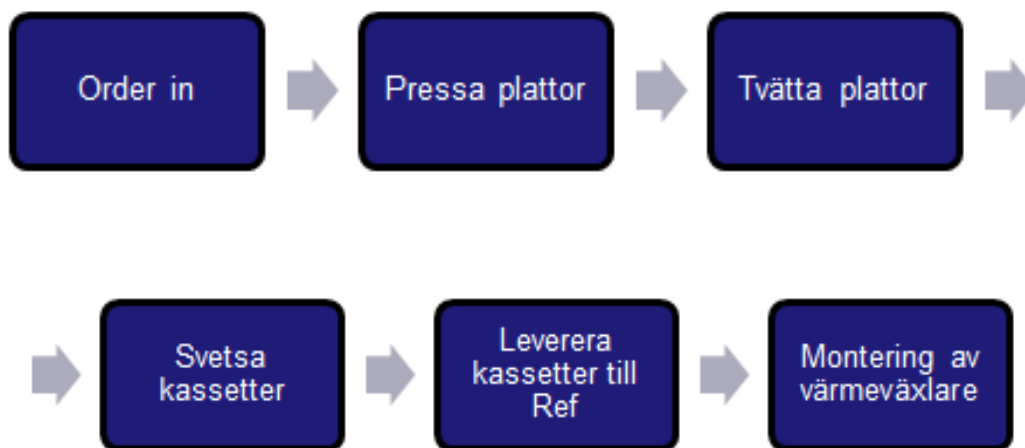
Dessa olika varianter finns både i olika tjocklekar, olika material, olika mönster och olika hålbilder vilket komplicerar tillverkningen. Det medför svårigheter vid bland annat planering, produktion och lagerhållning.

1.8 Orderhantering

Order kommer idag in till Alfa Laval orderberedare på SE via EDI (Electronic Data Interchange). Orderberedaren kontrollerar sedan ordern och bryter ner till olika tillverknings-order som kan innehålla inköpsorder till både CP- och CF-fabriken. GDTL (Global delivery time list) är ett måttetal som anger hur lång tid det tar från dess att en order kommer in till dess att värmeväxlaren är färdigmonterad. GDTL är specifikt för varje enskild produkt. Detta tal är en uppskattning utefter hur långa de aktuella inbokningsavstånden i produktionen är. Det är detta tal som redovisas till kunderna innan de beställer en produkt så de ser hur lång leveranstiden är. Även Product Supply Agreement (PSA) används och som ett avtal mellan marknads-segmentet på Alfa Laval och fabriken som säger hur lång tid det bör ta från dess att ordern kommer in till levererad produkt.

1.9 Problemdiskussion

Idag är kundernas ledtidskrav på de flesta värmeväxlare från Ref 4 veckor. GDTL som är den uppskattade ledtiden för produkterna var under 2015 ungefär 5-6 veckor för värmeväxlar-typerna M10BW och MK15BW. GDTL ska mest ses som en uppskattad ledtid och beror på flera olika faktorer. Det kan bland annat bero på att ledtiden för svetsade kassetter från lasersvetsen på CP kan vara uppåt 4-6 veckor. Ett stort problem är att kunder inte köper produkter av Alfa Laval på grund av den långa ledtiden. För värmeväxlare med semisvetsade kassetter upplevs ledtiden som det största problemet och de inte speciellt priskänsliga. Olika projekt har genomförts för att förbättra effektivitet och tillgängligheten på flaskhalsar i produktionen. Till viss del har också lagerläggning av kassetter ändrats under åren. Hela värdeflödeskedjan från order in till monterad värmeväxlare på Ref behöver ses över och ledtider behöver minskas. För att kunna uppnå detta behöver lager optimeras och slöseri minskas. Flödet som ska studeras illustreras övergripligt i Figur 2.



Figur 2. Övergripande flödet som studeras från inkommande order till färdigmonterad värmeväxlare på Ref.

1.10 Problemformulering

Refs orderingång minskar idag med 15-25 procent för varje extra veckas leveranstid över målbilden för standardapparaterna M10BW och MK15BW som står för cirka 80 procent av Refs volym. Vid leveranstid på 8-10 veckor är orderingången nästintill obefintlig. Följden blir förlorade order och förlorad eftermarknad.

1.11 Frågeställning

Vilka möjligheter har Alfa Laval att reducera ledtiden för Ref-sortimentet och vilka förändringar bör genomföras för att minska ledtiden?

1.12 Mål

Målet med detta arbete är att kartlägga hela flödet från coil till monterad värmeväxlare på Ref samt att minska ledtiden för kunderna. Målet är också att med hjälp av relevant metodik analysera hela processer och inte bara suboptimera enskilda delar. Målet är också att rekommendationer som ges till företaget, arbetas vidare med för en minskad ledtid mot kund. Genom rekommendationer är förhoppningen att företaget ska uppnå den långsiktiga målbilden om en ledtid på 4 veckor för kunden.

1.13 Avgränsningar

Under arbetets gång kommer följande avgränsningar göras

- Endast materialflödet och det administrativa flödet för kassetter och packningar från CP till Ref kommer att studeras.

- Stativ- och tryckplattornas flöde från CF till Ref kommer att analyseras ytligt.
- Bultar och övriga delkomponenter kommer inte studeras.
- Maskinspecifika problem kommer inte att analyseras.
- Frakt av färdig värmeväxlare kommer inte analyseras.
- Det interna flödet på Ref kommer inte studeras på grund av internt förbättringsprojekt på Ref.

2 Teori

I detta kapitel redovisas relevant teori som kommer appliceras under arbetets gång.

2.1 Lean

Begreppet Lean Production används idag flitigt av många företag och filosofin har sina rötter i Toyota Production System (TPS) (Liker, 2009). Toyota anses vara i täten vad gäller kvalitet, produktivitet, tillverkningshastighet samt flexibilitet jämfört med andra biltillverkare, enligt Liker (2009). Lean ska ses som en teori och inte en samling verktyg. Filosofin bygger på att skapa en kultur för långsiktigt tänkande, eliminera slöserier i sina processer, utveckla sina anställda och partners samt skapa en organisation som eftersträvar ständigt lärande. Ska man lyckas med Lean Production är det viktigt att fokusera på Lean som en helhetsbild som ska tränga igenom hela organisationskulturen och inte endast fokusera på de verktyg som följer med (Liker, 2009). Vissa av de verktyg som ingår i Lean kommer att beskrivas nedan.

2.1.1 5S

5S är ett av verktygen inom Lean och syftet är att skapa och bibehålla en organiserad, ren, säker och högpresterande arbetsplats. (George, David, Mark, & John, 2005). Idén är att felaktigheter upptäcks lättare i en ren och standardiserad arbetsmiljö. Till exempel är det lättare att upptäcka ett oljeläckage på en ren maskin än en på en redan smutsig maskin. Namnet 5S kommer från de första bokstäverna i de fem japanska orden Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu och Shitsuke (Ståhl, 2012).

Seiri

Seiri betyder "skilj nödvändigt från icke nödvändigt" och syftar till att sortera bort det som inte är nödvändigt för att utföra arbetsuppgiften.

Seiton

Sortera och märk upp var verktyg, material mm skall vara så det placeras där det behövs och får sin plats.

Seison

Seison betyder "städa upp" och syftar till att personalen städar och håller rent sin arbetsplats.

Seiketsu

Standardiserad upprensning och städning baserat på de tre första stegen.

Shitsuke

Skapa en disciplin och syftar till att personalen ska följa företagets regler.

2.1.2 Just-in-time

Just-in-time (JIT) är principer och redskap som gör det möjligt för företag att effektivt producera produkter i små kvantiteter med korta ledtider. I JIT-filosofin är grundtanken att rätt detaljer anländer till nästa steg i förädlingsprocessen precis när behovet uppstår, varken tidigare eller senare. Med JIT minskas de direkta kostnaderna i mellanlager och ledtiderna minskas (Ståhl, 2012). Med JIT uppstår inte problem när kundernas efterfrågan förändras.

2.1.3 Dragande och tryckande system

Det dragande systemet implementerades i Toyota med inspiration av amerikanska snabbköpsbutiker. Hyllorna fylls på allteftersom varor säljs. Konsumtionen bestämmer alltså produktionen. Vid implementering i en produktionsprocess gör man på samma sätt. Steg 1 i en process ska inte tillverka nya komponenter förrän steg 2 förbrukat de tidigare producerade komponenterna från steg 1. När steg 2 bara har ett säkerhetslager kvar av komponenter tillverkade i steg 1, läggs en order till steg 1 på nya komponenter och ett dragande flöde skapas. Just-in-time som är en av

grundpelarna i Toyota Production System hade inte utvecklats utan det dragande systemet (Liker, 2009).

I ett tryckande system startas ett jobb på startdagen som är beräknad genom att subtrahera en fastställd ledtid från tiden då varan ska vara färdig (Spearman & Zazanis, 1992).

2.1.4 Kanban

Kanban betyder kort på japanska. Dessa kort är ett sätt att skicka information uppströms i en förädlingsprocess om att ett materialbehov har skapats längre ner i flödet. Det skapar ett dragande system (pull system) och innebär att produktionen i förädlingssteget uppströms i kedjan inte startar förrän ett behov har uppstått. På så sätt drar man ut produkten ur flödet. Detta skapar en kedjereaktion genom hela flödet och ett sug efter de önskade produkterna. Kanban-systemet anses vara ett av de viktigaste verktygen för JIT-filosofin (Ståhl, 2012).

2.1.5 Kaizen

Kaizen härstammar också från ett japanskt uttryck och brukar översättas till "ständiga förbättringar". Kaizen är ett samlingsnamn för processer som leder till förbättringar av kvalitet och produktivitet (Ståhl, 2012).

2.1.6 7 Wastes

Toyota Production Systems identifierade 7 typer av slöseri i produktionsprocesser som bör minimeras (Chiarini, 2013).

1. Överproduktion – att producera för mycket både för tidigt och försent i processen.
2. Lager – material, produkter i arbete och färdigvarulager.
3. Förflyttning – onödiga förflyttningar.
4. Defekter – defekta produkter och tjänster.
5. Transport – onödiga transporter av produkter i processen.
6. Överbearbetning – bearbeta mer än kunden kräver.
7. Väntan – väntan mellan processens olika steg.

2.2 Six Sigma

Six Sigma är ett hjälpmedel vid förbättringsarbete som startades av elektronikföretaget Motorola 1987. Genom bearbetning av data är målet att försöka minska oönskade variationer i ett system. Namnet Six Sigma kommer ifrån en statistisk modell där systemets toleranser ska innefattas av ± 6 standardavvikelse, σ (Ståhl, 2012). Det syftar till att lyckas i 99,99966 procent av fallen, eller att endast ha 3,4 defekter av 1 miljon möjliga. Enligt Watson (2004) är Six Sigma dels en ledarskapsfilosofi, dels en processmätande metod. Syftet är att minska misstag, slöseri och omarbeten med hjälp av olika mätningar och statistiska analyser. En av de vanligaste metoderna i Six Sigma är DMAIC; Define, Measure, Analyse, Improve och Control. DMAIC är ett tillvägagångssätt som är vanligt vid förbättringsarbeten i företag och används för att systematiskt angripa problemet.

2.3 Verktyg

2.3.1 Värdeflödeskarta (VSM)

En värdeflödeskarta är en Lean-metod som används för att illustrera ett flöde inom ett system. En VSM är i grunden en tids- och flödesanalys, vilket inte nödvändigtvis måste överensstämma med värdet och värdeskapandet. En värdeflödeskarta innehåller allt material och all information som krävs för att tillverka en produkt och visar hur flödet går genom systemet. I en värdeflödeskarta illustreras informationen i en karta som antingen representerar nuläget eller framtida läget för ett system. I en värdeflödesanalys som representerar nuläget visas hur information och

material flödar genom systemet. I en värdeflödesanalys som representerar framtida läget illustreras det optimala flödet (Chen, Li, & Shady, 2010). Enligt George et al (2005) konstrueras en VSM enligt följande steg:

1. Bestäm vad som ska kartläggas.
2. Rita ett processflöde.
3. Lägg till materialflöde.
4. Lägg till informationsflöde.
5. Samla in data och anslut till processens olika steg.
6. Lägg till process- och ledtid.
7. Verifiera kartan.

2.3.2 SIPOC

SIPOC är ett verktyg som används för att få en övergripelig förståelse för en process och för att hitta eventuella brister. SIPOC står för Suppliers, Inputs, Process, Outputs och Customers (Watson, 2004). Med hjälp av SIPOC identifierar man vilka inputs som krävs i processen. Man utvecklar målet med projektet. Man identifierar kärnprocessen och möjliga delar som inte ger mervärde till processen. Man tydliggör även för vilka nyckelkunder man har (Parkash & Kaushik, 2011). En viktig aspekt med SIPOC är att gruppen som utför projektet tydligt ska kunna sätta gränser och hitta rätt fokus för projektet (George, David, Mark, & John, 2005).

2.3.3 5W2H

5W2H är ett verktyg som används för att definiera en problemformulering. 5W2H står för Why, Where, Who, What, When, How och How. Relevanta frågor som ställs kan vara: Varför är det ett problem? Vem påverkas av problemet? När uppstår problemet? Hur vet vi att det är ett problem? Med hjälp av sådana frågor kommer man fram till en tydligare och mer precis problemformulering.

2.3.4 Critical to Quality

Critical to Quality (CTQ) är en intern kvalitetsparameter som relaterar till vad kunden efterfrågar. Critical to customer (CTC) handlar om vad som är viktigt för kunden medan CTQ handlar om vad som är viktigt för processen som ska säkerställa att kunden blir nöjd (iSixSigma, 2016). Följande är ett exempel på hur en CTQ kan gå till:

Kundens påstående	Kundens behov	Hur kan detta mätas?	CTQ
Leveransen av produkt X från leverantör A är alltid sen	Leverans i tid av produkt X från leverantör A	Leveranstid	Produkt X ska levereras från leverantör A inom en vecka

Tabell 1. Exempel på Critical to Quality.

2.3.5 Swim lane-diagram

Swim lane-diagrammet togs fram 1990 av Geary Rummler and Alan Brache. Metoden är till för att snabbt och lätt kartlägga processer och samspel mellan olika processer och avdelningar. I ett Swim lane-diagram ritas horisontella rader (simbanor) upp för olika individer, team, avdelningar eller enheter. Målet med diagrammet är att identifiera glapp och ineffektiviteter i processen (Mind Tools, 2016).

De övergripande stegen när man gör ett Swim lane-diagram är

1. Identifiera de olika personerna eller funktionerna som är involverade i processen.
2. Identifiera alla processteg.
3. Placera varje processteg i respektive person eller funktions Swim lane.
4. Använd resultatet för att identifiera förbättringsmöjligheter

- Idealet är att varje funktion bara används en gång i processen.

Kunden placeras alltid högst upp och vanligtvis placeras de viktigaste funktionerna under kunden (George, David, Mark, & John, 2005).

2.3.6 Gap-analys

En Gap-analys är till för att man ska kunna jämföra nuläget med det önskade läget (BA Times, 2016).

En Gap-analys görs oftast i tre steg (Mind Tools, 2016).

1. Identifiera framtida tillstånd.
2. Analysera den nuvarande situationen.
3. Identifiera hur gapen ska överbyggas.

Ett exempel på hur en Gap-analys kan gå till illustreras i Tabell 2.

Framtida läge	Nuvarande läge	Förslag
Svara 90 procent av alla samtal inom 2 minuter	50 procent av alla samtal svaras inom 2 minuter	Anställ mer personal

Tabell 2. Exempel på en Gap-analys.

En Gap-analys kan bland annat användas vid följande tillfällen

- Strategiska förändringar.
- Marknadsförändringar.
- Produktförändring.
- Sammanslagningar.

2.3.7 DILO

DILO (Day in life of) är ett verktyg som går ut på att man följer med någon som arbetar i en process under en viss tid. Tanken med DILO är att få en bild av hur resurserna fördelas inom organisationen och vad som görs. Tanken är också att man gör en tidslinje över arbetet och markerar vad som är värdeadderande och vad som inte är värdeadderande. På så sätt kan man bedöma var resurser slösas och vad som är nödvändigt att arbeta med. DILO kan bland annat användas för att undersöka följande (Mind Tools, 2016)

- Identifiera vad som görs.
- Få förståelse för vad som sänker effektiviteten.
- Identifiera hur resurser ska fördelas.
- Spenderas dagen målmedvetet och med rätt fokus?
- Arbetar man på rätt detaljnivå?
- Delegeras arbetet effektivt?
- Är arbetsmängd och förväntningar i linje med varandra?
- Är majoriteten av aktiviteterna planerade eller spontana?

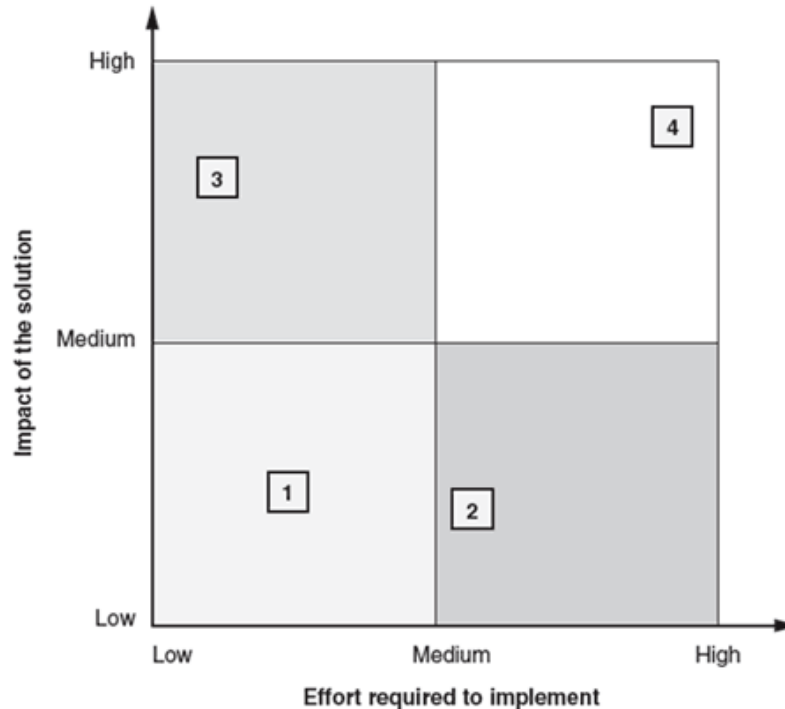
2.3.8 Impact-Effort-matris

En Impact-effort-matris används för att bestämma vilka av flera lösningsförslag man ska implementera. Det illustrerar vilka lösningar som är lätta eller svåra att genomföra samt vilken effekt de har på önskat mål. Stegen i en Impact-effort-matris är följande:

1. Ta fram föreslagna lösningsförslag.
2. Konstruera ett diagram med Effort på horisontella axeln och Impact på vertikala axeln.

3. Bedöm vilken påverkan (impact) varje förslag har och hur resurskrävande (effort) de är och placera de olika lösningsförslagen i någon av de fyra kvadranterna där den anses passa bäst in.
4. Lösningsförslag som hamnar i övre vänstra kvadranten är förslag som har stor genomslagskraft för målet utan att det krävs stora resurser och därför bör dessa förslag värderas högst (ASQ, 2016).

Exempel på hur en Impact-effort-matris kan se ut visas i Figur 3.



Figur 3. Exempel av en Impact-Effort-matris (ASQ, 2016).

2.4 Tvärfunktionell integration

Vid tvärfunktionell integration används hela företagets kompetens i tvärfunktionella grupper för att optimera verksamheten. Tvärfunktionell integration innebär samverkan mellan ett företags olika delar och funktioner. Det kan även innebära samverkan inom en specifik avdelning där olika kompetenser används för att lösa problem. Det är viktigt att olika funktioner inom företaget förstår hur deras beslut kan komma att påverka helheten. Som Figur 4 visar så består tvärfunktionell integration av två olika dimensioner:

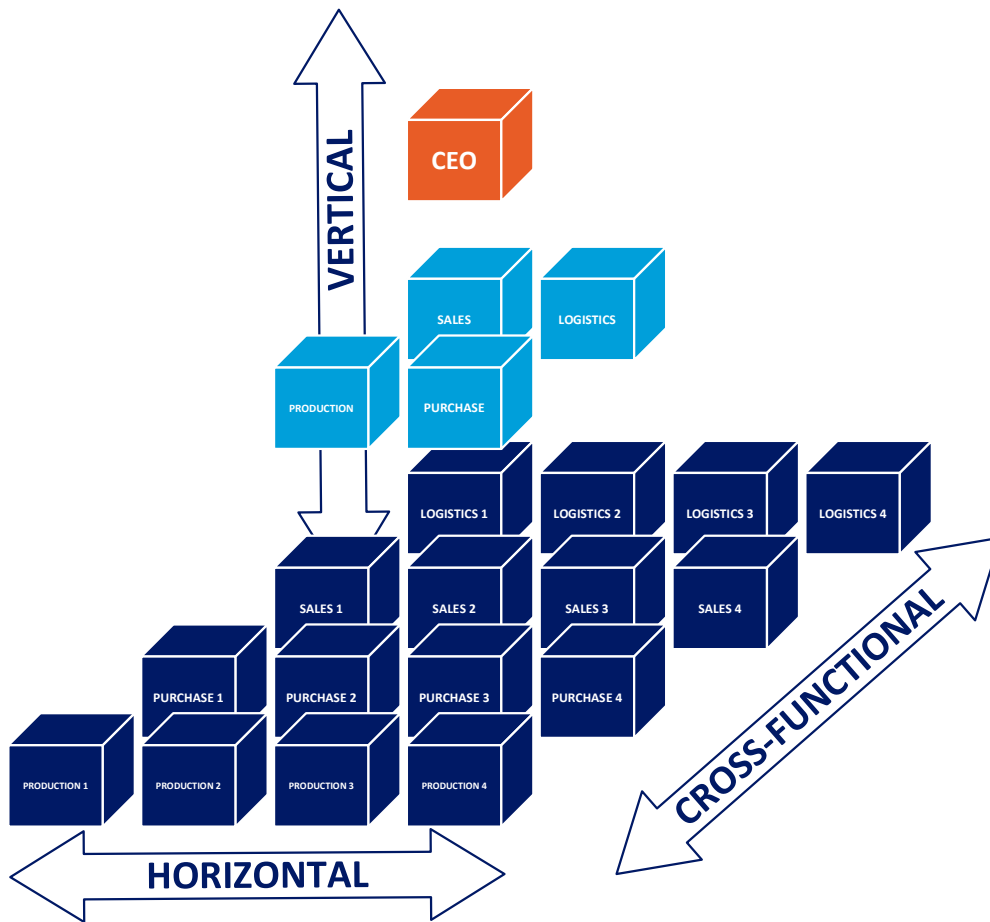
- Vertikal integration.
- Horisontell integration.

2.4.1 Vertikal integration

Vertikal integration handlar om att förstå olika nivåer inom företaget och att se helheten. Det primära syftet är att undvika suboptimering.

2.4.2 Horisontell integration

Horisontell integration handlar om att förstå och använda sig av kunskaper som används vid lika arbeten. Det är vanligt med standardiserade arbetssätt och rutiner och de olika processerna. Det kan handla om att utnyttja investering av maskiner eller verktyg på ett effektivare sätt.



Figur 4. Tvärfunktionellt arbetssätt (Carlsson & Fröberg, 2015)

3 Metod

I detta kapitel redovisas vilken metodik som används under arbetets gång. Först redovisas relevant metodik sedan presenteras vald metodik i 3.8.

3.1 Metodik

Metodiken är det grundläggande arbetssättet som väljs i forskningsarbetet (Höst, Regnell, & Runeson, 2006). En metodik kan vara fix eller flexibel. Vid användandet av en fix metodik är det huvudsakliga syftet med studien väldefinierat innan studien påbörjas. I en flexibel metodik kan studien och dess syfte ändras under tidens gång.

3.2 Forskningssyfte

Beroende på karaktär och mål kan arbetet ha olika syften:

- Beskrivande.
- Utforskande.
- Förklarande.
- Problemlösande.

3.2.1 Beskrivande

Beskrivande studier används ofta när kunskap på området existerar och där syftet är att ta reda på och beskriva hur något fungerar och hur det utförs (Björklund & Paulsson, 2014).

3.2.2 Utforskande

Utforskande syfte är vanligt i studier på områden med lite kunskap och där målet är att få en fundamental förståelse (Björklund & Paulsson, 2014).

3.2.3 Förklarande

Förklarande studier används när man på djupet vill förstå ett fenomen för att kunna förklara och beskriva det (Björklund & Paulsson, 2014).

3.2.4 Problemlösande

Problemlösande syfte används när man vill lösa ett identifierat problem (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.3 Synsätt

Enligt Arbnor och Bjerke (2009) finns det tre angreppssätt vid ett forskningsarbete beroende på vilken typ av forskning som genomförs och vilken syn som forskaren har på verkligheten.

