



**LUNDS
UNIVERSITET**
Lunds Tekniska Högskola

Institutionen för teknisk logistik och ekonomi
Avdelningen för Teknisk logistik

Effektivisering av ledtiden till kund på Trelleborg Industri AB

Författare: Rickard Gullberg
Hedi Younis

Handledare: Henrik Hansson Rahnboy, Quality & Improvement Manager, Trelleborg Engineered Fabrics
Johan Lundin, Doktorand, TeknL, Teknisk logistik, Lunds Tekniska Högskola

Förord

Det här examensarbetet har utförts som en avslutande del på vår civilingenjörsutbildning inom maskinteknik på Lunds tekniska högskola. Examensarbetet genomfördes på avdelningen för Teknisk logistik vid institutionen för teknisk logistik och ekonomi och det bedrevs under hösten 2010 på Trelleborg Engineered Fabrics i Trelleborg.

Vi vill härmed ta tillfället i akt och rikta ett stort och varmt tack till Henrik Hansson Rahnboy, vår handledare på Trelleborg Engineered Fabrics, för att vi dels fick möjligheten att göra det här examensarbetet men även för hans ständiga hjälp och handfasta råd.

Vi vill även passa på att tacka alla medarbetare på Trelleborg Engineered Fabrics för deras vänliga bemötande och hjälp vid alla frågor och funderingar som vi har haft under examensarbetets gång men också för de intressanta diskussionerna.

Slutligen vill vi även rikta ett stort tack till Johan Lundin, vår handledare på Lunds tekniska högskola, för hans kontinuerliga feedback och råd men också för hans outtröttliga engagemang i oss studenter. Utan hans hjälp hade examensarbetet inte nått samma höjd och framgång.

Författarna har valt att ta till sig av kommentarerna eller lämna dem därhän och därmed står vi som ansvariga för innehållet i rapporten.

Lund, 21 januari 2011

Rickard Gullberg

Hedi Younis

Sammanfattning

- Titel:** Effektivisering av ledtiden till kund på Trelleborg Industri AB
- Författare:** Rickard Gullberg
Hedi Younis
- Handledare:** Henrik Hansson Rahnboy, Quality & Improvement Manager, Trelleborg Engineered Fabrics
Johan Lundin, Doktorand, TeknL, Teknisk logistik, Lunds Tekniska Högskola
- Problemformulering:** Trelleborg AB är en global industrikoncern som är världsledande inom tillverkning av gummiprodukter till krävande industrimiljöer. Företaget fokuserar på att leverera en hög kvalitet på sina produkter. Under en längre tid har Trelleborg Engineered Fabrics, där examensarbetet bedrevs, haft långa ledtider och låg leveransprecision ut till kund. En bakomliggande orsak till detta trodde Engineered Fabrics kunde ha att göra med orderplaneringen, det vill säga hur de planerade in order i maskinerna. Långa ledtider och låg leveransprecision kan medföra att existerande kunder väljer en konkurrent istället, framför allt om kunderna kan få samma produkter snabbare och till samma pris.
- Examensarbetets problemformulering var enligt följande:
- Hur kan orderplaneringen förbättras och vilka konsekvenser får det?
- Syfte:** EF upplever att ledtiden ut till kund är för lång och att leveransprecisionen är för låg. För att inte riskera att förlora kunder och försvaga sin ställning på världsmarknaden var det därför av yttersta vikt att komma till rätta med problemet. Syftet med examensarbetet var därför att komma fram till förbättringsförslag för att halvera EF:s ledtider och höja leveransprecisionen ut till kund.
- För att syftet skulle uppnås låg följande arbetssätt som grund:
- Kartläggning av informations- och materialflödet.
 - Kartläggning av ledtiden.
 - Simulering av produktionen utifrån olika planeringsmetoder.
- Metod:** Examensarbetet grundade sig på ett systemteoretiskt förhållningssätt eftersom det byggde till stora delar på en simulering av produktionen utifrån olika planeringsmetoder, där växelverkan mellan planeringsmetoderna och produktionen studerades. Ett positivistiskt förhållningssätt användes även eftersom författarna hade en objektiv inställning till det studerade ämnet.
- En abduktiv forskningsansats användes eftersom författarna var tvungna att införskaffa sig kunskap och teorier om olika planeringsmetoder då ingen besatt någon kunskap om detta sedan tidigare. Examensarbetets ambitions-

nivå är prediktivt eftersom målet var att ta fram förbättringsförslag på hur EF kunde halvera sina ledtider och höja leveransprecisionen ut till kund.

Både kvalitativa och kvantitativa metoder användes för att samla in data till empirin. Kvalitativ sekundär data samlades in genom en litteraturstudie och kvalitativ primär data samlades in genom intervjuer och observationer. Genom EF:s affärssystem har kvantitativ sekundär data samlats in. För att uppnå en hög trovärdighet på examensarbetet har standardiserade metoder använts och vid litteraturstudien samt vid osäkerheter användes flera källor.

Slutsatser:

Det finns ett antal förbättringsmöjligheter gällande EF:s logistik. Under projektets gång har det framkommit att planeringsprocessen bygger på gamla principer där det alltid har planerats utifrån planeringsmetoden FIFO (svenska först in först ut). Resultaten från simuleringsmodellen visar att FIFO är den sämsta planeringsmetoden, i alla avseenden, i jämförelse med SPT (svenska kortast operationstid först) och EDD (svenska tidigaste färdigdatum först). En ändring av planeringsmetod rekommenderas därför.

Den planeringsmetod som ger bäst resultat är SPT, men den är också svårast att planera utifrån då den kräver att produktionsplaneraren planerar in order efter kortast operationstid, vilket resulterar i att långa order hamnar långt bak i orderstocken. För att dessa ska hinna levereras i tid måste produktionsplaneraren efter en viss väntetid prioritera upp dessa i orderstocken. Vidare krävs det att kunderna är villiga att ha produkten tidigare om det är en kort order. SPT är förmodligen det bästa alternativet ur ett längre perspektiv men då krävs det full förståelse för planeringsmetoden.

Ett första, enklare, steg för att öka leveransprecisionen och minska ledtiden är att istället planera efter EDD. Genom att planera efter EDD så kommer ledtiden minska med x dagar och leveransprecisionen öka med cirka x %. Detta kommer inte innebära några som helst investeringar, utan enbart ett nytt förfarande vid inplanering av order.

Vid jämförelse av dagens ledtider från M&M och de egna ledtiderna från kalenderavdelningen, (x dagar respektive x dagar) så är skillnaden x dagar. Med andra ord är EF:s egna ledtider ut från kalenderavdelningen i genomsnitt x dagar. Vid införande av EDD som planeringsmetod så skulle alltså kalenderavdelningens ledtid minskas med cirka x %.

För att öka leveransprecisionen ytterligare rekommenderas ett införande av ett buffertlager som ska innehålla fyra dagars produktion. Buffertlagret kommer att till x % täcka upp för den bristande leveransprecisionen från M&M men också säkerställa konstant produktion. Det negativa med buffertlagret är att ledtiden kommer att förlängas med fyra dagar, men i kontrast med möjligheten att ha en leveransprecision på över x %, så anser författarna att det är ett lämpligt steg att ta. En investering i ett införande av ett buffertlager hade bundit kapital som svarar mot cirka en miljon kronor.

Vidare så har det visat sig att det som i störst utsträckning påverkar EF:s ledtider och leveransprecision är M&M:s ledtider och inte deras leverans-

precision. Om M&M kan minska sina ledtider så hade EF:s ledtider kunnat minskas avsevärt.

Utifrån de slutsatser författarna har dragit rekommenderas ett antal åtgärder för EF, kortsiktiga såväl som långsiktiga åtgärder, vilka är tänkta att förbättra leveransprecisionen och ledtiden. Dessa återfinns i kapitel nio.

Nyckelord: Ledtid, leveransprecision, kalandrering, orderplanering, vulkning

Abstract

- Title:** Optimization of the lead time to customer at Trelleborg Industri AB
- Authors:** Rickard Gullberg
Hedi Younis
- Supervisors:** Henrik Hansson Rahnboy, Quality & Improvement Manager, Trelleborg Industri Engineered Fabrics
Johan Lundin, PHD student at the department of Technical Logistics at Lund University, Faculty of Engineering
- Problem formulation:** Trelleborg AB is a global industrial group that are world leading in manufacturing of rubber products for demanding industrial environments. The company focuses on delivering products with high quality. During a long period of time, Trelleborg Engineered Fabrics in Trelleborg has had problems with long lead times and low delivery accuracy to its customers. EF believes that an underlying cause to the long lead time and low accuracy has to do with how they plan orders in the machines. Long lead times and low delivery accuracy can make existing customers choose a competitor instead, particularly if they can deliver the product faster and to the same price.
- The master thesis problem formulation was as follows:
- How can the orderplanning be improved and what are the consequences?
- Objective:** EF feels that the lead time to customers is too long and that the delivery accuracy is too low. In order for the company not to risk losing customers and weaken its position on the world market, it was therefore imperative to deal with the problem. The purpose of this study was therefore to come up with improvement proposals to shorten EF's lead time by half and increase the delivery accuracy to its customers.
- Map the information flow as well as the material flow.
 - Map the lead time.
 - Simulation of the production based on different planning methods.
- Method:** The thesis was based on a system theoretical approach because it was mainly based on a simulation, where the interaction between the production and the planning methods were studied. A positivistic approach was also used since the authors have had an objective approach to the studied subject.
- An abductive research approach was used because the authors had to acquire knowledge and theories about different planning methods since neither one possessed any knowledge about this earlier. The ambition of the thesis is predictive since the aim was to come up with improvement proposals on how EF could shorten their lead time by half and increase their delivery

accuracy to its customers.

Both qualitative and quantitative methods were used to collect data for the empirics. Qualitative secondary data was gathered through a literature review and qualitative primary data was collected through interviews and observations. Through EF's business system quantitative secondary data was collected. To achieve a high credibility in the thesis standardized methods was used. When the literature review was conducted and when uncertainties appeared several sources were used to increase the credibility additional.

Conclusions:

There are a number of improvement opportunities regarding EF's logistics. During the project it became apparent that the planning process is based on old principles. The planning method that always has been used is FIFO (First In First Out). The results of the simulation model shows that FIFO is the worst planning method, in every aspect, in comparison with SPT (Shortest Processing Time) and EDD (Earliest Delivery Date). An amendment to the planning method is therefore recommended.

The planning method which gives the best results is SPT, but is also the most difficult planning method since the production planner has to plan the orders according to the shortest operation time, resulting in long orders to end up far back in the backlog. For these orders to be delivered on time the production planner has to prioritize these orders after a certain waiting time to prevent them from not being delivered on time. Furthermore, it is required that the customers are willing to receive their product sooner if it is a short order. SPT is probably the best option from a longer perspective, but it will require a full understanding of the planning method.

A first simpler step to increase the delivery accuracy and to reduce the lead time is to plan according to EDD. By planning according to EDD the lead time will decrease with x days and the delivery accuracy will increase with about x %. This will not involve any investments, but merely an another way of planning orders.

By comparison of current lead times from M&M (x days) and lead times from the Calendar department (x days) the difference is x days. In other words, EF's own lead time from the Calendar department is x days on an average. By planning according to EDD the lead time for the Calendar department would decrease with x %.

To increase the delivery accuracy furthermore, it is recommended to introduce a buffer store which will include four days of production. The buffer store will cover up to x % of all cases for the lack of delivery accuracy from M&M but also ensure constant production. The downside of the buffer store is that the lead time will be extended by four days, but in contrast to the ability to have a delivery accuracy rate of over x %, the authors consider this to be an appropriate step to take. The buffer store will if introduced tie up approximately one million Swedish crowns in capital.

Furthermore, it has become apparent that it is M&M's lead times and not their delivery accuracy that has the biggest effect on EF's lead times and delivery accuracy. If M&M can reduce their lead times then EF's lead times could also be reduced.

Based on the conclusions the authors have come up with a number of recommendations to EF, short-term as well as long-term measures, which aims to improve the lead times and the delivery accuracy. These are to be found in chapter nine.

Keywords:

Lead time, delivery accuracy, calendaring, order planning, rotocuring

Ordlista

Auma	En avdelning inom Engineered Fabrics där kalandrerade produkter vulkas och vecklas.
Dippning	En bearbetningsprocess där vävar beläggs med en kemikalielösning för att gummit ska fästa bättre vid kalandrering.
Kalander	En avdelning inom Engineered Fabrics där produkterna kalandreras.
Kalandrering	En bearbetningsprocess där gummit valsas till önskad bredd och tjocklek.
Movex	Ett affärssystem som Engineered Fabrics använder.
Orderstock	Avser de order som finns i orderregistret.
Spännram	En avdelning inom Engineered Fabrics där vävar dippas.
Vulkning	En bearbetningsprocess där materialets tillstånd ändras från formbart plastiskt till elastiskt genom långsam uppvärmning.

Förkortningar

EDD	Earliest Delivery Date
EDI	Electronic Data Interchange
EF	Engineered Fabrics
GLT	Genomloppstid
FIFO	First In First Out
FVL	Färdigvarulager
JIT	Just In Time
KO	Kundorder
M&M	Material & Mixing
ML	Mellanlager
MLN	Medellagernivå
MLV	Medellagervärde
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OTD	Order To Date
PIA	Produkter i arbete
RVL	Råvarulager
SPT	Shortest Processing Time
TO	Tillverkningsorder
UL	Utlastning
VL	Vävlager
YTD	Year To Date

Figurförteckning

Figur 2.1 Examensarbetets arbetsgång.....	6
Figur 2.2 Examensarbetets datainsamlingsmetoder.....	8
Figur 3.1 Olika flöden för ett tillverkande företag.....	11
Figur 3.2 Vanliga symboler vid flödeskartläggning.	12
Figur 3.3 Olika moment inom produktionsledtiden.....	13
Figur 3.4 Omsättnings- och säkerhetslager.....	17
Figur 3.5 Order- och leveransprocessen.	19
Figur 3.6 Visar en översikt över hur en simuleringsmodell kan valideras.....	24
Figur 4.1 Organisationsschema för Trelleborg AB.....	26
Figur 4.2 Trelleborgsfabriken där EF är rödmarkerat.....	27
Figur 4.3 Övergripande flödeskarta.	28
Figur 4.4 Pallar med blandat gummi.....	29
Figur 4.5 Vävlagret.	29
Figur 4.6 Dippmaskinen sedd framifrån (t.v.) och rullupphängningen (t.h.).....	30
Figur 4.7 Dippvätska (t.v.) och klämband (t.h.).....	30
Figur 4.8 Dippmaskinen sedd bakifrån.	31
Figur 4.9 En 2-vals kalanders princip.	32
Figur 4.10 En 4-vals kalanders princip.	32
Figur 4.11 En bandvulkningsmaskins princip.....	33
Figur 5.1 Vagga.	36
Figur 5.2 Snabbköpslagret (t.v.) och utlastningsplatsen för den största kunden (t.h.).....	36
Figur 5.3 Utlastning övriga kunder (t.v.) och utlastningsplats övriga kunder (t.h.).....	37
Figur 5.4 Kartläggning av ledtiden för a, b, och c.	38
Figur 5.5 Kartläggning av ledtiden för d.....	39

Tabellförteckning

Tabell 5.1 Ledtid från KO till utleverans för a, b, c och d.	39
Tabell 5.2 Kapacitetsschema för Spännram, Kalander och Auma.....	40
Tabell 5.3 MLN och MLV för säkerhetslagret för perioden 200910-201010.	46
Tabell 5.4 MLN och MLV för snabbköpslagret för perioden 200910-201010.	47
Tabell 6.1 Visar kapitalbindningen per maskin vid införande av ett buffertlager.	52
Tabell 7.1 Visar simuleringsmodellens inparametrar och en förklaring till dessa.	54
Tabell 7.2 Visar simuleringsmodellens utparametrar och en förklaring till dessa.	55
Tabell 7.3 Visar simuleringsmodellens inparametrar.	55
Tabell 7.4 Visar en orderrad med tillhörande data vid inläsning.	55
Tabell 7.5 Visar en orderrad med tillhörande data vid inläggning i orderstocken.	56
Tabell 7.6 Visar simuleringsmodellens utparametrar.	57
Tabell 7.7 Visar de sex olika scenarion som simulerades samt en syftesförklaring till dessa.	57
Tabell 7.8 Visar simuleringsmodellens data och dess användningsområde.	58
Tabell 7.9 Uträknade OEE värden för respektive kalandermaskin 201001-201006.....	58
Tabell 7.10 Visar maskinernas bemanningsgrad procentuellt 201001-201010.	59
Tabell 7.11 Visar en jämförelse mellan modellens utfall för scenario två och verkligt utfall.	60
Tabell 8.1 Visar utparametrarna för EDD för scenario 1, 201004-201010.....	61
Tabell 8.2 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 1, 201004-201010.	61
Tabell 8.3 Visar utparametrarna för SPT för scenario 1, 201004-201010.....	61
Tabell 8.4 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 1, 201004-201010.....	62
Tabell 8.5 Visar utparametrarna för EDD för scenario 2, 201004-201010.....	62
Tabell 8.6 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 2, 201004-201010.	62
Tabell 8.7 Visar utparametrarna för SPT för scenario 2, 201004-201010.....	62
Tabell 8.8 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 2, 201004-201010.....	63
Tabell 8.9 Visar utparametrarna för EDD för scenario 3, 201004-201010.....	63
Tabell 8.10 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 3, 201004-201010.	63
Tabell 8.11 Visar utparametrarna för SPT för scenario 3, 201004-201010.....	63

Tabell 8.12 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 3, 201004-201010.....	64
Tabell 8.13 Visar utparametrarna för EDD för scenario 4, 201004-201010.....	65
Tabell 8.14 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 4, 201004-201010.	65
Tabell 8.15 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 4, 201004-201010.	65
Tabell 8.16 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 4, 201004-201010.....	64
Tabell 8.17 Visar utparametrarna för EDD för scenario 5, 201004-201010.....	65
Tabell 8.18 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 5, 201004-201010.	65
Tabell 8.19 Visar utparametrarna för SPT för scenario 5, 201004-201010.....	65
Tabell 8.20 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 5, 201004-201010.....	66
Tabell 8.21 Visar utparametrarna för EDD för scenario 6, 201004-201010.....	65
Tabell 8.22 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 6, 201004-201010.	65
Tabell 8.23 Visar utparametrarna för SPT för scenario 6, 201004-201010.....	65
Tabell 8.24 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 6, 201004-201010.....	66
Tabell 9.1 Visar dagens situation (scenario 2), 201004-201010.....	66

Diagramförteckning

Diagram 5.1 Ledtider i dagar för M&M och Kalander.	38
Diagram 5.2 Olika orsaker till förseningar inom EF.....	40
Diagram 5.3 Leveransprecision M&M och EF.....	41
Diagram 5.4 Leveransprecision Kalander.....	42
Diagram 5.5 Leveransprecision från EF ut till kund.....	42
Diagram 5.6 OEE för kalandermaskinerna.	43
Diagram 5.7 OEE för aumamaskinerna.	43
Diagram 5.8 Stilleståndsorsaker för Kalander.	44
Diagram 5.9 Stilleståndsorsaker för Auma.	45
Diagram 7.1 Standardavvikelsen för ankomst av material från M&M till EF.....	59

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Problemformulering.....	2
1.3 Syfte.....	3
1.4 Fokus och avgränsningar.....	3
1.5 Målgrupp.....	3
1.6 Rapportens disposition.....	4
2 Metodik	5
2.1 Praktiskt tillvägagångssätt.....	5
2.2 Vetenskapligt förhållningssätt.....	5
2.3 Ambitionsnivå.....	6
2.4 Arbetsgång.....	6
2.5 Metodval och datainsamlingsmetoder.....	8
2.6 Trovärdighet.....	9
3 Teoretisk referensram	11
3.1 Produktionsprocessen.....	11
3.2 Flödeskartläggning.....	11
3.3 Leveransservice.....	12
3.3.1 <i>Ledtid</i>	13
3.3.2 <i>Leveranspålitlighet</i>	14
3.3.3 <i>Leveranssäkerhet</i>	14
3.3.4 <i>Flexibilitet</i>	14
3.3.5 <i>Lagertillgänglighet</i>	14
3.4 Nyckeltal.....	15
3.4.1 <i>Medellagernivån</i>	15
3.4.2 <i>Medellagervärde</i>	15
3.4.3 <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	15

3.5	Kapitalbindning.....	16
3.5.1	<i>Lager</i>	17
3.6	Just-In-Time	18
3.7	Order- och leveransprocessen	19
3.8	Planeringsmetoder.....	20
3.8.1	<i>Orderplanering</i>	21
3.8.2	<i>Detaljplanering</i>	21
3.9	Simuleringsmodell	22
3.9.1	<i>Validering av simuleringsmodell</i>	23
4	Företagsbeskrivning	25
4.1	Trelleborg AB	25
4.2	Trelleborg Engineered Fabrics	27
4.3	Produktionen på Engineered Fabrics	27
4.3.1	<i>Materialankomst till Engineered Fabrics</i>	29
4.3.2	<i>Spännramsavdelningen</i>	30
4.3.3	<i>Kalanderavdelningen</i>	31
4.3.4	<i>Aumaavdelningen</i>	33
5	Empiri	34
5.1	Informationsflödet.....	34
5.1.1	<i>Orderbehandling</i>	34
5.1.2	<i>Orderplanering</i>	34
5.1.3	<i>Detaljplanering</i>	35
5.1.4	<i>Utleverans</i>	35
5.2	Materialflödet.....	37
5.3	Ledtider Material & Mixing och Engineered Fabrics	38
5.4	Kartläggning av ledtiden	38
5.5	Förseningar inom Engineered Fabrics.....	39
5.6	Bemanning och kapacitet	40
5.7	Beläggingsgrad.....	41

5.8	Nyckeltal	41
5.8.1	<i>Leveransprecision</i>	41
5.8.2	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	42
5.9	Kapitalbindning.....	45
6	Processanalys av Engineered Fabrics	48
6.1	Orderprocessen.....	48
6.2	Produktionsplaneringen.....	48
6.3	Produktionsuppföljning.....	49
6.4	Ledtider	50
6.5	Leveransprecision	51
6.6	Kapitalbindning.....	51
7	Simuleringmodell.....	53
7.1	Urval.....	53
7.2	Simuleringsmodellens uppbyggnad	53
7.2.1	<i>Specifikation av modellens kod</i>	54
7.3	Simuleringsmodellens funktion	54
7.3.1	<i>Exempelsimulering</i>	55
7.4	Simulerade scenarion	57
7.5	Datainsamling	58
7.6	Simuleringsmodellens trovärdighet	59
8	Simuleringsresultat.....	61
8.1	Utfall av simuleringarna.....	61
8.1.1	<i>Scenario 1</i>	61
8.1.2	<i>Scenario 2</i>	62
8.1.3	<i>Scenario 3</i>	63
8.1.4	<i>Scenario 4 och 5</i>	64
8.1.5	<i>Scenario 6</i>	65
9	Slutsatser och rekommendationer.....	67
9.1	Slutsatser	67

9.2	Rekommendationer	68
9.3	Studiens trovärdighet	70
9.4	Rekommenderade fortsatta studier.....	70
	Referenser	71
	Bilaga A – Simuleringsstudiens tillvägagångssätt.....	73
	Bilaga B – Informations- och materialflödet	74
	Bilaga C – Intervjufrågor.....	75
	Bilaga D – Simuleringsmodellens funktion.....	76

1 Inledning

I inledningskapitlet presenteras en övergripande bakgrund till uppkomsten av detta examensarbete. Problemformulering diskuteras vilket resulterar i studiens syfte. Kapitlet beskriver vidare vilka avgränsningar som gjorts samt till vilken målgrupp examensarbetet vänder sig till.



1.1 Bakgrund

Trelleborg AB är en global industrikoncern som är världsledande inom tillverkning av gummiprodukter till krävande industrimiljöer. Trelleborg är verksamt inom segmenten personbilar (automotive), transport, lantbruk, infrastruktur, flyg och offshore (olja och gas).

Det finns trender som driver utvecklingen och som gynnar företagets produkter och lösningar. Inom segmentet personbilar ställs allt högre krav på lägre och färre störande ljud samt mindre vibrationer, vilket företaget utvecklar system för. Företaget tillverkar däck till lantbruksfordon och genom sammanslagning av lantbruk kan en ökad skalekonomi uppnås, vilket har ökat behovet av större traktorer med större däck. Inom segmentet infrastruktur ställs allt högre krav på fendersystemen i hamnarna i takt med att fler fartyg lägger till. Gummit till fendersystemen är något som Trelleborg tillverkar.¹

Industrigummimarknaden är som ovan nämnt mycket diversifierad och fabriken i Trelleborg producerar produkter såsom gummidukar, gummiblandningar, industrislangar och laminatmaterial. Majoriteten av gummidukarna som produceras är till bilindustrin, vilket är en marknad som ständigt strävar efter att minimera sina kostnader. Detta sätter i sin tur krav på underleverantörer att fokusera på sina egna kostnader. Trelleborg har hög kompetens inom sitt område och produktionen blir allt mer högteknologisk för att på så sätt kunna möta kunders ökande krav på produkter som ska klara av hårda påfrestningar och krävande miljöer.

Med den ökande konkurrensen inom industrigummimarknaden blir det allt viktigare att kunna producera produkter till så låga kostnader som möjligt men samtidigt kunna leverera en produkt med rätt kvalitet och i rätt tid. En betydande del av ett företags konkurrenskraft utgörs av dess förmåga att leverera i tid. Korta leveranstider leder till en ökad konkurrensförmåga och det gör det även möjligt att kunna ta ut ett högre pris. Priskonkurrens kan på så sätt undvikas och en bättre vinstmarginal kan säkerställas.²

Trelleborg fokuserar på att leverera en hög kvalitet på sina produkter, vilket även en del konkurrenter till företaget gör. Långa ledtider kan därmed leda till att existerande kunder väljer en konkurrent istället, om de kan få samma produkt snabbare och till samma pris. Långa ledtider ger också ökad kapitalbindning och försämrade leveransprecision. Med långa ledtider får företaget också en sämre position vid förhandlingar med nya kunder, speciellt om inte anledningen till de långa leveranstiderna kan motiveras på ett rimligt sätt.

Trelleborgs position som världsledande på industrigummimarknaden gör att de har en lovande ställning inför framtiden, men för att bibehålla positionen krävs, som i alla företag, att de jobbar mot en kostnadseffektiv produktion. Ett verktyg som allt fler producerande företag väljer att använda sig av

¹ Vår marknad: Globalt ledande inom industrigummi. (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg AB. Tillgänglig: <<http://www.trelleborg.com/sv/Koncernen/Affarside-/Var-marknad/>> (2010-09-09).

² Mattsson, Stig-Arne (2002). *Logistik i försörjningskedjor*. Sid. 33.

är Lean Manufacturing, vilket är en japansk filosofi som går ut på att eliminera alla förluster vid tillverkning av en produkt.³ Lean Manufacturing är en del av det övergripande begreppet Lean Production, som på svenska kan översättas med resurssnål produktion. De huvudsakliga effekterna av att applicera Lean Production på sin produktion är att korta ledtiderna vid produktframtagning.⁴ Trelleborg använder sig av ett program som heter Manufacturing Excellence där ett aktivt arbete sker med att införa olika Lean Manufacturing filosofier såsom 5S.

Det ligger i företagets intresse att minska ledtiderna för att dels kunna bevara nuvarande kunder men även för att använda detta som ett incitament för att kunna attrahera nya. Om detta kan uppnås utan att kvaliteten påverkas så står företaget bättre rustat inför framtiden.

1.2 Problemformulering

Trelleborg AB är uppdelat i fyra affärsområden och fabriken i Trelleborg är uppdelad i fyra produktområden, se kapitel fyra för en företagsbeskrivning. Examensarbetet har bedrivits under ett av dessa produktområden och det berörda produktområdet heter Engineered Fabrics (EF).

EF har för tillfället en stor intern kund som är världsledande inom produktion och utveckling av bromsshims och andra vibrationsdämpande lösningar, vilka används inom fordonsindustrin och i industriella tillämpningar.⁵ Ett bromsshims består av en liten tunn stålplatta med gummi på båda sidor som limmas mot bromsbelägget. Vid bromsning dämpar den ljud och tar bort vibrationer genom att pressas mot bromsskivan.⁶

EF har under en längre tid prioriterat denna interna kund, vilket har lett till att ledtiden och leveransprecisionen mot kunden upplevs som tillfredställande. Som ett resultat av detta har ledtiden och leveransprecisionen mot övriga kunder försämrats. EF tror att en bakomliggande orsak till den långa ledtiden och den låga leveransprecisionen till övriga kunder, har att göra med orderplaneringen, det vill säga hur de planerar in order i maskinerna. Orderprocessen beskrivs närmare i informationsflödet, se avsnitt 5.1.

Genom ovanstående diskussion har följande frågeställning identifierats:

- Hur kan orderplaneringen förbättras och vilka konsekvenser får det?

³ Ståhl, Jan-Eric (2008). *Industriella Tillverkningsystem*. Sid. 216.

⁴ Ståhl, Jan-Eric (2008). *Industriella Tillverkningsystem*. Sid. 215.

⁵ About Us . (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg X. Tillgänglig: <<http://www.trelleborg.com/en/X/About-Us/>> (2010-09-09).

⁶ Att sälja tystnad – ljudkomfort med bromsshims. (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg X. Tillgänglig: <<http://www.trelleborg.com/sv/Media/X-varld/Att-salja-tystnad---ljudkomfort-med-bromsshims/>> (2010-11-01).

1.3 Syfte

EF upplever att ledtiden ut till kund är för lång och att leveransprecisionen är för låg. För att inte riskera att förlora kunder och försvaga sin ställning på världsmarknaden var det därför av yttersta vikt att komma till rätta med problemet. Syftet med examensarbetet var därför att komma fram till förbättringsförslag för att halvera EF:s ledtider och höja leveransprecisionen ut till kund.

För att syftet skulle uppnås låg följande arbetssätt som grund:

- Kartläggning av informations- och materialflödet.
- Kartläggning av ledtiden.
- Simulering av produktionen utifrån olika planeringsmetoder.

1.4 Fokus och avgränsningar

Fokus för examensarbetet var att halvera EF:s ledtider och höja leveransprecisionen ut till kund. EF består av avdelningarna Spännram, Kalander, Auma, Strykrummet och Vägtejp. I samråd med handledaren gjordes en avgränsning att utelämna Strykrummet och Vägtejp. Anledningen till denna avgränsning var för att Strykrummet och Vägtejp inte är lika starkt anknutet till huvudflödet. För en närmare beskrivning av Spännram, Kalander och Auma, se kapitel fyra.

