

Effektiv materialförsörjning i en försörjningskedja hos ett MTO-företag

En fallstudie på ABB Components i Ludvika

John Krönander
Mattias Åsling
2014

Civilingenjörsexamen
Industriell ekonomi

Luleå tekniska universitet
Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle

Effektiv materialförsörjning i en försörjningskedja hos ett MTO-företag

En fallstudie på ABB Components i Ludvika

John Krönander

Mattias Åsling

2014

Civilingenjörsexamen

Industriell ekonomi

Luleå tekniska universitet Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle

Förord

Detta examensarbete omfattar 30 högskolepoäng och är den avslutande delen på civilingenjörsutbildningen industriell ekonomi på Luleå tekniska universitet. Arbetet har utförts inom området industriell logistik på ABB Components i Ludvika under vårterminen 2014.

Vi vill ta tillfället i akt och tacka vår handledare vid Luleå tekniska universitet Diana Chronéer, seminariegruppen samt Anders Segerstedt för värdefull stöttning och konstruktiv kritik under arbetets gång.

Vidare vill vi även tacka vår handledare på ABB Components, Johan Eriksson, för det kontinuerliga stöd som erhållits under arbetets gång. Vi vill också tacka vår kontaktperson på ABB Composites, Åsa Lidström, för hjälp under studiebesöket hos dem. Slutligen vill vi rikta ett stort tack till personal på ABB Components, ABB Composites, Lemont AB och Transportavdelning på ABB Ludvika för all hjälp i samband med intervjuer och observationer.

Ludvika, juni 2014

John Krönander

Mattias Åsling

Sammanfattning

Den växande konkurrensen mellan företag har medfört att dess försörjningskedjor blivit ett medel för att erhålla konkurrensfördelar. Genom ökat fokus på lägre kostnader, förkortad livscykel på företagens produkter samt en ökad efterfrågan har resulterat i att försörjningskedjan hos företag ökat i komplexitet. Denna ökande komplexitet har skapat ett behov av att identifiera problem i försörjningskedjan. Vidare har den ökande konkurrensen medfört att ett företags ledtid blivit en viktig parameter. Hos Make-to-Order (MTO, tillverka-mot-order)-företag kan en kort ledtid vara en avgörande faktor för att bli ordervinnare. Ledtiden från leverantören är en starkt bidragande faktor till den totala ledtiden och lager används ofta för att minska dess inverkan. Lager kan dock vara ofördelaktigt då det binder kapital och är en källa till slöseri.

ABB Components i Ludvika är ett MTO-företag och en del av Power Products som är en division i ABB Ltd och är världens största tillverkare av genomföringar. ABB Composites i Piteå är ett företag inom Power Products som tillverkar isolanter som är en komponent till genomföringar. Anskaffningen av isolanter sker utifrån en prognos på en av produktgrupperna på grund av lång ledtid från Composites och Components håller ett större lager av isolanter. Components har en ambition av att effektivisera materialförsörjningen av denna komponent för att erhålla kortade ledtider samt minskade lager. Denna studie var av en tvådelad karaktär där första delens syfte var att identifiera åtgärder som kan effektivisera en försörjningskedja hos ett MTO-företag. Detta genomfördes via en processkartläggning på Components försörjningskedja där faktorer som påverkar ledtid och lagernivåer identifierades. Utifrån denna processkartläggning identifierades en åtgärd med potential att korta både ledtid och lagernivåer som blev grunden till studiens andra del.

Studien visar att osäkerheten i prognoserna har en stor inverkan på både ledtiden genom att ledtidsglappen förstärks samt att högre lager måste hållas. Kapacitetsbegränsningar och slöseri har en negativ inverkan på ledtiden. Ett välfungerande lagersystem kan korta ledtiden och minska lagernivåerna genom att minska slöseri. Components rekommenderas att driva förbättringsprojekt med fokus på kapacitetsbegränsningarna och slöseri som identifierades. Vidare bör Components förbättra framtagningen av prognoser genom en närmare kontakt med kunderna och en förbättrad informationsdelning mellan parter i försörjningskedjan. Denna studie visar på att en lägre osäkerhet i prognoserna är den åtgärd med störst potential att korta ledtiden och lagernivåerna. Problematiken med att ta fram prognoser hos fallstudieobjektet på grund av svårigheten med inhämtning av information, antalet produktvarianter samt senarelagda order visade dock på ett behov av att minska behovet av prognoser. Med ett dragande flöde kan behovet av planering och prognos minska då kundernas verkliga behov styr produktion och anskaffning av material. Studiens andra syfte blev därmed att studera hur ett dragande system hos ett MTO-företags försörjningskedja kan utformas utifrån dess egenskaper.

Resultatet från studiens andra del visade att ett CONWIP system är att föredra då det lämpar sig bäst utifrån ett MTO-företags egenskaper. CONWIP systemet bör utformas utifrån områdena orderstock, linjedisciplin, antal kort, underskott av kort samt arbeta före. En implementering bör inledningsvis genomföras på ett begränsat område för att vänja användarna. Det är också av vikt att styrregler utvecklas och att systemet är utformat med möjligheten att mäta, kontrollera och styra PIA samt att granska och utveckla områdena. Rekommendationerna till Components är baserad på CONWIP systemet och dess områden. En implementering bör ske i två steg där det första steget är baserat på ett system med den nuvarande ledtiden och ett andra steg där ledtiden är halverad. Components bör också påbörja en implementering på en produktvariant för att därefter implementera den på övriga produkter i produktgruppen.

Abstract

The growing competition between companies have led to their supply chains becoming a means for obtaining competitive advantages. The supply chains have become more complex because of an increased focus on lower costs, a shorter life cycle on products and an increased demand. This increased complexity have created a need to identify problems in the supply chain. Furthermore, as the competition have increased, the lead time have become an important parameter for companies. In a Make-to-Order (MTO) company a short lead time can be the deciding factor if they are to be the order winner. The lead time from the supplier is major contributing factor to the total lead time and inventory are often used to reduce its impact. Inventory can however be disadvantageous as it ties up capital and is a source of waste.

ABB Components in Ludvika is a MTO company and a part of Power Products which is a division in ABB Ltd and are the world's largest manufacturer of bushings. ABB Composites in Piteå are also a part of the division Power Products and produce insulators which is a component of the bushings. The procurement of insulators for one of Components products is based on a forecast due to long lead times from Composites and Components maintains a large inventory of insulators. Components has an ambition to make the supply of material more efficient to obtain shorter lead times and reduced inventory. This study was of a dual nature in which the first part had the purpose of identifying actions that can improve the efficiency of a supply chain in an MTO company. This was done through a process mapping of Components supply chain where factors affecting lead time and inventory were identified. From the process mapping an action with the potential to shorten the lead time and inventory levels were identified that formed the basis for the second phase of the study.

This study shows that uncertainty in forecasts have a large effect on both the lead time through the amplification of the lead time gap and higher inventory levels. In addition, capacity constraints and waste have a negative impact on lead time. The study also highlighted the importance of a well-functioning inventory system to shorten the lead time and inventory levels through waste reduction. Components are advised to drive improvement projects with a focus on the identified capacity constraints and waste. Furthermore, Components are advised to improve the development of the forecasts through a closer contact with customers and improved information sharing between parties in the supply chain. This study shows that reducing uncertainty in the forecasts is the single action with the greatest potential to shorten the lead time and inventory levels. The study also identified a need to reduce the requirement of forecasts because of difficulty in acquiring information, the number of product variants and that orders were delayed. With a pull system the need of planning and forecasts is reduced because of the customers' real need control the production and procurement of materials. The studies second purpose was therefore to study how a pull system can be designed in a MTO company's supply chain according to its properties.

The results from the study's second part showed that a CONWIP system is preferred as it is best suited to the properties of a MTO company. The design of a CONWIP system should be based on the areas work backlog, line discipline, card counts, card deficits and work ahead. An implementation should initially be carried out on a limited area to accustom users. It is also important to develop rules to control the system and that the system is designed with the ability to measure, control and manage WIP and to review and develop the areas. The recommendations for Components is based on the CONWIP system and named areas. An implementation should be carried out in two steps were the first step is based on a system with the current lead time and a second stage were the lead time is halved. Components should also start the implementation on one product variant and thereafter implement it on other products in the product group.

Innehållsförteckning

1. Rapportens struktur	1
2. Inledning	3
2.1 Bakgrund	3
2.2 Problematisering	4
2.3 Studiens första syfte	6
2.4 Fokus och avgränsningar	6
3. Metod	7
3.1 Vetenskapligt syfte	7
3.2 Forskningsansats	8
3.3 Metodval	8
3.4 Forskningsstrategi	9
3.5 Datainsamling	10
3.5.1 Primär och sekundärdata	10
3.5.2 Datainsamlingstekniker	11
3.5.3 Processkartläggning	12
3.6 Trovärdighet	15
3.6.1 Validitet	15
3.6.2 Reliabilitet	16
3.7 Studiens tillvägagångsätt del ett	16
3.8 Studiens tillvägagångsätt del två	19
4. Teoretisk referensram del ett	21
4.1 Försörjningskedja	21
4.2 Make-to-Order	22
4.3 Material- och informationsflöden	23
4.4 Lagerstyrning	24
4.5 Ledtid	25
4.6 Process	26
4.6.1 Roller	27
4.6.2 Processindelning	27
4.7 Referensram	29
5. Företagspresentation	30
5.1 Koncernbeskrivning	30

5.2	Divisionsbeskrivning	31
5.3	Produktbeskrivning	31
5.3.1	Isolant.....	32
5.3.2	GSB.....	32
5.3.3	GGF.....	33
5.3.4	GGFL.....	34
6.	Processkartläggning	35
6.1	Försörjningskedja A.....	35
6.1.1	Ledtid försörjningskedja A	36
6.1.2	Lager försörjningskedja A	37
6.2	Försörjningskedja B	37
6.2.1	Ledtid	38
6.2.2	Lager	39
6.3	Säljfunktionen	39
6.3.1	Prognoser på Säljfunktionen	41
6.4	Orderfunktionen.....	42
6.5	Composites.....	43
6.5.1	Line A	43
6.5.2	Line B.....	45
6.5.3	Line C.....	47
6.5.4	Transport	48
6.5.5	Administration på Composites.....	48
6.6	Transportavdelningen ABB Ludvika	51
6.7	Ankommande ABB Components.....	52
6.8	Lemont AB.....	53
6.9	GSB-line på Components.....	54
6.10	GGF-line	56
6.11	GGFL-line.....	59
7.	Analys av processkartläggningen.....	60
7.1	Ledtid	60
7.1.1	Ledtidsglapp.....	60
7.1.2	Prognoser	60
7.1.3	Slöseri	61

7.1.4	Kapacitet	63
7.2	Lagerhantering	64
7.2.1	Lagersystem	64
7.2.2	Information	65
7.2.3	Administration	65
7.3	Sammanfattning	66
8.	Slutsats	69
8.1	Rekommendationer till ABB Components	71
9.	Diskussion.....	72
10.	Inledning dragande flöde	73
10.1	Bakgrund.....	73
10.2	Problemdiskussion	73
10.3	Studiens andra syfte	74
10.4	Avgränsningar och fokus	74
11.	Teoretisk referensram dragande flöde.....	75
11.1	Tryckande och dragande system.....	75
11.1.1	Fördelar med dragande system	75
11.2	Little's lag	76
11.3	Lean.....	77
11.4	Just-in-time	77
11.5	Kanban	77
11.6	CONWIP.....	78
11.7	Förändringsarbete	79
11.8	Teoretisk referensram dragande flöde.....	81
12.	Nulägesanalys	82
12.1	Nuläge	82
12.2	Val av system.....	83
12.3	Design av ett dragande system.....	84
12.3.1	Steg 1: Design av ett CONWIP-system utifrån nuläget.....	85
12.3.2	Steg 2: framtida läge med kortare ledtid.....	86
12.3.3	Styrregler för ledning av CONWIP-systemet	87
12.3.4	Implementering på resterande GSB-genomföringar	87
13.	Slutsats dragande flöde	88

13.1	Rekommendationer till ABB Components	90
14.	Diskussion dragande flöde	91
15.	Litteraturförteckning	92
	Bilagor	i
	Bilaga A – Transportavdelningen ABB Ludvika.....	ii
	Bilaga B – Ankommande ABB Components GSB.....	iii
	Bilaga C – Ankommande ABB Components GGF och GGFL	iv
	Bilaga D – Lemont AB	v

Tabellförteckning

Tabell 1 – Rapportens disposition.....	2
Tabell 2 – Sammanfattning över studiens intervjuobjekt, typ av intervju och omfattning	14
Tabell 3 – sammanfattning över studiens observationsobjekt och omfattning	15
Tabell 4 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i Line A.....	45
Tabell 5 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i Line B	46
Tabell 6 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i Line C	48
Tabell 7 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i GSB-line	56
Tabell 8 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i GGF-line.....	58
Tabell 9 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i GGFL-line	59
Tabell 10 – Sammanfattning över försörjningskedjans problemtyper och orsaker	66

Figurförteckning

Figur 1 – Vanligt förekommande figurer vid flödeskartläggning. Fritt från Oskarsson et al. (2009, s. 175)	13
Figur 2 – Analysmodellen till del ett av studien	18
Figur 3 – Analysmodellen till del två av studien	20
Figur 4 – En försörjningskedja. Fritt från Christopher (2011, s. 3)	21
Figur 5 – Ett MTO-flöde. Fritt efter Tersine & Hummingbird (1995, s. 5)	22
Figur 6 – Material- och informationsflödet i en försörjningskedja. Fritt efter Christopher (2011, s. 15)	23
Figur 7 – Kund-producent-leverantörsmodellen. Fritt efter Sörqvist (2001, s. 146)	27
Figur 8 – En organisations olika processtyper. Fritt efter Bergman & Klefsjö (2007, s. 473)	28
Figur 9 – Processer, delprocesser och aktiviteter. Fritt efter Ljungberg & Larsson (2012, s. 204)	28
Figur 10 – Studiens första teoretiska referensram	29
Figur 11 – Organisationsstruktur Power Products. Fritt från (ABB Inc, 2014)	31
Figur 12 – Exempelbild på en genomföring med isolant. Fritt från Insulation News & Market Report, (2005, p. 68)	32
Figur 13 – En GSB-genomföring och dess komponenter. (ABB AB Components, 2014)	33
Figur 14 – En GGF-genomföring och dess komponenter. (ABB Components, 2014)	34
Figur 15 – En GGFL-genomföring och dess komponenter. (ABB Components, 2014)	34
Figur 16 – Processkarta över försörjningskedja A	35
Figur 17 – Delprocessernas procentuella bidrag till den totala ledtiden i försörjningskedja A	36
Figur 18 – Processkarta över försörjningskedja B	37
Figur 19 – Delprocessernas procentuella bidrag till den totala ledtiden i försörjningskedja B	39
Figur 20 – Försörjningskedja A med delprocessen Säljfunktion	39
Figur 21 – Processkarta över delprocessen Säljfunktionen	40
Figur 22 – Orderfunktionens placering i försörjningskedjan	42
Figur 23 – Processkarta över delprocessen Orderfunktion	42
Figur 24 – Delprocessen Composites placering i försörjningskedjan	43
Figur 25 – Processkarta över Line A	44
Figur 26 – Processkarta för Line B	46
Figur 27 – Processkarta över Line C	47
Figur 28 – Delprocessen Transportavdelningens placering i försörjningskedjan	51
Figur 29 – Delprocessen Ankommande ABB Components placering i försörjningskedjan	52
Figur 30 – Delprocess Lemont AB:s placering i försörjningskedja B	53
Figur 31 – Delprocessen GSB-line:s placering i försörjningskedja A	54
Figur 32 – Processkartan över delprocessen GSB-line	55
Figur 33 – Delprocesserna GGF- och GGFL-line:s placering i försörjningskedja B	57
Figur 34 – Processkarta över delprocessen GGF-line	58
Figur 35 – Processkarta över delprocessen GGFL-line	59
Figur 36 – Studiens andra referensram	81
Figur 37 - CONWIP system steg ett	86
Figur 38 - CONWIP system steg två alternativ ett	86
Figur 39 - CONWIP system steg två alternativ två	87

1. Rapportens struktur

I detta avsnitt redogörs för hur studien är strukturerad. Inledningsvis förklaras studiens tvådelade karaktär och vad som behandlas i de båda delarna. Avslutningsvis visas studiens disposition i Tabell 1.

I dag har företagens försörjningskedjor blivit ett konkurrensmedel för att erhålla fördelar gentemot konkurrenterna. En försörjningskedja är ett nätverk av organisationer som är beroende och sammankopplade med varandra. Företag som arbetar utifrån tillverkningsstrategin Make-to-order(MTO, tillverka-mot-order) producerar endast mot skarpa kundorder. Hos MTO-företag är korta ledtider en konkurrensfördel och kan vara avgörande för att vinna order och anskaffningen av material från leverantörer är en starkt bidragande faktor till den totala ledtiden. Lager är ett sätt för företag att korta ledtider men binder kapital och är därmed inte att föredra. Komplexiteten i försörjningskedjorna har i tillägg ökat på grund av kortare livscykler på produkterna och en ökad efterfrågan på företagens produkter. Processkartläggning är ett medel för att identifiera problem i försörjningskedjor och effektivisera dem för att därigenom öka företagets konkurrenskraft.

Denna studie är tvådelad där första delen har studerat en försörjningskedja mellan ett MTO-företag och en leverantör utifrån en processkartläggning. I denna processkartläggning studerades försörjningskedjan utifrån parametrar kopplade till ledtid, lager, rutiner och slöseri. Detta resulterade i att åtgärder identifierades som kan reducera ledtiden och lagernivåer i försörjningskedja för att därigenom effektivisera den och öka MTO-företagets konkurrenskraft. Den andra delen av studien fokuserar på hur en av de identifierade åtgärderna, ett dragande flöde, kan utformas i en försörjningskedja mellan ett MTO-företag och leverantör för att minska ledtiden och lagernivåer. I Tabell 1 förklaras rapportens disposition och kapitlens innehåll beskrivs.

Tabell 1 – Rapportens disposition

Kapitel	Beskrivning av innehåll
Kapitel 2 – Inledning	Ger en bakgrund till forskningsområdet och varför det är intressant att studera. Problematisering, syfte, studiens fokus och avgränsning beskrivs också.
Kapitel 3 – Metod	Behandlar vilken metod som tillämpas för studien två delar. En genomgång över forskningsstrategier och detaljerad förklaring hur studien har gått tillväga presenteras.
Kapitel 4 – Teoretisk referensram del ett	Innehåller väsentliga teorier som krävs för att besvara studiens första syfte och forskningsområden.
Kapitel 5 – Företagspresentation	Beskriver ABB som är koncernen bakom fallstudieobjektet samt de studerade produkterna.
Kapitel 6 – Processkartläggning	Behandlar processkartläggningen på försörjningskedjan.
Kapitel 7 – Analys av processkartläggningen	Kapitlet presenterar analysen av processkartläggningen med utgångsläge i relevant teori. Här presenteras också de identifierade åtgärderna för att effektivisera försörjningskedjan för ett MTO-företag.
Kapitel 8 – Slutsats	Kopplar analysen av processkartläggningen för att besvara studiens första syfte och forskningsfrågor. Avslutas med rekommendationer till fallstudieobjektet.
Kapitel 9 – Diskussion	Redogör för författarnas tankar och reflektioner om studien, trovärdighet, förslag till fortsatta studier samt studiens fortsatta arbete
Kapitel 10 – Inledning dragande flöde	Ger en bakgrund till studiens andra forskningsområde och varför det är intressant att studera. Problematisering, syfte, studiens fokus och avgränsning beskrivs också.
Kapitel 11 – Teoretisk referensram dragande flöde	Innehåller väsentliga teorier som krävs för att besvara studiens andra syfte och forskningsfrågor.
Kapitel 12 – Nulägesanalys	Omfattar fallstudieobjektet kopplat till relevant teori om dragande flöde, samt en lösning på hur ett dragande system kan designas för ett MTO-företag.
Kapitel 13 – Slutsats dragande flöde	Kopplar nulägesanalysen och den föreslagna lösningen för att besvara studiens andra syfte och forskningsfrågor. Avslutas med rekommendationer till fallstudieobjektet
Kapitel 14 – Diskussion dragande flöde	Redogör för författarnas tankar och reflektioner om studien, trovärdighet och förslag till fortsatta studier.

2. Inledning

I detta kapitel presenteras en bakgrund till forskningsområdet och varför det är intressant att studera. Därefter beskrivs problematiseringen och syftet med studien. Till sist beskrivs studiens avgränsningar.

2.1 Bakgrund

Michael Treschow, tidigare koncernchef på Electrolux, sade i en intervju att *“Konkurrensen kommer att vara mellan de företag som har den bästa leverantörskedjan och som har det bästa folket att köra leverantörskedjan”* (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2009, s. 13). Foster (2007) förklarar att allt eftersom konkurrensen mellan företag har ökat så har också konkurrensen förändrats till att inkludera företagets försörjningskedja. Företag konkurrerar idag mot varandras försörjningskedjor och försöker uppnå fördelar gentemot konkurrenters försörjningskedjor. Detta har resulterat i att företag i allt större grad måste koordinera aktiviteter i försörjningskedjan. Tersine & Hummingbird (1995) beskriver att traditionellt sett har försörjningskedjan styrts av avdelningar som delvis varit självständiga och där koordinering mellan avdelningarna varit otillräcklig. Detta har resulterat i att försörjningskedjor haft ett reaktivt förfaringsätt och varit långsamma att reagera på förändringar eftersom information om leveranstid och kvantitet skett genom direkta transaktioner mellan avdelningar.

Tang & Musa (2010) påstår att försörjningskedjorna har kommit att vara allt mer komplicerade på grund av kortare livscykler på produkterna och en ökad efterfrågan av företagets produkter. Behovet av koordinering av försörjningskedjan förstärks av ett ökat fokus på lägre kostnader och att uppnå konkurrensfördelar gentemot konkurrenterna. På grund av dessa faktorer har försörjningskedjorna blivit globala och delar av verksamheten har outsourcats. Detta har medfört att försörjningskedjorna blivit större och mer omfattande vilket har ökat komplexiteten. Serdarasan (2012) framför att denna miljö som både är dynamisk och osäker har skapat en försörjningskedja som är ett komplext system med olika företag, processer samt interaktioner både mellan och inom företag. Ett informationsbehov har därmed uppstått för att kontrollera och koordinera det allt mer komplexa systemet.

Enligt Supply Chain Council, Inc. (2014) har den alltmer komplexa försörjningskedjan medfört att det kan vara problematiskt att identifiera orsaken till varför ett problem uppstår i försörjningskedjan. Vidare skapar komplexiteten en osäkerhet när en parameter ska förbättras och vilken verkan denna får på övriga parametrar. Enligt Enarsson (2006) kan en förändring i en del av försörjningskedjan som har som mål att förbättra den, resultera i negativa konsekvenser för en annan del. Lee & Katzorke (2010) förklarar att företag ofta inte upptäcker att de har ett problem med försörjningskedjan innan kunderna börjar klaga eller när leverantörerna blir svårare att samarbeta med. Därmed är det av vikt att identifiera problem i försörjningskedjan för organisationer och företag för att undvika kundklagomål och leverantörproblem.

Ett sätt att identifiera problem är att kartlägga och analysera hela försörjningskedjan för att identifiera om problem existerar och utifrån analysen, ta fram åtgärder för problemet (Lee & Katzorke, 2010). Enligt Xu, Ping & Roe (2010) är processkartläggning ett användbart verktyg för att göra komplexa försörjningskedjor överskådliga och för att identifiera problem som beror på till exempel undermålig koordinering av aktiviteter, informationsflöde och långa cykeltider.

Processkartläggning är också ett sätt att skapa samförstånd i problem och frågetecken gällande försörjningskedjan och lösningar på dessa (Madison, 2005). Ljungberg & Larsson (2012) förklarar att detta grundar sig i att verksamheten på ett lättförståeligt och överskådligt sätt kan förklaras och hur delar i

försörjningskedjan hänger samman och samverkar. Processkartläggningen i sig medför inga förbättringar utan verkar istället som en grund för det fortsatta förbättringsarbetet med kartor som underlättar analysen av försörjningskedjan.

2.2 Problematisering

Glock (2011) förklarar att den ökande konkurrensen och där försörjningskedjan blir allt viktigare när företag försöker hitta konkurrensfördelar blir ledtiden en allt viktigare parameter att ta hänsyn till. Enligt Arnold, Chapman & Clive (2014) kan ledtiden definieras som den totala tiden från förberedelse till att den bearbetade produkten lämnar processen. Glock (2011) förklarar vidare att ledtiden kan påverka servicen till kunderna och är extra viktigt när efterfrågan är osäker då det finns en risk att företaget inte kan leverera. Tersine & Hummingbird (1995) påstår att hög produktionshastighet inte alltid innebär att tiden används bättre men genom att minska förseningar resulterar i högre produktion och högre kundservice. Vidare nämns att förseningar från leverantörer är en starkt bidragande orsak till problem med höga ledtider vilket skapar flaskhalsar som försvårar arbetet med att minska ledtiden i produktionen. So & Zheng (2003) förklarar att det finns ett samspel mellan orderkvantitet och ledtid när leverantören har liten kapacitet tillgodo. Längre ledtid från leverantör resulterar i att företagen behöver hålla större lager för att täcka in efterfrågan under ledtiden. Detta resulterar i att företagen beställer större orderkvantiteter från leverantören, vilket leder till att ledtiden förlängs ytterligare. Tersine & Hummingbird (1995) beskriver vidare att konsekvensen som uppstår när ett företag har höga ledtider är att problem skapas vid planering av försörjningskedjan och att administrationen blir kostsam. Ytterligare problem var förlängd planeringshorisont och större lager.

Enligt Ryu & Lee (2003) kan ett företag genom att minska ledtiden även minska bullwhip-effekten i försörjningskedjan och lagernivåerna. Sucky (2009) förklarar att bullwhip-effekten innebär att variabiliteten i ordern ökar när den vandrar uppåt i försörjningskedjan från återförsäljare till leverantör. Detta har medfört att kunderna ser ledtiden som en viktig aspekt när leverantör ska väljas vilket förstärker vikten av att minska ledtiden (Ryu & Lee, 2003). När ledtiden ska minskas är det viktigt att alla delar av försörjningskedjan som påverkar leveransen av produkten beaktas, från design till distribution (Tersine & Hummingbird, 1995). Utifrån litteraturen kan ett samspel identifieras där längre ledtider kan resultera i högre lagernivåer men det är inte den enda förklaringen.

Lager kan definieras som att material hålls av ett företag för att kunna tillgodose kundernas behov eller för att tillgodose produktionen av varor eller tjänster (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2010). Muckstadt & Sapra (2010) beskriver att en anledning till att företag håller lager är för att täcka in ledtiden från leverantören. Vidare har företag lager för att tillgodose en förväntad framtida efterfråga och leverans av redan inkomna order. Säkerhetslager är en annan typ av lager som hålls på grund av osäkerhet i efterfrågan, ledtid och tillgång av material. Lager finns även i produktionen som ofta beror på variation i processtider. Att företag har lager beror i grunden på en obalans mellan tillgång och konsumtion. Janiga (2005) förklarar att när företag håller lager uppstår kostnader som inte bara beror på priset på produkten. Den totala lagerkostnaden består också av inköp och hanteringen av produkten. Glock (2011) påstår att i en miljö där kostnader är viktiga anses lager vara en källa till slöseri men där kunderna efterfrågar både leveranssäkerhet och leveranssnabbhet kan lager istället anses tillföra värde. Genom att minska ledtiden från leverantören kan företag minska säkerhetslagren, förbättra kundtillfredsställelsen och minska förluster på grund av lagerbrist vilket resulterar i mindre kostnader.

Davis (1993) beskriver att en konflikt som kan uppstå mellan att minska lager och förbättra kundtillfredsställelsen. När ett företag minskar lagernivåer tvingar detta ofta leverantören att öka sina lager vilket resulterar att försörjningskedjan som helhet inte blir mer effektiv. Därav vikten att studera hela försörjningskedjan. Tersine & Hummingbird (1995) beskriver vidare att försörjningskedjornas utseende skiljer beroende på vilken tillverkningsstrategi företaget har.

Arnold et al. (2014) förklarar att ett företag med tillverkningsstrategin Make-to-Order (MTO) börjar tillverkningen när en order inkommit. Tillverkningsstrategin MTO har ökat i popularitet på grund av kundernas heterogenitet (Xiao & Shi, 2012). Detta gäller speciellt högteknologiska företag där produktdifferentiering och kundanpassning är vitala för att upprätthålla konkurrenskraften (Tanrisever, Morrice, & Morton, 2012). Li & Womer (2012) beskriver att kunder till ett MTO-företag är känsliga för både kostnader och tid. Su, Chang, Ferguson, & Ho (2009) förklarar vidare att korta ledtider på kundanpassade produkter är en konkurrensfördel och kan vara en avgörande faktor för att vinna ordrar. Enligt Tersine & Hummingbird (1995) börjar processen med anskaffning av material när en kundorder inkommit för ett företag med tillverkningsstrategin MTO. Vidare beskriver författarna att ledtiden vid anskaffningen av material från leverantören är en starkt bidragande faktor när företag har en lång total ledtid.

I och med att företags försörjningskedjor blir allt viktigare och att en effektiv försörjningskedja kan ses som en konkurrensfördel är det av vikt att studera försörjningskedjans ledtider och lagernivåer. Eftersom anskaffning av material är en starkt bidragande faktor till den totala ledtiden är det intressant att studera försörjningskedjan mellan företag och dess leverantör. Korta ledtider kan ses som en fördel gentemot konkurrenterna då kunder specifikt väljer leverantörer med korta ledtider. Lager kan ses som ett sätt att uppnå korta ledtider till kund men det binder kapital och skapar kostnader. Eftersom kunder till ett MTO-företag ser både kostnad och tid som viktiga beslutsparametrar är inte lager kostnadseffektivt och bör därför ses som ett slöseri. Därmed ämnar denna studie att studera dessa aspekter för att identifiera hur en försörjningskedja, mellan företag och dess leverantör, kan effektiviseras utifrån ledtid och lagernivåer hos ett MTO-företag.

2.3 Studiens första syfte

Utifrån denna bakgrund och problematisering har följande syfte för studiens första del formulerats:

Hur kan en försörjningskedja effektiviseras för att minska den totala ledtiden och lagernivåerna för ett MTO-företag inom tillverkningsindustrin?

För att besvara syftet måste faktorer som påverkar den totala ledtiden identifieras, och vart de största bidragen till den uppstår i försörjningskedjan mellan företag och dess leverantör. Faktorer som påverkar lagernivåerna måste också identifieras och analyseras för att skapa en förståelse om varför dessa uppstår, och vart i försörjningskedjan de uppstår. När dessa är identifierade kan de studeras och korrekta åtgärder tas fram för att minska den totala ledtiden och lagernivåerna och därmed effektivisera försörjningskedjan. Därför är syftet nedbrutet i följande forskningsområden:

- 1) *Vilka faktorer påverkar den totala ledtiden i en försörjningskedja för ett MTO-företag inom tillverkningsindustrin?*
- 2) *Vilka faktorer påverkar lagernivåerna i en försörjningskedja för ett MTO-företag inom tillverkningsindustrin?*
- 3) *Ge förslag på åtgärder som ett MTO-företag inom tillverkningsindustrin kan implementera för att korta ledtiden och minska lagernivåerna i dess försörjningskedja.*

2.4 Fokus och avgränsningar

Arbetet avgränsas till att fokusera på materialförsörjningen av en viktig komponent mellan ett MTO-företag och en leverantör utifrån båda parter perspektiv. Dock tas viktiga ingångskomponenter till leverantörens produkt i beaktande. Studien avgränsas också från värderingar, företagskultur och traditioner som kan ha en påverkan på en effektiv materialförsörjning.

3. Metod

Detta avsnitt presenterar vilka metodstrategier som har använts i studien för att besvara studiens två syften. Först beskrivs studiens vetenskapliga syfte och forskningsansats. Sedan redogörs studiens metodval, forskningsstrategi och hur data ska samlas in. Därefter diskuteras reliabilitet och validitet samt vilka åtgärder som vidtagits för att uppnå trovärdighet för studien. Till sist beskrivs studiens tillvägagångssätt och analysmodeller.

3.1 Vetenskapligt syfte

Enligt Saunders, Lewis, & Thornhill (2012) är det vetenskapliga syftet beroende av karaktären på forskningsfrågorna man ämnar svara på. De olika syftena är explorativ, deskriptiv och explanativ. Det förekommer även studier där kombinationer av dessa förekommer.

En explorativ studie enligt Saunders et al. (2012) är lämplig att använda för att undersöka och få insikter kring ett nytt ämne. Författarna menar vidare att det är användbart om man vill klargöra förståelse kring ett problem. Arbner & Bjerke (2009) menar att utmaningen med en explorativ studie är att ta fram en mer exakt förklaring av ett problem. En explorativ studie kan genomföras på en rad olika sätt, bland annat genom litteratursökning, intervjuer av experter, djupgående individuella intervjuer och fokusgruppsintervjuer. Den här typen av forskning är också flexibel och anpassningsbar för förändringar (Saunders et al., 2012)).

Saunders et al. (2012) menar att syftet med en deskriptiv studie är att skapa en korrekt beskrivning av händelser, personer eller situationer. De menar vidare att det är viktigare att ha en klar uppfattning över de olika fenomen man ska samla data till än själva datainsamlingen. Den deskriptiva studien används vanligtvis som en förstudie för exempelvis en explanativ studie och kallas då deskriptiv-explanativ studie.

Ett explanativt syfte har enligt Saunders et al. (2012) en studie som ämnar förklara relationer mellan variabler och dess kausala samband. Alltså vid en studie av en situation eller ett problem ligger tyngdpunkten i att beskriva de ingående variabelernas relation till varandra. En statistisk metod för att undersöka en variabels relation till en annan är genom att undersöka deras korrelation.

Studiens vetenskapliga syfte

Denna studie består av två syften där det första ämnade till att skapa förståelse för hur en försörjningskedja mellan ett MTO-företag och dess leverantör kan effektiviseras. Försörjningskedjan har studerats utifrån parametrarna lager, ledtid, rutiner och slöseri för att identifiera åtgärder syftade till att effektivisera den. Därefter identifierades den åtgärd med störst potential att effektivisera försörjningskedjan mellan ett MTO-företag och dess leverantör. Studiens andra syfte ämnar att skapa förståelse för hur ett dragande flöde kan utformas i den studerade försörjningskedjan mellan ett MTO-företag och dess leverantör. Genom att studera försörjningskedjan utifrån parametrarna efterfrågan, karaktär på produkten, orderstocken, linjedisciplinen, antalet kort och arbete före, designades ett dragande flöde för fallstudieobjektet. Sammanfattningsvis syftar studien till att öka förståelse kring faktorer som påverkar ett företags försörjningskedja samt hur en av dessa kan effektiviseras. Detta innebar att denna studie var explorativ.

3.2 Forskningsansats

Saunders et al. (2012) beskriver att i en forskningsstudie kommer teori användas i någon form och beroende på hur teorin används kommer det påverka genomförandet av studien. Arbnor & Bjerke (2009) förklarar vidare att utgångspunkten i en studie kan vara att utifrån teori samla in empiri för att verifiera teorin. Denna utgångspunkt kan sammanfattas i två forskningsansatser, deduktiv och induktiv ansats.