- Analytiskt synsätt.
- Systemsynsätt.
- Aktörssynsätt.

3.3.1 Analytiskt synsätt

Med ett analytiskt synsätt är målet att förklara verkligheten så objektivt och komplett som möjligt. Uppfattningen av verkligheten med ett analytiskt synsätt är att helheten är summan av alla dess delar. Man kan alltså förklara ett fenomen genom att undersöka varje enskild komponent. Med detta synsätt antas all information och kunskap som fås av studien vara oberoende av utföraren. Därför är litteraturstudier vanliga vid analytiskt synsätt. Datainsamling sker ofta via intervjuer, observationer, kartläggningar och experiment. Datamängden analyseras sedan med statistiska verktyg och målet är att få generella resultat (Arbnor & Bjerke, 2009).

3.3.2 Systemsynsätt

Med ett systemsynsätt är helheten för ett system inte lika med summan av alla delkomponenter. Det betyder att man inte kan studera varje delkomponent var för sig för att ge en helhetsbild av ett system, eftersom det även existerar synergieffekter (Björklund & Paulsson, 2014). Med ett systemsynsätt görs ofta fallstudier där information samlas genom observationer och intervjuer. Resultaten behöver inte nödvändigtvis vara generella för andra system eftersom man studerar ett specifikt fall (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.3.3 Aktörssynsätt

Med ett aktörssynsätt är verkligheten en social konstruktion som påverkas av, och påverkar utövaren. Utövaren är en del av den sociala konstruktionen vilket betyder att beskrivningen av verkligheten påverkas av utövarens erfarenheter, intryck och ageranden (Björklund & Paulsson, 2014).

3.4 Forskningsmetod

Höst et al (2006) menar att det finns fyra relevanta metoder som används inom forskningsarbeten

- Kartläggning.
- Fallstudie.
- Experiment.
- Aktionsforskning.

3.4.1 Kartläggning

Kartläggning används ofta om man ska beskriva en företeelse och är därför vanlig om forskningen har ett beskrivande syfte. Kartläggning är en fix metodik och därför är förberedelserna viktiga. Vid kartläggning kan ett visst urval behöva göras om inte hela populationen kan undersökas. Urvalet kan göras slumpmässigt, systematiskt, stratifierat eller fullständigt. I kartläggning kan man sätta upp hypoteser och göra hypotesprövning för att dra slutsatser. Dessa hypoteser testas statistiskt (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.4.2 Fallstudie

En fallstudie görs när man på djupet vill beskriva ett objekt. Det kan bland annat användas när ett företag vill förstå hur de arbetar. Man studerar ett specifikt fall med ett specifikt syfte och slutsatserna behöver inte vara generella för andra fall. Då en fallstudie är en flexibel metod kan dess inriktning ändras under studiens gång. Datainsamlingen sker oftast med hjälp av intervjuer, observationer och arkivanalyser (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.4.3 Experiment

Experiment används om man vill hitta samband mellan olika parametrar och förklara vad vissa fenomen beror på i en studie. Experiment är en fix metod och därför är planering innan genomförande väldigt viktigt. Först definieras mål för studien, sedan sätts en hypotes upp. Hypotesen är ett antagande som görs utefter vad studien vill testa. Vanligt är att man formulerar en nollhypotes och en alternativ hypotes för att sedan göra ett statistiskt test (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.4.4 Aktionsforskning

Aktionsforskning används när man vill förbättra något identifierat problem samtidigt som man studerar det. Aktionsforskning kan ses som en variant av fallstudie. Metoden är vanlig när studien har ett problemlösande syfte. I en studie observeras först ett fenomen där problemet definieras. Detta sker ofta med hjälp av kartläggning eller fallstudie. Sedan tas förslag till lösning fram och sedan genomförs lösningen. Sedan utvärderas arbetet (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.5 Giltighet

En studies giltighet kan bero på olika faktorer. Dels att slutsatserna är väl underbyggda, dels att resultaten är generella. Det är vanligt att giltighet delas in i tre kategorier:

- Reliabilitet.
- Validitet.
- Representativitet.

3.5.1 Reliabilitet

För reliabilitet krävs noggrann datainsamling och analys. Det är viktigt att tydligt redogöra för tillvägagångssättet och resultaten. Att låta arbetet granskas av kollegor och medarbetare är viktigt för att uppnå reliabilitet (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.5.2 Validitet

För att uppnå validitet krävs att man verkligen mäter det som studien avser att mäta. Triangulering kan användas för att öka validiteten. Det syftar till att studera samma objekt med olika metoder och från olika infallsvinklar (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.5.3 Representativitet

Det är viktigt att resultaten är representativa för det urval studien avser. En kartläggning och experiment är bara generaliserbara för populationen som studien avser. För att uppnå hög representativitet är det viktigt att man inte har för stort bortfall från urvalet så att studien missar någon typ av grupp. Att tydligt redogöra för den undersökta kontexten bidrar till ökad representativitet (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.6 DMAIC

DMAIC är ett verktyg inom Six Sigma och kan beskrivas som en strukturerad metod för att lösa avancerade problem och är idag en vedertagen metod som många företag använder sig av (George, David, Mark, & John, 2005). Bokstäverna i DMAIC representerar första bokstaven i metodens olika steg; Define, Measure, Analyse, Improve och Control.

Define

Definiera och kvantifiera problemet, Y, som ska förbättras och kontrollera att det faktiskt är ett problem. Sätt sedan upp mål, avgränsningar och tidsram för projektet och klargör vilken effekt det skall ha på verksamheten.

Measure

I detta steg ska en grundlig förståelse för hur den nuvarande processen fungerar fås, detta för att underlätta fastställandet av de potentiella X som eventuellt kan förbättras. En mätplan tas fram och data för den nuvarande processen samlas in.

Analyse

Analysera de mätningar som gjorts i Measure och identifiera de primära rotorsakerna, X, till problemet (George, David, Mark, & John, 2005). Ofta används statistiska beräkningar för att fastställa processen och dess ingående parametrar (Ståhl, 2012).

Improve

I detta steg ska de potentiella lösningarna till problemet fastställas och optimeras (George, David, Mark, & John, 2005).

Control

Kontrollera att förbättringarna fungerar och att de verkligen efterföljs (George, David, Mark, & John, 2005).

3.7 Datainsamling

3.7.1 Kvantitativ data och kvalitativ data

Data som samlas in kan vara kvantitativ eller kvalitativ. Kvantitativ data kan klassificeras eller räknas. Det kan till exempel vara antal eller andel. Kvalitativ data är mer ord och beskrivningar. Med kvantitativ data kan statistiska beräkningar användas medan man med kvalitativ data kan göra kategoriseringar och sorteringar. I många problem används både kvantitativ och kvalitativ data (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.7.2 Intervjuer

Intervjuerna kan vara strukturerade, semi-strukturerade eller öppet riktade. Strukturerade intervjuer baseras på fördefinierade frågor som gjorts innan intervjun. I en halv-strukturerad intervju är en del av frågorna fördefinierade men ordning och formuleringar kan ändras under intervjun. En öppet riktad intervju tillåter intervjuobjektet att styra intervjun åt olika håll inom ämnet (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.7.3 Observationer

När man observerar ett fenomen kan man vara deltagande observatör och fullständig observatör. Som deltagande observatör kan man till exempel vara projektdeltagare som både observerar och som delvis deltar i projektet. Information kan samlas in med öppna metoder såsom till exempel intervjuer. Som fullständig observatör observeras fenomenet helt utan att observatören är deltagande (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.7.4 Litteraturstudier

Med litteraturstudier bygger man vidare på befintlig kunskap och minskar risken för att upprepa samma studier. Man underlättar också för fortsatta studier om man tydligt redogör för tidigare forskning. Litteraturstudier är en iterativ process där man gör sökningar, gör urval, bedömer och sammanställer. Litteraturstudier görs tidigt i forskningsprocessen för att få övergripande kunskap på området. När sedan avgränsningar och riktningar för arbetet klarlagts görs vidare litteraturstudier för djupare och mer specifik information. När sedan resultaten för arbetet är klara görs litteraturstudier för att jämföra resultaten med tidigare forskning (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.7.5 Mätningar

Mätningar kan vara direkta och indirekta. Direkta mätningar är mätningar där resultatet kan ses direkt, som vid till exempel längdmätningar. Indirekta mätningar kan till exempel vara hastighet, där man först mäter sträcka och tid för att sedan beräkna hastigheten (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

3.8 Vald metodik

Forskningssyftet med detta arbete är både utforskande och problemlösande. Först krävs en djupgående undersökning av systemet för att sedan identifiera och lösa problemet. I detta arbete kommer ett systemsynsätt användas eftersom systemets helhet inte nödvändigtvis behöver vara summan av alla delkomponenter. Relationerna mellan systemets olika delar är av stor vikt.

I Tabell 3 visas huvudsyfte, primärdata och design för de fyra olika metoderna.

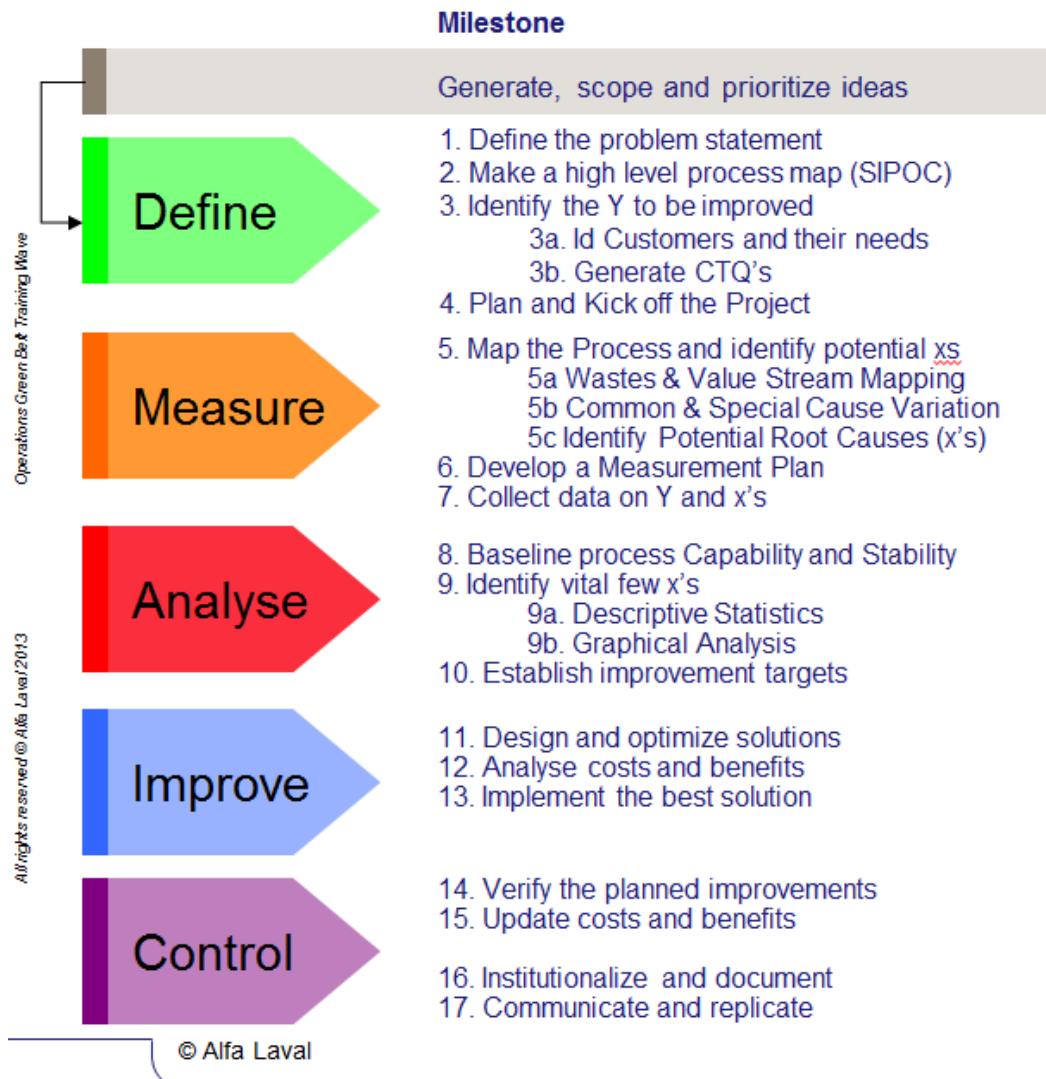
Metod	Huvudsyfte	Primärdata	Design
Kartläggning	Beskrivande	Kvantitativ	Fix
Fallstudie	Utforskande	Kvalitativ	Flexibel
Experiment	Förklarande	Kvantitativ	Fix
Aktionsforskning	Problemlösande	Kvalitativ	Flexibel

Tabell 3. Sammanfattning av forskningsmetoder och dess huvudsakliga syften, data och design (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

Den primära metoden som kommer användas är aktionsforskning eftersom arbetet har ett problemlösande syfte. För att förstå systemet och utforska det så kommer även en fallstudie genomföras som sedan kommer ligga till grund för aktionsforskningen. Eftersom denna studie utgörs av ett specifikt fall krävs inte att resultaten kommer vara generella för andra fall. Målet är dock att tillvägagångssättet ska vara applicerbart på andra liknande system. För att uppnå reliabilitet kommer anställda på Alfa Laval och handledare på LTH ge handledning och korrekturläsa arbetet.

Arbetet kommer genomföras med Six Sigma-verktyget DMAIC som grund. DMAIC är en generell metod som i detta arbete kommer genomföras enligt punkterna i Figur 5. Där kommer steg 1-12 genomföras. I Define-steget kommer en 5W2H genomföras för att åstadkomma en problemformulering. Sedan kommer en SIPOC genomföras för att identifiera nyckelkunder för processen och för att kartlägga en övergripande process för hela det studerade flödet. I Measure-steget där hela processen ska kartläggas kommer en värdeflödesanalys att användas. När denna genomförs kommer flera nyckelpersoner i flödet delta för att validera kartläggningen av processen.

DMAIC



Figur 5. DMAIC på Alfa Laval.

Data som samlas in kommer vara av både kvantitativ och kvalitativ karaktär. Kvantitativ data kommer vara statistik gällande order, led- och cykeltider. Kvalitativ data kommer samlas in i form av semi-strukturerade och öppet riktade intervjuer. Observationer kommer främst ske som fullständiga observatörer där all information samlas in med öppna metoder och alla involverade kommer vara informerade om att data samlas in. Insamlad data kommer sedan verifieras av anställda på Alfa Laval. Litteraturstudier kommer göras kontinuerligt för att få fördjupad kunskap inom olika områden. Både direkta och indirekta mätningar kommer genomföras.

4 Datainsamling

I detta kapitel redovisas vilken typ av data som samlats in samt hur den har samlats in.

4.1 Introduktion

Datainsamlingen har fokuserat på både kvantitativ och kvalitativ data. Kvantitativ data i form av ställtider, operationstider, ögonblickslager för plattor och kassetter, antal pressade plattor, antal svetsade kassetter och antal sålda värmväxlare för Ref. Kvalitativ data har samlats in i form av intervjuer med personal i de olika processtegen. Den kvalitativa datamängden har varit ett komplement till den kvantitativa datamängden i syfte att få större förståelse för flödet samt för att validera data. Värdeflödeskarta har genomförts två gånger med inblandade från alla produktionssteg där potentiella rotorsaker till för lång ledtid lades fram.

4.2 Värdeflödeskarta

Inför att värdeflödeskartan skulle genomföras samlades data in för att bidra till ökad förståelse för hela flödet. Data som samlades in var till exempel ställtider, cykeltider och tider för produkter i lager. Därefter gjordes en värdeflödeskarta tillsammans med deltagare från hela flödet. En mätplan togs fram för att säkerställa att rätt data samlades in och att den var relevant. Eftersom huvudfokus var ledtid så har fokus på datainsamlingen legat på tider genom processen. Kvantitativ data i form av till exempel cykeltider, ställtider och volymer genom produktionsstegen samlades in från affärssystemet Jeeves.

För att ta reda på grundorsakerna till varför leddiden är för lång gjordes en kartläggning över hela processen där en värdeflödeskarta låg till grund för analysen. Värdeflödeskartan togs fram genom halvstrukturerade intervjuer och en workshop där hela flödet ritades upp med berörda parter från processens olika steg. Idén med en värdeflödeskarta är att deltagare från processens olika steg ska medverka och tillsammans ge en gemensam bild av processens nuvarande läge. Både det administrativa flödet och det fysiska produktionsflödet analyserades och sammanställdes visuellt. Under de två workshoppen deltog ca 15 personer som på olika sätt är delaktiga och ansvariga för de olika stegen i produktionsprocessen eller den administrativa processen. De två värdeflödeskartläggningarna började med att alla deltagare fysiskt gick genom hela produktionsflödet för att alla skulle få samma bild av processen. Öppna diskussioner och frågor låg till grund för workshoppen där flödet sedan ritades upp med hjälp av post-it-lappar. Kvantitativ data i form av cykeltider, ställtider och skiftform för produktionsstegen togs fram och lades till i värdeflödeskartan. När flödet var uppritat och alla deltagare verifierade att de hade samma bild gavs öppna förslag om förbättringsområden. När flödet ritats upp fördes det sedan in i Microsoft Visio. En stor anledning till att göra en värdeflödeskarta är för att identifiera potentiella grundorsaker till problemet. Detta kallas i DMAIC för att identifiera X.

Under värdeflödeskartans genomförande framkom potentiella förbättringsområden för vidare undersökning. Dessa undersöktes grundligare och av dessa valde vi att undersöka och mäta de potentiella grundorsakerna som främst driver leddiden.

4.3 Potentiella orsaker till för lång ledtid

De olika potentiella förbättringsområdena analyserades och potentiella grundorsaker till för lång ledtid togs fram. Dessa grundorsaker låg till grund för den fortsatta datainsamlingen och kommer presenteras mer ingående längre fram i kapitlet. Grundorsaker till problemet kallas i DMAIC för X. Dessa X ansågs ha en stor förbättringspotential för att sänka leddiden till slutkund.

4.3.1 Potentiella orsaker som analyseras vidare

X₁: Planeringseffektivitet i lasersvetsen.

X₂: Lång systemledtid i lasersvetsen

- X₃: Lång ledtid mellan CP och Ref
- X₄: Otydligt ledtidsmått över hela processen
- X₅: Ej optimerade platt- och kassetlager på CP

4.3.2 Övriga potentiella orsaker och slöserier

Nedan ses fler orsaker som kan bidra till längre ledtid men vissa av dessa fokuseras inte på i detta projekt. Det kan bero på att förbättringsprojekt redan pågår för dessa orsaker. Det kan också vara att orsakerna inte anses driva ledtiden tillräckligt mycket för att det ska vara lönsamt att analysera det vidare.

- X₇: Lång transport för coil mellan dess ankomst till Alfa Laval och tältlagret.
- X₈: Flödet genom fabriken är inte optimerat vilket gör att plattor och kassetter måste fraktas långa sträckor.
- X₉: Långa transporter med truckar mellan produktionens olika steg. Plattor lagerläggs ofta mellan produktionens olika steg och måste även transporteras till lager innan nästa förädlingssteg. Dessutom krävs många truckar genom hela flödet.
- X₁₀: Otydlig arbetsfördelning för stansning av variantplattor. Vissa plattor varianthålas av lagergruppen i en excenterpress på lagret, vissa plattor varianthålas av lasersvetsgruppen i en annan excenterpress och vissa stansas direkt av presslinjegruppen när plattan pressats.
- X₁₁: Materialhanteringen på laseravdelningen.
- X₁₂: Många inblandade i det administrativa flödet.
- X₁₃: Visualisering av kapaciteten i lasersvetsen.
- X₁₄: Tider i Jeeves stämmer inte överens med verkliga tider.
- X₁₅: Olika planeringssätt i presslinjen och lasersvetsen vilket kan leda till ökad ledtid.
- X₁₆: Att uppfylla interna måttetal hos orderberedningen kan påverka planeringen negativt.
- X₁₇: Kundens önskade ledtid är inte tillräckligt visuell i de olika produktionsstegen.
- X₁₈: Många truckförare är inblandade i frakten mellan CP och Ref.
- X₁₉: Orderberedningen på CP ser inte om kunden önskar få produkten innan PSA.
- X₂₀: När kassetter säljs till andra avdelningar inom Alfa Laval i andra länder kan dessa order variera mycket i volymer vilket kan komplicera orderplaneringen.
- X₂₁: Långa ställtider på presslinjen.
- X₂₂: Olika skiftformer på olika avdelningar.

I värdeflödeskartan framkom det att de största potentiella förbättringsområdena var i lasersvetsen och mellanrummet mellan CP och Ref.

4.4 Mätplan

I mätplanen ingick följande steg för att precisera vilken data som skulle samlas in och för att se att rätt data samlades in:

- Potentiellt grundproblem att undersöka.
- Vad ska undersökas/mätas.
- Egenskaper hos det som ska undersökas.
- Vem ska observeras/undersökas.
- Var observationen ska ske.
- När observationen ska ske.
- Hur många gånger observationen ska ske.
- Vilken typ av data ska samlas in.
- Storlek på informationsmängden.

4.4.1 Mätperiod

Data över ledtiden har hämtats ut under perioden 2015-01-01 till 2016-04-01. Viss data är bara för år 2015. Anledningen till att data inte hämtats längre bak i tiden än 1 januari år 2015 är för att minimera risken för att data inte överensstämmer med verkligheten. Ändringar i arbetssätt och förbättringsarbeten i maskiner är exempel på att gammal data inte representerar den nuvarande verkligheten.

4.5 Insamlad data och mätningar

Data samlades in från Jeeves och QlikView för att studera de olika grundorsakerna till för lång ledtid.

4.5.1 Orderträd från Jeeves

För att studera tider i produktionen och tider mellan de olika produktionsstegen studerades två olika orderträd, ett för CP och ett för Ref. Där kan en order följas genom produktionen på CP och på Ref. För att studera tider mellan CP och Ref fick dessa två orderträd manuellt kopplas ihop i Excel. Följande data var tillgängligt i orderträden:

- Kassettyp, material, tjocklek och antal kassetter.
- Jeeves start- och slutdag för varje MO på lasersvetsen. Det är under denna tid en order ska svetsas.
- Datum då Ref avropar material från CP. Detta görs strax innan Jeeves start- och slutdag för monteringen på Ref så att materialet finns tillgängligt när ordern ska monteras.
- Tid då CP levererade MO till Ref. Detta ska i normala fallet ske en dag efter Refs avrop.
- Tid för inlämnad MO på lasersvetsen. Det är tiden då en order är färdigsvetsad.
- Systemets start- och slutdag på Ref. Det är under denna tid en SO ska monteras.
- Tid då Ref plockar ut material för att påbörja monteringsarbetet av en värmeväxlare.
- Tid för inlämnad värmeväxlare på Ref.

Att följa en order genom hela produktionen är komplext eftersom de olika fabrikena använder olika moduler av Jeeves. Dessutom går det inte följa en order från coil ända till Ref eftersom kassetterna oftast svetsas med lagerlagda plattor. Därför kan man inte följa ett coil genom hela CP från pressning till svetsning. Ett annat problem är att en Sales Order (SO) på Ref ofta delas upp i flera Manufacturing Orders (MO) på CP. Till exempel kan kanalplattor och ändkassetter ligga på olika MO. För att underlätta detta används ofta sista inlämnade MO på CP vid fortsatta mätningar. På så sätt redovisas bästa utfallen av till exempel mellanliggande dagar mellan CP och Ref, och överskattningar undviks.

4.5.2 Komplement till insamlad data

Under tre dagar genomförde vi, tillsammans med ledningsgruppen, en Gap-analys som innebär att vi kartlade det nuvarande tillståndet och ritade upp målbilden för det kommande tillståndet och såg hur stor skillnaden var. Flera verktyg användes för att ta fram det nuvarande tillståndet för att se var i kedjan det finns slöserier och eventuella väntetider. Dessa verktyg var VSM för hela flödet, DILo hos olika personer som arbetar i flödet och Swimlane för det administrativa flödet. Sedan togs ett framtida tillstånd fram för M10BW-flödet. Det var chefer från varje berörd avdelning, produktägare, fabrikschefer och stödfunktioner. Detta ger mer tyngd i förbättringsarbetet och det blir betydligt lättare att implementera nya lösningar när man har beslutsfattande personer bakom sig.

4.5.3 Planeringseffektivitet

Följande data samlades in för att studera planeringseffektiviteten:

- Tid som Team Leader på lasersvetsen lägger på omplanering av order. En MO planeras in av orderberedare, sedan planeras order om av Team Leader på lasersvetsen för att optimera körordningen i maskinen, i syfte att minimera ställtid.
- Hur många olika personer som hanterar samma saker, till exempel transport mellan CP och Ref.