Som tidigare har nämnts så består fabriken i Trelleborg av fyra produktområden varav EF är en av dessa. Resterande produktområden utgörs av Agri, Industrial Hose och Material & Mixing (M&M), även kallat material- och blandningsavdelningen. I samråd med handledaren gjordes en avgränsning att utelämna Agri och Industrial Hose eftersom dessa produktområden inte har någon anknnytning till EF mer än att de finns på samma fabriksområde. Vad beträffar M&M så finns en anknnytning eftersom de levererar material till EF, men eftersom handledaren vill att fokus ska ligga på EF så kommer M&M enbart att betraktas som en leverantör.

I samråd med handledaren gjordes även en annan avgränsning beträffande maskinen på spännramsavdelningen och maskinerna på kalander- och aumaavdelningen. Avgränsningen gällde att enbart ta hänsyn till de nyckeltal som behövdes för att kunna simulera produktionen för att fokus skulle ligga på det logistiska i produktionen och inte på det produktionstekniska. För en närmare beskrivning av nyckeltalen med avseende på maskinerna, se avsnitt 5.8.2.

Tillsammans med handledaren avgränsades examensarbetets omfattning till att gälla en kartläggning av material- och informationsflödet och ledtiden samt till en simulering av produktionen. Kartläggningen och simuleringen utgjorde sedan ett underlag för att ta fram förbättringsförslag på hur EF kunde halvera sina ledtider och höja leveransprecisionen ut mot kund. EF hade som syfte att implementera förbättringsförslagen direkt efter examensarbetets slut.

1.5 Målgrupp

Rapporten riktar sig främst till ledningsgruppen på EF. Den riktar sig även till avdelningen för teknisk logistik, samt till de studenter som söker information om olika metoder för att effektivisera ledtiden och höja leveransprecisionen ut mot kund.

1.6 Rapportens disposition

Det här avsnittet syftar till att ge läsaren en snabb överblick över de olika kapitlens innehåll.

Kapitel 1 – Inledning

Kapitel ett beskriver bakgrunden till examensarbetet, problemformuleringen samt syftet och målet med examensarbetet. Vidare tas även fokus upp för examensarbetet samt vilka avgränsningar som gjordes. Slutligen beskrivs vilken målgrupp examensarbetet riktar sig till samt hur den är upplagd.

Kapitel 2 – Metodik

Kapitel två beskriver vilka vetenskapliga metoder och ansatser som har använts i examensarbetet för att syftet och målet skulle uppnås.

Kapitel 3 – Teoretisk referensram

Kapitel tre beskriver teorierna och modellerna som användes för att kartlägga informations- och materialflödet samt leddiden på EF. Vidare redogör kapitlet för simuleringsstudiens tillvägagångssätt och de planeringsmetoder som simuleringen av produktionen bygger på.

Kapitel 4 – Företagspresentation

Kapitel fyra beskriver Trelleborgkoncernen och Trelleborg Engineered Fabrics där examensarbetet utfördes. En beskrivning av produktionen görs också på de avdelningar som ingår i examensarbetet.

Kapitel 5 – Empiri

Kapitel fem beskriver informations- och materialflödet på EF. Vidare beskrivs en kartläggning av leddiden inom EF och en redogörelse görs för olika nyckeltal och vart i materialflödet som kapital binds.

Kapitel 6 – Processanalys av Engineered Fabrics

Kapitel sex beskriver författarnas tankar och slutsatser kring dagens verksamhet, vilka låg som grund för jämförelserna som sedan gjordes med resultaten från simuleringarna.

Kapitel 7 – Simuleringsmodell

Kapitel sju beskriver simuleringsmodellen som skapades för att simulera produktionen på EF. Vidare beskrivs de scenarion som simulerades, utgående från de planeringsmetoder som valdes ut.

Kapitel 8 – Simuleringsresultat

Kapitel åtta tar upp resultaten från simuleringarna för de olika scenarierna, utgående ifrån planeringsmetoderna.

Kapitel 9 – Slutsatser och rekommendationer

Kapitel nio tar upp slutsatserna och rekommendationerna som togs fram utifrån analyserna och med utgångspunkt i problemformuleringen och syftet.

2 Metodik

Metodkapitlet behandlar examensarbetets praktiska tillvägagångssätt, vetenskapliga förhållningssätt, ambitionsnivå och arbetsgång. Vidare beskrivs även examensarbetets forsknings- och undersökningsansats samt metodval och datainsamlingsmetoder för att slutligen avslutas med dess trovärdighet.



2.1 Praktiskt tillvägagångssätt

Studien började med inledande samtal och intervjuer med berörd personal på EF. Det gjordes dels för att författarna skulle få en uppfattning om verksamheten, men även för att personalen skulle få möjlighet att lära känna författarna närmare. Detta för att personalen skulle känna till författarna vid eventuella förfrågningar och funderingar under examensarbetets gång, se avsnitt 2.5 för en närmare beskrivning av hur intervjuerna gick till och vilka som intervjuades.

Efteråt gjordes en flödeskartläggning av informations- och materialflödet, se avsnitt 5.1 och 5.2 för en närmare beskrivning av informationsflödet respektive materialflödet. Underlaget till flödeskartläggningen utgjordes dels av egna observationer, men även genom information given av handledaren.

Vidare har en kartläggning gjorts av leddtiden inom EF för att kunna identifiera vilka moment i informations- och materialflödet som tar mest tid, se avsnitt 5.4 för en närmare beskrivning av denna kartläggning. Urvalet av order gjordes i samråd med handledaren och informationen som behövdes för att kunna göra kartläggningen togs fram ifrån affärssystemet, Movex, tillsammans med produktionsplaneraren på EF.

Efter kartläggningen skapades en simuleringsmodell i Excel för att simulera produktionen utifrån olika planeringsmetoder, se avsnitt 3.8 och kapitel sju för en närmare beskrivning av planeringsmetoderna respektive simuleringsmodellen. Utgående ifrån resultaten av simuleringsmodellen och kartläggningen gjordes sedan analysen och slutsatserna. Slutligen upprättades ett antal rekommendationer på hur EF ska planera in sina order i fortsättningen.

2.2 Vetenskapligt förhållningssätt

Examensarbetet har till stor del haft ett systemteoretiskt förhållningssätt. Systemteorin kan exempelvis förklaras genom att en grupp av objekt, med olika egenskaper, tillsammans bildar ett system med nya egenskaper. Systemteorin grundar sig i behovet av att kunna följa, förstå och planera komplexa sammanhang som på olika sätt växelverkar med varandra och den används när orsak-verkanförklaringar, som används i positivismen, är otillräckliga. En huvudanvändning av teorin är inom planering av verksamheter, där processer eller förlopp studeras för att på så sätt se vilken växelverkan de ingående delarna har på varandra.⁷

Ett systemteoretiskt förhållningssätt valdes eftersom examensarbetet har byggts på en kartläggning av informations- och materialflödet, men även på en simulering av produktionen utifrån olika planeringsmetoder. Orderplaneringen och produktionen har setts som ett system som har studerats för att kunna se vilken växelverkan de har på varandra, för att sedan kunna ta fram förbättringsförslag.

Examensarbetet har även till en viss del använt sig utav det positivistiska förhållningssättet. Positivismen grundar sig i att kunna verifiera en vetenskaplig sats empiriskt. För att kunna använda sig av

⁷ Wallén, Göran (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Sid. 28-31.

metoder som ger tillförlitlig kunskap krävs att mätkrav preciseras för att säkerställa att trovärdig data erhålls. Några av dessa krav är validitet och reliabilitet vilka förklaras närmare i avsnitt 2.6. Förklaringar ska grundas på orsak-verkan-samband och exempelvis inom biologin bryts förklaringar ner till organ- och cellnivå. Vid ett positivistiskt förhållningssätt ska forskaren vara helt objektiv och inte låta sig påverkas av utomvetenskapliga uppfattningar.⁸

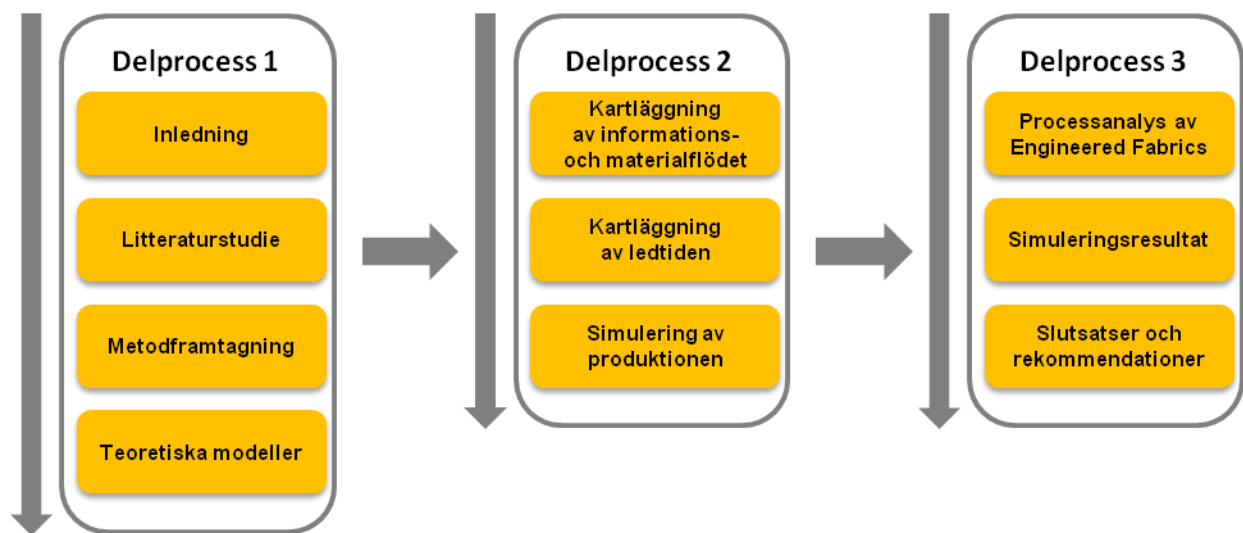
Det positivistiska förhållningssättet grundar sig i att författarna har haft en objektiv inställning till ämnet som har studerats. Vidare så har krav ställts på att examensarbetet ska ha en hög reliabilitet och validitet och den data som har samlats in har undersökts positivistiskt. Ett positivistiskt förhållningssätt har även använts vid analys av simuleringen av produktionen eftersom olika planeringsmetoder ger olika resultat.

2.3 Ambitionsnivå

Ambitionsnivån för examensarbetet var att nå upp till en prediktiv nivå. En prediktiv undersökning appliceras då den som ska utföra undersökningen har tillräckligt med kunskaper inom ett område till den grad att nya teorier kan utvecklas. Det förutsätter att förhållanden kan härledas i verkligheten med de antaganden som görs. De antaganden som tas fram uttrycker samband som kräver så så exakt data som möjligt för att vara trovärdiga.⁹

Examensarbetet hade som syfte att nå upp till en prediktiv nivå, eftersom avsikten var att ta fram förbättringsförslag på hur EF kunde halvera sina ledtider och höja leveransprecisionen ut till kund. Examensarbetet hade inte som avsikt att nå upp till en normativ nivå, eftersom förbättringsförslagen inte var tänkta att mynna ut i normer. Normativa undersökningar har som avsikt att mynna ut i nya normer¹⁰.

2.4 Arbetsgång



Figur 2.1 Examensarbetets arbetsgång.

Figur 2.1 visar en översiktlig bild över examensarbetets gång. Inledningsvis skrevs problemformuleringen och syftet med examensarbetet utifrån informationen som uppgavs av handledaren. Därefter

⁸ Wallén, Göran (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Sid. 28-31.

⁹ Patel, Runa et al (1994). *Forskningsmetodikens grunder*. Sid. 10-11.

¹⁰ Wallén, Göran (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Sid. 47.

gjordes en litteraturstudie för att införskaffa relevant kunskap om ämnesområdet. Vidare togs de metoder och teoretiska modeller fram som utgjorde grunden i examensarbetet.

Den forskningsansats som användes till en början var hypotetisk-deduktiv som är det mest använda sättet att utveckla teorier.¹¹ Vid hypotetisk-deduktiva metoder spelar teorin en större roll och den används för att kunna härleda prövbara empiriska resultat för att sedan testas mot data. För att kunna använda metoden krävs en relativt stor kunskap om det som ska undersökas.¹² Teorier om logistik, ledtider och kartläggning utgjorde grunden för kartläggningen som gjordes av informations- och materialflödet samt kartläggningen av ledtiden.

Vid ett senare skede övergick examensarbetet i en abduktiv forskningsansats. Abduktion används för att dra slutsatser gällande orsaker till en observation. Den liknar den hypotetisk-deduktiva ansatsen, men istället för att grunda sig på teorier så söks teorier till ett känt problem.¹³ För att kunna simulera produktionen utifrån olika planeringsmetoder var författarna först tvungna att införskaffa information om detta då ingen besatt någon kunskap om planeringsmetoder sedan tidigare.

Som undersökningsansats användes kartläggning, eftersom syftet med examensarbetet var att halvera ledtiden och höja leveransprecisionen ut till kund. Kartläggning är en användbar metod för att beskriva eller förklara en händelse. En kartläggning är en frågeundersökning som görs genom stickprov. Exempel på en kartläggning kan vara att redogöra för problemen som ett företag anser vara viktigast att åtgärda, eller att beskriva antalet som kör ett visst bilmärke. Representanterna i en kartläggning bestäms genom att tillfråga hela populationen om den är liten. Annars måste ett urval göras vilket kan ske på olika sätt. Utifrån svaren från urvalet kan sedan slutsatser dras om hela gruppen. Att planera och förbereda en kartläggning är viktigt eftersom frågorna inte kan göras om när kartläggningen väl har startat.¹⁴

Med teorierna om kartläggning som utgångspunkt kartlades informations- och materialflödet inom EF. En kartläggning av ledtiden gjordes också genom att följa olika order, från det att kundordern togs emot till utleverans till kund. Urvalet skedde i samråd med handledaren där fyra kunder valdes ut. Syftet med kartläggningen var att identifiera processerna i materialflödet anknutna till ledtiden. Vidare gjordes en simulering av produktionen i Excel utifrån olika planeringsmetoder. En stor mängd kvantitativ data samlades in för att kunna simulera produktionen. Simuleringarna bestod av flera olika typfall av scenarion för att inte utesluta någon möjlig anledning till EF:s långa ledtider och låga leveransprecision ut till kund.

Utifrån den empiriska datan och kartläggningen analyserades sedan verksamheten på EF. Vidare analyserades resultaten från simuleringarna och sedan drogs slutsatserna och slutligen togs rekommendationerna fram på hur EF ska planera in sina order i fortsättningen.

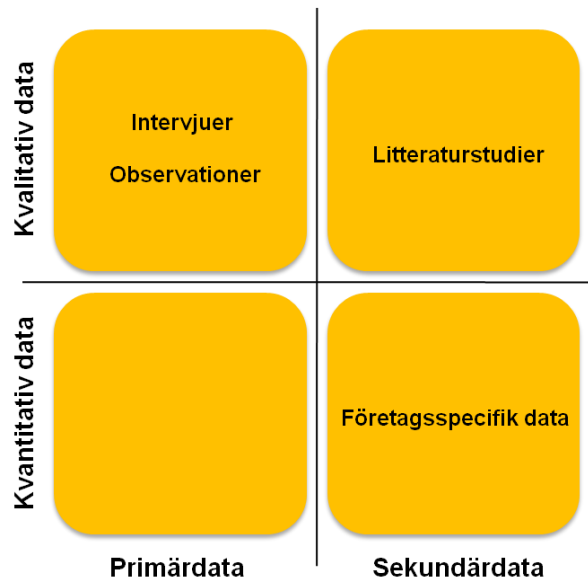
¹¹ Holme, Idar Magne et al (1997). *Forskningsmetodik*. Sid. 51.

¹² Wallén, Göran (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Sid. 47-48.

¹³ Ibid.

¹⁴ Höst, Martin et al (2006). *Att genomföra examensarbete*. Sid. 31-32.

2.5 Metodval och datainsamlingsmetoder



Figur 2.2 Examensarbetets datainsamlingsmetoder.

Genom examensarbetets gång har både kvalitativa och kvantitativa metoder använts för att samla in data. Det är syftet som avgör vilken av metoderna som väljs att användas i studien. Båda metoderna har gemensamheten att de ska fylla samma uppgift, vilket är att ge en bättre förståelse av problemet.¹⁵

Kvalitativa metoder används för att undersöka av vilken karaktär en händelse är och forskarens uppfattning och tolkning av händelsen kommer spela in i resultatet¹⁶. Informationen som fås fram vid kvalitativa studier bör inte omvandlas till siffror¹⁷. Metoder som används vid kvalitativ forskning är främst verbala analysmetoder¹⁸.

Kvalitativ sekundär data samlades in genom en litteraturstudie vilket gjordes innan själva examensarbetet påbörjades genom att samla in litteratur inom det berörda området från olika bibliotek i Lund. Sekundärdata är material som författarna inte har samlat in själva utan som har gjorts av andra vid ett tidigare tillfälle.¹⁹ Litteraturstudier medför att mycket information kan tas fram under kort tid och fungerar som hjälp vid kartläggning av existerande kunskap inom området och vid upprättande av en teoretisk referensram.²⁰

Kvalitativ primär data har samlats in genom intervjuer och observationer, se figur 2.2. Primär data är material som författarna själva har samlat in.²¹ I början av examensarbetet genomfördes ostrukturerade intervjuer och längre in i examensarbetet genomfördes ett antal strukturerade intervjuer. Ostrukturerade intervjuer är mera som ett samtal där frågorna uppstår successivt medan vid strukturerade intervjuer är frågorna bestämda på förhand och tas upp i en bestämd ordning.²²

¹⁵ Holme, Idar Magne et al (1997). *Forskningsmetodik*. Sid. 76.

¹⁶ Wallén, Göran (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Sid. 73.

¹⁷ Holme, Idar Magne et al (1997). *Forskningsmetodik*. Sid. 76.

¹⁸ Patel, Runa et al (1994). *Forskningsmetodikens grunder*. Sid. 12.

¹⁹ Svenning, Conny (2003). *Metodboken*. Sid. 98.

²⁰ Björklund, Maria et al (2003). *Seminarieboken*. Sid. 67-70.

²¹ Svenning, Conny (2003). *Metodboken*. Sid. 98.

²² Björklund, Maria et al (2003). *Seminarieboken*. Sid. 68.

De ostrukturerade intervjuerna genomfördes till en början för att lära känna de personer som berördes av examensarbetet men även för att dem skulle få möjligheten att lära känna författarna. Dessa intervjuer genomfördes med kundservice som består av en person. Vidare genomfördes även ostrukturerade intervjuer med produktionsplaneraren, produktionschefen, inköpschefen, arbetsledaren för kalande- och aumaavdelningen, processingenjören, gruppleadare A för gummilagret och lagerchefen.

Längre in i examensarbetet genomfördes några strukturerade intervjuer för att författarna skulle få en djupare förståelse av verksamheten och problemorsakerna bakom de långa ledtiderna och den låga leveransprecisionen ut till kund. Personerna som intervjuades var dels kundservice och produktionsplaneraren men även inköpschefen. Frågor kring informations- och materialflödet ställdes men även frågor kring ledtiderna och leveransprecisionen ut till kund, se bilaga C.

Observationer gjordes också under examensarbetets gång. En observation kan ske genom att observatören observerar aktiviteten utifrån eller genom att delta i den. Observationen kan ske antingen genom att den observerade informeras i förväg eller så kan det ske i det tysta. Vid en observation kan olika redskap användas, exempelvis ett tidtagarur eller så kan subjektiva uppskattningar användas. Parametrarna som ska mätas kan varieras eller hållas konstanta.²³ Observationer gjordes ute i produktionen i samband med kartläggningen av informations- och materialflödet men även vid kartläggning av ledtiden.

Kvantitativa metoder bygger på att omvandla den insamlade informationen till siffror och mängder. När detta är utfört kan statistiska analyser genomföras²⁴. De metoder som används vid kvantitativ forskning är oftast bearbetnings- och analysmetoder²⁵.

Kvantitativ sekundär data har samlats in genom Movex och QlikView som är en Business Intelligence-programvara. Författarna har inte själva anskaffat informationen utan det har skett tillsammans med handledaren och produktionsplaneraren.

2.6 Trovärdighet

Trovärdighet är viktigt att uppnå för att examensarbetets uppgifter och resultat ska anses vara tillförlitliga i vetenskapliga sammanhang. Avsnittet kommer därför att behandla olika aspekter av trovärdighet såsom validitet, reliabilitet och objektivitet, men även hur författarna gick till väga för att upprätthålla trovärdigheten.

Med validitet avses kopplingen mellan det teoretiska och empiriska planet. Enklare förklarar, att det som avses att mätas verkligen mäts. Det finns många olika faktorer som kan påverka undersökningens validitet. Exempelvis kan det vid intervjuer vara oklart formulerade frågor, att respondenten inte svarar helt ärligt och att intervjuaren påverkar respondenten på något sätt.²⁶

För att få en hög validitet utfördes ostrukturerade intervjuer med flera olika personer på EF, för att författarna skulle få en så bred uppfattning av verksamheten som möjligt. Inför de strukturerade intervjuerna utformades frågorna på ett klart och tydligt sätt, för att få de svar som efterfrågades. För att undvika subjektiva åsikter granskades svaren kritiskt efteråt. Vidare så spelades intervjuerna in och transkriberades för att ingen information skulle gå förlorad.

²³ Björklund, Maria et al (2003). *Seminarieboken*. Sid. 69-71.

²⁴ Ibid.

²⁵ Patel, Runa et al (1994). *Forskningsmetodikens grunder*. Sid. 12.

²⁶ Svenning, Conny (2003). *Metodboken*. Sid. 64.

Vid osäkerheter kontrollerades uppgifterna med berörd personal, likaså när data anskaffades från Movex och Qlikview, detta för att säkerställa en hög validitet. För att uppnå en hög validitet på simuleringsmodellen involverades slutanvändaren tidigt i skapandet av modellen. Vidare säkerställdes att modellens utdata stämde överens med det verkliga systemets, det vill säga från produktionen.

Med reliabilitet avses undersökningens tillförlitlighet. Reliabilitet kan förklaras med att två undersökningar med samma syfte och med samma metoder, ska ge samma resultat förutsatt att populationen är oförändrad.²⁷ Genom att upprepa mätningarna kan reliabiliteten mätas och bedömas mer noggrant. Mätinstrumentet ska inte ge några slumpmässiga fel för att mätningen ska vara korrekt.²⁸

För att säkerställa en hög reliabilitet användes standardiserade intervjumetoder. Vidare valdes flera personer ut att intervjuas. Vid samtliga intervjuer närvarade båda författarna, för att säkerställa en hög reliabilitet vid insamling av kvalitativ data. När litteraturstudien gjordes användes flera litteraturkällor från olika erkända och respekterade författare inom logistik, för att öka reliabiliteten. Genom observationer i produktionen höjdes reliabiliteten vid kartläggningen av informations- och materialflödet, men även vid kartläggningen av ledtiden.

Med objektivitet menas i vilken utsträckning värderingar och enskilda åsikter påverkar studien.²⁹ För att examensarbetet inte skulle påverkas i någon utsträckning har författarna förhållit sig opartiska till åsikter från berörd personal på EF. En hög objektivitet säkerställdes vid de strukturerade intervjuerna eftersom båda författarna närvarade och för att ljudinspelning skedde. Dessutom transkriberades intervjuerna på samma dag, för att ingen information skulle förbises. Genom att involvera slutanvändaren i modellskapandet och låta denne ta del av utdata så medverkade det till en ökad objektivitet.

²⁷ Svenning, Conny (2003). *Metodboken*. Sid. 67.

²⁸ Wallén, Göran (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Sid. 66-67.

²⁹ Björklund, Maria et al (2003). *Seminarieboken*. Sid. 59.

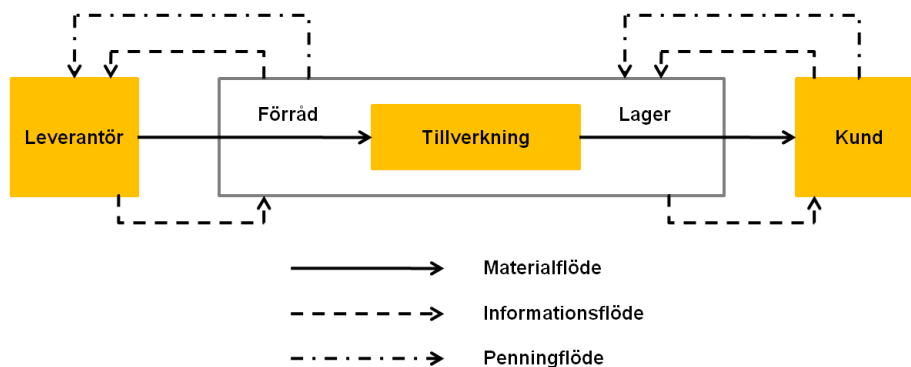
3 Teoretisk referensram

Det tredje kapitlet behandlar den teoretiska referensramen. Teorierna och modellerna som har tagits upp i kapitlet har fungerat som underlag för analysen och legat till grund för slutsatserna. Teorierna och modellerna kan kopplas till kartläggning, ledtider, lager, orderhantering, planeringsmetoder och simulering.



3.1 Produktionsprocessen

Ett producerande företag förknippas med att de har en process där det skapas varor eller tjänster, genom en kombination av material, arbete och realkapital. Produktion av varor består av en följd av operationer som även kallas förädlingssteg. När en produkt går genom dessa förädlingssteg omvandlas det ursprungliga materialet från ett tillstånd till ett annat, vilket i slutändan ger den färdiga produkten.³⁰ Ur flödessynpunkt kan ett tillverkande företag ses som ett kretslopp av material, pengar och information, se figur 3.1.



Figur 3.1 Olika flöden för ett tillverkande företag.

Det som startar dessa flöden är att information från kunden skickas till företaget, som i sin tur sänder vidare informationen till leverantörerna. Därefter startas material- och penningflödena, så att produktionen kan påbörjas och produkten färdigställas. Skillnaden i värde mellan penningströmmen in från kunder och ut till leverantörer utgör direkta produktionskostnader, täckningsbidrag till verksamhetens övriga kostnader samt vinst.³¹

3.2 Flödeskartläggning

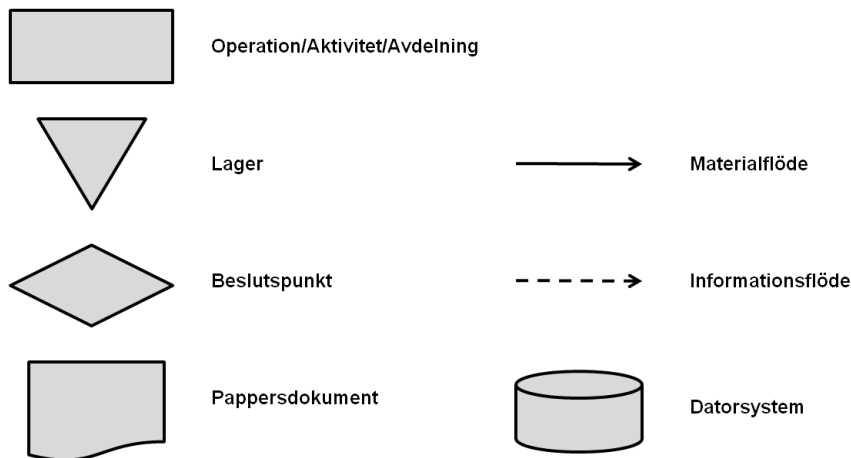
För att kunna göra lyckade förändringar i en verksamhet krävs att de som ska utföra förändringarna har en god kunskap om de nuvarande processerna. Om inte tillräcklig kunskap innehas är det svårt att uttala sig om huruvida en alternativ lösning kommer vara mer effektiv än den nuvarande, därför krävs en grundlig nulägesbeskrivning. Ett vanligt tillvägagångssätt vid en nulägesbeskrivning är att börja med att kartlägga informations- och materialflöden. Genom en flödeskartläggning kan exempelvis information tas fram om hur många aktiviteter som ingår i produktionen, antal lagerpunkter, alternativa flöden i fabriken och vilka personer som är inblandade i flödet.³²

³⁰ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 32.

³¹ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 17.

³² Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 175.

En kartläggning kan genomföras på ett antal olika sätt och en allmän metod är att använda sig av ett antal symboler för att rita upp flödet i en produktion. Anledningen till användandet av symboler vid uppritning av flödet är för att det ger en lättare överblick över de ingående processerna.³³ Vanligt förekommande symboler och betäckningar ses i figur 3.2.



Figur 3.2 Vanliga symboler vid flödeskartläggning.

3.3 Leveransservice

Leveransservice är ett begrepp som visar på hur bra ett företag är på att möta kunders efterfrågan och förväntan på leveransen av en produkt eller tjänst. Ett mer känt begrepp är kundservice och det skapas av ett antal aktiviteter som sker innan, under och efter leverans av en produkt. Kundservice innan leverans svarar på frågan hur lätt ett företag är att göra affärer med, hur anpassningsbart företaget är gällande kundens behov och till vilken kostnad. Vid leverans gäller det att hålla utlovad leveranstid, leverera rätt antal produkter till rätt kvalitet och till rätt plats. Vid en försening av en leverans innefattas kundservice av hur företaget behandlar kunden. Ges tidig information om försening och är informationen tydlig? Efter leverans handlar kundservice om att kunna erbjuda reservdelar, hantera garanti-reparationer, klagomål och så vidare.³⁴

Leveransservice är således en del av kundservicen, men med fokus på allt som har att göra med just leveransen och inte resterande aktiviteter. Leveransservice är en definition som innefattar ett antal olika aktiviteter som kan delas in i mindre delar. Dessa kallas leveransserviceelement och kommer att beskrivas nedantill.³⁵

En viktig aspekt av leveransservice är att det alltid är kundens upplevelse som är av största vikt. Även om ett företag eller en leverantör anser att deras leveransservice är bra, så har det ingen betydelse om kunden inte anser detsamma. Vad detta säger är att företaget måste lyssna på kunden för att kunna hålla en hög leveransservice eftersom det är svårt att gissa vilken leveransservice kunden efterfrågar. Det är samtidigt lika relevant att mäta den inre leveransprecisionen mellan olika avdelningar för att säkerställa de inre leveranserna.³⁶

³³ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 175-176.

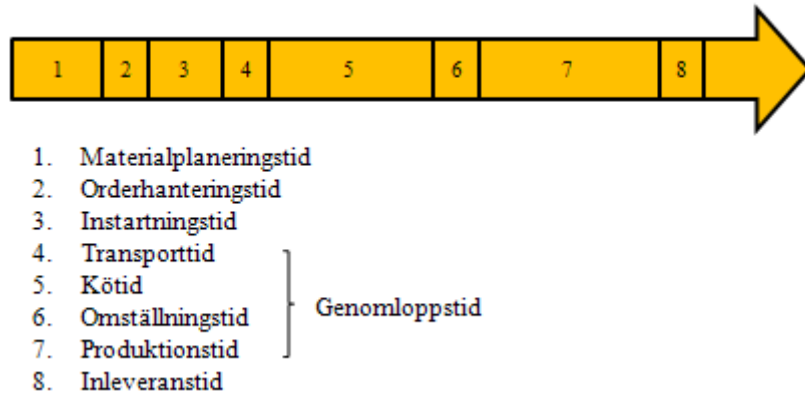
³⁴ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 39-40.