Arbnor & Bjerke (2009) beskriver att en deduktiv ansats kan ses som en forskningsstrategi som utgår från teorin. Saunders et al. (2012) förklarar vidare att en deduktiv ansats härstammar från en hypotes som är baserad på en existerande teori där empiriska studier ska verifiera eller förkasta hypotesen. Denna teori härstammar ofta från litteraturstudier som genomförs i början av en forskningsstudie. Vidare beskriver författarna att den deduktiva ansatsen kan ses som en studie som verkar för att undersöka samband mellan variabler och om sambandet stämmer överens med teorin.

Ketokivi & Mantere (2010) förklarar att en induktiv ansats innebär att slutsatser dras från empiriska studier och resulterar i teoretiska förklaringar och att insamlad data generaliseras. Resultat av en forskningsstudie med induktiv ansats är att befintlig teori revideras eller att en ny teori skapas för att förklara den insamlade empirin (Saunders et al., 2012). Den induktiva ansatsen kan som den deduktiva ansatsen ses som en forskningsstrategi (Arbnor & Bjerke, 2009).

Saunders et al. (2012) redogör för en tredje ansats som är vanlig i forskningsstudier nämligen abduktiv som är en kombination av deduktiv och induktiv. En forskningsstudie som bygger på en abduktiv ansats börjar med ett ensamt, ofta oväntat fall som sätts i ett generellt hypotetisk exempel som om sant kan förklaras av det aktuella fallet (Arbnor & Bjerke, 2009). Denna möjliga teori som beskriver fallet undersöks sedan med ytterligare empiriska studier för att verifiera det hypotetiska exemplet (Saunders et al., 2012). Arbnor & Bjerke (2009) beskriver att en abduktiv ansats därmed kan anses vara induktiv i början av forskningsstudien då empiri samlas in först och deduktiv därefter då teori inte avvisas. Detta innebär att en abduktiv ansats kan till skillnad från den deduktiva och induktiva ansatsen vara mer av en forskningstaktik.

Studiens forskningsansats

Denna studie baserades på en abduktiv forskningsansats där befintliga teorier jämförts med observationer och intervjuer från en fallstudie på en försörjningskedja mellan ett MTO-företag och dess leverantör. I studiens första del har teorier relaterade till ledtid och specifikt ledtidsglapp, prognos, kapacitetsbegränsning och slöseri använts för att identifiera åtgärder för att effektivisera en försörjningskedja. Vidare har teorier kopplade till lager och lagersystem, information och administration använts. I studiens andra del har teorier och modeller använts kopplade till Kanban, CONWIP samt Little's Lag för att utforma ett dragande flöde i en försörjningskedja mellan ett MTO-företag och en av dess leverantörer. Genom att alternera mellan teori och empiri har åtgärder identifierats för hur en försörjningskedja kan effektiviseras samt hur ett dragande flöde kan utformas.

3.3 Metodval

Saunders et al. (2012) redogör för ett sätt att särskilja mellan kvantitativ och kvalitativ data. Kvantitativ data består av numerisk data och kvalitativ data består av icke-numerisk data så som ord, bilder, video och liknande. Kvantitativ data kan analyseras genom tabeller och grafer för att tydliggöra trender och inbördes relation. Kvalitativ data kan analyseras genom kategorisering. Författarna menar att denna indelning är viktig men problematisk eftersom många forskningmodeller innehåller både kvantitativa och kvalitativa element. Ejvegård (2003) betonar vikten av att i möjligaste mån kvantifiera data, vilket innebär att något

kan räknas, anges i siffror eller i termer som motsvarar siffror. Kvantifierade data kallas hårddata och kan behandlas statistiskt. Mjukdata och andra sidan är fakta som inte kan omskrivas i numeriska termer.

Studiens metodval

Studien har i huvudsak kvalitativa drag men har även kvantitativa inslag. Via intervjuer och observationer har kvalitativ data samlats in rörande faktorer som påverkar en försörjningskedjas ledtid och lagernivåer. Kvantitativ data har använts och analyserats för att erhålla en tydligare bild över försörjningskedjans ledtid och lagernivåer. Ledtiderna presenteras i tabeller och diagram i procent och har beräknats enligt ekvation 3.1, 3.2 och 3.3. Ekvation 3.1 har används för att presentera delprocessens procentuella bidrag till försörjningskedjan som här verkar som huvudprocess. Studien omfattar två försörjningskedjor A och B, där försörjningskedja B består av två produktgrupper som i stort följer samma flöde. På liknande sätt har ekvation 3.2 nyttjas för att erhålla processtegens procentuella bidrag för respektive delprocess. Där ekvation 3.3 har används, har ledtiden om leverantören erhållits i veckor. För att kunna jämföra dessa ledtider med övriga ledtider har en konvertering enligt ekvation 3.3 varit nödvändig. Konvertering innebär att den erhållna ledtiden om leverantören som angivits i veckor konverteras till timmar där en vecka motsvarar 40 timmar. Vid tillfällen där dessa jämförts med av studiedeltagarna uppmätt data kan ledtider redovisas som är över 100 procent.

$$\text{Delprocessens procentuella bidrag} = \frac{\text{ledtid för delprocess}}{\Sigma \text{Delprocess}} \quad (3.1)$$

$$\text{Processtegens procentuella bidrag} = \frac{\text{ledtid för processteg}}{\Sigma \text{Processteg}} \quad (3.2)$$

$$\text{Ledtid från leverantör i procent} = \frac{40 \cdot \text{erhållen ledtid}}{\Sigma \text{Delprocess}} \quad (3.3)$$

Data har samlats in från de studerade delprocesserna och dess processteg. Merparten av datainsamlingen har skett med kvalitativa metoder för att identifiera faktorer och hur de påverkar den totala ledtiden och lagernivåerna i försörjningskedjan. Därmed anses studien framför allt vara av kvalitativ natur. I avsnitt 3.5 preciseras hur kvalitativ och kvantitativ data har samlats in.

3.4 Forskningsstrategi

Saunders et al. (2012) definierar en forskningsstrategi som den plan forskaren ska handla efter för att besvara forskningsfrågorna och uppfylla studiens syfte. Utifrån olika forskningstraditioner har det uppstått många forskningsstrategier, som även huvudsakligen är kopplade till antingen kvalitativa eller kvantitativa studier samt deduktiv eller induktiv ansats. Dock så är gränsdragningen mellan olika forskningsstrategiers användningsområden inte exakt. Vidare menar de att en enskild forskningsstrategi inte bör ses som överlägsen eller underlägsen en annan samt att de inte är ömsesidigt uteslutande varandra. Istället bör valet av forskningsstrategi anpassas utifrån vilka forskningsfrågor som ämnas besvaras. Även tid, resurser, tillgång till deltagare samt annan relevant data för studiens genomförbarhet bör beaktas. Även Yin (2003) anser att varje strategi kan användas till samtliga studier oavsett vilket syfte studien har. Författaren menar också att det som särskiljer en strategis användning beror istället på tre villkor: typ av forskningsfråga, kontroll av händelser samt fokus på samtida händelser. Målet är att undvika situationer där den planerade strategin inte är den bästa.

Fallstudie syftar enligt Ejvegård (2003) till att ta en liten del av ett stort förlopp och med hjälp att det fallet beskriva verkligheten. På ett liknande sätt uttrycker sig Yin (2003) och menar att en fallstudie är en empirisk undersökning som ämnar undersöka samtida fenomen inom sitt verkliga sammanhang och är speciellt användbart då gränserna mellan fenomen och sammanhang inte är uppenbart. Med fallstudier menar Saunders et al (2012) finns det goda möjligheter att generera svar till frågor som “Varför?”, “Vad?”, “Hur?” samt används ofta i explorativa och explanativa studier. En fallstudie kräver inte kontroll av händelser men kontroll av samtida händelser. Till skillnad mot experiment där antalet variabler är få och kontrolleras noggrant på grund av deras potentiella hot mot validiteten av studien, består fallstudien av många påverkande variabler. Cooper & Schindler (2003) belyser det faktum att det är svårt att bekräfta eller förkasta hypoteser med fallstudier då de oftast baseras på kvalitativ data. Ett sätt att förebygga detta enligt Saunders et al. (2012) är att använda sig av triangulering av data, vilket beskrivs närmare i avsnitt 3.6.

Studiens forskningsstrategi

Denna studie använder sig av en fallstudie på två försörjningskedjor mellan ABB Components och ABB Composites för att undersöka och effektivisera materialförsörjningen. Flödet som studerats innefattar från att en order inkommer till ABB Components till att en färdig produkt lämnar flödet. Dessa försörjningskedjor benämns härnäst för A och B där försörjningskedja A innefattar en produktgrupp, GSB, och försörjningskedja B innefattar två produktgrupper, GGF och GGFL. Första delen av studien ämnar till att identifiera åtgärder för hur försörjningskedja A och B kan effektiviseras och andra delen på hur ett dragande flöde kan utformas på fallstudieobjektet. Den första delen av studien undersöker materialförsörjningen i en försörjningskedja utifrån variabler kopplade till ledtidsglapp, prognoser, slöseri, kapacitet, lagersystem, information och administration utifrån intervjuer, observationer och arkivdata. Den andra delen av studien undersöker hur ett dragande system kan utformas i fallstudieobjektet utifrån variablerna Kanban, CONWIP och Little´s Lag. Dessa variabler studerades på processkartläggningen som genomfördes i del ett med kompletterande intervjuer och arkivstudier.

3.5 Datainsamling

Saunders et al. (2012) förklarar att en studie behöver data för att kunna besvara studiens syfte och forskningsfrågor. Cooper & Schindler (2003) beskriver att data kan definieras som fakta som härstammar från miljön som studeras. Vidare kan data karaktäriseras av dess abstrakthet, verifierbarhet, greppbarhet och dess närhet till fenomenet som studeras. Beroende av dess närhet till studien, kan den klassificeras som antingen primär- eller sekundärdata (Walliman, 2011).

3.5.1 Primär och sekundärdata

Primärdata är ny data som har observerats, upplevts eller registrerats specifikt för studien. Data som klassificeras som primärdata kan samlas in genom intervjuer, mätningar, observationer eller genom att forskaren deltar och samlar in data genom att uppleva det som ska studeras. Insamling av primärdata kan dock vara kostsamt, tidskrävande och det är inte alltid möjligt att genomföra denna typ av datainsamling. (Walliman, 2011)

Saunders et al. (2012) förklarar att data som tidigare har samlats in för ett annat syfte kallas för sekundärdata. Denna data kan studeras vidare för att ge ny kunskap, nya tolkningar och nya slutsatser kan dras från den som är av vikt för studien. Sekundärdata kan både vara rådata där minimal bearbetning av data har genomförts och sammanställd data där ett urval eller sammanfattning har utförts på ursprungsdata. Sekundärdata är ett vanligt inslag i både fallstudier och enkätundersökningar. Walliman (2011) påstår att

sekundärdata anses vara mindre pålitlig och det är därför viktigt att kritiskt granska data för att säkerställa att den är trovärdig och lämplig att använda i studien. Sekundärdata kan delas upp i tre olika grupper, tryckt material, icke-tryckt material och enkätuppgifter. Tryckt material inkluderar rapporter, böcker, journaler och statistisk information. Icke-tryckt material kan vara tv-program, filmer och radio-program. Enkätuppgifter är data som har samlats in i större, ofta kvantitativa studier som ekonomiska prognoser, befolkningsmängd och hushållsundersökningar.

3.5.2 Datainsamlingstekniker

Saunders et al. (2012) förklarar att studier ofta använder en kombination av primär- och sekundärdata för att besvara studiens syfte. Yin (2003) beskriver sex datainsamlingstekniker som är vanligt förekommande i fallstudier, vilka är dokumentation, arkiv, intervjuer, direkta och deltagande observationer och fysiska artefakter. Vidare kan inte någon källa anses vara den andra överlägsen och de lämpar sig väl att kombineras.

Yin (2003) beskriver att *dokumentation* är tryckt material och inkluderar brev, mötesprotokoll, administrativa dokument, rapporter, journaler och tidningsartiklar. Dokumentation är användbart efter intervjuer för att kontrollera stavningar och titlar. Den kan också användas som ett komplement till andra källor för att verifiera och bekräfta att informationen stämmer. Dokumentation kan också vara en källa till nya insikter och slutsatser i en fallstudie. Det är dock viktigt att kritisk granska informationen då den kan vara partisk och inte reflektera verkligheten. (Yin, 2003)

Arkivundersökning inkluderar bland annat företagsregister, organisationsregister, kartor, diagram, listor, enkäter samt kalendrar och används ofta tillsammans med andra källor av information. Precis som dokument är det viktigt att vara kritisk när arkivundersökning används som datainsamlingsteknik. Det är viktigt att vara kritisk vad gäller data noggrannheten och att den är kompatibel med studiens syfte. (Yin, 2003)

Walliman (2011) förklarar att *intervjuer* är en lämplig datainsamlingsteknik när frågorna kräver sondering för att erhålla tillräcklig information. Intervjuer kan kategoriseras som antingen strukturerade, semi-strukturerade eller som ostrukturerade intervjuer. Saunders et al. (2012) beskriver att vid strukturerade intervjuer används standardiserade frågeformulär där frågorna har fastställts innan intervjun. Frågorna ställs exakt som de är skrivna och svaren registreras på ett svarsformulär som ofta har förtryckta svarsalternativ. Strukturerade intervjuer lämpar sig väl när kvantitativ data ska samlas in. Semi-strukturerade intervjuer är vanliga vid kvalitativa studier och innebär att intervjuaren utgår från förutbestämda ämnen och nyckelfrågor. Walliman (2011) förklarar vidare att semi-strukturerade intervjuer innehåller både strukturerade och ostrukturerade delar med både standardiserade frågor och öppna frågor. Yin (2003) påstår att öppna frågor är lämpliga när respondentens åsikter kring ett ämne ska studeras. Användningen av öppna frågor är vanligt förekommande i fallstudier och gör det möjligt för den som intervjuas att återge sina egna åsikter. Den ger också respondenten möjlighet att ge förslag på vad som kan studeras vidare och vem som kan intervjuas senare för att ge bättre insikter i ämnet. Saunders et al. (2012) förklarar att ostrukturerade intervjuer är användbart när intervjuaren vill studera ett generellt område på djupet. Vid ostrukturerade intervjuer utgår inte intervjuaren från några förutbestämda frågor utan bör istället ha en uppfattning om vilka aspekter kring ämnet som är intressant att studera. Respondenten ges möjligheten att fritt prata kring ett ämne och beteenden kopplat till ämnet.

Saunders et al. (2012) förklarar att vid en explorativ studie är ostrukturerade intervjuer vanligast medan semi-strukturerade intervjuer också förekommer. Vid deskriptiva studier är strukturerade intervjuer vanligast förekommande. I explanativa studier är semi-strukturerade intervjuer vanligast men strukturerade intervjuer förekommer också.

Saunders et al. (2012) beskriver att *observation* innebär att människors beteende analyseras och tolkas på ett systematiskt sätt. Denna datainsamlingsteknik kan delas upp i direkt och deltagande observation. Direkt observation innebär att beteenden undersöks och kvantifieras på ett strukturerat sätt genom att visuellt undersöka en företeelse eller aktivitet. Detta innebär att direkt observation är lämplig när studien ämnar undersöka hur ofta en företeelse sker och inte varför den sker. Vid deltagande observation deltar observatören i företeelsen eller aktiviteten och blir en del av gruppen. Därmed lämpar sig denna typ av observation för att undersöka varför någonting sker och används frekvent vid kvalitativa studier. (Saunders et al., 2012)

3.5.3 Processkartläggning

Ljungberg & Larsson (2012) menar att processkartläggning är det bästa sättet att förmedla en process syfte, uppbyggnad och utseende. Genom att redogöra för en organisations verksamhet genom processkartor, är det möjligt att förklara hur organisationens olika delar är relaterade till varandra samt hur de samverkar för att skapa värde åt kunden.

Dagens organisationer verkar på en global marknad med en mängd olika produkter och olika processer. Denna komplexa miljö avspeglas genom att processerna på sikt inom organisationer fått växa okontrollerat. Arbetsmetoder och rutiner som tidigare varit logiskt uppbyggda har justerats för att anpassas till nya förutsättningar. Denna justering har många gånger utgått från ett internt och funktions avgränsat perspektiv, vilket kan få konsekvensen att verksamheten inte längre kan ses som logiskt utformad. Aktiviteter inom en del av organisationen påverkar andra delar av organisationen. Om inte parterna inom organisationen förstår denna koppling mellan organisationens olika delar kan problem uppstå som suboptimeringar och avskärmning från kunden. Genom kartläggningen blir sambanden mellan de olika aktiviteterna och funktionerna tydliga och förståeliga. När processerna blir synliga underlättar det för individen då denne ser hur det egna arbetet påverkar helheten. Kartläggningsarbetet i sig innebär inte några större förbättringar av processen utan bör ses som starten med det omfattande arbetet att förbättra och utveckla organisationens processer. Kartorna skapar förutsättningar till förståelse till vad som skapar värde åt kunderna. De möjliggör etablering av processer, mätning och analys samt styrning av processerna. (Ljungberg & Larsson, 2012)

Rentzhog (1998) menar att ett vanligt angreppssätt vid processkartläggning är att processen systematiskt bryts ned i detaljerade delprocesser. För varje nivå dokumenteras egenskaper så som kunder, leverantörer, inobjekt, resultat, vem som gör vad, styrkor, svagheter och så vidare. Enligt författaren finns det även risker med angreppssättet, att för många detaljer beskrivs och man fastnar i kartläggningsstadiet. Risken är att själva kartläggningen tenderar att bli målet snarare än medlet. En anledning till detta är att kartläggningen är en konkret aktivitet som skapar synliga resultat, vilket ger dem som kartlägger en tillfredställande känsla av framgång.

Metoder för processkartläggning

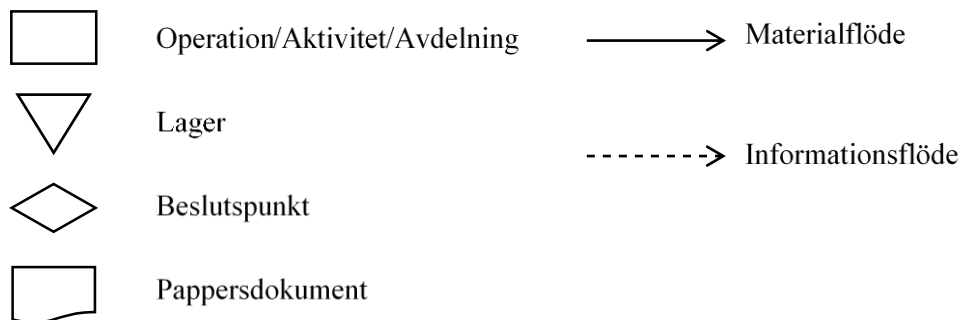
Data som ligger som grund till processkartläggningen kan samlas in på ett antal olika sätt. En metod Ljungberg & Larsson (2012) beskriver är *processpromenad* som går ut på att en eller flera personer ansvarar för kartläggningsarbetet och vandrar genom hela processen. Utmed vägen intervjuas personer som utför

processens olika aktiviteter och därefter illustreras processen grafiskt av ansvariga för kartläggningen. Fördelarna med denna metod är det går snabbt att få fram en karta och att det inte behövs utbildas ett antal personer i kartläggningsmetodik. Nackdelarna är dock att ett begränsat antal personer erhåller full förståelse för processen och övrig personal blir passiv och kan känna sig oengagerade. Ytterligare en nackdel är att det finns risk att den presenterade processkartan blir personligt vinklad.

Flödesschema

Enligt Oskarsson et al. (2009) kan en processkartläggning åskådliggöras med ett flödesschema. Krajewski et al. (2010) menar att ett flödesschema spårar flödet av information, kunder, utrustning, eller material genom processens olika steg. Flödesscheman kan skapas på flera olika nivåer i en organisation till exempel på en strategisk nivå för att identifiera huvudprocesser. Målet med dokumenteringen är att finna prestationsgap, generera idéer för processförbättring och dokumentera utseendet på en process som har förändrats. Rentzhog (1998) skriver att fördelen med flödesscheman är att den grafiska framställningen är lättare för den mänskliga hjärnan att förstå än text. Oskarsson et al. (2009) menar att flödesscheman kan göras på många olika sätt. Det viktiga är att man använder symboler och ritar flödeskartor på så sätt att de blir tydliga, förståeliga och innehåller tillräcklig med information för dem som ska använda flödeskartorna. Vidare menar de också att insatserna ska koncentreras där de ger störst utbyte. För att undvika att lägga resurser på fel saker bör organisationer successivt förfina de delar av flödet som är mest intressanta. Vad som i sin tur är mest intressant avgörs av hur nyckeltalen för flödet ser ut.

När processen är fastställd skall resultatet dokumenteras. Sörqvist (2001) anser att detta kan göras genom att använda egna symboler, bara de är enhetliga och konsekventa. Annars kan man använda färdiga standarder för framställande av flödesscheman. Oskarsson et al. (2009) förklarar att vanligtvis går det att genomföra en flödeskartläggning med principiellt ganska enkla metoder. I Figur 1 nedan redogör författarna för några ofta förekommande symboler.



Figur 1 – Vanligt förekommande figurer vid flödeskartläggning. Fritt från Oskarsson et al. (2009, s. 175)

Studiens datainsamling

Denna studie är baserad på både primär- och sekundärdata. Processkartläggning genomfördes via processpromenader där nyckelpersoner dels vandrat med längs processen dels intervjuats vid specifika delprocesser och processteg. Processkartläggningen har även sammanfattats och åskådliggjorts i flödesscheman för att tydliggöra processen samt kontrollera att processen uppfattats korrekt. Primärdata är insamlad utifrån intervjuer och observationer. Urvalsprocessen för personerna som intervjuades skedde utifrån ett icke-slumpmässigt urval där personernas kompetensområde och roll var beslutande faktorer. I försörjningskedjan har personer med anknytning till materialförsörjningen intervjuats med både semi-

strukturerad och ostrukturerad intervjuteknik där frågorna har anpassats till vilken delprocess som studerats. Frågorna har berört teoriområdena ledtid, lager samt delprocessernas processteg för att erhålla en förståelse för processen och identifiera faktorer som påverkar leddiden och lagernivåerna.

På Säljfunktionen har säljchefen, säljare och orderledaren intervjuats för att skapa en förståelse för delprocessen. Vid Orderfunktionen intervjuades produktionsplanerare, materialplanerare, logistikchef och logistikutvecklare för att förstå materialförsörjning ur deras perspektiv. På Composites intervjuades logistikchef, produktionsplanerare, strategisk inköpare, operativa inköpare samt Product Sales Manager för att skapa en förståelse för stödprocesserna till delprocessen och deras åsikter kring relationen och samarbetet med Components. Kartläggningen av delprocess Line A, B och C utfördes med deltagande observation där en samordnare vandrade tillsammans med författarna genom processtegen och där operatörer på processtegen intervjuades via ostrukturerade intervjuer där fokus var på faktorer som påverkar leddiden och lagernivåerna. På Transport och Ankommande intervjuades två operatörer på vardera delprocessen och på Lemont AB intervjuades en operatör för att erhålla en inblick i delprocessernas processteg. På delprocessen GSB-line genomfördes en deltagande observation med en samordnare där operatörer vid processtegen intervjuades med en ostrukturerad intervjuteknik. Kartläggningen på GGF- och GGFL-line genomfördes utifrån en deltagande observation där operatörer intervjuades vid varje processteg utifrån en ostrukturerad intervjuteknik. Den andra delen av studien har till stor del byggt på data som samlades in i studiens första del. Dock så har kompletterande semi-strukturerade intervjuer genomförts på Components med materialplanerare, produktionsplanerare, logistikutvecklare samt logistikchefen på Composites med frågor relaterade till teorier kring Kanban, CONWIP och Little´s Lag. En sammanfattning över studiens intervjuobjekt, typ av intervju och omfattning ges av Tabell 2.

Tabell 2 – Sammanfattning över studiens intervjuobjekt, typ av intervju och omfattning

Roll	Intervju – ostrukturerad	Intervju – semistrukturerad
Logistikchef Components	15	1
Logistikchef Composites		3
Säljchef		2
Säljare		1
Strategisk inköpare	10	1
Orderledare		1
Logistikutvecklare	60	8
Produktionsplanerare	30	2
Materialplanerare	40	5
Samordnare	35	
Operatörer	30	
Totalt	220	19

I Tabell 3 visas en sammanfattning över de delprocesser som observerats, typ av observation samt dess omfattning.

Tabell 3 – sammanfattning över studiens observationsobjekt och omfattning

Process	Observation – deltagande
Line A	5
Line B	5
Line C	5
Transportavdelningen ABB Ludvika	1
Ankommande ABB	5
Lemont AB	4
GSB-line	10
GGF-line	11
GGFL-line	11
Orderfunktion	10
Totalt	67

Den sekundära datainsamlingen involverade inhämtning av intern data från arkivstudier samt interna och externa dokument. I arkivstudierna erhöles historisk data från affärssystemet och utgjordes av data relaterad till produktion, ledtider, lagernivåer och efterfrågan. Detta användes för att komplettera och verifiera uppgifter inhämtade vid intervjuer och observationer. Interna dokument har inhämtats för att erhålla data kopplat till materialflödet, hur säkerhetslager har räknats ut samt broschyrer med information kring produkterna. Vidare har externa dokument använts för att inhämta data till de teoretiska referensramarna i studiens båda delar. Dessa har bestått av litteratur i form av böcker och artiklar kopplat till teorier kring ledtid, lager, Kanban, CONWIP och Little's Lag. Vid litteratursökningar av elektroniska böcker och vetenskapliga artiklar har databaser använts och då framförallt Emerald, Google Scholar och ProQuest. Vidare har ABB:s intranät använts för att inhämta information.

3.6 Trovärdighet

För säkerställa studiens trovärdighet bör enligt Ejvegård (2003) vissa aspekter i forskningmodellen tas i beaktan. För att mått, parametrar, mätinstrument, test och undersökningsmetoder ska vara användbara och lämpliga krävs det att de är valida och reliabla. Uppfylls inte dess krav saknar forskningsresultaten vetenskapligt värde. Eftersom en forskningmodell antas vara uppbyggd utifrån en logisk struktur menar Yin (2003) att det går att bedöma kvaliteten på forskningmodellen utifrån några logiska tester som omfattar validitet och reliabilitet. Nedan följer en genomgång av begreppen.

3.6.1 Validitet

Cooper & Schindler (2003) menar att validitet avser den omfattning som en mätning faktiskt mäter det den var avsedd till att mäta. En forskare vill med säkerhet kunna fastställa att de skillnader som metoden indikerar beror på skillnader i det som mäts och inte på själva metoden. (Yin, 2003) avser att validitet kan delas in i konstruktionsvaliditet, inre validitet och yttre validitet. Konstruktionsvaliditet avser hur väl mätinstrument har konstruerats för att mäta de begrepp som studeras. Inre validitet är enbart användbart för

explanativa studier och omfattar hur väl de kausala sambanden har identifierats. Extern validitet visar i vilken utsträckning studiens resultat kan generaliseras till andra områden.

3.6.2 Reliabilitet

Enligt Yin (2003) är målet med reliabilitet att säkerställa att en senare studie ska erhålla samma resultat och slutsatser som en tidigare studie. Detta förutsatt att samma procedur används i båda undersökningarna och att det är samma fall som studeras. Även Saunders et al. (2012) menar att reliabilitet avser huruvida de datainsamlingstekniker och analysförfarande som används i studien skulle generera samma resultat om studien genomfördes igen vid ett annat tillfälle eller av en annan forskare. Författarna listar fyra problem som kan hota en studies reliabilitet:

- Faktorer som negativt påverkar hur respondenten presterar.
- Fel som beror på att respondenten svar är partiska eller inte sanningsenliga.
- Faktorer som påverkar forskarens tolkning.
- Faktorer som framkallar partiskhet hos forskaren.

Studiens trovärdighet

Denna studie är en fallstudie på en försörjningskedja mellan ett MTO-företag och en av dess leverantörer. Eftersom endast ett fall studerats går resultatet svårt att generalisera. Ett betydande område har studerats för att erhålla kunskap kring materialförsörjning hos fallstudieobjektet. Vid inhämtningen av information har triangulering använts i den utsträckning det varit möjligt vilket inneburit att information inhämtats från flera olika källor vid intervjuer, observationer, arkivstudier samt litteraturstudie.

Vid intervjutillfällena med administrativ personal på den studerade försörjningskedjans delprocesser har frågor förberetts innan intervjutillfället och två personer har antecknat svaren för att öka sannolikheten att författarna uppfattat intervjupersonen korrekt. Vidare har intervjuerna spelats in för att kunna återkoppla vid frågetecken. För att förstärka validiteten har personer intervjuats med god kunskap om det studerade området. Vidare har flera personer intervjuats kring samma område för att säkerställa att korrekt information inhämtats. När observationer har genomförts har personal informerats om syftet med studien för att motverka förändringar i beteenden hos personalen. Vidare har personal intervjuats med ostrukturerad och semistrukturerad intervjuteknik för att erhålla en djup förståelse för problemområdet.

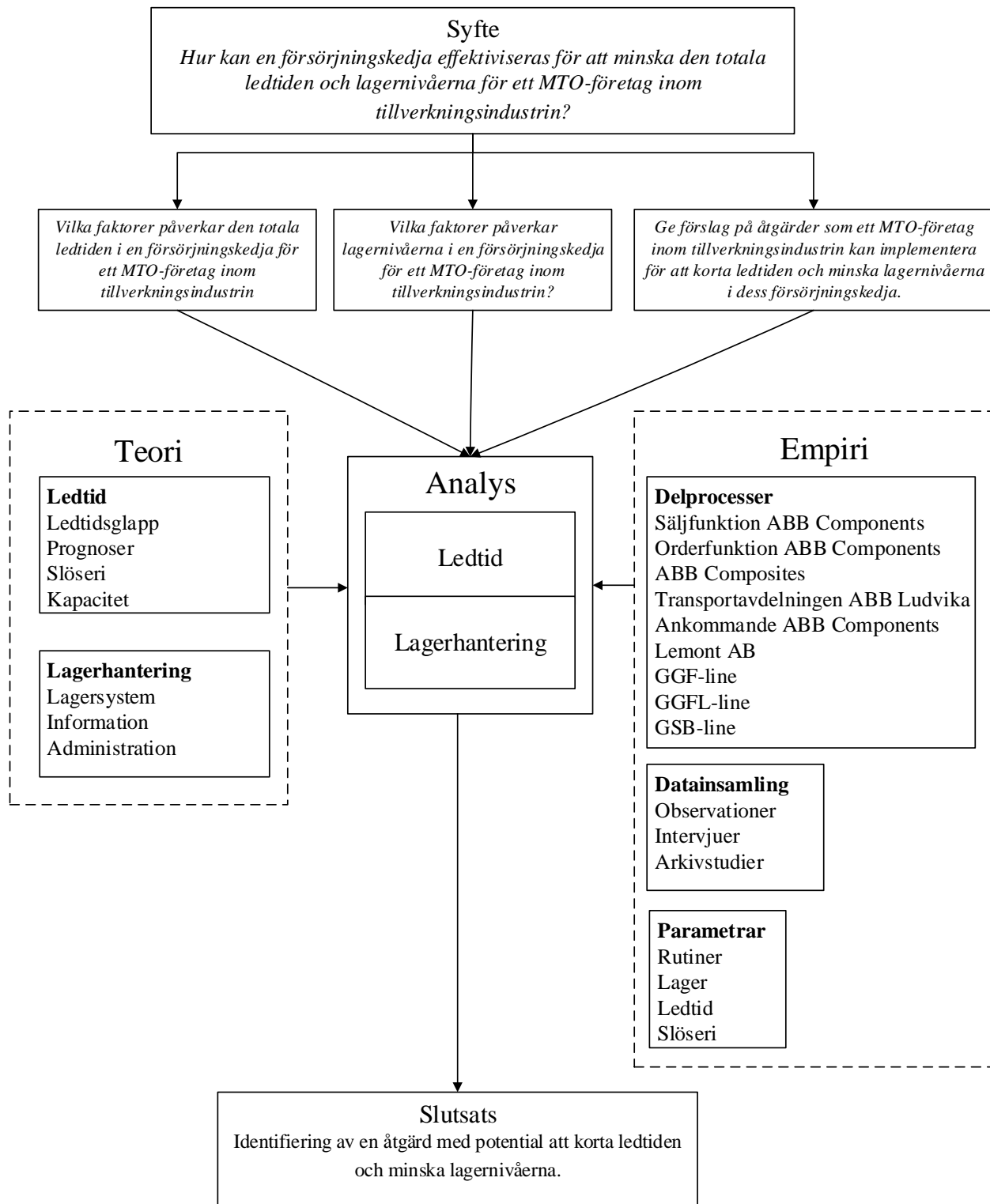
Studiens trovärdighet påverkas av att inga ledtider har mätts av författarna utan istället har sekundärdata använts i form av intervjuobjektens uppfattning av ledtider samt registrerade ledtider i affärssystemet ERP LN. För att öka de identifierade ledtidernas korrekthet har dessa verifierats med administrativ personal med god insikt i delprocesserna.

3.7 Studiens tillvägagångsätt del ett

Studien första del inleddes med en processkartläggning som genomfördes på försörjningskedjans delprocesser för att studera och identifiera hur en försörjningskedja kan effektiviseras. Försörjningskedjan består av delprocesser som är kopplade till materialförsörjningen av en komponent till MTO-företagets produkter. Processkartläggningen har genomförts via studier av delprocesserna och dess processteg utifrån parametrarna ledtid, lager, slöseri och rutiner för att erhålla kunskap om vilka faktorer som påverkar den totala ledtiden och lagernivåerna. För att inhämta denna information har personal på delprocesserna intervjuats och deltagande observationer genomförts.

På Säljfunktion ABB Components har säljchef och orderledare intervjuats för att förstå delprocessen relaterad till när en order inkommer till MTO-företaget. Sedan har materialplanerare, produktionsplanerare och logistikutvecklare intervjuats på Orderfunktion ABB Components för att skapa en förståelse för hur inköpen av komponent från leverantören påverkar den totala ledtiden och lagernivåerna. Därefter skedde en processkartläggning av ABB Composites som tillverkar komponenten. Detta skedde genom att intervjua produktionsplanerare, operativ inköpare, inköpare, Product Sales Manager och logistikchefen för att inhämta administrationens inverkan på den totala ledtiden och lagernivåerna. På ABB Composites utfördes en kartläggning av produktionen av komponenten genom en kombination av deltagande observationer och intervjuer med processtegens operatörer och en samordnare. Därefter kartlades delprocesserna Transport ABB Components och Ankommande ABB Components via intervjuer med två stycken ur personalen på varje delprocess. I nästa steg besöktes Lemont AB där vissa komponenter lagerförs och där en operatör intervjuades. Till sist genomfördes en deltagande observation samt intervjuer med personal på processtegen på delprocesserna GSB-line, GGF-line och GGFL-line.