4.5.4 Systemledtid

Följande data samlades in för att studera systemledtiderna och tider mellan systemets olika delar:

- Systemtider i Jeeves för de olika produktionsstegen i form av startdag och slutdag på alla inplanerade MO. Dessa systemtider utgör ett intervall för när en order ska utföras.
- Skillnader mellan slutdag i ett produktionssteg och startdag i nästa produktionssteg.
- Skillnader mellan systemtider och faktiska ledtider och körtider i de olika produktionsstegen.
- Orderträd där order kan följas internt på CP och på Ref.

4.5.5 Verklig tid i produktionen

Följande data samlades in för att studera väntetider i produktionen:

- Cykeltider i de olika produktionsstegen.
- Tid då SO skapas.
- Tid då MO lämnas in i de olika produktionsstegen. Denna tid jämförs för att se om material ligger i mellanlager onödigt länge.
- Ögonblicksbilder i mellanlager för plattor och kassetter mellan produktionens olika steg.
- Tid då Ref avropar material från CP.
- Tid då Ref lämnar in färdigmonterad värmewäxlare.
- PIA-lager.

4.5.6 Kapacitet, leveranssäkerhet

Följande data samlades in för att mäta kapacitet och leveranssäkerhet:

- Leveranssäkerhet lasersvetsen.
- Utnyttjade timmar på lasersvetsen.
- Leveranssäkerhet Ref.

4.5.7 Lagernivåer för plattor och kassetter

För att analysera lagernivåerna på CP samlades följande data in:

- Lagernivåer på dagsbasis på CP för pressade plattor på artikelnivå för M10BW och MK15BW under perioden 2016-01-01 till 2016-05-01.
- Lagernivåer på dagsbasis på CP för svetsade kassetter på artikelnivå för M10BW och MK15BW under perioden 2016-01-01 till 2016-05-01.
- Storlek och datum för varje utplock från platt- och kassettlager.
- Storlek och datum för varje påfyllning till platt- och kassettlager.
- Försäljningsprognos för nästkommande 12 månaderna för varje artikel.
- Antal veckor utplock skett från lager för varje artikel under år 2015.
- Värde på varje platta och kassett i lager på artikelnivå.

4.5.8 Platt- och kassettförbrukning Ref

Följande data samlades in för att studera platt- och kassettförbrukning på Ref:

- Antal sålda värmeväxlare av Ref 2015 för typerna M6MW, M10BW, MK15BW, T20BW, TK20BW och M20MW.

Innan vidare beräkningar och mätningar gör redovisas Refs platt- och kassettförbrukning för år 2015, för att ge en tydligare bild av hur flödet ser ut. Tabell 4 visar totala antalet plattor som levererades från CP till Ref och totalt hur många som tillverkades för varje platttyp.

Plattor 2015 CP-Ref	M6MW	M10BW	MK15BW	T20BW	TK20BW	M20MW	Totalt
Totalt antal plattor CP-Ref 2015	1354	51888	50674	18872	8722	2298	133808
Totalt antal pressade plattor på CP 2015	6749	139159	136946	46959	23328	19210	372351
Refs andel av alla pressade plattor 2015	20%	37%	37%	40%	37%	12%	36%

Tabell 4. Totalt antal pressade plattor på CP 2015 för varje platttyp, totala antal som levererades till Ref samt andel av totala antalet pressade plattor som levererades till Ref.

Tabell 5 visar antal kassetter som levererades från CP till Ref 2015. Den visar även fördelningen mellan lagerlagda och orderunika kassetter samt andelen av totala volymen för varje platttyp. Tabellen visar att de flesta kassetter är orderunika det vill säga att de tillverkas unikt för varje ny kundorder. Anledningen till att inte ha stora kassetlager är för att kassetterna är dyrare att lagervålla än plattorna på grund av längre förädlingsprocess, men även på grund av den breda produktfloran. Varje platttyp finns i olika tjocklekar och olika material vilket betyder att man hade behövt ha stora kassetlager för att tillgodose kundernas breda efterfrågan. Därför svetsas kassetterna utefter hur kunderna beställer.

Kassetter 2015 CP-Ref	M6MW	M10BW	MK15BW	T20BW	TK20BW	M20MW
Antal lagerlagda kassetter CP-Ref 2015	677	5147	1775	0	30	0
Antal orderunika kassetter CP-Ref 2015	0	20797	23562	9436	4331	1149
Totalt antal kassetter CP-Ref 2015	677	25944	25337	9436	4361	1149
Kassettypens andel av totala kassettvoly- men på Ref 2015	1%	39%	38%	14%	7%	2%

Tabell 5. Antal kassetter, fördelning mellan orderunika och lagerlagda kassetter samt andel av totala kassettvoly-
men för Ref 2015.

4.5.9 Emballering av gods för frakt från CP till Ref

Efter egen manuell mätning visade det sig att det skulle ta cirka 7,5 minuter att köra tur och retur för att leverera kassetter och packningar från CP direkt in till Refs lagerhylla. Ref monterar i genomsnitt 8 värmeväxlare per vecka och snittvärmeväxlaren har två pallar med kassetter och en pall med packningar. Det skulle alltså krävas 16 körningar med truck 7,5 minuter vardera. Det blir i genomsnitt 2 timmars truckkörning av I10 för M10BW-sortimentet.

Emballering med plast eller plywood tar ungefär lika lång tid för lagret att utföra så där finns ingen tidsbesparing att hämta genom förändring. Plywood-emballaget tar upp två pallplatser på Ref för M10BW och 4 pallplatser för MK15BW.

5 Analys

I detta kapitel kommer mätdata från kapitel 4 presenteras och analyseras vidare. Analysen baseras främst på de vitala X som identifierats.

5.1 Inledning

Den mesta data som mätts och analyserats kommer från Jeeves där ett orderträd för CP och ett för Ref tagits fram. Genom manuell sammankoppling har vi kunnat spåra en SO hela vägen tillbaka genom produktionsflödet. Då varje fabrik använder sin egen modul i Jeeves blev det betydligt svårare att följa order genom hela produktionen. Här har vi fått hjälp av systemsupport på Alfa Laval för att hämta data ur Jeeves och exportera den till Excel där data från de olika modulerna har sammankopplats och analyserats mer ingående.

För att kunna lita på erhållen data är det viktigt att veta hur denna överensstämmer med verkligheten. Det har därför varit nödvändigt att genomföra flera intervjuer med både produktions- och administrationspersonal på de olika fabrikerna för att säkerställa att data är tillförlitlig. Data som inte rapporteras konsekvent har inte kunnat användas vilket har försvårat analysen.

En väldigt stor anledning till att kunderna försvinner är att inbokningsavstånden ökar långt över PSA. Att Ref-sortimentet kan öka organsikt om man sänker ledtiden finns ingen kvantitativ data på utan baseras på prognoser från företagets marknadssegment. Det finns även ett mönster som visar att orderingången sjunker när ledtiden stiger.

5.2 Generell analys

Intervjuer med personer från olika nivåer både i produktionen, administrationen och egna observationer har gett oss insikter inom flera olika områden som ligger utanför projektmålet men är ändå relevanta att vidare undersöka. Dessa insikter kommer kort att presenteras och analyseras här som en generell analys.

Operationstider i Jeeves stämmer oftast inte överens med den verkliga operationstiden utan kan variera och både vara längre eller kortare än den verkliga tiden. Detta baseras på intervjuer, observationer och att ställtider inte är inkluderat i operationstiden i lasersvetsen. Detta skapar planeringsproblem då man faktiskt inte vet hur lång tid ett operationssteg tar och kostnaden för produkten blir felaktig då den baseras på en tid som inte överensstämmer med den verkliga cykeltiden.

Delrapportering av order i produktionen sker inte på samma sätt för de olika avdelningarna. Detta gäller bland annat faktiska interna ledtider och materialuttag. Eftersom det inte alltid sker konsekvent är data över dessa tider inte helt pålitlig. Oftast sker dessa delrapporteringar i alla fall samma dag som momentet är utfört och därför kan data som redovisas ha en viss avvikelse på en dag åt båda håll. För varje datamätning detta gäller redovisas hur det har hanterats.

PSA mäts från dess att ordern kommer in till det första datumet för ordererkännande till kund. Det beräknas i arbetsdagar, det vill säga 20 dagar i PSA motsvarar 4 veckor. I praktiken innebär det att mätetalet är från tiden då orderberedaren behandlar kundordern till dess att montaget monterat färdigt värmeväxlaren och lämnar in SO. De flesta SO har PSA på 20 dagar men upp till 30 dagar förekommer och då oftast på de större värmeväxlarna. Det har framkommit att värmeväxlare kan stå och vänta i Lund flera dagar efter inlämnad SO. Detta indikerar på att man kan ha producerat värmeväxlare som i själva verket inte var så brådskande.

I analysen är vissa medelvärden beräknade på värden som inte överstiger ett specifikt antal dagar. Anledningen till detta är för att inte låta framskjutningar av order speglas i analysen. Gränsen för vilka dagar som ska räknas med i medelvärdet är satta utefter intervjuer och

stickprov från datamängden. Dessa stickprov gjordes på långa avstånd i dagar där orderberedare gick in specifikt i enskilda order och analyserade orsaken till lång ledtid. Det utfördes manuellt i Jeeves eftersom framskjutningar av order inte syns i de insamlade orderträden.

När Ref beställer material från CP kan det av olika anledningar beställas i flera olika tillverkningsorder för en värmeväxlare. Det kan till exempel vara så att ändkassetter ligger på en egen tillverkningsorder då de kan vara av en annan tjocklek eller materialtyp. I många beräkningar som redovisas i analysdelen används sista inlämnade MO på CP, om det till exempel ska mätas antal mellanliggande dagar mellan CP och Ref. Detta är för att visa hur länge kassetterna minst ligger på lager innan Ref behöver dem. Då sista MO används betyder det att en annan MO för samma värmeväxlare kan ligga och vänta ännu längre. På så sätt säkerställs att den redovisade tiden inte är överskattad.

Hänvisningar till systemets ledtid syftar till en orders start- och slutdag. Det är under denna tid en order ska genomföras i respektive processteg.

Vidare kommer de vitala X som analysen visar driver ledtiden allra mest att analyseras.

5.3 Planeringseffektivitet i lasersvetsen

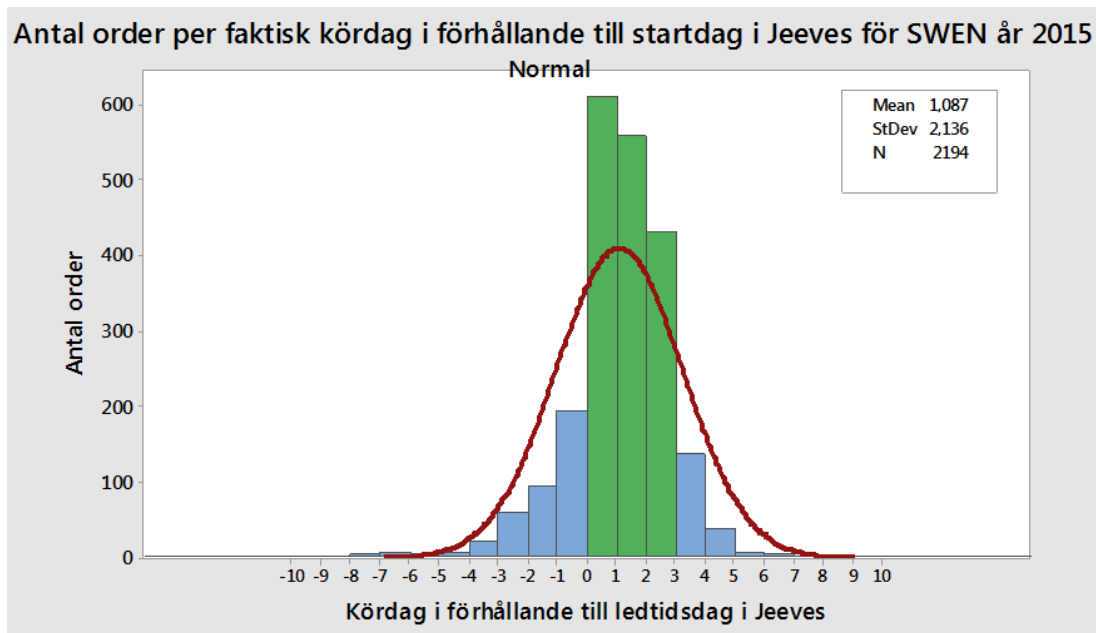
Team leader på laseravdelningen lägger cirka två till tre timmar dagligen på att finplanera körordningen i lasersvetsen för att minimera ställtiden och optimera körordningen för att bibehålla ett högt OEE-tal. Vid byte av plattyp genomförs ett ställ där man byter svetsfixtur, plattor i hanteringszonen samt gör ett nytt programval där man ställer in svetsparametrar för svetsningen. Syftet med planeringen är att samla order med samma plattyp och producera dessa efter varandra för att minimera ställtiden. Det går också ut på att undvika samkörning av stora och små plattor samtidigt. Då lasersvetsen har två hanteringszoner som kan svetsas växelvis gäller det att ha en kombination av kassettyper som har ungefär lika lång cykeltid. Detta eftersom den mindre plattypen annars får den större plattypens cykeltid, då den mindre får vänta på att den större ska svetsas klart. Ju större skillnad i cykeltid desto längre väntetid blir det. Team leader på lasergruppen lägger ner väldigt mycket tid på att optimera körordningen. Detta kan resultera i att man producerar MO, som inte har passerat startdag i Jeeves, för att maximera effektiviteten i lasersvetsen och erhålla ett högt OEE-tal. Det innebär att det finns andra MO som egentligen borde svetsas innan då dessa passerat startdag.

5.3.1 Order som svetsas innan Jeeves startdag

Diagrammet i Figur 6 visar när man lämnat in aktuell MO på lasersvetsen år 2015 i förhållande till start- och slutdag i Jeeves. De gröna staplarna visar alla order som är tidsrapporterade inom ledtiden och som därmed är producerade i tid. Negativa dagar står för de MO som tidsrapporterats innan systemets startdag. Genomsnittet för operationstiden per MO var 2,1 timmar. 18 procent av ordena som producerades 2015 var körda innan starttid i Jeeves. Detta motsvarar 15,6 procent av antalet timmar (725 av 4646 timmar).

För att inte få dåliga KPI på leveranssäkerhet ändrar TL på laseravdelningen order som är tillverkade innan startdag till "unit type 40" i Jeeves. Då gör de även ett materialuttag och rapporterar tiden på ordern, för att timmarna ska hamna på rätt vecka. Detta gör att efterföljande steg i flödet inte ser att ordern faktiskt är klar och blir därför liggande i lager till startdag passerats på lasersvetsen och ordern lämnats in.

En stor anledning till att dra till sig MO som inte passerat startdag i systemet är att man vill minimera antalet ställ för att få ett bättre OEE tal. En annan anledning kan vara att de kundreserverade timmarna blev färre än prognosen och då fyller man lasersvetsen med MO som inte passerat startdag. Även detta för att erhålla ett bättre OEE tal.



Figur 6. Rapporterad tid för MO i förhållande till startdag i systemet för lasersvetsen år 2015.

	Operationstid per order [timmar]
Medelvärde	1,4
Max	21,2
Median	0,5

Tabell 6. Minsta värde, medelvärde, maximalt värde och median för operationstider per order i lasersvetsen, för alla kassettyper.

5.3.2 Reserverade kundtimmar i lasersvetsen

27 januari 2016 genomfördes ett internt projekt där en nyckelkund fick reserverade timmar i lasersvetsen för att minska ledtiden till den kunden. 20 timmar i veckan reserverades och Tabell 7 visar användandet av dessa timmar under perioden 2016-01-27 till 2016-05-11. Då endast 41 procent i genomsnitt av dessa reserverade timmar använts för order till den specifika kunden har lasergruppen tvingats tidigarelägga order som varit planerade senare för att fylla upp kapaciteten. Detta medför att order som eventuellt inte varit brådskande till en kund har svetsats istället för någon annan eventuellt brådskande order, för att bibehålla ett högt OEE-tal i lasersvetsen. Dessutom medför en verklig tidigareläggning av order på CP ingen tidigareläggning på Ref, då ingen signal skickas att lasersvetsen är klara med ordern. Då Ref även är beroende av produkter från CF är det oftast inte lönt att CP tillverkar order långt innan Ref behöver dem. Därför kortas inte totala ledtiden för kassetterna från order till inlämnad värmeväxlare.

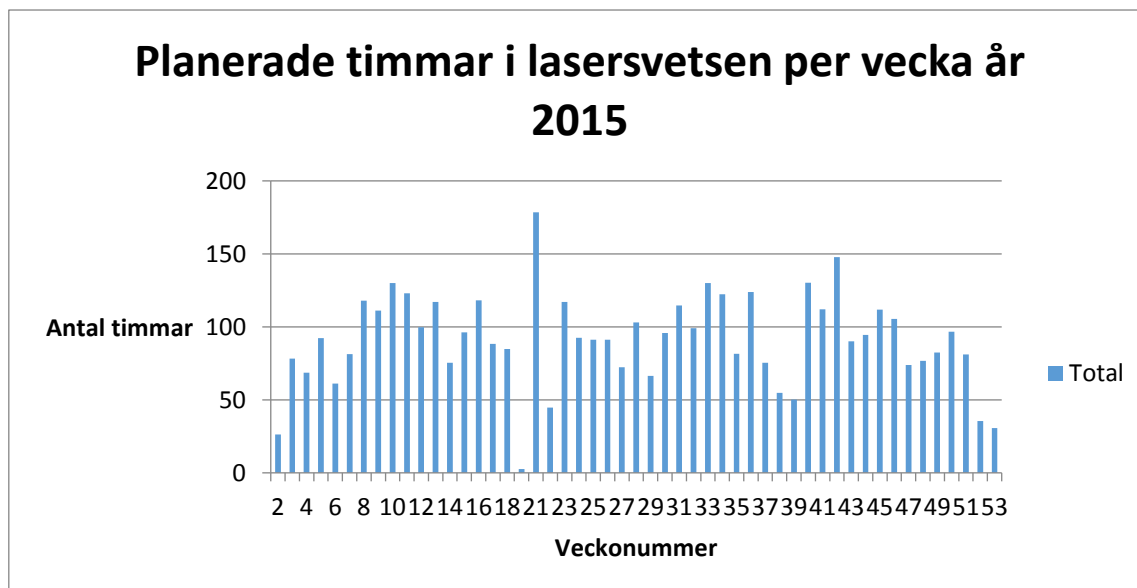
Kundreserverade timmar i lasersvetsen 2016-01-27 - 2016-05-11	
Antal veckor med kundreserverade timmar	15
Antal kundreserverade timmar	300
Antal använda kundreserverade timmar	123
Genomsnittlig procentuell användning av kundreserverade timmar	41%
Genomsnittligt antal oanvända kundreserverade timmar per vecka	11,8

Tabell 7. Kundreserverade timmar i lasersvetsen 2016-01-27 – 2016-05-11.

5.3.3 Planerade timmar i lasersvetsen

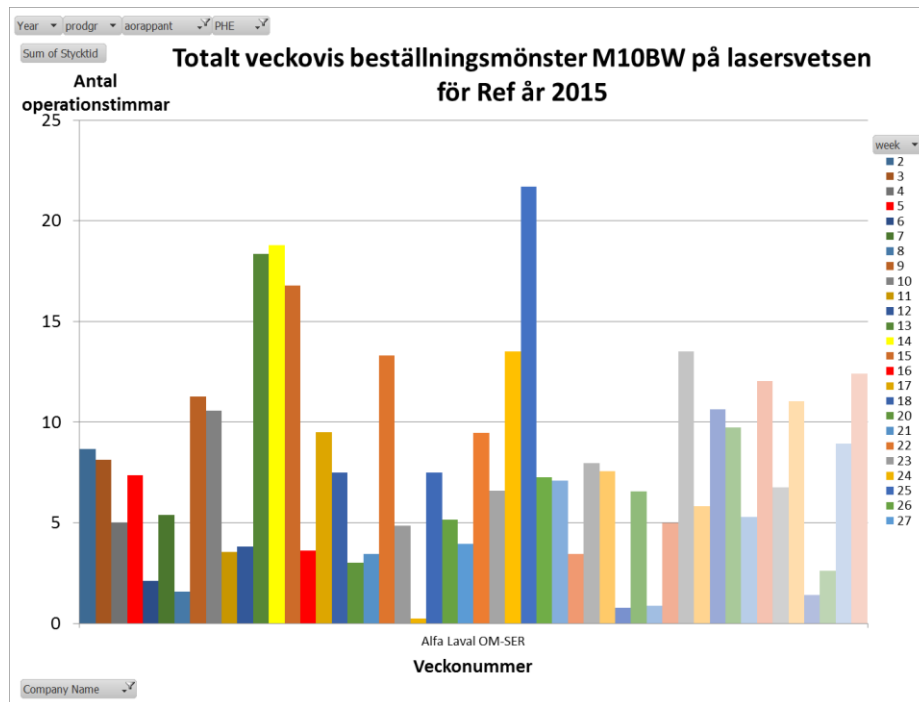
Antalet operationstimmar i Jeeves som var planerade veckovis för lasersvetsen år 2015 visas i Figur 7. Antal timmar per vecka är den sammanlagda operationstiden för alla MO som har startdag i aktuell vecka. Diagrammet visar på stora variationer vilket medför komplexitet i att planera produktionen dels för att bibehålla ett högt OEE-tal men samtidigt producera rätt order i rätt tid utifrån kundens perspektiv.

Ett problem vid planeringen av lasersvetsen är att Jeeves operationstider inte stämmer överens med verkliga operationstider. Detta medför att när order har planerats in visar systemet en produktionstid som inte stämmer med verkligheten. När flera order planeras in tas ingen hänsyn till ställtider i Jeeves, vilket alltid tillkommer i verkligheten.



Figur 7. Visar hur orderingången varierade veckovis i lasersvetsen år 2015.

Figur 8 visar komplexiteten i beställningsmönstret samt variationen. Diagrammet visar endast kassetten M10BW som Ref beställer och inte tjocklekar, material, hålbilder eller mönster. Det visar att det är både komplext och dyrt att hålla lager för svetsade kassetter. Totalt veckovis beställningsmönster för olika kunder i lasersvetsen visas i Bilaga 1. Totalt veckovis beställningsmönster för olika kunder i lasersvetsen för M10BW visas i Bilaga 2.



Figur 8. Veckovis beställningsmönster av M10BW på lasersvetsen från kund Ref.

Totalt veckovis beställningsmönster i lasersvetsen för M10BW visas i Bilaga 3.

5.3.4 Summering planeringseffektivitet i lasersvetsen

Analysen visar att de kundreserverade timmarna inte utnyttjats till fullo för den specifika kunden utan att dessa timmar fått fyllas upp med andra order för att utnyttja kapaciteten och minska ställtider. Intervjuer tyder på att det är en anledning till att ungefär 15 procent av ordena i lasersvetsen svetsades innan Jeeves startdag under mätperioden. Att dessa order svetsats för tidigt utan att inrapporteras som färdigsvetsade gör bara att kassetterna får ligga i lager istället för respektive plattor.

Figur 8 visar det varierande beställningsmönstret till lasersvetsen vilket försvårar planeringen för orderberedarna.

Att inbokningsavståndet i lasersvetsen inte kontinuerligt registreras gör att det är svårt att analysera hur långt inbokningsavståndet varit under mätperioden och anledningar till varför det varierat.

5.4 Systemledtid

5.4.1 Inledning

I detta kapitel kommer en översikt över ledtiden presenteras. Ledtiden kommer att fördelas på olika produktionsavsnitt.

- Systemledtid på lasersvetsen.
- Systemledtid mellan lasersvetsning på CP och produktionsstart på monteringen på Ref.
- Systemledtid på Ref.