³⁵ Ibid.

³⁶ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 41-42.

3.3.1 Ledtid

Vad som menas med ledtid är den tid som krävs från det att en order tas emot tills leverans av färdig produkt³⁷. Ledtiden kan vidare delas upp i ett antal olika begrepp för att på så sätt få en bättre översikt av tidsåtgången vid de olika aktiviteterna, se figur 3.3.³⁸ De olika begreppen förklaras nedan.



Figur 3.3 Olika moment inom produktionsledtiden.

Materialplaneringstid

Tiden som det tar att anskaffa material för att kunna påbörja tillverkningsprocessen.³⁹

Orderhanteringstid

Det är tiden som det tar för att skapa tillverkningsordern i planeringssystemet, samt se till att det material och de verktyg som krävs för produktionen finns tillgängliga.⁴⁰

Instartningstid

Den tid det tar innan det finns kapacitet tillgängligt för att starta tillverkningsordern, under normala beläggingsförhållanden. Tidsfördröjningar såsom avsaknad av material eller verktyg inkluderas i denna tid.⁴¹

Genomloppstid

Det som innefattas i genomloppstiden är all tid som krävs då produktionen har startat. Den delas in i ytterligare fyra olika delar som förklaras nedan. Om det krävs fler än en operation fås fler genomloppstider som då måste adderas samman för att få den totala genomloppstiden.⁴²

Transporttid

Tiden som det ingående materialet transporteras mellan de olika operationerna i produktionen.⁴³

Kötid

Med kötid menas den tid som en operation måste vänta för att kunna påbörjas. Ofta uppstår den då olika operationer kräver samma resurser i produktionen. Normalt sett inkluderas även störningsmoment såsom underhållsåtgärder på maskiner. Kötiden är beroende av beläggingsgraden i fabriken.⁴⁴

³⁷ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 40.

³⁸ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 128.

³⁹ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 129.

⁴⁰ Ibid.

⁴¹ Ibid.

⁴² Ibid.

⁴³ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 131.

Omställningstid

Den tid det tar att ställa om från en produktion till en annan i en produktionsgrupp, till exempel en maskin eller ett löpande band. Omställningstiden är oberoende av orderstorleken.⁴⁵

Produktionstid

Tiden för värdeförädlingen i produktionen. I ett planeringssystem brukar operationstiden för en produkt finnas registrerad och produktionstiden beräknas som orderkvantiteten gånger operationstiden.⁴⁶

Inleveranstid

Sist är tiden för eventuella kvalitetskontroller samt inläggning i lager eller transport internt till utlastning.⁴⁷

3.3.2 *Leveranspålitlighet*

Med leveranspålitlighet menas tillförlitligheten i ledtiden och den har ökat i betydelse de senaste åren då företag minskat sina lager och får mindre och tätare leveranser. Undersökningar gjorda inom området leveranspålitlighet och ledtider, har visat att många kunder prioriterar hög leveranspålitlighet framför korta ledtider. Sena leveranser kan ofta ställa till problem, men med minskade lagernivåer hos företag så kan också tidiga leveranser ses som något oönskat. Detta ställer allt större krav på att företagen ska leverera i rätt tid.⁴⁸

3.3.3 *Leveranssäkerhet*

Med leveranssäkerhet menas att rätt vara ska levereras i rätt mängd och med rätt kvalitet i rätt tid. De flesta kunder tar för givet att leveransprecisionen är hög, om inte perfekt. För att kunna upprätthålla en hög leveranssäkerhet krävs att det finns fungerande rutiner gällande orderhantering och dokumentation.⁴⁹

3.3.4 *Flexibilitet*

Ett företag har vanligtvis ett visst sätt som de levererar produkter på, men ibland kan kunder behöva produkterna levererade på ett sätt som skiljer sig mot det normala. Till exempel kan de efterfråga kortare ledtid, expresstransporter, eller annan typ av märkning. För att möta dessa krav krävs en viss flexibilitet i den interna logistiken.⁵⁰

3.3.5 *Lagertillgänglighet*

Lagertillgänglighet är ett mått som används för att se andelen order eller orderrader som ett företag kan leverera omgående om kunden så önskar. Tillverkar företaget mot kundorder kan detta mått inte användas, utan det gäller bara lagerförda produkter. En tidigare benämning, som fortfarande används, på lagertillgänglighet är servicenivå.⁵¹

⁴⁴ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 130.

⁴⁵ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 131.

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 129.

⁴⁸ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 40.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Ibid.

3.4 Nyckeltal

Det här avsnittet redogör för de olika typer av nyckeltal som kommer att användas i studien. Nyckeltalen kommer att utgöras av ett nyckeltal kopplat till lager, medellagernivån (MLN) och ett kapitalbindningsrelaterat nyckeltal, medellagervärde (MLV). Ett nyckeltal som är tidsrelaterat, genomloppstid (GLT) kommer även att användas. För att mäta produktionseffektiviteten kommer även ett nyckeltal att användas som på engelska benämns som OEE (Overall Equipment Effectiveness). En mer ingående förklaring av nyckeltalen och hur de räknas ut kan läsas nedantill.

3.4.1 Medellagernivån

MLN beskriver hur många produkter eller artiklar som i genomsnitt finns i lager och det räknas ut enligt följande:⁵²

$$MLN = SL + Q/2 \quad (3.1)$$

SL = Säkerhetslager, se figur 3.4

Q = Orderkvantitet, det vill säga kvantiteten som levereras in till lagret, se figur 3.4

3.4.2 Medellagervärde

MLV beskriver hur mycket kapital som binds och storleken på kapitalbindningen beror på produkternas eller artiklarnas värde. MLV räknas ut enligt följande:⁵³

$$MLV = p \times MLN \quad (3.2)$$

p = Produktvärdet

3.4.3 Overall Equipment Effectiveness

OEE beskriver hur effektivt maskinerna utnyttjas i produktionsanläggningen. TAK är den svenska motsvarigheten till OEE, vilket står för tillgänglighet (T), anläggningsutnyttjande (A) och kvalitetsutbyte (K).⁵⁴

Med tillgänglighet menas hur stor del av den planerade produktionstiden som maskinerna används. Förluster i form av oplanerade stopp som till exempel verktygsbyte, personalbrist, materialbrist och maskinfel, samt stillestånds förluster i form av utrustningsfel, ställtider och justeringar påverkar tillgängligheten.⁵⁵

Anläggningsutnyttjandet som även benämns som hastighetsförluster visar maskinens förluster. Exempel på hastighetsförluster kan vara sänkt produktionstakt, felinställd hastighet, eller att en lägre hastighet medvetet har valts på grund av kvalitetsproblem. Kvalitetsutbytet är andelen producerade enheter som håller rätt kvalitet och som därmed kan säljas till fullt pris.⁵⁶ OEE eller TAK beräknas enligt följande⁵⁷:

$$OEE = TAK = T \times A \times K \quad (3.3)$$

⁵² Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 180-181.

⁵³ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 182-183.

⁵⁴ OEE/TAK. (Elektronisk) Jönköping: Axxos Industrissystem. Tillgänglig: < <http://www.axxos.com/svenska/forbattringsarbete/oeetak/> > (2010-11-21).

⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ Ståhl, Jan-Eric (2008). *Industriella Tillverkningsystem*. Sid. 69.

3.5 Kapitalbindning

Företagets tillgångar och kapitalet som finns bundet i dessa påverkas av produktionslogistiken. Tillgångarna kan delas upp i två kategorier, anläggningstillgångar och omsättningstillgångar. Den förstnämnda är avsedd för stadigvarande bruk i verksamheten och exempel på anläggningstillgångar är produktionsutrustning, fabriksbyggnader och andra inventarier.⁵⁸

Omsättningstillgångar är tillgångar som inte är varaktiga utan avsedda att omsättas ständigt i verksamheten. Hos många tillverkande företag är omsättningstillgångarna lika stora som anläggningstillgångarna eller rentav större. Vanligtvis finns det två poster som dominerar omsättningstillgångarna; lager och kundfordringar. Kapitalbindningen som finns i lager i olika delar av flödet är den som framförallt kan påverkas av logistiksystemet. Genom effektiva logistiklösningar kan även kapitalbindning i kundfordringar påverkas. Exempelvis kan tiden det tar tills kunderna betalar påverkas av när en komplett kundorder kan levereras.⁵⁹

Kapital binds i materialflödet och de vanligaste kategorierna som är av betydelse ur kapitalbindnings-synpunkt är kapitalbindning i förråd, produkter i arbete (PIA) och färdigvarulager (FVL)⁶⁰.

Med förråd avses vanligtvis lager av råmaterial och komponenter som ska användas i produktionen. Syftet med ett förråd är att kunna separera inleverans- och produktionsprocesserna från varandra, men även för att kunna försörja produktionen med material utan förseningar.⁶¹ PIA är det material som förädlas i de olika produktionsprocesserna och det betraktas vanligtvis inte som lager, fastän det ligger stilla en stor del av produktionstiden.⁶² FVL är ett lager av förädlade produkter som är färdiga för försäljning. Syftet med ett FVL är att separera produktionsprocesserna från försäljnings- och distributionsprocesserna, men även för att kunna leverera till kunderna på utsatt tid.⁶³

Så länge varorna finns i ett flöde binder de kapital. Om kapitalet hade kunnat frigöras skulle det kunna användas till något som genererar intäkter, exempelvis en ökad försäljning genom mer marknadsföring eller ränta på sparade pengar. Den förlusten av möjliga intäkter som kapitalbindningen medför brukar benämnas som kapitalkostnad och storleken på denna kostnad beror på räntan på det frigjorda kapitalet. Detta brukar benämnas som kalkylränta av många företag. Kalkylräntan motsvarar det bästa förräntningsalternativet, eller det förräntningskravet företaget har på en investering.⁶⁴

Logistiken har som mål att kunna uppnå en hög leveransservice till en så låg kostnad som möjligt, men det finns en övre gräns. Gränsen varierar men den brukar ofta ligga mellan 95-99 % i leveransservice. När leveransservicen blir för hög kommer kostnaden att öka kraftigt och därigenom ha inverkan på kapitalbindningen eftersom fler produkter då måste lagerläggas.⁶⁵

⁵⁸ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 78.

⁵⁹ Ibid.

⁶⁰ Ibid.

⁶¹ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 34.

⁶² Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 105.

⁶³ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 78.

⁶⁴ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 107.

⁶⁵ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 43-44.

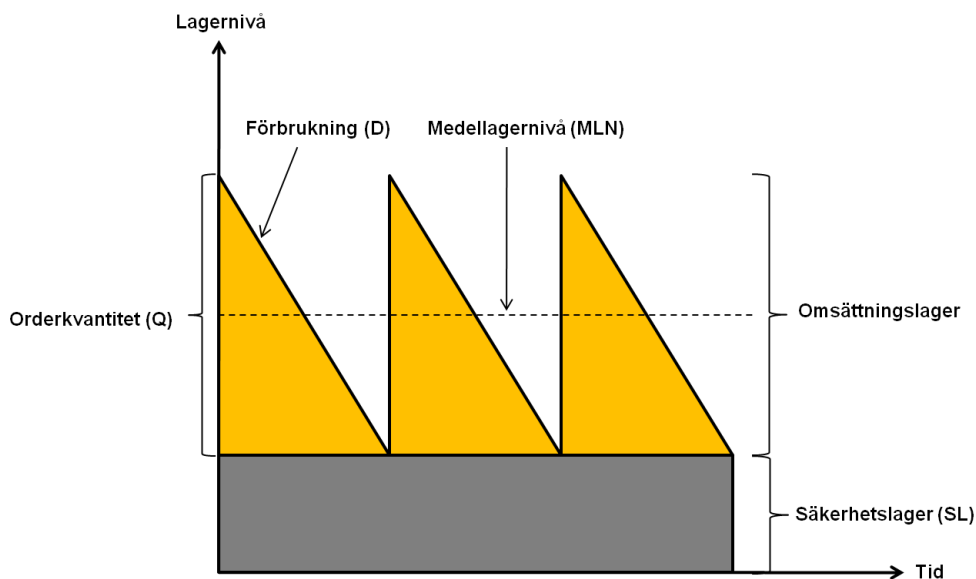
3.5.1 Lager

Begreppet lager brukar avse materialet som står stilla i flödet⁶⁶. De största lagren brukar innefattas av materialförrådet och FVL, medan stationsbuffertar i produktionen brukar vara det minsta. Anledningen till att många företag inte vill ha lager är främst kostnadsmässiga.⁶⁷

Det finns de företag som väljer att ha lager främst då av kostnads- och serviceskäl. Genom lagring kan i många fall andra kostnader minskas. Stordriftsfördelar inom såväl inköp, transporter och produktion kan uppnås genom att köpa in, frakta och producera stora volymer åt gången. Exempelvis medför enstycksproduktion fler ställtider, mer arbete och sämre maskinutnyttjande jämfört med produktionsserier. Vidare kan reducerade transportpriser fås av transportföretagen om större volymer skickas åt gången. Om ett företag väljer att ha ett lager är det således viktigt att väga olika kostnader mot varandra, för att kunna avgöra en lämplig orderkvantitet som är ekonomiskt försvarbar.⁶⁸ Två lagertyper som berörs av denna studie är omsättningslager och säkerhetslager och de förklaras därför mer ingående nedantill.

Omsättningslager

Ett omsättningslager är ett lager där inleveranserna sker i större kvantiteter än vad som behövs för förbrukningen, med andra ord när det kommer in mer i lagret än vad som tas ut, se figur 3.4. Ett omsättningslager medför att ordersärkostnaden per styck kan minskas ju större orderkvantiteter som beställs. Med andra ord har ett omsättningslager en kostnadsminimerande funktion.⁶⁹



Figur 3.4 Omsättnings- och säkerhetslager.

Säkerhetslager

Det är väldigt viktigt att hålla en service utifrån kundernas krav och önskemål⁷⁰. Det är oundvikligt med störningar vid inleveranser i ett materialflödessystem⁷¹. Exempelvis kan inte efterfrågan från kunderna alltid förutspås. Förseningar eller brister i inleveranserna kan uppstå, eller så kan det upp-

⁶⁶ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 33.

⁶⁷ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 105.

⁶⁸ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 110.

⁶⁹ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 35.

⁷⁰ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 112.

⁷¹ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 35.

komma störningar i produktionen. För att gardera sig mot detta väljer därför många företag att ha ett säkerhetslager, se figur 3.4. Om allt fungerar enligt plan behöver inte säkerhetslagret användas, men om någon störning skulle uppstå kan det användas för att kunden inte ska drabbas i slutändan. Ett säkerhetslager har alltså en serviceoptimerande funktion.⁷²

3.6 Just-In-Time

JIT är en princip som har sin grund i ett uttalande av Toyotas president år 1945, efter andra världskriget. Målet som uttalades var att komma ifatt USA på tre år, annars skulle inte den japanska bilindustrin överleva. Taiichi Ohno som arbetade på Toyota Motors argumenterade för att det enda sättet detta kunde uppnås på var att minska skillnaden i produktivitet mellan länderna. 1945 var Japans produktivitet en niondel av amerikanernas. De stora skillnaderna i kultur, geografi och ekonomi gjorde att Toyota var tvungna att applicera ett eget tankesätt på sin produktion. Ohno konstaterade att deras metod skulle bli att eliminera slöseri och att fokusera på att minimera kostnaderna. De amerikanska biltillverkarna kunde hålla nere kostnaderna och ha en hög produktivitet på grund av massproduktion och bulkinköp men det var inget alternativ för Toyota då efterfrågan på deras bilar var för liten.⁷³

Toyota lyckades aldrig med målet att komma ifatt amerikanerna på tre år, men de startade ett tankesätt som kom att påverka hela bilindustrin.⁷⁴

JIT-principen handlar om att få det material som behövs för nästkommande aktivitet precis när det behövs. Inte för sent men inte heller för tidigt. För att lyckas med det krävs det ett väldigt störningsfritt flöde. Ohno ansåg att det bästa sättet att genomföra detta på var genom att autonomisera processerna, vilket fortfarande är väldigt vanligt i dagens produktion. Med autonomisera menas att en process automatiseras men också att den kan notera fel självmant. En mänsklig hand finns också med i processen för att övervaka att inget går fel. Processerna ska vara ”felsäkra” för att minimera störningar.⁷⁵

För att JIT ska uppnås finns sju delmål uppsatta (seven zeros), för att på så sätt nå det slutgiltiga målet med noll inventarier (zero inventories). Att ha noll i lager eller mellanlager är i praktiken omöjligt, men målet är att jobba mot detta så långt som möjligt, då det enligt JIT förespråkarna alltid finns rum för förbättring.⁷⁶

JIT är ett så kallat pull-system vilket betyder att efterfrågan på material initieras i efterföljande process eller aktivitet. Materialet ”dras” från tidigare process för att minimera PIA och mellanlager (ML). Det är stor skillnad mot ett push-system där material först beställs för att sedan bearbeta det i en maskin när materialet är färdigt och inte när efterföljande process behöver materialet. I ett push-system planeras alltså en order i förväg, till skillnad från ett pull-system där en ny order frisläpps till maskinerna eller processerna så fort den tidigare är färdig.⁷⁷

JIT och pull-systemet ställer höga krav på produktionen och det krävs att processerna är utarbetade gällande ställtider, genomloppstider och flöden.

⁷² Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 112-113.

⁷³ Hopp, Wallace J. et al (1996). *Factory physics*. Sid. 155-156.

⁷⁴ Hopp, Wallace J. et al (1996). *Factory physics*. Sid. 156.

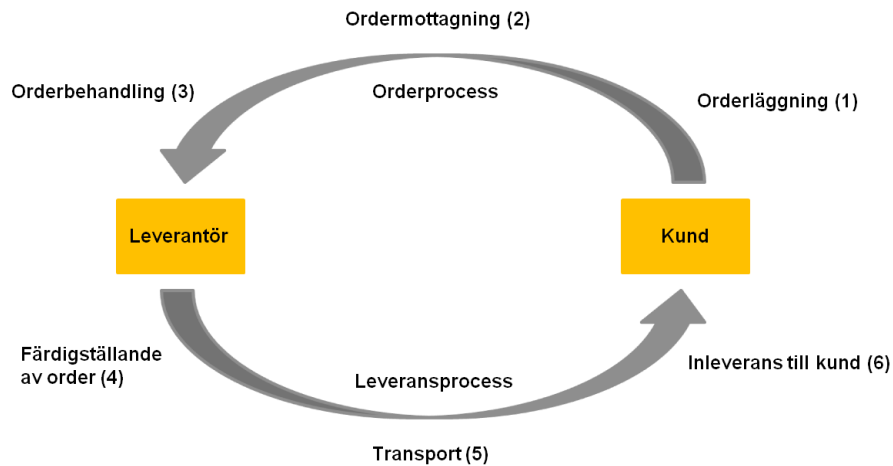
⁷⁵ Ibid.

⁷⁶ Hopp, Wallace J. et al (1996). *Factory physics*. Sid. 157.

⁷⁷ Hopp, Wallace J. et al (1996). *Factory physics*. Sid. 168.

3.7 Order- och leveransprocessen

Order- och leveransprocesser binder samman de olika delarna materialförsörjning, produktion och distribution med varandra, samt förenar företagets kunder och leverantörer med dessa delar. De olika stegen i order- och leveransprocessen består av orderläggning, ordermottagning, orderbehandling, färdigställande av order, transport, och inleverans till kund, se figur 3.5. Dessa kommer att förklaras mer ingående nedan.⁷⁸



Figur 3.5 Order- och leveransprocessen.

Orderläggning

Orderläggning handlar om att kunden tar reda på vad den behöver, för att kunna besluta när det är aktuellt att göra en orderläggning hos leverantören. Kunden bestämmer vilka kvantiteter som ska beställas och när detta ska ske. Leverantören informeras genom ett avrop via e-post, telefon, fax, brev eller EDI om antalet som ska beställas.⁷⁹

Ordernmottagning

Leverantören tar emot en order som förs in i det administrativa systemet som företaget använder, där den senare bearbetas och behandlas. Systemet är oftast datoriserat, men det finns fortfarande de som använder manuella system. Från kundens håll startar här bevakningen av leveransen och eftersom kunden inte har full kontroll över ordern är det därför viktigt för denne att snabbt kunna få reda på eventuella störningar och förseningar. Detta kan exempelvis ske genom en överenskommelse med leverantören om vissa avstämningspunkter i dennes flöde eller produktion.⁸⁰

Orderbehandling

Leverantören planerar in den angelägna ordern tidsmässigt. En justering av orderkvantiteten kan ske eftersom leverantören kanske vill producera mer än vad som efterfrågas av kunden. Det är inget som kunden märker av eftersom överskottet i så fall lagerläggs. I detta steg planeras de arbetsmoment som krävs för att färdigställa ordern. Arbetsmomenten är olika beroende på hur mycket som ingår i nästföljande steg.⁸¹

⁷⁸ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 55-56.

⁷⁹ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 56.

⁸⁰ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 57.

⁸¹ Ibid.

Färdigställande av order

Leverantörens arbetsomfattning kommer vara varierande beroende på vad som beställs. Exempelvis kan en beställning göras på något som finns i lager och det medför en kortare leveransprocess då enbart plockning, packning och utleverans behöver göras. I vissa fall måste leverantören genomföra en kundspecifik slutmontering. I andra fall måste leverantören tillverka hela produkten, eller rentav beställa hem material från sina leverantörer innan produkten kan tillverkas.⁸²

Transport

Ofta anlitas en ”tredje part” för transporter mellan företag. Vid kontraktsskrivning mellan säljande och köpande företag specificeras vilken part som har ansvaret för upphandlingarna. Denna del i order- och leveransprocessen kan således vara upp till kunden eller leverantören att sköta. För att kunderna ska kunna få information om var deras material befinner sig i flödet erbjuder vissa transportföretag bevakning av transporter via internet.⁸³

Inleverans

Kunden måste hantera materialet innan det blir tillgängligt för användande, vid leveranser mellan företag så kan detta bli en ganska omfattande process⁸⁴. Inleverans kan delas upp i olika aktiviteter såsom godsmottagning, ankomstkontroll och inlagring. Vid godsmottagning sker lossning av anländande gods och eventuell omlastning. Efter det så görs vanligtvis en ankomstrapportering och därefter registreras godset in i det aktuella planeringssystemet med hjälp av informationen på följesedeln.⁸⁵

När godset har anlänt görs ofta en transportskade- och kvalitetskontroll och vid behov packas och märks det om⁸⁶. Kontrollens omfattning beror ofta på priset på godset. Det är viktigare att kontrollera dyrare artiklar, eftersom ett mindre säkerhetslager eftersträvas på dessa artiklar då de binder mer kapital, medan för billigare räcker det oftast med att göra en stickprovskontroll. Idag arbetar många företag efter principen att kvalitetssäkra sina leverantörer. Med kvalitetssäkring menas att leverantörernas processer säkerställer en hög kvalitet på produkterna. Kvalitetssäkring medför att mindre resurser kan läggas ner på ankomstkontroll och istället kan stickprov göras, eller så kan ankomstkontrollen rentav avskaffas helt. Efter godsmottagning och ankomstkontroll lagras godset i något förråd.⁸⁷

För att order- och leveransprocessen ska fungera effektivt krävs att båda parter samarbetar och släpper revirtänkandet för att i istället se till helheten. Om kunderna kan ge förhandsinformation om vilka beställningar som ska göras, så ges leverantören bättre möjligheter att planera sina order. Båda parter gynnas av detta eftersom ingen vill ha långa ledtider och höga lagernivåer.⁸⁸

3.8 Planeringsmetoder

Det här avsnittet kommer främst att behandla olika orderutsläpps- och körplaneringsmetoder, men även material- och kapacitetsplaneringsmetoder. Avsnittet ligger till grund för den simuleringsmodell som har skapats för att kunna simulera produktionen utifrån olika körplaneringsmetoder. För en närmare beskrivning av den teoretiska uppbyggnaden av simuleringsmodellen, se avsnitt 3.9.

⁸² Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 57.

⁸³ Ibid.

⁸⁴ Ibid.

⁸⁵ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 130.

⁸⁶ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 57.

⁸⁷ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 131-132.

⁸⁸ Oskarsson, Björn et al (2006). *Modern logistik*. Sid. 58.

3.8.1 Orderplanering

Orderplaneringen har som främsta uppgift att ansvara för materialförsörjningen⁸⁹. Den utförs ur både ett material- och kapacitetsperspektiv, vilket innebär att hänsyn tas till aktuella behov av material och kapacitet i förhållande till resurser på material och kapacitet. Orderplanering ur ett materialperspektiv benämns som materialplanering och ur ett kapacitetsperspektiv för kapacitetsplanering.⁹⁰

Orderbunden materialförsörjning

Orderbunden materialförsörjning är en materialplaneringsmetod där materialflöden startas i form av nya order, som en direkt följd av en kundorder eller en tillverkningsorder (TO). Vid registrering av en ny kundorder i materialplaneringssystemet skapas automatiskt en TO för motsvarande tillverkningsartikel. Kvantiteten för tillverkningsordern sätts lika med kundorderkvantiteten och leveranstidpunkten sätts lika med kundorderens leveranstidpunkt. Beordringstidpunkten räknas ut genom förskjutningen i ledtid från leveranstidpunkt. Det här förfarandet innebär alltså att tillverkningen sker direkt mot leverans ut till kund.⁹¹

Kapacitetsbehovsplanering

Kapacitetsbehovsplanering är en kapacitetsplaneringsmetod som utgår ifrån TO. Kapacitetsbehovet räknas ut från de operationer som tillhör dels frisläppta TO och pågående, men även TO som har planerats i ett materialplaneringssystem och som i första hand bygger på materialbehovsplanering. Datauppgifter för att räkna ut kapacitetsbehovet finns inlagt i material- och produktionssystemets grunddataregister.⁹²

3.8.2 Detaljplanering

Detaljplaneringen har som främsta uppgift att fastställa när en produktionsorder ska genomföras med hänsyn till tillgänglig kapacitet, leveranstider och orderkvantiteter. Detaljplaneringen har även som uppgift att uppnå en effektiv produktion och kapacitetsutnyttjande, samt korta leveranstider. Detta fordrar en balans mellan aktuella order, ledig tillverkningskapacitet och kapacitetsbehovet för operationerna.⁹³

Att släppa ut fler order än det finns kapacitet för, bidrar bara till långa köer och kapitalbindning i PIA. Avvikelse i orderutsläppshanteringen orsakade av exempelvis produktionsstörningar kan även orsaka köer. Alternativa turordningsföljder kan därför väljas bland de orderutsläppta operationerna. Beroende på turordningen kan genomloppstider och leveranstidshållning effektiviseras mer eller mindre. Genom ovanstående beskrivning kan två uppgifter klarläggas för detaljplaneringen.⁹⁴

1. Släppa ut order när det finns ledig kapacitet för att kunna utföra dem inom en rimlig genomloppstid.
2. Se till att operationerna i produktionen sker i lämplig ordningsföljd utifrån genomloppstider och leveranstidshållning.

⁸⁹ Jonsson, Patrik et al (2000). *Planeringsmetoder i tillverkande företag*. Sid. 15.

⁹⁰ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 234.

⁹¹ Mattsson, Stig-Arne (2002). *Produktionslogistik*. Sid. 259.

⁹² Jonsson, Patrik et al (2000). *Planeringsmetoder i tillverkande företag*. Sid. 21.

⁹³ Jonsson, Patrik et al (2000). *Planeringsmetoder i tillverkande företag*. Sid. 15.

⁹⁴ Ibid.

Orderutsläppsstyrningen svarar gentemot detaljplaneringens första uppgift medan körplaneringen svarar gentemot den andra, genom att avgöra ordersekvens vid köbildning.⁹⁵

Reglerat orderutsläpp

Reglerat orderutsläpp innebär att en orders placering i orderstocken (orderregistret) anpassas utifrån både material- och kapacitetstillgång. Vid över- eller underbeläggning görs omplaneringar för att jämna ut beläggningen, förutsatt att det finns tillgång på material. Orderutsläpp till produktionen sker utifrån starttidpunkterna som ordena får i samband med inplaneringen i orderstocken.⁹⁶

Körplanering utifrån turordningsregler

Körplaneringen anger i vilken ordning köande order ska utföras. Turordningen kan antingen bestämmas manuellt, operatörerna väljer då själva turordningen, eller så kan det ske genom ett datorsystem. Oavsett hur körplaneringen fastställs så sker det utifrån olika turordningsregler. Vid orderplanering för en enskild resurs (maskin) kan följande turordningsregler användas:⁹⁷

- *Först in först ut (engelska first in first out, FIFO)*. Den enklaste och rättvisaste planeringsmetoden som går ut på att avverka en order i den ordning som den inkommer. En nackdel med FIFO är att vid en lång orderstock finns risk att en order inte levereras i tid.
- *Kortaste operationstid först (engelska shortest processing time, SPT)*. En planeringsmetod som går ut på att avverka den order med kortast operationstid först. Fördelarna med SPT är att den minimerar den totala genomloppstiden, PIA och därmed också kapitalbindningen. Nackdelarna är att den inte tar hänsyn till något leveransdatum, vilket innebär att färdiga order riskerar att bli liggandes i väntan på utleverans. En annan nackdel är att order med långa operationstider riskerar att bli försenade, eftersom dessa hamnar längst bak i orderstocken. En åtgärd är att införa en maximal väntetid och om väntetiden överskrids placeras ordern först i turordningen.
- *Tidigaste leveransdatum först (engelska earliest delivery date, EDD)*. En planeringsmetod som går ut på att avverka en order utifrån leveransdatumet som kunden önskar. EDD minimerar den genomsnittliga förseningen och därigenom kan en hög leveransprecision uppnås, men den minimerar inte antalet förseningar.

3.9 Simuleringsmodell

För att kunna lösa den delen av problemformuleringen som avser orderplaneringen så har en simuleringsmodell skapats. Simuleringsmodellen avser att simulera produktionen utifrån de planeringsmetoder som har beskrivits i avsnitt 3.8.2. Ett systematiskt tillvägagångssätt som Bank (2005) har tagit fram har använts för att skapa modellen och de olika stegen i simuleringsstudien beskrivs nedan. Läsaren hänvisas till bilaga A för att få en visuell bild över simuleringsstudiens tillvägagångssätt.

Simuleringsstudien tar sin början i problemdefinitionen som ligger till grund för simuleringsmodellen som ska skapas för att lösa problemet⁹⁸. Målet med simuleringen anger vilka frågor som ska besvaras

⁹⁵ Jonsson, Patrik et al (2000). *Planeringsmetoder i tillverkande företag*. Sid. 16.