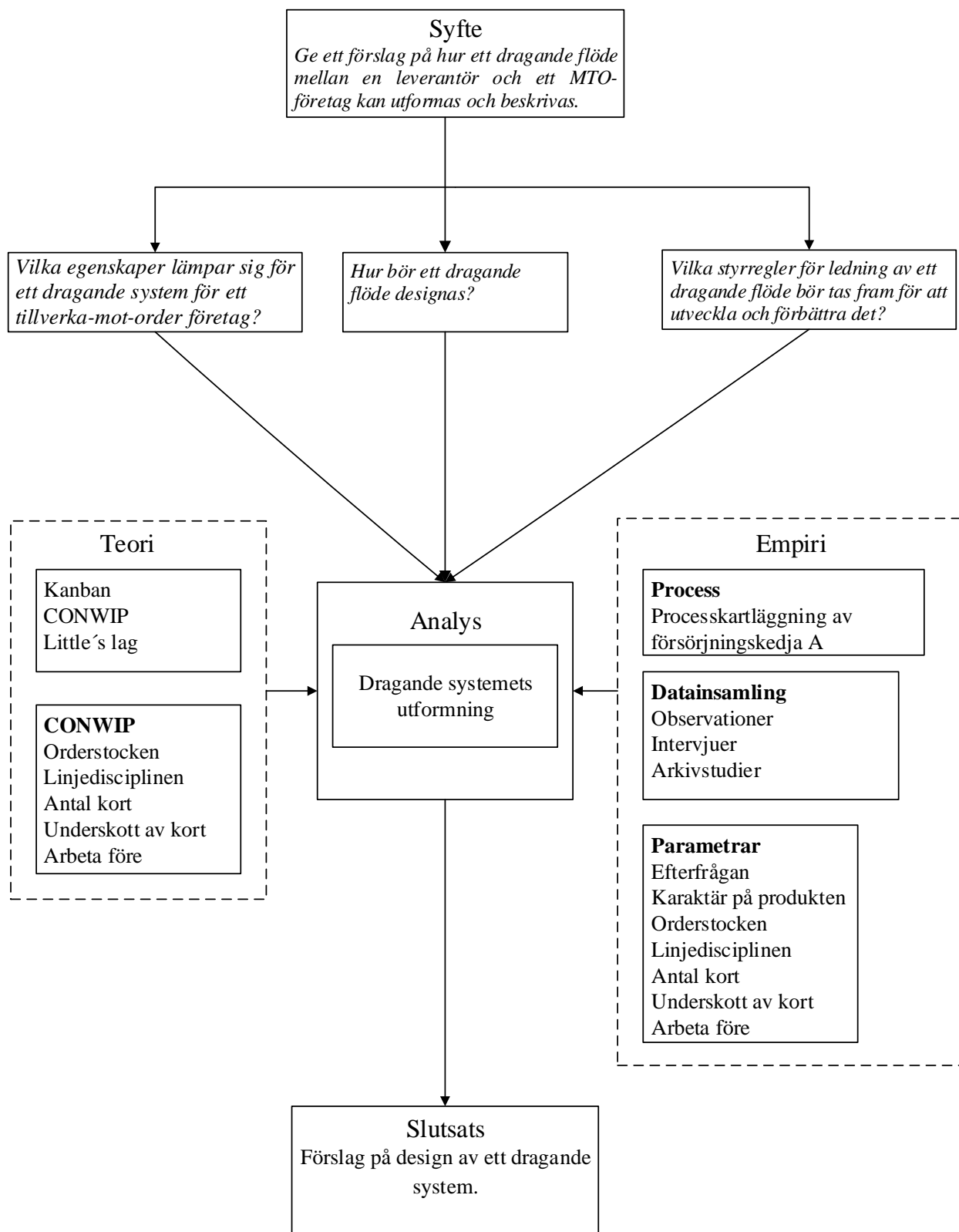
Efter processkartläggningen och datainsamlingen analyserades försörjningskedjan utifrån teorier kring ledtid och specifikt ledtidsglapp, prognoser, slöseri och kapacitet samt teorier relaterad till lagerhantering och specifikt lagerstyrning, information och administration. Utifrån denna analys har faktorer identifierats som påverkar den totala ledtiden och lagernivåerna och åtgärder som ett MTO-företag kan genomföra för att effektivisera försörjningskedjan. I Figur 2 nedan åskådliggörs analysmodellen för studiens första del och kopplingen mellan teori och analys samt datainsamlingens metoder och parametrar för insamlingen av empiri.



Figur 2 – Analysmodellen till del ett av studien

3.8 Studiens tillvägagångsätt del två

Baserat på studiens första del identifierades ett dragande flöde som en åtgärd med potential att korta den totala ledtiden och minska lagernivåerna. Syftet i studiens andra del var hur ett dragande flöde kan utformas mellan ett MTO-företag och dess leverantör. Studiens andra del började med att studera försörjningskedjans egenskaper som behöver beaktas vid implementering av ett dragande flöde hos ett MTO-företag. Dessa parametrar var efterfrågan och produktvarianter. Därefter studeras egenskaperna och lämpligheten i Kanban- och CONWIP-systemet på en försörjningskedja hos ett MTO-företag. Utifrån denna analys blev resultatet att ett CONWIP-system ansågs mest lämpligt. I näst skede designades ett CONWIP-system genom att analysera processkartläggningen genomförd i del ett av studien utifrån parametrarna orderstock, linjedisciplin, antal kort, underskott av kort samt arbeta före. Utöver processkartläggningen genomförd i del ett av studien inhämtades kompletterande information rörande försörjningskedjan genom intervjuer med produktionsplanerare, materialplanterare och logistikutvecklare på Components och med logistikchefen på Composites. Arkivstudier användes för att samla in information relaterad till historisk efterfrågan och lagernivåer från affärssystemet ERP LN. Utifrån denna analys designades ett dragande flöde mellan ett MTO-företag och dess leverantör. I Figur 3 nedan kan analysmodellen för del två ses och hur teori och analys är sammankopplad samt empirin, datainsamlingstekniker och parametrar.



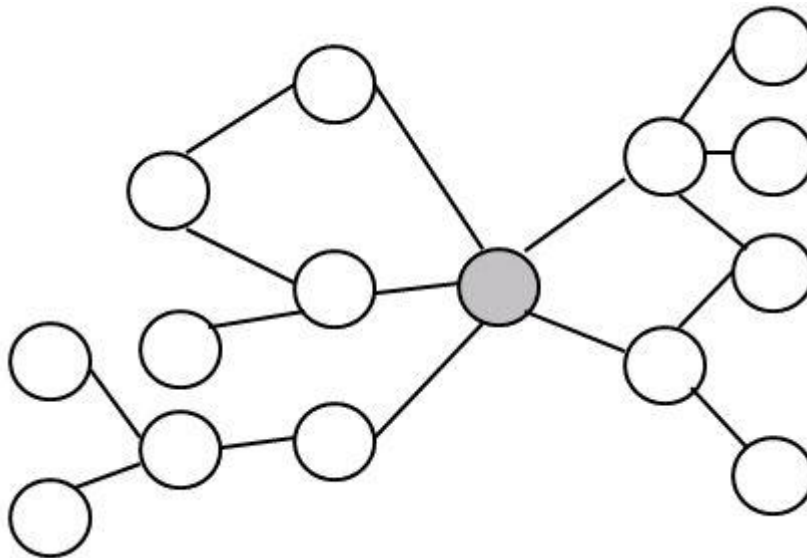
Figur 3 – Analysmodellen till del två av studien

4. Teoretisk referensram del ett

Detta kapitel inleds med att presentera teori relaterad till försörjningskedja för att skapa en förståelse för fallstudieobjektet. Därefter introduceras tillverkningsstrategin MTO och hur den påverkar en försörjningskedja. I avsnittet efter det beskrivs material- och informationsflödena som är centrala delar att analysera för att effektivisera en försörjningskedja. Därefter presenterats teori inom lagerstyrning och ledtid som är parametrarna som försörjningskedjan kommer att studeras utifrån. Sedan introducerades teori kring processer och till sist presenteras den teoretiska referensramen och hur teorin ämnar till att besvara studiens första syfte.

4.1 Försörjningskedja

Hopp (2008) beskriver att en försörjningskedja är ett målinriktat nätverk av processer och lager som används för att leverera varor eller tjänster till kunder. Krajewski, Ritzman, & Malhotra (2010) förklarar vidare att en försörjningskedja även ämnar till att erhålla nöjda kunder. Christopher (2011) redogör att en försörjningskedja är ett nätverk av sammankopplade organisationer som har ett beroende av varandra. Organisationerna arbetar ömsesidigt och tillsammans för att styra, leda och förbättra flödet av material och information från leverantörer till slutanvändare. I Figur 4 nedan exemplifieras hur en försörjningskedja kan se ut.



Figur 4 – En försörjningskedja. Fritt från Christopher (2011, s. 3)

En försörjningskedja beskrivs utifrån ett företag och dess leverantörer och kunder. I Figur 4 åskådliggörs ett sådan försörjningskedja med företaget i mitten som en grå cirkel med kunderna till höger och leverantörerna till vänster. Christopher (2011) förklarar att en försörjningskedja där ett företag som är i fokus i analysen utgår från idén att företaget är i centrum av försörjningskedjan. Företag har också normalt sett flera leverantörer som i sin tur har en eller flera leverantörer. I tillägg har företaget flera kunder som även de har kunder. Detta illustrerar hur en försörjningskedja kan se ut från råmaterial till slutkund. Varje cirkel i Figur 4 symboliserar en organisation med processer och lager. Tang & Musa (2010) redogör för att försörjningskedjan har blivit allt mer komplex eftersom produkterna har kortare livscyklar och att efterfrågan på produkterna ökat. Försörjningskedjorna har också blivit allt mer globala eftersom fokus har

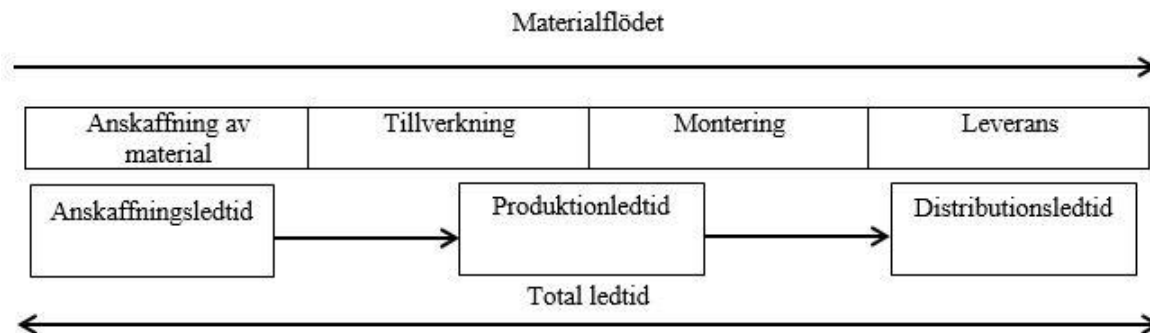
riktats mot lägre kostnader för att uppnå konkurrensfördelar. Detta har resulterat i att delar av verksamheten har outsourcats. Enligt Skjoett-Larsen (2000) innebär tredje partlogistik att en tredje part utför en logistikfunktion som tidigare har utförts internt inom organisationen. Denna outsourcing kan involvera hela logistikprocessen eller aktiviteter inom processen. Christopher (2011) förklarar att globaliseringen och outsourcingen har resulterat i allt mer komplexa och omfattande försörjningskedjorna där fler organisationer involveras i nätverket. Detta ökar vikten av att styra och koordinera försörjningskedjan för att undvika att kostnader ökar och ledtider blir längre. Arnold et al. (2014) redogör för att uppnå en effektiv försörjningskedja räcker det inte med att förstå nätverket av kunder och leverantörer, företag måste också effektivt planera flödet av material och information.

4.2 Make-to-Order

Enligt Li & Womer (2012) är ett MTO-företags produkter ofta kundanpassade med flexibla och komplexa tillverkningsprocesser. Detta medför att flera aspekter måste beaktas innan en tillverkning kan påbörjas. Dessa aspekter kan inkludera att välja leverantör, besluta om en komponent ska tillverkas av företaget eller en underleverantör, hur produkten ska tillverkas, monteras, hur den ska transporteras och hur resurser ska allokeras. Detta medför enligt författarna att en försörjningskedja hos ett MTO-företag är komplicerat att effektivisera. Arnold et al. (2014) förklarar att tillverkningsstrategi MTO innebär att en produkt inte börjar tillverkas innan en kundorder inkommit. Slutprodukten tillverkas ofta med standardartiklar men kan även inkludera kundanpassade artiklar. Krajewski et al. (2010) beskriver att MTO är lämpligt när företag tillverkar produkter utifrån kundernas specifikationer i låga volymer. Tillverkningsprocessen måste vara flexibel för att kunna tillgodose kundernas varierande krav. Enligt Arnold et al. (2014) är MTO att föredra när:

- Varor produceras mot kundernas specifikationer
- Kunderna är villiga att vänta på att ordern ska produceras
- Produkten är dyr att tillverka och lagerföra
- När flera produktval finns att tillgå för kunden

Tersine & Hummingbird (1995) förklarar att ett MTO-flöde initieras när material anskaffas. När material inkommit sker produktionen och sedan levereras produkten till kunden. Materialflödet går från anskaffning av material till att produkten levereras. Den totala ledtiden inkluderar hela flödet från anskaffning till distribution. I Figur 5 nedan åskådliggörs materialflödet och vart ledtiden uppstår i ett MTO-flöde.

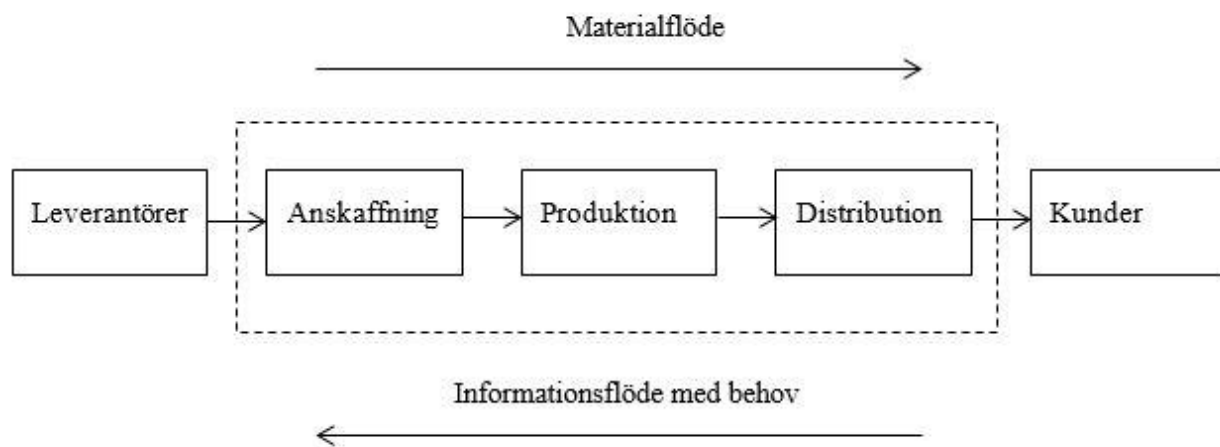


Figur 5 – Ett MTO-flöde. Fritt efter Tersine & Hummingbird (1995, s. 5)

Song, Hicks & Earl (2006) förklarar att en MTO försörjningskedja är en komplex struktur då produkten som produceras består av flera olika delar och delmonteringar. Vidare beskriver författarna att den begränsade kapaciteten i ett MTO-företag gör dem känsliga för variationer i efterfrågan. Jahnukainen & Mika (1999) beskriver att för att sänka ledtider och produktionskostnader behöver företag samarbeta med leverantörerna.

4.3 Material- och informationsflöden

I en försörjningskedja är analysen av material- och informationsflöden centralt för att kunna effektivisera den. Arnold et al. (2014) beskriver att materialflödet i en försörjningskedja består av tre delar. Leverantören levererar råmaterial till företaget som sedan bearbetas för att slutligen levereras till kunden. Detta flöde åskådliggörs i Figur 6 där den streckade boxen innehåller företagets process med dess tre delprocesser.



Figur 6 – Material- och informationsflödet i en försörjningskedja. Fritt efter Christopher (2011, s. 15)

Arnold et al. (2014) förklarar att flödet av material styr en process prestanda och därmed dess effektivitet. Problem uppstår i produktionen om inte rätt kvantitet finns på rätt plats vid rätt tidpunkt. Avbrott i en del av försörjningskedjan kommer därmed att påverka de övriga delarna negativt. Detta ställer krav på koordineringen av materialflödet där en avvägning måste ske så att kundservicen upprätthålls och kostnader hålls nere. Hopp (2008) beskriver att en försörjningskedja inte bara är ett flöde av material utan också ett nätverk av informationsflöden.

Enligt Christopher (2011) är informationsflödet mekanismen som koordinerar det komplexa flödet av material, delar och färdiga produkter för att uppnå en kostnadseffektiv service till kunderna. De komplexa och globala försörjningskedjorna har medfört att styrningen av informationsflödet har ökat i betydelse. Att styra flödet av information i en försörjningskedja är minst lika viktigt som att styra materialflödet. I en försörjningskedja sker flödet av material från anskaffning till leverans till skillnad från informationsflödet som sker åt båda hållen. Ett företag ska sträva efter att se genom försörjningskedjan och se slutkunden. Vidare beskriver författarna att målet med detta är att utläsa den verkliga efterfrågan där den uppstår och styra denna information ned till leverantörens försörjningskedja av material. Om detta inte kan göras på ett effektivt sätt kommer försörjningskedjan bli beroende av lager. Företag borde istället arbeta med att ersätta lager med information.

4.4 Lagerstyrning

Muckstadt & Sapra (2010) beskriver att lager existerar på grund av en obalans mellan tillgången på en produkt och efterfrågan. Hopp (2008) förklarar vidare att den primära anledningen till lager i en produktion eller försörjningskedja är att matcha produktionen med efterfrågan. Enligt Krajewski et al. (2010) kan lager delas upp i tre olika kategorier, *råmaterial*, *produkter i arbete (PIA)* och *slutprodukt*. *Råmaterial* innefattar ingångs material till produktionen av tjänsten eller produkten. *PIA* omfattar artiklar som befinner sig i produktionen och krävs för att tillverka en produkt. Den sista kategorin involverar *slutprodukten* som säljs till kunden. I en försörjningskedja kan slutprodukten vara råmaterial för en annan part i försörjningskedjan.

Hopp (2008) redogör för att anledningen till att lager förekommer i en försörjningskedja varierar beroende på omständigheterna. Muckstadt & Sapra (2010) förklarar att lager existerar av följande anledningar:

- Täcka in leddiden från leverantören
- För att täcka in en förväntad framtida efterfrågan
- Leverera redan inkomna order
- Säkerhetslager som beror på osäkerhet i efterfrågan, leddid och tillgång av material
- PIA som ofta beror på variationer i processtider

Hopp (2008) beskriver att vid lagerhantering måste en avvägning ske mellan kostnad och service för att bestämma lämpliga lagernivåer. Vid större lagernivåer kan en högre service uppnås men med högre kostnader, motsatsen gäller vid lägre lagernivåer. Davis (1993) förklarar att lager både kan anses värdehöjande som slöseri beroende på vad kunderna efterfrågar. Genom att minska lagernivåerna kan också kostnader relaterad till stöld, skador och förändringar på produkten som gör material obrukbart minskas (Krajewski et al., 2010). Muckstadt & Sapra (2010) nämner några faktorer som påverkar lager bland annat produktens typ, vikt och volym, inkurans och hur produktens efterfrågemönster ser ut. Det sistnämnda är relaterat till prognoser som i sin tur påverkas av vilken grad av samarbete som existerar i försörjningskedjan.

Enligt Arnold et al. (2014) är användbarheten av lager relaterat till noggrannhet av lageruppgifterna. Utifrån lagerregister beslutar företag nettobehov av artiklar och släpper order beroende på materialtillgänglighet och utför lageranalyser. Om registren inte är korrekta kommer det leda till materialbrist, avbrutna tidsplaner, sena leveranser, utebliven försäljning, låg produktivitet och överflödigt lager. Författarna menar vidare att tre delar av information måste vara korrekt i ett lagerregister: artikelnummer, kvantitet och plats. Orsaker till fel i lagerregistret härstammar enligt Arnold et al. (2014) från två områden: bristfälliga system och bristfälligt utbildad personal. Bristfälliga system kan tillåta felaktig inläsning av material, felaktigt materialläge registreras och oregistrerade transaktioner. Bristfälligt utbildad personal kan orsaka problem där obehörig personal gör lageruttag, uttag inte registreras och fel artikel plockas.

Arnold et al. (2014) förklarar att målet med ett lager är minimera kostnaderna och maximera kundservice. För att lagerhanteringen ska vara effektivt måste lagret tillhandahålla snabb kundservice, minska den fysiska ansträngningen och därmed kostnader för att flytta material in och ut från lagret, tillhandahålla kommunikationslänkar till kunderna och hålla kolla på lagret så att korrekt material kan hittas snabbt. Författarna förklarar att flera faktorer påverkar ett lagers effektivitet och tre av dessa är enligt Arnold et al. (2014):

- Utnyttjande och tillgänglighet – Vid lagerutrymmet måste ofta en avvägning ske gällande utnyttjandet och tillgängligheten

- Placering – Hur enskilda artiklar ska placeras och grupperas i lagerutrymmet
- Orderplockning – Involverar hur materialet hämtas från lagret och levereras till monteringen eller kunden

Davis (1993) beskriver att det är viktigt att studera hela försörjningskedjan då minskade lagernivåer på ett ställe ofta tvingar leverantörerna att öka sina lagernivåer. Muckstadt & Sapra (2010) menar att konsekvenserna för brist av artiklar i en försörjningskedja är allvarliga och bland annat kan leda till att lågvärdesprodukter skickas via dyrare transportslag än de borde. Ryu & Lee (2003) påstår att lager är ett tillvägagångsätt för att korta ledtiden till kunden och att längre ledtid resulterar i att större lager måste hållas. Genom att korta ledtiden kan säkerhetslager minskas, kundtillfredsställelsen förbättras och förluster på grund av materialbrist minskas (Glock, 2011).

4.5 Ledtid

Enligt Xiao & Shi (2012) är ledtiden en viktig faktor för MTO-företag och genom att korta ledtiden i en försörjningskedja kan företag erhålla konkurrensfördelar. Hopp (2008) förklarar att ledtid definieras som tiden från att en kund lägger en order tills att kunden mottar ordern. Arnold et al. (2014) förklarar vidare att ledtiden är tiden som krävs för att genomföra en process. Inom tillverkning inkluderar denna tid förberedelse, köer, bearbetning, förflyttningar, mottagning och inspektion och eventuella förseningar. Ledtiden kan därmed sammanfattas som ekvation 4.1 (Dennis, 2007):

$$\text{Ledtid} = \text{processtid} + \text{uppehållstid} \quad (4.1)$$

Lumsden (2012) menar att den totala ledtiden i en organisation inkluderar inköp, tillverkning och leverans. Från att en kund lägger en order till den levereras kallas enligt Lumsden (2012) kundordertid och tendensen är att kunderordertiden minskar. Det är önskvärt att denna kundordertid är längre än den totala ledtiden då den inkluderar alla aktiviteter som krävs för en enskild order. Tidsdifferensen mellan den totala ledtiden och kundordertiden kallas ledtidsglapp och leder till att företag måste hantera ledtidsglappet genom att hålla lager. Sörqvist (2013) beskriver att i en process finns det flaskhalsar. En flaskhals är det processteget som har lägst genomströmning och därmed utgör flödets totala kapacitetsbegränsning. I en process kommer inte processtegen efter flaskhalsen nyttjas fullt då det uppstår kö framför flaskhalsen. Detta resulterar i längre ledtider och att resurserna nyttjas ineffektivt.

Enligt Peterman (2001) är upp till 95 procent av den totala ledtiden icke-värdeskapande för kunden och därmed tid som kunden inte vill betala för. I de flesta tillverkningsprocesserna uppstår slöseri vid orderhantering, transporter, lagerhantering, väntan, omarbete, maskininställning, inspektion och vid haverier i maskinerna. Detta slöseri resulterar i att den totala ledtiden blir längre. Enligt Sörqvist (2013) är Lean en förbättringsfilosofi där eliminering av slöseri är en viktig del. Författaren nämner följande slöseri som centrala inom Lean och genom att eliminera dem kan organisationer öka den värdeskapande tiden:

- Överproduktion – Att producera produkter som inte efterfrågas av kunden
- Lager – Att producera mot lager skapar inget värde då det binder kapital och det döljer och försvårar identifikation av övriga slöseri.
- Överarbete – Att tillföra egenskaper till en produkt som inte efterfrågas
- Transport – Att transportera produkter mellan processteg genererar inget värde i sig
- Väntan – All tid som åtgår till att vänta är ett slöseri

- Fel och omarbete – När produkter måste omarbetas eller fel uppstår på produkter
- Rörelser – När människor utför rörelser eller förflyttningar som inte genererar kundvärde
- Outnyttjad kreativitet – Handlar om att inte ta tillvara på medarbetarnas förmåga och idéer

Enligt Krajewski (2010) är en prognos en förutsägelse för framtiden som används för planering av verksamheten. Bowersox & Closs (2010) beskriver vikten av tillförlitliga prognoser när ledtiden är längre för påfyllnad av råmaterial. Detta då flera aktiviteter måste slutföras inför en förväntad försäljning vilket resulterar i att prognoser är en kritisk komponent. Tillförlitliga prognoser kan leda till minskade lager och ökad service till kunderna. Enligt Muckstadt & Sapro (2010) är osäkerheten i prognoser tätt kopplad till vilken grad informationen delas mellan parter i en försörjningskedja. Ett närmare samarbete och delning av information leder till en lägre osäkerhet i prognoserna. Forslund & Jonsson (2007) påstår att när framtagningen av prognoser genomförs tillsammans med andra parter i försörjningskedjan leder till kortare ledtider, förbättrad lagertillgänglighet och att förändringar i efterfrågan kan hanteras bättre. Sörqvist (2013) beskriver ett dragande flöde som ett verktyg för att uppnå en behovsstyrd process där behovet av prognoser och planering minskar genom att order dras genom flödet. Detta innebär att endast det som behövs för stunden produceras. I tillägg kan PIA minska med ett dragande flöde.

Tersine & Hummingbird (1995) menar att anskaffningen av material från leverantör ofta är en starkt bidragande faktor när företag upplever ett problem med långa ledtider. Vidare nämner författarna att en längre ledtid resulterar i ökade expedieringskostnader och att lagernivåerna ökar. Vidare blir planeringen mer problematiskt och planeringshorisonten längre. Enligt Rother & Shook (1999) påverkar en längre ledtid företagets möjlighet att tillgodose kundernas krav. Flexibilitet är viktigt i ett MTO-flöde för att kunna tillgodose kundernas varierande krav (Krajewski et al., 2010). Ryu & Lee (2003) förklarar också att ledtiden i många fall kan ses som en konkurrensfaktor då kunderna efterfrågar korta ledtider. Detta för att minska lagernivåerna och effektivare kunna möta kundernas behov. När ett företag vill minska den totala ledtiden måste hela försörjningskedjan från order till att kunden erhåller produkten studeras (Tersine & Hummingbird, 1995).

4.6 Process

Med en utveckling mot mer komplicerade försörjningskedjor ökar behovet av att identifiera de tvärorganisatoriska processerna för att finna hinder och möjligheter kopplade till samarbetet enligt Ljungberg & Larsson (2012). För att de inblandade aktörerna ska förstå dess processer är det viktigt att de delar samma uppfattning över processens delar och vad en process är. Enligt författarna används begreppet process i många sammanhang och dess breda användning tenderar att sprida en del förvirring om ordets definition. Ordet härstammar från *procedo* som ungefär betyder gå framåt, fortsätta, avancera.

Författarna redogör för en definition av en process: ”*en process är ett repetitivt använt nätverk av i ordning länkade aktiviteter som använder information och resurser för att utifrån ett givet behov skapa det värde som tillfredsställer behovet.*” (Ljungberg & Larsson, 2012, s. 62)

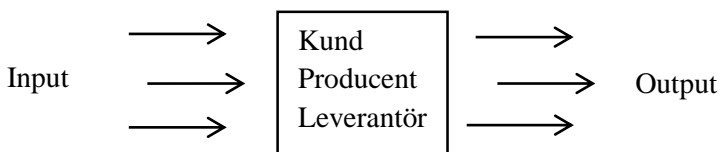
Ljungberg & Larsson (2012) anser att definitionen är en komplett beskrivning av vad en process består av och dess relation till omvärldens nätverkstänkande. Definitionen innebär också att processen tillskrivs en distinkt början och slut med utgångspunkt i kundens behov och tillfredställelsen av det. Även vikten av information och resurser behövs för att skapa resultat. Vidare menar de att processen i sig är verkningslös och att värde inte kan skapas utan att resurser förädlas eller transformeras. Informationsutbyte är nödvändigt

för att en process ska fungera effektivt. Det är också ett sätt för att få samtliga inblandade i processen involverade och få en bild av verkligheten och visa på hur helheten ska tillfredsställa kundbehoven.

Flertalet författare understryker vikten av att det är kunden som ska tillfredsställas och att processen som sådan saknar syfte om den inte ämnar till att uppfylla ett kundkrav. Rentzhog (1998, s. 30) menar att: “*En process är en kedja av aktiviteter som i ett återkommande flöde skapar värde för en kund*”. Ljungberg & Larsson (2012, s. 62) skriver: “*en process börjar med att ett kundbehov identifieras och slutar med att behovet tillfredsställs och att kunden är nöjd*”. Även Bergman & Klefsjö (2007, s. 420) betonar kunden i deras definition: “*en process är ett nätverk av aktiviteter som upprepas i tiden och vars syfte är att skapa värde åt någon extern eller intern kund*”.

4.6.1 Roller

I processer finns det fler roller än enbart kunden som bör beaktas. Enligt Sörqvist (2001) är en process uppbyggd av samtliga aktörer i verksamheten och dessa intar någon av de tre rollerna: *kund*, *producent* eller *leverantör*. *Kunden* beställer samt tar emot det underlag som krävs för arbetet, *producenten* producerar varan eller tjänsten och *leverantören* levererar den till nästa led, vilket illustreras i Figur 7 nedan. Författaren menar att varje individ i organisationen omväxlande antar samtliga roller. Företagets processer kan således ses som ett nätverk av kund-leverantörsförhållanden i verksamheten (Ljungberg & Larsson, 2012).

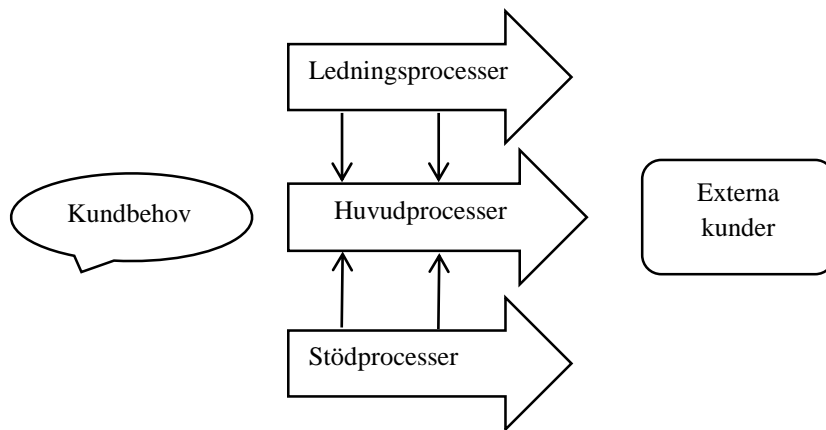


Figur 7 – Kund-producent-leverantörsmodellen. Fritt efter Sörqvist (2001, s. 146)

4.6.2 Processindelning

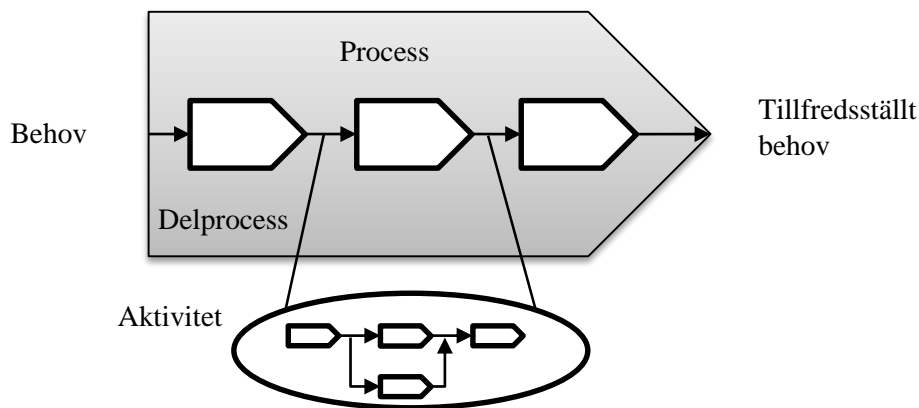
Ett bra sätt att dela in och skilja de olika processerna åt är efter den uppgift processen har, det vill säga typen av kunder den huvudsakligen ska skapa värde för. En vanlig indelning av processer är: *huvud-*, *stöd-* och *ledningsprocesser*, som beskrivs i Figur 8. (Bergman & Klefsjö, 2007; Ljungberg & Larsson, 2012)

- *Huvudprocesser* har till uppgift att uppfylla externa kunders behov och förädla den egna organisationens produkter. Några exempel på huvudprocesser är produktutvecklings-, produktions- och distributionsprocessen. (Bergman & Klefsjö, 2007)
- *Stödprocesser* vars uppgift är att förse huvudprocesserna med resurser, där kunderna är interna. Exempel på den här typen av resurser är rekryterings-, underhålls- och olika administrativa processer. (Bergman & Klefsjö, 2007)
- *Ledningsprocesser* har till uppgift att stödja förbättring av organisationens övriga processer samt att besluta om organisationens mål och strategier. Kunderna är interna för den här typen av processer och ledningsprocesserna rör strategisk planering, målsättning och revision. (Bergman & Klefsjö, 2007)



Figur 8 – En organisations olika processtyper. Fritt efter Bergman & Klefsjö (2007, s. 473)

Ljungberg & Larsson (2012) menar att processerna i sin tur är relaterade till andra processer vilka kan vara överordnade, underordnade eller befinna sig på samma nivå. Processerna kan då både brytas ned till mindre processer och ibland ses som en del i en större process. Processer kan benämnas beroende på vilken detaljnivå de återfinns på. En process byggs upp av delprocesser, som i sin tur byggs upp av aktiviteter, se Figur 9 nedan.