5.4.2 Lasersvetsen

När en order planeras in i lasersvetsen får ordern en startdag och en slutdag i Jeeves. Det är under denna tid som ordern ska tillverkas, för att kunna hålla leveransen till kunden. Det är även på detta man mäts för att uppfylla interna KPI på leveranssäkerhet. I Tabell 8 visas systemledtiden

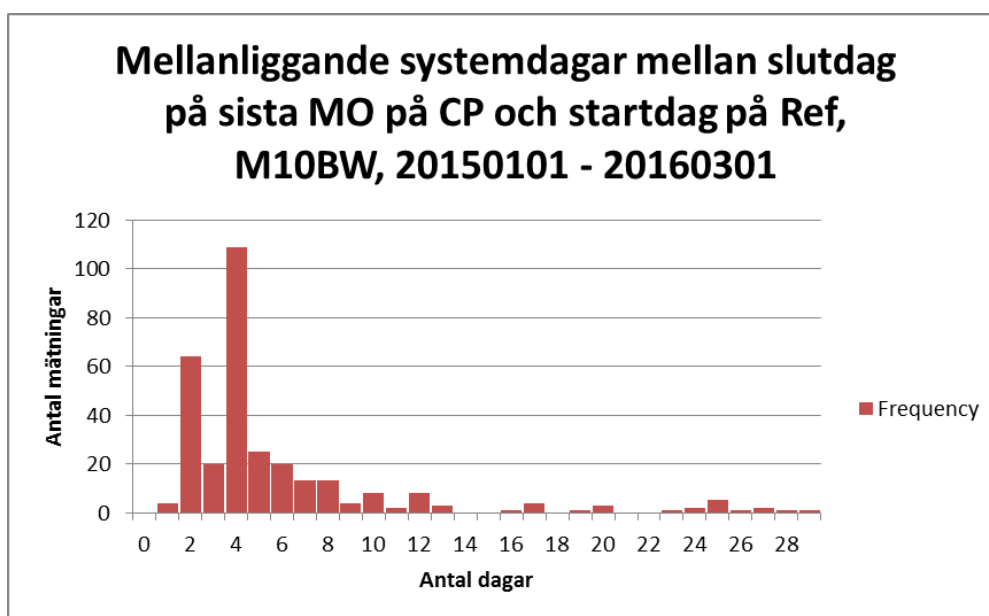
för olika typer av kassetter, som är 3 till 4 dagar med ett medelvärde på 3,4 dagar för alla kassetter som Ref beställer. Stora order kan få fler dagar på sig att tillverkas. En order tog i genomsnitt 1,4 timmar att tillverka på lasersvetsen baserat på data från 2015-01-01 till 2016-03-30. Medianen var 0,5 timmar och genomsnittet för Refs MO var 1,2 timmar. Den största ordern som svetsades år 2015 tog 21,2 timmar att tillverka enligt Jeeves. Att en order på 1,4 timmar har 3-4 dagar på sig i systemet att tillverkas leder till stor marginal. Detta medför att order omplaneras och därmed sker ett dubbelarbete som är onödigt.

Kassettyp	Systemledtid lasersvetsen [dagar]
M10BW	3
MK15BW	3
T20BW	4
TK20BW	4

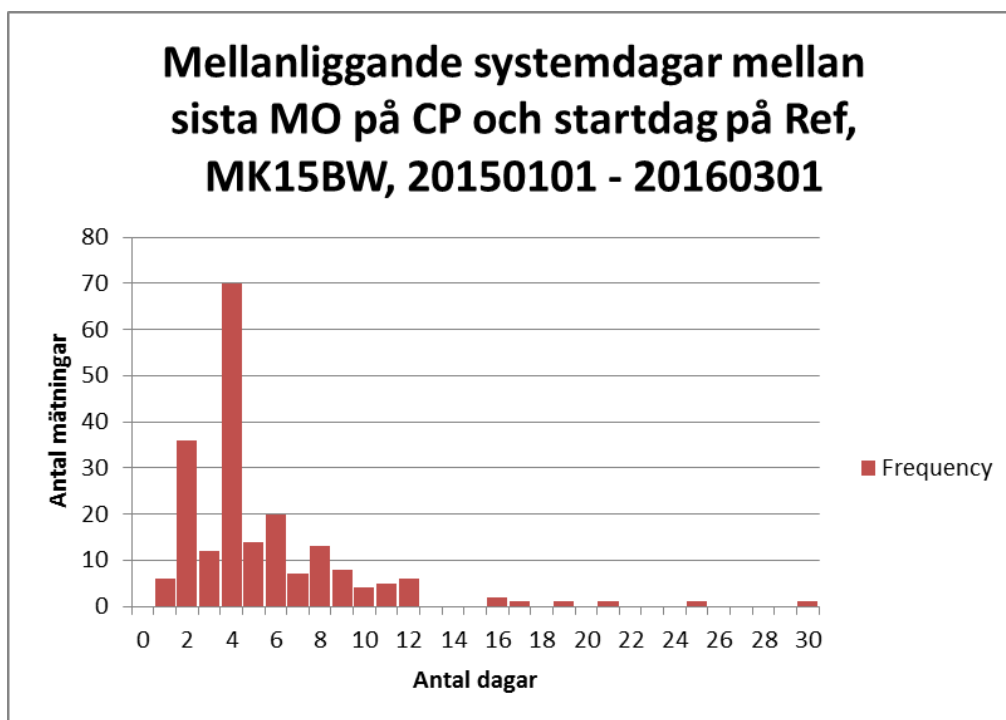
Tabell 8. Systemledtid i lasersvetsen för kassettyperna M10BW, MK15BW, T20BW och TK20BW.

5.4.3 Systemtid mellan lasersvetsen och Ref

För att se hur lång tid som planeras in mellan sista tillverkningsordern på CP och startdag på Ref så jämfördes systemledtiderna mellan CP och Ref. För att göra detta kopplades två orderträd i Excel samman där order kunde följas mellan CP och Ref. Orderträdet består av data som har hämtats ut från Jeeves. Där jämfördes Jeeves slutdag på senaste MO på CP, vilket oftast är lasersvetsen, med Jeeves startdag på Ref. Där visas tiden som en MO, enligt Jeeves, väntar mellan kassettsvetsning och montering av värmväxlare. Antalet dagar har relativt stor spridning vilket delvis kan bero på att kunder senarelägger leverans av order från det första önskade leveransdatumet. Analysen fokuserar på M10BW och MK15BW som tillsammans står för nästan 80 procent av kassettförbrukningen på Ref, baserat på data för 2015. För M10BW och MK15BW illustreras de mellanliggande systemdagarna i Figur 9 och Figur 10.



Figur 9. Mellanliggande systemtid mellan systemets slutdag på sista MO på CP och systemets startdag på Ref för M10BW, 2015-01-01-2016-03-01.



Figur 10. Mellanliggande systemtid mellan systemets slutdag på sista MO på CP och systemets startdag på Ref för MK15BW, 2015-01-01 till 2016-03-01.

Eftersom en kund kan skjuta fram leveransen av en order kan det givetvis påverka systemets mellanliggande dagar. Om kassetterna svetsats och en kund ber om framförskjutning av en order, innan den hunnit monterats, så flyttas monterings systemtid fram. Detta kan också bero på att Ref flyttar fram ordern på grund av att andra komponenter än kassetter och packningar har blivit försenade. I dessa fall blir spridningen i data ganska stor som Figur 9 och Figur 10 visar. För att inte räkna med dessa spridningar när medelvärde beräknas så valdes att medelvärdet och standardavvikelsen beräknas endast på värden under 10 dagar, för M10BW och MK15BW. 10 dagar valdes ut efter analys av intervjuer och stickprov i mätdata mängden där orderberedare analyserade vissa enskilda order i Jeeves. Möjliga orsaker som kunde driva upp systemtiden var till exempel om orderberedaren på Ref flyttar ordern internt men inte kommunicerar ändring till orderberedaren på CP. En annan anledning till höga värden kan vara att kunden begär framflyttning av leverans. Medelvärden, standardavvikelser och antal mätningar för M10BW och MK15BW för färre än 10 dagar visas i Tabell 9 och Tabell 10. För att ta hänsyn till hela spridningen beräknades medianen för M10BW och MK15BW som för båda kassettyperna var 4 dagar under mätperioden. I de fall man har få men stora avvikelser från det normala ger medianen en bättre bild av de mellanliggande systemdagarna än vad medelvärdet gör.

Mellanliggande systemdagar mellan CP och Ref, M10BW, 0 < X < 10	
Medelvärde	4,1
Standardavvikelse	1,8
Antal mätningar	272

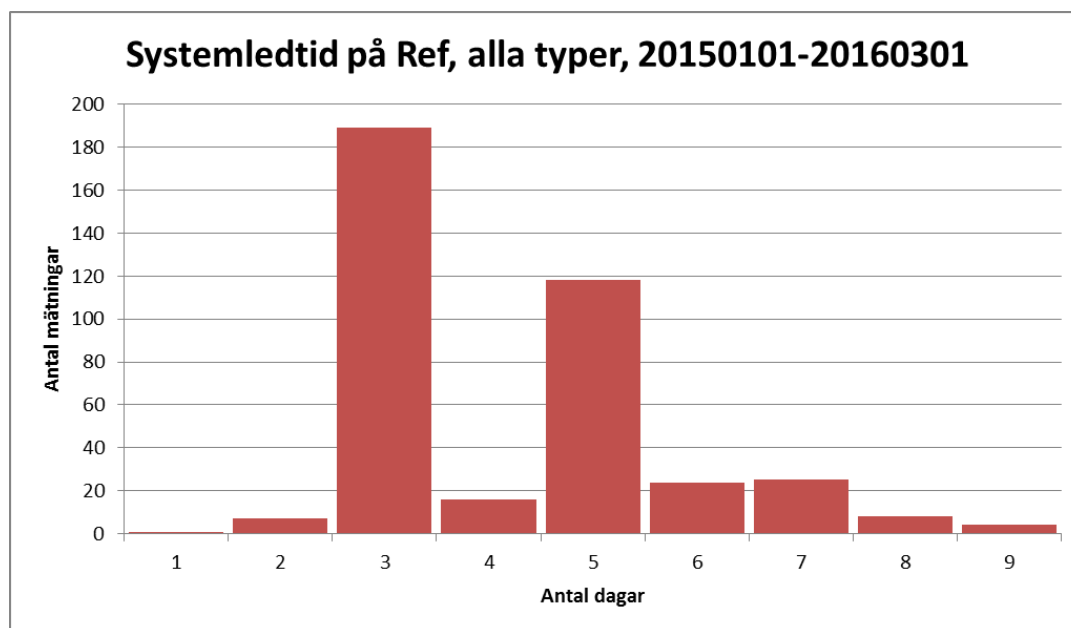
Tabell 9. Medelvärde, standardavvikelse och antal mätningar för mellanliggande systemdagar mellan CP och Ref för M10BW. Detta baseras bara på mätningar under 10 dagar för att framskjutningar av order inte ska speglas i dessa värden.

Mellanliggande systemdagar mellan CP och Ref, MK15BW, $0 < X < 10$	
Medelvärde	4,4
Standardavvikelse	2,0
Antal mätningar	186

Tabell 10. Medelvärde, standardavvikelse och antal mätningar för mellanliggande systemdagar mellan CP och Ref för MK15BW. Detta baseras bara på mätningar under 10 dagar för att framskjutningar av order inte ska speglas i dessa värden.

5.4.4 Systemledtid på Ref

Systemledtiden för montering av färdig värmeväxlare på Ref visas i Figur 11. Medelvärdet för alla monteringar under perioden 2015-01-01 till 2016-03-01 var 4,2 kalenderdagar. Anledningen till att dessa systemtider varierar är för att tiden sätts utefter vilken typ av värmeväxlare som ska monteras, vilka specifikationer den har, antal kassetter och eventuella tillägg som krävs för den specifika produkten. Generellt sett tar det längre tid att montera en stor värmeväxlare än en liten.



Figur 11. Systemledtid för montering av värmeväxlare på Ref 2015-01-01–2016-03-01.

5.4.5 Summering systemledtidsanalys

Analysen visar att systemledningstiderna i lasersvetsen är relativt långa i jämförelse med hur lång tid det tar att svetsa en order. Att en order som i genomsnitt tar 1,4 timmar att svetsa har 3 eller 4 dagar i Jeeves saknar bra motivering. Det leder till dubbelplanering i form av grovplanering från orderberedare och sedan finplanering av Team Leader på lasersvetsen för att minska ställtider och optimera lasersvetsen.

Systemledningstiderna på Ref är mer motiverade eftersom monteringen av värmeväxlare kräver vissa väntetider till exempel vid torkning efter provtryck.

5.5 Verkligt ledtid i produktionen

5.5.1 Inledning

I följande avsnitt redovisas analysen av verkliga tiderna i produktionen. Analysen baseras på data från orderträd för CP och för Ref samt på information från intervjuer. Analysen för den verkliga ledtiden i produktionen delas in i följande delar:

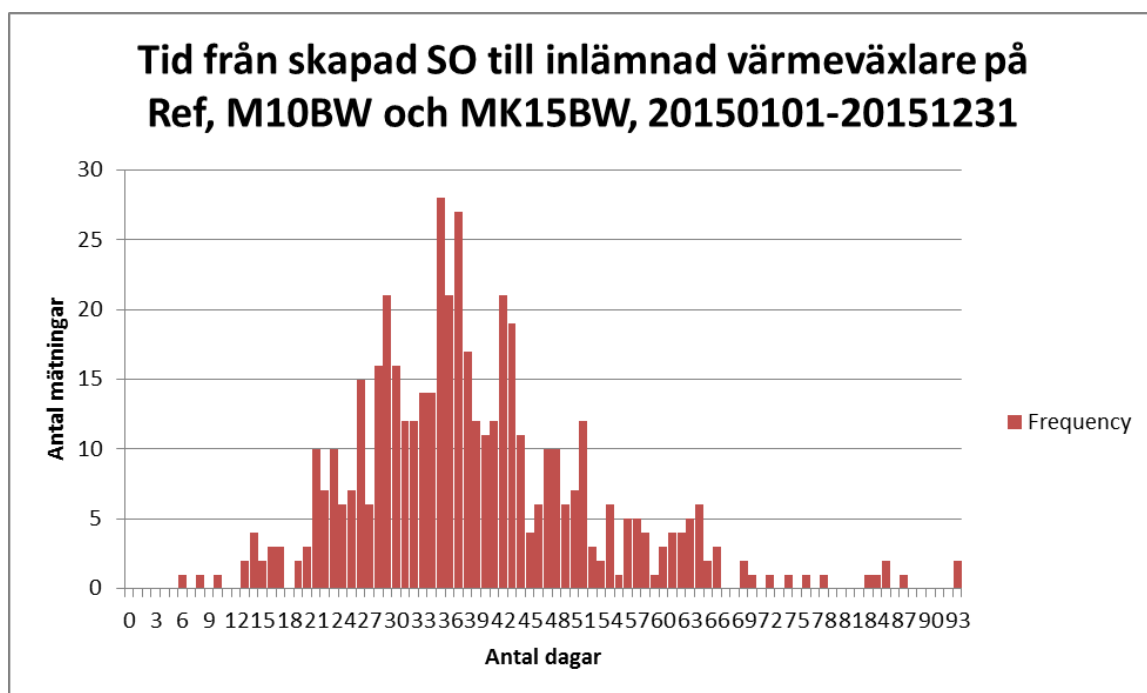
- Tid från skapad SO till inlämnad värmeväxlare på Ref.

- Mottagen order till sista inlämnade MO på CP.
- Leveranssäkerhet lasersvetsen.
- Tid från systemets startdag till inlämnad order på lasersvetsen.
- Tid från inlämnad order till Jeeves slutdag lasersvetsen.
- Tid mellan första och sista inlämnade MO på lasersvetsen som hör till samma SO på Ref.
- Tid mellan CP och Ref.
- Monteringen på Ref.

När dessa tider analyseras används ofta den senaste inlämnade av flera MO på CP till samma SO på Ref.

5.5.2 Tid från skapad SO till inlämnad värmeväxlare på Ref

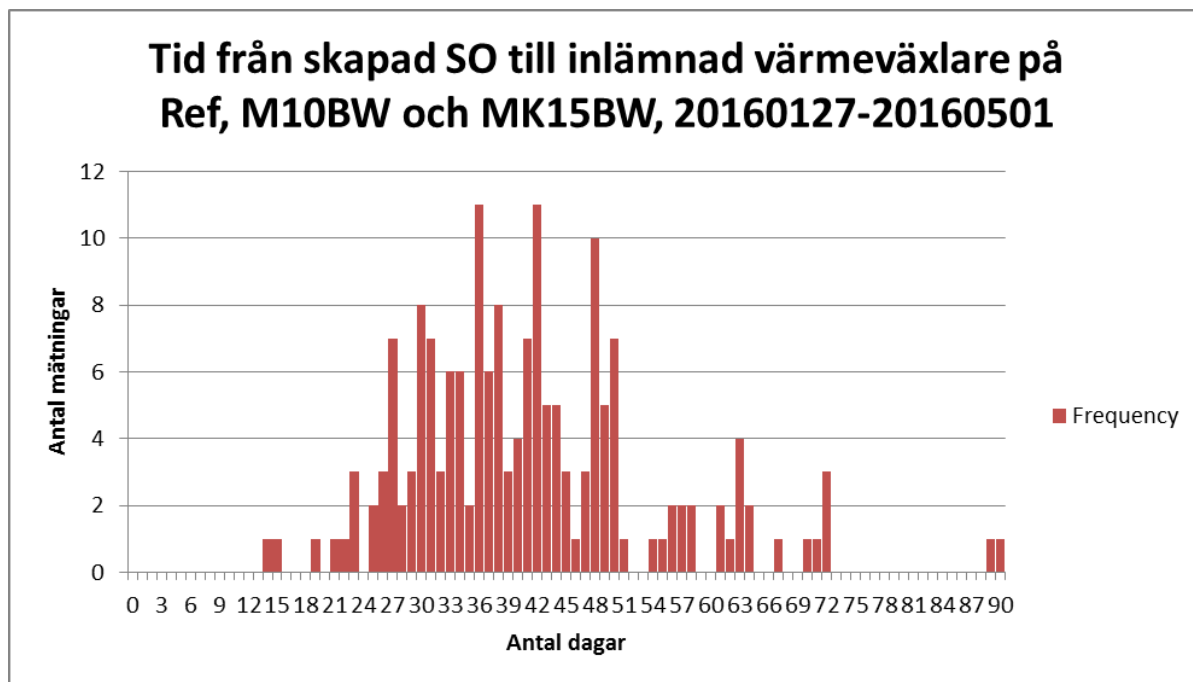
För att analysera utfallet av de kundreserverade timmarna jämfördes hela leddiden för en värmeväxlare innan och efter införandet av kundreservationen. De kundreserverade timmarna i lasersvetsen gäller M10BW och MK15BW så därför analyserades de tillsammans i denna del. Här har hela 2015 jämförts med tiden då lasersvetsen haft kundreserverade timmar, 2016-01-27 - 2016-05-01. Analysen i detta avsnitt baseras på tiden från skapad SO till inlämnad värmeväxlare på Ref. Den tiden varierar vilket visas i Figur 12 och Figur 13. Ett problem med datamängden som analysen baseras på är order med önskad leverans senare än kortast möjliga tid. I datamängden som analyseras ser det ut som att leddiden är lång när kunden i själva verket önskat senare leverans. Medelvärde, median och antal mätningar för de två respektive analyserna redovisas i Tabell 11 och Tabell 12.



Figur 12. Tid från skapad SO till inlämnad värmeväxlare på Ref, M10BW och MK15BW 2015-01-01 till 2015-12-31.

Skapad SO till inlämnad värmeväxlare, M10BW och MK15BW, 2015	
Medelvärde	44,5
Median	36,6
Antal mätningar	504

Tabell 11. Medelvärde, median och antal mätningar för tid från skapad SO till inlämnad värmeväxlare på Ref, M10BW och MK15BW, 2015.



Figur 13. Verklig tid från skapad SO till inlämnad värmeväxlare på Ref, M10BW och MK15BW 2016-01-27 till 2016-05-01.

Skapad SO till inlämnad värmeväxlare, M10BW och MK15BW, 20160127 - 20160501	
Medelvärde	40,8
Median	39,5
Antal mätningar	172

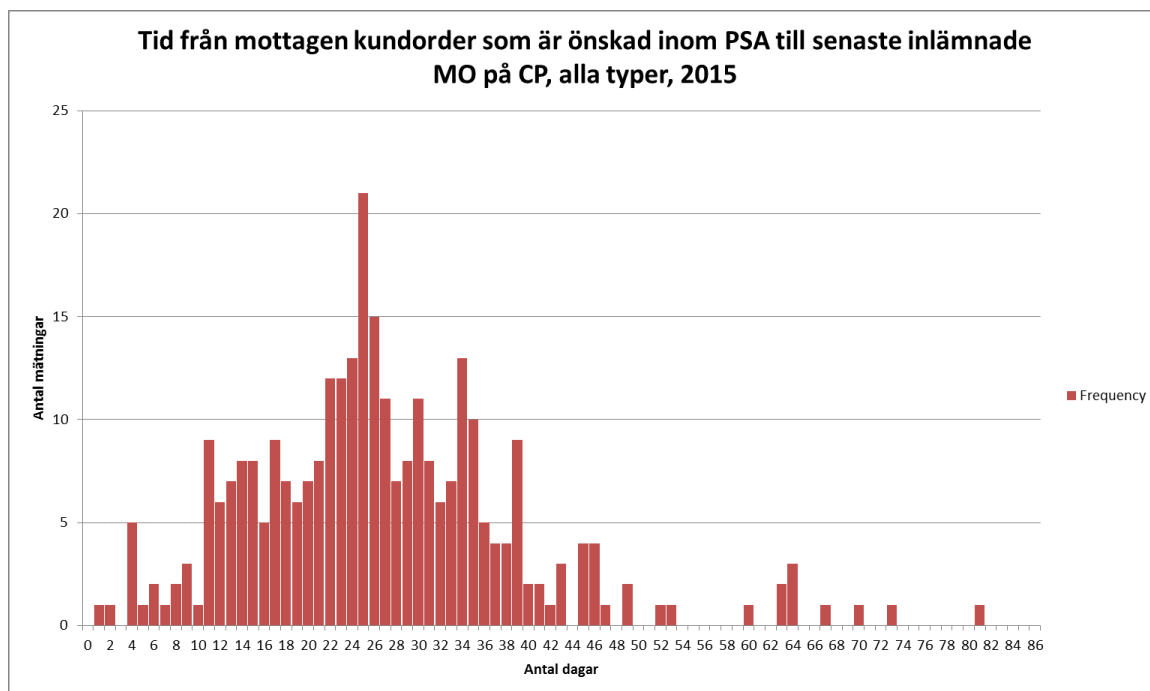
Tabell 12. Medelvärde, median och antal mätningar för tid från skapad SO till inlämnad värmeväxlare på Ref, M10BW och MK15BW 2016-01-27 – 2016-05-01.

Analysen visar att både medelvärdet och medianen för ledtiden har ökat vid införandet av de kundreserverade timmarna för alla M10BW och MK15BW till Ref. Analysen är gjord på alla M10BW och alla MK15BW som levererades till Ref under respektive tidsperiod och inte bara på de kundreserverade orderna. Här har dock inte tagits hänsyn till ordergången vilket också påverkar ledtiden.

5.5.3 Mottagen order till sista inlämnade MO på CP

Tiden det tar från en order mottas till dess att sista MO på CP är inlämnad visas i Figur 14 för order som är önskade inom PSA. Anledningen till att endast order önskade inom PSA används är för att order som önskas längre fram i tiden, planeras in för produktion så att den blir klar lagom till önskat leveransdatum. Därför hade order som önskats längre fram i tiden ökat medelvärdet och gett en missvisande bild av ledtiden på CP. Medelvärdet och antal mätningar visas i Tabell 13.

Medelvärdet säger då att för alla order 2015 där kunden önskade leverans inom PSA var genomsnittet från inkommen order till färdigsvetsade kassetter 26,3 dagar, alltså nästan 4 veckor.



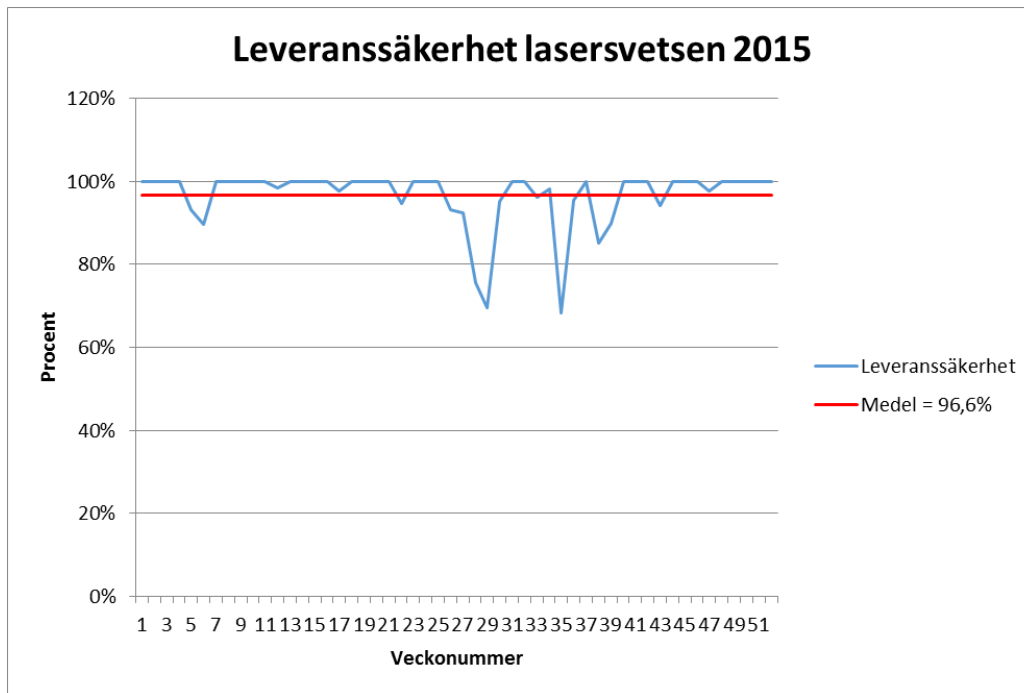
Figur 14. Tid från mottagen kundorder som är önskad inom PSA till senaste inlämnade MO på CP.