⁹⁶ Jonsson, Patrik et al (2000). *Planeringsmetoder i tillverkande företag*. Sid. 22.

⁹⁷ Olhager, Jan (2000). *Produktionsekonomi*. Sid. 278.

⁹⁸ Banks, Jerry (2005). *Discrete-event system simulation*. Sid. 11.

och projektplanen talar bland annat om antalet personer som ska involveras i studien, antalet dagar som krävs för att avsluta varje fas och vilket resultat som förväntas.⁹⁹

Därefter sker byggandet av modellen där principen är att börja enkelt och successivt bygga på modellen. Genom att involvera modell användaren i modellbyggandet höjs kvalitén på resultatet. Det ökar även självförtroendet hos modell användaren vid användandet av modellen. Datainsamlingen sker i samband med modellbyggandet och målet med simuleringsstudien samt modellens komplexitet förskriver vilken data som behöver samlas in.¹⁰⁰

När datainsamlingen och modellbyggandet är gjord är nästa steg att koda modellen i något dataprogram för att därefter verifiera och validera modellen. Verifieringen görs genom att kontrollera att inparametrarna och att den logiska strukturen av modellen representeras korrekt av koden, medan valideringen görs genom att avgöra om modellen beter sig enligt det verkliga systemet.¹⁰¹

Den experimentella designen är till för att avgöra hur många scenarion som ska simuleras, simuleringstiden och antalet simuleringar som ska göras. Efter att den experimentella designen har bestämts genomförs simuleringarna och därefter görs en analys. När antalet simuleringar är tillfredställande dokumenteras modellen och resultaten. Detta för att andra ska kunna använda modellen efteråt men även för att den som ska använda modellen ska kunna ändra inparametrarna.¹⁰²

Sista steget i simuleringsstudien är implementering och resultatet beror mycket på hur tidigare steg har genomförts. Det viktigaste steget i simuleringsstudien är validering av modellen. En modell som inte håller en hög validitet riskerar att ge felaktiga resultat och om de implementeras kan det bli kostsamt.¹⁰³

För att validera modellen har metoder använts som förespråkas av Law & Kelton (1991). För att skapa en simuleringsmodell med hög validitet bör modellskaparna tidigt involvera personer som är bekanta med systemet som ska modelleras. Det kommer sällan vara så att en person eller ett dokument kan tillföra all den information som krävs för att skapa modellen. Därför måste modellskaparna vara initiativrika när det kommer till att samla in informationen som krävs för att skapa modellen. Vid modellering av ett tillverkningssystem bör modellskaparna införskaffa information från exempelvis maskinoperatör, ingenjörer och chefer.¹⁰⁴

3.9.1 Validering av simuleringsmodell

Vidare är det viktigt att involvera slutanvändaren i modellskapandet för att öka möjligheten att den färdiga modellen senare kommer till användning. Genom att involvera slutanvändaren bibehålls dennes intresse och engagemang genom hela simuleringsstudien. Vidare kommer slutanvändarens kunskap om det verkliga systemet att bidra till valideringen av simuleringsmodellen. Modellen kommer även få en högre trovärdighet eftersom slutanvändaren kommer att förstå hur modellen fungerar samt acceptera de antaganden som har gjorts.¹⁰⁵

⁹⁹ Banks, Jerry (2005). *Discrete-event system simulation*. Sid. 11-13.

¹⁰⁰ Banks, Jerry (2005). *Discrete-event system simulation*. Sid. 13.

¹⁰¹ Ibid.

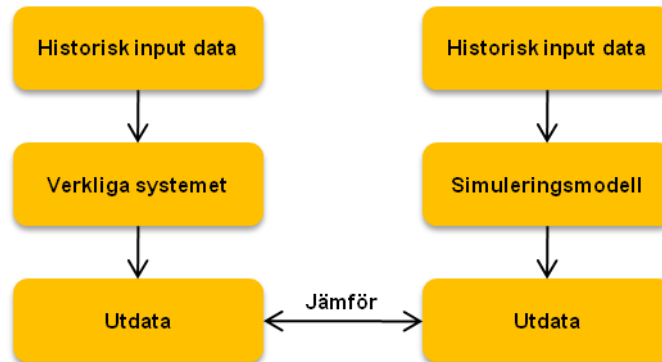
¹⁰² Banks, Jerry (2005). *Discrete-event system simulation*. Sid. 14-15.

¹⁰³ Banks, Jerry (2005). *Discrete-event system simulation*. Sid. 15-16.

¹⁰⁴ Law & Kelton (1991). *Simulation modeling & Analysis*. Sid. 308.

¹⁰⁵ Law & Kelton (1991). *Simulation modeling & Analysis*. Sid. 309.

För att validera en simuleringsmodell ytterligare finns olika statistiska metoder. Den vanligaste och mest avgörande metoden för att validera en simuleringsmodell är att jämföra statistik från modellens utdata med statistik från det verkliga systemets, se figur 3.6. Om statistiken från modellens utdata stämmer överens med statistiken från det verkliga systemets då kan modellen anses vara validerad.¹⁰⁶



Figur 3.6 Visar en översikt över hur en simuleringsmodell kan valideras.

¹⁰⁶ Law & Kelton (1991). *Simulation modeling & Analysis*. Sid. 315.

4 Företagsbeskrivning

Det fjärde kapitlet beskriver Trelleborgkoncernen och Trelleborg Engineered Fabrics. Vidare så beskrivs produktionen på de avdelningar som innefattas av examensarbetet, vilka utgörs av spännramsavdelningen, kalenderavdelningen och aumaavdelningen.



4.1 Trelleborg AB

År 1905 grundades Trelleborgs Gummifabriks AB av Henry Dunker, dåvarande VD för Helsingborgs Gummifabrik AB, och Johan Kock, grosshandlare i Trelleborg. Under de drygt 100 årens verksamhet har företaget tillverkat en rad olika produkter, till exempel cykeldäck, luftmadrasser och skottsäkra västar. Idag är Trelleborg världsledande på industrigummi vilket innefattar områden såsom personbilar, lantbruk, transport och infrastruktur. Trelleborg AB har som affärsidé att leverera ingenjörslösningar som tätar, dämpar och skyddar, vilka är baserade på ledande polymerteknologi och ett unikt applikationskunnande.¹⁰⁷

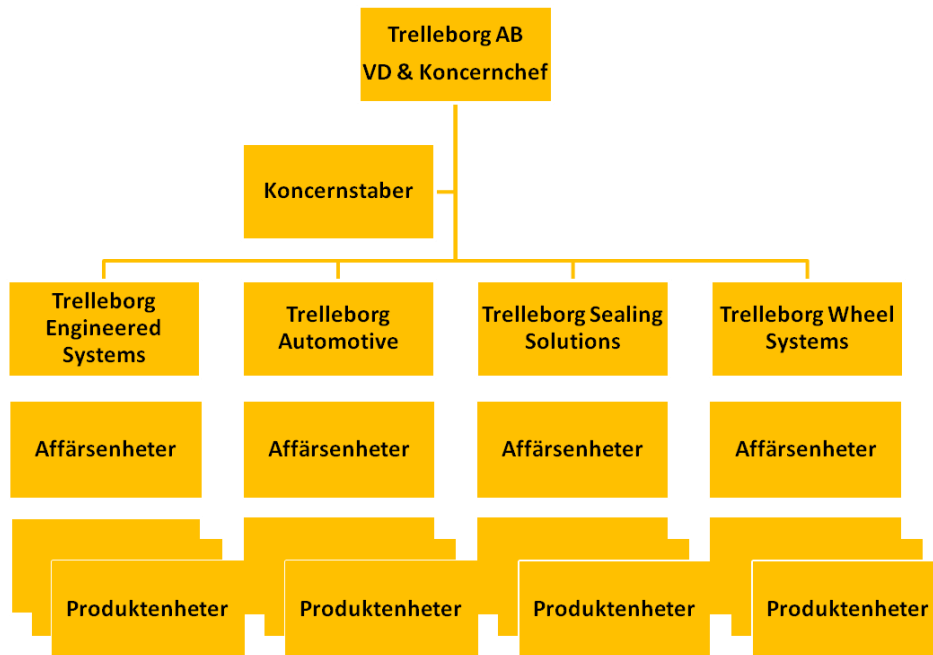
Koncernen omsatte 2009 cirka 27 miljarder kronor och har cirka 20 000 anställda i över 40 länder. Majoriteten av de anställda finns i USA, Frankrike, Sverige och Italien. Huvudkontoret är beläget i Trelleborg och där ligger också en fabrik som tillverkar ett antal olika gummiprodukter, det är vid denna fabrik som examensarbetet har utförts. Fabriken i Trelleborg ingår i ett av Trelleborgkoncernens fyra affärsområden, Engineered Systems.¹⁰⁸ Hädanefter kommer refereringar till Trelleborg relatera till fabriken i Trelleborg och inte koncernen som helhet.

De fyra affärsområdena inom koncernen är Trelleborg Engineered Systems, Trelleborg Automotive, Trelleborg Sealing Solutions och Trelleborg Wheel Systems, se figur 4.1.¹⁰⁹

¹⁰⁷ Om Trelleborg. (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg AB. Tillgänglig: <<http://www.trelleborg.com/sv/Koncernen/Om-Trelleborg/>> (2010-09-03).

¹⁰⁸ Ibid.

¹⁰⁹ Ibid.



Figur 4.1 Organisationsschema för Trelleborg AB.

”Trelleborg Engineered Systems är en ledande global leverantör av ingenjörslösningar inriktade på tätning, skydd och säkerhet för investeringar, processer och personer i krävande miljöer.”¹¹⁰

”Trelleborg Automotive är världsledande inom utveckling och tillverkning av polymerbaserade komponenter och system för ljud- och vibrationsdämpning till personbilar samt lätta och tunga lastbilar.”¹¹¹

”Trelleborg Sealing Solutions är en ledande global leverantör av precisionstätningar för industri-, flyg- och fordonsmarknaderna.”¹¹²

”Trelleborg Wheel Systems är en ledande global leverantör av däck och kompletta hjulsystem för lantbruks- och skogsmaskiner, truckar samt andra transportfordon för materialhantering.”¹¹³

Trelleborgsfabriken består av fyra olika produktområden, Material and Mixing (M&M), Agri, Industrial Hose samt Engineered Fabrics (EF) som alla tillhör Engineered Systems. Det är under Engineered Fabrics som examensarbetet har utförts. EF innefattar dippning av vävar, kalandring av gummi samt i vissa fall vulkning av gummit. En närmare beskrivning av EF kan läsas i avsnitt 4.2.

¹¹⁰ Om Trelleborg. (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg AB. Tillgänglig: <<http://www.trelleborg.com/sv/Koncernen/Organisation/>> (2010-09-03).

¹¹¹ Ibid.

¹¹² Ibid.

¹¹³ Ibid.

4.2 Trelleborg Engineered Fabrics

Trelleborg Engineered Fabrics är ett produktområde som är specialiserat på tillverkning av polymerbelagda vävar och plåtar, kompositmaterial samt gummidukar. Produkterna är tillverkade för att kunna klara av extrema påfrestningar och miljöer. Exempel på färdiga produkter som når konsumenterna är bromsshims, skyddskläder och bälgar för bussar (dragspelsdelen) och tåg. Den svenska fabriken som är över 100 år gammal återfinns i Trelleborg i södra Sverige. Antalet anställda inom EF i Trelleborg uppgår till cirka 100 personer och globalt sett uppgår antalet anställda till 550 personer. EF har även en fabrik i Spartanburg, USA, i Lodi Vecchio, Italien och i Shanghai, Kina. EF:s kunder återfinns inom stora delar av gummiindustrin men främst inom automotive. EF tillverkar majoriteten av alla order mot beställning (make to order) och resterande order tillverkas mot ett snabbköpslager (FVL). EF Sverige omsätter årligen omkring 260 miljoner kronor varav x % av försäljningen utgörs av Trelleborgs interna kunder. EF:s affärsidé är att utveckla unika produktlösningar i samarbete med kunden och genom att göra detta skapar EF skräddarsydda lösningar för varje kund.¹¹⁴



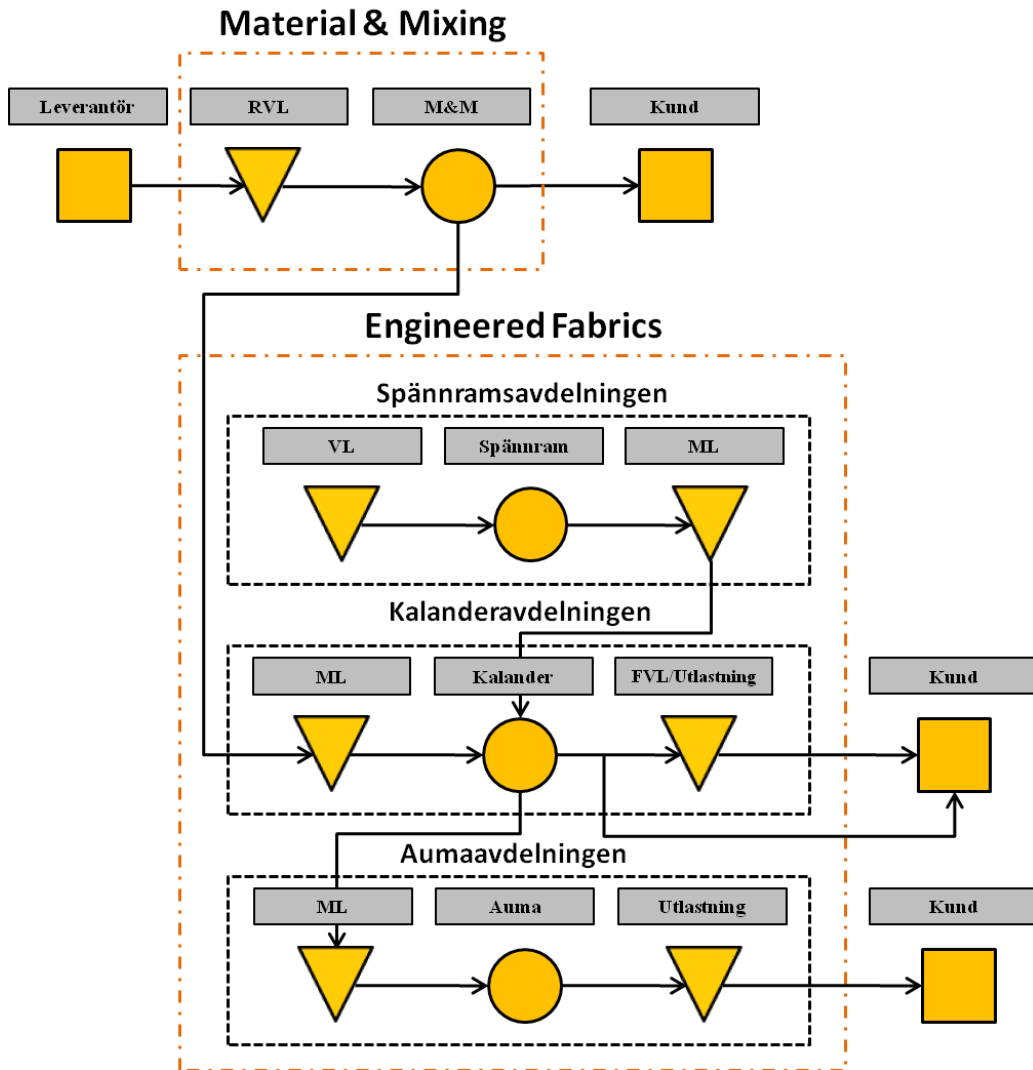
Figur 4.2 Trelleborgsfabriken där EF är rödmarkerat.

4.3 Produktionen på Engineered Fabrics

Produktionen inom EF består av ett antal maskiner som har för uppgift att bearbeta och förädla gummi till den form och kvalitet som kunderna efterfrågar. Det finns en mängd olika gummisorter som blandas på M&M. M&M har som uppgift att förse EF med allt gummi som krävs för produktionen inom EF men de har också en stor del utomstående kunder. Någon vidare fördjupning inom M&M:s processer kommer inte att behandlas utan författarna kommer endast se dem som en leverantör av material till EF med den leveransprecision och de ledtider som tagits fram från affärssystemet.

Inom EF finns det en avdelning där majoriteten av alla produkter passerar, kalenderavdelningen. Vidare så går, efter kalenderavdelningen, vissa produkter genom en avdelning som kallas Auma. Ingående material såsom vävar (inte alla vävar) går igenom en avdelning som kallas Spännram. Dessa avdelningar kommer att förklaras närmare i de nästkommande avsnitten och figur 4.3 visar en övergripande flödeskarta av produktionen på EF.

¹¹⁴ Henrik Hansson Rahnboy, Trelleborg Site (PowerPoint). 2010-10-11.



Figur 4.3 Övergripande flödeskarta.

4.3.1 Materialankomst till Engineered Fabrics

Som tidigare nämnts är M&M leverantör av allt gummi som bearbetas i kalandravdelningen och senare i Auma, alltså påverkas hela EF, men främst kalandravdelningen, i stor omfattning av störningar som drabbar M&M.

För sex gummisorter som bearbetas i större mängder används ett säkerhetslager av blandat gummi från M&M för att minimera risken för störningar i sin egen produktion, se avsnitt 5.9 för en närmare beskrivning av säkerhetslagret. I relation till det totala antalet gummisorter är säkerhetslagret väldigt litet och majoriteten av gummisorter beställs från M&M då en kundorder har kommit in till EF. Således fås en materialplaneringstid för nästan alla produkterna som motsvarar tiden det tar för M&M att blanda och leverera det aktuella gummit.

När det blandade gummit är färdigt hamnar det antingen i ett mellanlager eller så körs det direkt till en maskin för bearbetning.¹¹⁵ Se figur 4.4 för en bild på blandat gummi.



Figur 4.4 Pallar med blandat gummi.

För att få en färdig produkt krävs det förutom blandat gummi någon typ av bärare iform av plast, papper eller väv. Bärare till Spännram, Kalandrer och Auma samt kemikalier till Spännram beställs av inköpschefen, se figur 4.5 för en bild på vävlagret (VL)¹¹⁶.



Figur 4.5 Vävlagret.

¹¹⁵ Enligt samtal med Tommy Olsson, Lagerchef, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-14.

¹¹⁶ Enligt samtal med Magnus Forslund, Inköpschef, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-09-17.

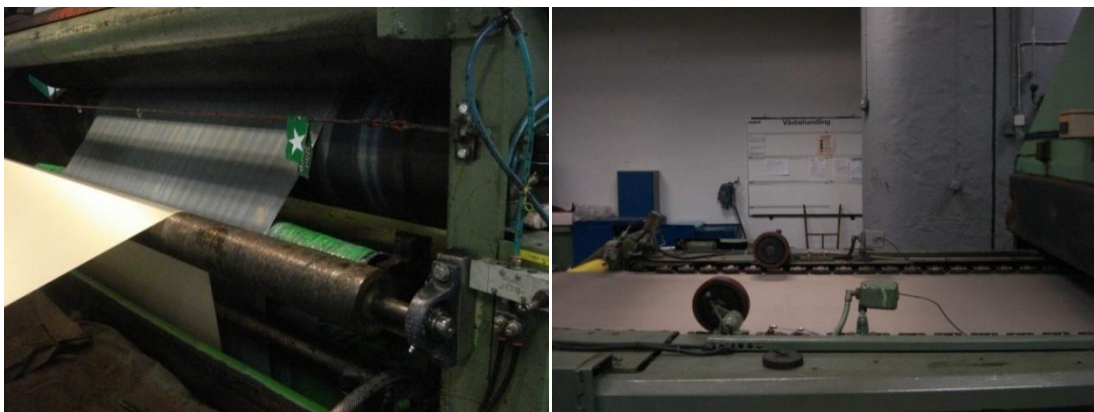
4.3.2 Spännramsavdelningen

En liten avdelning inom EF utgörs av Spännram och här dippas flera av de vävar men inte alla, som sedan ska användas av kalenderavdelningen. Själva dippningen utgörs av en kemikalielösning som beläggs på väven för att gummit sedan ska fästa bättre vid kalandrering. På Spännram finns en maskin som utför dippningen och vävarna dippas på följande sätt, först förbereds rullen genom att monteras på fästanordningen och sedan dras väven igenom den främre delen av maskinen, se figur 4.6.¹¹⁷



Figur 4.6 Dippmaskinen sedd framifrån (t.v.) och rullupphängningen (t.h.).

När väven dras igenom den främre delen av maskinen så dras den igenom den gråaktiga kemikalielösningen vilket kan ses i figur 4.7. Därefter sätts väven fast med hjälp av klämband på båda sidor för att den inte ska släppa när väven sedan körs genom mittendelen av maskinen, se figur 4.7.¹¹⁸



Figur 4.7 Dippvätska (t.v.) och klämband (t.h.).

Sista steget är att dra väven igenom den bakre delen av maskinen, se figur 4.8. Detta görs med hjälp av en stålpinne och en låsanordning som låser väven på stålpinnen så den lättare kan dras den sista biten. Slutligen så fästs väven på upphängningen vilket kan ses i samma figur.¹¹⁹

¹¹⁷ Enligt samtal med Dragan Ralevski, Maskinförare, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-11-02.

¹¹⁸ Ibid.

¹¹⁹ Enligt samtal med Dragan Ralevski, Maskinförare, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-11-02.



Figur 4.8 Dippmaskinen sedd bakifrån.

Cirka 1000 rullar om året dippas och den vanligaste typen av rullar som dippas är gjord av glasfiber. Alla typer av rullar dippas dock inte, exempelvis dippas inte rullar gjorda av papper och kord. Körhastigheten ligger vanligtvis på sex till åtta meter per min beroende på vävtyp. Det är viktigt att köra i rätt hastighet så att kemikalielösningen hinner fästa på väven för att minska risken att gummit släpper vid kalandreringen.

4.3.3 Kalandravdelningen

Kalandravdelningen är kärnan inom EF och det är första, eller enda, steget i bearbetningen av produkter inom EF. Majoriteten av produkterna går inte vidare till någon efterföljande process efter kalandrering utan levereras till kund eller direkt till snabbköpslagret.

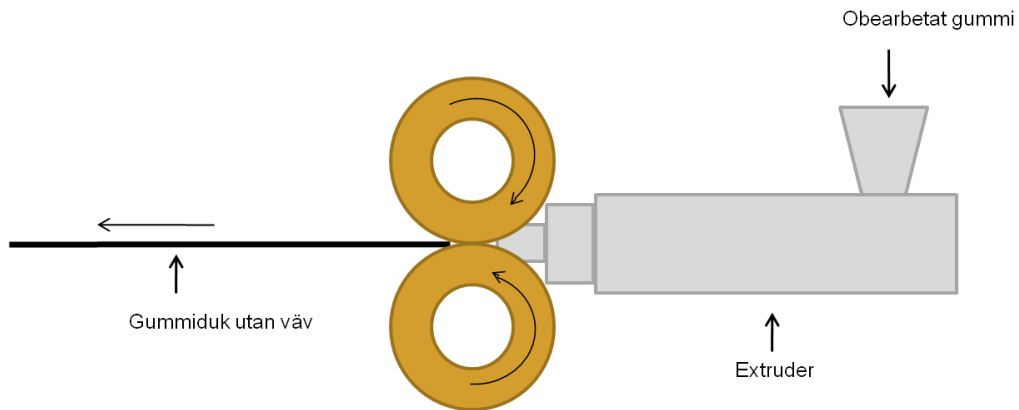
När kalandravdelningen har tillgång till det ingående materialet matas det in i en extruder där det värms upp och pressas ut för att kunna bearbetas i kalandern, se figur 4.9. Vissa material går dock inte att köra genom extrudern då mängden ingående material inte är tillräcklig för att fylla den eller att materialet har egenskaper som gör att extrudern inte går att använda. Vad som görs då är att materialet först valsas i ett mindre valsverk innan kalandrering. Det händer väldigt sällan att material behöver valsas manuellt så extrudern är det tillvägagångssätt som används i störst utsträckning.¹²⁰

Efter att gummit har värmts upp i extrudern så matas det in i kalandern via ett transportband som gör materialtillföringsprocessen automatisk och kontinuerlig. En kalender är uppbyggd av två eller fyra valsar som pressar samman det uppvärmda gummit till en önskad tjocklek, se figur 4.9 och 4.10. Beroende på vilken noggrannhet som efterfrågas på den färdiga produkten krävs två eller fyra valsar, fler valsar ger en bättre noggrannhet. EF har i dagsläget två 4-vals kalandrar (K24 och K42) och en 2-vals kalender (K55) som alla används varje dag.¹²¹

¹²⁰ Rickard Gullberg, Sommarjobb i produktionen, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-06-21 – 2010-08-13.

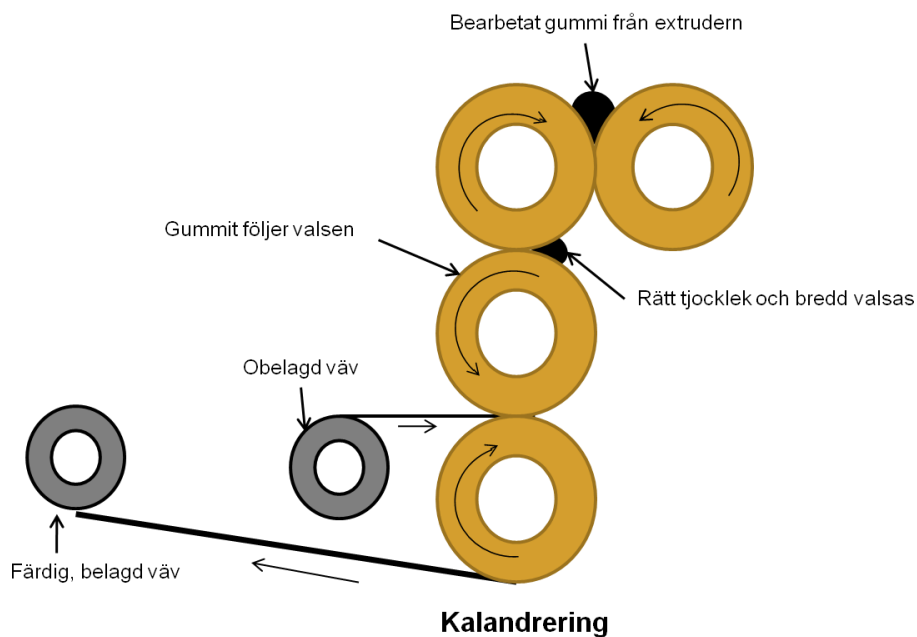
¹²¹ Ibid.

I 2-vals kalandern pressas enbart materialet en gång och ut fås en gummiduk som rullas in på en rulle, detta efter att duken har fått färdas en längre sträcka efter maskinen för att kylas ner i rumstemperatur. Plast tillförs på ena sidan av gummiduken för att gummit inte ska klibba ihop sig när det rullas upp. Material som körs i 2-vals kalandern är tjockare än i 4-vals kalandern och det går åt betydligt mycket mer gummi vid produktionen. Se figur 4.9 för en bild på 2-vals kalanderns princip.



Figur 4.9 En 2-vals kalanders princip.

I 4-vals kalandrarna pressas den varma och mjuka gummblandningen först i övre valspar, för att bli tunnare och värmas upp ytterligare, sedan går gummit genom de två vänstra, övre valsarna för att få rätt tjocklek, se figur 4.10. Sist pressas gummit fast på en väv mellan de två vänstra, undre valsarna. Vävarna kan vara gjorda av ett antal material såsom papper, tyg, glasfiber och så vidare.



Figur 4.10 En 4-vals kalanders princip.

4.3.4 Aumaavdelningen

Den näst största avdelningen inom EF är Auma och här vulkar och vecklas det vulkade gummit. Att vulka gummi innebär att materialets tillstånd ändras från formbart plastiskt till elastiskt genom att långsamt värma upp det. Den metod som EF använder sig av är bandvulkning och de har i dagsläget åtta vulkningsmaskiner (Auma 8, Auma 23, Auma 47, Auma 52, Auma 59, Auma G, Auma S och Auma V) som alla fungerar enligt samma princip, de är med andra ord väldigt snarlika till sättet men kringutrustningen är däremot väldigt unik för respektive vulkningsmaskin. Av dessa åtta är det inte alla som är i konstant drift, det finns ett antal operatörer som opererar maskinerna efter vad som behöver produceras. Maskinerna är modifierade så att de bearbetar olika sorters produkter för att minimera de långa ställtiderna och för att det krävs en unik konfiguration för att kunna köra en viss typ av material. Detta leder till limiterad flexibilitet i maskinerna men ökar produktiviteten. Det som kan skilja maskinerna åt är till exempel vilket mönster gummit ska ha när det är färdigt, alltså vilket mönster trumman måste ha. Att byta trumma är ett omfattande jobb och genom att ha förinställda maskiner kan dessa ställtider minimeras. Mer om bemanning och kapacitet tas upp i avsnitt 5.6.

En bandvulkningsmaskin består av en stor roterande ånguppvärmd ståltrumma som gummit pressas mot, trumman värms upp till 150-200°C och för att eliminera risken för avkylning från omgivningen finns det en eldriven värmeplatta på andra sidan av trumman. Hastigheten på trumman varierar beroende på tjockleken och vilken vulkningshastighet materialet har. Med vulkningshastighet menas hastigheten som krävs för att materialet ska kunna vulkas, vilket är olika beroende på gummits egenskaper och kan vara allt från ett par meter upp till 200 meter per timme. Se figur 4.11 för en bild på en bandvulkningsmaskins princip.

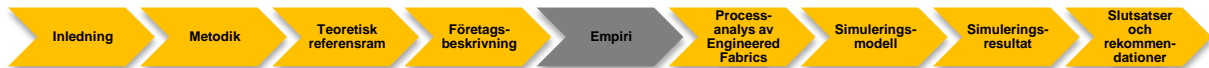


Figur 4.11 En bandvulkningsmaskins princip.

Veckling innebär att materialet inspekteras och kapas till de längder som kunden efterfrågar. En rulle kan exempelvis kalandreras 800 meter för att sedan vulkas lika lång, för att på så sätt uppnå en kontinuerlig process i de maskinerna. Sedan kan dock kunden efterfråga åtta rullar på 100 meter vilket innebär att den måste kapas upp i åtta mindre delar, vilket vecklingen gör.

5 Empiri

Empirikapitlet beskriver informations- och materialflödet på EF. Informationsflödet behandlar order- och leveransprocessen och materialflödet behandlar hur ingående material rör sig igenom avdelningarna. Vidare beskrivs en kartläggning av ledtiden inom EF och en redogörelse görs för olika nyckeltal och vart i materialflödet som kapital binds.