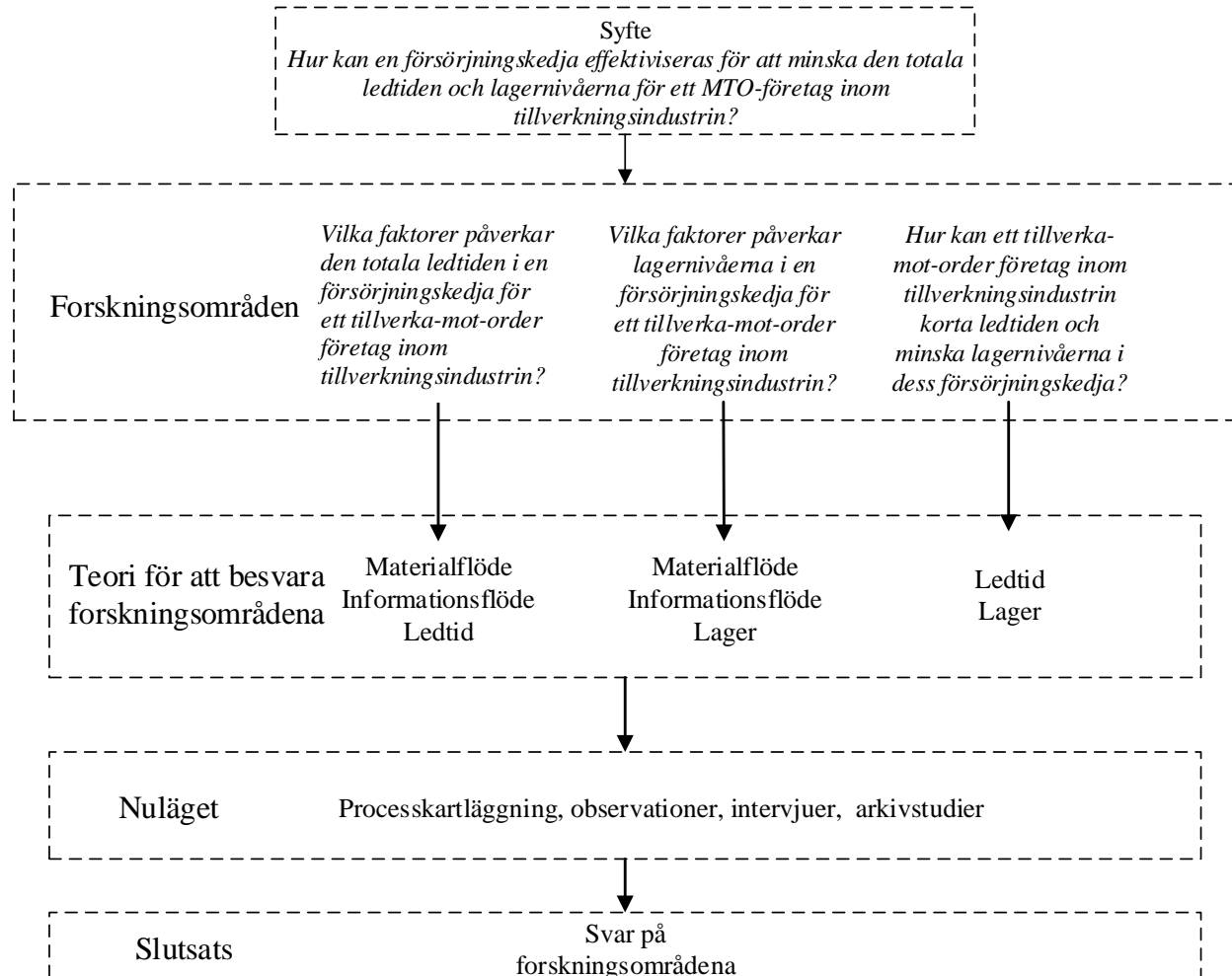


Figur 9 – Processer, delprocesser och aktiviteter. Fritt efter Ljungberg & Larsson (2012, s. 204)

Processens upprepande natur är den egenskap som gör den meningsfull att analysera (Ljungberg & Larsson, 2012; Bergman & Klefsjö, 2007; Rentzhog, 1998). Ljungberg & Larsson (2012) menar att repeterbarheten rättfärdigar djupgående analyser av processer eftersom även små förbättringar kan generera stora besparingar när processen används gång på gång. För att förbättra en process krävs det att den är tydligt beskriven och definierad. Ett sätt att uppnå det är att genomföra en processkartläggning.

4.7 Referensram

Teorin som har presenterats i detta kapitel kommer vara en grund för att skapa en förståelse för problemområdet. Genom att skapa en förståelse för forskningsområdena kommer studiens syfte kunna besvaras. I Figur 10 presenteras hur teorin kommer att användas i studien och dess koppling till forskningsområdena.



Figur 10 – Studiens första teoretiska referensram

För att besvara studiens första syfte behöver forskningsområdena studeras för att identifiera faktorer som påverkar ledtiden och lagernivåerna samt åtgärder för att minska dess inverkan. Med teorier inom materialflöde, informationsflöde och ledtid kan en överblick erhållas om hur försörjningen av material ser ut på fallstudieobjektet. Genom insamling av empiri utifrån en processkartläggning där respondenter har intervjuats och där delprocesserna har observerats samt data inhämtats från arkiv har faktorer identifierats, som påverkar ledtiden i försörjningskedjan. Forskningsområde två är kopplat till lager och har genomförts på liknande vis med teorier kopplade mot materialflöde, informationsflöde och lager. Därefter har teori kopplat till ledtid och lager använts för att identifiera åtgärder för att korta ledtiden och minska lagernivåerna och med detta besvara studiens första syfte.

5. Företagspresentation

Kapitlet börjar med att beskriva koncernen ABB för att sedan beskriva ABB Components och leverantören, ABB Composites. Kapitlet avslutas med en produktbeskrivning.

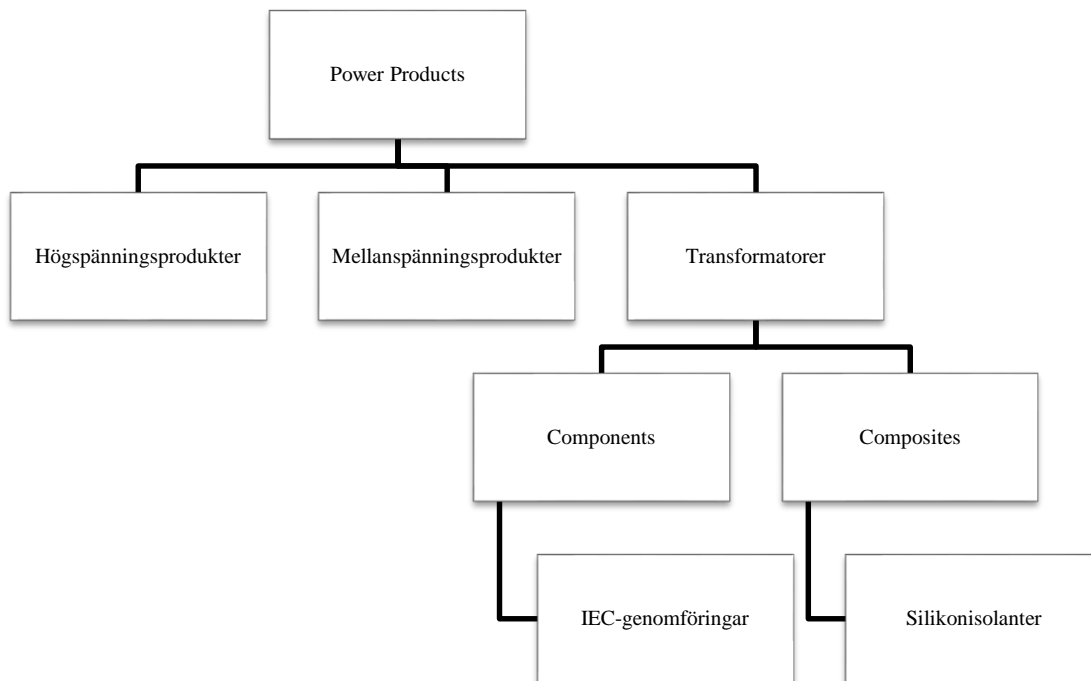
5.1 Koncernbeskrivning

ABB Ltd (hädanefter ABB) är ett företag som är verksam inom energi- och automationsbranschen med säte i Zürich, Schweiz. ABB har över 150,000 anställda och är verksam i cirka 100 länder. ABB grundades 1988 genom att företagen Asea och Brown Boveri och Cie gick samman. Dess historia sträcker sig dock bak i tiden då Asea grundades för över 120 år sedan. Under 2012 hade ABB en omsättning på 40,2 miljarder US dollar och ett rörelseresultat på 4 miljarder US dollar. I Sverige har ABB cirka 9200 medarbetare där huvuddelen arbetar i orterna Västerås, Ludvika och Karlskrona. ABB:s fyra mål med verksamheten är: att förbättra för kunderna, driva innovation, vara en attraktiv arbetsgivare och agera ansvarsfullt. ABB:s verksamhet är indelad i fem divisioner, *Power Products*, *Power Systems*, *Discrete Automation and Motion*, *Low Voltage Products* och *Process Automation*. Dessa divisioner är sedan indelade i affärsenheter som är inriktade mot specifika branscher och affärsområden. (ABB Inc, 2014) Divisionernas verksamhet beskrivs nedan.

- *Power Products* tillverkar kraftprodukter för att transmittera och distribuera elektrisk energi. Detta inkluderar produkter som till exempel transformatorer, högspänningskablar och service.
- *Power Systems* tillhandahåller färdiga system, lösningar och service för kraftanläggningar samt kraftöverförings- och distributionsnät. I detta ingår transmissionssystem med växelström för bland annat järnvägar, kraftöverföringar via HVDC (högspänd likström), anslutning av havsbaserad vindkraft och övervakning och styrning av elnät.
- *Discrete Automation and Motion* erbjuder drivsystem, kraftelektronik, robotar, motorer och generatorer för att höja produktiviteten och energieffektivitet hos företag och organisationer. Divisionen erbjuder också service till produkterna.
- *Low Voltage Products* tillverkar och tillhandahåller produkter för att skydda installationer, elektronisk utrustning, människor samt produkter och system för maskinsäkerhet. Detta inkluderar lågspänningsställverk, lågspänningsbrytare, övervakningsprodukter, kabeltillbehör, skyddskåpor samt kabelsystem.
- *Process Automation* erbjuder automationsprodukter för styrning och övervakning samt produkter och system för kraftmätning. Divisionen erbjuder även lösningar för att automatisera och effektivisera produktionen hos företag samt kran system. (ABB Inc, 2014)

5.2 Divisionsbeskrivning

Power Products är uppdelad i tre affärsenheter, *Högspänningsprodukter*, *Mellanspänningsprodukter* och *Transformatorer* (ABB Inc, 2014). I Figur 11 illustreras en del av organisationsstrukturen på *Power Products*.



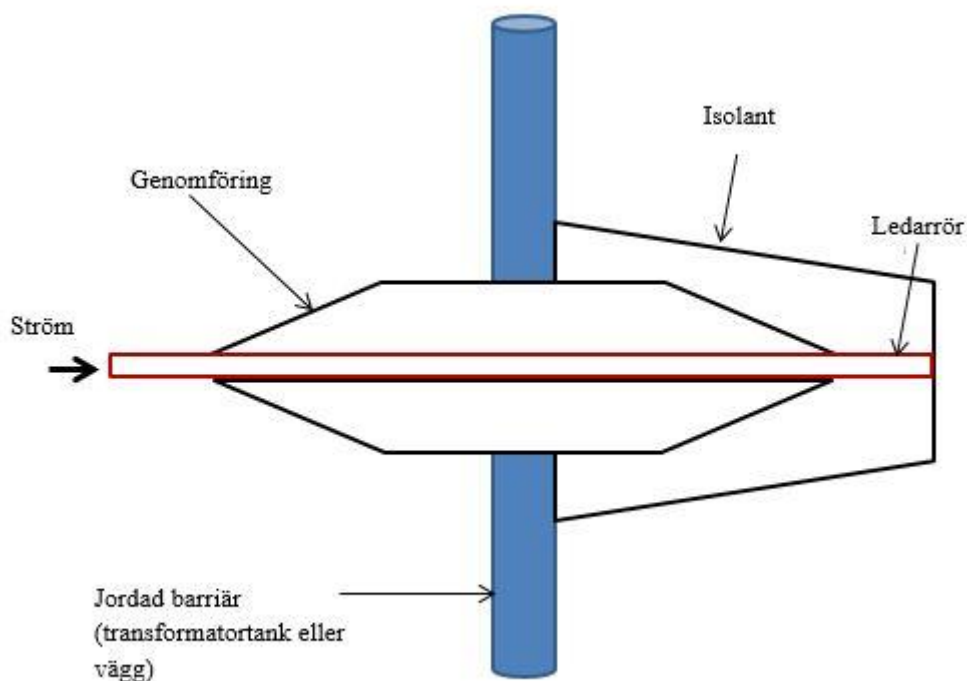
Figur 11 – Organisationsstruktur Power Products. Fritt från (ABB Inc, 2014)

Affärsenheten *Transformatorer* erbjuder torr-och oljeisolerade kraft-och distributionstransformatorer samt komponenter, reservdelar samt service till dess transformatorer (ABB Inc, 2014). Under affärsenheten *Transformatorer* ligger affärsenheterna *Components*, som är baserade i Ludvika, och *Composites*, som är baserade i Piteå (Logistikutvecklare, 2014). *Components* i Ludvika är världens största tillverkare av högspänningsgenomföringar (hädanefter benämnt genomföringar) och erbjuder både olje-impregnerade och epoxi-impregnerade genomföringar (Insulation News & Market Report, 2005). *Composites* tillverkar bland annat silikonisolanter som är en komponent till genomföringarna (Logistikutvecklare, 2014).

5.3 Produktbeskrivning

Enligt ABB Inc (2011) kan en genomföring vara placerad på en transformator eller genom en vägg och dess huvudsakliga funktion är att transportera ström ut på elnätet genom transformatorn eller väggen. En genomförings uppgift är att leda denna ström med minimala förluster. Insulation News & Market Report (2005) förklarar att en genomföring består av ett ledarrör, i koppar eller aluminium. Runt ledarröret är papper lindat tillsammans med aluminiumfolie som placeras på strategiska punkter. Aluminiumfolie har som uppgift att med sin kapacitiva effekt kontrollera det elektroniska fältet som bildas när ström leds genom ledarröret. Därefter impregneras det papperslindade röret med antingen olja eller epoxi för att säkerställa att inga gas- eller luftbubblor finns mellan papperslagren. Därefter monteras antingen en porslin- eller silikonisolerant på genomföringen (Insulation News & Market Report, 2005). Dessa genomföringar finns

både som likström och växelström och i spänningar upp till 1100kV (ABB Inc, 2014). I Figur 12 åskådliggörs hur en genomföring ser ut när den är placerad på en transformator eller genom en vägg.



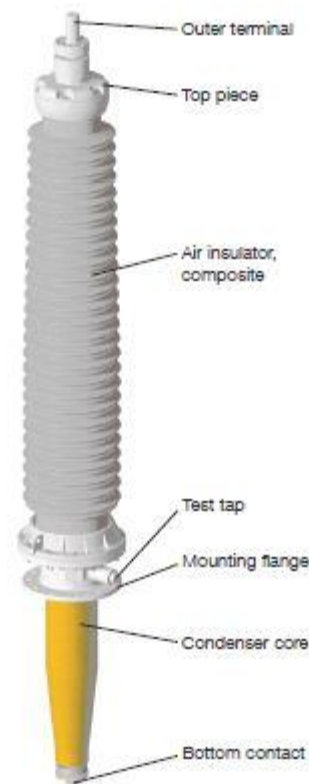
Figur 12 – Exempelbild på en genomföring med isolant. Fritt från *Insulation News & Market Report*, (2005, p. 68)

5.3.1 Isolant

Definition av en isolant är enligt International Electrotechnical Commission “*device intended for electrical insulation and mechanical fixing of equipment or conductors which are subject to electric potential differences*” (International Electrotechnical Commission, 2014). Detta innebär att en isolant på en genomföring har till uppgift att isolera strömmen i ledarröret och minska elektroniska förluster och fält. Composites tillverkar silikonisolanter som ingår i tre olika produktgrupper hos Components: *Genomföring Solid version B (GSB)*, *Genomföring Gas version F (GGF)* och *Genomföring Gas version F Luft (GGFL)* (Logistikutvecklare, 2014).

5.3.2 GSB

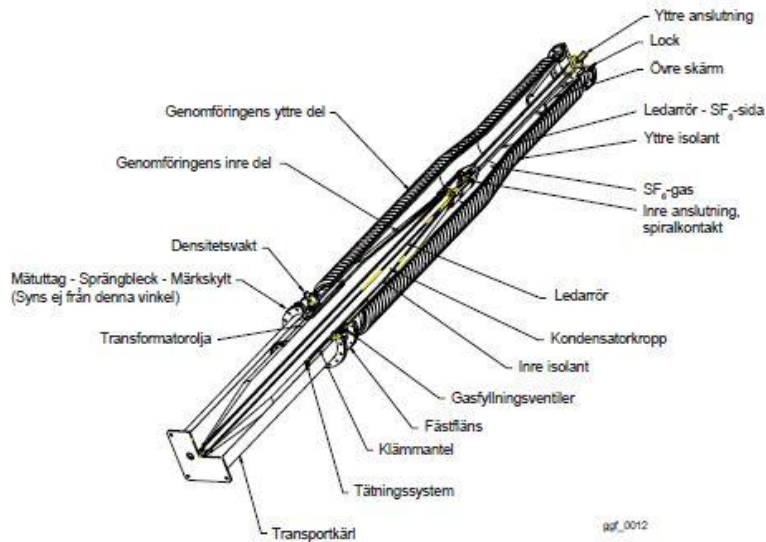
En *GSB*-genomföring är en epoxi-impregnerad genomföring som är avsedd för växelström och för olja- till luftapplikationer. Detta innebär att genomföringen sitter på en transformator som innehåller olja medan genomföringen innehåller luft. Det finns fyra olika modeller som skiljer sig vad gäller spänningsnivå. Dessa är *GSB 245*, *362 420* och *550* där namnet anger spänningsnivå i kV. (ABB AB Components, 2014) I Figur 13 visas hur en *GSB*-genomföring kan se ut och dess beståndsdelar.



Figur 13 – En GSB-genomföring och dess komponenter. (ABB AB Components, 2014)

5.3.3 GGF

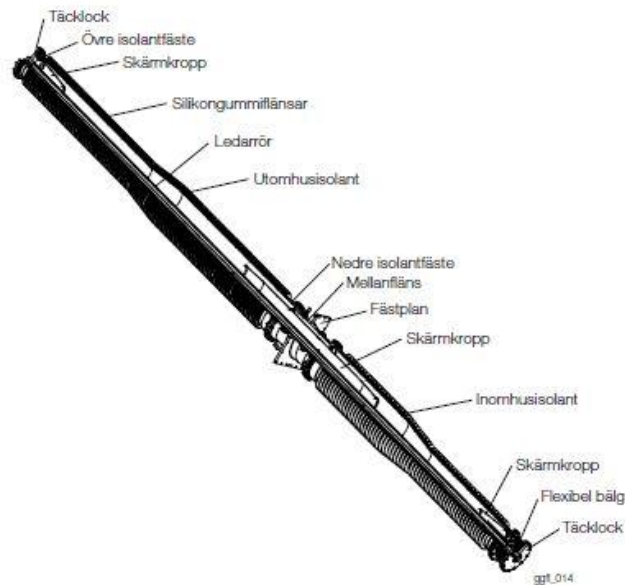
GGF-genomföringar tillverkas för HVDC-projekt (Logistikutvecklare, 2014). ABB Power Systems (2014) förklarar att ett HVDC-system ämnar till att skicka elektricitet över långa sträckor på ett effektivare sätt än via liknande system som bygger på växelström. Dessa HVDC-system har fått stor genomslagskraft i bland annat Kina där elektriciteten produceras i inlandet men där majoriteten av behovet finns bland industrierna som till stor del finns vid kusten. Ett HVDC-system kan skicka elektricitet med en effekt på upp till 8,000 MW och över en sträcka på flera tusen kilometer (ABB Power Systems, 2014). ABB Components (2014) beskriver att en *GGF*-genomföring består av två delar, en inre och en yttre del. Den inre delen består av en oljeisolerad genomföring och kondensatorkropp. Detta resulterar i att den inre delen är ansluten till och delar transformatorns oljesystem. Den yttre delen består av en silikonisolant som är fylld med gas (ABB Components, 2014). *GGF*-genomföringar finns i bland annat spänningarna 200 och 800kV (Logistikutvecklare, 2014). I Figur 14 visas konstruktionen på en *GGF*-genomföring.



Figur 14 – En GGF-genomföring och dess komponenter. (ABB Components, 2014)

5.3.4 GGFL

GGFL-genomföringar tillverkas även de för HVDC-projekt. En GGFL-genomföring är en vägggenomföring som är avsedd för HVDC-ventilhallar. Den skiljer sig mot traditionella genomföringar vad gäller innanmätet då den saknar en kondensatorkropp och endast består av ett ledarrör. I tillägg består den av två isolanter, en för inomhusbruk och en för utomhusbruk (ABB Components, 2014). GGFL-genomföringarna finns i bland annat spänningarna 400 och 800 kV (Logistikutvecklare, 2014). I Figur 15 nedan visas konstruktionen av en GGFL-genomföring.



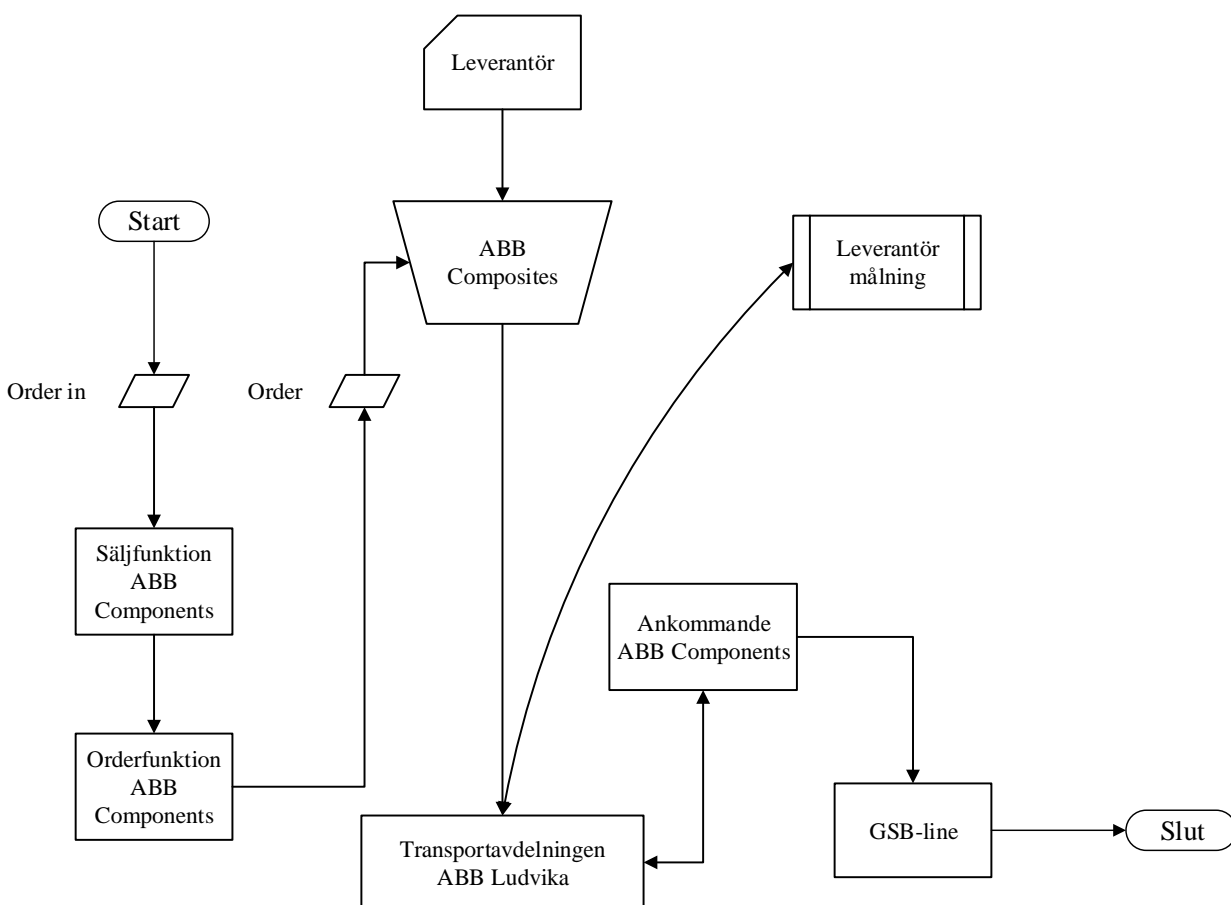
Figur 15 – En GGFL-genomföring och dess komponenter. (ABB Components, 2014)

6. Processkartläggning

Detta kapitel presenterar processkartläggningen som genomfördes på fallstudieobjektets försörjningskedja. Först beskrivs försörjningskedja A och B övergripande som innefattar försörjningen av isolanter till tre produkter med delprocessernas procentuella bidrag till den totala ledtiden och lager av isolanter. Därefter beskrivs delprocesserna i försörjningskedja A och B. Kapitlet bygger på intervjuer, observationer och arkivstudier.

6.1 Försörjningskedja A

I detta avsnitt beskrivs försörjningskedjan för isolanter till GSB-genomföringar. Start på försörjningskedjan innebär att en order inkommer till Säljfunktionen ABB Components och slutar när ordern lämnar GSB-line. Aktörerna i kedjan är Säljfunktion ABB Components, Orderfunktion ABB Components, ABB Composites, Transportavdelning ABB Ludvika, Ankommande ABB Components och GSB-line. I Figur 16 visas försörjningskedjan A.



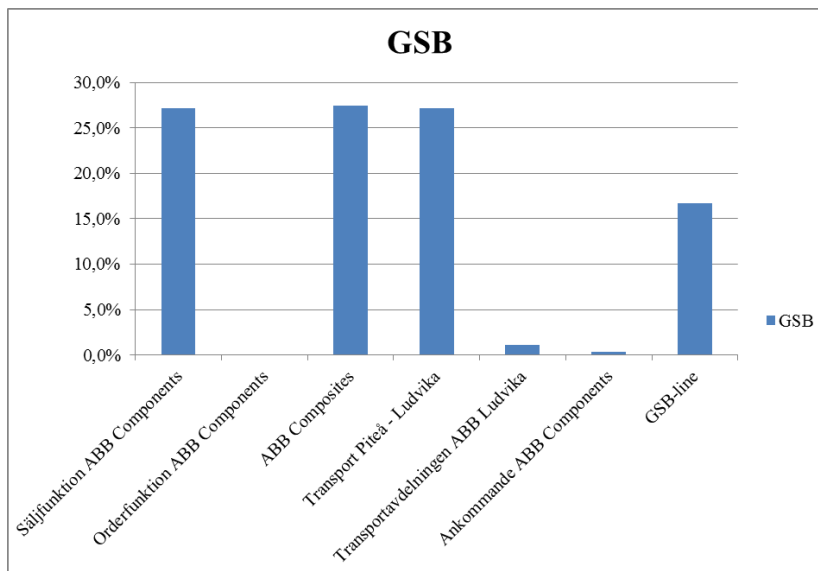
Figur 16 – Processkarta över försörjningskedja A

När en order inkommer från en kund sker en orderinläsning i affärssystemet ERP LN hos Säljfunktionen ABB Components. ERP LN är ett planeringssystem som används av produktionsplanering och materialplanering. Därefter får Orderfunktionen ABB Components tillgång till ordern där produktionsplaneraren planerar in produktionen av den aktuella ordern. Materialplaneraren skickar därefter

en order till Composites på en isolant som sker utifrån en prognos som är framtagen för GSB-genomföringar. Därefter tillverkar Composites isolanten innan den transporteras till Transportavdelning ABB Ludvika som tar emot isolanten och sedan distribuerar den till Ankommande ABB Components. På Ankommande ABB Components lagerhålls sedan isolanterna som sedan transporterar den till GSB-line för montering när isolanten efterfrågas. Därefter sker montering av isolanten och ett elektriskt-prov för att säkerställa att den uppfyller ställda krav innan paketering sker och försörjningskedjan är slut. När kunderna efterfrågar målning av flänsarna som sitter monterade på isolanterna sänds dessa från Transportavdelningen till en leverantör i Ludvika.

6.1.1 Ledtid försörjningskedja A

Den totala ledtiden på 100 procent består av försörjningskedja A och ledtiderna för delprocesserna Säljfunktion, Orderfunktion, ABB Composites, Transportavdelningen, Ankommande och aktiviteterna i GSB-line där isolanten kommer in i flödet. I avsnitt 3.3 och i ekvation 3.1 visas hur delprocessernas procentuella bidrag har räknats ut. Genom att dividera ledtiden för varje delprocess med den totala ledtiden har ett procentuellt bidrag erhållits. Vid säljfunktionen uppstår 27.2 procent av ledtiden medan vid Orderfunktionen är ledtiden uppskattad till 0 procent då materialplanerarens arbete sker fortlöpande. På Composites uppstår 27.4 procent av ledtiden och transporten mellan Piteå och Ludvika är det procentuella bidraget till ledtiden 27.2 procent. Transportavdelning, Ankommande och GSB-line upptar 1.1, 0.3 respektive 16.7 procent av den totala ledtiden. I Figur 17 åskådliggörs delprocessernas bidrag till den totala ledtiden.



Figur 17 – Delprocessernas procentuella bidrag till den totala ledtiden i försörjningskedja A

I avsnitt 3.3 och ekvation 3.3 visas hur ledtiden från leverantören har räknats ut. Genom att dividera de nuvarande ledtiderna med den uppmätta totala ledtiden på 100 procent har följande procentuella ledtider identifierats. Idag utgår Components från en letid från order till att isolanten kommer till Ankommande på 272 procent av den observerade totala ledtiden. Denna letid är densamma för en order på en eller sex isolanter. Components letid på målning av flänsar hos leverantören ligger på 136 procent och ledtiden på flänsar från den utländska leverantören för Composites uppgår till 815.9 procent av den totala observerade

ledtiden. Denna ledtid från leverantören är den längsta som Composites har på ingående material till isolanten.

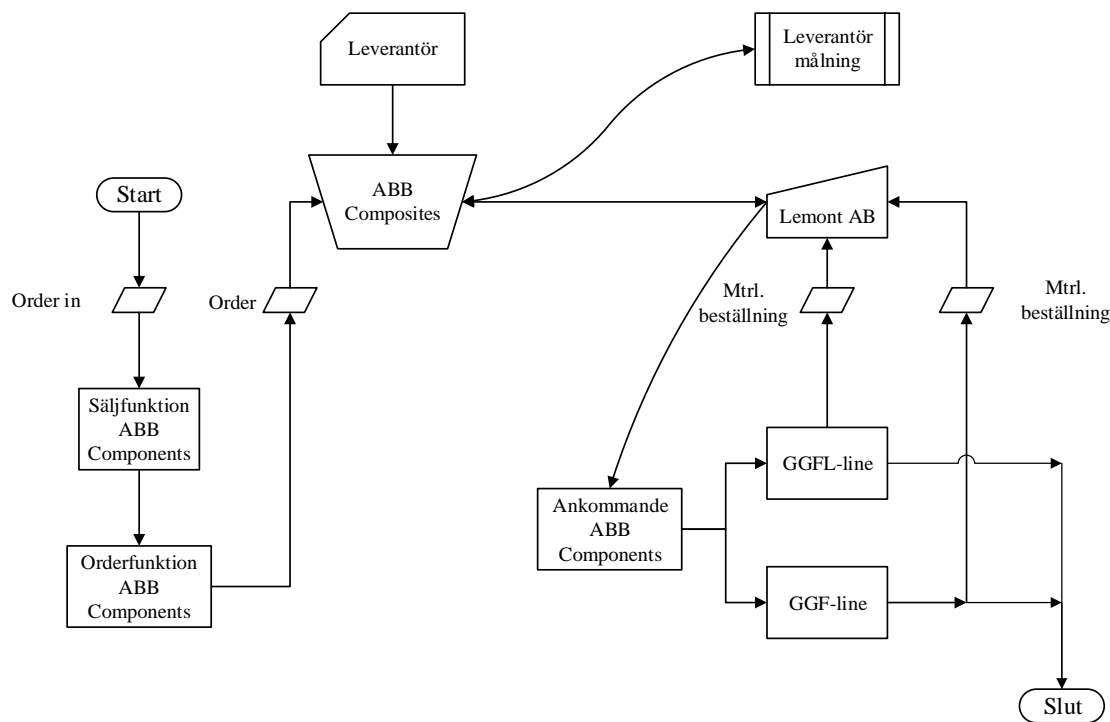
6.1.2 Lager försörjningskedja A

Vid delprocessen Ankommande ABB Components hålls ett lager för isolanterna till GSB-genomföringar. Detta lager inkluderar ett säkerhetslager och beställda isolanter som lagerförs innan transport till monteringen på GSB-line. Vid inventeringstillfället fanns följande isolanter i lager:

- 1 st. GSB245
- 10 st. GSB362
- 5 st. GSB420
- 17 st. GSB550

6.2 Försörjningskedja B

I detta avsnitt beskrivs försörjningskedja B som involverar flödet av isolanter till GGF- och GGFL-genomföringar. Försörjningskedjan börjar med att en order inkommer och slutar efter att produkten bearbetats på GGF- och GGFL-line. Aktörer i försörjningskedjan är Säljfunktion ABB Components, Orderfunktion ABB Components, ABB Composites, Lemont AB, Ankommande ABB Components, GGF-line och GGFL-line. I försörjningskedja B följer isolanterna till GGF- och GGFL-genomföringarna samma flöde innan de inkommer till Ankommande ABB Components som fördelar dem till respektive line. GGF- och GGFL-genomföringar är framförallt kopplade till större HVDC-projekt och löper under en längre tidsperiod, därmed köps isolanterna endast in på inkomna order. I Figur 18 visas försörjningskedja B.



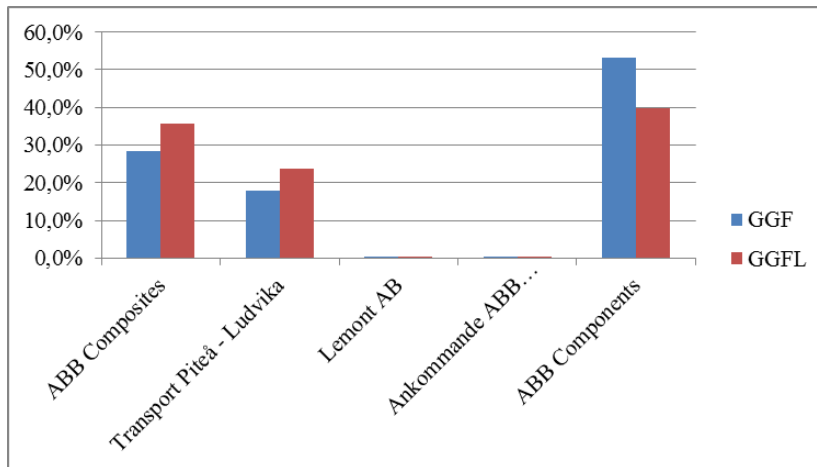
Figur 18 – Processkarta över försörjningskedja B

När en order inkommer till Säljfunktionen sker en orderinläsning i affärssystemet ERP LN. Därefter emottager Orderfunktionen ordern där produktionsplaneraren planerar in produktionen och materialplaneraren lägger en order till Composites som därefter tillverkar isolanten. Vid de fall som isolanten kräver målning skickas dessa till en leverantör i Ludvika som sedan återsänder dem till Composites för montering. Därefter sker transport till Lemont AB i Ludvika där isolanterna lagerhålls. När ett behov uppstår på en isolant lägger GGFL-line eller GGF-line en beställning till Lemont AB som levererar dem till Ankommande ABB Components. Därefter transporteras de till monteringen på respektive line. Efter montering sker ett elektriskt-prov för att säkerställa att kvalitetskraven uppfylls innan paketering och leverans till kund.