Tid från mottagen order, önskad inom PSA, till sista inlämnade MO på CP	
Medelvärde	26,3
Antal mätningar	305

Tabell 13. Medelvärde i dagar och antal mätningar för tiden från mottagen kundorder som är önskad inom PSA till senaste inlämnade MO på CP, alla typer, 2015.

5.5.4 Leveranssäkerhet i lasersvetsen

Genomsnittlig leveranssäkerhet per vecka för lasersvetsen visas i Figur 15. Medelvärdet för år 2015 var 96,6 procent.



Figur 15. Leveranssäkerheten på lasersvetsen år 2015.

5.5.5 Inbokningsavstånd och kapacitet i lasersvetsen

Det har framkommit i intervjuer att inbokningsavståndet kan variera väldigt mycket i lasersvetsen. Det är en stor anledning till att ledtiden in till Ref bli lång. Det finns inte mycket samlad data över inbokningsavståndet men ögonblicksbilder framtagna under maj månad år 2016 visar att det ligger mellan 3 till 6 veckor för en MO. Motsvarande siffra för de kundreserverade timmarna är cirka 3 veckor.

Långt inbokningsavstånd i lasersvetsen kan naturligtvis bero på en hög ordergång. För att kunna minska inbokningsavståndet krävs det att man har överkapacitet även då ordergången är lägre för att man ska hinna arbeta av ordena. Många order planeras långt fram i tiden på grund av att maxkapaciteten redan är uppnådd de närmsta veckorna.

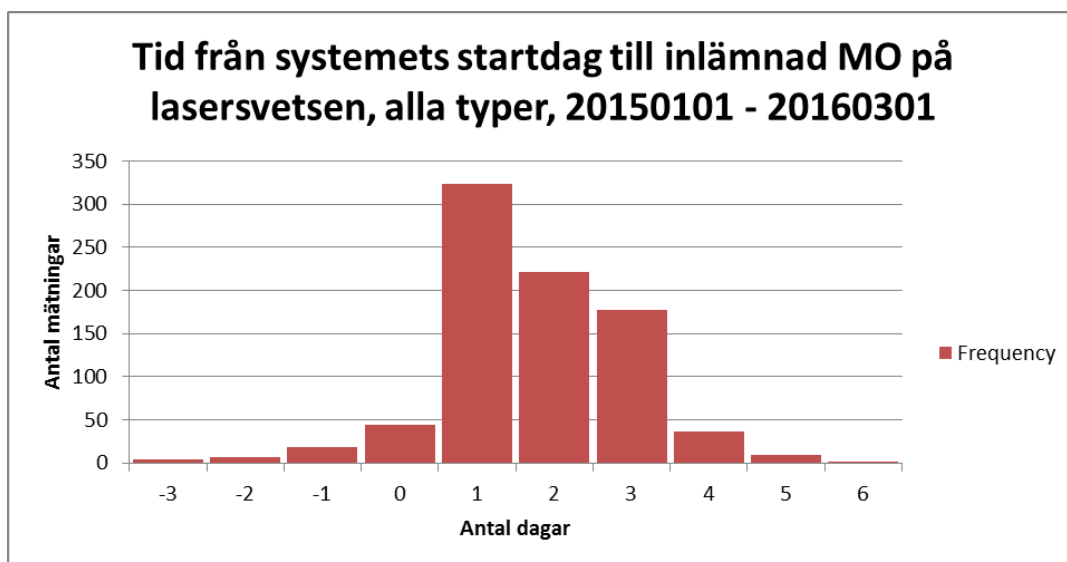
Kapaciteten varierar av flera anledningar. Det kan till exempel vara:

- Personal jobbar olika skift där röda dagar sänker kapaciteten för vissa skiftformer.
- Förebyggande underhåll på lasersvetsen.
- Indirekt tid (möten och utbildningar).
- Raster.

Då lasersvetsen är en trång sektor vore det bra att höja kapaciteten. Det är en relativt kostsam personalökning som behöver göras men kan ordergången öka organiskt på Ref så är det motiverat.

5.5.6 Tid från systemets startdag till inlämnad order på lasersvetsen

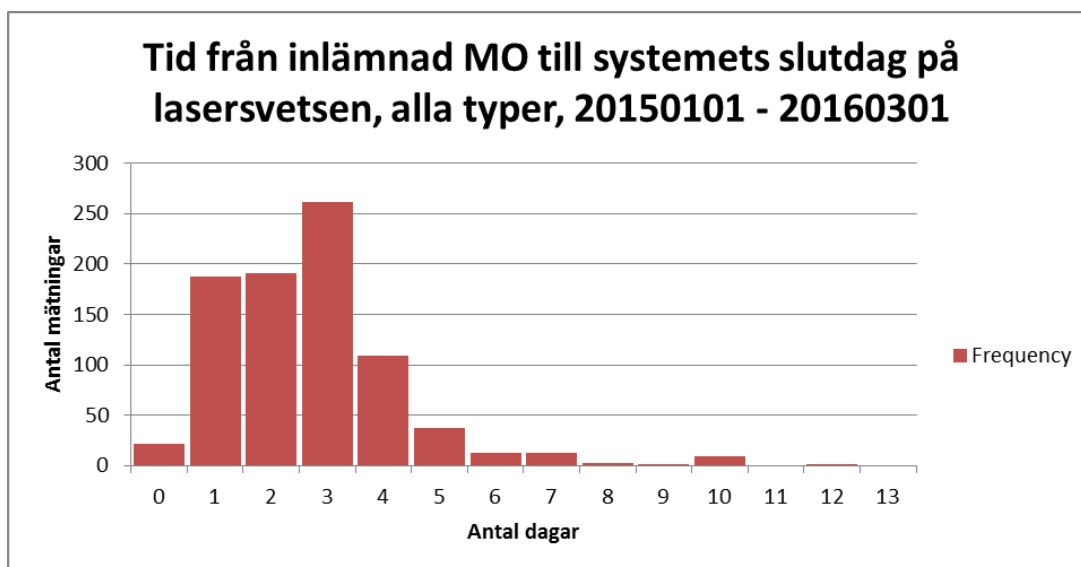
Eftersom en tillverkningsorder på lasersvetsen har 3-4 systemdagar analyseras här hur ordena historiskt sett tillverkats jämfört med systemledtiden. Figur 16 visar tiden det tar från systemets startdag till dess att ordern lämnas in på lasersvetsen. Det visas att många order svetsas första systemdagen.



Figur 16. Tid från systemets startdag till inlämnad MO på lasersvetsen, alla typer, 2015-01-01 – 2016-03-01.

5.5.7 Tid från inlämnad order till Jeeves slutdag lasersvetsen

Figur 17 visar tiden det tar från dess att en order lämnas in till systemets slutdag på laser-svetsen. Det visar att det i de flest fall tar 3 dagar



Figur 17. Tid från inlämnad MO till systemets slutdag på lasersvetsen, alla typer, 2015-01-01 – 2016-03-01.

5.5.8 Tid mellan första och sista inlämnade MO på lasersvetsen som hör till samma SO på Ref

För att se om rätt kassetter svetsas i rätt tid analyserades tiden mellan första och sista MO på lasersvetsen som hör till samma SO på CP. Mätningen visar då hur lång tid det tar för en värmewäxlarens olika kassetter att lämnas in på lasersvetsen. Fördelningen visas i Figur 18. Dessa order har i de allra flesta fall samma start- och slutdag i systemet, men som bilden visar är det vanligt att ordena läggs mer utspritt. Detta binder upp kapital och kräver lagerläggning av kassetterna som svetsats först. Anledningen till att dessa kan svetsas vid olika tillfällen är att kassetter till samma värmewäxlare kan ligga på olika MO. Hade dessa legat på samma MO hade glappen mellan inlämningarna undvikts och alla kassetter till samma värmewäxlare hade svetsats direkt efter varandra.

Tabell 14 och Tabell 15 visar hur många MO som hade kunnat tas bort på lasersvetsen 2015-01-01 – 2016-03-01 om alla kassetter till en SO legat på samma MO.

MO till samma SO, alla typer, 2015-01-01 – 2016-03-01		Andel av alla MO
Totalt antal MO på lasersvetsen	869	
Extra antal MO till samma SO på lasersvetsen	189	22%

Tabell 14. Antal MO för alla kassettyper som kunde minskats på lasersvetsen genom att svetsa alla kassetter på en SO till Ref på samma MO.

MO till samma SO, M10BW, 2015-01-01 – 2016-03-01		Andel av alla MO
Totalt antal MO på lasersvetsen	319	
Extra antal MO till samma SO på lasersvetsen	13	4%

Tabell 15. Antal MO för M10BW som kunde minskats på lasersvetsen genom att svetsa alla kassetter på en SO till Ref på samma MO.

MO till samma SO, MK15BW, 2015-01-01 – 2016-03-01		Andel av alla MO
Totalt antal MO på lasersvetsen	283	
Extra antal MO till samma SO på lasersvetsen	43	15%

Tabell 16. Antal MO för MK15BW som kunde minskats på lasersvetsen genom att svetsa alla kassetter på en SO till Ref på samma MO.

En anledning att lägga upp de olika svetsoperationerna på olika MO är att eliminera den mänskliga felfaktorn att förväxla operationerna på arbetslistan. Detta bör kunna undvikas med rätt utbildning och genom att göra arbetslistorna mer tydliga.

Ett problem med att ha många olika MO är att sannolikheten för ställ ökar då mellanliggande tillverkningsorder kan vara av en annan sort. Detta problem minskar om MO till samma SO tillverkas samtidigt.



Figur 18. Tid mellan första och sista MO på lasersvetsen som hör till samma SO på Ref 2015-01-01 – 2016-03-01.

Medelvärde och antal mätningar för tiden mellan första och sista inlämnade MO på lasersvetsen som hör till samma SO på Ref, visas i Tabell 17. Här har bara värden under 8 dagar tagits med för att inte låta svansarna påverka medelvärdet. 8 dagar valdes ut efter intervjuer och stickprov av mätningar som översteg 8 dagar. Medianen för alla värden var 2,4.

Tid från första till sista inlämnade MO på lasersvetsen som hör till samma SO på Ref, $0 < X < 8$	
Medelvärde	2,2
Antal mätningar	145

Tabell 17. Medelvärde och antal mätningar för tid från första till sista inlämnade MO på lasersvetsen som hör till samma SO på Ref, $0 < X < 8$.

5.5.9 Leverans från CP till Ref

Dagens leveranssätt har lång tid på sig i systemet och involverar flera personer. Fler personer i flödet gör att antalet säkerhetsdagar ökar. Tabell 18 visar hur mycket tid det läggs på transport av kassetter och packningar, för en genomsnittlig vecka, till Ref. Tiderna baseras på uppmätta tider och har multiplicerats med antalet gånger man måste transportera på en genomsnittlig vecka.

Transporttid för en genomsnittsvecka för avdelningar som transporterar kassetterna till Ref			
Kassettyp	Transporttid spedition [min]	Transporttid Ref [min]	Total transporttid [min]
M10BW	32	80	112
MK15BW	20	50	70

Tabell 18. Genomsnittlig transporttid per vecka som läggs på de berörda avdelningarna för transporten in till Ref.

Dagens transportsätt medför även att pallarna måste emballeras med plywood för att de inte ska bli blöta när det regnar om de står ute på gården. Tabell 19 visar tiden som läggs på emballering samt hur mycket pallplatser det använda emballaget upptar inne hos Ref.

Emballering och pallplatser för genomsnittsorder på M10BW och MK15BW		
Kassettyp	Tid för emballering [min]	Pallplatser i anspråk på Ref
M10BW	32	2
MK15BW	20	4

Tabell 19. Visar tiden för att emballera kassetter med plywood samt hur mycket pallplatser det använda plywoodemballaget upptar hos Ref.

5.5.10 Tid mellan CP och Ref

För att analysera de verkliga tiderna mellan CP och Ref har följande data använts:

- Tid för sista inlämnade MO (oftast lasersvetsen) på CP.
- Tid för avrop på Ref.
- Tid då MO levereras från CP till Ref.
- Tid för inlämnad SO på Ref, alltså när värmeväxlaren är färdigmonterad.

5.5.10.1 Tid från sista inlämnade MO på CP till avrop på Ref

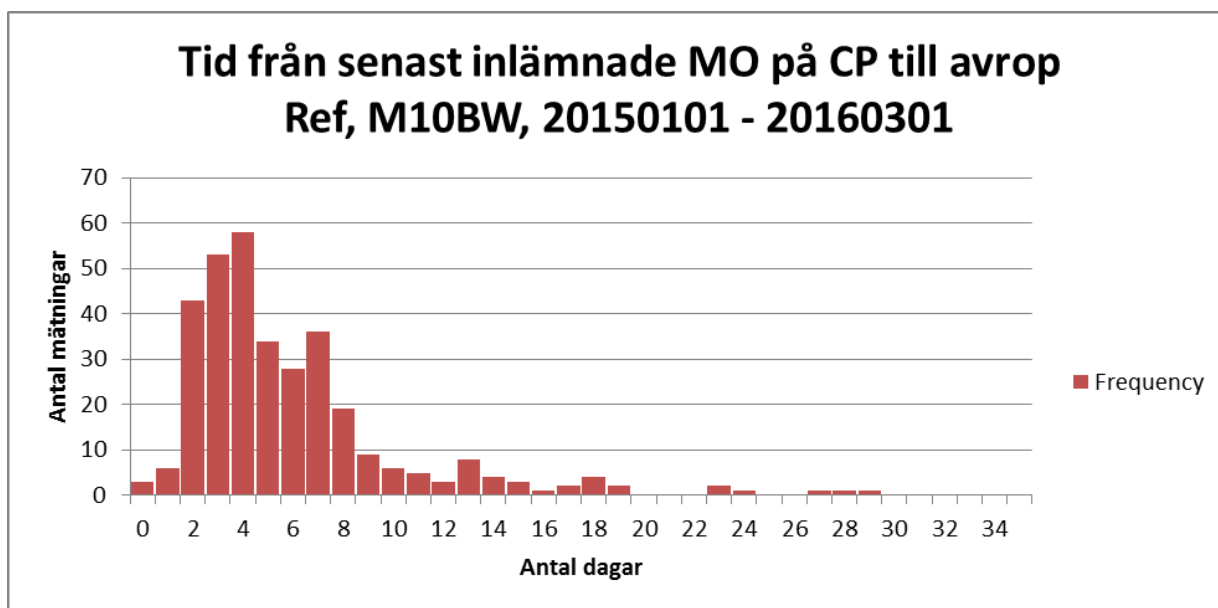
Här redovisas tiden från sista inlämnade MO på CP till tiden då Ref avropar ordern. Inlämnad order syftar här till när ordern är färdig i respektive produktionssteg och har rapporterats som klar i Jeeves. När Ref har kapacitet och ser att en order har startdag i systemet inom kort avropar de material från CP. Lagret på CP packar då ihop önskat material som sedan skickas till Ref.

Senaste MO på CP utgörs oftast av lasersvetsen. Tiden då den senast inlämnade MO på CP lämnades in fram till tiden för Refs avrop visas i Figur 19 och Figur 20.

Lasersvetsens MO har hela färdigdatumet på sig att bli inlämnad och dagen efter har SO hela dagen på sig att bli materialklar, vilket innebär status 200 i Jeeves. Efter att SO kommit upp i status 200 kan Ref avropa ordern. När ordern avropas har lagret idag 1 dag på sig att emballera kassetter och packningar samt leverera dessa så att Ref har SO nästkommande dag.

Medelvärde och antal mätningar för tid från senaste inlämnade M10BW och MK15BW på CP till avrop på Ref visas i Tabell 20 och Tabell 21. En felkälla till att tiden kan bli lång är att en MO hunnit tillverkas på CP men att Ref redan flyttat fram sin MO, utan att ha ändrat CPs MO. Då undviker Ref att avropa ordern för att inte dra till sig material man inte avser använda direkt. Detta syns inte i den insamlade datamängden utan gör istället att avståndet från inlämnad MO till avrop på Ref ser längre ut än det i själva verket kanske inte hade varit. Hade dock tiden varit kortare mellan CP och Ref hade eventuellt inte ordern svetsats klart på CP vid tidpunkten för fram-skjuten order och därmed kunnat väntas med att svetsas. Figurerna i denna del visar dock bara tiden från sista inlämnade MO på CP. I verkligheten kan det ligga flera MO på samma SO till Ref och då kan de andra MO ha svetsats långt tidigare än den sista som visas i tabellerna. Detta gör att datamängden visar det bästa fallet för kassetterna och att många i verkligheten kan ligga ännu längre mellan CP och Ref.

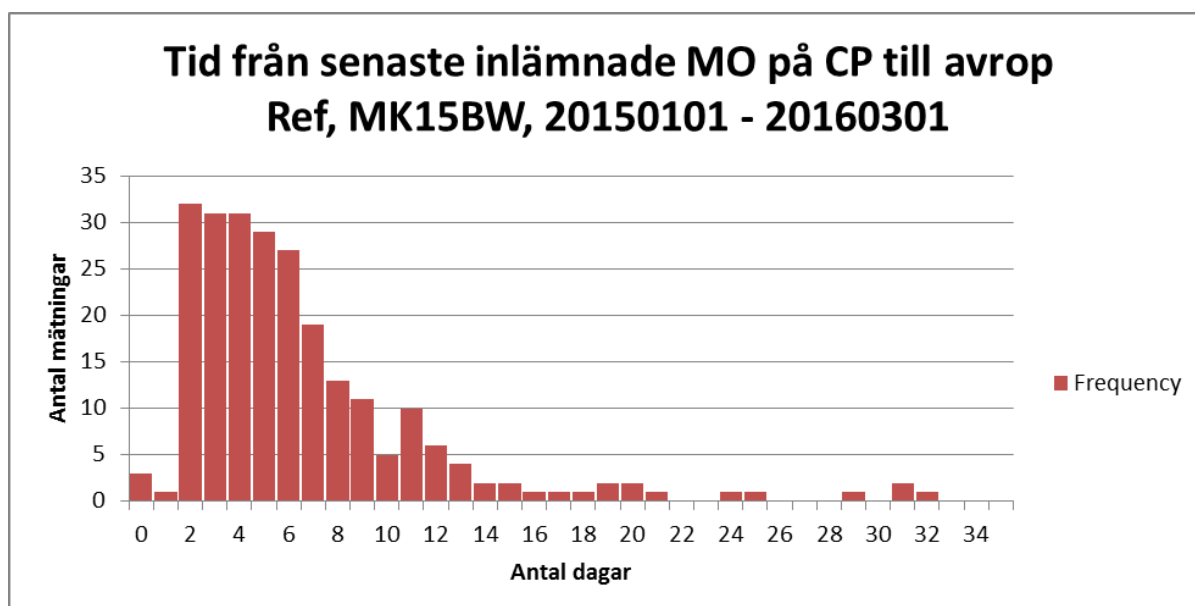
Tiden är förmodligen längre än vad diagrammet visar då lasersvetsen tillverkade ungefär 15 procent av sina MO för tidigt utan att lämna in ordern, vilket visas i avsnitt 5.3.1. Istället för att lämna in ordern i systemet, lades den istället ibland i "unit type 40" i Jeeves och lämnades först in på systemets startdag. Detta var ett sätt att kunna svetsa ordern för tidigt för att minska ställtider och fylla upp kapaciteten utan att få sämre interna mätetal för att ha tillverkat ordern för tidigt.



Figur 19. Tid från senast inlämnade MO på CP till Refs avrop, för M10BW 2015-01-01 till 2016-03-01.

Senast inlämnade MO på CP till avrop Ref, M10BW, 2015-01-01 – 2016-03-01	
Medelvärde	6,4
Median	4,1
Antal mätningar	340

Tabell 20. Medelvärde och antal mätningar för tid från senast inlämnade MO på CP till Refs avrop för M10 2015-01-01 – 2016-03-01.



Figur 20. Tid från senaste inlämnade MO på CP till Refs avrop, för MK15BW 2015-01-01 – 2016-03-01.

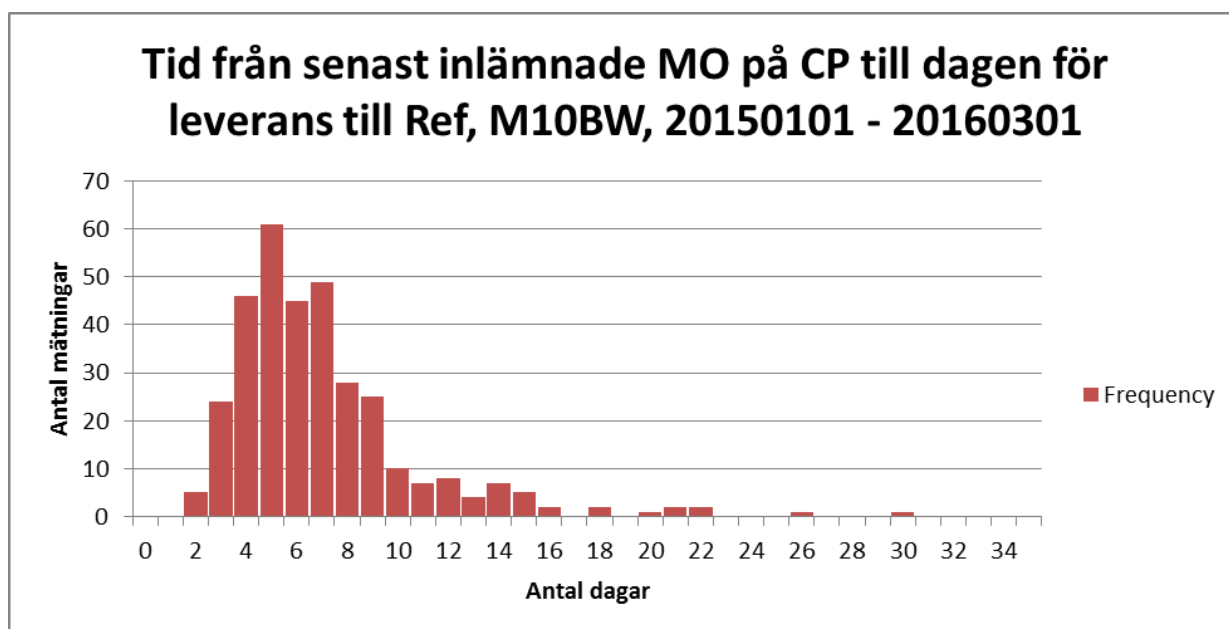
Tid mellan senast inlämnade MO på CP till avrop Ref, MK15BW, 2015-01-01 – 2016-03-01 [dagar]	
Medelvärde	6,7
Median	4,8
Antal mätningar	243

Tabell 21. Medelvärde och antal mätningar för tid från senast inlämnade MO på CP till Refs avrop för MK15 2015-01-01 – 2016-03-01.

Anledningen till den stora skillnaden mellan medelvärde och median är att avvikelserna är stora men förekommer sällan.