5.1 Informationsflödet

Det här avsnittet behandlar hur informationsflödet ser ut hos EF i dagsläget beträffande order- och leveransprocessen. Med andra ord från det att en kundorder har tagits emot tills utleverans till kund. Nedantill kan läsas hur orderbehandlingen, orderplaneringen, detaljplaneringen och utleveransen går till. Läsaren hänvisas till bilaga B för att få en visuell bild över informations- och materialflödet.

5.1.1 Orderbehandling

Kundorder (KO) som kommer in till EF tas emot av kundservice som i dagsläget består av en person. En kundorder tas emot på flera olika sätt, det sker via mail, fax, telefoni och prognoser. Efter att en kundorder har tagits emot registreras den i Movex. Information som läggs in i Movex är dels artikelnummer, kvantitet och pris, men även kundens önskade leveransdatum. För den största kunden sätts det önskade leveransdatumet till dagen innan det datum de själva har angett i ordern. Detta för att säkerställa att produkterna verkligen kommer fram i rätt tid.¹²²

Om den största kunden exempelvis vill ha en produkt levererad den 15:e så sätts det önskade leveransdatumet till den 14:e. Om 15:e skulle infalla på en måndag så sätts datumet till den 12:e istället. Detta förfarande görs i dagsläget enbart för den största kunden, eftersom de är en väldigt viktig kund för EF. För övriga kunder sätts det önskade leveransdatumet vanligtvis samma dag som kunden själv har angett. När registreringen har utförts skickas kundordern via Movex till produktionsplaneraren, som planerar in den i produktionen genom att skapa en TO som matchar kundordern. Tillverkningsordern planeras in i produktionen beroende på när ledig kapacitet finns i den verkställande maskinen.¹²³

Produktionsplaneraren återkommer därefter till kundservice med ett besked om det önskade leveransdatumet kan uppnås, eller genom att ange ett nytt möjligt leveransdatum. Kunden i fråga måste då ta ställning till den nya situationen. Antingen acceptera det nya leveransdatumet eller återkalla kundordern. För den största kunden gäller inte detta eftersom deras beställningar ofta prioriteras framför alla andra. En kundorder ifrån den största kunden bekräftas inom 24 timmar, medan för övriga kunder sker det vanligtvis inom 24-48 timmar.¹²⁴

5.1.2 Orderplanering

Efter att kundservice har registrerat en KO i Movex skickas den till produktionsplaneraren som då skapar en TO vilket i dagsläget görs av en person. Efter att produktionsplaneraren har tagit emot kundordern i Movex görs först en kapacitetskontroll i affärssystemet. Genom kapacitetskontrollen tas ett förslag fram på tillverkningsdag och i vilken, eller vilka, maskiner som produkten ska tillverkas. Information om maskinernas kapacitet finns inlagt i Movex och i takt med att en TO skapas så räknas

¹²² Enligt samtal med Christine Hjort, Kundservice, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-09-14.

¹²³ Ibid.

¹²⁴ Ibid.

kapaciteten ner. Med andra ord, om en maskin har åtta timmars kapacitet per dag så måste exempelvis en tillverkningsorder som tar två timmar att producera planeras in nästa dag, om sju timmars kapacitet skulle vara inplanerat för dagen i fråga. Se avsnitt 5.6 för en närmare beskrivning över maskinernas kapacitet.¹²⁵

Om en produkt enbart ska kalandreras innan utleverans till kund så skapas bara en tillverkningsorder, till skillnad från om en produkt både ska kalandreras och vulkas, då skapas två separata TO, en för kalandreringen och en för vulkningen. Alla produkterna kan inte köras i alla kalendermaskiner respektive vulkningsmaskiner utan det finns en köruppdelning beroende på gummits egenskaper och vilken tjocklek som eftersträvas.¹²⁶

Då en order ska bearbetas i Auma kontrolleras när kapacitet finns tillgänglig i den maskin i Auma som ska bearbeta ordern. Det är oftast en viss maskin som är inställd för att bearbeta en viss typ av produkt. Efter att det har gjorts så kollar produktionsplaneraren om det finns kapacitet vid det datumet, eller ett par dagar innan, i den kalendermaskin som ska producera ordern. Finns det kapacitet i båda maskinerna så skapas en TO för respektive maskin där kalandreringen sker först.¹²⁷

Efter att en kapacitetskontroll har gjorts planeras tillverkningsordern in utifrån när ledig kapacitet finns i den verkställande maskinen och när material kan fås från M&M. EF tillämpar orderbunden materialförsörjning men då både M&M och EF använder Movex så behöver inte EF lägga en KO till M&M för att få blandat gummi, däremot för att få vävar måste EF lägga inköpsordrar till inköp.¹²⁸

Efter att en KO har ombildats till en TO och planerats in utifrån ledig kapacitet och tillgängligt material så meddelar produktionsplaneraren kundservice om ett möjligt leveransdatum. Varje dag distribuerar produktionsplaneraren ut körplaner utskrivna på papper som sedan delas ut till berörda arbetsledare. Orderplaneringen för Spännram går i stort sett till på samma sätt som för Kalender och Auma. Skillnaden ligger i körplanen, för dippmaskinen görs en körplan på fem veckor framåt i tiden medan för kalender- och aumamaskinerna så görs en körplan för varje dygn.¹²⁹

5.1.3 Detaljplanering

EF tillämpar reglerat orderutsläpp eftersom en TO planeras in i orderstocken utifrån maskinernas kapacitet men även beroende på materialtillgång. Vidare för att tillverkningsordern släpps ut till produktionen utifrån starttidpunkten som den får när den planeras in i orderstocken. Körplaneringen som EF använder sig utav är FIFO, det vill säga den KO som kommer in först tillverkas först. För största kunden görs undantag då en beställning riskerar att inte levereras i tid, genom att tillverkningsordern planeras in tidigare i orderstocken.

5.1.4 Utleverans

Det finns två utlastningsplatser beroende på om produkterna ska till den största kunden eller till övriga kunder. Utleveranser till den största kunden sker vanligtvis varje dag och transporterarna är av typen A till B och ansvaras av en tredje part som utlastningen har haft ett nära samarbete med i många år. Ut-

¹²⁵ Enligt samtal med Carin Jönsson, Produktionsplanerare EF, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-09-08.

¹²⁶ Ibid.

¹²⁷ Ibid.

¹²⁸ Ibid.

¹²⁹ Ibid.

leveranserna planeras en dag innan så det som ska levereras imorgon planeras idag. Detta sker genom en lastningslista i Movex som informerar om vad som ska levereras och när det ska göras.¹³⁰

Lastbilen bokas mellan 14.30–15.00 dagen innan utleverans och den kan komma lite närsomhelst dagen därpå, inga fasta tider finns uppsatta. Bilen har plats för 30 stycken vaggor med rullar och släpet 60 stycken men det händer sällan att lastbilen fylls helt. Efter användning returneras vaggorna till EF igen, se figur 5.1 för en bild på en vagga. En plocklista förbereds likaså en fraktsedel med information om totala vikten, antalet rullar och vilka produktsorter som ska transporteras. Slutligen flyttas det som ska levereras ut ifrån snabbköpslagret (FVL) till utlastningsplatsen där det sedan lastas på lastbilen, se figur 5.2.¹³¹



Figur 5.1 Vagga.



Figur 5.2 Snabbköpslagret (t.v.) och utlastningsplatsen för den största kunden (t.h.).

Utleveransprocessen till övriga kunder sker i stort sett på samma sätt som för den största kunden. Den stora skillnaden ligger i att lastbilarna bokas av en speditorsavdelning istället för av lagerexpeditören, eftersom utleveranserna till övriga kunder sker till flera inrikes orter samt utrikes orter.¹³² Figur 5.3 visar hur utlastningen och utlastningsplatsen ser ut för färdiga rullar som ska till övriga kunder. Färdiga rullar till övriga kunder levereras mestadels på pall till skillnad från störst kunden men i vaggor sker också.

¹³⁰ Enligt samtal med Viktor Meglic, Lagerexpeditör, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-13.

¹³¹ Enligt samtal med Viktor Meglic, Lagerexpeditör, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-13.

¹³² Enligt samtal med Mats Lindqvist, Gruppledare A Gummilager, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-13.



Figur 5.3 Utlastning övriga kunder (t.v.) och utlastningsplats övriga kunder (t.h.).

5.2 Materialflödet

Materialflödet börjar med spännramsavdelningen som dippar flera av de vävar, men inte alla, som kalenderavdelningen sedan ska använda, se avsnitt 4.3.2 för en närmare beskrivning av dippning. Vävarna tas ifrån vävlagret (materialförrådet) och efter dippningen kvalitetskontrolleras vävarna och om kvaliteten inte är tillfredställande så dippas de om. När vävarna har gått igenom kvalitetskontrollen så mellanlagras de innan de går in till kalenderavdelningen.

Nästa steg i materialflödet utgörs av kalenderavdelningen som utför själva kalandreringen, se avsnitt 4.3.3 för en närmare beskrivning av kalandrering. Både vävar som har dippats och inte har dippats används vid kalandrering, att tillägga är att kalandrering också sker utan någon väv. Vävar som inte har dippats kommer direkt från vävlagret medan de som har dippats kommer från spännramsavdelningen. Förutom vävar behövs även blandat gummi för att kunna kalandrera. Blandat gummi levereras av M&M vid behov till ett ML som sedan plockas ut för att användas vid kalandreringen.

Medan kalandreringen utförs så görs en kvalitetskontroll för att upptäcka bristfälligheter under processens gång. Vid ett icke godkänt fel så avbryts kalandreringen och görs om, såvida gummit inte är belagd på väv, om gummit däremot är belagd på väv så kasseras rullen. Om rullen går igenom kvalitetskontrollen utan något fel eller med ett godkänt fel så packas och märks rullen efteråt. De rullar som inte ska vulkas transporteras sedan till snabbköpslagret, om de ska levereras till den största kunden, annars sker transport till utlastningen för övriga kunder, se avsnitt 4.3.4 för en närmare beskrivning av vulkning.

Tredje steget i materialflödet utgörs av aumaavdelningen där själva vulkningen och vecklingen sker. Efter kalandreringen mellanlagras de rullar som ska vulkas. Medan vulkningen utförs så görs en kvalitetskontroll och om något fel upptäcks så avbryts vulkningen och rullen kasseras. Om rullen går igenom kvalitetskontrollen utan fel så packas och märks rullen efteråt. De rullar som inte ska vecklas transporteras sedan till utlastningen för övriga kunder i väntan på utleverans till kund, se avsnitt 4.3.4 för en närmare beskrivning av veckling.

Sista steget i materialflödet utgörs av vecklingen, där de rullar som ska vecklas kontrolleras och kapas upp till de längder som kunden efterfrågar. Därefter packas och märks rullarna för att sedan transporteras till utlastningen i väntan på transport ut till kund.

5.3 Ledtider Material & Mixing och Engineered Fabrics

Ur data given av handledaren, daterad från januari till oktober 2010, beräknades den genomsnittliga efterfrågeledtiden (önskad ledtid) till x dagar för x % av de order som har ett önskat leveransdatum från kund. Den genomsnittliga efterfrågeledtiden på x dagar gäller enbart kalenderavdelningen.

Den genomsnittliga produktionsledtiden (verklig ledtid) för dessa order är x dagar och den genomsnittliga produktionsledtiden för alla order, på kalenderavdelningen ligger på x dagar, se diagram 5.1. För M&M ligger den genomsnittliga ledtiden på x dagar vilket också kan ses i diagram 5.1. De uträknade värdena skiljer sig en del från tidigare given data av handledaren som visar på x dagars ledtid till kund, mer om detta går att läsa i processanalysen i kapitel sex.

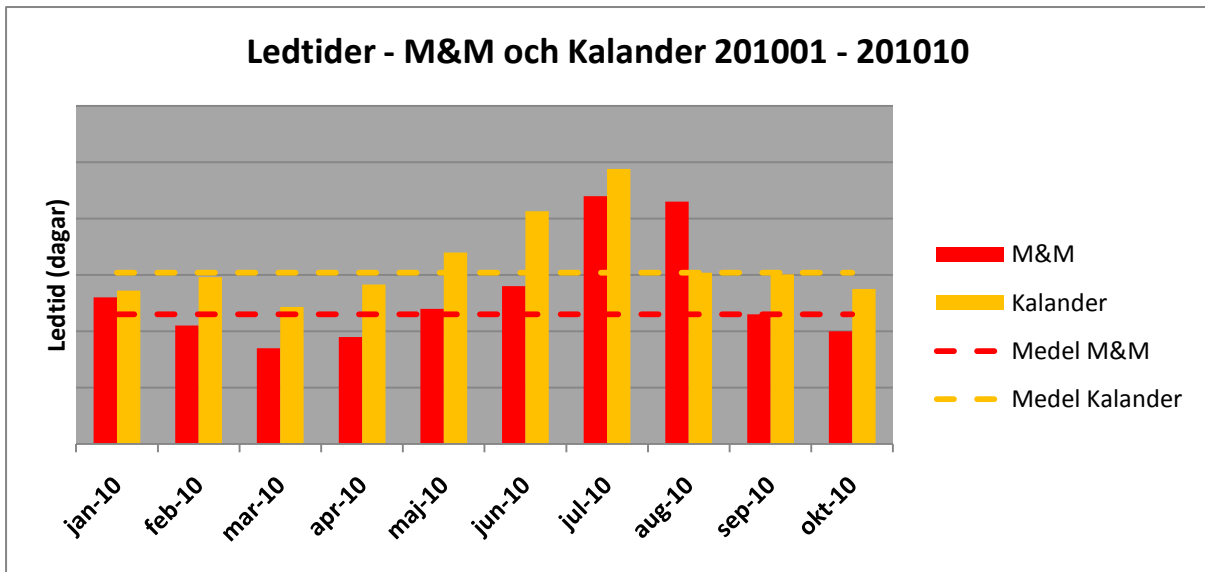


Diagram 5.1 Ledtider i dagar för M&M och Kalender.

5.4 Kartläggning av ledtiden

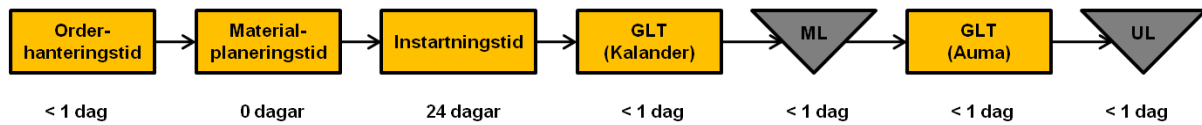
En kartläggning av ledtiden har gjorts inom EF från kundorder till leverans ut till kund för att mer ingående identifiera orsakerna bakom de långa ledtiderna. Kartläggningen utfördes i två delar där den ena delen behandlade de produkter som gick igenom Kalender medan den andra behandlade både Kalender och Auma. I samråd med handledaren valdes fyra företag ut vars KO följdes genom hela informations- och materialflödet. Refereringar till dessa kommer att ske i form av a, b, c och d eftersom kundstrukturen inte får anges. Kundordern för a, b, och c gick igenom Kalender medan för d gick den igenom både Kalender och Auma. Figur 5.4 visar antalet dagar för respektive ledtidsmoment för a, b, och c.



Figur 5.4 Kartläggning av ledtiden för a, b, och c.

Anledningen till att det står noll vid materialplanerings- och instartningstiden beror på att en del av produkterna som efterfrågades av a redan fanns i snabbköpslagret när kundordern togs emot, dessa tillverkades alltså inte när kundordern följdes. GLT (Kalender) visar att när material och ledig kapacitet

tet finns tillverkas produkterna på mindre än en dag. Figur 5.5 visar kartläggningen för d med ML och GLT (Auma) som enda skillnad.



Figur 5.5 Kartläggning av ledtiden för d.

Kartläggningen visar att PIA uppstår när en produkt väntar på att gå igenom Auma, vilket betecknas av ML. Produkterna som enbart går igenom Kalander är färdiga efteråt och går därför vidare till snabbköpslagret eller till utlastningen. Tabell 5.1 visar ledtiden för a, b, c och d från det att kundordern togs emot till utleverans.

Företag	Ledtid (KO-utleverans)
A	8-10 arbetsdagar
B	18 arbetsdagar
C	18 resp. 25 arbetsdagar
D	25 arbetsdagar

Tabell 5.1 Ledtid från KO till utleverans för a, b, c och d.

Tabellen visar att ledtiden är kortast för a efterföljt av b och sen c och d. Ledtiden är 1,5-2 veckor för a, tre veckor för b, tre respektive fem veckor för c och fem veckor för d.

Kartläggningen av ledtiden visar att de ledtidsmoment som utgör störst andel av den totala ledtiden är materialhanteringstiden och instartningstiden. Materialhanteringstiden kan förklaras av att M&M upplever störningar i sin produktion. Genom ett handlingsförslag som M&M har överlämnat till EF framgår det att anledningen till flertalet av störningarna beror på en stor mängd kassationer och reklamationer samt att många blandningar måste blandas om för att nå upp till den ställda kvaliteten. Handlingsförslaget kom till för att komma till rätta med produktionsstörningarna och den tar upp orsakerna till dem upplevda problemen samt lösningar på dessa.

Av alla ledtidsmoment är orderhanteringstiden det som tar kortast tid, det vill säga att registrera en KO i Movex och att koppla den till en TO. När EF väl har fått material från M&M och har ledig kapacitet så sker efterföljande processer relativt snabbt. När en produkt enbart ska kalandreras så är genomloppstiden mindre än en dag och utlastningen sker vanligtvis dagen efter. Om en produkt både ska kalandreras och vulkas så är genomloppstiden oftast mer än en dag.

5.5 Förseningar inom Engineered Fabrics

Data given av produktionsplaneraren och inköpschefen visar att gummirelaterade orsaker står för x % av totala antalet förseningar inom EF. De gummirelaterade orsakerna utgörs främst av materialbrist men även av kvalitetsbrist från M&M. Diagram 5.2 visar ett urval av de vanligaste orsakerna till förseningar inom EF. Att tillägga är att CL står för centrallager.

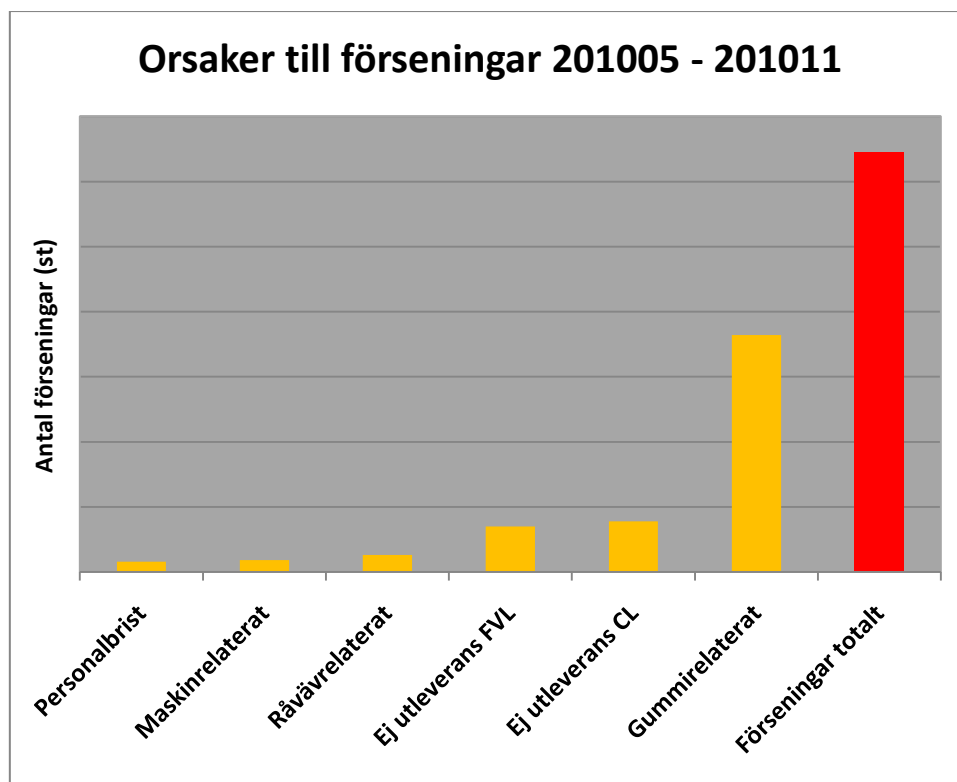


Diagram 5.2 Olika orsaker till förseningar inom EF.

5.6 Bemanning och kapacitet

Produktionen hos kalenderavdelningen sker i dagsläget måndag till fredag med tvåskift på en maskin (K55) och treskift på de två övriga (K42 och K24). Alltså är två av maskinerna bemannade från 22.00 på söndag till 18.00 på fredag varje vecka och en mellan 06.00 och 23.00 från måndag till torsdag och 06.00 till 18.00 på fredag. Vid varje maskin krävs det mer än en operatör så totalt är det nio anställda på dag- och kvällsskiftet och fyra på natten.¹³³

Vidare så har Trelleborg tolv anställda som roterar i treskift i Auma och målet här är att ha bemanning för produktion i fyra maskiner samtidigt. Då det finns åtta olika maskiner i Auma kommer den totala tiden visas istället för varje maskin enskilt, detta för att de anställda byter maskin efter behov i produktionen. Se tabell 5.2 för en överblick av kapaciteten i de olika kalendermaskinerna och i Auma.

Maskin/Avdelning	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag	Totalt
Spännram	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	-	-	40 h
K24	24 h	24 h	24 h	24 h	18 h	-	2 h	116 h
K42	24 h	24 h	24 h	24 h	18 h	-	2 h	116 h
K55	17 h	17 h	17 h	17 h	18 h	-	-	86 h
Auma	96 h	96 h	96 h	96 h	72 h	-	8 h	464 h

Tabell 5.2 Kapacitetsschema för Spännram, Kalender och Auma.

Som tabell 5.2 visar så är K24 och K42 bemannade 116 timmar i veckan. Om några oförutsägbara händelser inträffar som medför att störningar i produktionen uppstår så krävs oftast att dessa maskiner bemannas på helgerna. Det kostar betydligt mer att ha bemanning på helgerna och därför är det av intresse att minska dessa störningar så långt som möjligt.

¹³³ Enligt samtal med Jan Danielsson, Arbetsledare, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-12.

5.7 Beläggningsgrad

Enligt produktionsplaneraren på EF tar det i dagsläget cirka x veckor innan en kundorder kan bearbetas i en kalandermaskin¹³⁴. Orderstocken är alltså nästan fyra veckor och detta beror dels på kapaciteten i maskinerna men också på möjligheten att få material från M&M innan dessa fyra veckor. Att M&M har svårigheter att få fram material tidigare, beror på en för närvarande väldigt hög beläggning. Detta medför att om EF hade haft en mindre orderstock så hade den bristande leveransprecisionen från M&M påverkat i ännu större utsträckning. Auma är i dagsläget inte den trånga sektorn, men viss väntetid kan uppstå om flera order behöver bearbetas i samma maskin då flexibiliteten på maskinerna är begränsad.

5.8 Nyckeltal

Avsnittet kommer att behandla ett antal nyckeltal som EF använder sig utav för att mäta sin produktion, men även några som författarna själva har valt att titta närmare på. Informationen är mestadels framtagen ifrån Movex genom handledaren, men information har även tagits fram genom samtal med honom, inköpschefen och processingenjören.

5.8.1 Leveransprecision

Leveransprecisionen från M&M till EF är vanligtvis lägre än EF:s leveransprecision ut till kund vilket kan ses i diagram 5.3. Leveransprecisionen från M&M till EF ligger i dagsläget på x %, enligt data given av handledaren. Eftersom EF anser att leveransprecisionen är för låg har nu M&M börjat se över vilka förbättringsåtgärder de kan införa för att höja den.

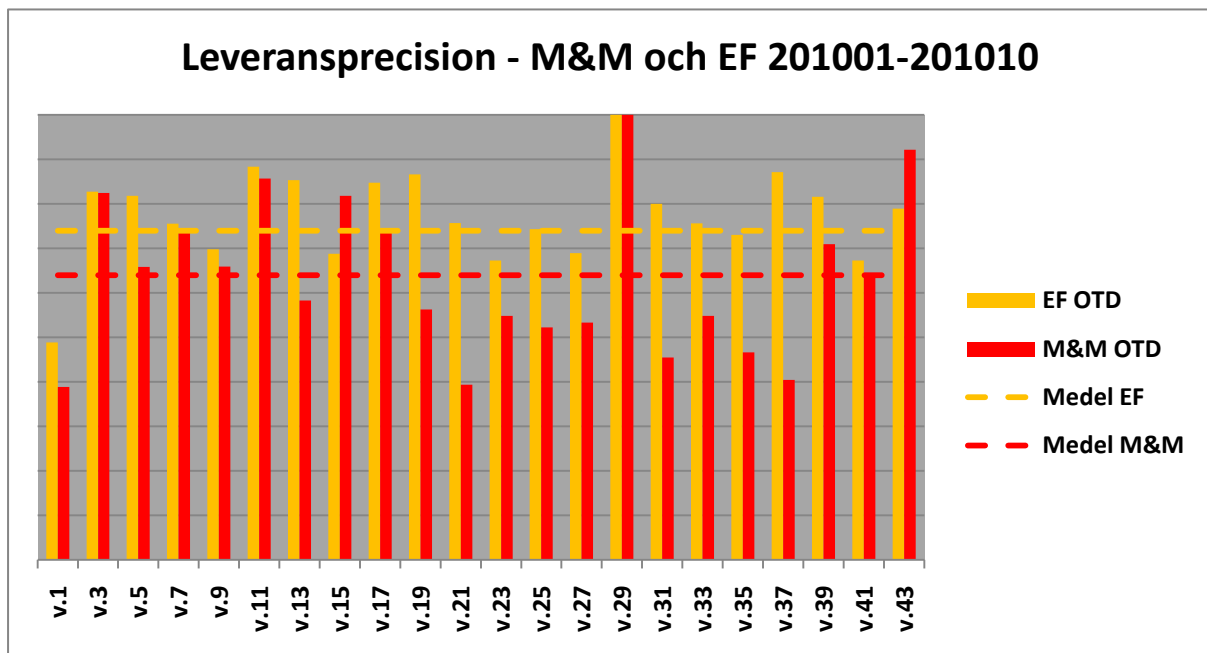


Diagram 5.3 Leveransprecision M&M och EF

Diagram 5.4 visar leveransprecisionen för kalandermaskinerna räknat mot kundens önskade leveransdatum. I dagsläget har K42 högst leveransprecision vilket kan förklaras av att M&M prioriterar gummblandningarna som ska till K42 framför de resterande kalandermaskinerna.

¹³⁴ Enligt samtal med Carin Jönsson, Produktionsplanerare EF, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-11.

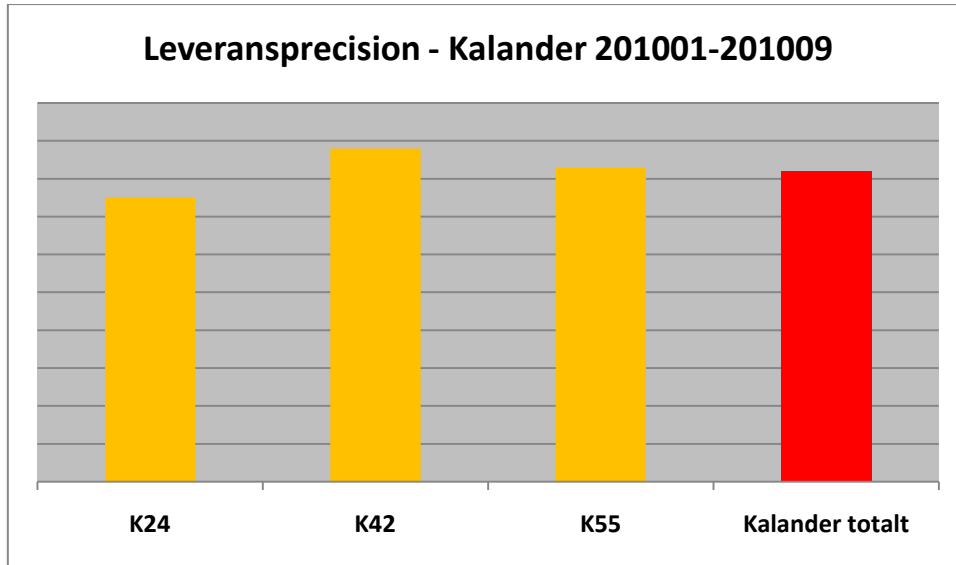


Diagram 5.4 Leveransprecision Kalender.

Leveransprecisionen från EF ut till alla kunderna ligger i dagsläget på x % vilket EF anser är för lågt. För de två största kunderna är leveransprecisionen betydligt högre, se diagram 5.5. För den största kundens del beror det delvis på pålitliga prognoser men även på snabbköpslagret (FVL) som enbart används mot dem. I snabbköpslagret finns de vanligaste produkterna lagrade som de brukar beställa, se avsnitt 5.9. En annan anledning är att deras ordrar ofta prioriteras i produktion då det är en viktig kund för EF. För den näst största kundens del beror leveransprecisionen på att företaget ger EF tidiga och tillförlitliga prognoser.

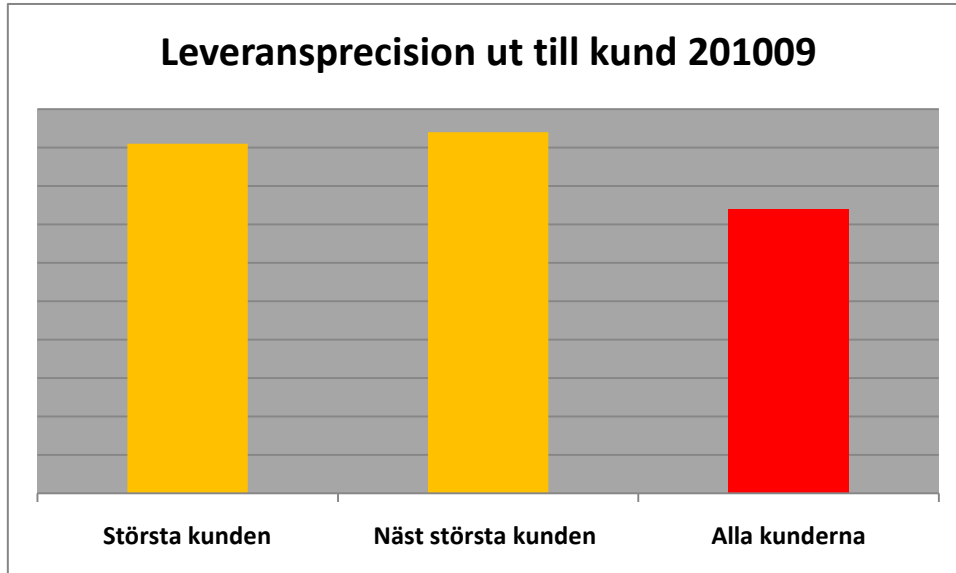


Diagram 5.5 Leveransprecision från EF ut till kund.