6.2.1 Ledtid

Genom att summera ledtiden för delprocesserna i försörjningskedja B erhöles en total ledtid. Därefter dividerades delprocessernas ledtid med den totala ledtiden och varje delprocess procentuella bidrag erhöles. I avsnitt 3.3 och ekvation 3.1 åskådliggörs hur delprocesserna procentuella bidrag har räknats ut. Utav den totala ledtiden på 100 procent för en GGF-isolant uppstår 28.4 procent i tillverkningen hos Composites. Transporten mellan Piteå och Ludvika upptar 17.9 procent av den totala ledtiden. Aktiv hantering av ankommet material på Lemont AB tar i anspråk 0.3 procent av den totala ledtiden medan Ankommande på Components tar 0.2 procent av den totala ledtiden. GGF-line tar i anspråk 53.1 procent av den totala ledtiden.

I försörjningskedjan för isolanten till GGFL- genomföringar tar Composites 35.7 procent, transport mellan Piteå och Ludvika 23.8 procent, Lemont AB 0.4 procent, Ankommande ABB Components 0.3 procent och tillverkningen på Components 39.9 procent av den totala ledtiden. Genom att dividera de givna ledtiderna idag med den identifierade totala ledtiden erhöles följande värden. I avsnitt 3.3 och ekvation 3.3 visas hur dessa uträkningar har genomförts. Idag utgår Components från en ledtid på isolanterna till GGF-genomföringarna som ligger på mellan 358.2 och 417.9 procent av den totala observerade tiden. Motsvarande tid för isolanter till GGFL-genomföringar är mellan 475.5 och 544.8 procent beroende på isolant. Denna ledtid involverar delprocesserna från Composites till att isolanterna kommer till Lemont AB. När isolanterna skickas för målning uppgår denna ledtid till 89.6 procent för isolanter till GGF-genomföringar och 118.9 procent för isolanter till GGFL-genomföringar. I Figur 19 nedan presenteras ledtidernas medel för delprocesserna i försörjningskedja B där Sälj- och Orderfunktionen är utelämnad då ledtider inte går att uppskatta. Detta eftersom genomföringarna är kopplade till projekt som löper under en längre tidsperiod och arbetets omfattning skiljer sig mellan projekten.



Figur 19 – Delprocessernas procentuella bidrag till den totala ledtiden i försörjningskedja B

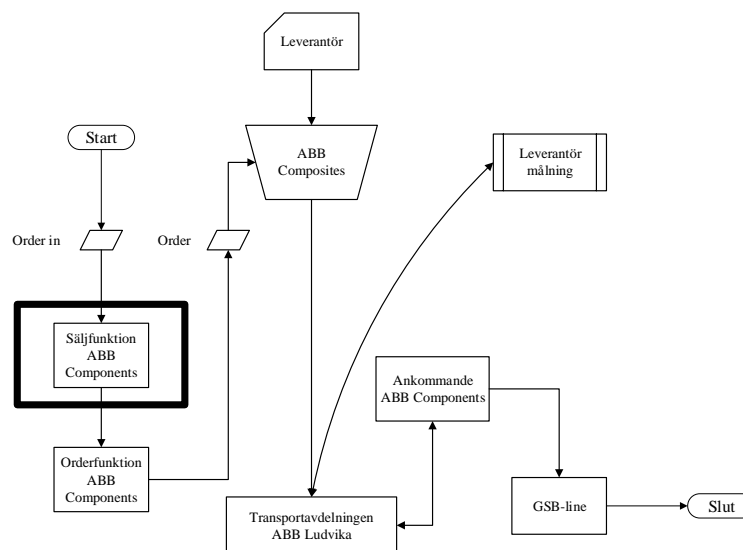
6.2.2 Lager

På Lemont AB hålls ett lager av isolanter till GGF- och GGFL-genomföringar. Detta lager innehåller beställda isolanter som avvaktar montering i produktionen. Vid lagerinventeringen på Lemont AB fanns följande lager av isolanter:

- 5 st. GGF800 yttre isolanter
- 4 st. GGF600 inre isolanter
- 7 st. GGF600 yttre isolanter
- 1 st. GGFL800 isolant
- 1 st. GGFL400 isolant

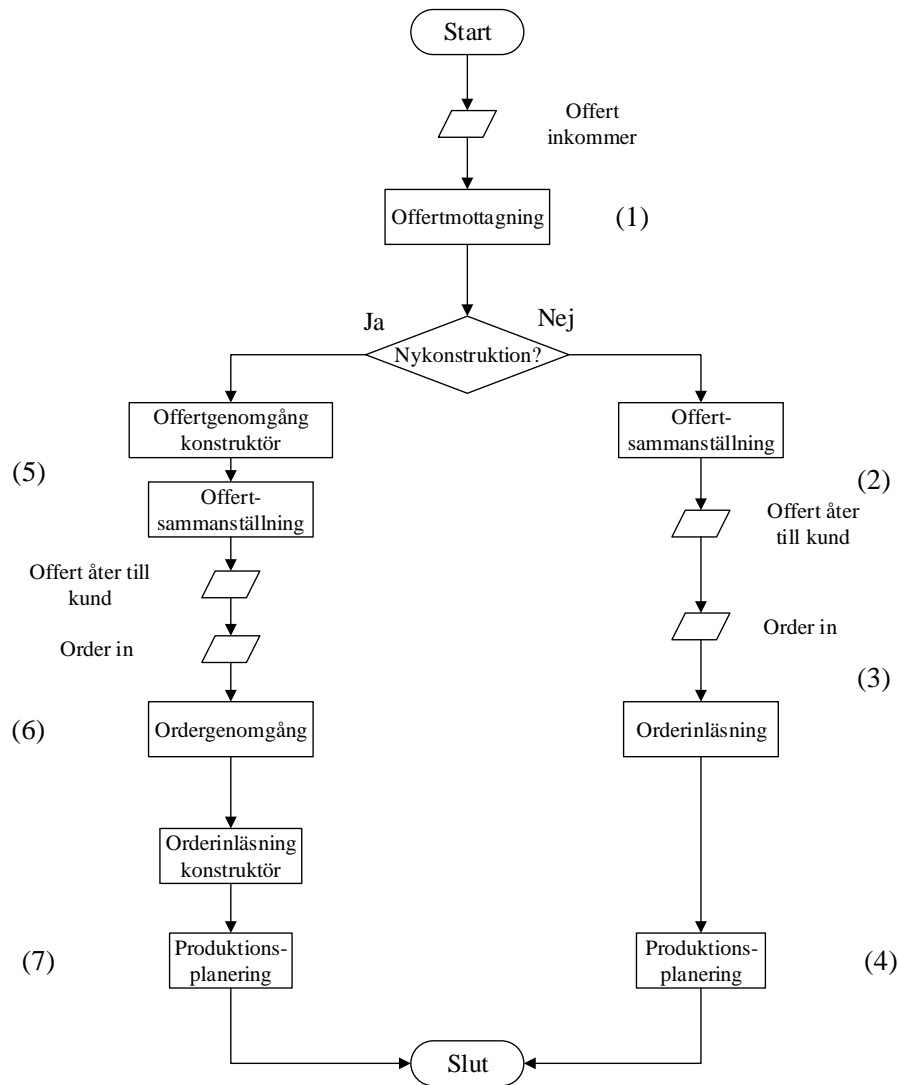
6.3 Säljfunktionen

I detta avsnitt beskrivs delprocessen Säljfunktion ABB Components. Säljfunktionen är densamma för både försörjningskedja A och B. I Figur 20 visas vart i försörjningskedjan som delprocessen är.



Figur 20 – Försörjningskedja A med delprocessen Säljfunktion

Information kring orderhanteringen är inhämtad från intervjuer med orderledare, säljchef, säljare, produktionsplanerare och logistikutvecklare på delprocesserna Säljfunktion och Orderfunktion. I Figur 21 åskådliggörs orderhantering för GSB-, GGF- och GGFL-genomföringar.



Figur 21 – Processkarta över delprocessen Säljfunktionen

(1) Orderprocessen börjar med att en säljare får in en offertförfrågan från en kund. Utifrån offertförfrågan kan säljaren se om kunden efterfrågar en nykonstruktion eller en befintlig produkt. (2) Om kunden efterfrågar en standardprodukt sammanställs en offert som sedan återsänds till kunden. För detta använder sig säljarna ett ordersystem som kallas CCP. Detta system hanterar både order och offerter. (3) När en order inkommer sker en orderinläsning i affärssystemet ERP LN som utförs av orderledaren. (4) Detta gör att produktionsplaneraren får tillgång till ordern och behovet. (5) När en kund efterfrågar en nykonstruktion sker en offertgenomgång med en eller flera konstruktörer. Detta steg kan innebära att en helt ny genomföring konstrueras eller mindre modifikationer av existerande genomföring. Därefter sker en offertsammansättning och offerten återsänds till kunden. (6) När en order inkommer på en nykonstruktion sker en ordergenomgång med konstruktion, sälj, order, produktionsplanerare och strategiskt inköp. Ordern

kommer sedan till konstruktion som läggs in manuellt i ERP LN. Denna registrering görs utifrån materialspecifikationen på nykonstruktionen. (7) Därefter kan produktionsplaneraren mota ordern och planera produktionen och materialplaneraren anskaffa material. När offerten återlämnas till kunden erhåller den en förväntad leveranstid. Sedan planerar produktionsplaneraren in ordern i produktionen och meddelar därefter order när produkten kan levereras. Detta kan resultera i att utlovat leveransdatum måste korrigeras i samråd med kunden. På ABB:s hemsida kan kunder inhämta information om förväntad leveranstid på genomföringar. Denna information bygger på kapacitet och beläggning i produktionen som uppdateras varje vecka.

Orderledaren upplever problem kring rutinerna för hur nykonstruktion ska hanteras. Idag använder de en orderdatabas som kallas ORME. I denna databas finns all information kring nykonstruktioner. Denna databas delar inte informationen på ett tillfredställande sätt då strategiskt inköp har svårigheter att förstå ritningarna. Detta grundar sig i att systemet inte automatiskt kopplar en order mot aktuell ritning.

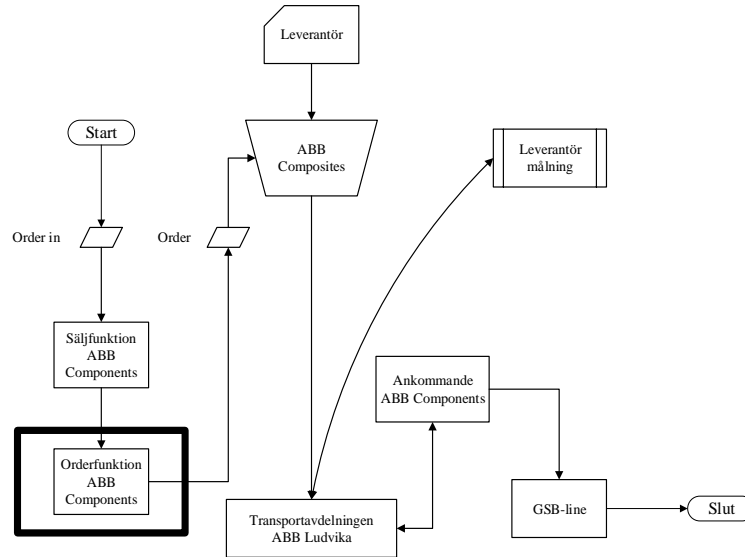
6.3.1 Prognoser på Säljfunktionen

Prognoserna tas fram av chefen på säljfunktion för GSB-sortimentet men inte GGF och GGFL eftersom dessa ingår i större HVDC-projekt. Säljchefen nämner att denne lägger en liten andel av sin tid på prognoser och att GSB-sortimentet står för en stor del av omsättningen. Prognoserna bygger på historisk försäljning och på ett Excel-dokument. I detta dokument sammanställer säljarna större projekt med offerter som med 75-100 procent sannolikhet att resultera i en order inom 3 månader. Säljchefen beskriver att det är problematiskt att ta fram prognoser då projekt skjuts fram och att det inte går att erhålla prognoser från vissa kunder. En sådan kund kan vara en konkurrent som tillhandahåller liknande produkter men där deras kunder ibland efterfrågar ABB:s produkter. I ett sådant läge går det inte få prognoser från kunden. Denna problematik förstärks av att kunder begär en offert på en typ av genomföring men i slutändan beställer en annan typ. Kunder kan också köpa genomföringarna från en prislista vilket gör att säljarna inte kan fånga upp intresset innan ordern inkommer vilket gör att dessa kunder inte prognostiseras. Säljchefen säger att i slutändan går denne på känsla med tonvikt på säljarnas uppfattning när prognosen tas fram. Idag sker ingen uppföljning i hur prognoserna tas fram.

Säljchefen har önskemål om att anställa en person som kan arbeta heltid med att fram prognoser. Idag sker 50 procent av all försäljning till andra ABB-fabriker runt om i världen där Transformers i Ludvika är en av de större. Säljchefen nämner att det skulle förenkla om de fick tillgång till framförallt offertsystemet som Transformers i Ludvika använder och vilka offerter de har ute och vilka genomföringar som kan passa till dessa transformatorer. Säljchefen uppger att det vore önskvärt med ett system som automatiskt plockar ut information med från Säljfunktionens offertsystem CCP. Detta skulle sedan samköras med Transformers offertsystem som sedan sammanställer det på ett strukturerat vis. Vidare är det önskvärt om Components säljavdelning erhåller kontinuerliga rapporter/sammanställningar från Transformers med deras förväntningar. Detta skulle medföra att processen att ta fram prognoser skulle förenklas.

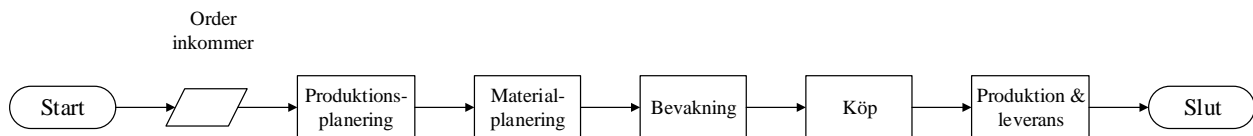
6.4 Orderfunktionen

Orderfunktionen är densamma för försörjningskedja A och B. Informationen i detta avsnitt bygger på intervjuer med produktionsplanerare, materialplanerare och logistikutvecklare på Orderfunktionen. I Figur 22 visas vart i försörjningskedjan delprocessen finns.



Figur 22 – Orderfunktionens placering i försörjningskedjan

När en order registrerats i systemet skickas ett fax till produktionsplaneraren som specificerar vad kunden har beställt. Därefter planerar denne produktionen utifrån ledig kapacitet och lagerfört material och genererar ordern. Detta innebär att ordern körs om i systemet utifrån det nya datumet när produktionen av ordern är möjlig. I Systemet ERP LN kan faktorer som ledtider och säkerhetslager ställas in på komponenter. Detta medför att när en order registreras så skapas ett materialbehov och systemet räknar ut när material måste beställas in utifrån förinställda ledtider och lagernivåer. ERP LN föreslår då automatiskt när köp bör göras utifrån order och en prognos som finns inlagd på GSB. När ordern har genererats bevakar materialplaneraren ERP LN denna information och när köp måste läggas på komponenter för att de ska ankomma vid rätt tidpunkt. Om inte order inkommer i den utsträckning som prognoser säger kan materialplaneraren skjuta fram föreslagna köp. På GSB lägger materialplaneraren order utifrån den prognos som finns. På GGF och GGFL lägger materialplaneraren bara köp på skarpa order. Vid köp så läggs detta både i ERP LN och via ett mail som skickas till Composites som specificerar köpet. I Figur 23 visas orderflödet för isolanter till GSB-genomföringar.



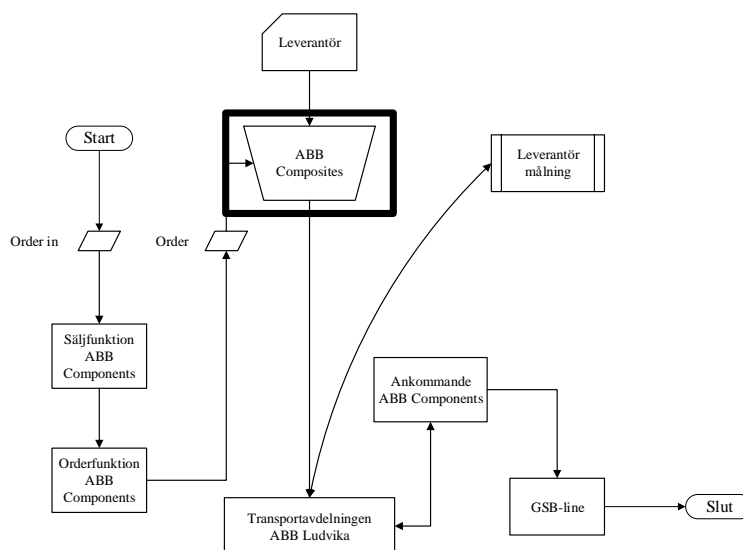
Figur 23 – Processkarta över delprocessen Orderfunktion

När materialplaneraren beställer isolanter till GGF och GGFL ändras leveransadressen manuellt i systemet och skickas till en tredjepart, Lemont AB, som lagerhåller dem. Isolanter till GSB-genomföringar levereras

direkt till Components. Därefter när ett behov uppstår vid monteringen på GGF- och GGFL-line kontaktar de Lemont AB via e-mail om leverans av isolant. Composites har idag en On-time-delivery (leveranssäkerhet) på nära 100 procent och materialplanerare upplever att kommunikationen mellan dem är god och att denne har bra koll på isolanterna. Logistikutvecklare upplever problem med prognoserna idag då dessa har stora felmarginaler på GSB-sortimentet.

6.5 Composites

I detta avsnitt beskrivs delprocessen Composites. Avsnittet börjar med att presentera tillverkningen av isolanterna som sker i två parallella Line:s. I Line A tillverkas isolanter till GSB-genomföringar förutom GSB550 som tillverkas i Line B tillsammans med GGF-och GGFL-genomföringar. Vidare beskrivs Line C som tillverkar de inre isolanterna till GGF-genomföringarna. Därefter presenteras Transportfunktionen som är det sista transportsteget för samtliga Line:s och administrationsfunktionerna Orderfunktionen, Inköpsfunktionen och Säljfunktionen. I Figur 24 åskådliggörs vart i försörjningskedjan som delprocessen Composites finns.



Figur 24 – Delprocessen Composites placering i försörjningskedjan

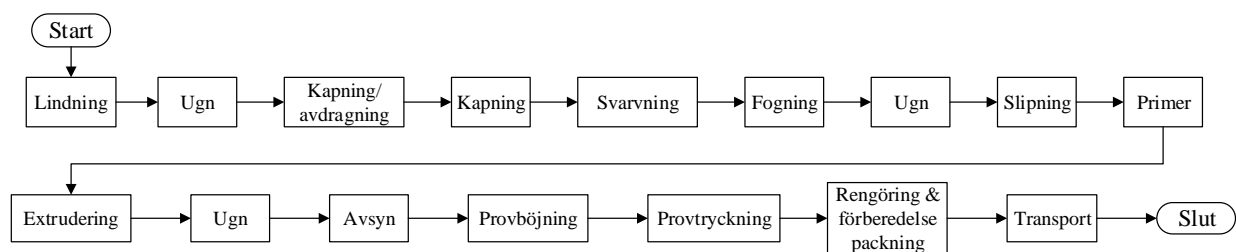
Informationen som ligger till grund för processkartläggning på Composites i Piteå bygger på observationer som genomförts i produktion med samordnare och intervjuer med operatörer på processtegen. Vidare har logistikchef, strategisk inköpare, operativ inköpare, produktionsplanerare och Product Sales Manager intervjuats.

6.5.1 Line A

Processen för tillverkningen av en isolant till GSB 245, 362 och 420 börjar med att glasfibertrådar lindas runt ett don i en datorstyrd, automatiserad process. Ett don är en form i metall som glasfibertrådarna lindas runt för att erhålla rätt form på isolanten. Därefter transporteras det färdiglindade donet till en ugn där det härdas. Antalet ugnar är idag tre stycken. När härprocessen är färdig grovkapas isolanten och sedan dras isolanten av donet. Sedan läggs isolantkropparna i korgar och hamnar i ett först-in-först-ut (FIFO) flöde. Vid nästa processteg sker en ytterligare kapning där isolantkroppen kapas i korrekt längd via en datorstyrd process. Därefter svarvas isolantkroppens topp och botten för att möjliggöra montering av flänsarna som genomförs i nästa steg. Detta steg kallas fogning och börjar med att flänsarna tvättas och därefter värms i

ett skåp. Sedan placeras isolantkroppen i en fogningsmaskin där lim appliceras på isolantkroppens topp och botten och på flänsarna. Därefter monteras flänsarna på isolantkroppen och fogningsmaskinen appliceras tryck på topp och botten och fogar därmed fast flänsarna. Nästa processteg är en härdugn som härdar fogningen.

Processen fortsätter med att isolantkroppens skyddplast tas bort, slipas och sedan transporteras in i en kammare där en primer sprejas på. Därefter extruderas silikon på isolantkroppen som sedan härdas i en ugn. I nästa steg sker en visuell avsyn av isolanten där extruderingen kontrolleras för att säkerställa att den är godkänd. Här slutar FIFO-flödet. Processen fortsätter med att isolanten provböjs och provtrycks för att kontrollera dess hållfasthet och att den är tät. Därefter rengörs isolanten invändigt och utvändigt och plastas in för att förhindra för nedsmutsning under transport. Sedan packas isolanten i ett träemballage som försluts. I sista stegen tar transport över och deras funktion beskrivs nedan i avsnitt 6.5.1. I Figur 25 åskådliggörs tillverkningsprocessen för Line A.



Figur 25 – Processkarta över Line A

Vid den datorstyrda kapstationen upplever operatören att datorkapaciteten är begränsad. Detta innebär att antalet programplatser är begränsad vilket ställer till problem när nya rör ska kapas och det då saknas en programplats. Detta medför mer arbete och operatören måste ta bort ett program som inte används och lägga in ett nytt program för den specifika isolantkroppen som ska kapas. Innan skyddsplasten avlägsnas monteras en transportvagn på isolantkroppen som består av två delar. Operatören uppger att det kan vara problematiskt att montera transportvagnen då den är otymplig. Vid paketeringen monteras ibland skyddskåpor som kan lossna under transport vilket medför att smuts kommer in i isolanten.

I avsnitt 3.3 och ekvation 3.2 visas hur processtegens procentuella bidrag har räknades ut. Genom att addera ledtiderna för varje processteg har en total ledtid för Lina A erhållits. Därefter har varje processtegs ledtid dividerats med den totala ledtiden och processtegens procentuella bidrag erhållits vilket kan ses i Tabell 4. I resterande avsnitt har ledtiderna räknats ut på samma sätt.

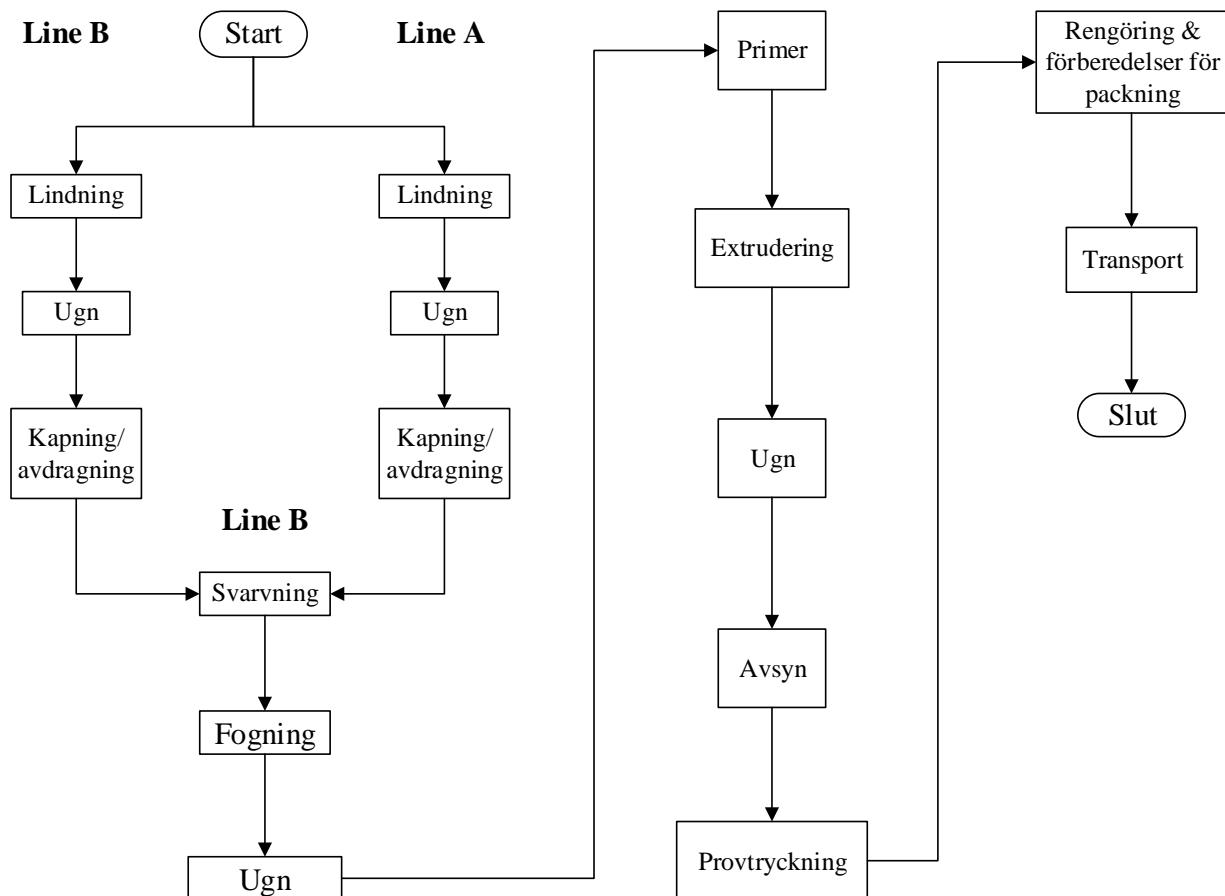
Tabell 4 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i Line A

Processteg	GSB245	GSB362	GSB420
Lindning	5,4 %	6,6 %	4,4 %
Ugn	40,3 %	39,6 %	39,6 %
Kapning/avdragning	2,2 %	2,2 %	2,2 %
kapning	0,9 %	0,9 %	0,9 %
Svarven	0,9 %	0,9 %	0,9 %
Fogning	5,8 %	5,7 %	6,6 %
Härdugn	17,9 %	17,6 %	17,6 %
Slipning	1,3 %	1,3 %	1,8 %
Primer	2,2 %	2,2 %	2,2 %
Extrudering	2,2 %	2,6 %	3,1 %
Ugn	11,2 %	11,0 %	11,0 %
Avsyn	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Provböjning	0,9 %	0,9 %	0,9 %
Provtryckning	2,7 %	2,6 %	3,1 %
Rengöring & förberedelser packning	1,3 %	1,3 %	1,3 %
Packning	4,5 %	4,4 %	4,4 %
Total ledtid	100 %	100 %	100 %

6.5.2 Line B

I Line B tillverkas Isolanterna till GGF800 och GGFL800. Isolanterna till GGFL400, GGF600 och GSB550 tillverkas i Line A innan processteget svarvning där de förflyttas till Line B. Detta sker på grund av storleken på isolanterna där Line B har kapacitet att hantera isolanterna i större storlekar. Först lindas ett don med glasfibertrådar som sedan härdas i en ugn. Därefter dras isolanten av donet och grovkapas och hamnar i ett FIFO-flöde. Under kapningen tas också provbitar till ett elektriskt-prov. Sedan svarvas röret i toppen och botten av isolantkroppen innan den hamnar på processteget fogning. I detta steg fogas flänsar fast på isolantkroppens topp och botten. Därefter placeras isolantkroppen i en ugn där limmet härdas. Sedan slipas isolantkroppen och placeras i en kammare där en primer sprejas på kroppen innan silikon extruderas på isolantkroppen. I nästa steg ska silikonet härdas vilket sker i en ugn och efter det sker en visuell avsyn av isolanten. Sedan provtrycks isolanten för att säkerställa att den är tät innan isolanten rengörs, plastas in, paketeras i ett träemballage och transport tar över hanteringen. Operatören av svarven uppgav att det ibland

uppstår brist på vagnar. Detta medför att isolantkropparna inte kan transporteras genom flödet. I Figur 26 nedan visas processtegen som isolanten går igenom.



Figur 26 – Processkarta för Line B

Nedan i Tabell 5 kan processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden för isolanterna i Line B ses.

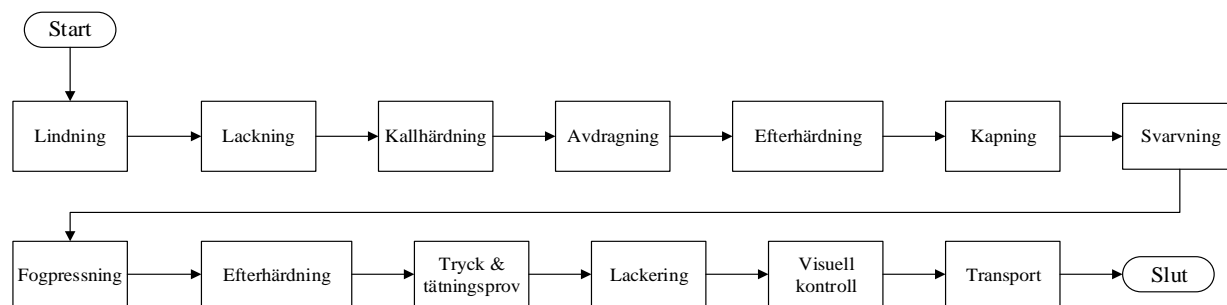
Tabell 5 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i Line B

Processteg	GSB550	GGF600	GGFL400	GGFL800	GGF800
Lindning	7,7 %	9,3 %	9,4 %	8,8 %	10,0 %
Ugn	33,4 %	27,9 %	28,1 %	27,6 %	27,5 %
Kapning/avdragning	1,7 %	1,5 %	1,6 %	2,3 %	2,3 %
Svarven	4,0 %	5,6 %	4,7 %	6,0 %	6,0 %
Fogning	2,7 %	3,7 %	3,1 %	4,0 %	4,0 %

Härdugn	23,4 %	21,7 %	21,9 %	17,6 %	17,5 %
Slipning	1,7 %	0,9 %	1,6 %	1,8 %	1,8 %
Primer	1,0 %	1,2 %	1,9 %	1,8 %	1,8 %
Extrudering	4,7 %	9,9 %	9,4 %	14,3 %	13,8 %
Ugn	8,4 %	7,7 %	7,8 %	6,3 %	6,3 %
Avsyn	0,7 %	0,6 %	0,6 %	0,5 %	0,5 %
Provtryckning	3,3 %	3,1 %	3,1 %	3,3 %	3,3 %
Rengöring & förberedelser packning	4,0 %	3,7 %	3,8 %	3,3 %	3,0 %
Transport	3,3 %	3,1 %	3,1 %	2,5 %	2,5 %
Total Ledtid	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

6.5.3 Line C

GGF-genomföringar består av en inre och en yttre isolant där den inre isolanten tillverkas i Line C. Anledningen till att den inre isolanten tillverkas i en separat line är för den har höga kvalitetskrav vilket kräver mycket manuellt arbete. Tillverkningen av en inre isolant börjar med att glasfibertrådar manuellt lindas runt ett don. Sedan läggs en skyddsfilm på och därefter ett nät. I nästa steg läggs en skyddsplast runt donet och med hjälp av en suganordning sugas lack in och lackar glasfibertrådarna för att sedan kallhärddas. När denna härdningsprocess är klar tas skyddsplasten bort och skyddsfilmen och nätet dras av. Därefter efterhärddas isolantkroppen i en ugn innan den i nästa steg kapas i rätt längd. I nästa steg slipas utsidan av isolanten innan toppen och botten svarvas. Sedan rengörs isolanten, lim appliceras och flänsar pressas på isolantkroppen. Därefter härddas den i en ugn. I nästa steg trycktestas isolantkroppen och tätheten säkerställs. Sedan lackeras isolantkroppen, därefter sker en visuell kontroll och till sist paketeras den. I Figur 27 visas processtegen i den inre isolantens flöde på Composites.



Figur 27 – Processkarta över Line C

I Tabell 6 nedan kan processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i Line C ses.

Tabell 6 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i Line C

Processteg	GGF800	GGF600
Lindning	17,9 %	14,0 %
<i>"Lackning"</i>		
Kallhärdning	28,6 %	30,5 %
Avdragning	0,7 %	0,8 %
Efterhärdning1	19,0 %	20,3 %
Kapning	1,4 %	1,5 %
Svarvning	0,5 %	0,5 %
Fogpressning	5,5 %	5,1 %
Efterhärdning2	9,5 %	10,2 %
Tryck & tätningsprov	8,6 %	8,4 %
Lackering	6,7 %	7,1 %
Visuell kontroll	0,5 %	0,5 %
Packning	1,2 %	1,3 %
Total ledtid	100 %	100 %

6.5.4 Transport

Det sista processteget för Line A, B och C är Transport som administrerar transporten av isolanterna till Components i Ludvika. Transport tar emot ett fax på förmiddagen som specificerar vad som ska skickas under dagen och vilken destination det har. Därefter kontakter transport en speditör och meddelar vad Composites ska skicka samt storlek och flaklängd. Lastbilarna avgår på fasta spottider, måndag, onsdag och fredag. Vid större försändelser kan de behöva boka en extra lastbil vilket först och främst sker med speditören och i andra hand med andra speditörer. Lastbilen ankommer på eftermiddagen som då lastas och åker mot Components. På dessa lastbilar skickas inte enbart isolanter utan även övriga produkter som Composites tillverkar. Transport är även ansvarig för ankommande gods.

6.5.5 Administration på Composites

I detta avsnitt beskrivs administrationsfunktionerna på Composites som är kopplade till tillverkningen av isolanterna och kommunikationen med Components. Administrationsfunktionerna som beskrivs nedan är Orderfunktionen, Inköpsfunktionen och Säljfunktionen på Composites.

Orderfunktionen på Composites

När en order inkommer till Composites från Components genererar ERP LN-systemet ett e-mail som produktionsplaneraren tar emot. I detta mail är det specificerat vilken typ av isolant som är beställd, antal och om flänsarna till exempel ska vara målade. Därefter skapar produktionsplaneraren ett ärende i systemet och planerar in när ordern kan produceras. Detta sker utifrån ett Excel-dokument som innehåller kapacitet och redan planerad tillverkning. Sedan processas ordern i ERP LN och en tillverkningsorder genereras och den operativa inköparen får upp ett behov. Därefter avslutas ärendet och Components får ett ordererkännande och beräknat leveransdatum. Ingen tillverkning sker på prognoser utan endast på skarpa order. Idag arbetar Composites utefter en fastlagd ledtid men vid brådskande order kan denna ledtid sänkas upp till en sjättedel av den normala om produktion tillåter det. Om Components önskar att ändra turordningen på lagda order sker också en kontakt mellan dem. Vid onormalt stora order kontaktas också Components då misstag skett tidigare. Dessa kontakter kan ses som informell och sker över telefon eller med en intern chat-funktion. Vidare nämner produktionsplaneraren att denne upplever att Components är nöjd med Composites och att de har en leveranssäkerhet på 99 procent.