5.5.10.2 Tid från sista inlämnade MO på CP till leverans till Ref

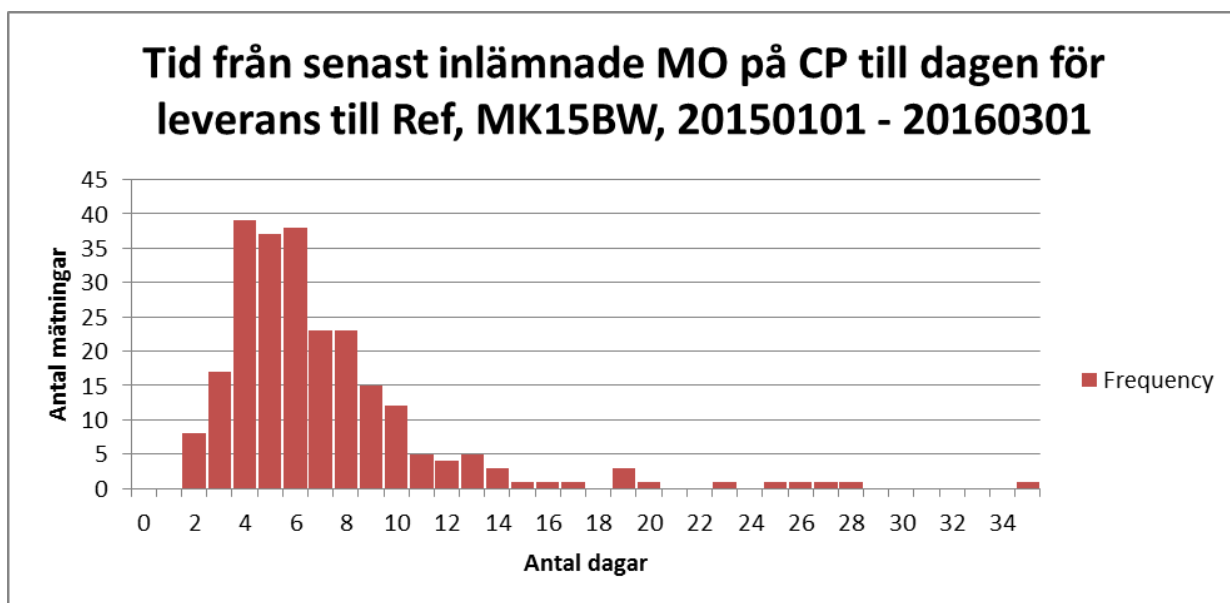
Tiden från senaste inlämnade MO på CP till dagen för levererad MO till Ref för M10BW och MK15BW visas i Figur 21 och Figur 22. Detta illustrerar tiden från sista svetsoperationen på en tillverkningsorder till dagen då ordern levererats till Ref. Under denna tid ska de svetsade kassetterna lastas och fraktas till Ref. Detta gäller endast senaste inlämnade MO, vilket gör att om det finns fler MO till samma SO så har kan den ena ha tillverkats tidigare. Trots detta ligger medelvärdet på ungefär 7 dagar för M10BW och MK15BW.



Figur 21. Tid från senaste inlämnade MO på CP till dagen för leverans till Ref, M10BW 2015-01-01 – 2016-03-01.

Tid mellan senast inlämnade MO på CP till levererad SO till Ref, M10BW [dagar]	
Medelvärde	7,2
Median	5,7
Antal mätningar	340

Tabell 22. Medelvärde och antal mätningar för tid från senaste inlämnade MO på CP till dagen för leverans till Ref.



Figur 22. Tid från senaste inlämnade MO på CP till dagen för leverans till Ref, MK15BW 2015-01-01 – 2016-03-01.

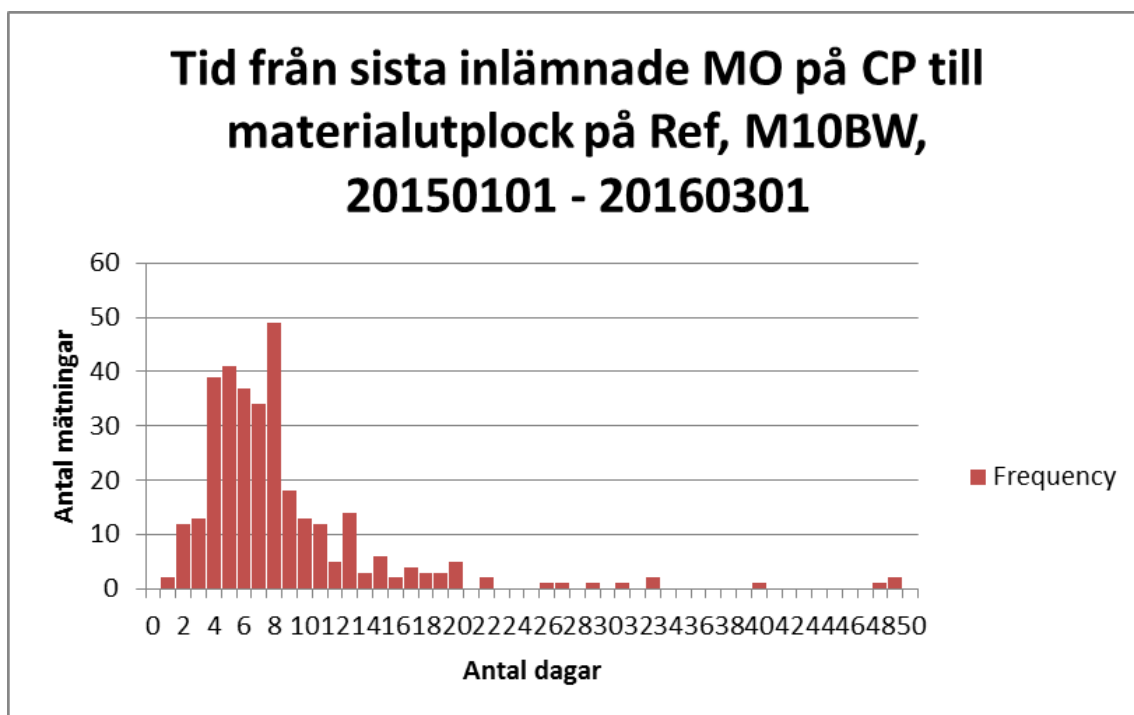
Tid från senast inlämnade MO på CP till levererad SO till Ref, MK15BW [dagar]	
Medel	7,0
Median	5,5
Antal mätningar	243

Tabell 23. Medelvärde och antal mätningar för tid från senaste inlämnade MO på CP till dagen för leverans till Ref.

5.5.10.3 Tid från sista inlämnade MO på CP till materialuttag på Ref

Materialuttag görs för att visa att ordern är påbörjad. Detta rapporteras inte helt konsekvent på Ref, men materialuttaget görs i alla fall samma dag som ordern påbörjas. På så sätt blir mätningarna med materialuttag inte helt korrekta men de ger en överskådlig bild över verkliga mellanliggande dagar mellan CP och Ref. Oftast skiljer det inte mer än 0,5 dagar i materialuttaget, enligt Team Leader på Ref. Därför ger denna bild inte en exakt spegling av verkligheten men den visar på att det är många mellanliggande dagar och att det är stor spridning.

Under tiden som illustreras i denna del ska Ref avropa material, lagret ska packa ordern, ordern ska levereras från CP till Ref och materialet ska plockas ut i systemet på Ref. I genomsnitt är tiden från senast inlämnade MO på CP till materialutplock på Ref för M10BW 8,2 dagar. Medianen för samma mätning är 6,4 dagar. Medelvärde median och antalet mätningar visas i Tabell 24. Anledningen till att medianen är lägre är att det finns få men stora spridningar i datamängden som illustreras i Figur 23. Anledningen till spridningarna kan vara framskjutning av order. Därför ger medianen en bättre bild av dessa mellanliggande dagar. I genomsnitt är det 6,5 dagar för alla Ref-kassetter från dess att sista tillverkningsordern på CP lämnas in till dess att materialet plockas ut på Ref vilket visas i Bilaga 5.



Figur 23. Tid från sista inlämnade MO på CP till materialutplock på Ref, M10BW, 2015-01-01 – 2016-03-01.

Tid från sista inlämnade MO på CP till materialutplock Ref, M10BW 2015-01-01 – 2016-03-01	
Medelvärde	8,2
Median	6,4
Antal mätningar	328

Tabell 24. Medelvärde, median och antalet mätningar för tiden från sista inlämnade MO på CP till materialutplock på Ref, M10BW, 2015-01-01 – 2016-03-01.

Ett problem som uppstår när det är många mellanliggande dagar är vid framskjutningar av order. Om en kund skjuter fram leveransen av en order i ett sent skede av produktionen så kan Ref vänta med att montera värmväxlaren och istället montera en annan kunds produkt. Men eftersom sista MO på CP ofta har utförts sedan ett tag tillbaka, blir de kassetterna liggande ännu längre. Hade man minskat antalet mellanliggande dagar hade sista MO på CP eventuellt inte genomförts när många order framskjuts, och därmed hade man kunnat vänta med att svetsa tills Ref behöver kassetterna och frigjort den kapaciteten i lasersvetsen till andra MO. Genom att producera rätt saker i rätt tid minskas väntetider i produktionen.

Om man antar att alla mätningar över 15 dagar är framskjutningar av order kan vi analysera de värdena separat. Framskjutning av order kan också bero på att artiklar från CF inte är leveransklara. Medelvärde och antal mätningar för värden över 15 dagar för alla kassettyper visas i Tabell 25. Medelvärdet var under år 2015 27,7 dagar för dessa 45 tillverkningsorder. Hade man haft kortare tid mellan CP och Ref hade man eventuellt kunnat vänta med att producera sista MO på CP, som oftast är lasersvetsning, så att plattor fick ligga i lager istället för kassetter. Detta hade varit bättre eftersom plattorna är billigare att lagerlägga än kassetterna på grund av längre förädlingsprocess för kassetterna och därmed lägre pris.

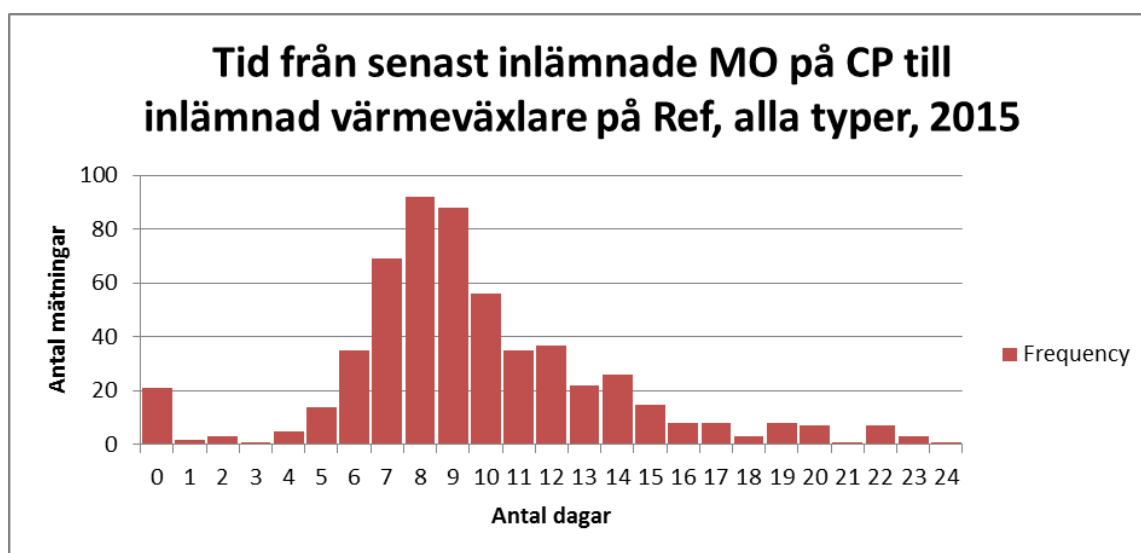
Tid mellan senast inlämnade MO på CP till materialuttag på Ref, X > 15 [dagar]	
Medelvärde	27,7
Antal mätningar	45

Tabell 25. Medelvärde och antal mätningar för antal dagar som överstiger 15, för tid från senast inlämnade MO på CP till materialutplock på Ref, alla typer, 2015.

5.5.10.4 Tid från sista inlämnade MO på CP till inlämnad värmväxlare på Ref

Tiden från senaste inlämnade MO på CP till inlämnad värmväxlare, MO, på Ref visas i Figur 24. Medelvärde och antal mätningar visas i Tabell 26. Under denna tid ska Ref avropa material, ordern ska lastas och levereras till Ref för att sedan monteras. Figuren visar på stor spridning vilket hade kunnat minska om tiden mellan CP och Ref hade minskats.

Även i den här datamängden finns problemet med framskjutna order. Om en order senareläggts efter att kassetterna svetsats syns det inte i datamängden utan det ser bara ut som att avståndet är längre mellan CP och Ref. Hade avståndet varit kortare hade kassetterna eventuellt inte behövt svetsats innan ordern skjutits fram och ordern hade inte behövt ta av kapaciteten på lasersvetsen.



Figur 24. Tid från senast inlämnade MO på CP till inlämnad värmväxlare på Ref, alla typer, år 2015.

Tid mellan senast inlämnade MO på CP till inlämnad värmväxlare på Ref, 0 < X < 15 [dagar]	
Medelvärde	8,6
Antal mätningar	500

Tabell 26. Medelvärde och antal mätningar för tid från senast inlämnade MO på CP till inlämnad värmväxlare på Ref, alla typer, år 2015. Dessa data beräknas på värden mellan 0 och 15 dagar för att inte låta framflyttningar av order påverka medelvärdet.

5.5.10.5 Lagernivåer för plattor och svetsade kassetter för M10BW

Analysen visar att svetsade kassetter ligger relativt länge i lager och att de tar stor plats i lageryhyllorna. Det är främst M10BW som har analyserats under perioden 2015-01-01 till 2016-05-01 eftersom den står för ungefär 40 procent av kassettförbrukningen på Ref.

Analysen visade att det ofta sker utplock från lager på en kassett som samtidigt också tillverkas orderunikt. Det ökar risken för felplock hos lagret och bidrar även till onödig hanteringstid.

Fem stycken kassettyper analyserades för att se om en minskning av lagret kunde genomföras. Anledningen till att det ligger kvar 20 kassetter för de två nedersta kassettyperna i Tabell 27 är

att det förekommer frekvent utplock av 1 kassett. För att inte suboptimera och öka arbetsbördan på lasersvetsen bör ett lager på 20 kassetter vara kvar.

Kassettyp	Medellager	Medelantal utplockat från lager	Median utplockat	Antal kassetter i lager efter ändring	Besparing pallplatser
M10BW-xx1	60	40	33	0	1
M10BW-xx2	83	32	28	0	1
M10BW-xx3	238	86	42	0	3
M10BW-xx4	266	38	15	20	2
M10BW-xx5	195	85	43	20	1

Tabell 27. Visar storleken på dagens kassetlager samt medelvärde och median utplock från lagret samt hur mycket besparing det blir av pallplatser efter ändring av lagernivån.

För att inte suboptimera och förlänga leddtiden krävs det att det finns plattor för att tillverka de kassetterna som tagits bort från lager. Det får plats 50 kassetter på en pall som kan jämföras med 200 plattor per pall. På en pallplats får det plats 400 plattor eller 100 kassetter (som innehåller 200 plattor) av M10BW vilket gör att lagerlagda plattor tar hälften så stor plats i lager som motsvarande kassetter. Ett problem är att man måste ställa samma artikel på samma pallplats och finns det inte tillräckligt antal av artikeln för att fylla en pallplats så tar den ändå upp hela ytan. Till exempel tar 50 kassetter av en M10BWxx1 upp en hel pallplats som kunde rymt 100 kassetter av M10BWxx1. I Tabell 28 ses förändring av plattor i lager samt vilken ökning av pallplats som krävs. Det totala värdet för svetsade kassetter i lager var 1130000 SEK för ett ögonblickslager den 17 maj 2016.

Platttyp	Medellager	Plattor i lager efter ändring	Ökning av pallplatser
M10BWx1	2402	2402	0
M10BWx2	1096	1096	0
M10BWx3	0	150	1
M10BWx4	0	70	1

Tabell 28. Medellager av de olika plattyperna samt hur stort plattlagret behöver vara efter ändring av kassetlagret. Ökning av antalet pallplatser visas i den högra kolumnen.

En gemensam analys av plattor och kassetter leder till en total besparing i kapital och antalet pallplatser som visas i Tabell 29. Plattlagret har räknats ut baserat på prognos för årets användning dividerat på antal arbetsveckor per år samt att det ska finnas 4 veckors säkerhetslager och att det även krävs två plattor för att tillverka en svetsad kassett. Det har validerats av lageransvarig för de svetsade kassetterna och plattorna.

M10BW	Förändring bundet kapital [kr]	Förändring pallplatser
Kassetter	-XXXXXX	-8
Plattor	XXXXX	2
Totalt	-XXXXXX	-6
Årlig besparing (lagerhållningsränta 6%)	XXXXX	

Tabell 29. Förändring av bundet kapital där kassetlagret minskar men plattlagret ökar. Liknande förändring i antalet pallplatser ses i högra kolumnen.

MK15BW	Förändring bundet kapital [kr]	Förändring pallplatser
Kassetter	-XXXXXX	-7
Plattor	0	0
Totalt	-XXXXXX	-7
Årlig besparing (lagerhållningsränta 6%)	XXXX	

Tabell 30. Förändring av bundet kapital där kassetlagret minskar men plattlagret ökar. Liknande förändring i antalet pallplatser ses i högra kolumnen.

	Lagervärde kassetter [kr]	Lagervärde plattor [kr]
Lagervärde i kronor för lagerlagda plattor & kassetter (2016-05-17)	1130000	32800000
Förändring i procent	-25%	0,9%

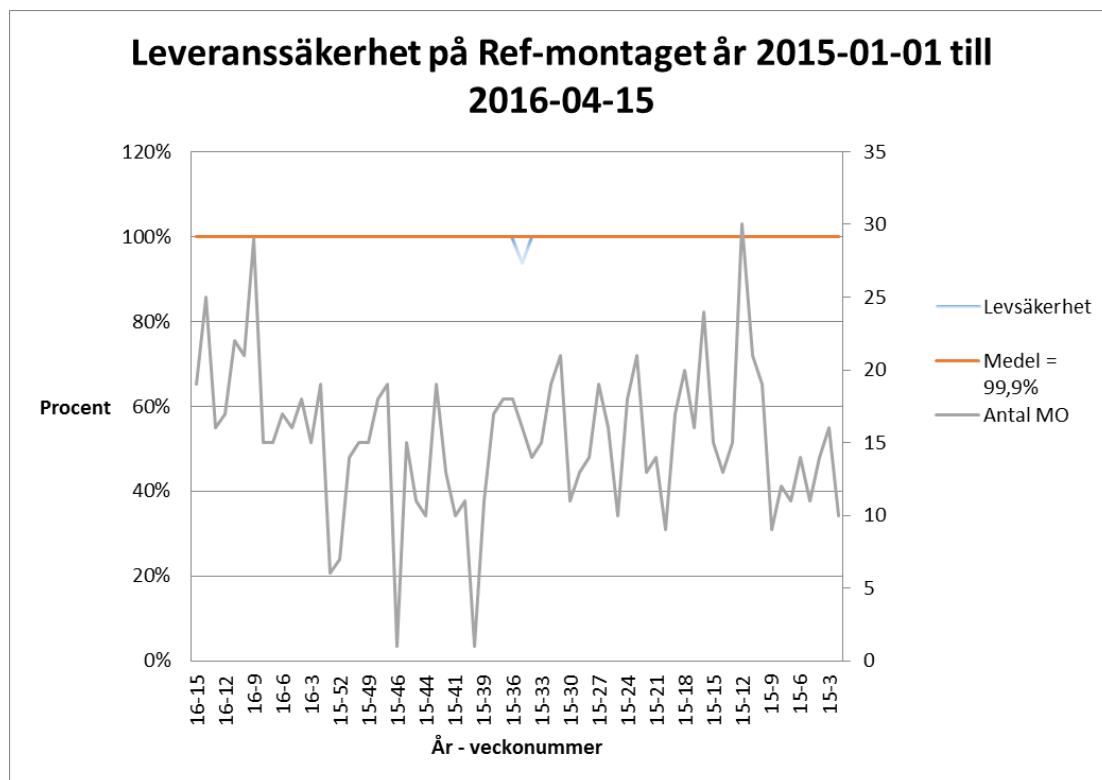
Tabell 31. Procentuell förändring av platt- och kassetlager på CP, M10BW och MK15BW.

Tabell 31 visar att lagervärdet kan reduceras med 18,9 procent och att plattlagret endast behöver ökas 0,9 procent.

5.5.11 Monteringen på Ref

5.5.11.1 Leveranssäkerhet på Ref

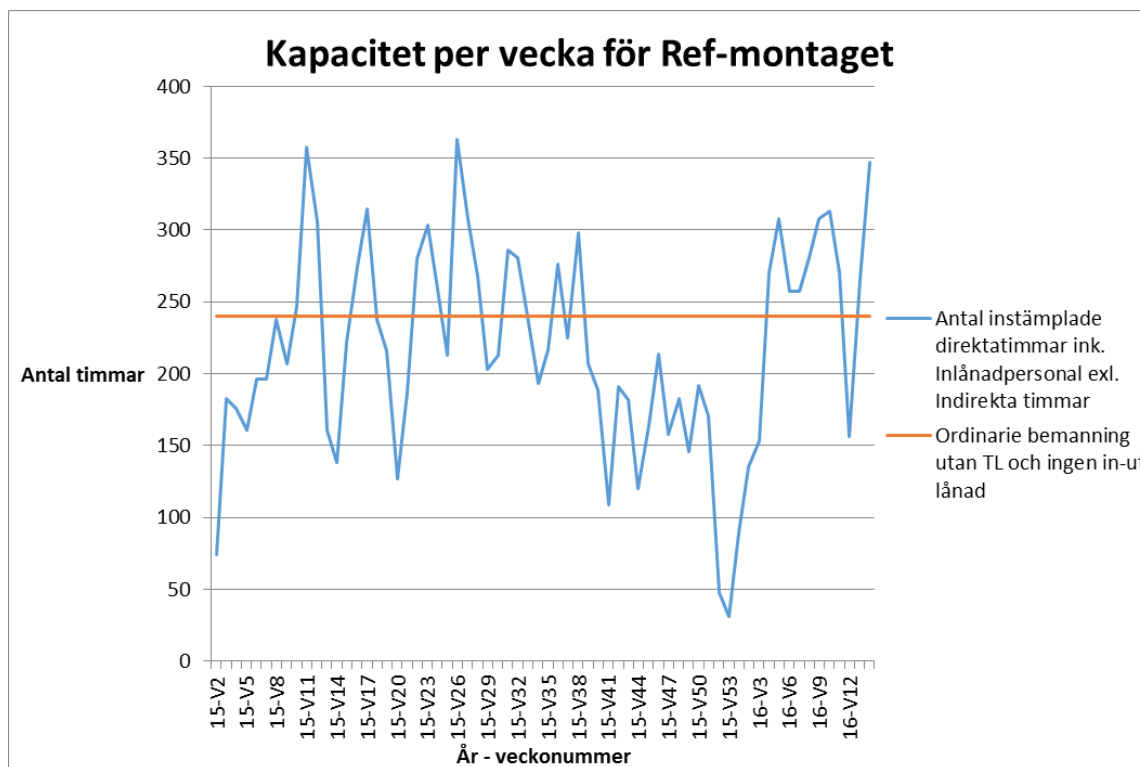
Diagrammet i Figur 25 visar Refs historiska leveranssäkerhet fram till vecka 15 år 2016. Det visar att avdelningen Ref är flexibla och klarar av att leverera trots stora svängningar i efterfrågan. En anledning till stor flexibilitet är att de kan låna in personal från andra avdelningar och även utnyttja helger vid behov. Det krävs inte heller speciella förkunskaper för deras mindre avancerade moment, som till exempel flikning av gummipackningar på kassetter.



Figur 25. Leveranssäkerhet på Ref.

5.5.11.2 Veckovis kapacitet för Ref

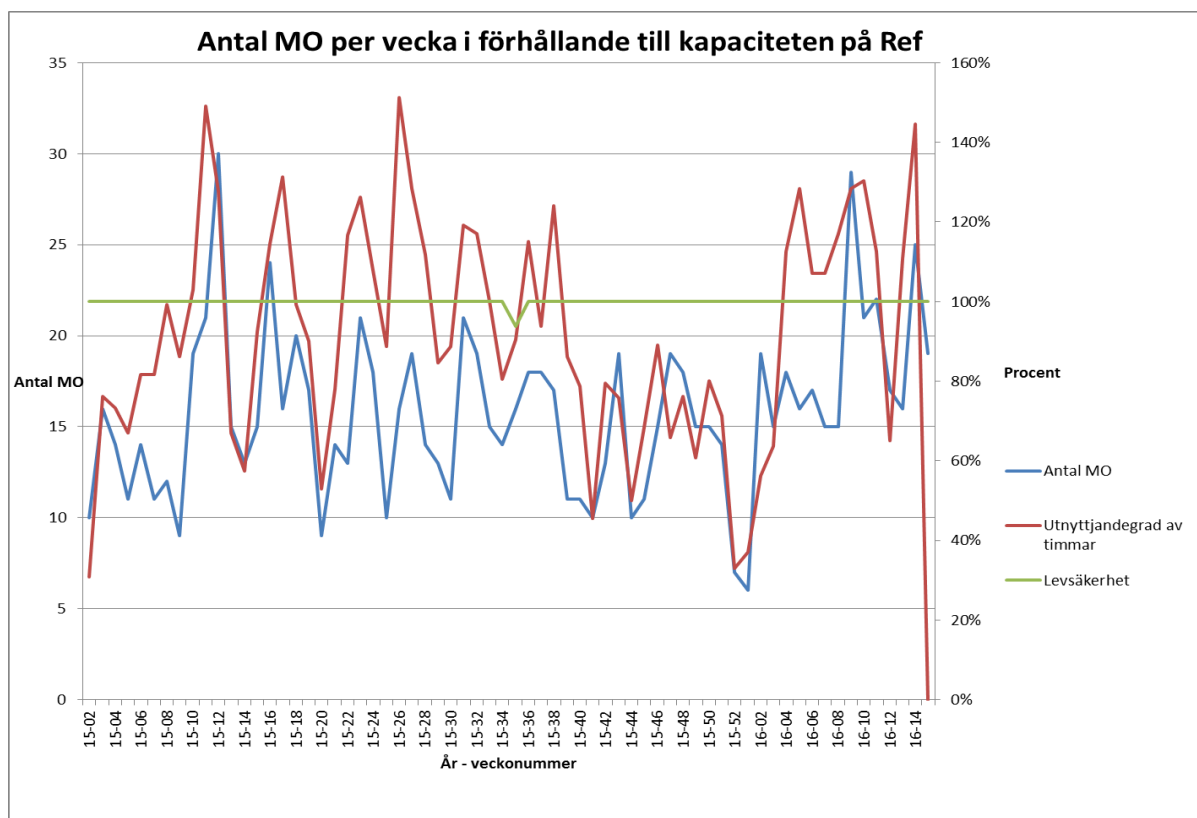
Figur 26 visar direkt tid där normalen är 6 personer som jobbar 40 timmar per vecka och 1 person jobbar endast indirekt tid. Den blå linjen visar hur de verkliga timmarna sett ut veckovis. Slutsatsen som kan dras från detta är att montage är en väldigt flexibel avdelning som kan klara av stora svängningar i efterfrågan från kund.