5.8.2 Overall Equipment Effectiveness

För att mäta hur effektiv produktionen är använder sig EF av ett effektivitetsmått som på engelska benämns som overall equipment effectiveness (OEE). Diagrammen 5.6 och 5.7 visar OEE för kalendermaskinerna (K24, K55 och K55) respektive för aumamaskinerna (Auma 8, Auma 23, Auma 47, Auma 52, Auma 59, Auma G och Auma S). Den åttonde auman (Auma V) används inte för tillfället och kommer därför inte att tas med i rapporten. Informationen är hämtad ifrån Movex och tabellerna visar OEE, Year-to-Date (YTD), det vill säga från och med första januari 2010 fram tills idag

(201010). OEE som definition ska inte kunna vara högre än 100 % men Trelleborg räknar enbart med den tid då de producerar vilket gör att om den verkliga hastigheten är högre än den kalkylerade hastigheten så får de ett värde över 100 %.

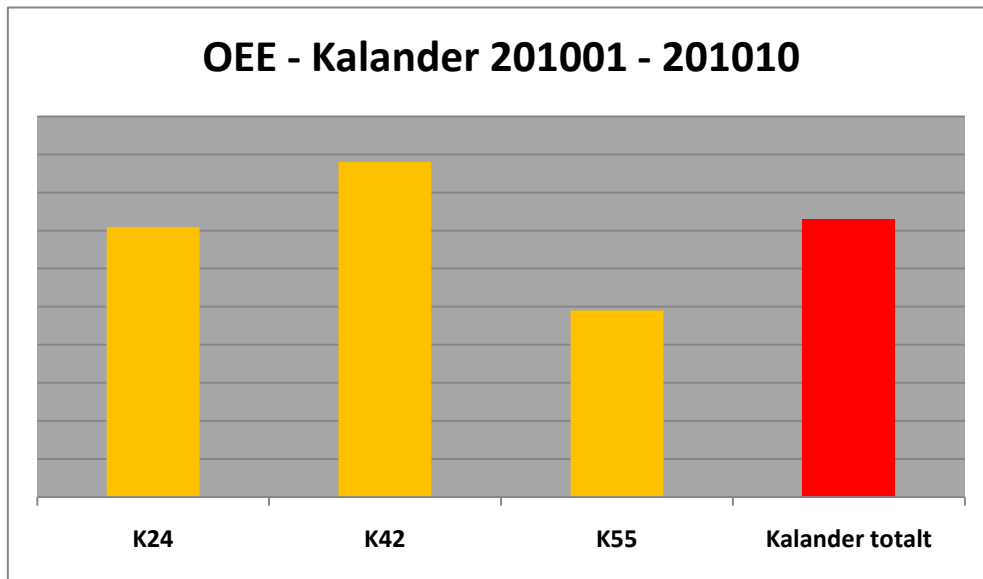


Diagram 5.6 OEE för kalendermaskinerna.

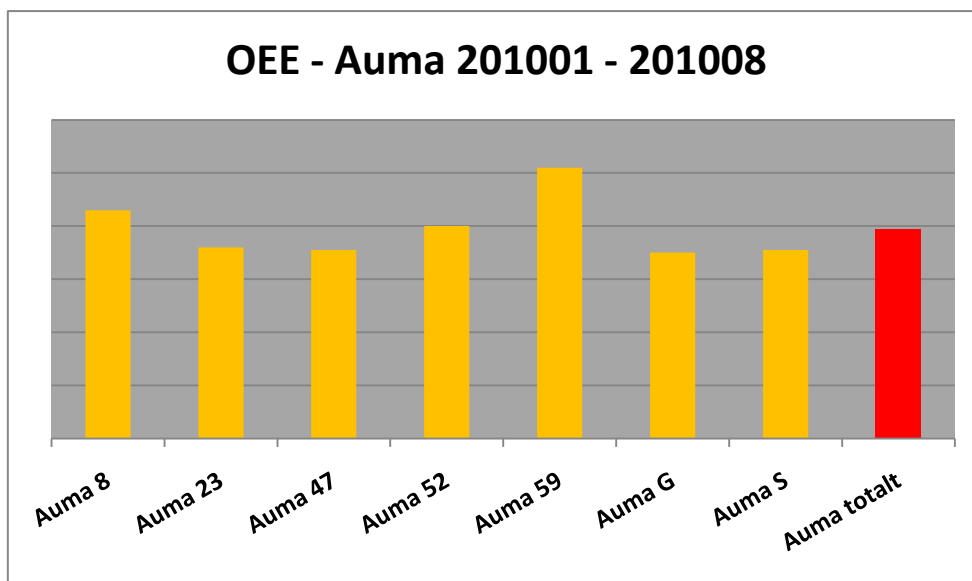


Diagram 5.7 OEE för aumamaskinerna.

Ur diagram 5.6 kan urskiljas att K42 har högst OEE vilket delvis beror på att i den kalendermaskinen körs nästan enbart produkter som ska till den största kunden, som står för en väldigt stor del av omsättningen. Det beror även på att EF prioriterar gummiblandningar som ska användas för att tillverka den största kundens produkter. Vidare finns det ett säkerhetslager med gummiblandningar som är avsett för den största kunden som kan täcka upp ifall M&M inte kan leverera på utsatt tid.

I K24 och K55 tillverkas främst det som ska till övriga kunder och en anledning till att dessa kalendermaskiner har lägre OEE än K42, kan förklaras genom att de har mer oplanerade stopp än K24 iform av materialbrist, ställtider med mera.

En låg leveransprecision till Kalander från M&M och ett lågt OEE för Kalander inverkar på möjligheterna att minska ledtiderna inom EF och möjligheterna att arbeta utifrån ett lean perspektiv. I OEE räknas ett antal parametrar in och nedantill behandlas de som anses viktiga för studien.

Takt

Den kalkylerade tid som återfinns i affärssystemet stämmer inte alltid med verkligheten då den i många fall baseras på gammal data där större kvantiteter producerades åt gången och därför kom upp i en högre hastighet. Anledningen till detta är att det alltid finns en inkörsperiod för att få rätt tjocklek och bredd vilket påverkar i större omfattning om kvantiteten är mindre.¹³⁵

Stillestånd

Förluster på grund av stillestånd kan kopplas till många olika faktorer, både planerade som oplanerade. Diagram 5.8 och 5.9 visar olika stilleståndsorsaker för Kalander respektive Auma.¹³⁶

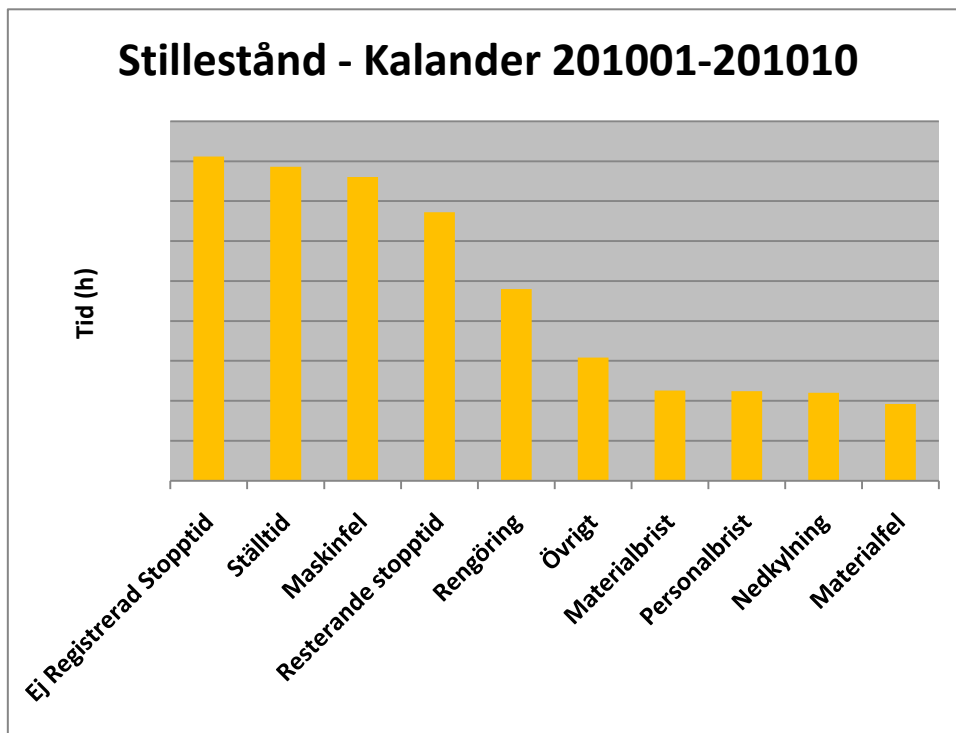


Diagram 5.8 Stilleståndsorsaker för Kalander.

Diagram 5.8 visar att oplanerade stopp såsom maskinfel, materialbrist, personalbrist och materialfel utgör en stor del av stillestånden för Kalander. Stillestånd orsakade av planerade stopp såsom ställtider och rengöring utgör också en stor del.

¹³⁵ Enligt samtal med Thomas Ahlström, Processingenjör, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-21.

¹³⁶ Enligt data ifrån Henrik Hansson Rahnboy, Quality & Improvement Manager, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-14.

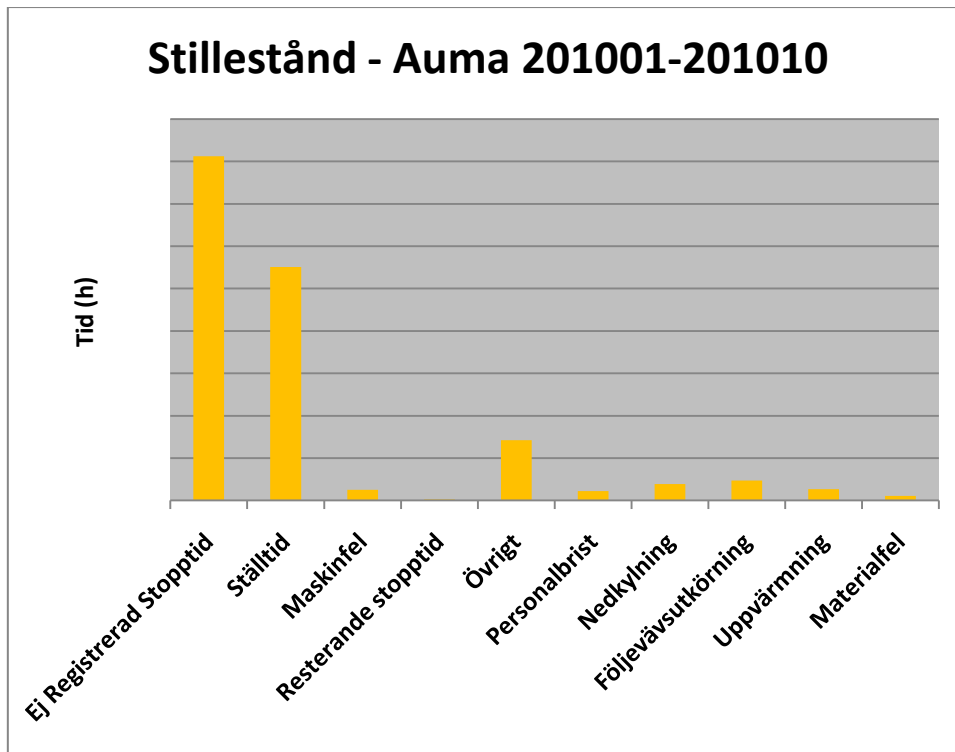


Diagram 5.9 Stilleståndsorsaker för Auma.

Diagram 5.9 visar att stillestånden för Auma är betydligt lägre än för Kalanders. Materialbrist drabbar inte Auma eftersom allt som ska dit passerar Kalanders först, vilket delvis kan förklara det lägre stilleståndet. Vidare så behöver inte aumamaskinerna rengöras som kalandermaskinerna måste göras. Anledningen till att ställtiden är högre för Auma än för Kalanders kan förklaras genom att det tar flera timmar att ställa om när trumman måste bytas ut.

Kvalitet

Kvaliteten på produkterna inom EF är tillfredställande och av alla produkter som tillverkas så håller x % rätt kvalitet YTD (201001-201011).¹³⁷

5.9 Kapitalbindning

I dagsläget binder EF kapital på ett antal olika sätt.

- Ett förråd inom EF med vävar och andra material som krävs för produktionen på EF.
- Ett mellanlager med blandat gummi som ska produceras i kalandrarna.
- Ett säkerhetslager med de sex vanligaste gummisorterna.
- Ett snabbköpslager med de åtta vanligaste artiklarna för leverans till den största kunden.
- PIA mellan kalanders- och aumaavdelningen.

¹³⁷ Enligt data ifrån Henrik Hansson Rahnboy, Quality & Improvement Manager, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-14.

Förrådet med vävar och andra material (plaster och kemikalier) binder i genomsnitt cirka x miljoner kronor. Anledningen till storleken på förrådet beror dels på att vävarna beställs från Kina och fraktas hit i containrar, vilket medför stora kvantiteter och dessa måste lagerläggas, men också för att specialvävar behövs till vissa produkter som det kan vara väldigt långa leveranstider på och därför måste dessa också lagerläggas. Det är enligt företaget mer kostnadseffektivt att beställa från Kina och ha ett förråd än att beställa från Europa och ligga på ett mindre förråd.¹³⁸ EF jobbar mot att minska förrådet och denna rapport kommer därför inte behandla detta förråd mer ingående.

Mellanlagret med gummi som kommer från M&M är i dagsläget nästan obefintligt då M&M ligger efter i sin orderstock och allt material som kommer ut från deras avdelning går mer eller mindre direkt in i produktionen på EF.¹³⁹ Rapporten kommer undersöka kostnaden av att införa ett mellanlager, buffertlager, med ett antal dagars produktion för att på så sätt minimera störningar i produktionen hos EF. Brist på material är i dagsläget det i särklass största problemet gällande störningar i produktionen.

Säkerhetslagret med de sex vanligaste gummisorterna ligger i anslutning till mellanlagret. Tabell 5.3 visar en översikt över gummityperna, MLN och MLV. MLN för de sex gummisorterna beräknades genom data från Movex. Beräkningarna gjordes genom att lagernivån togs fram för en dag i månaden under en period på 13 månader, från oktober 2009 till oktober 2010. Därefter räknades MLN ut som ett medel på lagernivån och efter det räknades MLV ut för de sex gummisorterna.¹⁴⁰

Gummityp	Kostnad (kr/ton)	MLN (ton)	MLV (kr)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Totalt:			

Tabell 5.3 MLN och MLV för säkerhetslagret för perioden 200910-201010.

Tabell 5.3 visar att totala MLV ligger på cirka x miljoner kronor där gummisorterna 1, 3 och 5 binder mest kapital i dagsläget. Det kan förklaras genom en hög efterfrågan på 1 och 3 av den största kunden och 5 av övriga kunder.

Snabbköpslagret levererar enbart till den största kunden och fungerar idag mer som ett omsättningslager. I samråd med den största kunden har leveranstider på en vecka bestämts för de produkter som finns i snabbköpslagret. I tabell 5.4 visas MLN och MLV för de produkter som finns i snabbköpslagret. MLN är framtagen under samma period som för säkerhetslagret och enligt samma förfarande. Artiklar som slutar på K4 är nya framtagna artiklar.¹⁴¹

¹³⁸ Enligt samtal med Magnus Forslund, Inköpschef, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-21.

¹³⁹ Enligt samtal med Tommy Olsson, Lagerchef, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-13.

¹⁴⁰ Enligt data ifrån Henrik Hansson Rahnboy, Quality & Improvement Manager, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-21.

¹⁴¹ Enligt data ifrån Henrik Hansson Rahnboy, Quality & Improvement Manager, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-10-21.

Kapitel 5 – Empiri

Snabbköpslager (FVL)	Kostnad (kr/m)	MLN (m)	MLV (kr)
Totalt:			

Tabell 5.4 MLN och MLV för snabbköpslagret för perioden 200910-201010.

PIA mellan kalender- och aumaavdelningen binder i dagsläget i genomsnitt cirka x miljoner kronor.¹⁴²

¹⁴² Enligt samtal med Hans Månsson Rantzow, Controller, Trelleborg Engineered Fabrics, 2010-11-15.

6 Processanalys av Engineered Fabrics

Kapitlet innehåller tankar och slutsatser gällande dagens verksamhet. Tankarna och slutsatserna kommer sedan ligga som grund för jämförelser med resultaten från simuleringarna, vilka redovisas i kapitel åtta.



6.1 Orderprocessen

Kundservice på EF tar i dagsläget emot kundorder via mail, fax, telefoni och prognoser. Informationen som lämnas till kundservice skiljer sig beroende på vilken kund som lägger sin beställning. Exempelvis anger vissa kunder orderkvantiteten i kilo, medan andra anger den i meter. När en kund anger orderkvantiteten i kilo medför det merarbete för kundservice vid registrering av kundordern i Movex. För att komma till rätta med problemet föreslås kundservice arbeta mer aktivt med att få kunderna att lämna den informationen som EF efterfrågar, alternativt överväga möjligheten att införa Electronic Data Interchange (EDI). EDI medför att företag kan skicka strukturerad information till varandra genom att komma överens om ett visst format.

Den största kunden har en hög kundorderfrekvens då de står för cirka x % av försäljningen. I dagsläget lägger de sina KO via mail till kundservice, som registrerar dessa i Movex innan de går vidare till produktionsplaneraren. I och med att de använder samma affärssystem som EF så skulle ledtiden kunna minskas om de hade lagt sina kundorders direkt i Movex istället, för att som nu, gå via kundservice. Detta skulle innebära att tid frigörs för kundservice att ta hand om andra ärenden och för produktionsplaneraren skulle det medföra att en TO fortare kan skapas än vad som görs för tillfället.

6.2 Produktionsplaneringen

Ett problem som har identifierats som bidrar till störningar i produktionen är att produktionsplaneraren släpper ut order i produktionen utan att riktigt försäkra sig om att det finns tillgång på material. Vid flera tillfällen har observationer gjorts i produktionen då en kalendermaskin har stått stilla för att det har saknats material. Vid majoriteten av fallen blir det inget stopp i produktionen då produktionsplaneraren istället planerar om, men det medför omplanering på en daglig basis. För att komma tillrätta med problemet föreslås att två körlistor implementeras, en aktiv och en passiv körlista, där den aktiva körlistan ska innefatta order som kan köras då material finns tillgängligt. Med andra ord krävs det att det finns en återkoppling från M&M som visar var i deras förädlingskedja materialet befinner sig, mer om detta i avsnitt 6.3. Den passiva körlistan ska i sin tur bestå av order som inte kan köras ännu för att det saknas material. När material väl finns tillgängligt ska ordern flyttas över till den aktiva listan.

En annan åtgärd för att förhindra att K24 och K42 står stilla vid materialbrist är att utnyttja möjligheten att kunna köra samma order på de två maskinerna. Det skulle medföra att det inte spelade någon roll vilken maskin som har tillgång till material, utan den med ledig kapacitet hade kunnat producera nästföljande order. Flexibilitet som råder emellan maskinerna utnyttjas inte i dagsläget vilket i vissa fall påverkar produktiviteten och maskinutnyttjandet. Flexibiliteten för K55 är begränsad på sådant sätt att den kör tjockare typer av gummi, vilket innebär att det som körs på K55 inte kan omläggas på en annan kalendermaskin.

Då en order ska bearbetas i både kalenderavdelningen och Auma så planeras produktionen runt tillgänglig kapacitet i Auma, vilket är rätt då det inte är önskvärt med order som går igenom Kalender

och sedan står och binder kapital mellan avdelningarna på grund av kapacitetsbrist i Auma. Även fast det är kapaciteten i Auma som styr planeringen så finns det cirka två miljoner i PIA mellan kalenderavdelningen och Auma. Anledningen till detta är att produktionsplaneraren planerar efter maskinkapaciteten per maskin i Auma och inte den totala kapaciteten. Vad som menas med detta är att då det finns åtta maskiner i Auma så finns det i teorin kapacitet för att köra alla dessa maskiner, men i verkligheten är det enbart fyra som är i drift vid ett och samma tillfälle. Det betyder att om Movex visar att det finns kapacitet i en maskin i Auma vid ett visst datum så finns möjligheten att planera in ordern där, oberoende om fyra eller fler andra maskiner också är inplanerade att producera detta datum. Vad detta i sin tur leder till är att personalen på Auma får prioritera vilken order som ska produceras först och således står den eller de andra order och väntar, binder kapital. Vad som behövs för att komma till rätta med detta problem är någon typ av total kapacitet i Movex, gällande Auma. Denna kapacitet ska visa att om fyra maskiner är fullbelagda en viss dag så finns inte möjligheten att en order planeras in denna dag, även om just den maskin som ska bearbeta ordern visar att den har tillgänglig kapacitet.

EF försöker tillämpa JIT-principen som går ut på att få material precis när tillverkningen är tänkt att starta men för att JIT ska fungera krävs ett flöde fritt från störningar. I dagsläget anser inte författarna att en övergång från nuvarande push-system till ett pull-system kan ske. Detta grundas delvis på M&M:s låga leveransprecision till EF, men även på grund av att gummirelaterade orsaker enbart står för hälften av totala antalet förseningar inom EF. Med andra ord har EF störningar i sin egen produktion som leder till förseningar i hälften av fallen och dessa behöver rättas till innan en övergång till ett pull-system kan ske. För att EF ska kunna gå över till ett pull-system måste först en störningsfri produktion säkerställas med mindre oplanerade stopp och bättre kontroll på vart i flödet en produkt befinner sig.

Vidare så prioriteras den största kunden, vilket är ett måste för att kunna möta deras krav på ledtider. Det som gör det lite besvärligt är att med den varierande efterfrågan som denna kund uppvisar så binds i vissa fall maskintimmar som hade kunnat användas till att möta efterfrågan från andra kunder, det vill säga öka leveransprecisionen mot dessa kunder. Då de står för en stor del av den totala produktionen hos EF så krävs också mycket kapacitet i maskinerna och brister i prognoser eller orderläggning får ett betydande genomslag i produktionen.

För att kunna försäkra sig om att de produkter kunden har prognostiserat för verkligen är i behov hos deras kunder, skulle det vara fördelaktigt att få information från kunden så tidigt som möjligt. Ett alternativ är att det införs någon typ av samarbete där EF får reda på när en större order kommer in till kunden eller om efterfrågan har förändrats inför kommande dagar eller veckor. I dagsläget läggs alla order på torsdagar vilket ibland kan medföra stora omplaneringar om beställningen avviker radikalt mot det prognostiserade. Hade EF istället fått information gällande en högre eller lägre efterfrågan direkt när kunden fått kännedom om det så hade planeringsprocessen förenklats avsevärt och de mindre kunderna hade kunnat få en bättre service.

Anledningen till att författarna anser det vara realistiskt att upprätta någon typ av flytande rapportering från den största kunden är för att det är en intern kund och ett samarbete borde därför vara möjligt att upprätta.

6.3 Produktionsuppföljning

I dagsläget finns det inte någon koppling mellan det material som beställs och tillverkningsordern i kalendermaskinerna. Det betyder att det inte finns någon vetskap om vilken leverans av material som hör till vilken order. Detta medför att material som var avsatt för en viss order kan användas av en annan order som prioriteras upp i körlistan. I dagsläget går EF efter vilka nivåer Movex visar gällande

lagernivån på ett visst material och det bör fungera så länge lagersaldot stämmer överens med verkligheten. Dock så hade det varit fördelaktigt att kunna se vart i kedjan det önskade materialet befann sig, för att på så sätt under ledtidens gång kunna planera utefter om materialet anländer tidigare eller senare.

Det finns i dagsläget möjlighet att i Movex se vart i förädlingskedjan materialet befinner sig hos M&M, men det innebär ganska många moment för att få fram denna information för varje order. Om det istället var möjligt att automatiskt kunna se när materialet kommer att vara tillgängligt så hade brister uppkommit mer sällan, vilket hade underlättat vid planeringen av produktionen. Vad författarna menar med automatiskt är att det kan införas en statusrad i Movex som visar vart i förädlingskedjan materialet befinner sig. Med denna information kan sedan en aktiv och en passiv körlista skapas där den passiva innefattar de order som inte har ingående material samt den aktiva där det finns ingående material.

Det kan till exempel tänkas att det läggs en beställning på material för en order och att M&M har utlovat leverans av material x dagar senare. Om det sedan kommer in en order med samma ingående material under dessa x dagar, borde det finnas möjlighet för M&M att samköra materialet för dessa order. Detta gör att materialanskaffningstiden för order två minskar. Möjligheten finns då att producera order två tidigare än planerat. Om kunden önskar att ha sin produkt tidigare, som kan tänkas i många fall, så kan den ordern produceras tidigare, givet att kapacitet finns i maskinerna. Om kunden inte önskar att ha produkten tidigare medför detta en kapitalbindning som svarar mot det ingående materialets kostnad och det i sin tur kan medföra att EF inte önskar samkörning från M&M. Dock så säkerställs att ordern kan levereras i tid eftersom det ingående materialet då finns lagerlagt.

6.4 Ledtider

Som tidigare nämnts så är efterfrågeledtiden, från de kunder som sätter ett önskat leveransdatum, i medel x dagar ut från kalenderavdelningen. Vad som menas med detta är att de kunder som sätter ett önskat leveransdatum efterfrågar en ledtid, från order till leverans, som i medel är x dagar. Det går vidare att anta att det finns en efterfrågan på en leveransledtid som är, eller underskrider, x dagar för samtliga kunder då majoriteten av de som inte ger ett önskat leveransdatum förmodligen förväntar sig samma behandling som de som sätter ett önskat leveransdatum.

Att det i sin tur enbart är x % av alla order som har ett önskat leveransdatum kan förklaras av att den största kunden i stor utsträckning plockar sina order från färdigvarulagret, samt att resterande kunder rättar sig efter EF:s ledtider. Det är viktigt att påpeka att den genomsnittliga produktionsledtiden för de order som har ett önskat leveransdatum är x dagar och den genomsnittliga produktionsledtiden för alla order ut från kalenderavdelningen är x dagar. Det som gör att den genomsnittliga produktionsledtiden är kortare för alla order totalt är på grund av lagret som finns med ingående material för de vanligaste gummisorterna. Majoriteten av de order som har ett önskat leveransdatum har ingående material som måste beställas från M&M.

Att få ner ledtiderna till en nivå under x dagar på kalenderavdelningen är mycket realistiskt sett till dagens kapacitet och orderingång. Simuleringarna som gjordes visade att ledtiderna hade kunnat minskas med upp till x % de första tio månaderna 2010 genom att planera på ett annorlunda sätt. Denna siffra och dess validitet kommer att diskuteras vidare i simuleringsskapitlet, se kapitel åtta.

Eftersom den genomsnittliga ledtiden för hela EF, där alla avdelningar inkluderas, ligger på x dagar innebär det att kalenderavdelningen har kortare ledtider, vilket är förstärkt då det är det första steget för de produkter som ska in till Auma. Kalenderavdelningen är i dagsläget den trånga sektorn i fabri-

ken och produktionsplaneraren planerar utefter principen att då en produkt går in i Auma så är den färdig för utleverans inom tre dagar. Då Auma har mer kapacitet än vad som utnyttjas i dagsläget så har fokus lagts på kalenderavdelningen.

Andra avdelningar som gör att den totala genomsnittliga ledtiden blir x dagar är Strykrummet och Vägtejp som inte ingår i examensarbetet.

6.5 Leveransprecision

Leveransprecisionen som i dagsläget ligger runt x % grundar sig delvis i M&M:s leveransprecision men också i att de interna processerna inte fungerar fullt ut. Vid analysen av de olika orsakerna till brister i produktionen så stod M&M för drygt x %, alltså står EF själva för resterande del av bristerna. Något som påvisar detta är att även under de veckor som M&M har uppvisat en hög leveransprecision, över x %, så har EF fortfarande haft en leveransprecision runt x %.

Vad författarna tror att det i många fall beror på är att produkterna produceras för nära inpå det satta leveransdatumet, produktionen planeras alltså in för sent. Om en produkt planeras att produceras samma dag som den ska levereras är risken stor att kunden inte får den på utsatt tid. Saker som kan påverka detta är problem vid utleveransen, brist i kommunikationen mellan produktionen och utleveransen eller att produkten är färdig för sent på dagen, med mera.

Ett enkelt sätt att testa detta på är att planera in order att produceras ett antal dagar tidigare, eller att kunden ges ett antal dagars längre ledtid. Att producera en produkt tidigare än då ingående material finns tillgängligt är i realiteten omöjligt så alternativet som kvarstår är att lägga på ett antal dagars ledtid till kund. Skulle detta genomföras så skulle ledtiden öka med de dagar som produktionen senareläggs men det blir då möjligt att upprätthålla en högre leveransprecision.

Vidare så hade det krävts ett buffertlager som lagerlägger det ingående materialet under dessa dagar. Ett buffertlager hade inte bara ökat leveransprecisionen, utan det hade också förenklat planeringsprocessen, då det hade säkerställt att det ingående materialet för ett visst antal dagars produktion hade funnits tillgängligt. Mer om buffertlagret återfinns i avsnitt 6.6.

Det har tidigare nämnts att enbart x % av alla order från januari till oktober 2010 hade ett önskat leveransdatum. Det innebär att produktionsplaneraren hade kontroll över leveransprecisionen av resterande order på x % då det är denne som sätter det leveransdatum som dessa order kan levereras på, med undantag för den största kunden där kravet på korta ledtider gör att produktionsplaneraren inte har något val gällande leveransdatum. Om det fanns full kännedom om materialtillgång och reell kapacitet i maskinerna så hade leveransprecisionen kunnat ligga på en högre nivå, men ledtiderna hade blivit längre än vad de är i dagsläget. Vad som anses vara viktigast, leveransprecision eller ledtiden, är ett ställningstagande som företaget måste göra och det kommer diskuteras vidare i resultatkapitlet.

6.6 Kapitalbindning

De lager som finns idag, råvarulager samt färdigvarulager, har inga direkta direktiv över hur de ska styras. Det kan tänkas att det bör införas något lagerstyrningssystem för att kunna hålla rätt ekonomiska nivåer. Examensarbetet kommer dock inte gå in mer i detalj gällande hur lagren ska styras.

Det lager som innefattar vävar och kringutrustning binder i dagsläget kapital som svarar mot cirka x miljoner kronor. Vidare så binder lagret med de vanligaste gummisorterna i genomsnitt cirka x miljoner kronor och färdigvarulagret mot den största kunden binder i genomsnitt cirka x miljoner kronor. Studeras enbart det kapital som binds i ingående material till kalenderavdelningen samt färdiga pro-

duker från kalenderavdelningen, är det i genomsnitt cirka x miljoner kronor. Mellan Kalender och Auma binder PIA i dagsläget cirka x miljoner kronor.