Inköpsfunktionen på Composites

Minst en gång i veckan sker en kontroll av lagernivåer på flänsar och övrigt material vilket utförs av den operativa inköparen som också kontrollerar om det uppkommit nya behov eller köpförslag. Detta för att säkerställa att material finns tillgänglig till produktionen. Prognoser från Components finns inlagt i ERP LN och när råmaterial till isolanterna ska köpas in utgår den operativa inköparen från dessa. Detta arbete sker kontinuerligt, med att studera prognoserna och faktiska order och när nytt material måste beställas. Prognoser från Components sträcker sig 9-10 månader framåt och den operativa inköparen extrapolerar därefter prognosen på ett år framåt vilket krävs av systemet ERP LN. Extrapoleringen innebär att efterfrågan estimeras för månaderna som inte är inkluderad i prognosen. Systemet ERP LN gör sedan en avstämning på dessa prognoser utifrån förinställda parametrar som ledtid, orderkvantitet, säkerhetslager och beställningspunkt och ger därefter förslag på när material bör inkomma och beställas. Detta gäller produkter med lång ledtid. På ingångs material med kortare ledtid utgår den operativa inköparen från faktiskt behov. Hösten 2013 fick Composites åter tillgång till Components prognoser vilket har underlättat arbete. Prognoserna upplevs dock som ett problem av Composites på grund av de inte är tillförlitliga och mer precisa prognoser skulle förenklar planering och produktion för dem.

Vidare har prognoserna en liknande förbrukning varje månad och tar inte hänsyn till variationer i efterfrågan vilket är ett problem. Leverantören av flänsarna brukar hålla utlovade leveransdatum och säkerhetslagren på flänsarna är satta själv utav Composites och lagret inventeras två till fyra gånger om året. En gång i månaden sker ett möte med inköpare där inköp diskuteras. Composites försöker samarbeta i den mån det är möjligt gällande nya avtal och leverantörsutvärderingar för att minska kostnaderna.

Platserna som material lagerhålls på uppdateras manuellt i ERP LN. Under inventeringen som sker ett par gånger om året bestäms också beställningspunkt och nivå på säkerhetslager. Composites har ett större lager av flänsar, i vissa fall ett årsbehov. Den operativa inköparen uppmärksammar också om efterfrågan ökar i prognoserna för att säkerställa att Composites kan leverera. GSB-sortimentet upplevs också ha större variationer och toppar i efterfrågan. Logistikchefen nämnde att ett årsbehov kan beställas under två månader. Dessa toppar är problematiska för Composites på grund av ledtiden på flänsar. För GGF och GGFL är det lättare då dessa är kopplade till projekt och sträcker sig över en längre tidsperiod och att Composites är delaktiga i dessa projekt när de påbörjas och erhåller mer information.

Den operativa inköparen nämner vidare att returemballage är *“ett mörkt hål”*. När emballage ankommer till Composites från Components finns det ingen information om vilken typ som skickats. Därmed måste ankommet emballage inventeras vilket görs varje vecka. Emballage kan även inkomma trots att Composites inte har efterfrågat det och ibland blir det brist och Composites måste då efterfråga det. Den operativa inköparen uppgav att Components har beställt isolanter och att det saknas lådor vilket medförde att order blev restade och att Components beställt isolanter trots att de har isolanter i lager. Livslängden på ett emballage kan vara allt ifrån en till 20-30 stycken vändor och en låda kan kosta uppemot 35,000 SEK. Emballaget behandlas också ogynnsamt då det lyfts på mitten med pallgafflar medan tyngden finns i kanterna. Alternativa material på lådorna istället för trä är också önskvärt som stål eller plast. Logistikchefen uppgav att en projektgrupp är tillsatt i Ludvika för att se över användningen av emballage. Composites upplever att emballaget slits i onödan då Components fäster locken med *”flärpar”* och därmed sliter ut *”flärparna”*. Vidare skruvar Components fast locket och Composites skulle hellre se att de använde buntband.

Composites arbetar idag med Lean för att som Logistikchefen säger, *“rensa upp i systemet”* och effektivisera flödet genom kortare ledtider och högre produktion. Logistikchefen pratar om att göra en totaländring där flödet ska göras mer effektivt genom att mellanlager tas bort och att isolanten vandrar i ett kontinuerligt flöde.

Idag har Composites bland annat ändrat så att logistikavdelningen förbereder emballaget till isolanterna och paketering av flänsar samt transport av flänsarna till produktionen. Logistikchefen har ett önskemål om att börja använda sig av en streckkodlösning på Composites. Detta för att säkerställa ankomster av spirallindade kroppar som har försvunnit och skapat extra arbete för Composites. Med en streckkodlösning kan även lagersaldon i övrigt ses i realtid och vart i produktionen som en produkt befinner sig. En sådan lösning skulle också resultera i att Composites kan börja använda FIFO. I ERP LN är det svårt att göra förändringar då flera andra enheter använder det och att en förändring i systemet kan skapa problem för andra. Därmed måste ett externt system användas om de skulle implementera ett streckkodsystem.

Logistikchefen förklarar att det har hänt att projekt har skjutits fram till exempel ett halvår vilket medfört att Composites har ett stort lager på flänsar utan att få leverera. Composites behöver förhandla med kunderna gällande vilka lagernivåer de ska hålla på flänsarna och de arbetar aktivt med att flytta över en del av lagerhållningen till leverantörerna. Detta resulterar dock i att Composites tar risken och lovar att köpa flänsarna vid ett senare tillfälle.

Säljfunktionen på Composites

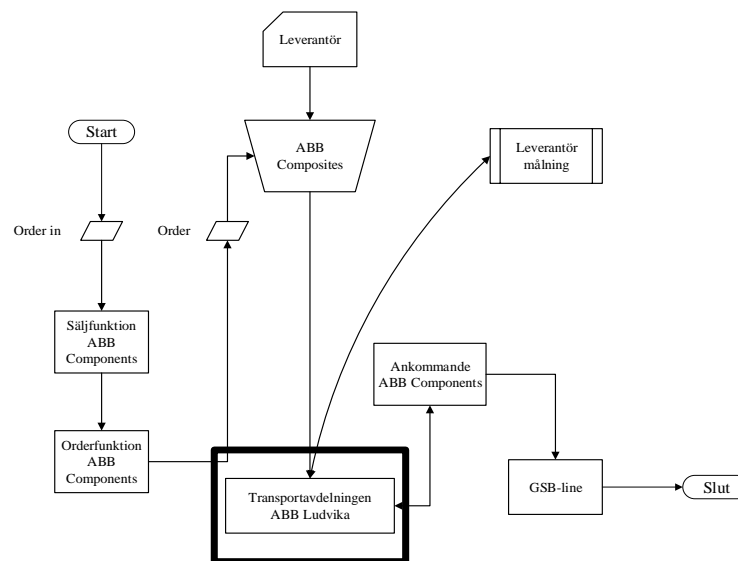
Product Sales Manager (PSM) uppgav att efter Composites fick tillgång till prognoserna i ERP LN har planeringen vid inköp av material förenklats. En gång i kvartalet har PSM ett möte med inköpsavdelningen på Components. Under dessa diskuteras större projekt som är på gång och vilka projekt de har lämnat anbud på. Idag utgår Composites helt från kundernas prognoser. PSM uppgav också att denne måste jaga prognoser och inte *“får dem serverade”*. Under större projekt är det enklare då dessa löper under längre tid medan GSB-sortimentet är svårare och prognoserna PSM erhåller är ostrukturerade och denne har lärt sig vilka frågor han ska ställa. PSM upplever att kommunikationen mellan sälj och inköp på Components fungerar otillfredsställande idag och upplever att en annan enhet på ABB Ludvika är mycket bättre på att ta fram korrekta prognoser. Deras prognoser sträcker sig över flera år, är mer precisa och går ned på artikelnivå vilket Components prognoser inte gör. PSM uppgav att själva kommunikationen fungerar bra mellan Composites och Components.

PSM förklarar att han önskar att prognoserna skulle vara bättre strukturerade och att de skulle vara på rullande 12 månader. Dessa prognoser skulle sedan stämmas av antingen månadsvis eller kvartalsvis samt med en årlig avstämning. Om prognoserna blir tillförlitligare påstår PSM att ledtiden från order till leverans skulle kunna sänkas till en sjättedel av den nuvarande. Detta innebär också att Composites kan hålla ett mindre lager och när Components plockade från sitt lager, skulle Composites kunna skicka direkt till Components. Säkerhetslagernivåerna skulle kunna bestämmas utifrån prognoser och till exempel maxkapaciteten i produktionen. Idag har Composites goda möjligheter till att lagra produkter då det har stora outnyttjade ytor utomhus. Dock saknas möjligheten att förvara isolanterna och emballaget under tak vilket innebär att dessa kan ta skada från väder och vind.

Vidare beskriver PSM att denne upplever att Components har bristande koll på vad de har i lager. En artikel som är liknande men med till exempel olika färger på flänsarna har samma artikelnummer. Därför har Composites börjat märka lådorna med vilken färg det är för att underlätta. PSM uppger dock att denna lösning inte är tillfredsställande. PSM påstår också att emballagehanteringen hos Components inte fungerar då emballage som ska hålla fem vändor försvinner efter en vända. Hanteringen av kroppar som ska spirallindas som Components skickar upp fungerar inte tillfredsställande.

6.6 Transportavdelningen ABB Ludvika

I detta avsnitt beskrivs delprocessen Transportavdelningen ABB Ludvika som är godsmottagningen för alla ABB-företagen i Ludvika. Transportavdelning tar emot isolanter till GSB-genomföringar som skickas med lastbil från Piteå till Ludvika. I Figur 28 nedan kan Transportavdelningens plats i försörjningskedjan ses.



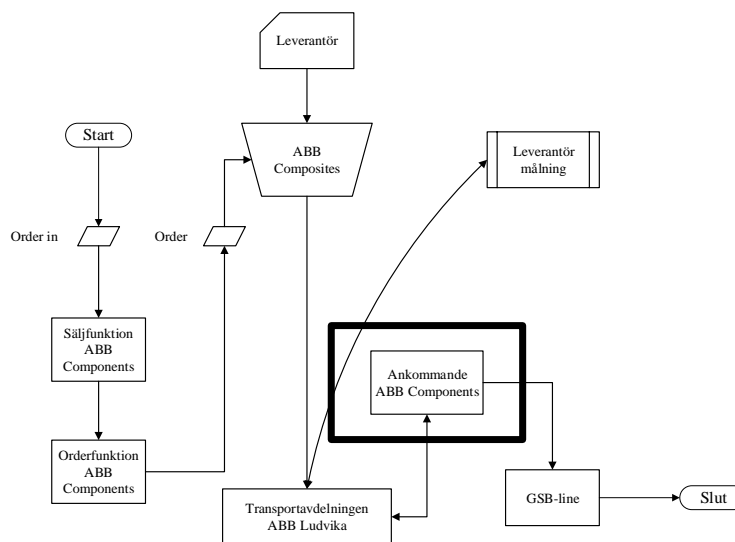
Figur 28 – Delprocessen Transportavdelningens placering i försörjningskedjan

Uppgifterna i detta avsnitt är hämtade genom observationer och intervju med personal på Transportavdelningen ABB Ludvika. I Bilaga A – Transportavdelningen ABB Ludvika kan processkartan och ledtider ses. Godshanteringsprocessen som sker vid transportavdelningen på ABB Ludvika börjar med godsmottagning där godset lastas av och fraktsedel stämplas och undertecknas. När godset är avlastat kontrolleras det att det är helt och i rätt antal. Därefter samlas godset med annat gods som ska till samma lagerplats i ABB Ludvika. Avslutningsvis transporteras godset till avsedd lagerplats.

Ankommande gods anländer under hela dagen och under en vanlig dag ankommer 35 bilar där uppskattningsvis 25 bilar ankommer under förmiddagen. I snitt hanterar transportenheten 10,000 stycken kolli/per månad. Transportenheten har två tider där de transporterar ut gods till olika lagerplatser på ABB Ludvika, klockan 11:00 och 14:30. Mellan avgångarna samlas gods från olika ankommande bilar. Problem som uppstår med ankommande gods är när skador förekommer. Flertalet utländska förare som inte kan svenska eller engelska försvårar arbetet med skaderapporteringen. Ett annat problem är att transportavdelningen upplever är att de inte har full kontroll på exakt vad de tagit emot och skickat vidare. När någon mottagande enhet på ABB Ludvika hör av sig om någon specifik försändelse har anlänt är möjligheten begränsad att spåra den specifika försändelsen och bekräfta om den är skickad eller ej. Transportavdelningen efterfrågar ett system som underlättar dokumenteringen av ankommande och avgående gods och där spårning av gods möjliggörs.

6.7 Ankommande ABB Components

I detta avsnitt beskrivs delprocessen Ankommande ABB Components som tar emot isolanter från Lemont AB och Transportavdelningen. Detta avsnitt bygger på intervjuer och observationer med personal på Ankommande. I Bilaga B – Ankommande ABB Components GSB och Bilaga C – Ankommande ABB Components GGF och GGFL kan processkartorna och ledtiderna för Ankommande ses. I Figur 29 kan delprocessens placering i försörjningskedjan ses.



Figur 29 – Delprocessen Ankommande ABB Components placering i försörjningskedjan

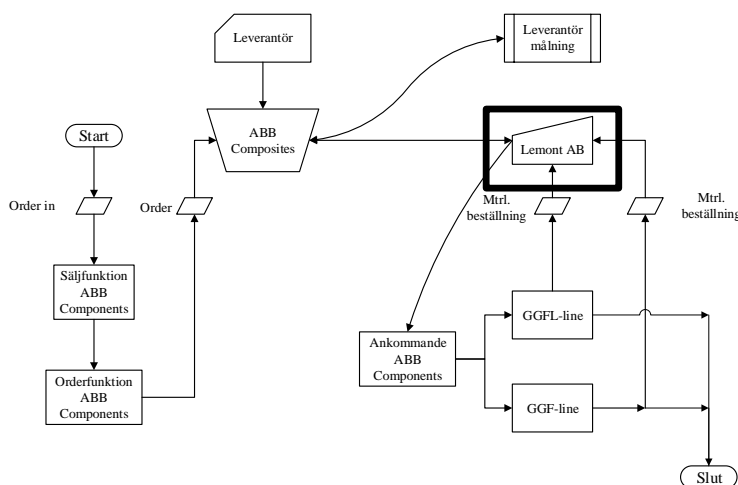
I delprocessen är rutinerna olika beroende på om isolanterna kommer från Transportavdelningen och Lemont AB. Isolanterna till GGF- och GGFL-genomföringarna anländer med lastbil från Lemont AB och lastas först av och därefter transporteras till avsedd plats i anslutning till monteringsarna på GGF- och GGFL-line. När en isolant till en GSB-genomföring anländer från Transportavdelningen lastas de först av. Därefter lagerförs de utomhus på avsedd lagerplats eller transporteras in för uppackning. Vintertid måste isolanterna lagras uppackade inomhus i minst 24 timmar för att isolanten ska uppnå rumstemperatur. Sista steget är att transportera isolanten till ett mellanlager i anslutning till monteringen på GSB-line.

Problem personalen upplever med delprocessen är kopplade till emballagen både när de tar emot och ska skicka vidare dem. Emballage som består av trälådor är förseglade med många skruvar vilket tar onödigt

långt tid i anspråk att avlägsna. En annan typ av emballage där förseglingen görs med “flärpar” som böjs ner för att hålla fast locket består även det av onödigt många till antalet. När emballagen ska skickas vidare har personalen fått instruktion om att dra remmar runt dem vilket de upplever svårigheter med då det är svårt att komma åt runt emballagen då dessa förvaras på en begränsad yta. Ytterligare observation av lagerplatserna utomhus visade att de är placerade utmed ett staket där de äldsta isolanterna var placerade närmast staketet.

6.8 Lemont AB

Delprocessen Lemont AB är nästa steg i försörjningskedja B där isolanterna till GGF- och GGFL-genomföringar lagerhålls hos en tredjepart. I Figur 30 kan delprocessen Lemont AB:s placering i försörjningskedja B ses.



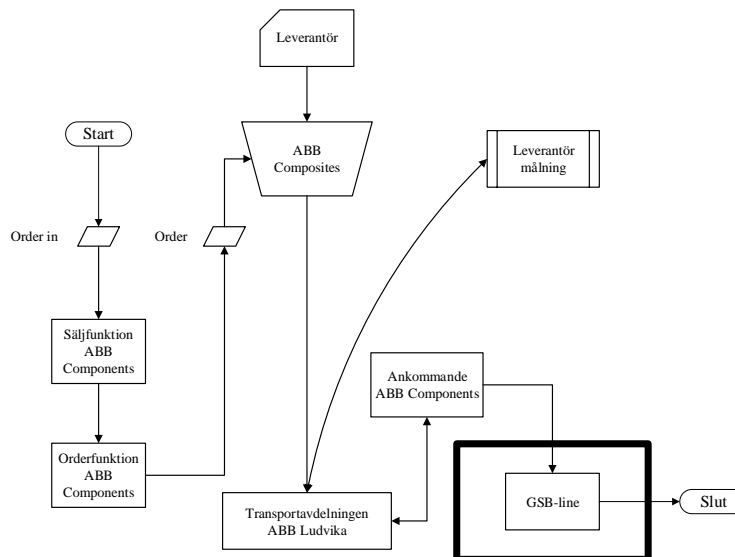
Figur 30 – Delprocess Lemont AB:s placering i försörjningskedja B

Informationen om lagerhållningen på Lemont AB är inhämtad via observationer av lagerplatser vid Lemont AB i Ludvika samt intervju med personal. I Bilaga D – Lemont AB kan processkarta och ledtider ses. Lemont AB:s roll i den här processen är att som tredjepart lagerhålla och transportera GGF- och GGFL-isolanterna. Processen startar med att Components skickar antingen en beställningsorder till Composites eller transportordern till Lemont AB. Beställningsordern till Composites omfattar i det här läget en beställning av antingen GGF- eller en GGFL-isolant. När isolanten är producerad skickas den till Lemont AB via lastbil med en speditör. Det förekommer ingen förvarning om när lastbilen ankommer, den brukar anlända mellan kl. 14:30-15:30. Därefter tar Lemont AB emot lastbilen, lastar av isolanten och placerar den i ett utomhuslager. Isolanterna förvaras hos Lemont AB tills Components skickar en transportorder via mail. Då identifieras beställd isolant och levereras.

Lemont AB har idag ingen lagerkontroll men Lemont AB har funderat på att börja använda en applikation till ett affärssystem för att lagerföra isolanter. Vidare hade Lemont AB önskemål om att lagerföra isolanterna vid en annan av deras anläggningar på grund av större lagermöjligheter. Vid inspektion av isolanter identifierades totalt 39 isolanter där vissa har förvarats där sedan 2011. Vidare förklarade produktionsplaneraren att Components inte hade fullständig kontroll på vart isolanterna var lagerförda eller var i försörjningskedjan de befann sig.

6.9 GSB-line på Components

Vid delprocessen GSB-line sker produktionen av kondensatorkroppar som isolanterna monteras på och är delprocessen efter Ankommande ABB Components och den sista delprocessen i försörjningskedja A. I Figur 31 kan GSB-line placering i försörjningskedja A ses.



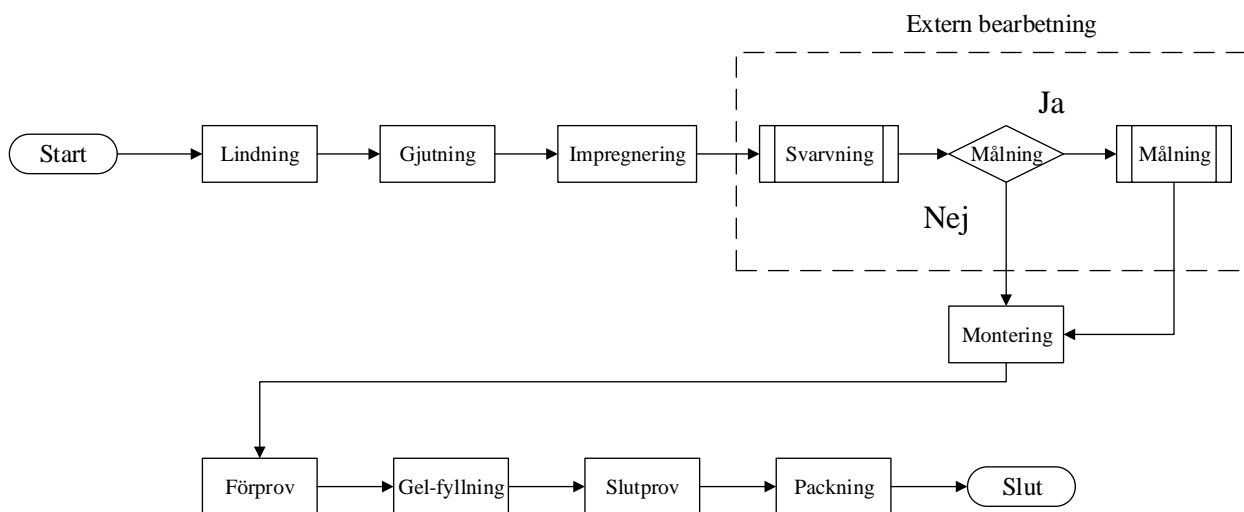
Figur 31 – Delprocessen GSB-line:s placering i försörjningskedja A

Informationen för GSB-line är hämtad via observationer och intervjuer med samordnare och operatörer på GSB-line. Delprocessen GSB-line inleds med lindning där kräppapper lindas tillsammans med aluminiumfolie runt ett ledarrör. Vid gjutningen läggs den lindade kroppen i en stålform som efter läcktest fylls med en epoxiplast. Impregnering är nästa steg i processen, vilket sker genom att kroppen värms upp och sedan tillsätts en härdbar epoxiharts. Efter impregneringen tas kroppen ur stålformen och skickas till Lemont AB för svarvning och eventuellt målning som görs av en leverantör i Ludvika. Till Lemont AB skickas tre kroppar per gång, vilket görs på justerbara vagnar som kan användas för samtliga GSB produkter. De kroppar som inte kan skickas på grund av Lemont AB:s kapacitetsbegränsning placeras i ett buffertställ med plats för 12 kroppar.

När kropparna kommer tillbaka från Lemont AB är nästa steg monteringen där kroppen, isolanten, flänsen och toppstycket sätts ihop till en färdig genomföring. Innan isolanten monteras genomförs ett så kallat förprov där kondensatorkroppen funktionstestas. Detta görs för att undvika att isolanten riskerar att kasseras om det skulle uppstå problem med kondensatorkroppen i slutprovet. Nästa steg är gelningen där utrymmet mellan kondensatorkroppen och isolanten fylls med gel. Efter gelningen ska genomföringen provas vilket görs genom två prov, nakenprov och skarpprov. Vid nakenprov görs ett växelströmsprov och vid skarpprov görs förutom ett växelströmsprov även ett stötprov. Under provningen kan stötprovet ställa till besvär som medför stor ledtidvariation för processen. Efter godkänd provning transporteras genomföringen till paketeringen där kompletterande material monteras. Därefter är genomföringen klar och kan paketeras och märkas.

Lindningsoperatören uppgav att lindningen av folie är problematiskt och har betydande variation, enligt lindningsoperatören lever den sitt "eget liv". Materialförsörjningen vad gäller ledarrören är periodvis

undermålig. Vidare nämner samordnaren att leveransen av rör på fredagar riskerar att påverka nästa veckas produktion om det blir en störning med leveransen. Under vintern är detta känsligare eftersom rören blir kalla vilket medför att rören måste förvaras inomhus en längre tid innan lindningen kan påbörjas. Samordnaren och lindningsoperatören anser att det vore bättre om rören levererades på tisdagar eller onsdagar istället, vilket även har påpekats till Lemont AB men de i sin tur menar att det inte går att lösa. Problem paketerarna upplever är brister i kompletteringsmaterial som ska monteras på genomföringarna. Ett annat problem är att genomföringar som tillhör olika order ankommer samtidigt vilket medför att en del genomföringar blir stående och tar upp plats innan de kan paketeras. Paketerarna vill kunna skicka iväg kompletta order som vanligtvis innehåller tre genomföringar för att kunna avsluta en order. Ytterligare ett problem paketerarna upplever är att genomföringar skickas till dem tidigare än de två veckor som de har som regel. Detta leder till att genomföringar blir stående eftersom samtliga genomföringar tillhörande den specifika orden inte ankommit samt att kompletteringsmaterialet heller inte är tillgängligt. Nedan i Figur 32 presenteras processkartan för GSB-linan.



Figur 32 – Processkartan över delprocessen GSB-line

I Tabell 7 nedan presenteras processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden på GSB-line. Gjutning och impregnering är beräknad på en-stycksflöde då dessa i vissa fall kan bearbeta flera komponenter samtidigt.

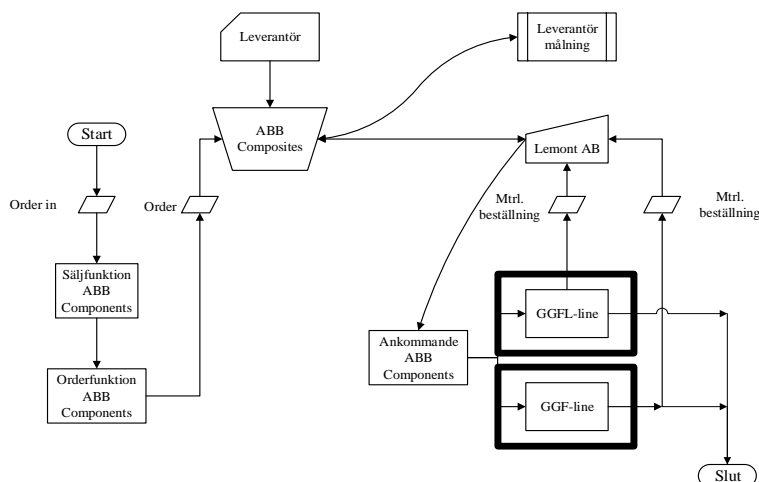
Tabell 7 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i GSB-line

Processteg	GSB245	GSB362	GSB420	GSB550
Lindning	0,4 %	0,6 %	0,6 %	0,7 %
Gjutning	16,1 %	15,4 %	14,4 %	23,3 %
Impregnering	44,9 %	48,9 %	54,7 %	43,9 %
Svarvning	20,8 %	18,7 %	16,1 %	17,1 %
Målning	13,9 %	12,5 %	10,8 %	11,4 %
Montering	0,3 %	0,6 %	0,5 %	0,5 %
Förprov	0,2 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %
Gel-fyllning	2,5 %	2,3 %	2,1 %	2,2 %
Slutprov	0,4 %	0,4 %	0,3 %	0,4 %
Packning	0,5 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %
Total ledtid	100 %	100 %	100 %	100 %

Idag pågår flera projekt på Components. Ett av dessa projekt är baserad på en ny GSB-genomföring som är under utveckling. Detta projekt undersöker hur produktionen måste anpassas och utvecklas för att kunna tillverka den nya GSB-genomföringen. För att möjliggöra detta har en ny lindningsmaskin köpts in. Vidare tittar projektet på hur kapaciteten kan ökas i gjuteriet och på en svarv. Det pågår också ett projekt på Components som ser över orderhanteringen och har som mål att korta ledtiden i orderprocessen. I tillägg undersöker Components möjligheten att implementera ett streckkodsystem på lagret.

6.10 GGF-line

I försörjningskedja B är GGF- och GGFL-line de sista delprocesserna. Informationen för GGF-processen är inhämtad genom observationer av delprocesserna och intervjuer med provare, montörer och övriga operatörer. I Figur 33 kan delprocesserna GGF- och GGFL-line:s placering i försörjningskedja B ses.

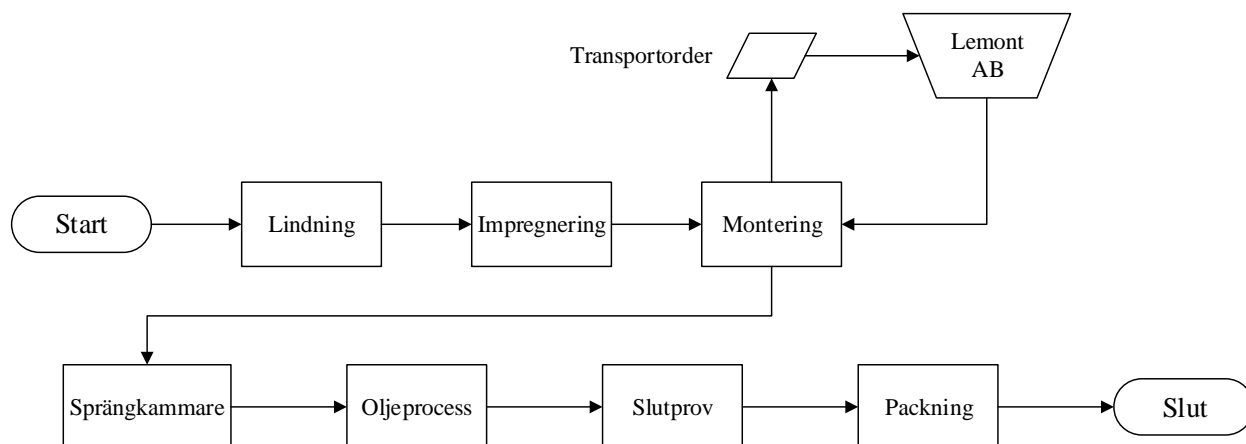


Figur 33 – Delprocesserna GGF- och GGFL-line:s placering i försörjningskedja B

Delprocessen GGF-line:s första processteg är lindningen där kräppapper och aluminiumfolie lindas runt ett ledarrör. Operatörer vid lindningen är även ansvariga för att lägga kondensatorkropparna i ugn vid nästa processteg som är impregneringen. Impregneringen inleds med att kondensatorkropparna värme- och vakuumbehandlas. Därefter fylls ugnen med olja som impregnerar kondensatorkroppen. Därefter monteras kondensatorkroppen, isolanten och övriga komponenter ihop. Isolanten beställs från Lemont AB så att den hinner ligga inomhus i minst 24 timmar innan monteringen. Nästa processteg är sprängkammaren där genomföringen utsätts för ett provtrycksprogram för att undersöka om den klarar de tryckkrav som fastställts. När genomföringen är i drift kommer den innehålla det tryck som provas vid sprängkammaren.

Nästa processteg är oljeprocessen som även den är en funktionskontroll, som syftar till att säkerställa att genomföringen inte läcker olja. Oljeprocessen innefattar också tömning av genomföringen. Nästa processteg är provningen, beroende på genomföring går den antingen till provhallen Duhvan eller provhallen Uhven, GGF800 går till Uhven och GGF600 går till Duhvan. Provnings syftar till att säkerställa att genomföringen klarar av de spänningar den förväntas hantera, växelströms-, likströms- och stötprov utförs. När provningen är klar ska genomföringen färdigställas för transport och fylls med både olja och gas. Därefter ska genomföringen paketeras vilket är sista processteget. Eftersom samtliga produkter på Components paketeras vid samma processteg är problemen med GGF-produkterna samma som för GSB-produkterna.

Operatören vid impregneringen uppger att hanteringen av olja är ett problem då spill sker, oljedimma förekommer och att olja finns kvar i ugnen. Montören uppger att smuts i isolanten är ett problem vid monteringen. Smuts i isolanten påverkar genomföringens prestanda och får således inte förekomma, därför måste den rengöras noggrant. Tiden som läggs ner på rengöringen kan vara upp mot 20 procent av den totala monterings tiden. Montören nämner vidare att oljepåfyllningen kan vara ett problem då den stängs av automatiskt och måste sättas igång manuellt. Detta kan skapa förseningar om ingen uppfattar signalen att oljepåfyllningen stängts av och startar den igen. Problemet uppstår på grund av tryckbortfall som i sin tur beror på att oljan som pumpas från källaren flödar till flera olika ställen. I Uhven menar provaren att det *“förekommer en del småproblem mest hela tiden”*, en annan påverkande faktor är flertalet utvecklingsprojekt som utförs parallellt med det rutinmässiga provningsarbetet. I Figur 34 åskådliggörs processkartan för GGF-line.



Figur 34 – Processkarta över delprocessen GGF-line

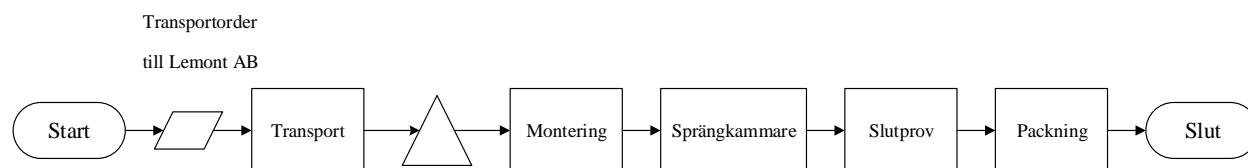
I Tabell 8 nedan åskådliggörs processtegen i delprocess GGF-line:s procentuella bidrag till den totala ledtiden.

Tabell 8 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i GGF-line

Processteg	GGF800	GGF600
Lindning	3,2 %	2,5 %
Impregnering	66,1 %	70,3 %
Montering	3,2 %	2,5 %
Sprängkammare	2,0 %	1,7 %
Oljeprocess	15,9 %	16,9 %
Slutprov	8,7 %	5,0 %
Paketering	1,0 %	1,1 %
Total ledtid	100 %	100

6.11 GGFL-line

Informationen om delprocessen GGFL-line är inhämtad via observationer av delprocesserna och intervjuer av ansvarig för provhallarna, montör, provare och paketerare. GGFL-line startar med att monteringen skickar transportordern till Lemont AB som i sin tur transporterar isolanterna till Components. Beställningen görs så att isolanterna kommer att ha befunnit sig inomhus minst 24 timmar innan monteringen startar. Vid monteringen sätts genomföringen ihop till en komplett produkt. Montören menar att en stor del av den totala monterings tiden går ut på att göra rent isolanterna. Efter monteringen är nästa process sprängkammaren där genomföringen funktionstestas genom att undersöka om den kan hantera ett bestämt gastryck utan att läcka. Därefter ska genomföringen provas vilket görs provhallarna Uhven och Duhvan, GGFL400 kan provas i båda hallarna men GGFL800 kan bara provas i Uhven. Problem med provningen vad gäller GGFL är samma som för GGF enligt provarna. I processteget packningen förekommer samma problem som för GGF enligt paketerarna. I Figur 35 åskådliggörs processen för GGFL-line.



Figur 35 – Processkarta över delprocessen GGFL-line

I Tabell 9 nedan presenteras processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden på GGFL-line.

Tabell 9 – Processtegens procentuella bidrag till den totala ledtiden i GGFL-line

Processteg	GGFL800	GGFL400
Montering	20,8 %	30,8 %
Sprängkammare	16,7 %	18,5 %
Slutprov	57,3 %	43,1 %
Packning	5,2 %	7,7 %
Total ledtid	100 %	100 %

7. Analys av processkartläggningen

Kapitlet ämnar till att analysera processkartläggning genomförd på försörjningskedja A och B. Genom att jämföra teori kopplat till ledtid och lagerhantering med processkartläggningen kan studiens syfte besvaras. Syftet med analysen av försörjningskedja A och B är att identifiera åtgärder för att effektivisera en försörjningskedja hos ett MTO-företag.