Figur 26. Kapacitet per vecka för Ref.

5.5.11.3 Antal MO i förhållande till kapacitet på Ref

Figur 27 visar hur kapaciteten på Ref följer antalet planerade MO per vecka. Felkällor kan vara att vissa MO har väldigt lång operationstid och därför ökar skillnaden markant i dessa veckor. Likadant kan det vara under semestern på sommaren då man har mycket inlånad personal som inte är lika effektiva som den ordinarie personalen



Figur 27 Visar hur kapaciteten i mantimmar följer det planerade antalet MO veckovis. Leveranssäkerheten per vecka visas och i grått.

5.5.12 Summering verklig ledtidanalys

Analysen över de verkliga ledtiderna visar att de längsta tiderna är inbokningsavståndet i lasersvetsen och väntetider för kassetter mellan CP och Ref. Genom en minskning av båda dessa tider hade totala ledtiden för kunden minskat. Det har försvårat analysen att data över inbokningsavståndet i lasersvetsen inte finns med. Även kapaciteten, i maskintimmar per vecka, hade varit en stor fördel att ha med.

Analysen visar också att leveranssäkerheten i de olika produktionsstegen är hög och att det inte är ett problem för ledtiden.

Den visar även att de verkliga tiderna mellan senast inlämnade MO på CP och avrop till Ref är längre än motsvarande systemtider. Det beror på att lasersvetsen oftast svetsar kassetterna på startdagen medan Ref planerar att starta de i förhållande till slutdagen. Därför bör den verkliga tiden bli cirka 2 dagar längre än den mellanliggande systemtiden.

5.6 Impact-Effort-analys

En Impact –Effort-analys gjordes där alla förbättringsförslag analyserades utifrån två parametrar. Den första är vilken påverkan förslaget har för minskad ledtid och den andra är vilken ansträngning och vilka resurser som krävs för att genomföra förslaget. De mest önskvärda förändringspunkterna är de som hamnar i övre vänstra kvadranten, där det krävs liten ansträngning och få resurser för att ändå göra stor påverkan på ledtiden. När analysen genomförts valdes tre huvudområden ut för fortsatt arbete där tre förbättringsförslag tas fram för att minska totala ledtiden. Impact –Effort-analysen redovisas i Bilaga 4.

- Minska systemets ledtidsgångar på lasersvetsen.
- Mät ledtid.

- Se över tillgängligheten på lasersvetsen.
- Körordning på lasersvetsen enligt FIFO-lista från Ref.
- Ta fram en universal ändkassett.
- Ta fram spelregler för externa lagerorder.
- Sänk ställtid på lasersvetsen.
- Operationstid i Jeeves ska motsvara verkliga tider.
- Se över ej lagerlagda artiklar från CF. Vilka artiklar driver leddtiden.
- Ta bort tester på Ref på produkter som ej kräver det.
- Synliggör ställtid vid kapacitetsplanering.
- Emballera kassetter med plast.
- Ta bort lager för max 50 kassetter.
- Se över hur programmet räknar PSA.
- Minska tider för ordererkännande till kund.

5.7 Summering av analysen

I analysen gicks hela det studerade flödet igenom och följande förbättringsmöjligheter valdes ut:

- Se över planeringseffektiviteten i lasersvetsen
- Ändrat leveranssätt från CP till Ref och lägga samman alla MO till en SO
- Minska systemets leddidsdagar på lasersvetsen
- Mäta leddtid och uppdatera GDTL

6 Resultat och förbättringsförslag

I detta kapitel kommer lösningsförslag baserade på analysen att tas fram med avsikt att sänka ledtid. Fokus kommer att ligga på de orsaker som analysen visar driver leddtiden mest.

6.1 Inledning

Analysen visade att väntetider mellan produktionsstegen och inbokningsavstånd i lasersvetsen är de enskilt största orsakerna till för lång leddtid. Analysen visade även att verklig tid i produktionen ofta följer planerad tid. Det är inte förseningar på grund av att ordern lämnats in senare än slutdatumet i Jeeves som är problemet. Inbyggda säkerhetsdagar i systemtiderna står även för en betydande del av leddtiden. Att ha för många systemleddtidsdagar medför även ett stort intervall att planera in tillverkningsordern på.

Ett stort problem är att inbokningsavståndet på lasersvetsen är för långt vilket gör att kunder väljer en annan leverantör. Det finns ingen kvantitativ data på hur många kunder som inte lägger order på grund av för lång leddtid. Marknadssegmentet och säljbolagen på Alfa Laval har estimerat det till att orderingången minskar med 15-25 procent för varje veckas leveranstid över PSA.

Förslagen kommer att ta hänsyn till dessa faktorer och det kommer upprättas en handlingsplan, en riskanalys, en kostnadsanalys och för- och nackdelar med förslagen.

För att verkligen se hur utfallet blir kommer ett pilotprojekt först att göras för M10BW-apparaterna och sedan utökas till fler apparater i Refs sortiment. M10BW är en produkt i mellansegmentet som enligt prognos från företagets marknadssegment har potential att öka vid reducerad leddtid. Även TK20BW prognostiseras också att öka markant om man kan tillgodose kundernas krav på leddtid. Förslagen i detta kapitel kommer främst till en början riktas mot sortimentet M10BW. Anledningen till detta pilotprojekt på M10BW är för att inte göra för stora förändringar i produktionen samtidigt vilket skulle kunna leda till problem.

6.2 Planeringseffektivitet lasersvetsen

För att genomföra en planering av lasersvetsen där montaget ska kunna påbörja monteringen i princip dagen efter, krävs det att en del processer ändras. De kommer att tas upp i följande delkapitel och har som syfte att underlätta planeringen av lasersvetsen med fokus på att reducera leddtid.

Då planeringseffektiviteten är ett stort arbete rekommenderar författarna att undersöka hur planeringen av lasersvetsen ska fungera i framtiden. Nedan i 6.2.1 ses punkter som bör tas med i det kommande projektet för planeringseffektiviteten i lasersvetsen.

6.2.1 Rekommendation för planeringsprojekt av lasersvetsen

- Svetsa order i rätt tid och undvika att tidigarelägga order som ligger planerat långt fram i tiden.
- Undvik omplanering av orderberedarens planering.
- Utbilda orderberedare i att finplanera lasersvetsen.
- Optimera körningen i lasersvetsen med avseende på olika svets- och hanteringstider.
- Se över kapaciteten och höj kapacitetstaket för att klara av större svängningar i orderingång så orderstocken kan minskas.
- Synliggör ställtider och ta fram operationstider som stämmer.
- Mät historiskt inbokningsavstånd.
- Analysera eventuell maxkapacitet i lasersvetsen och jämför kostnaden med potentiellt ökade intäkter på grund av sänkt leddtid.

6.2.2 Översyn av vilka artiklar som ska lagerläggas på CP

I denna del har fokus främst varit att se över vilka artiklar som bör finnas på lager för att klara den utsatta tiden på 3 veckors leverans från CP till Ref. Begränsningen är att inbokningsavståndet i lasersvetsen inte får bli längre än 3 veckor för att kunna hålla PSA till kund.

Pilotprojektet på M10BW resulterade i en analys av vilka kassetter som ska tas bort från lager eller som ska minskas i lager. Samma analys visar vilka plattor som ska ökas i plattlager innan svetsningen för att underlätta produktionen.

Artiklar som hade ett utplock från lager som var representerat över hela tidsperioden och där utpocket var relativt stort undersöktes mer ingående. Dessa lagerkassetter kunde istället ha tillverkats orderunikt på en MO. För att inte försämra ledtiden till kund var det därför viktigt att säkerställa att motsvarande plattor till kassetterna var lagerlagda även om lagernivån bör justeras.

6.2.2.1 Handlingsplan

- Ändra lagernivåer på plattor och kassetter M10BW- och MK15BW-artiklarna som redovisades i 5.5.10.5 detta kan inte göras innan inbokningsavståndet i lasersvetsen är på en stabil nivå.
- Se över platt- och kassettlager för M6MW, T20BW, TK20BW och M20MW på samma sätt som i pilotprojektet för M10BW.
- Gör en analys av vilka besparingar i form av uppbundet kapital samt reducerade pallplatser som kan göras för varje platt- och kassettyp.
- Se över lagernivåer för packningar för berörda artiklar.

6.2.2.2 Potentiella risker/problem

- Optimerade lager kan resultera i lagerbrist vid höga ordergångar och därmed förlänga ledtider.
- Vid stora order från externa kunder till CP kan man överväga att öka lagernivåer tillfälligt för att möta kundkraven utan att få en allt för ojämn ordergång i lasersvetsen.

6.2.2.3 Kostnader/fördelar

- En fördel med minskat kassettlager är att lösa upp bundet kapital och därmed spara kapital i form av lagerhållningsränta.
- Eftersom pressade plattor har lägre kapitalbindning än motsvarande svetsade kassetter är det önskvärt att i så stor utsträckning som möjligt lagerhålla plattor istället för kassetter.
- Att styra om kassettlager till plattlager sparar även pallplatser eftersom kassetter tar mer plats än motsvarande kassetter.
- Ändrat platt- och kassettlager på M10BW resulterar i ett minskat totalt kassettlagervärde på CP med 18,9 procent samt ett ökat plattlagervärde med 0,9 procent på CP.

6.3 Ändrat leveranssätt från CP till Ref och lägga samman alla MO till en SO

Det har framkommit i analysen att kassetterna väntar länge i lager på CP innan Ref avropar dem. I genomsnitt väntar en tillverkningsorder med M10BW-kassetter 6,4 kalenderdagar innan Ref avropar materialet, enligt Tabell 20. Motsvarande siffra för MK15BW var 6,7 dagar enligt Tabell 21. För att komma bort ifrån detta problem samt minska antalet dagar mellan produktionsavsnitten är ett sätt att ändra leveransstatus i Jeeves. Det går ut på att Ref ska få kassetter och packningar direkt efter att sista MO tillverkats utan att behöva avropa. Det nya fraktsättet finns redan på Alfa Laval i form av leveransstatus 99 i Jeeves.

En orsak till att genomsnittet på mellanliggande dagar kan bli högt är att en order kan flyttas fram på Ref, men att den inte planeras om på CP. Det kallas internt för att fulsynka en order. Istället för att planera om ordern och göra det synligt för orderberedaren på CP så kan den planeras om internt på Ref. Planerar man istället om ordern synligt kan man förhindra att kapaciteten i lasersvetsen fylls med kassetter som inte behövs för tillfället. Eftersom detta inte rapporteras in i Jeeves speglas dessa fulsynkningar inte i den insamlade data som ligger till grund för analysen. Därför är det svårt att avgöra hur stor påverkan det har.

Under mätperioden har leveranssätt 97 använts vilket innebär att Ref avropar materialet från lagret på CP. Leveransen tar då minst 2 dagar, en dag för att plocka materialet och en leveransdag där speditionen fraktar pallarna till Refs yta på gården utanför Refs monteringsavdelning.

6.3.1 Handlingsplan

6.3.1.1 Administrativt

- Kommuniera till orderberedare att alla kassetter till en SO ska tillverkas på samma MO på CP.
- Ändra SLA som säger hur det administrativa arbetet ska utföras. Det innebär att svetsning av ändkassetter och varianthålskassetter ska tillverkas på samma MO som kanalkassetter. Därför måste orderberedarna ändra sina nuvarande rutiner.
- Vid flyttad order planera om ordern hos alla berörda produktionsavsnitt istället för att "fulsynka".
- Vid varianthållning i excenterpressen ska ledtidsdagarna synkas med lasersvetsens ledtidsdagar.
- Synka mellanliggande dagar i Jeeves mellan CP och Ref. På det sättet undviks onödiga säkerhetsdagar.
- Analysera andra kunders MO i lasersvetsen och studera hur många färre MO som behövs om en hel SO ligger på samma MO.
- Införa leveranssätt 99 även på CF.
- Uppföljning och utvärdering av leveranssättet 99.

6.3.1.2 Laseravdelningen

- Kommuniera ändringen till personal på lasersvetsavdelningen för att undvika felsvetsning då de olika svetsoperationerna hamnar på samma MO.

6.3.1.3 Lager I10 och I1

- Informera lagret om nya rutiner. Det gäller att pallarna med kassetter ska emballeras med plast istället för plywoodlådor. Packningar ska ligga på EU-pall med plastlock.
- Lagergruppen I10 plockar packningarna dagtid och även helg och levererar packningar tillsammans med kassetter till Refs lagerhylla.
- Rutiner att köra in kassetter och packningar direkt till Ref.
- Märk upp pallställ för M10BW Ref kassetter hos I10.
- Pallar får inte ställas utomhus då det kan smuts och vatten på kassetterna.

6.3.1.4 Ref

- Märk upp pallställ hos Ref dedikerat till M10BW.
- Pallar får inte ställas utomhus när pallstället är fullt hos Ref.

6.3.2 Potentiella risker/problem

- Att Refs lager blir fullt med kassetter och packningar.
- CF är inte inkluderat till en början, vilket innebär att TL på Ref fortsätter att avropa SO från CF. Det blir ett manuellt arbete att synka order från CF och CP.

- Kan bli mer administrativt arbete då man vid order långt fram i tiden får ett OA från leverantör som blir 2 dagar senare. Då måste även leveransen flyttas fram 2 dagar. Det kan skapa merarbete hos orderberedarna som måste planera ordern en gång till.
- Blir det fullt i Refs lagerhylla finns risk att man ställer ut de plastade pallarna på gården så dessa blir blöta av regn.
- Att någon artikel tillhörande M10BW som Ref köper från CP kan användas i någon annan värmeväxlare än M10BW, det vill säga artikeln skulle passa i flera applikationer. Då skulle det bli problem att ändra leveranssättet för den artikeln till leveranssätt 99 för då hade den även fått det i den andra applikationen. Jeeves support letade upp alla artiklar till M10BW och hittade ingen sådan artikel.
- Ökad hantering hos lagergruppen. Personalbehovet kan komma att öka på I10 men minska på I1.
- Kan bli brist på truckar som kan köra utomhus.
- Lagerhållningskostnaden kommer att bli mindre i verkligheten då mindre emballage kommer att förbrukas men det blir försumbart då Ref återanvänder emballagen idag och inte bär någon kostnad för dessa.

6.3.3 Kostnader/fördelar

- Genom att bara ändra till leveranssätt 99 minskas ledtiden mellan fabrikena i genomsnitt 2,1 dagar i Jeeves. För att minska tiden med 2,1 dagar förutsätter detta att lasersvetsen svetsar kassetterna inom sin start- och färdigdag. Genom förslaget att låta lagergruppen I10 köra in kassetterna och packningarna till Ref samma dag som materialet plockas ihop minskas ledtiden ytterligare en dag. Totalt minskas ledtiden då med 3,1 dagar i Jeeves.
- Det nya leveranssättet kommer ge en visuell återkoppling till Ref om de har beställt det antal kassetter de har kapacitet att tillverka.
- Lageromsättningshastigheten på CP kommer att öka. Det kommer resultera i mer ledig pallställsyta för lagergruppen.
- Att alla kassetter som hör till samma SO hos Ref, läggs på samma MO på lasersvetsen, minskar PIA-lagret. Samtidigt minskas lagerplatsbehovet då ändkassetten kan ligga på samma pall som övriga kassetter fram tills lagret levererar de till Ref.
- Färre MO på lasersvetsen minskar antalet möjliga ställ i lasersvetsen och frigör kapacitet.
- Färre MO ger färre plock hos lagret och minskar antalet potentiella felplockningar av kassetter på lagret.
- Det blir färre pallar med kassetter då ändkassetten lagras på samma pall som kanalkassetterna vilket tar mindre pallplats. För M10BW minskar antalet pallar med 4 procent årligen och för hela sortimentet hos Ref är siffran 22 procent.
- Det blir mindre administrativt arbete för laseravdelningen i form av godsmarkering, arbetslistor samt svetsjournaler som ska skrivas ut.

Det nya leveranssättet kommer medföra en minskning på totalen för transporten mellan CP och Ref. I10 kommer få en ökning av arbetsuppgifter medan spedition och Ref kommer få en minskning. Refs minskade timmar kan istället läggas på att producera värmeväxlare. Tabell 32 visar förändringen av transporttid för de olika avdelningarna. Den minskade tiden för emballering är inkluderad i I10's transporttid. Ändrat leveranssätt kommer också innebära frigjorda pallplatser i Ref då kassetterna kan emballeras med plast istället för plywood. I Tabell 33 ses antalet frigjorda pallplatser på Ref.

Förändring transporttid för en genomsnittsvecka [min]	I10	Spedition	Ref	Total förändring
M10BW	104	-32	-80	-8
MK15BW	65	-20	-50	-5

Tabell 32. Visar förändringen i minuter som behöver läggas på transport av packningar och kassetter per vecka.

Frigjorda pallplatser hos Ref vid ändrat emballeringsätt	
M10BW	2
MK15BW	4

Tabell 33. Frigjorda pallplatser på Ref vid ändrat emballage.

6.4 Minska systemets ledtid dagar på lasersvetsen

Systemets ledtid dagar på lasersvetsen kan minskas från 3,4 dagar i genomsnitt till 2 dagar. En tillverkningsorder på lasersvetsen tar i genomsnitt 1,4 timmar att tillverka och den längsta ordern mellan januari 2015 och mars 2016 tog 21,2 timmar för alla typer på lasersvetsen. Medianen för samma mätning var 0,3 timmar. För lång ledtid skapar endast utrymme för Team Leader på lasersvetsen att finplanera ordern inom start- och färdigdatum samt ökar antalet säkerhetsdagar, vilket gör att ledtiden blir längre. Denna detaljplanering kan istället göras av orderberedare på CP. Låter man orderberedaren finplanera direkt krävs det endast handpåläggning av ordern en gång vilket kommer frigöra timmar för Team Leader på lasersvetsen. Eftersom den längsta operationen under mätperioden var 21,2 timmar krävs inte 3-4 dagars systemledtid.

6.4.1 Handlingsplan

- Minska systemledtiden från 3 till 2 dagar för M10BW och MK15BW och 4 till 2 dagar för T20BW och TK20BW. Genom detta minskas den totala ledtiden med 1,4 dagar.
- Sätt upp regelverk för att undvika start av order tidigare än systemets startdag.
- Låta orderberedarna för lasersvetsen sköta all finplanering. För detta krävs god kunskap om lasersvetsen.
- Uppdatera operationstiderna för lasersvetsen och inkludera ställtider i kapacitetsplaneringen.
- Fokusera på att köra lasersvetsen mot systemets startdag.

6.4.2 Potentiella risker/problem

- Det kan eventuellt bli mer ställtider i lasersvetsen då order inte kan samköras med order av samma produkttyp i lika stor utsträckning.
- Om operationstiderna i systemet inte stämmer överens med verkliga operationstider är risken att det läggs för många eller för få order för vad som är möjligt. Med mindre utrymme för omplanering av Team Leader blir det ännu viktigare att systemets operationstider speglar de verkliga tiderna.

6.4.3 Kostnader/fördelar

- Förslaget minskar den totala ledtiden med 1,4 dagar.
- PIA-lagret kommer att minskas vilket kommer ha positiv effekt på lagerplatsbehovet samt lagerhållningskostnaderna. Även det bundna kapitalet kommer minska då en kassett har ett högre värde än två plattor som inte är svetsade.
- Frigör i genomsnitt 2 timmar per dag för Team Leader på lasersvetsen som kan utnyttjas till övrig verksamhet.
- Minskar risken för att olika MO på samma SO tillverkas med långt mellanrum. Förslaget medför inga direkta kostnader.

6.5 Mäta ledtid och uppdatera GDTL

Grundproblemet är att kunder går förlorade till följd av för lång tid i GDTL. Har leddtiden sänkts måste detta bli synbart för kunden.

Eftersom olika moduler av Jeeves används för CP och Ref, så har deras orderträd behövt kopplas ihop manuellt i Excel när mellanliggande tider har analyserats. En övergripande bild av historiska leddtider saknas inom produktionen, framförallt mellan CP och Ref. Det hade varit önskvärt att ha ett orderträd för hela CF-CP-Ref-flödet för att kontinuerligt kunna analysera leddtider och identifiera förbättringsområden. Eftersom det är komplext att koppla ihop CP och Refs orderträd hade ett gemensamt orderträd behövt vara mindre komplext och enklare i sin utformning. Eftersom kassetterna oftast svetsas av lagerlagda plattor är det främst operationstiden för svetsning som hade varit relevant från CP. I de fall när plattorna pressas orderunikt hade det varit önskvärt att ha med deras operationstider också för att få övergripande bild av hela flödet. Liknande tider hade varit relevanta från CF. Genom att ha med tid för sista inlämnade MO på CP och CF kan man enkelt se vem av CP och CF som levererat sist till Ref. Då kan man analysera anledningarna till varför någon av dem eventuellt är frekventare än någon annan.

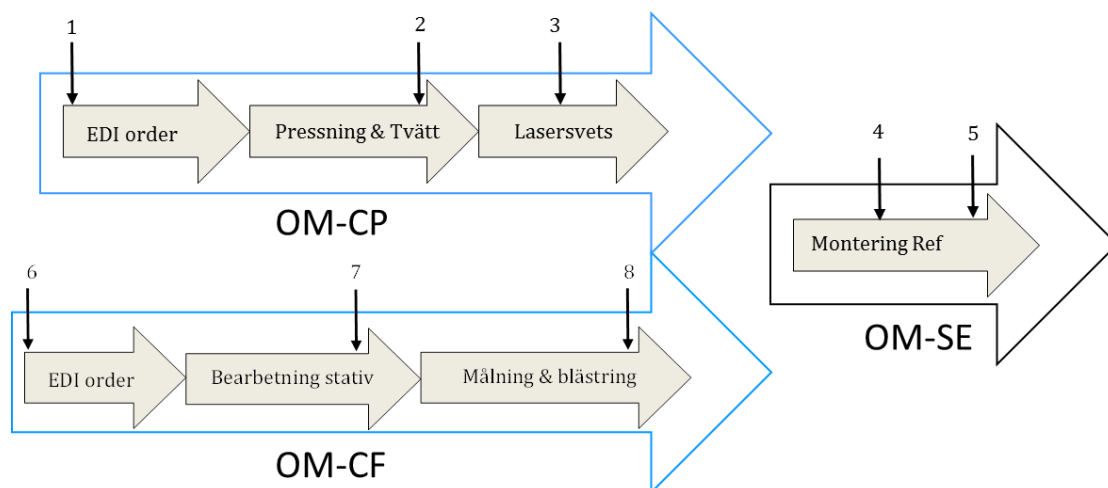
Det intressanta för kunden är hur lång leddtid det är för deras order oavsett vad de beställer. Därför är det intressanta att se tiden från ordern läggs till dess att hela ordern är klar på Alfa Laval. I de flesta fall är det en värmeväxlare per SO. Om en kund beställer flera värmeväxlare är det bara intressant att veta när den sista är färdigmonterad. Därför bör detta orderträd utgå från SO-nivå och bakåt genom produktionen, både på CP och CF. På så sätt tar orderträdet fram tiderna för den sista inlämnade MO på CP som hör till en SO och den sista inlämnade MO på CF till samma SO. Genom att använda sista inlämnade MO på CP och CF ser man hur lång tid det tar tills de är helt klara med produktionen av sin del av en hel SO.