Ur beräkningar som gjorts och som kan ses i avsnitt 7.5 så ligger medelförseningen från M&M på 4,1 dagar. Genom simuleringsmodellen har det räknats fram en genomsnittlig kostnad för att hålla ett buffertlager för dessa fyra dagar och den blev cirka 950 000 kronor. Buffertlagret för fyra dagars produktion skulle i teorin öka M&M:s leveransprecision från x % till 90 % men det skulle också förlänga ledtiden med fyra dagar. Det vill säga att en investering i ett buffertlager hade ökat sannolikheten att det ingående materialet verkligen finns vid första planeringstillfälle med 26 %. Det i sin tur hade, vid ett införande av buffertlager, gett produktionsplaneraren möjligheten att ge ett mer korrekt leveransdatum till kund, vilket i sin tur hade ökat leveransprecisionen. Ett buffertlager hade också medfört att produktionen kunnat fortgå utan brist på material. I tabell 6.1 nedan ses fördelningen per maskin gällande kapitalbindningen vid införande av ett buffertlager.

Maskin	Kapitalbindning (kr)
K24	207 168
K42	243 388
K55	498 070
Totalt	948 656

Tabell 6.1 Visar kapitalbindningen per maskin vid införande av ett buffertlager.

Tilläggas skall, att om det beslutas för ett införande av buffertlager så är det enbart en temporär lösning tills M&M lyckats få upp sin leveransprecision till den nivå som EF har önskat. Ett handlingsförslag från M&M har presenterats och de arbetar nu aktivt med att öka sin leveransprecision och minska sina ledtider.

7 Simuleringmodell

Det sjunde kapitlet kommer att redogöra för simuleringsmodellen som skapades för att simulera produktionen på EF. En redogörelse görs över urvalet av order, hur simuleringsmodellen är uppbyggd och dess funktion. Vidare tar kapitlet upp vilka scenarion som simulerades utgående ifrån planeringsmetoderna och vilken data som samlades in. Kapitlet avslutas med en beskrivning av simuleringsmodellens trovärdighet.



7.1 Urval

Den simuleringsmodell som skapades för att visualisera produktionen i kalendermaskinerna utgick från samtliga tillverkningsorder som bearbetats under de första tio månaderna 2010, från januari till oktober. Anledningen till att denna period valdes var för att kunna testa modellen mot verkligt utfall då fullständig historisk information fanns gällande dessa order. Totalt handlade det om 5400 rader för hela EF och av dessa hörde 2700 till Kalender, dessa behandlades i modellen.

Författarna beslutade under kartläggningen och skapandet av modellen att fokusera på kalenderavdelningen och få denna simulering så precis som möjligt, då det är den trånga sektorn i fabriken. Det hade blivit väldigt komplext att få med Auma i beräkningarna och sorteringsalgoritmerna då det finns åtta olika maskiner i Auma, varav fyra kan opereras samtidigt och oberoende av varandra.

7.2 Simuleringsmodellens uppbyggnad

När skapandet av modellen startades togs information från ett excelblad som bestod av all produktion inom EF från januari till oktober 2010. Varje rad i excelbladet svarade mot en order som inkluderade artikelnummer, kvantitet, registrerat datum, med mera. Sedan skapades ytterligare blad som modellen kunde söka i med information gällande ingående gummi per order, gummikostnad per kilo, maskin som bearbetat, med mera.

När all data fanns tillgänglig skapades tre olika blad som fungerade som orderstockar för varje kalendermaskin och där varje order sorterades in under den maskin som bearbetat ordern. Nästa steg var att läsa in alla order för första dagen och räkna ut ordervärde, tidsåtgång, möjlig dag för produktion och så vidare. När alla order för första dagen var inlagda i respektive orderstock sorterades orderstockarna efter den planeringsmetod som på förhand valdes, EDD, SPT eller FIFO.

När detta var avklarat simulerades produktionen i ytterligare tre blad i excel-filen som benämndes körplanen. Varje maskin hade, som visas i avsnitt 7.5, olika OEE och bemanning vilket togs i beaktning vid simuleringen. När kapaciteten hade fyllts för första dagen för respektive maskin så gick programmet tillbaka till det ursprungliga excelbladet och läste in alla order för dag två. Dessa lades i orderstocken och sedan sorterades hela listan om efter vald planeringsmetod, maskinerna kördes sedan igen efter kapacitet för dag två och sedan loopades detta under ett antal månader.

Av dessa tio månader hanteras de första fyra enbart som en uppstartningsperiod i syfte att bygga upp en orderstock. Ett sätt att se det på är att när modellen startas så startas ett nytt företag, vilket leder till att det i början kommer finnas väldigt mycket kapacitet i maskinerna samt att det måste beställas material till samtliga order, vilket i sin tur leder till missvisande värden. Det är de sista sex månadernas simulering som resultaten är tagna från, allt för att få en så realistisk bild av produktionen som möjligt.

7.2.1 Specifikation av modellens kod

För att få en lite större inblick i hur modellen är uppbyggd kan en väldigt förenklad pseudokod läsas nedan. I programmet finns ett antal funktioner som inte tas upp nedan men som inte heller är av något intresse för läsaren då de enbart används i de andra funktionerna, därför har dessa valts att utelämnas.

/** Skriver ut rubriker för alla blad. */

Function Topics()

/** Läser in information om alla orderrader för en vald dag som tas från excelbladet som innehåller årets historik. Söker sedan efter information i ett antal andra excelblad och utför beräkningar, denna information skrivs sedan ut i bladen för respektive maskins orderstock. Efter att sortering och produktionssimulering har genomförts loopas sedan denna funktion x antal dagar. */

Function Inlasning()

/** Sorterar varje körplan efter principen först in, först ut. */

Function FIFO()

/** Sorterar varje körplan efter principen kortast operationstid först. */

Function SPT()

/** Sorterar varje körplan efter önskat leveransdatum, om önskat leveransdatum saknas sorteras resterande order efter när kundordern kom in. */

Function EDD()

/** Slumpar ut ett antal dagars försening enligt fördelningen som ses i avsnitt 7.5. */

Public Function Forsening()

/** Simulerar produktionen för en dag med givna OEE och arbetstimmar för den maskinen. Räknar ut ledtiden, om ordern var i tid och ordervärde. Det finns tre funktioner för detta, en för respektive maskin och alla har samma princip, det som skiljer är enbart kapacitetsvektorn per vecka. */

Function Kor3324()

Function Kor3342()

Function Kor3355()

7.3 Simuleringsmodellens funktion

För att läsaren ska få en visuell bild över simuleringsmodellens uppbyggnad och funktion hänvisas denne till flödesschemat som kan ses i bilaga D. Det kan vara lämpligt att titta igenom flödesschemat innan fortsatt läsning.

Simuleringsmodellen har fem inparametrar vilka skrivs in innan simuleringen påbörjas. Simuleringen startas genom att välja den planeringsmetod som simuleringsmodellen ska simulera utifrån. Tabell 7.1 redogör för simuleringsmodellens inparametrar och en kort förklaring av dessa ges dessutom.

Inparametrar	Förklaring
Simuleringsdagar	Antalet dagar som simuleringsmodellen ska simulera.
OEE värden	Vilka OEE-värden som simuleringsmodellen ska simulera utifrån.
Ledtiden från M&M	Vilken ledtid från M&M som simuleringsmodellen ska simulera utifrån.
Leveransprecisionen från M&M	Vilken leveransprecision från M&M som simuleringsmodellen ska simulera utifrån.
EDD, FIFO eller SPT	Vilken planeringsmetod som simuleringsmodellen ska simulera utifrån.

Tabell 7.1 Visar simuleringsmodellens inparametrar och en förklaring till dessa.

Simuleringsmodellen har tre utparametrar vilka ges när simuleringen har avslutats, leveransprecision, genomsnittlig ledtid samt ordervärdet för de order som har producerats. Leveransprecisionen är antal order i tid dividerat med antal genomkörda order. Tabell 7.2 redogör för simuleringsmodellens utparametrar och en kort förklaring av dessa ges också.

Utparametrar	Förklaring
Antal genomkörda order	Visar antalet order som producerades för respektive kalendermaskin.
Antal genomkörda order i tid	Visar antalet order som producerades i tid för respektive kalendermaskin.
Genomsnittlig ledtid (dagar)	Visar den genomsnittliga ledtiden i dagar för respektive kalendermaskin.
Ordervärde färdiga order (kr)	Visar ordervärdet för de order som producerades, för respektive kalendermaskin.

Tabell 7.2 Visar simuleringsmodellens utparametrar och en förklaring till dessa.

7.3.1 Exempelsimulering

För att läsaren ska få en uppfattning om hur en simulering gick till så har en exempelsimulering upprättats där första delen utgörs av inparametrarna och inställning av dessa samt val av planeringsmetod. Som kan ses i tabell 7.3 så finns möjligheten att välja antal dagar som modellen ska simulera över, vilka OEE värden som ska användas, vilken ledtid och leveransprecision som M&M ska ha samt vilken planeringsmetod som ska simuleras utifrån. Exemplet nedan simulerar scenario två vilket är dagens situation och som låg till grund för validering av modellen.

Exempelsimulering	
Inparametrar	Data
Simuleringsdagar	180
OEE värden	
K24	x %
K42	x %
K55	x %
Ledtiden från M&M	x dagar
Leveransprecisionen från M&M	x %
EDD, FIFO eller SPT	FIFO

Tabell 7.3 Visar simuleringsmodellens inparametrar.

Efter att inparametrarna har definierats så startas simuleringen och modellen börjar då läsa in orderrader med tillhörande data, vilket visas i tabell 7.4. Att tillägga är att den enbart visar hur en orderrad ser ut och i det här exemplet är det första orderraden i simuleringen. I bladet med årets historik fanns också information som visade på när ordern hade bearbetats men den informationen var inte till nytta för modellen så den utelämnas här.

Inläsning av orderrader (en orderrad)	Data
TO nummer	
Artikelnummer	
Produktgrupp	
Registrerat datum	
Tillverkad kvantitet (kg)	
Artikeltyp	
Gummsort	
Bearbetningsmaskin	
Ingående kvantitet (kg/m)	
Hastighet (m/min)	
Önskat leveransdatum	

Tabell 7.4 Visar en orderrad med tillhörande data vid inläsning.

Efter att modellen har läst in första raden görs ett antal sökningar i blad som innehåller information om gummikostnad per kilo, kostnad för färdig produkt per meter och så vidare. Efter några uträkning-

är skrivs sedan orderraden ut i orderstocken för den maskin som bearbetat ordern, i detta fall K24. I tabell 7.5 ses hur en orderrad ser ut när den har lagts i orderstocken.

Inläsning av orderrader (en orderrad)	Data
Artikelnummer	
Gummityp	
Tillverkad kvantitet (m)	
Total gummimängd (kg)	
Kostnad per kilo (kr)	
Total kostnad råmaterial (kr)	
Tidsåtgång (min)	
Bearbetningsmaskin	
Kostnad färdig order per meter	
Kostnad färdig order totalt	
Registrerad TO	
Önskat leveransdatum	
Första möjliga dag för produktion	
Nuvarande ledtid	
I tid (Ja/Nej)	

Tabell 7.5 Visar en orderrad med tillhörande data vid inläggning i orderstocken.

När den första orderraden har lästs in så kollar modellen om nästa orderrad också är registrerad på den första dagen, i det här exemplet är det alltså sjunde januari 2010. Om så är fallet läser den in nästa rad och gör samma sak som beskrivits ovan och detta förfarande pågår fram till det att den har gått igenom samtliga order för denna dag.

När alla order är inlästa för första dagen prioriteras sedan de tre körplanerna efter inställd planeringsmetod och när det är gjort genomförs själva simuleringen av produktionen. Den 7 januari 2010 var en torsdag och således används den kapacitet varje maskin förfogar över på en torsdag i simuleringen. De order som måste vänta på att ingående material ska levereras från M&M ligger kvar i orderstocken medan de order som har ingående material som finns i lager kan köras direkt. Det är på grund av detta som vi bygger upp en orderstock på fyra månader, de första x dagarna kan alltså enbart de order som har ingående material som finns i lager köras och det blir därför missvisande värden i början av simuleringen.

När dag ett är genomförd, det vill säga när antingen kapaciteten i maskinerna är nådd eller att det inte finns några order som går att köra, så går modellen vidare till dag två och gör samma sak. Till slut finns det en orderstock med order som väntar på produktion samt en körplan som visar vilka order som har körts på vilken dag och hur lång ledtid de har.

När hela simuleringen är genomförd finns det en flik som kallas sammanställning och i den visas simuleringsmodellens utparametrar. I tabell 7.6 finns ett exempel på hur det ser ut efter en simulering över 180 dagar då det först har byggts upp en orderstock i 120 dagar.

Utparametrar	Data
Antal genomkörda order	
K24	360
K42	391
K55	606
Antal genomkörda order i tid	
K24	295
K42	303
K55	476
Genomsnittlig ledtid	
K24	23,83
K42	23,48
K55	36,77
Ordervärde färdiga order	
K24	
K42	
K55	

Tabell 7.6 Visar simuleringsmodellens utparametrar.

7.4 Simulerade scenarion

Utifrån simuleringsmodellen har sex scenarion simulerats för alla tre planeringsmetoder och de ses i tabell 7.7 nedan.

Scenario	Ledtid från M&M	Leveransprecision från M&M	Syfte
1	0 dagar	100 %	För att få en bild av hur det skulle se ut om det fanns oändligt med material på lager.
2	23 dagar	x %	Dagens situation och det scenario som modellen validerades mot.
3	23 dagar	100 %	För att se hur stor inverkan leveransprecisionen från M&M har gällande EF:s produktion.
4	10 dagar	x %	För att se hur mycket M&M:s ledtid påverkar EF:s ledtider.
5	10 dagar	100 %	För att se vilken ledtid och leveransprecision som hade gått att uppnå om M&M hade haft en ledtid på x dagar och en leveransprecision på 100%.
6	23 dagar	x %	I detta scenario sattes en önskad ledtid på x dagar på samtliga order. Anledningen till att detta scenario togs med var för att kunna se en större skillnad i leveransprecision, eftersom enbart x % av alla order har ett önskat leveransdatum i dagsläget.

Tabell 7.7 Visar de sex olika scenarion som simulerades samt en syftesförklaring till dessa.

Anledningen till att det första scenariot inkluderades i simuleringsstudien var för att författarna ville få en bild av vilka ledtider EF skulle kunna ha om det fanns tillgång till oändligt med material på lager, vilket i realiteten skulle vara omöjligt, men som ändå ger en bild av vilka ledtider som hade varit möjliga att ha.

Scenario två var det scenario som modellen validerades på och som visar vilka skillnader som hade blivit om EF hade valt att planera utifrån en annan planeringsmetod.

Scenario tre simulerades för att se hur mycket leveransprecisionen från M&M påverkar EF:s ledtider och leveransprecision.

Scenario fyra simulerades för att kunna se hur ledtiden och leveransprecisionen till kund skulle se ut om M&M halverade sina ledtider med dagens leveransprecision. Enda skillnaden mellan scenario fem och fyra är att i scenario fem så sattes leveransprecisionen till 100 % från M&M till EF.

Det sista scenariot simulerades för att kunna se en större skillnad i leveransprecisionen mellan de olika planeringsmetoderna då enbart x % av alla order har ett önskat leveransdatum. I de övriga simuleringarna kommer alltid x % av alla order i tid, oberoende på hur lång ledtid de har. Detta gör att skillnaden i leveransprecision mellan de olika planeringsmetoderna blir lite missvisande.

7.5 Datainsamling

Vid starten av skapandet av simuleringsmodellen så samlades data in från Movex. Henrik, vår handledare, var till stor hjälp under datainsamlingen och under tiden som modellen byggdes upp. Efter hand som brister upptäcktes i datainsamlingen, uppdaterades den för att simuleringsmodellen skulle uppnå en hög trovärdighet. En sammanställning av datat som samlades in och vad den användes till kan ses i tabell 7.8.

Typ av data	Användningsområde
Artikelnummer (xxxxxxx)	Särskilja order
Gummityp (xxxxxx)	Räkna ut materialkostnaden
Tillverkad kvantitet (m)	Räkna ut ordervärdet för en färdig order
Total gummi mängd (kg)	Räkna ut materialkostnaden
Kostnad per kilo (kr)	Räkna ut materialkostnaden
Total kostnad råmaterial (kr)	Total gummi mängd gånger kostnad per kilo ger total kostnad råmaterial
Bearbetningstid (min)	Används vid simulering av produktionen
Bearbetningsmaskin (K24, K42, K55)	Särskilja kalendermaskinerna
Kostnad färdig order per meter (kr/m)	Räkna ut ordervärdet för en färdig order
Kostnad färdig order totalt (kr)	Tillverkad kvantitet gånger kostnad färdig order per meter ger kostnad färdig order totalt
Registrerad TO (YYYY-MM-DD)	Räkna ut ledtiden
Önskat leveransdatum (YYYY-MM-DD)	Räkna ut ledtiden
Första möjliga dag för produktion (YYYY-MM-DD)	Ta med materialförseningen från M&M
Nuvarande ledtid (dagar)	Ledtiden i antalet dagar
I tid (Ja/Nej)	Räkna ut leveransprecisionen

Tabell 7.8 Visar simuleringsmodellens data och dess användningsområde.

Vidare så räknades egna OEE värden ut som sedan användes i modellen, för att få en så rättvis bild av verkligheten som möjligt. Värdena räknades ut genom att ta total kalkylerad tid över tidsperioden som valdes och sedan dividera denna tid med den tid som maskinerna varit bemannade över samma tidsperiod, vilket fanns registrerad i Movex. Den kalkylerade tiden räknades ut med hjälp av att ta den kalkylerade hastigheten (per meter) för varje artikel, gånger längden (per meter) för varje order och sedan addera ihop alla orderrader för varje maskin. Detta kunde självklart inte göras för hand utan gjordes genom att skapa ett program. Nedan ses de framräknade OEE värdena för varje maskin.

	K24	K42	K55
Arbetstid (min)			
Kalkylerad tid (min)			
OEE			

Tabell 7.9 Uträknade OEE värden för respektive kalendermaskin 201001-201006.

Antalet timmar som maskinerna är bemannade, vilket redovisades i avsnitt 5.6, skiljer sig från verkligheten på grund av ett antal olika anledningar såsom att det är röda dagar, personal har semester eller är sjuka, maskinstopp med mera. Igen, för att få en så bra modell som möjligt räknades ett genomsnitt ut över hur många timmar som maskinerna varit bemannade under tidsperioden januari till oktober 2010. Om inte denna justering genomförts så hade modellen blivit missvisande då den hade räknat med att det funnits mer kapacitet än vad som fanns i verkligheten. Denna procentsats användes tillsammans med OEE-värdet för att få en korrekt tid i modellen. Nedan ses hur många timmar som maskinerna producerade i genomsnitt under de tio första månaderna 2010.

	K24	K42	K55
Tid som maskinerna är bemannade i verkligheten (h/per vecka)	80,9	101,4	62,2
Bemanningstid för kalendermaskinerna (h/per vecka)	116	116	86
Procentuell verklig bemanning av beräknad bemanning (%)	0,70	0,87	0,72

Tabell 7.10 Visar maskinernas bemanningsgrad procentuellt 201001-201010.

I simuleringsmodellen inkluderas också, som tidigare nämnts, materialanskaffningstiden samt leveransprecisionen från M&M. För att få in en realistisk leveransprecision skapades en fördelning för förseningen som baserades på ett histogram som upprättades från data taget ur affärssystemet, se diagram 7.1. Vad leveransprecisionen och fördelningen gör är att först slumpa ett tal mellan noll och ett och om det hamnar över den satta leveransprecisionen, till exempel x %, så slumpas ett antal dagars försening enligt fördelningen nedan. Medelförseningen ligger i dagsläget på 4,1 dagar. Det ska tilläggas att för de sex material som finns lagerlagda i säkerhetslagret sattes materialanskaffningstiden till noll.

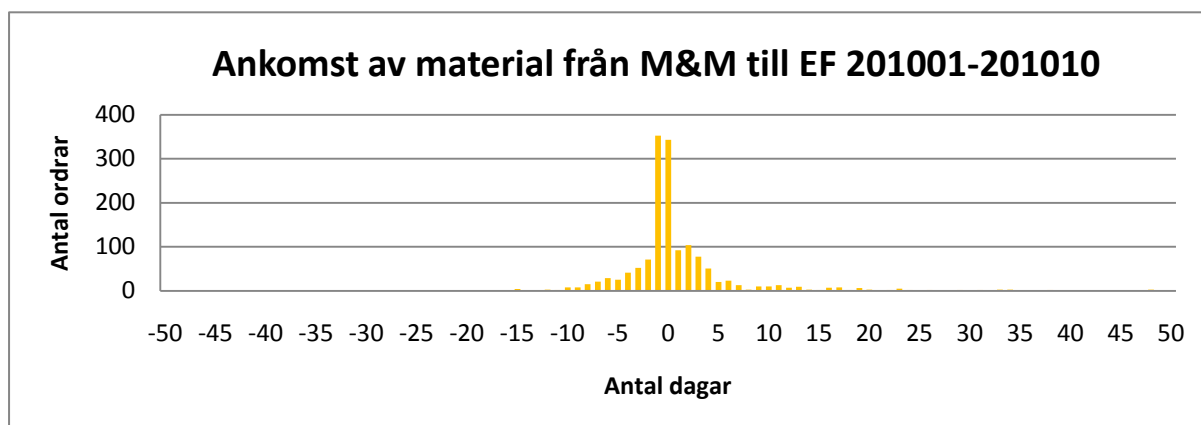


Diagram 7.1 Standardavvikelsen för ankomst av material från M&M till EF.

7.6 Simuleringsmodellens trovärdighet

Enligt Bank (2005) är validering av en simuleringsmodell det viktigaste steget i en simuleringsstudie för att undvika felaktiga resultat och dyra kostnader ifall resultaten skulle implementeras. För att säkerställa simuleringsmodellens trovärdighet, verifierades och validerades modellen successivt under arbetets gång.

Slutanvändaren, tillika handledaren, involverades i ett tidigt stadium i skapandet av simuleringsmodellen för att ha möjligheten att inhämta information av denne vid eventuella behov. Om modellen uppvisade orimliga värden under skapandets gång togs detta upp för diskussion med slutanvändaren, i de fallen då det rörde sig om brister i datasamlingen så uppdaterades den med hjälp av honom för att på så sätt höja simuleringsmodellens trovärdighet.

För att säkerställa att simuleringsmodellen höll en hög validitet, validerades den mot scenario två som beskriver dagens produktion, det vill säga med x dagars ledtid och x % leveransprecision från M&M till EF. Det som gjordes var att jämföra utdatat från simuleringsmodellen för scenario två med utdatat från det verkliga systemet, tillika kalenderavdelningen. En jämförelse mellan resultaten kan ses i tabell 7.11.

FIFO	Ledtid (dagar)	Leveransprecision (%)
Simuleringsmodell (modellens utfall)		
Kalenderavdelningen (verkligt utfall)		

Tabell 7.11 Visar en jämförelse mellan modellens utfall för scenario två och verkligt utfall.

Tabell 7.11 visar att med dagens planeringsmetod så blir leveransprecisionen i simuleringsmodellen x % och ledtiden x dagar. För kalenderavdelningen under motsvarande tidsperiod så var leveransprecisionen x % och ledtiden x dagar. En jämförelse mellan modellens utfall och verkligt utfall visar att resultaten stämmer bra överens. I och med detta anses simuleringsmodellen besitta en hög validitet.

8 Simuleringsresultat

I detta kapitel redovisas resultaten från de olika simuleringsscenarion som gicks igenom i kapitel 8. Varje scenario analyseras kortfattat för att sedan kunna ligga till grund för de slutsatser och rekommendationer som presenteras i kapitel nio.



8.1 Utfall av simuleringarna

Då detta kapitel ligger till grund för vilken planeringsmetod som i slutändan kommer föreslås av författarna så har samtlig data tagits med från varje simulering. Anledningen till detta är för att på så sätt ge läsaren en större förståelse för de slutliga resultaten. I varje scenario kommer de tre första tabellerna svara mot respektive planeringsmetods simulering, medans den fjärde tabellen är en sammanställning av de tre planeringsmetoderna. För att kunna jämföra de olika planeringsmetoderna rekommenderas den fjärde tabellen i varje avsnitt.

8.1.1 Scenario 1

I scenario ett antogs att allt material fanns tillgängligt så fort en order kom in, vilket innebar att ordern kunde påbörjas direkt om så önskades. Som tabellerna 8.1 till 8.3 visar så blev ledtiderna fortfarande långa när prioritering skedde med EDD och FIFO, vilket förklaras av att det blir brist på kapacitet i K42 och K55 över delar av perioden. Orsaken till det är att modellen inte tar hänsyn till skillnader i bemanning under olika veckor, alla veckor har, i modellen, samma kapacitet.

Det blir brist i kapaciteten över vissa perioder då det simuleras med SPT också, men då den metoden kör igenom korta order först, så fylls dagarnas kapacitet ut i större utsträckning. För SPT ligger i slutändan de order med lång bearbetningstid kvar i orderstocken, vilket syns på ordervärdet, men inte på ledtiden.

En annan orsak till att det blir en så lång ledtid för EDD är för att även om en order kommer in sent så går den före alla tidigare order så länge det finns ett önskat leveransdatum, vilket gör att alla de utan önskat leveransdatum kommer längre och längre bak i kön.

EDD	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	382	99.7	5.0	
K42	386	100	16.6	
K55	572	100	23.3	

Tabell 8.1 Visar utparametrarna för EDD för scenario 1, 201004-201010.

FIFO	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	385	99.2	5.2	
K42	402	86.3	16.9	
K55	619	88.5	22.3	

Tabell 8.2 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 1, 201004-201010.

SPT	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	383	99.7	2.8	
K42	383	100	6.7	
K55	675	97.5	4.8	

Tabell 8.3 Visar utparametrarna för SPT för scenario 1, 201004-201010.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
EDD	1340	99.9	16.1	
FIFO	1402	90.7	16.0	
SPT	1441	94.5	4.8	

Tabell 8.4 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 1, 201004-201010.

När det gäller leveransprecisionen så visar EDD att den levererar i tid i samtliga fall utom ett och det är detta som är den stora fördelen med EDD. SPT visar sig vara bättre på att leverera i tid jämfört med FIFO vilket visar att FIFO är den sämsta planeringsmetoden med avseende på leveransprecisionen.

En viktig faktor att nämna igen är att för alla simuleringar antas att en order är i tid när det saknas önskat leveransdatum. Eftersom det i x % av fallen inte finns något önskat leveransdatum kommer alla dessa order visa att de är i tid, oberoende av planeringsmetod. En simulering där det sattes ett önskat leveransdatum på alla order kommer att presenteras i scenario sex, se avsnitt 8.1.4.

Sist har vi ordervärdet, vilket innebär det värde alla order som har körts i maskinerna har när de är färdiga. Som kan ses så ligger SPT väldigt mycket lägre än de andra två metoderna och det förklaras av att de order med kortast operationstid också oftast är mindre värda. De order som ligger kvar i orderstocken efter att simuleringen har körts med SPT har således lång operationstid och är värda mycket efter förädling.

8.1.2 Scenario 2

Scenario två simulerades efter dagens förutsättningar där ledtiden från M&M sattes till x dagar tillsammans med en leveransprecision från M&M på x %. De resterande x % fick en slumpmässig försening som svarar mot fördelningen som ses i avsnitt 7.5. Genom att slumpa ut förseningen så blir det så likt verkligheten som möjligt eftersom det inte är möjligt att veta vilket material som kommer bli försenat.

EDD	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	361	82.5	23.7	
K42	385	85.0	24.3	
K55	573	84.1	30.3	

Tabell 8.5 Visar utparametrarna för EDD för scenario 2, 201004-201010.

FIFO	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	360	81.9	23.8	
K42	391	77.4	23.5	
K55	606	78.5	36.8	

Tabell 8.6 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 2, 201004-201010.

SPT	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	367	82.8	21.1	
K42	380	85.7	15.2	
K55	672	87.0	21.2	

Tabell 8.7 Visar utparametrarna för SPT för scenario 2, 201004-201010.

Resultaten som kan ses i tabell 8.8 visar att FIFO är den planeringsmetod, som med dagens situation, ger sämst leveransprecision och längst ledtid. Den mest intressanta skillnaden här är självklart ledtiden då det simulerades med SPT. Tio dagars kortare ledtid hade svarat mot cirka x % kortare ledtid då dagens ledtid till kund är x dagar. En negativ aspekt med SPT är att de order som ligger kvar i orderstocken, det vill säga de som inte har blivit bearbetade, har långa bearbetningstider. När dessa väl bearbetas kommer de få en väldigt lång ledtid och ta upp mycket kapacitet i maskinerna.

Studeras resultaten vidare gällande EDD så ger denna planeringsmetod bättre resultat än FIFO, men inte lika radikal skillnad i ledtid som SPT uppvisar. Fördelen med EDD är att alla order, oberoende på bearbetningstid, levereras i tid om möjlighet finns. Det vill säga, finns ingående material tillgängligt prioriteras ordern in så fort som kapacitet finns i maskinerna.

Kontentan av denna simulering är att SPT ger bäst resultat, i både leveransprecision och ledtid. Dock så ska det has i åtanke att alla långa order har blivit nerprioriterade i orderstocken och således ligger kvar obearbetade.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
EDD	1319	84.0	26.7	
FIFO	1357	79.1	29.5	
SPT	1419	85.6	19.5	

Tabell 8.8 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 2, 201004-201010.

8.1.3 Scenario 3

Scenario tre använder sig av samma ledtid som i scenario två men med 100 % leveransprecision från M&M. Vid en jämförelse med resultaten från scenario två så ses inte en speciellt stor skillnad. Orsaken till detta är att förseningen från M&M inte spelar så stor roll då det alltid finns någon annan order att producera. Maskinerna kan alltid producera efter full kapacitet.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
EDD				
K24	363	82.6	22.2	
K42	383	86.9	24.5	
K55	572	86.3	30.5	

Tabell 8.9 Visar utparametrarna för EDD för scenario 3, 201004-201010.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
FIFO				
K24	363	82.3	22.3	
K42	391	79.8	23.6	
K55	611	78.7	36.4	

Tabell 8.10 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 3, 201004-201010.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
SPT				
K24	364	82.7	19.6	
K42	379	86.8	15.6	
K55	671	86.4	20.2	

Tabell 8.11 Visar utparametrarna för SPT för scenario 3, 201004-201010.