7.1 Ledtid

I detta avsnitt analyseras den insamlade empirin från delprocesserna utifrån analysmodellen i avsnitt 3.7 med avseende på ledtiden. Processkartläggningen analyseras utifrån teorier kring ledtidsglapp, prognoser och slöseri. Ledtid definieras enligt Arnold et al. (2014) som den totala tid som krävs för att genomföra en process och inkluderar förberedelse, köer, bearbetning, förflyttningar, mottagning, inspektion och eventuella förseningar. Definitionen har använts vid både processkartläggning och analys.

7.1.1 Ledtidsglapp

Enligt Lumsden (2012) uppstår ett ledtidsglapp när kunderordertiden är kortare än den totala ledtiden som inkluderar inköp, tillverkning och leverans. I försörjningskedja A köpte Components isolanter till GSB-genomföringar utifrån en prognos som togs fram av Säljfunktionen. Anledningen till att Components köpte isolanterna mot prognos var för att ledtiden på isolanterna överstiger den totala ledtiden för GSB-line där den monterades. Detta medför att den totala ledtiden för en leverans var längre än kundordertiden vilket gjorde att ett ledtidsglapp existerade. Vilket resulterade i att ett större säkerhetslager måste hållas för att täcka in den längre ledtiden och därmed att flera isolanter lagerförs. Detta stämmer överens med Lumsden (2012) som påstår att ledtidsglapp ofta hanteras med att hålla lager. I försörjningskedja B uppstod inte ett ledtidsglapp då isolanterna i detta flöde är kopplade till projekt som löpte under en längre tidsperiod och därmed skedde inköpen av isolanter direkt mot skarpa kundorder.

Composites köpte in flänsar som är en komponent på isolanten från en utländsk leverantör vilket utgick från prognosen som erhöles från Components. Eftersom ledtiden från den utländska leverantören var tre gånger så lång som den Composites tillhandahöll till Components krävdes ett större lager av flänsar. Detta var också ett ledtidsglapp då kundordertiden var kortare än den totala ledtiden.

7.1.2 Prognoser

Enligt Bowersox & Closs (2010) är det viktigt med tillförlitliga prognoser vid en längre ledtid från en leverantör då en rad aktiviteter måste slutföras innan förväntad försäljning. Detta innebär enligt författarna att prognos är en kritisk faktor. Detta visade sig bland annat på Composites där logistikchefen uppgav att ett prognostiserat årsbehov av flänsar kunde plockas ut under en period på tre månader. Enligt Muckstadt & Saprà (2010) står osäkerheten i prognoserna i direkt korrelation med i vilken grad information delas mellan parterna i försörjningskedjan. Vidare nämner författarna att ett närmare samarbete leder till lägre osäkerhet i prognosen. Detta går att härleda till prognoserna som togs fram av Säljfunktionen ABB Components som inte är tillförlitliga och att information inte delas tillfredställande mellan parterna i försörjningskedja A. Prognoserna byggde till stor del på säljchefens egen känsla och mindre på faktiskt data och tog inte hänsyn till variationer i efterfrågan. Inget strukturerat informationsutbyte skedde med kunderna och en stor förbättringspotential ansågs finnas med ABB:s övriga fabriker som är stora kunder till Components. Informationsutbytet med övriga kunder var inte heller tillfredställande då order sköts fram och kunder som egentligen var konkurrenter var problematiskt att inhämta information från. Den information som delades mellan parterna i försörjningskedjan var också ostrukturerad vilket försvårade

delgivningen av information. Det bristande informationsutbytet påverkades också negativt av bristande resurser där säljchefen tog fram prognoserna själv.

Forslund & Jonsson (2007) beskriver att ett närmare samarbete med parterna i försörjningskedjan vid framtagning av prognoser leder till kortare ledtider och förbättrad lagertillgängligheten. De inkorrekta prognoserna som togs fram resulterade i att ledtiden som Composites tillhandhöll var längre. PSM på säljfunktionen på Composites framhävde att korrekta prognoser skulle resultera i kortare ledtider vilket stämmer överens med teorin. Enligt Sörqvist (2013) kan behovet av prognoser och planering minska med ett dragande flöde där kundernas behov styr produktionen och tillverkning sker när ett kundbehov uppstår. Författaren uppger att detta också kan minska lagernivåerna.

Försörjningskedja B använde inte prognoser på samma sätt då order kopplade till GGF- och GGFL-genomföringar var kopplade till projekt som löpte under en längre tidsperiod. På dessa order var informationsutbytet bättre då olika parter involverades tidigt i offertprocessen och sträckte sig över en längre tidsperiod och därmed på ett bättre sätt kunde planera verksamheterna.

7.1.3 Slöseri

Enligt Peterman (2001) kan upp till 95 procent av den totala ledtiden bestå av icke-värdeskapande tid vilket kunder inte vill betala för. Detta klassificerar Sörqvist (2013) som slöseri vilket är en central del inom Lean. Peterman (2001) nämner åtta definitioner av slöseri: överproduktion, lager, överarbete, transport, väntan, fel och omarbete, rörelser och outnyttjad kreativitet. I både försörjningskedja A och B identifierades flera slöseri som påverkade den totala ledtiden och lagernivåer.

Components höll ett större lager av isolanter till GSB-genomföringar och Composites ett större lager av flänsar. Detta berodde på inkorrekta prognoser och att Components köpte isolanterna på prognos vilket medförde att ett lager hade byggts upp då försäljningen inte överensstämde med prognosen. Composites utgick från en ledtid på flänsarna som var tre gånger så lång som den Composites tillhandhöll på isolanterna till Components. Detta innebär att ett större lager krävdes för att täcka in ledtidsglappet och osäkerheten i prognoserna. Enligt Sörqvist (2013) resulterar detta i ett slöseri då det binder kapital och försvårar att identifiera övrigt slöseri. Components lager av isolanter kan också relateras till slöseri överproduktion då isolanter tillverkas utifrån prognoser och inte utifrån en kundorder.

När flänsar tillhörande isolanter till GGF- och GGFL-genomföringar skulle målas skickades de från Composites i Piteå till en leverantör i Ludvika som efter målning återsände flänsarna. Detta kan kopplas till slöseri transport som enligt Sörqvist (2013) är när produkter transporteras mellan processer. Själva målningen var en värdehöjande process då kunderna specifikt efterfrågade det men transporten till och från leverantören inte var det. Med transporten förlängdes ledtid eftersom isolanten inte kunde färdigställas utan flänsarna. Genom att byta till en leverantör som ligger närmare kan detta slöseri minskas.

Sörqvist (2013) beskriver att slöseri fel och omarbete innebär att en produkt måste omarbetas eller att ett fel uppstår på produkten. Detta resulterar i extra arbete för att åtgärda problemet och stoppar upp flödet i processen vilket leder till att ledtiden förlängs. Under processkartläggning identifierades flera problem som var kopplade till slöseri fel och omarbete. På både GGF- och GGFL-line upplevde montören problem med smuts på isolanten. Rengöringen som då krävdes kunde uppgå till en fjärdedel av den totala ledtiden vid montering vilket går att koppla till slöseri omarbete. En anledning till att det sker kan vara att skyddskåporna som monterades på Composites lossnar vilket operatören uppgav. Det skulle även kunna bero på felaktig

hantering vid uppackning av isolanten. På GSB-line vid det första processteget där kondensatorkroppen lindas upplevde operatören problem med att folie trasslade sig och därmed måste åtgärdas. Detta går att koppla till slöseri omarbete då foliedelen på kondensatorkroppen måste omarbetas och kan bero på antingen materialet eller maskinen.

Enligt Sörqvist (2013) är slöseri rörelser kopplat till när människor utför rörelser eller förflyttningar som inte genererar kundvärde. Emballaget som isolanterna skickas i var en källa till slöseri då locket var fäst, enligt personalen, med många skruvar eller flärpar som måste fästas vid transport. Detta sliter på emballaget och resulterar i onödiga rörelser då locket fästs med fler, än nödvändigt, antal skruvar eller flärpar och att fel uppstår på emballaget då det slits mer än nödvändigt. Detta kan bero på otydliga rutiner och flera olika varianter av emballage. På GGF-line och processteget impregnering uppstod oljespill och att olja fanns kvar i kammaren efter tömning och när den skulle plockas ut. Detta innebar att operatören var tvungen att tömma kammaren manuellt och torka upp oljespill. Genom att detta merarbete måste utföras uppstår slöseri rörelser då tömningen och torkningen förlänger ledtiden och genererar inget kundvärde felet kan bero på felkonstruktion eller felaktig hantering.

Sörqvist (2013) förklarar att väntan är ett slöseri eftersom tid åtgår till icke-värdeskapande aktiviteter. Detta slöseri var vanligt förekommande i både försörjningskedja A och B. På Composites uppstod problem på både Line A och Line B med vagnar som isolanterna transporterades med. På Line A var vagnarna problematiska att fästa på isolanterna vilket resulterade i slöseri rörelse vilket tog extra tid och kunde skada operatören. På Line B saknades ibland transportvagnar vilket medförde att slöseri väntan uppstod eftersom isolanterna inte kunde transporteras vidare till nästa processteg. Vid provhallen Uhven pågick flera utvecklingsprojekt parallellt med rutinmässiga provningsarbeten vilket ledde till slöseri väntan då provningen av GGF- och GGFL-genomföringar behövde vänta på andra projekt. Vidare uppstod slöseri fel och omarbete då flera småproblem uppkom vilket kontinuerligt behövde lösas. Detta kan bero på otydliga rutiner vid hantering eller många produktvarianter. Vid processteget paketeringen vid GSB-line uppstod slöseri väntan och lager. Detta eftersom genomföringarna till en order inte ankom i anslutning med varandra vilket resulterade i att en order inte kunde slutföras och därmed behövde lagras vid paketeringen och slöseri väntan uppstod. Detta kan bero på antingen bristande planering eller bristande rutiner vid paketering.

På GGF-line vid processteget oljepåfyllning uppstod väntan då processen avbröts via en automatisk avstängning som bestod av ett tryckfall och krävde att personal manuellt startade om den. Vid GSB-line skickades kondensatorkropparna på svarvning som utfördes av Lemont AB och i de fall kunderna efterfrågade, på målning hos en annan leverantör. Detta medförde att slöseri väntan uppstod eftersom Lemont AB hade en begränsad kapacitet och hämtade kondensatorkropparna vid fasta tidpunkter. Vidare uppstod slöseri väntan på leveransen av rör till GSB-line och processteget lindningen. Detta uppstod då rören ibland blev försenade och eftersom de levererades på fredagar ledde till väntan eftersom processen inte kunde påbörjas. Operatören hade en önskan om att rören skulle levereras på tisdagar eller onsdagar för att minska effekten av en försenad leverans. Vintertid var rören kalla när de ankom och var därmed tvungna att lagras inomhus en viss tid innan de kan användas, vilket resulterade i slöseri i form av väntan.

7.1.4 Kapacitet

Enligt Sörqvist (2013) är ett processteg en flaskhals när den har lägst genomströmning i processen. Detta medför att detta processteg utgör flödets totala kapacitetsbegränsning och att processtegen efter flaskhalsen inte kommer utnyttjas fullt med köer som resultat framför flaskhalsen som leder till en längre ledtid. I båda försörjningskedja A och B identifierades delprocessernas flaskhalsar som är dess kapacitetsbegränsare.

I försörjningskedja A och delprocessen Säljfunktion ABB Components fanns inga tydliga start och stopp av processtegen och det var därmed problematiskt att säga vilket processteg som var kapacitetsbegränsningen. På Orderfunktion ABB Components är ingen ledtid framtagen då dess arbete också sker utan tydliga start och stopp av processtegen. På Composites och Line A var flaskhalsen processteget ugnen efter lindningen då dess ledtid uppgick till mellan 39.9 och 40.3 procent av den totala ledtiden i Line A. Detta går att jämföra med processteget med den näst högsta ledtiden, ugnen efter extruderingen som bidrog med mellan 11 och 11.2 procent av den totala ledtiden. Dessutom fanns det bara tre ugnar tillgängliga vid flaskhalsen vilket ytterligare minskade genomströmningen. På GSB-line stod impregnering för mellan 43.9 och 54.7 procent av den totala ledtiden vilket medför att detta processteg var flaskhalsen och därmed kapacitetsbegränsningen i delprocessen. Detta går att jämföra med processteget med näst längst ledtid som var svarvning som låg på 16.1 och 20.8 procent. Dock utfördes svarvningen av en tredjepart, Lemont AB, som endast hade en kapacitet på tre kondensatorkroppar åt gången vilket påverkade dess genomströmning negativt. Dock var skillnaderna stora och därmed kan impregnering anses vara flaskhalsen. Samordnaren uppgav att gjutningen var en kapacitetsbegränsare då den hade en begränsad tank och därmed inte kunde gjuta flera kondensatorkroppar efter varandra innan påfyllning krävdes. Dock låg dess ledtid på mellan 14.4 till 23.3 procent vilket innebär att impregneringen också är en kapacitetsbegränsare på GSB-line.

I försörjningskedja B och delprocessen Line B var processteget med störst procentuella bidrag till den totala ledtiden ugnen efter lindning som bidrog med mellan 27.5 och 33 procent. Detta innebar att detta processteg var delprocessens flaskhals med lägst genomströmning. Ugnen efter fogningen hade också en hög ledtid som låg på mellan 17.5 och 23 procent av den totala ledtiden. Därmed var ugnen efter lindningen flaskhalsen i Line B och därmed dess kapacitetsbegränsare men där ugnen efter fogningen är en potentiell flaskhals. Vid Line C var kallhärddningen flödets flaskhals med en ledtid på mellan 28.6 och 30.5 procent. Vid delprocessen GGF-line stod impregneringen för mellan 66.1 och 70.3 procent av den totala ledtiden vilket medförde att den var delprocessens kapacitetsbegränsare och därmed flaskhals. Detta går att jämföra med processtegets näst längsta ledtid, oljeprocessen, som hade en ledtid på mellan 15.9 och 16.9 procent. På delprocessen GGFL-line var slutprovet det processteg med längst ledtid som låg på mellan 43.1 och 57.3 procent. Detta innebar att detta processteg var delprocessen kapacitetsbegränsare vilket kan jämföras med monteringen där ledtiden låg på mellan 20.8 och 30.8 procent och därmed hade delprocessen näst största ledtid.

I försörjningskedja A på Composites och processteg kapning var datorkapaciteten en begränsning då alla kapnings-program kunde vara inlagda. Detta ledde till att när en ny variant skulle kapas behövde ett äldre program raderas och det nya läggas in vilket förlängde ledtiden. Vidare kan affärssystemet ERP LN ses som en kapacitetsbegränsning då det var svårt att genomföra förändringar i programmet då flera avdelningar inom ABB använde det. Detta innebar att förändringar som hade potential att korta ledtiderna inte kunde genomföras.

För att öka genomströmningen och därmed korta den totala ledtiden bör fokus först och främst läggas på dessa flaskhalsar. Det är också viktigt att studera insatsen som krävs för att förbättra en flaskhals då det i vissa situationer kan vara resurskrävande att förbättra med liten utdelning av arbetet.

7.2 Lagerhantering

I detta avsnitt beskrivs analysen av empirin som samlades in i processkartläggning med avseende på lagerhanteringen. Delprocesserna analyserade utifrån den analysmodell som beskrivs i avsnitt 3.7 och utifrån teorier inom lagersystem, information och administration. Enligt Krajewski (2010) kan lager definieras utifrån tre kategorier, råmaterial, PIA eller slutprodukt. Vidare nämner författarna att slutprodukten kan vara råmaterial för en annan part i försörjningskedjan. Lager som identifierades i processkartläggning var råmaterial, både på Composites och Components. På Composites hölls ett lager av flänsar för att täcka in den förväntade framtida efterfrågan då ledtiden från leverantören var 815.9 procent jämfört med den totala ledtiden som observerades för isolanten på GSB-genomföringar. Detta lager inkluderade också ett säkerhetslager på grund av att prognosen var osäker. På Components hölls ett säkerhetslager av isolanter för att säkerställa leverans till kund. Hopp (2008) förklarar att vid större lagernivåer kan en högre servicenivå erhållas men till högre kostnader. Enligt Ryu & Lee (2003) är lager ett tillvägagångsätt för att korta ledtiden till kunden. Detta stämmer överens med Composites val att hålla ett högre lager av flänsar för att kunna erbjuda bättre service till Components genom kortare ledtid.

7.2.1 Lagersystem

Arnold et al. (2014) beskriver att ett lagers användbarhet är direkt relaterad till hur noggranna lageruppgifterna är. Författarna nämner att tre delar av information behöver vara korrekta i ett lagerregister. Dessa är artikelnummer, kvantitet samt plats. Fel i lagersystemet härstammar antingen från bristfälligt system eller bristfälligt utbildad personal. Arnold et al. (2014) påstår att ett lagerregister som inte är korrekt leder till materialbrist, avbrutna tidsplaner, sena leveranser, utebliven försäljning, överflödigt lager och låg produktivitet. Components lagerförde isolanter till GGF- och GGFL-genomföringar på Lemont AB som saknade egen lagerkontroll över isolanterna. Components hanterade denna lagerkontroll vilken var bristfällig. Under processkartläggning uppstod händelser där felaktig lagerplats var registrerad i systemet och att produktionsplaneraren då inte visste vart material befann sig. Vidare uppstod brist vid paketeringen då material inte fanns tillgängligt vilket tyder på att rätt kvantitet inte var registrerad i systemet.

Composites och logistikchefen uppgav att emballaget var ett ”mörkt hål” på grund av bristande information kring dess lagerplats och vad som ankom till Composites från Components. Detta medförde att Composites inventerade ankommande emballage manuellt och därefter lagerförde det. Transport uppgav svårigheter att spåra försändelser som försvunnit då de endast tog emot och transporterade det vidare till rätt avdelning. Transport uppgav att de hade dålig koll på vad som faktiskt mottagits och skickats vidare vilket gjorde spårning problematiskt. Composites spirallindade också kroppar och det hade hänt att dessa kroppar försvunnit. Detta då Components påstår att de skickat en försändelse och att Composites borde ha fått dem vilket inte var fallet. Dessa spirallindade kroppar har senare hittats och har då fortfarande befunnit sig på Transport som sköter transporten.

Dessa problem tyder på ett bristande lagersystem och visar på att fel uppstår vid registrering av lagerkvantiteter och lagerplats. Dessa problem kan både bero på bristfälligt system och bristfälligt utbildad personal då lagersaldon och lagerplats uppdateras manuellt på både Composites och Components. Arnold et al. (2014) förklarar att ett bristfälligt system kan leda till att material läses in fel, att felaktig materialplats

registreras och att transaktioner inte registreras. Vidare förklarar författarna att bristfälligt utbildad personal kan resultera i att uttag inte registreras, fel artikel plockas och att lageruttag sker av obehörig personal. Problemen som identifierades har resulterat i både materialbrist, sena leveranser och överflödiga lager vilket även Arnold et al. (2014) poängterar. En lösning på problemet som både Composites och Transport uppgav skulle vara ett streckkodsystem som skulle göra det möjligt att på ett mer korrekt sätt uppdatera lagerplats, lagerkvantiteter och var i försörjningskedjan försändelsen finns. Detta ställer dock krav på affärssystemet ERP LN som är problematiskt att göra förändringar i.

7.2.2 Information

Enligt Christopher (2011) ska flödet av information koordinera flödet av material, delar och färdiga produkter. Vidare förklarar författaren vikten av att den verkliga kundefterfrågan där den uppstår och att denna information ska styras genom försörjningskedjan ned till leverantören. Om detta inte genomförs på ett effektivt sätt kommer försörjningskedjan bli beroende av lager. I försörjningskedja B när en kund begärde en offert var både Composites och Components delaktiga i arbetet. Detta innebar att informationen från kunderna styrdes ned i försörjningskedjan och den verkliga kundefterfrågan blev tillgänglig för Composites. I försörjningskedja A skedde dock inte detta. Den prognos som säljchefen tog fram på Säljfunktionen var inkorrekt och innehöll ett stort mått av osäkerhet. Prognoserna togs fram på produktfamiljerna och inte på artikelnivå och ingen hänsyn togs till variationer i efterfrågan vilket ökade osäkerheten. Samarbetet med Components största kunder var bristfällig och informationen styrdes därmed inte från kunderna i försörjningskedjan ned till leverantörerna som Christopher (2011) förespråkar. Enligt Muckstadt & Sapra (2010) kan ett samarbete vid framtagning av prognoserna mellan parterna i försörjningskedjan minska osäkerheten vilket idag inte sker och därmed ökar dess osäkerhet.

Bowersox & Closs (2010) beskriver att en korrekt prognos resulterar i reducering av lagernivåer. Detta stämmer överens med både Composites och Components där idag större lager hålls eftersom prognoserna var inkorrekta. Om prognoserna skulle förbättras skulle detta resultera i att mindre säkerhetslager behöver hållas och därmed skulle lagernivåerna minska.

7.2.3 Administration

Enligt Arnold et al. (2014) påverkar flera faktorer ett lagers effektivitet. På Components lagerhålls isolanterna till GSB-genomföringarna vid Ankommande ABB Components utomhus i anslutning till GSB-line. Dessa isolanter lagerfördes utomhus vid ett staket och där isolanterna som låg längst in mot staketet hade, i vissa fall, legat där sedan 2011. Arnold et al. (2014) beskriver att faktorn utnyttjande och tillgänglighet är en viktig faktor som påverkar ett lagers effektivitet. I detta fall var utnyttjande högt men tillgängligheten låg eftersom staketet försvårar att komma åt isolanterna längst in. Detta beror på begränsat lagerutrymme som leder till att tillgängligheten blir lägre. Bristande rutiner kan också påverka att isolanten med längst liggtid inte plockas först.

7.3 Sammanfattning

Detta avsnitt innehåller en sammanfattning av de identifierade problemen från analysen av processkartläggningen och möjliga orsaker till att problemen uppstår. Sammanfattningen presenteras i Tabell 10.

Tabell 10 – Sammanfattning över försörjningskedjans problemtyper och orsaker

Problemtyp	Orsak
Ledtidsglapp isolanter	<ul style="list-style-type: none">• Inkorrekt prognos
Ledtidsglapp flänsar	<ul style="list-style-type: none">• Inkorrekt prognos• Avstånd till leverantören
Prognosfel	<ul style="list-style-type: none">• Avsaknad av informationsflöde• Ostrukturerad information• Avsaknad av samarbete• Variation i efterfrågan• Bristande resurser
Lager isolanter	<ul style="list-style-type: none">• Ledtidsglapp• Inkorrekt prognos
Lager flänsar	<ul style="list-style-type: none">• Ledtidsglapp• Inkorrekt prognos
Transport leverantör	<ul style="list-style-type: none">• Lång transport
Smutsiga isolanter	<ul style="list-style-type: none">• Trasig skyddsplast• Bristande hantering
Folieproblem	<ul style="list-style-type: none">• Materialproblem• Maskinproblem
Fästning av locket på emballage	<ul style="list-style-type: none">• Otydliga rutiner• Många varianter
Oljespill vid impregnering	<ul style="list-style-type: none">• Felkonstruktion• Felaktig hantering
Transportvagnar är svåra att hantera och få till antalet	<ul style="list-style-type: none">• Felkonstruktion• Få vagnar

Väntan i provhallen	<ul style="list-style-type: none"> • Kapacitetsbegränsning • Otydliga rutiner • Många produktvarianter
Väntan vid paketeringen	<ul style="list-style-type: none"> • Bristande produktionsplanering
Automatisk avstängning av oljepåfyllning	<ul style="list-style-type: none"> • Bristande programvara
Svarvning och målning av kondensatorkroppar	<ul style="list-style-type: none"> • Begränsad kapacitet
Leverans av rör	<ul style="list-style-type: none"> • Begränsad kapacitet
Kapacitetsbegränsningar i delprocesserna	<ul style="list-style-type: none"> • Begränsad kapacitet • Komplicerade processteg
Kapacitetsbegränsning dator	<ul style="list-style-type: none"> • Äldre dator • Många produktvarianter
Kapacitetsbegränsning affärssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Komplicerat system • Många användare
Bristande lagerregister	<ul style="list-style-type: none"> • Bristfälligt lagersystem • Bristfälligt utbildad personal
Lagerhantering	<ul style="list-style-type: none"> • Begränsat utrymme • Bristande rutiner

Problemtyperna leder till att ledtiden förlängs och att högre lagernivåer uppstår i försörjningskedjorna. Utifrån analysen identifierades osäkerheten i prognoserna som en orsak till flera av problemtyperna. Genom att strukturera upp informationsflödet och samarbetet mellan parterna i försörjningskedjan vid framtagningen av prognoserna kan prognosfelet minska och därmed kan precisionen öka i prognoserna. Det går också att implementera ett dragande flöde där kundens behov styr flödet och därigenom minska behovet av prognoser. Dock kommer behovet inte försvinna eftersom ledtidsglappet från den utländska leverantören är stort och ett större lager skulle krävas vilket inte är aktuellt ur ett kostnadsperspektiv. Vidare är kapacitetsbegränsningarna i försörjningskedjorna viktiga att bearbeta då flera processteg har ett högt procentuellt bidrag till den totala ledtiden och därmed stor potential att korta den totala ledtiden. Brister identifierades i lagerregistren och lagersystemet där lagerplatser och kvantiteter inte var uppdaterade. Vidare saknar lagersystemet idag möjlighet att visa produktens exakta läge i försörjningskedjan. Med ett streckodssystem skulle detta vara möjligt samt att precisionen i lagerregistren skulle öka. Genom att

fokusera på att minska slöseri kopplade till väntan, lager, transport, rörelse, fel och omarbete samt överproduktion kan både ledtiden och lagernivåerna minska.

På Components pågår idag flera projekt som fokuserar direkt eller indirekt på flera av problemtyperna. Ett projekt undersöker möjligheten med att implementera ett streckkods-system som skulle förbättra lagerkontrollen och lagerhanteringen. Genom att en ny produktvariant är under utveckling undersöks indirekt hur genomströmningen kan öka i flaskhalsarna i GSB-line och då främst vid gjuteriet och svarvningen.

8. Slutsats

Kapitlet syftar till att utifrån analysen av processkartläggningen återkoppla till studiens första syfte och forskningsområden. Första sammanfattas svaren på forskningsområdena för att sedan besvara studiens första syfte. Till sist beskrivs rekommendationerna till fallstudieföretaget samt studiens fortsatta riktning.

1) Vilka faktorer påverkar den totala ledtiden i en försörjningskedja för ett MTO-företag inom tillverkningsindustrin?

Ledtidsglapp beror framförallt på osäkra prognoser. På grund av de osäkra prognoserna uppstår svårigheter vid planering av verksamheten och materialanskaffning. Osäkerheten i prognoser förstärks även av avståndet till leverantören. Därmed kan den starkast bidragande faktorn till den totala ledtiden anses vara prognosen och dess osäkerhet. Kapacitetsbegränsningar i en försörjningskedja påverkar den totala ledtiden och medför att genomströmningen minskar. Vidare kan indirekta kapacitetsbegränsningar som affärs- och datorsystem anses ha en negativ inverkan på genomströmningen och försvårar implementeringen av förbättringar som har potential att korta ledtiden. Slöseri kopplat till väntan, transport, fel och omarbete och rörelser samt överproduktion påverkar den totala ledtiden både direkt och indirekt. Därigenom kan slöseri anses vara en faktor som påverkar den totala ledtiden.

2) Vilka faktorer påverkar lagernivåerna i en försörjningskedja för ett MTO-företag inom tillverkningsindustrin?

En starkt bidragande faktor till lagernivåerna är ledtiden. Storleken på lagernivåerna är direkt kopplat till längden på ledtiden då en längre ledtid betyder att ett större lager måste hållas för att täcka in ledtiden. Slöseri är också en faktor som leder till att lagernivåerna ökar och beror i flera fall på att väntan uppstår i försörjningskedjan. Prognoser är en faktor som påverkar lagernivåerna. Detta då en högre osäkerhet leder till att parter i en försörjningskedja måste hålla större säkerhetslager för att säkerställa service till kunderna. Lagersystem och lagerregister är faktorer som påverkar ett MTO-företags lagernivåer då avsaknaden av lagerkontroll leder till överflödiga lager och att ledtiden kan förlängas då materialbrist uppstår. När lagerplatser och kvantiteter inte finns registrerade eller är felaktigt registrerade i lagersystemet leder detta till att överflödigt lager hålls vilket påverkar lagernivåerna.

3) Ge förslag på åtgärder som ett MTO-företag inom tillverkningsindustrin kan implementera för att korta ledtiden och minska lagernivåerna i dess försörjningskedja.

För att minska inverkan på från de identifierade faktorerna finns flera åtgärder för MTO-företagen. Den starkast bidragande faktorn som påverkar totala ledtiden och lagernivåerna är prognoser. Genom att minska prognosfelet kan både ledtiden och lagernivåerna minska. En åtgärd för att uppnå detta kan vara att öka samarbetet med parterna i försörjningskedjan och då framförallt MTO-företaget och dess kunder. Genom att samarbeta närmare vid framtagning, strukturera upp informationsflödet och låta det flöda från kunden ned till leverantörerna kan stora förbättringar uppnås. Detta kräver i sin tur att resurser finns tillgängliga för att inhämta information, analysera den och tillhandahålla prognoser till parterna i försörjningskedjan. Med ett lägre prognosfel kan ledtidsglappet minska eller synkroniseras med kundordertiden. Ett dragande flöde är också en åtgärd som kan minska behovet av prognoser och planering i försörjningskedjan genom att kundens verkliga behov styr produktionen och anskaffningen av material.

Ytterligare en åtgärd som kan korta ledtiden och minska lagernivåerna är ett streckodssystem. Genom att via streckkoder uppdatera lagersaldon, lagerplatser och placering i flödet minskar fel relaterade till felaktiga registreringar i systemet, att material försvinner samt kommer en ständig kontroll erhållas på vart produkter

befinner sig i flödet. Detta skulle leda till att lagersaldona ständigt är uppdaterade och risken för lagerbrist minskar och att felaktigt material plockas minskar.

Genom att fokusera på kapacitetsbegränsningar i en försörjningskedja kan genomströmning öka och därmed ledtiden kortas. Detta kan ske genom dels öka kapaciteten eller nya processer som kan korta processtiden. Vidare kan eliminering av slöseri leda till att ledtiden och lagernivåerna minskar.

Studiens första syfte: Hur kan en försörjningskedja effektiviseras för att minska den totala ledtiden och lagernivåerna för ett MTO-företag inom tillverkningsindustrin?

Fokus bör ligga på de identifierade faktorerna som påverkar den totala ledtiden och lagernivåerna kan dessa minskas och därmed kan försörjningskedjan effektiviseras. Detta genom att samarbeta vid framtagningen av prognoserna mellan parterna i försörjningskedjan och strukturera upp informationen så att flödet sker från kunden ned till leverantörerna. Via prognoser med en högre säkerhet kan ledtidsglappen minska och därmed reduceras även den totala ledtiden och lagernivåerna. Ett lagersystem och lagerregister som innehåller materialets korrekta plats och kvantitet kan minska problem relaterade till överflödigt material och lagernivåer. Detta kan ske genom tydliga rutiner över hur registrering ska ske eller via ett streckodsystem som minskar felaktigheten. Detta leder till att MTO-företag också kan följa en produkts flöde genom försörjningskedjan och därmed kunna erbjuda bättre kundservice och korta ledtider och säkerställa att rätt lagernivå hålls. MTO-företag kan också genom att arbeta med ständiga förbättringar arbeta med att minska slöseri och öka genomströmningen vid delprocesserna genom att fokusera resurserna först och främst på flaskhalsarna. Tack vare dessa åtgärder kan försörjningskedjan effektiviseras hos ett MTO-företag genom kortare ledtider och minskade lagernivåer

8.1 Rekommendationer till ABB Components

Utifrån de generella slutsatserna har följande rekommendationer tagits fram för fallstudieföretag ABB Component för att korta ledtiden och minska lagernivåerna.

ABB Components bör driva projekt med fokus på kapacitetsbegränsningarna och slöseri som identifierade. Genom att arbeta med att förbättra och minska dess inverkan kan ledtiden kortas och lagernivåerna reduceras. Vidare bör ett streckkodsystem implementeras för att säkerställa plats och kvantitet på lager.

Vidare bör samarbetet förbättras vid framtagningen av prognoser med Components kunder. Detta involverar en närmare kontakt och förbättrad informationsdelning mellan parterna. Vidare bör parterna strukturera upp informationsflödet och delge parterna med den information som krävs. Detta inkluderar både information kring potentiella order och att i ett tidigt skede delge information om inkomna order. Därefter ska information delges på ett strukturerat sätt till leverantörerna i kedjan. Detta arbete bör påbörjas med Transformers då de ligger i nära anslutning som efter implementering, kontinuerligt bör utvärderas och förbättras. Därefter bör arbetet utvidgas till övriga ABB kunder för att sedan inkludera externa kunder. ABB Components rekommenderas också att anställa en person med ansvar för framtagningen av prognoser då säljchefen själv inte har tillräckligt med tid att göra arbetet med bra kvalitet.

Processkartläggning visade att prognoser var den problemtyp som hade störst potential att korta ledtiden och minska lagernivåerna. Under processkartläggning identifierades dock problematiken kring prognoser hos ABB Components. Detta berodde på svårigheten att inhämta information till prognoserna då bland annat kunderna kan vara konkurrenter, variationen av produkter och potentiella order som senareläggs av kunden. Denna problematik förstärktes av bristen på resurser vid framtagningen av prognoser. Därmed identifierades ett behov av att få bort behovet av prognoser. Ett sätt att minska behovet av prognoser är att införa ett dragande flöde i försörjningskedjan. Med ett dragande flöde kan behovet av prognoser och planering minska eftersom kundernas verkliga efterfråga styr produktionen. Ledtiden kan därmed reduceras och försörjningskedjan totala PIA kan kontrolleras. Vidare skapar ett dragande flöde förutsättningar att minska de identifierade slöseri genom minskade lager samt att processerna måste hålla en högre kvalitet för att ett dragande flöde ska vara möjligt. Studiens fortsättning blev därmed att studera ett MTO-företag och dess speciella egenskaper vid utformningen av ett dragande flöde. Detta beskrivs i detalj i kapitel 10.

9. Diskussion

Kapitlet ämnar till att presentera författarnas åsikter och reflektioner kring den genomförda delstudien. Först diskuteras författarnas egna tankar vid studiens början. Därefter hur arbetet har utvecklats under studiens första del, vad som hade kunde gjorts bättre och till sist presenteras förslag på vidare studier.

I början av arbetet var tanken att en mer översiktlig processkartläggning skulle genomföras på försörjningskedjan mellan Composites och Components. Tidiga diskussioner med fallföretaget visade att på grund av långa ledtider skulle ingen mätning kunna ske på grund av begränsad tid varpå beslutet togs att utgå från andrahands uppgifter. Allt eftersom kartläggning genomfördes växte antalet produktvarianter och delprocesser där en komplex försörjningskedja växte fram. Det fortsatta arbetet ledde till att processkartläggning blev mer omfattande och större än tanken initialt var och att studiens syfte förändrades. Från att processkartläggningen skulle vara en grund till det fortsatta arbetet ändrades studien till att bli tvådelad. I första delen är processkartläggningen central och ligger sedan till grund för den andra delen av studien.

Att studera försörjningskedjan har varit en utmaning på grund av antalet produktvarianter som studerats samt det komplexa nätverket av delprocesser. Detta har förstärkts av att produktvarianterna ökat i antal då dessa kan kundanpassas. För att kunna genomföra processkartläggning har delprocesser utelämnats och fokus framförallt riktats mot Components och Composites. Genom att kombinera deltagande observationer med intervjuer av personal i försörjningskedjan har en förståelse erhållits av den komplexa försörjningskedjan. Att befinna sig på Components och den nära och öppna kontakten som erhållits med övriga parter i försörjningskedjan har förenklat arbetet.