6.5.1 Handlingsplan

Orderträdet behöver konstrueras av System Support-gruppen och det skulle behöva innefatta följande data:

- **Tid 1:** Tidpunkt för lagd order från Ref till CP.
- **Tid 2:** Om plattor har pressats orderunikt anges tiden för inlämning på presslinjen.
- **Tid 3:** Tid för inlämning av sista MO i lasersvetsen.
- **Tid 4:** Tidpunkt för materialuttag på Ref.
- **Tid 5:** Tidpunkt för sista inlämnade värmeväxlare på en SO på Ref.
- **Tid 6:** Tidpunkt för lagd order från Ref till CF.
- **Tid 7:** Tidpunkt för inlämning av sista MO i bearbetningen på CF.
- **Tid 8:** Tidpunkt för inlämning av sista MO på CF.
- Vilken artikel som senast är leveransklar från CP och CF. Detta är för att se om vissa artiklar brister oftare än andra.
- Systemleddtider för varje operationssteg både på CP, CF och Ref.
- Tidpunkt för order in från slutkund.

Detta är data som redan finns för CP och Ref var för sig men som nu hade kopplats ihop i systemet. Detta hade sedan kunnat illustreras bra i en Qlikview för att följa upp vilka leddtider man har haft och för att kunna analysera anledningar till varför vissa leddtider är långa.



Figur 28. Illustrering över de olika produktionsstegen samt vilka tider man kan ta ut.

6.5.2 Potentiella risker/problem

Risker:

- Att enkelheten i ett sådant orderträd gör att viktiga detaljer missas och att det målar upp en överklig bild.
- Att all data inte är representativ för verkligheten. Till exempel att framskjutningar av order som sker under produktionsprocessen inte loggas, vilket leder till att ledtiden ser ut att vara längre än vad den är.
- Inkonsekvent rapportering av tider ger opålitlig data.

6.5.3 Kostnader/fördelar

Fördelarna med att kunna följa en order hela vägen är att man kan visualisera tiderna i Qlikview och kontinuerligt analysera sina interna ledtider för att kunna minska totala ledtiden från order till leverans.

Det blir visuellt för orderberedare och produktionen att se faktiskt leddid samt se var det finns potentiella förbättringsområden att minska denna.

Eftersom all data redan finns tillgänglig behöver orderträdet byggas upp av System Supportgruppen vilket är den enda kostnaden för genomförandet.

6.6 Pilotprojekt på M10BW

Vissa förslag görs i två steg, där steg 1 blir ett pilotprojekt för M10BW som kan implementeras snabbt och steg 2 kräver mer tid och resurser från företaget. För att undvika för stora ingrepp på en gång är det ett bra sett att testa med en produkt först.

- Förslaget förhindrar många för tidigt körda order som montaget inte har kapacitet för att montera.

6.6.1 Given kapacitet för Ref på veckobasis i SWEN

Idag är 20 timmar i veckan reserverade för en speciell nyckelkund. Problemet med att reservera kapacitet är att den inte alltid används och istället måste dessa timmar fyllas upp med order som är planerade längre fram i tiden. Genom att tidigarelägga order som skulle tillverkas längre fram i tiden läggs dessa kassetter på lager i väntan på montering hos Ref. Även om kassetterna svetsas för tidigt kan oftast inte Ref montera förrän planerat startdatum för monteringen. På detta sätt

har kassetterna svetsats för tidigt utan att totala ledtiden har minskats, och konsekvensen blir endast att PIA ökar.

Förslaget är att öronmärka timmar i lasersvetsen för M10BW. Det finns redan idag artiklar som har en given kapacitet som inte utnyttjas till fullo se kapitel 5.3.2. Tanken är att M10BW i ett första steg ska kunna ingå i dessa 20 timmar som eventuellt kan utökas. Inbokningsavståndet kommer då att bli 2 veckor till lasersvetsen. För att det ska fungera krävs att alla plattor finns lagerlagda innan lasersvetsen. Orderberedaren kommer då lägga sin order direkt till lasersvetsen enligt FIFO och får ordena levererade enligt denna ordning. Det förutsätter också att CF hinner leverera aktuella artiklar på samma tid för att förslaget ska ge effekt.

6.6.1.1 Handlingsplan

6.6.1.1.1 Steg 1

- Undersök vilka volymer som krävs på plattlagret innan lasersvetsen.
- Sätt upp regler att Ref endast får svetsa upp kassetter för M10BW och inte använda kassetter från lager.

6.6.1.1.2 Steg 2

- Tillsätt projekt om hur planeringen ska genomföras med avseende på maskineffektivitet(OEE) samt kundernas efterfrågan.
- Ta bort öronmärkta timmar i SWEN när man ser att planeringen fungerar.

6.6.1.2 Potentiella risker/problem

- Hög volym i plattlagret vilket ger för hög servicegrad vilket medför att lagerhållningskostnaden ökar.
- Plattor tar slut i lagret och det tar lång tid att få fram nya och ledtiden förlängs till kund.
- Det blir platsbrist i hyllorna hos laseravdelningen men lagergruppen får mer plats i sina pallställ.

6.6.1.3 Kostnader/fördelar

Kortas ledtiden så kan Ref-sortimentet växa organiskt då man kan dra åt sig fler order. Detta påverkar även merförsäljning såsom service och reservdelar. Då ledtiden blir kortare minskar bundet kapital.

7 Diskussion

När projekt av detta slag genomförs är analysen väldigt beroende av korrekt data. Stor del av den insamlade data validerades av kollegor och genom stickprov i mätningarna. Viss data kunde inte användas eftersom den helt enkelt inte var pålitlig av olika anledningar. Stor del av data som önskas har inte funnits tillgänglig vilket försvårat analysen. Till exempel har tidsrapportering inte skett helt konsekvent vilket har försvårat analysen. Viss tidsrapportering sker för att bibehålla höga interna måttal vilket ger en felaktig bild av verkligheten.

Under arbetet har det varit tydligt att det är viktigt att ha en bild över hela flödet och inte bara över de enskilda processtegen. Det kan ofta vara enkelt att analysera enskilda delar utan att ha helhetsbilden, och på så sätt suboptimera utan att tänka på kundens bästa som i detta fall är den totala ledtiden. Det har under arbetet varit viktigt att se över hela flödet när man djupdyker i specifika problem.

8 Slutsats

Hela flödet från coil till Ref har kartlagts och förbättringsförslagen som lagts minskar systemledtiden med 4 dagar. Förslagen som är framtagna har påverkan på ledtiden förutsatt att monteringsavdelningen Ref har kapacitet att producera order som skickas direkt istället för vid avrop. Förslagen kommer även innebära 6 frigjorda pallplatser på Ref och 13 frigjorda pallplatser på lagret i CP-fabriken. Förslagen medför även minskad lagerhållningskostnad på grund av reducerat kassetlager och reducerad ledtid. Pilotprojektet på M10BW kommer även medföra en större sänkning av ledtiden på grund av minskat inbokningsavstånd i lasersvetsen.

Eftersom kartläggningen gjorts på en specifik population är resultaten inte generaliserbara. Där-
emot visar resultaten att metodiken DMAIC är en applicerbar metodik att använda för att redu-
cera ledtid i ett producerande företag.

Målet med arbetet var att kartlägga hela flödet från coil till Ref samt att minska ledtiden för kun-
derna. Detta har genom reducerad ledtid uppfyllts. Målet var också att företaget skulle analysera
hela processer och inte bara suboptimera och det målet har genom kartläggning av ett helt flöde
samt genom rekommendationer om fortsatt arbete uppfyllts.

Litteraturförteckning

(April 2016). Hämtat från Mind Tools:

https://www.mindtools.com/pages/article/newTMM_86.htm

Alfa Laval. (Januari 2016). Hämtat från www.alfalaval.com:

<http://www.alfalaval.com/microsites/insights/sv/index.html>

Alfa Laval Lund AB. (2015). Hämtat från www.alfalaval.com: <http://www.alfalaval.com/about-us/our-company/>

Arbnor, I., & Bjerke, B. (2009). *Methodology for Creating Business Knowledge* (Vol. 3). SAGE Publications, Ltd.

ASQ. (2016). Hämtat från asq.org: <http://asq.org/healthcare-use/why-quality/impact-effort.html> den 3 maj 2016

BA Times. (Mars 2016). Hämtat från www.batimes.com: <http://www.batimes.com/articles/do-we-need-a-mature-gap-analysis.html>

Bicheno, J. (2009). *Ny verktyglåda för Lean för snabbt och flexibelt flöde*. Revere AB.

Björklund, M., & Paulsson, U. (2014). *Academic Papers and Thesis*. Studentlitteratur AB, Lund.

Carlsson, D., & Fröberg, P. (2015). *Lean Manufacturing and Company Integration, Production and Materials Engineering*. Lund: Lund University.

Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 1069–1086.

Chiarini, A. (2013). i *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office* (s. 19). Springer-Verlag Italia.

Ericsson, J. (1997). *Störningsanalys av tillverkningssystem – Ett viktigt verktyg inom Lean Production, LUTMDN(TMMV-1034)/1-227(1997), doktorsavhandling vid Institutionen för mekanisk teknologi och verktygsmaskiner*. LTH, Lunds universitet, Lund.

George, M. L., David, R., Mark, P., & John, M. (2005). *The Lean Six Sigma pocket toolbox*. New York: McGraw-Hill.

Höst, M., Regnell, B., & Runeson, P. (2006). *Att genomföra examensarbete*. Studentlitteratur.

iSixSigma. (Mars 2016). Hämtat från www.isixsigma.com:

<http://www.isixsigma.com/dictionary/critical-to-quality-ctq/>

Johnson, T. H. (1992). *Relevance Regained*. Macmillan Inc, ISBN 0-02-916555-5.

Liker, J. K. (2009). *The Toyota Way Lean för världsklass*. Malmö: Liber AB.

Mind Tools. (Mars 2016). Hämtat från www.mindtools.com:

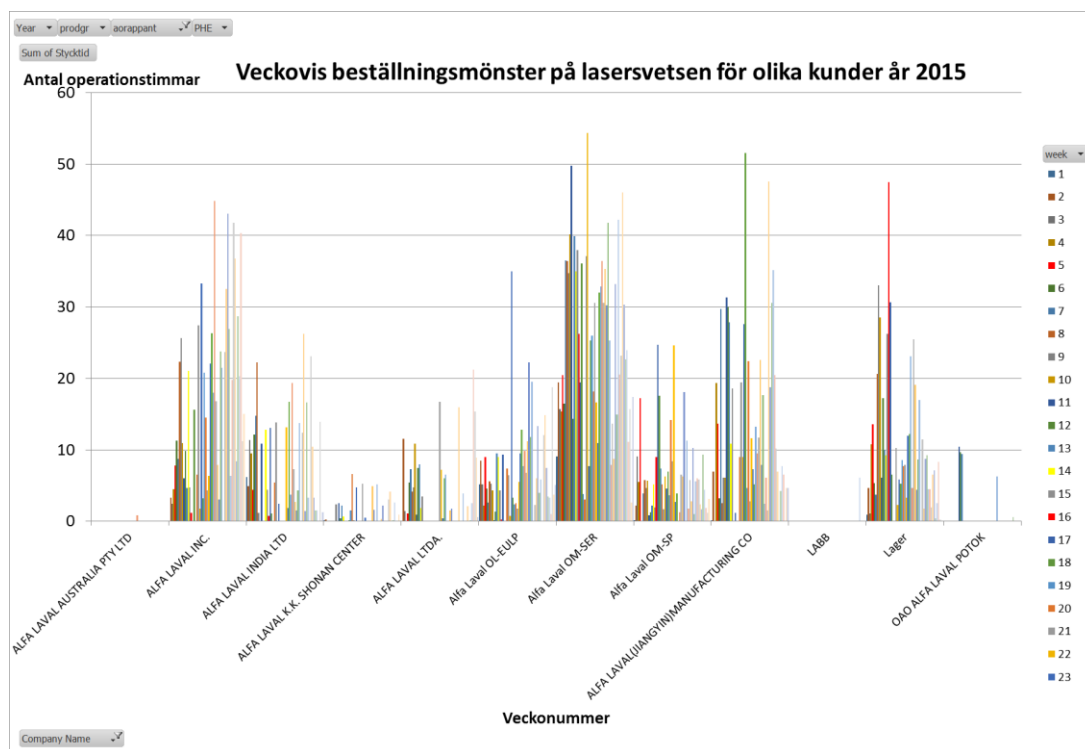
https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_89.htm

Mind Tools. (Mars 2016). Hämtat från www.mindtools.com:

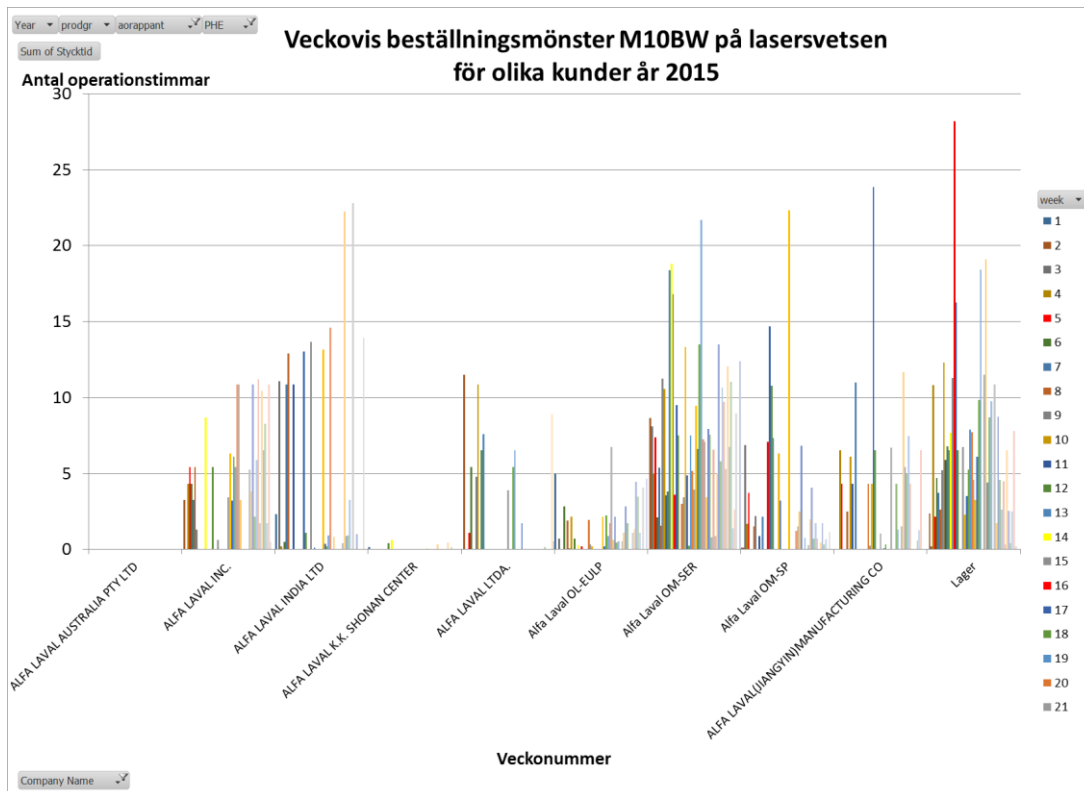
<https://www.mindtools.com/pages/article/gap-analysis.htm>

- Parkash, S., & Kaushik, V. K. (2011). Supplier Performance Monitoring and Improvement (SPMI) through SIPOC Analysis and PDCA Model to the ISO 9001 QMS in Sports Goods Manufacturing Industry. *Scientific Journal of Logistics*.
- Spearman, M. L., & Zazanis, M. A. (1992). Push and Pull Production Systems: Issues and Comparisons. *Operations Research*, 521-532.
- Ståhl, J.-E. (2012). *Industriella Tillverkningssystem Del II - Länken mellan teknik och ekonomi*. Lund: Lunds Universitet.
- Watson, G. H. (2004). *Six Sigma for Business Leaders: A Guide to Implementation*. Salem: GOAL/QPC.

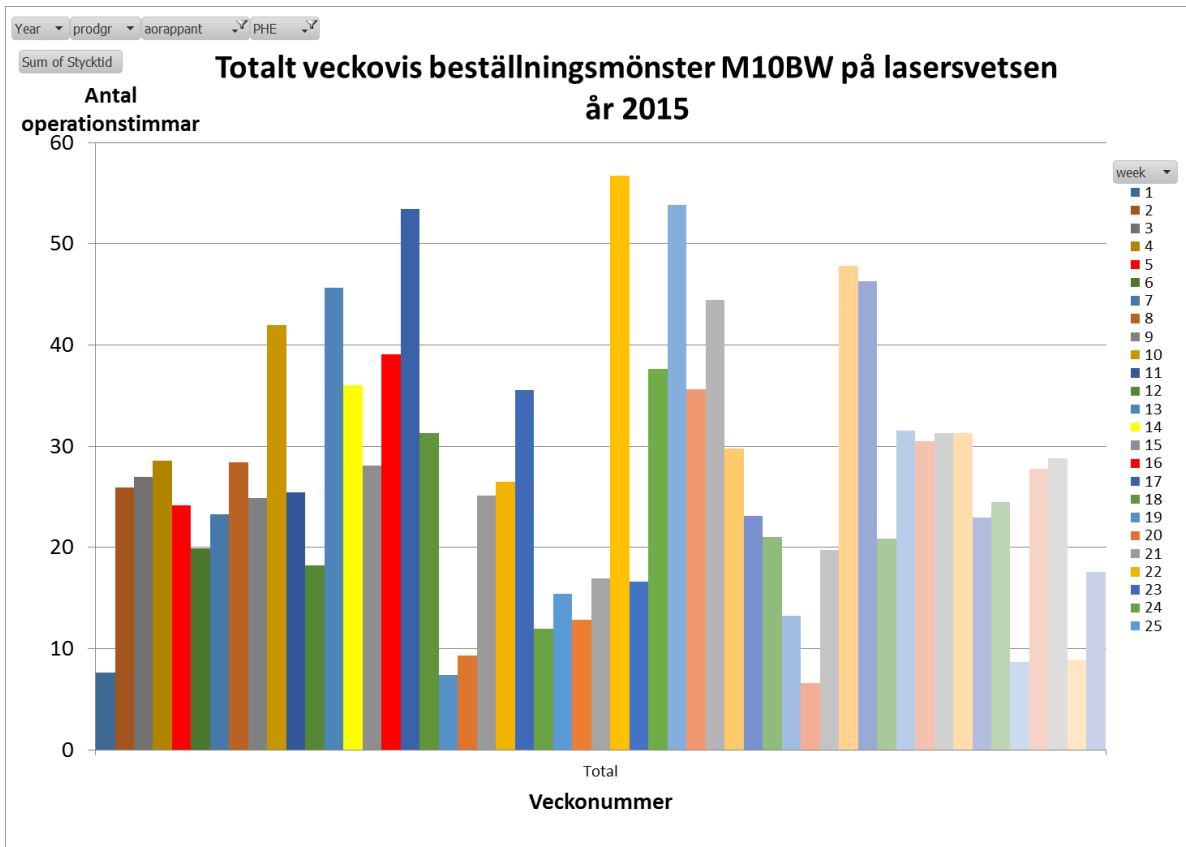
Bilagor



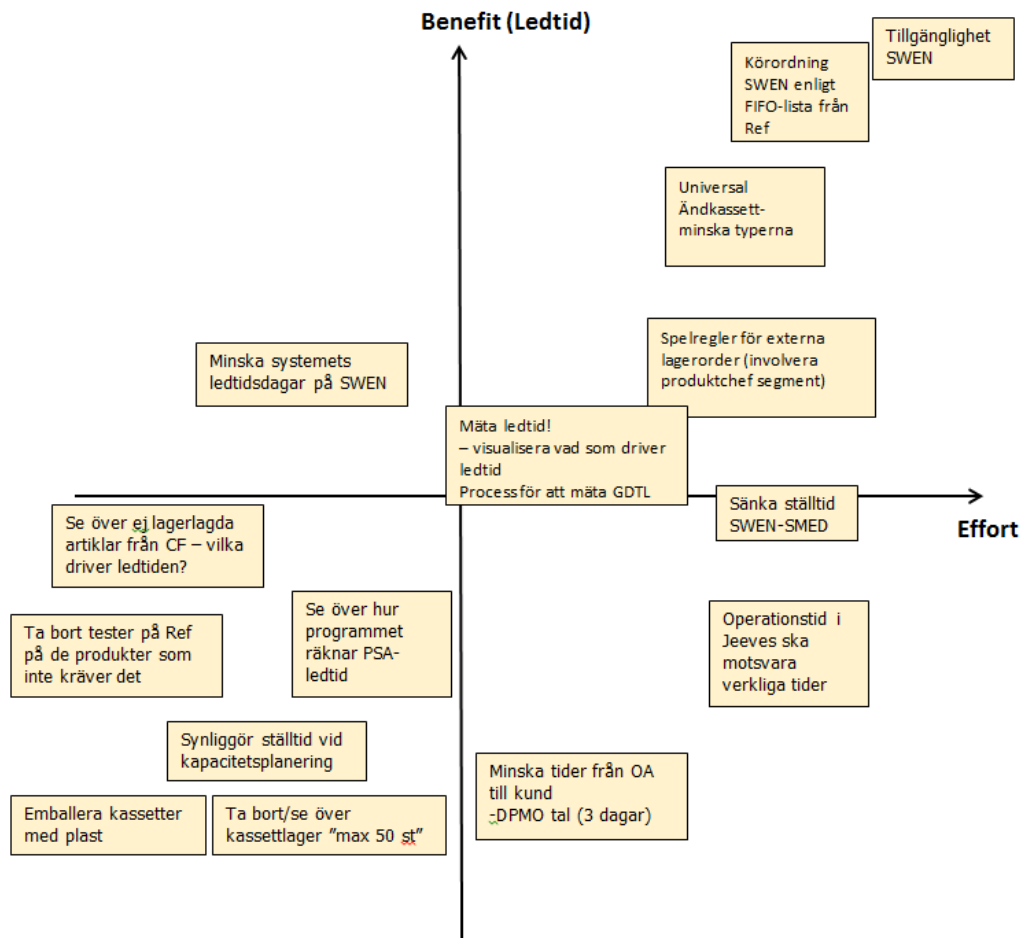
Bilaga 1. Veckovis beställningsmönster på lasersvetsen för olika kunder år 2015, alla typer.



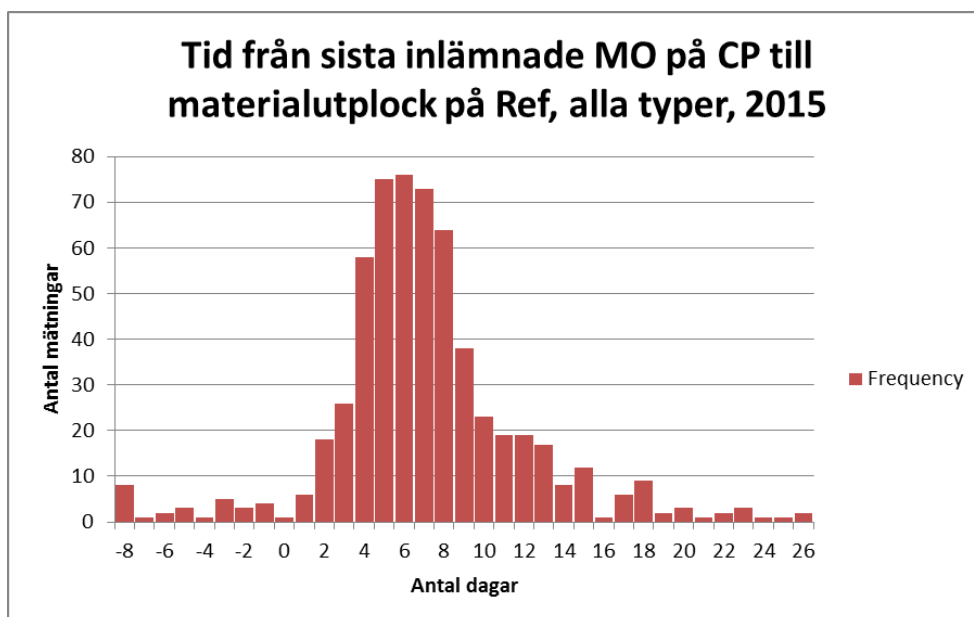
Bilaga 2. Veckovis beställningsmönster på lasersvetsen för olika kunder år 2015, M10BW.



Bilaga 3. Totalt veckovis beställningsmönster för M10BW på lasersvetsen år 2015.



Bilaga 4. Impact-Effort-analys av framtagna förbättringsmöjligheter för minskad ledtid.



Bilaga 5. Tid från sista inlämnade MO på CP till materialutplock på Ref, alla typer, 2015. Medelvärdet för tiden mellan senaste inlämnade MO på CP till materialuttag på Ref för värden mellan 0 och 15 dagar var 6,5 för 532 mätningar.