Som kan ses i tabellerna 8.9 till 8.11 så blir värdena i scenario tre väldigt lika dem i scenario två där vi hade x % leveransprecision från M&M. Anledningen till detta är att då vi har en så lång ledtid från M&M så påverkar inte förseningen tillräckligt för att det ska kunna ses över en så lång tidsperiod. Eftersom det byggs upp en ganska lång orderstock i båda fallen så finns det alltid andra order som modellen kan köra. Det blir inte lika visuellt i modellen när det blir materialbrist som det blir i verkligheten. Modellen planerar helt enkelt om efter vilka order som är tillgängliga för produktion, lite som det görs i dagsläget när brist på material inträffar.

En annan orsak till att vi får så lika värden i leveransprecisionen är för att även om en order får en försening på material, på till exempel 20 dagar, så kommer den visas som den är i tid så länge den inte har ett önskat leveransdatum. Detta är självklart en brist i modellen men det visar samtidigt på att det i dagsläget borde vara möjligt att ligga på en högre leveransprecision, enbart genom att planera annorlunda jämfört med dagsläget. Vad författarna menar med det är att då det inte finns något efterfrågat leveransdatum borde det alltid vara möjligt att leverera i tid (förutom vid stora förseningar gällande

materialanskaffningen), beroende på när material beställs in och när det planeras att köra ordern. En kund vill förmodligen hellre ha ett leveransdatum som stämmer, än att ha en kortare ledtid som i slutändan inte stämmer.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
EDD	1318	85,6	26,5	
FIFO	1365	80,0	29,0	
SPT	1414	85,6	18,8	

Tabell 8.12 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 3, 201004-201010.

8.1.4 Scenario 4 och 5

Scenario fyra och fem simulerades på samma sätt som scenario två och tre, med skillnaden att M&M:s ledtid sattes till tio dagar. Valet av tio dagar gjordes utefter vetskapen om att M&M en gång i tiden haft tio dagars ledtid och att målet borde vara att ha en ledtid runt två veckor. Scenario fyra inkluderar en leveransprecision på x % från M&M medans scenario fem räknade med 100 % leveransprecision från M&M.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
EDD				
K24	368	96,7	13,9	
K42	380	95	19,3	
K55	556	97,1	23,9	

Tabell 8.13 Visar utparametrarna för EDD för scenario 4, 201004-201010.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
FIFO				
K24	368	96,2	14,8	
K42	391	84,6	19,8	
K55	590	83,3	29,2	

Tabell 8.14 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 4, 201004-201010.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
SPT				
K24	368	96,7	11,9	
K42	367	94,8	10,9	
K55	639	95,8	12,8	

Tabell 8.15 Visar utparametrarna för SPT för scenario 4, 201004-201010.

Vid en närmare studie av resultaten vid både scenario fyra och fem så går det att se att om det fanns möjlighet att få materialet tidigare än i dagsläget, så hade leveransprecisionen kunnat ligga på en väldigt hög nivå. På samma sätt som i tidigare simuleringar så blir ledtiden vid SPT väldigt mycket kortare. Anledningen till detta har redan gått igenom och görs inte igen, men det går att konstatera att om M&M hade haft en ledtid som var x dagar kortare, så hade EF kunnat ha en ledtid som var x dagar kortare. Det som i detta fall kommer begränsa ledtiden är den egna kapaciteten och inte M&M:s ledtid.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
EDD	1304	96,4	19,8	
FIFO	1349	87,2	22,6	
SPT	1374	95,6	12,1	

Tabell 8.13 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 4, 201004-201010.

Scenario fem togs enbart med för att se vilken skillnad 100 % leveransprecision från M&M hade medfört. Vid jämförelse med scenario två till fyra så kan slutsatsen dras att leveransprecisionen inte påverkar i närheten lika mycket som ledtiden. Med andra ord är det viktigare för M&M att jobba med

Kapitel 8 – Simuleringsresultat

att korta sina ledtider, än att öka sin leveransprecision. Tilläggas skall att medelförseningen inte får öka, för då kommer leveransprecisionen påverka i större omfattning.

EDD	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	372	98,1	13,4	
K42	382	97,1	19,9	
K55	569	98,2	24,9	

Tabell 8.17 Visar utparametrarna för EDD för scenario 5, 201004-201010.

FIFO	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	374	98,1	13,4	
K42	399	84,7	18,8	
K55	597	83,7	28,4	

Tabell 8.18 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 5, 201004-201010.

SPT	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	372	98,1	10,2	
K42	369	97	10,6	
K55	641	95,8	12,1	

Tabell 8.19 Visar utparametrarna för SPT för scenario 5, 201004-201010.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
EDD	1323	97,9	20,2	
FIFO	1370	87,9	21,5	
SPT	1382	96,8	11,2	

Tabell 8.20 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 5, 201004-201010.

8.1.5 Scenario 6

I scenario sex simulerades produktionen i kalenderavdelningarna med ett satt leveransdatum på x dagar. Vad som menas med det är att på alla de order (x % av totala antalet order) som inte innehöll ett önskat leveransdatum, så sattes ett på x dagar efter registrerat datum. Författarna valde x dagar för att medel på de order som innehöll ett önskat leveransdatum var x dagar, därför antogs att resterande kunder önskade samma ledtid. Detta kanske inte alltid stämmer, speciellt för den största kunden, men det visar ändå på vilken leveransprecision som hade varit möjligt att ha vid denna situation.

EDD	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	359	73,8	23,9	
K42	389	66,8	23,7	
K55	589	29,7	35,8	

Tabell 8.14 Visar utparametrarna för EDD för scenario 6 för perioden 201004-201010.

FIFO	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	361	72,9	24,0	
K42	388	64,2	24,0	
K55	575	23,8	36,8	

Tabell 8.15 Visar utparametrarna för FIFO för scenario 6, 201004-201010.

SPT	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
K24	354	73,4	21,1	
K42	367	81,5	15,2	
K55	628	81,1	21,2	

Tabell 8.16 Visar utparametrarna för SPT för scenario 6, 201004-201010.

I tabell 8.17 visas resultaten från de tre simuleringarna där ett önskat leveransdatum satts på samtliga order. Ledtiden ska bli ungefär samma som vid scenario två och så är fallet, det som ska skilja är leve-

Kapitel 8 – Simuleringsresultat

ransprecisionen. Som kan ses så får SPT en väldigt mycket högre leveransprecision och anledningen till detta är att det blir kapacitetsbrist i maskinerna. Med SPT körs de korta order först och därför stoppar inte stora order upp produktionen. Det i sin tur medför att det blir en högre leveransprecision.

Studeras varje maskin för sig så ses att K55 har störst skillnad, vilket förklaras av att det är maskinen där flest order saknar önskat leveransdatum. Det är också den maskin som bearbetar flest order där vissa är väldigt korta, därför får SPT en större genomslagskraft på denna maskin.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)	Ordervärde (kr)
EDD	1337	52,4	29,1	
FIFO	1324	49,0	29,6	
SPT	1349	79,2	19,5	

Tabell 8.17 Visar en jämförelse mellan planeringsmetoderna för scenario 6, 201004-201010.

9 Slutsatser och rekommendationer

I detta kapitel presenteras de slutsatser och rekommendationer som har tagits fram utifrån processanalysen och simuleringsresultaten. Rekommendationerna har sin utgångspunkt i problemformuleringen och syftet. Kapitlet avslutats med studiens trovärdighet och rekommenderade fortsatta studier.



Det finns ett antal förbättringsmöjligheter gällande EF:s logistik. Detta examensarbete har fokuserat på planeringsprocessen och det primära målet med examensarbetet har varit att, utifrån simuleringsmodellen och kartläggningen, komma med förslag för att halvera ledtiderna och öka leveransprecisionen ut till kund. Det sekundära målet har varit att upplysa avdelningar knutna till EF hur deras processer påverkar EF.

9.1 Slutsatser

Vad som kommit fram under projektets gång är att planeringsprocessen bygger på gamla principer där det alltid har planerats enligt FIFO. Efter att resultaten från simuleringsmodellen studerats så kom det fram att FIFO är den sämsta planeringsmetoden, i alla avseenden. En ändring av planeringsmetod är därför att föreslå.

Den planeringsmetod som ger bäst resultat är SPT, men den kan vara svår att planera efter då det krävs att produktionsplaneraren planerar in order efter kortast operationstid. Det hade i sin tur krävts att efter en viss väntetid så hade produktionsplaneraren behövt prioritera upp långa order som måste bli producerade för att möta efterfrågan på leveransdatum. Siffran på ledtiden vid SPT är samtidigt lite missvisande då alla de långa order ligger kvar i orderstocken, vilket de i verkligheten inte skulle kunna göra. Alltså är det svårt att säga exakt hur bra SPT hade fungerat i verkligheten. SPT är förmodligen det bästa alternativet ur ett längre perspektiv men då krävs det full förståelse för planeringsmetoden. Att få igenom många order ger i slutändan en större möjlighet för kortare ledtider och högre leveransprecision. Något som måste tilläggas är att för att kunna planera efter SPT så krävs det att kunderna är villiga att ha produkten tidigare om det är en kort order.

Ett första, enklare, steg för att öka leveransprecisionen och minska ledtiden är att istället planera efter EDD. Genom att planera efter EDD så kommer ledtiden minska med x dagar och leveransprecisionen öka med cirka x %. Detta kommer inte innebära några som helst investeringar, utan enbart ett nytt förfarande vid inplanering av order.

	Antal order (st)	Leveransprecision (%)	Ledtid (dagar)
EDD	1319	84,0	26,7
FIFO	1357	79,1	29,5
SPT	1419	85,6	19,5

Tabell 9.1 Visar dagens situation (scenario 2), 201004-201010.

Vid jämförelse av dagens ledtider från M&M och de egna ledtiderna från kalenderavdelningen, (x dagar respektive x dagar) så är skillnaden x dagar. Med andra ord är EF:s egna ledtider ut från kalenderavdelningen i genomsnitt x dagar. Vid införande av EDD som planeringsmetod så skulle alltså kalenderavdelningens ledtid minska med cirka x %.

För att öka leveransprecisionen ytterligare rekommenderas ett införande av ett buffertlager som ska innehålla fyra dagars produktion. Buffertlagret kommer att till x % täcka upp för den bristande leve-

ransprecisionen från M&M men också säkerställa konstant produktion. Det hade fortfarande varit av stor vikt att M&M jobbade mot en bättre leveransprecision men tills detta är uppnått är det en rimlig investering som avsevärt borde öka leveransprecisionen ut mot kund. Det negativa med buffertlagret är att ledtiden hade förlängts med x dagar, men i kontrast med möjligheten att ha en leveransprecision på över x %, så anser författarna att det är ett lämpligt steg att ta. En investering i ett införande av ett buffertlager hade bundit kapital som svarar mot cirka en miljon kronor.

Förhoppningen är att flytta denna miljon i kapitalbindning från PIA mellan kalender- och aumaavdelningen. Författarna har uppdagat att Auma planeras efter varje maskins kapacitet och inte den totala kapaciteten. Detta gör att vissa order kommer in till Auma utan att verklig kapacitet finns i maskinerna och då står dessa produkter och väntar och binder kapital. Hade företaget lyckats komma till rätta med kapitalbindningen mellan kalender- och aumaavdelningen, så hade införandet av buffertlagret inte inneburit en större total kapitalbindning.

Vidare så har det visat sig att det som i störst utsträckning påverkar EF:s ledtider och leveransprecision är M&M:s ledtider och inte deras leveransprecision. Om M&M kan korta ner sina ledtider så hade EF:s ledtider kunnat minskas avsevärt. Det som istället hade begränsat EF:s ledtider vid en ledtid på tio dagar från M&M är kapaciteten i maskinerna. Som har kunnats läsas i rapporten så räknades OEE-värden ut som skiljer sig mot de OEE-värden som används i dagsläget. Vidare så är inte maskinerna bemannade i den utsträckning som det planeras efter, vilket också går att läsa i rapporten. Genom att införa dessa, mer korrekta, OEE-värden och bemanningstimmar så hade planeraren haft en större möjlighet att planera utefter verklig kapacitet.

Spännram inkluderades i studien och då det inte är någon flaskhals och då det redan binds så mycket kapital i vävlagret anser författarna att det först bör fokuseras på att minska kapitalbindningen i vävlagret. När det är genomfört finns det ett intresse att se över planeringen på spännramsavdelningen, för att på så sätt minimera tiden de dippade vävarna ligger och väntar på användning.

9.2 Rekommendationer

Utifrån de slutsatser författarna har dragit rekommenderas ett antal åtgärder för EF. Författarna har valt att lista kortsiktiga samt långsiktiga åtgärder som kan förbättra leveransprecisionen och ledtiden.

Kortsiktiga rekommendationer:

- Planera efter EDD istället för FIFO.
 - Kommer öka leveransprecisionen samt minska ledtiden.
- Använda sig av de nya uträknade OEE-värdena och den verkliga bemanningen.
 - Detta kommer medföra en större förståelse för kapaciteten i maskinerna och förmodligen kommer det visa på ett behov av ytterligare ett skift på K55.
- Planera efter de önskade leveransdatumerna som kunderna sätter.
 - Utnyttja faktumet att många kunder inte sätter ett önskat leveransdatum och på så sätt ge kunderna ett leveransdatum som faktiskt kan uppnås, buffertlagret kommer att öka denna möjlighet.

Kapitel 9 – Slutsatser och rekommendationer

- Införa en statusrad i Movex där det är möjligt att se vart i M&M:s bearbetningsprocess materialet befinner sig.
 - Kommer underlätta vid planering närmare produktionsdatumet och minimera risken att en order planeras in utan att material finns.
- Införa buffertlager på fyra dagar innan kalenderavdelningen.
 - Kommer öka ledtiden med x dagar, men kommer också öka leveransprecisionen avsevärt och säkerställa konstant produktion, vilket författarna anser är ett måste.
- Införa två körlistor, en aktiv- och en passiv körlista där den aktiva innehåller order som har ingående material tillgängligt, främst aktuellt vid införande av buffertlagret.
 - Underlätta planeringen och igen, säkerställa konstant produktion.
- Införa någon form av total kapacitet för Auma för att på så sätt minska PIA mellan kalender- och aumaavdelningen.
 - För att minska PIA mellan avdelningarna men också för att se till att rätt order körs i kalenderavdelningen. Om Auma inte har kapacitet att köra en order ska inte kalenderavdelningen köra denna order utan kan istället producera andra order som ska levereras direkt till kund.
- Planera in testkörningar av material på en vald dag för att minimera produktionsstopp.
 - För att säkerställa konstant produktion och minska tiden maskinerna står stilla på grund av testkörningar.

Långsiktiga rekommendationer:

- Att planera efter SPT.
 - För att ytterligare kunna minska ledtiden på majoriteten av order och således också öka leveransprecisionen.
- Införa att största kunden lägger in sina order direkt i Movex, så som en annan kund gör i dagsläget.
 - Minska tiden det tar då en kundorder kommer in samt att slippa att alla order kommer på samma dag. Jämnare orderingång medför lättare planering.
- Använda sig mer av den största kundens prognoser vid planering av produktionen.
 - För att på så sätt vara mer föreberedd för stora variationer i produktionen.

- Börja samköra K24 och K42 för att förhindra att någon maskin står stilla vid materialbrist.
 - Utnyttja den flexibilitet som finns vid behov.
- Komma till rätta med störningarna i produktionen för att kunna gå över till ett pull-system.
 - Långsiktigt mål måste vara att kunna lägga order i antingen kalender- eller aumaavdelningen för att sedan beordra material bakåt i kedjan.

9.3 Studiens trovärdighet

Författarna anser att datainsamlingen som gjordes har en hög trovärdighet. Genom strukturerade intervjuer med flera personer samlades kvalitativ data in. Intervjuerna utfördes av båda författarna och transkriberades efteråt för att ingen information skulle gå förlorad.

Genom litteraturstudier samlades också kvalitativ data in som också får anses ha en hög trovärdighet. Flera litteraturkällor från olika erkända och respekterade författare användes inom det studerade ämnesområdet för att höja reliabiliteten.

Den insamlade kvantitativa datan anses också vara trovärdig då den har införskaffats genom Trelleborgs affärssystem, Movex och genom handledaren. Datat har inte på något sätt manipulerats då det inte ligger i författarnas intresse att styra studiens resultat åt något håll. På så sätt har en hög objektivitet kunnat vidmakthållas. Vid tillfällena då den insamlade kvantitativa datan har uppvisat brister har detta tagits upp för diskussion med handledaren på Trelleborg och denne har då uppdaterat datan.

Simuleringsmodellen som skapades grundar sig i enkla teoretiska planeringsmetoder. Modellen har validerats utifrån metoder som förespråkas av Law & Kelton (1991). Information för att kunna skapa simuleringsmodellen har inhämtats av flera personer. Slut användaren involverades tidigt i modellskapandet för att höja trovärdigheten. Den slutgiltiga valideringen gjordes genom att jämföra modellens utfall med verkligt utfall, det vill säga, utdata från modellen jämfördes med utdata från kalenderavdelningen. Då båda utfallen visade på i stort sett samma värden så anses simuleringsmodellen besitta en hög validitet. Att tillägga är dock att modellen har vissa brister, vilka har redovisats i kapitel sju och åtta.

9.4 Rekommenderade fortsatta studier

Ett antal områden har identifierats av författarna som hade kunnat förbättra EF:s verksamhet. Nedan följer några förslag på fortsatta studier:

- Hur kan kapitalbindningen minskas i vävlagret?
- Hur kan M&M korta ner sina ledtider och höja sin leveransprecision till EF?
- Hur kan stillestånderna minimeras i Kalender och Auma?
- Vidare studier om SPT, maximal väntetid, vidareutbildning av berörd personal med mera.

Referenser

Skriftliga källor

- Banks, Jerry (2005). *Discrete-event system simulation*. 4. ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice-Hall
- Björklund, Maria & Paulsson, Ulf (2003). *Seminarieboken: att skriva, presentera och opponera*. Lund: Studentlitteratur
- Holme, Idar Magne & Solvang, Bernt Krohn (1997). *Forskningsmetodik: om kvalitativa och kvantitativa metoder*. 2., [rev. och utök.] uppl. Lund: Studentlitteratur
- Hopp, Wallace J. & Spearman, Mark L. (1996). *Factory physics: foundations of manufacturing management*. Chicago: Irwin
- Höst, Martin, Regnell, Björn & Runeson, Per (2006). *Att genomföra examensarbete*. Lund: Studentlitteratur
- Jonsson, Patrik & Mattsson, Stig-Arne (2000). *Planeringsmetoder i tillverkande företag*. Stockholm: PLAN
- Law, Averill M. & Kelton, W. David (1991). *Simulation modeling and analysis*. 2. ed. New York: McGraw-Hill
- Lumsden, Kenth (2006). *Logistikens grunder*. 2., [utök. och uppdaterade] uppl. Lund: Studentlitteratur
- Mattsson, Stig-Arne (2002). *Logistik i försörjningskedjor*. Lund: Studentlitteratur
- Olhager, Jan (2000). *Produktionsekonomi*. Lund: Studentlitteratur
- Oskarsson, Björn, Aronsson, Håkan & Ekdahl, Bengt (2006). *Modern logistik: för ökad lönsamhet*. 3., [omarb.] uppl. Malmö: Liber
- Patel, Runa & Davidson, Bo (1994). *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. 2. uppl. Lund: Studentlitteratur
- Ståhl, Jan-Eric (2008). *Industriella tillverkningsystem*. 1. uppl., serie 4, korrekturuppl. Lund: Lunds tekniska högskola
- Svenning, Conny (2003). *Metodboken: [samhällsvetenskaplig metod och metodutveckling : klassiska och nya metoder i informationssamhället : källkritik på Internet*. 5., omarb. uppl. Eslöv: Lorentz
- Wallén, Göran (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. 2. uppl. Lund: Studentlitteratur

Muntliga källor

Carin Jönsson, Produktionsplanerare EF, Trelleborg Engineered Fabrics.

Christine Hjort, Kundservice, Trelleborg Engineered Fabrics.

Dragan Ralevski, Maskinförare, Trelleborg Engineered Fabrics.

Hans Månsson Rantzow, Controller, Trelleborg Engineered Fabrics.

Henrik Hansson Rahnboy, Quality & Improvement Manager, Trelleborg Engineered Fabrics.

Jan Danielsson, Arbetsledare, Trelleborg Engineered Fabrics.

Magnus Forslund, Inköpschef, Trelleborg Engineered Fabrics.

Mats Lindqvist, Gruppledare A Gummilager, Trelleborg Engineered Fabrics.

Rickard Gullberg, Sommarjobb i produktionen, Trelleborg Engineered Fabrics.

Thomas Ahlström, Processingenjör, Trelleborg Engineered Fabrics.

Tommy Olsson, Lagerchef, Trelleborg Engineered Fabrics.

Viktor Meglic, Lagerexpeditör, Trelleborg Engineered Fabrics.

Elektroniska källor

About Us . (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg X. Tillgänglig:
<<http://www.trelleborg.com/en/X/About-Us/>> (2010-09-09).

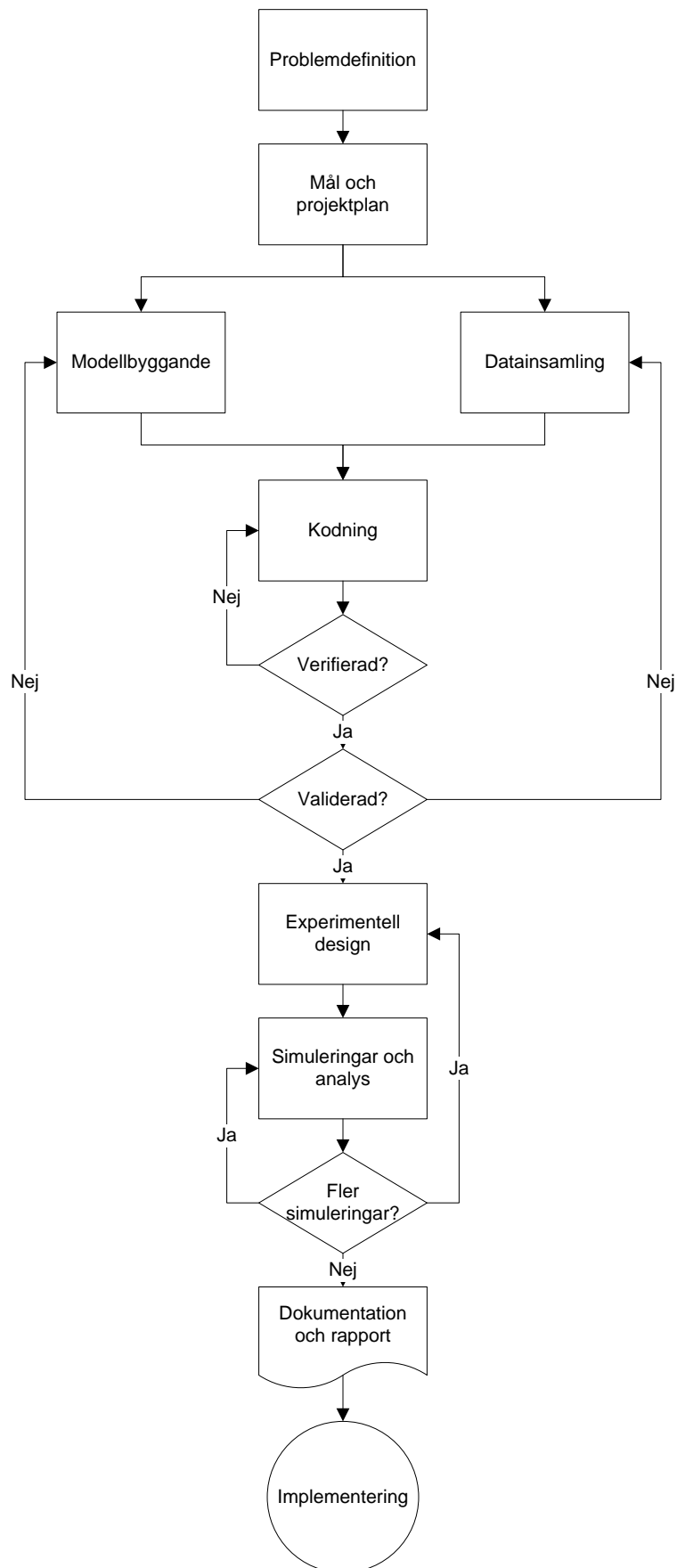
Att sälja tystnad – ljudkomfort med bromsshims. (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg X. Tillgänglig:
<<http://www.trelleborg.com/sv/Media/X-varld/Att-salja-tystnad---ljudkomfort-med-bromsshims/>>
(2010-11-01).

OEE/TAK. (Elektronisk) Jönköping: Axxos Industrissystem. Tillgänglig:
<<http://www.axxos.com/svenska/forbattringsarbete/oeetak/>> (2010-11-21).

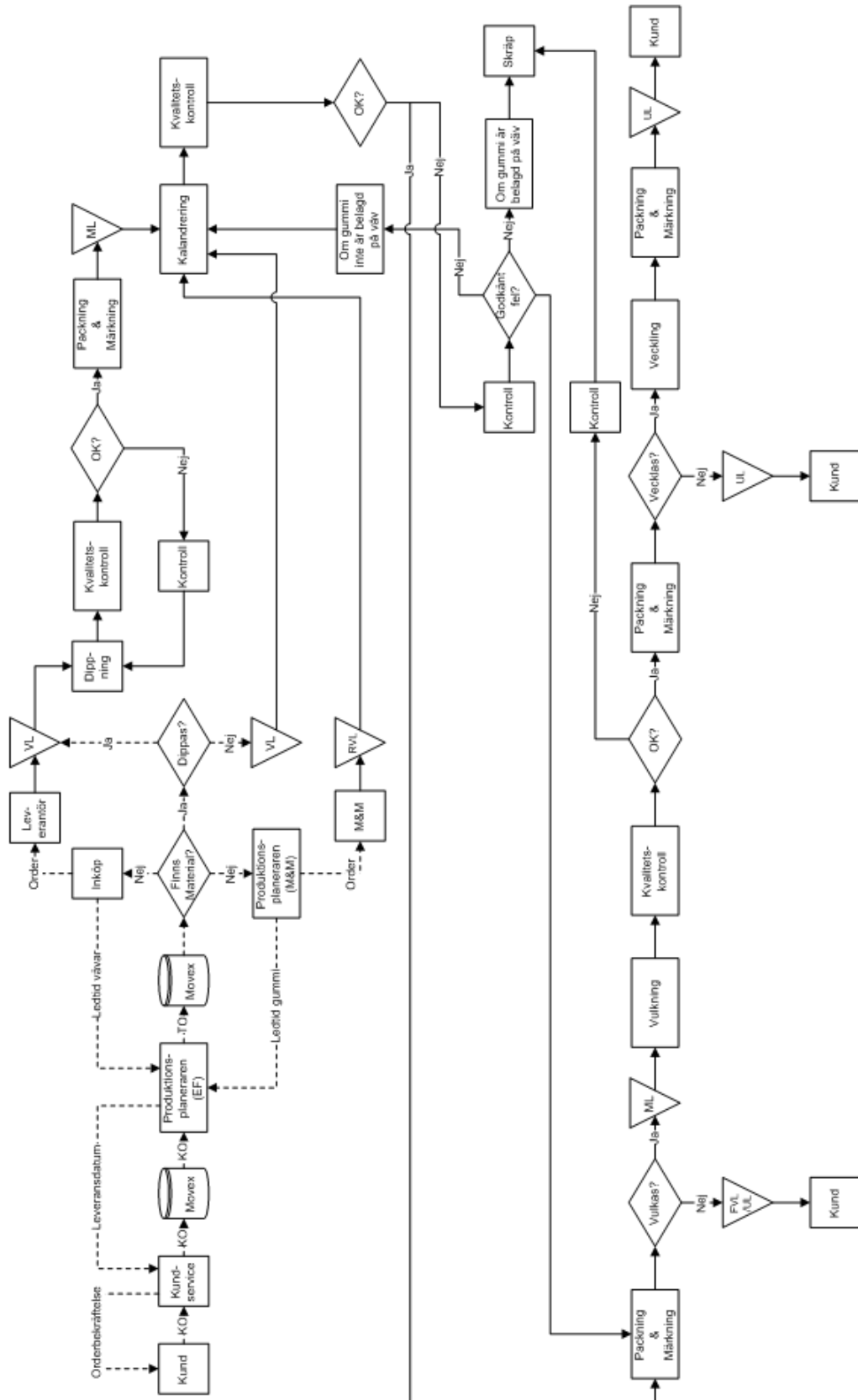
Om Trelleborg. (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg AB. Tillgänglig:
<<http://www.trelleborg.com/sv/Koncernen/Om-Trelleborg/>> (2010-09-03).

Vår marknad: Globalt ledande inom industrigummi. (Elektronisk) Trelleborg: Trelleborg AB. Tillgänglig: <<http://www.trelleborg.com/sv/Koncernen/Affarside-/Var-marknad/>> (2010-09-09).

Bilaga A – Simuleringsstudiens tillvägagångssätt



Bilaga B – Informations- och materialflödet



Bilaga C – Intervjufrågor

Frågorna som ställdes till kundservice:

- Vilka arbetsuppgifter har du?
- Hur tas en kundorder emot? Via e-mail, telefoni, fax, kundsystem etc.?
- Vad händer efter att en kundorder har tagits emot?
- Prioriteras en KO på något sätt eller sker prioriteringen enligt FIFO?
- Kan en kundorder följas genom hela flödet tills leverans?
- Vilka personer samverkar du med inom inköp och planeringen?
- Vilka problem i dagsläget upplevs som främst gällande ledtiderna till kund?

Frågorna som ställdes till produktionsplaneraren:

- Vilka arbetsuppgifter har du?
- Hur tas en kundorder emot? Via e-mail, telefoni, fax, kundsystem etc.?
- Vad händer efter att en kundorder har tagits emot?
- Prioriteras en kundorder på något sätt eller sker prioriteringen enligt FIFO?
- Vid brist på material, hur långa är leveranstiderna? Upplevs detta som ett problem?
- Kan en TO följas från blandningen till EF?
- Finns något system för att ta reda på vilket material som är avsett till vilken order?
- Vilka personer samverkar du med inom inköp och planeringen?
- Vilka problem i dagsläget upplevs som främst gällande ledtiderna till kund?

Frågorna som ställdes till inköpschefen:

- Vilka arbetsuppgifter har du?
- Hur ser inköpsprocessen ut?
- Hur många leverantörer handskas inköp med och vart återfinns dessa geografiskt?
- Hur långa är ledtiderna från leverantörerna?
- Finns någon data beträffande ledtiderna, avvikande leveranser och kvalitet?
- Hur ofta händer det att en leverantör inte levererar i tid och/eller med avvikande kvalitet?
- Hur många råmaterialsorter återfinns i de olika gummiblandningarna som EF kör?
- Vad har ni för förhållningssätt till lager, finns något säkerhetslager?
- Vilka personer samverkar ni med inom inköp och planeringen?
- Vilka problem i dagsläget upplevs som främst gällande ledtiderna till kund?

Bilaga D – Simuleringsmodellens funktion