Eftersom studien genomförts som en fallstudie på två försörjningskedjor mellan leverantör och företag är resultatet svårt att generalisera. Resultatet från analysen stämmer dock till stor del överens med teorin vilket tyder på att den studerade försörjningskedjan inte är unik ur ett teoretiskt perspektiv. Under studien har inga mätningar genomförts på ledtiden vilket påverkar studiens trovärdighet men insamlad data har verifierats med flera personer på delprocesserna vilket har förstärkt studiens trovärdighet. En lärdom från studien har varit vikten av att avgränsa sig då arbetet initialt blev omfattande då egentligen två försörjningskedjor har studerats och tre produktgrupper. Detta har medfört att arbetet blivit mer komplext och de identifierade åtgärderna mer inriktade mot försörjningskedja A och en av produktgrupperna då problemen var större där. Detta eftersom att det största problemet var kopplat till prognoser vilket inte används i lika stor utsträckning i försörjningskedja B.

Åtgärderna som presenterats i slutsatsen ämnar korta den totala ledtiden och minska lagernivåerna. Genom att bli resurssnålare och använda resurserna på ett effektivare sätt kan fallstudieobjektet bli mer hållbart. Att arbeta med ständiga förbättringar och minska slöseri som identifierades leder till att fallstudieobjektet blir mer resurssnåla och ett lagersystem kan leda till att överflödigt lager inte uppstår. Detta gör att isolanter inte behöver skrotas och därigenom blir mer hållbart.

Utifrån åtgärderna som presenteras för hur försörjningskedjan kan effektiviseras kan det vara intressant för forskare att vidare studera vilken effekt implementering av åtgärderna kan få på ledtiden och lagernivåerna på ett MTO-företag. Vidare är det intressant att studera vilken effekt åtgärderna kan få ur ett hållbarhetsperspektiv.

10. Inledning dragande flöde

I detta kapitel presenteras bakgrunden till den andra delen av studien och varför det är intressant att studera. Sedan presenteras problemdiskussion och kopplingen mellan studien med resultat från del ett. Avslutningsvis presenteras studiens andra syfte och dess avgränsning och fokus.

10.1 Bakgrund

Processkartläggningen som genomfördes i studiens första del påvisade att försörjningskedjan kan effektiviseras genom att införa ett dragande flöde mellan leverantören och fallstudieobjektet. Ahn & Kaminsky (2005) förklarar att i en försörjningskedja som utgår från ett dragande system, är produktionen och distributionen efterfrågedriven då dessa koordineras av verklig efterfrågan från kunder. I ett tryckande system sker denna koordinering utifrån en prognostiserad efterfrågan. Enligt Trent (2008) är skapandet av en organisation med ett dragande system istället för ett tryckande system en fundamental del inom Lean Production (Lean). Bergman & Klefsjö (2007) förklarar att Lean har som förebild Toyota och deras produktionssystem. Enligt John Shook (refererad i Trent, 2008) är Lean en filosofi som ämnar till att korta tiden mellan en inkommen kundorder och leverans till kunden genom att eliminera slöseri. Bergman & Klefsjö (2007) beskriver vidare att fokus ligger i att skapa värde för kunderna och att allt som inte skapar värde för nuvarande eller framtida kunder är potentiellt slöseri. Vidare beskriver Bergman & Klefsjö (2007) att Just-in-Time (JIT) är en väsentlig del inom Lean.

Krajewski et al. (2010) förklarar att JIT-systemet ämnar till att eliminera slöseri. Dennis (2007) beskriver vidare att JIT innebär att producera rätt produkt, vid rätt tillfälle och i rätt kvantitet. Vidare förklarar författaren att JIT utgår från att inte producera utan att kunden efterfrågar det, jämna ut efterfrågan, länka alla processer till kundens efterfrågan med visuella verktyg och maximera flexibiliteten hos personal och maskiner. Dennis (2007) beskriver att kärnan av JIT är att skapa ett värdeflöde där kunderna drar produkterna genom försörjningskedjan. Enligt Ahn & Kaminsky (2005) leder ett dragande system till kortare ledtider, mindre lager i försörjningskedjan, minskad variabilitet i systemet och ökad kundservice.

10.2 Problemdiskussion

Komplexiteten i försörjningskedjorna har ökat genom att försörjningskedjorna blivit allt mer globala, en ökad efterfrågan på produkterna och att livscykeln på produkterna är kortare (Tang & Musa, 2010). Smith (2013) förklarar att med ett dragande flöde kan organisationer rikta resurserna och dess ansträngning mot den verkliga marknaden och kundernas krav. Detta för att på ett mer lyckosamt sätt hantera den allt mer variationsrika, volitära och komplexa miljö som organisationer verka i idag. Li (2010) beskriver användning av ett tryckande system hos MTO-företag ofta blir ett hinder när produktions resultat ska främjas. Vid tryckande system sätts en fast ledtid som är större än det faktiska medelvärdet för att skydda planering mot potentiella störningar i processen. Författarna påstår att detta leder till att större lager hålls vilket hindrar arbetet med ständiga förbättringar. Enligt Germs & Riezebos (2010) hanterar ett MTO-företag många olika produkter och vid produktion sker inte en repetition av liknande order frekvent efter varandra. Därmed måste dessa egenskaper beaktas när ett MTO-företag utformar ett dragande system. Hopp (2008) förklarar att med ett dragande system kan organisation minska kostnader, förbättra kvaliteten, förbättra kundservicen och erhålla större flexibilitet. Vidare förklarar Li (2010) att ett dragande system är överlägset ett tryckande system när det kommer till att arbeta med ständiga förbättringar. Hopp & Spearman (2000) beskriver att Kanban är ett verktyg för att realisera JIT och uppnå ett dragande system.

Enligt Khojasteh-Ghamari (2009) är Kanban den vanligaste mekanismen för att uppnå ett dragande flöde. Kanban systemet innebär att kort eller signaler auktoriserar produktion eller transport. Detta innebär att material dras fram och PIA visualiseras och kontrolleras. Spearman, Woodruff, & Hopp (1990) beskriver ett alternativt verktyg för att skapa ett dragande flöde, Constant Work In Progress (CONWIP). Enligt författarna är CONWIP en generell form av Kanban. I likhet med Kanban används signaler men dessa signaler kan färdas över hela produktionslinan till skillnad mot Kanban, som endast färdas över en del av produktionslinan. Spearman et al. (1990) påstår att CONWIP delar fördelar med Kanban men är applicerbar till flera olika typer av produktionsmiljöer. Teorin visar på att ett dragande flöde kan korta ledtiden och minska lagernivåerna. Därmed är det intressant att studera hur ett dragande flöde kan utformas och beskrivas mellan ett MTO-företag och en leverantör.

10.3 Studiens andra syfte

Utifrån problemdiskussionen och resultat från del ett av studien har följande syfte formulerats:

Ge ett förslag på hur ett dragande flöde mellan en leverantör och ett MTO-företag kan utformas och beskrivas.

För att kunna besvara studiens andra syfte måste egenskaperna för ett dragande flöde studeras för att identifiera vilket dragande system som är mest lämpligt för ett MTO-företag. När lämpligt system har identifierats kan ett dragande flöde utformas utifrån fallstudieobjektets förutsättningar. Därefter kan styrregler utformas för ledning av det dragande flödet. Syftet är därmed nedbrutet i följande forskningsfrågor:

FF1: Vilka egenskaper lämpar sig för ett dragande system för ett MTO-företag?

FF2: Hur bör ett dragande flöde designas?

FF3: Vilka styrregler för ledning av ett dragande flöde bör tas fram för att utveckla och förbättra det?

10.4 Avgränsningar och fokus

Arbetet avgränsas till att fokusera på hur ett dragande flöde och dess styrregler kan utformas utifrån ett holistiskt perspektiv. Denna studie är avgränsad till två dragande system, CONWIP och Kanban, övriga system kommer inte beaktas. Vidare fokuserades studien på en produktvariant i GSB-produktfamiljen. Implementering av ett dragande flöde kommer inte beaktas i denna studie.

11. Teoretisk referensram dragande flöde

I kapitlet redogörs för teori som ämnar ge förståelse för problemområdet och besvara studiens forskningsfrågor och studiens andra syfte. Därefter följer den andra teoretiska referensramen och hur teorin ska användas för att besvara forskningsfrågorna.

11.1 Tryckande och dragande system

Enligt Hopp & Spearman (2000) är den huvudsakliga skillnaden mellan ett dragande och tryckande system den mekanism som triggar förflyttning av arbete i systemet. Enkelt beskrivet sker triggingen av arbete utifrån i ett tryckande system och inifrån i ett dragande system. Vidare definierar (Hopp & Spearman, 2000, s. 340) systemen som: *“ett tryckande system schemalägger utsläppen av arbete baserat på efterfrågan medan ett dragande system ger tillstånd till utsläpp av arbete baserat på systemets status”*. Nahmias (2008) menar att ett tryckande system är ett där produktionsplaneringen för alla nivåer sker i förväg. När produktionen är klar trycks enheter vidare nästa nivå. Materialbehovsplanering (MRP) är ett grundläggande tryckande system. MRP baseras på prognoser för slutartikeln över specifik planeringshorisont och bestämmer produktionskvantiteter för varje nivå i systemet. Enligt Dennis (2007) innebär ett dragande system att ingen uppströms operation ska producera en vara eller en tjänst förrän en nedströms kund efterfrågar det. Spearman et al. (1990) menar att fördelen för dragande system mot ett tryckande system härrör från kontrollen av PIA jämfört med kontrollen av genomströmning. PIA är lättare att optimera än genomströmning, PIA kan observeras i produktionen medan kapacitet som behövs för att på ett lämpligt sätt släppa arbeten måste uppskattas. Kapacitet beror på många effektivitetsfaktorer som varierar beroende på produktionsmix, vilka är svåra att uppskatta. Fel som uppstår med felsättning av PIA-nivåer kommer få en mindre negativ påverkan på det dragande systemet än feluppskattningen av kapaciteten i ett tryckande system (Spearman et al., 1990).

Litteraturen för ett enhetsbaserat dragande system tillämpbart för en MTO-miljö är knapphändig enligt (Germs & Riezebos, 2010). Väletablerad enhetsbaserad för dragande system så som Kanban (som beskrivs i avsnitt 11.5) är utformad för make-to-stock (MTS). I dessa dragande system är kort eller behållare direkt relaterade till specifika produkttyper. Till exempel en tom behållare indikerar att den ska fyllas med exakt samma produkttyp som förut. Germs & Riezebos (2010) menar att denna relation mellan signal och produkttyp inte är tillämpbar för ett MTO-företag. MTO-företag möter en större produktvariation, vilket skulle leda till ett mycket stort antal behållare eller kortslingor. Repetitionen av identiska order är heller inte särskilt frekventa, vilket skulle leda till långa väntetider för mellanlagret i en behållare. Kombinationen av de båda effekterna skulle resultera i stort PIA (Germs & Riezebos, 2010). I nästa avsnitt redogörs för fördelarna med ett dragande system.

11.1.1 Fördelar med dragande system

Hopp (2008) menar att efter att ha definierat dragande som den handling som länkar utsläpp i produktionen till systemstatus för att reducera PIA är det möjligt att svara på frågan varför dragande system är så bra. SCS nämner de vanligt förekommande fördelarna som förknippas med dragande system:

- Reducerade kostnader – lågt PIA och mindre omarbete.
- Förbättrad kvalitet – främjar den interna kvaliteten och bättre upptäckt av problem.
- Bättre kundservice – kortare cykeltider och förutsägbar output.
- Större flexibilitet – jobb dras in till systemet bara när det är möjligt bearbeta.

Hopp (2008) menar att de ovanstående fördelarna med ett dragande system härrör från det faktum att ett dragande system etablerar ett PIA-tak. Därför utsläpp av jobb till produktionen är synkroniserade till färdigställande av jobb, vilket gör att ett dragande system inte bygger stora lager. Hålls PIA lågt förhindras omarbete då kortare köer medför att färre defekter hinner produceras mellan ett problem inträffar och den identifieras. Ett reducerat lager som ett led av ett PIA-tak sätter press på kvalitén på systemet därför system med lågt PIA inte kommer fungera med frekventa avbrott från kvalitetsproblem. Enligt Little´s lag avsnitt 11.2 ger en sänkning av PIA även en sänkning av cykeltiden. Dessutom ger en stabilisering av PIA-nivåer som ett led av PIA-tak en mer förutsägbar output som i sin tur tillåter kortare ledtider till kunden. PIA-taket försenar insläpp till systemet tills det verkligen behövs, genom att order hålls i orderstocken så länge som möjligt uppstår möjligheten till flexibilitet för systemet att ändra på order och produkter. Som nämnt tidigare påstår Hopp (2008) att för ovanstående fördelar är den dragande mekanismen inte central för fördelarna i Lean produktion utan det är PIA-taket, vilket kan underlätta en implementering av Lean. Eftersom vilken mekanism som helst som sätter en övre gräns i ett produktions- eller leverantörssystem kommer uppvisa den grundläggande prestandan som karaktäriseras av Lean. Hopp (2008) beskriver vidare att denna övre gräns kan fastställas av en mekanism som ger återkoppling på lagernivåer av processen och kopplar utsläpp i systemet till det. Hopp & Spearman (2000) anser att den enklaste mekanismen för att upprätta ett PIA-tak är CONWIP. I nästa avsnitt ett samband mellan PIA, cykeltid och genomloppstid.

11.2 Little´s lag

Enligt Hopp & Spearman (2000) innefattar Little´s lag PIA, cykeltid(CT) och genomloppstid(GT). PIA är lager som finns mellan start och slutpunkt i ett produktflöde. Cykeltid för ett produktflöde är den tiden mellan att ett jobb släpps i produktionen till att den når en lagerplats i slutet av flödet. Genomloppstid är likt cykeltid men gäller för en arbetsstation eller delprocess av produktflödet. Hopp (2008) förklarar att i Little´s lag är PIA, cykeltid och genomloppstid är relaterade till en av de mest grundläggande principerna av verksamhetsstyrning, över det långa loppet är medel- PIA, cykeltid och genomloppstid för varje stabil process relaterade till varandra enligt:

$$PIA = CT \times GT \quad (11.1)$$

Little´s lag är väldigt generaliserad, de enda restriktionerna är att den refererar till långtidsmedelvärden och processen måste vara stabil. Hopp (2008) menar att mätning av direkt cykeltid kan vara omständligt. Det är däremot lättare att hålla reda på PIA och genomloppstid. Cykeltiden kan således räknas ut genom att ordna om Little´s lag till:

$$CT = \frac{PIA}{GT} \quad (11.2)$$

Little´s lag indikerar att PIA och cykeltidsreduktion egentligen är två sidor av samma mynt. Så länge genomloppstiden hålls konstant, följs en reduktion av PIA av en reduktion av cykeltid och omvänt. Detta medför att förbättringsprogram inte behöver upprättas som fokuserar på reduktion av både PIA och cykeltid. Det innebär också att där det finns PIA finns det också cykeltid, så ställen att titta på förbättring av cykeltiden är platser i produktionen där PIA byggs upp. (Hopp, 2008)

11.3 Lean

Lean innebär att göra mer med mindre resurser så som tid, utrymme, mänskligt arbete samtidigt som kunderna erhåller det de vill ha (Dennis, 2007). Sörqvist (2013, s. 59) definition är: *“Lean är ett sätt att se på, driva och leda en verksamhet som baseras på resurssnåla, flexibla och snabba processer vilka drivs utifrån kundernas aktuella behov”*. Lean bör mer ses som ett tillstånd ett företag kan uppnå än en metodik som ska införas. Filosofin är baserad på metoder och arbetssätt som hämtats ur Japansk kvalitet och produktionsfilosofi. Det är därför viktigt att anpassa Lean till den egna organisationen och kulturen och inte kopiera andras verksamhet rakt av (Sörqvist, 2013). Kundvärdet är det centrala inom Lean, aktiviteter som inte skapar värde för kunden, nuvarande som framtida, är möjligt slöseri (Bergman & Klefsjö, 2007). En av stöttepelarna i Lean är just-in-time vilket beskrivs härnäst.

11.4 Just-in-time

Just-in-time (JIT) innebär att producera rätt produkt vid rätt tillfälle och i rätt kvantitet. Allt annat anses vara slöseri (Dennis, 2007). Dennis (2007) menar att JIT följer ett par enkla regler:

- Producera ingenting om inte kunden har beställt det.
- Utjämna efterfrågan så att produktionen flyter på genom hela fabriken.
- Länka alla processer till kundefterfrågan genom enkla visuella verktyg.
- Maximera flexibiliteten av arbetare och maskiner.

Lai & Cheng (2009) menar att filosofin bakom JIT är att kontinuerligt söka efter sätt att göra processer mer effektiva med syftet att producera varor eller tjänster utan att ådra sig slöseri. En rättfram definition av JIT står Turnbull, Oliver, & Barry (1992, s. 160) för: *“målet med JIT är att perfekt matcha tillverkningen med behovet från marknaden och eliminera slöseri i alla dess former”*. Enligt Hopp & Spearman (2000) är målet att varje arbetsstation ska erhålla rätt material precis då det behövs, vilket ställer krav på ett mycket smidigt produktionssystem. Om materialet inte är tillgängligt när arbetsstationen behöver det, riskerar hela systemet att störas. JIT kan senare delas upp i två komponenter Heijunka (som innefattar att jämna ut produktionen och inte behandlas i denna studie) och Kanban som är ett visuellt verktyg som synkroniserar och förser instruktioner till leverantörer och kunder både inne och utanför fabriken (Dennis, 2007).

11.5 Kanban

Kanban betyder kort på Japanska och förknippas med JIT metoder i Toyotas produktionssystem där kort används för att övervaka flödet av material i en produktionsanläggning (Hopp & Spearman, 2000). I ett Kanban system triggas produktionen av efterfrågan. När en artikel avlägsnas från slutlagret ges den sista arbetsstationen tillstånd att börja tillverkning. Arbetsstationen skickar i sin tur en tillståndssignal till föregående arbetsstation för att ersätta de delar som krävs. Varje arbetsstation styrs på detta sätt, tillgodoser behovet av arbetsstationer nedströms och skickar tillståndssignaler uppströms (Hopp & Spearman (2000). Enligt Pascal (2007) är Kanban ett visuellt verktyg för uppnå JIT produktion. Ett kort består vanligtvis av rektangulära kort med information om vem kunden är, var artikeln ska lagras och vem leverantören är. Enligt Lödding (2013) förhindrar detta att en överproduktion vid en arbetsstation inträffar samtidigt som en hög servicegrad upprätthålls.

Trots att Kanban anses vara ett bra system finns det dock en del tillfällen där Kanban är svårt eller omöjligt att använda. Spearman et al. (1990) listar några av dessa tillfällen: arbetsorder med korta tillverkningsserier,

betydande ställtider, skrotförluster och vid stora oförutsägbara svängningar i efterfrågan. Ett alternativ till Kanban är CONWIP.

11.6 CONWIP

CONWIP är en blandning av ett tryckande och dragande system. CONWIP är likt Kanban ett dragande system till vilket det delar fördelarna som kortare flödestid och reducerade lagernivåer (Spearman et al., 1990). Till skillnad från Kanban är CONWIP tillämpligt på en större variation av produktionsmiljöer (Hopp & Spearman, 2000). Hopp & Spearman (2000) menar vidare att CONWIP är den enklaste metoden för att uppnå styrning av ett PIA-tak, vilket innebär att ett PIA-tak sätts på en tillverkningslina. Detta innebär att det fastställda PIA-taket inte får överskridas av ytterligare jobb som släpps i produktionen. För att ett jobb ska få påbörjas måste det finnas ett tillgängligt kort. Korterna är inte bundna till ett specifikt artikelnummer utan korten tilldelas hela produktionslinan och totala antalet kort är lika med PIA-taket. Från den dagens dominerande ERP synpunkt är CONWIP ett verktyg för tillverkningskontroll baserad på synkroniserad produktion (Framinan, González, & Ruiz-Usano, 2010). Lödding (2013) förklarar att CONWIP generellt inte är implementerbart genom en hel leverantörskedja. Eftersom detta skulle både kräva ett mycket nära samarbete med försörjande leverantör samt samordnade produktionspartistorlekar. Om dock dessa förhållanden råder kan CONWIP med fördel implementeras på en försörjningskedja (Lödding, 2013). Enligt Hopp & Spearman (2000) är CONWIP inte tillämpligt i försörjningskedja med varierande partistorlekar. Om enstycksflöde råder är CONWIP systemet tillämpligt.

Hopp & Spearman (2000) betonar fem områden som bör beaktas och lösas även i de enklaste CONWIP systemen:

Orderstocken. Eftersom CONWIP korten inte innehåller någon produktinformation behöver arbetsledaren ytterligare information för att välja de jobb som ska släppas till produktionen. Detta görs av en sekvenserings och schemalägningsmodul som bör använda earliest due date (EDD) sekvensering. Ansvariga för underhållet av orderstocken är produktion och lagerstyrningspersonalen. Resultatet blir en lista med jobben och dess prioriteringar.

Linjedisiplinen. En linje bör upprätthålla en först-in-först-ut (FIFO) disciplin så att jobben lämnar linan i samma ordning som de tillträdde. De enda undantagen till linjedisiplinen är omarbete som ges högsta prioritet eller om ett jobb har fått högre prioritet av något speciellt skäl. För att minimera avbrott rekommenderas företagen att bara ha två nivåer av prioritering och upprätta specifika ompasseringspunkter i produktionen där jobb kan passera varandra.

Antal kort. För att bli ett effektivt CONWIP system bör en rimlig PIA-nivå upprättas. När CONWIP implementeras på en etablerad linja, är den enklaste metoden att bestämma antalet kort som styr PIA utifrån historiska nivåer. Efter att linan stabiliserats bör en överblick hållas för ihållande köer hos arbetsstationerna. Om en arbetsstations kö inte töms kommer en reduktion av antalet kort inte ha särskilt stor påverkan på genomloppstiden och bör därför göras. Periodiska granskningar av kölängderna bör göras för att justera antalet kort för att uppnå förbättringar på linan.

Underskott av kort. Det finns situationer som tillåter att jobb släpps till linan utan ett tillhörande kort. En sådan situation kan vara där en icke-flaskhals maskin nedströms en flaskhalsmaskin har drabbats av långa driftstopp. Icke-flaskhalsens driftstopp gör att inga nya jobb kan tillträda flaskhalsen. Om flaskhalsen svälter förloras viktiga tillverkningsstider, en lösning på detta är att köra ett underskott av kort och släppa på

fler jobb till linan. När väl jobben utan kort lämnar flödet återgår systemets PIA-nivåer till den som styrs av korten.

Arbeta före. Innebär en möjlighet att arbeta före tidsplanen när situationen tillåter. Om det råder omständigheter som möjliggör tidigareläggning av nästkommande veckas produktion, bör detta tillfälle tas. Det bör utformas ett tidsfönster som anger hur mycket ett jobb får tidigareläggas. Det är till exempel inte klokt att tidigarelägga nästa månads jobb med risk för ökad kapitalbindning.

Hopp & Spearman (2000) menar att CONWIP skiljer sig mot Kanban på tre sätt:

- Använder en orderstock för att bestämma sekvensen för artikelnumren.
- Kort är förknippade med alla delar som tillverkas på en linje istället för individuella artikelnummer.
- Jobb trycks mellan arbetsstationer i serier efter att de har godkänts av ett kort i början av tillverkningslinan.

Hopp & Spearman (2000) menar också att CONWIP uppvisar följande fördelar gentemot Kanban:

- Det är enklare då det bara krävs en uppsättning kort för hela linan och inte en uppsättning kort för varje station.
- Det kan anpassas till en föränderlig produktmix tack vare dess användning av linespecifika kort och en orderstock.
- Den kan tillmötesgå en rörlig flaskhals, på grund av den naturliga benägenheten av PIA att ansamlas framför den långsammaste maskinen eller operationen.

Framinan et al. (2010) menar att CONWIP är mer robust, flexibelt och enklare att implementera än andra dragande system. Vilka är viktiga kännetecken för tillverkande företag som försöker kontrollera lagernivåer samtidigt som de möter osäkerhet och dynamiska miljöer där Kanban inte fungerar bra. Men hänsyn till högre robusthet vad gäller variationen av processtider, har flertalet författare visat genom simulering och analytiska modeller att CONWIP överträffar Kanban när bearbetningstiderna varierar. Vid införande av nya system är det viktigt att det sker på ett korrekt sätt. Kotter's förändringsmodell är en bra modell att använda vid förändringsarbete.

11.7 Förändringsarbete

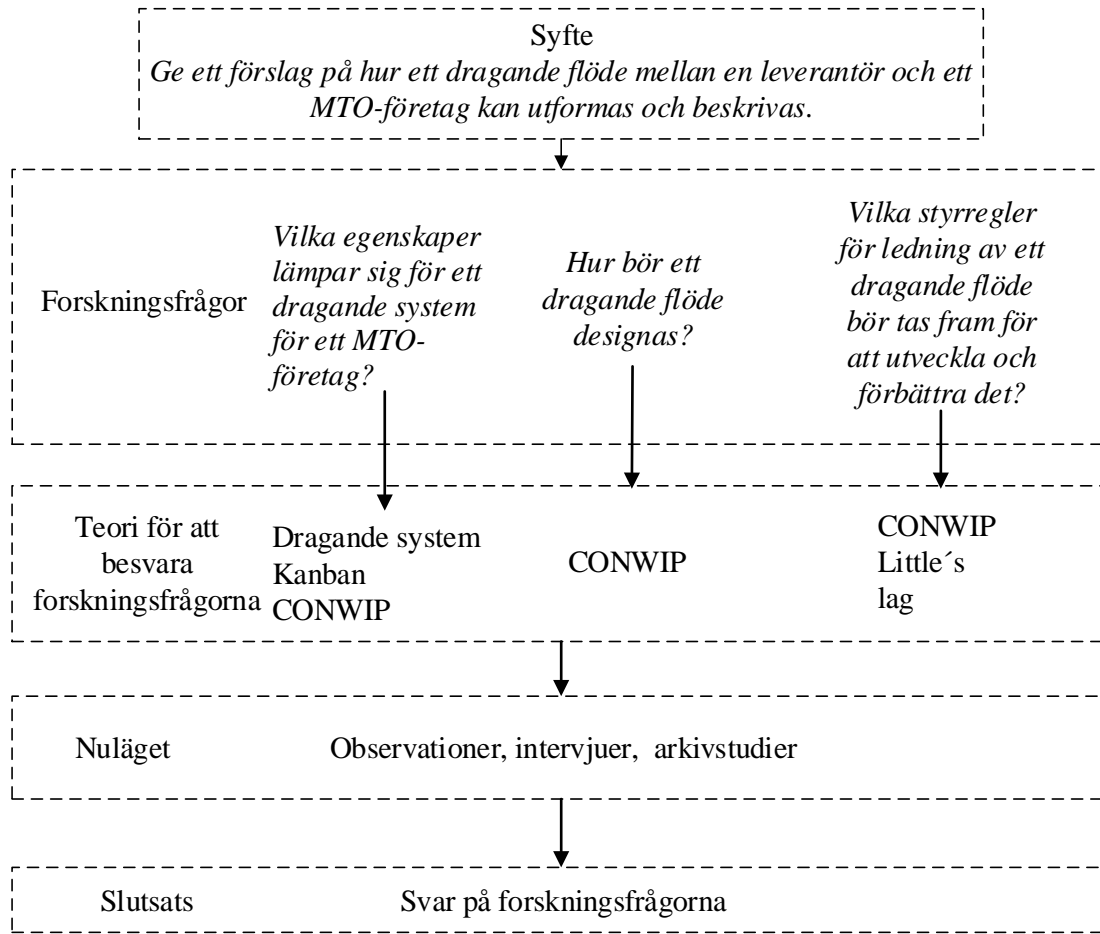
Kotter (1996) menar att större förändringsarbeten har hjälpt organisationer anpassas till växlande förhållanden och förbättrat konkurrenskraften gentemot andra organisationer. Men in många fall har förbättringarna blivit till en besvikelse och skrämmande som resulterat i resursslöseri, utbrända och frustrerade medarbetare. Kotter (1996) anser att till en viss del är nackdelen med förändring oundviklig. När människan tvingas anpassas till skiftande förhållande är smärta alltid närvarande. En stor del av slöseri och oron kan undvikas med hjälp av Kotter's förändringsmodell som består av följande åtta steg (Kotter, 1996):

1. Etablera en känsla av brådska
 - a. Granska marknaden och konkurrensen.
 - b. Identifiera och diskutera kriser, potentiella kriser och större möjligheter.
2. Skapa den ledande gruppen
 - a. Skapa en grupp med tillräcklig kraft för att leda förändringen.

- b. Få gruppen arbeta som ett team.
- 3. Utveckla en vision och en strategi
 - a. Skapa en vision för att leda förändringsarbetet.
 - b. Utveckla strategier för att uppnå den visionen.
- 4. Kommunicera förändringsvisionen
 - a. Använd varje tillgänglig plattform för att kommunicera den nya visionen och strategin.
- 5. Ge de anställda befogenhet att agera
 - a. Göra sig av med hinder.
 - b. Ändra system eller strukturer som motverkar förändringsvisionen.
 - c. Uppmuntra risktagning och icketraditionella idéer, aktiviteter och handlingar.
- 6. Generera kortsiktiga vinster
 - a. Planera för synliga förbättringar, prestationer eller vinster.
 - b. Skapa och kommunicera dessa framgångar.
 - c. Tydligt uppmärksamma och belöna personer som möjliggjort dessa vinster.
- 7. Förstärk framgång och generera mer förändring
 - a. Använd den ökade trovärdigheten för att förändra alla system, strukturer och policys som inte passar och tillåter omvandlingen.
 - b. Hyr, främja och utveckla personer som kan implementera förändringsvisionen.
 - c. Ingjut ny kraft i processen genom nya projekt, teman och förändringsagenter.
- 8. Förankra nya metoder i kulturen
 - a. Skapa bättre förmåga genom kund- och produktivitetsorienterat beteende, bättre ledarskap och effektivare ledning.
 - b. Formulera sambanden mellan nya beteenden och organisatoriskt framgång.
 - c. Utveckla medel för att säkerställa ledarskapsutveckling och att den efterföljs.

11.8 Teoretisk referensram dragande flöde

I detta kapitel har teori presenterats som kommer ligga till grund för att skapa en förståelse för problemområdet. Genom denna förståelse kan forskningsfrågorna besvaras och därmed studiens andra syfte. I Figur 36 kan teorin som kommer användas och dess koppling till forskningsfrågorna ses.



Figur 36 – Studiens andra referensram

För att besvara studiens andra syfte behöver först egenskaper identifieras som lämpar sig för ett dragande system i ett MTO-företag. Genom att studera försörjningskedjan utifrån teori kring dragande system, Kanban och CONWIP för att identifiera egenskaper ett dragande system måste uppfylla. När forskningsfråga ett är besvarad kan ett dragande flöde designas utifrån teori kopplad till CONWIP. Därefter kan styrregler tas fram för det dragande flödet genom teori kring CONWIP och Little's Lag och forskningsfråga tre besvaras. Genom att besvara dessa forskningsfrågor kan ett dragande flöde utformas och studiens syfte uppfyllas.

12. Nulägesanalys

Det här kapitlet utgår från resultatet av studiens första del där ett dragande system identifierades som den åtgärden med störst potential att korta ledtiden och minska lagernivåerna. Det dragande systemet kommer omfatta försörjningskedja A. I kapitlet redogörs för hur fallstudieobjektets försörjningskedja för isolanter till GSB420 ser ut i nuläget. Därefter beskrivs valet av system som ämnar uppnå ett dragande flöde. Utifrån fallstudieobjektets situation och teorin om CONWIP presenteras en lösning i två steg på hur ett dragande flöde kan uppnås. Kapitlet avslutas med styrregler för ledning av systemet samt förslag till implementering på övriga produkter i produktfamiljen.

12.1 Nuläge

Nuläget bygger på processkartläggningen som genomfördes i studiens första del samt kompletterande intervjuer med materialplanerare, produktionsplanerare, logistikutvecklare och logistikchef, observationer och data från affärssystemet ERP LN.

Försörjningen av isolanter sker på prognos i dagsläget då den av leverantören givna ledtiden kräver det. Ledtiden var densamma oavsett om en order läggs på en eller sex isolanter. Isolanten är en delkomponent till en genomföring. Enkelt beskrivet består genomföringen av isolant, kondensatorkropp, fläns och toppstycke. Isolanten köps från Composites i Piteå, kondensatorkroppen och färdigställandet till en genomföring sker på Components i Ludvika. Ett ledtidsglapp existerar mellan två av huvudkomponenterna då isolantens ledtid avsevärt överskrider ledtiden för den komponenten med näst längst ledtid nämligen kondensatorkroppen. På grund av den stora skillnaden i ledtid måste Components köpa isolanten på prognos. För att hålla en hög servicenivå håller Components ett säkerhetslager, detta beräknas med ett simuleringsprogram, Alfa-sim. Säkerhetsnivåerna beräknas med Alfa-sim som baseras på en simulering av efterfrågan bestående av prognosfelet för aktuell period, servicenivån och ledtid. Efterfrågan på genomföringen under det senaste året har varit i snitt 1,5 enheter per vecka. Efterfrågan är dessutom ojämn där flera veckor med noll i efterfråga kan följas av veckor med hög efterfrågan. Medelefterfrågan under det senaste kalenderåret var 1.32 enheter med en standardavvikelse på 2.24 enheter. Som ger en variationskoefficient enligt ekvation 12.1 på 1.69 enheter vilket indikerar en hög variation på efterfrågan. Genomföringen tillverkas enbart på order och anpassas utifrån kundernas behov.

$$\text{variationskoefficient} = \frac{\text{standardavvikelse}}{\text{medelvärde}} \quad (12.1)$$

Processkartläggningen som genomfördes i studiens första del visade på en genomloppstid för isolanten från produktionsstart hos Composites till lagerplatsen hos Components uppgick till 60 % av den totala ledtiden i försörjningskedjan. I jämförelse med den ledtid Composites anger för isolanten motsvarar den uppmätta ledtiden från processkartläggningen i del ett till ca 4 % av den angivna. I nuläget har Composites en kapacitet för den studerade isolanten på fem enheter per vecka, vilket begränsas av att det bara finns ett lindningsdorn, som används i processteget lindning, i den storleken. Trots begränsningen på ett dorn är Composites kapacitet högre än vad den genomsnittliga efterfrågan det senaste året på 1.5 enheter per vecka varit, vilket gör att Composites har möjligheten att hantera en eventuell ökning i efterfrågan. Av den totala beläggingsgraden på linan som tillverkar den studerade isolanten står Components för ca 30 procent. Composites tillverkar dock en rad olika isolanter och även till andra kunder vilket ökar komplexiteten vid planeringen av produktionen. Composites har börjat införa delar av Lean och då bland annat FIFO-köer. De har även utmaningar med långa ledtider på en delkomponent till isolanten att hantera. Components och

Composites använder sig av affärssystemet ERP LN vid planering av produktion och materialbehov av varje order. Components tillverkar genomföringarna på order och kundanpassningen är hög. Förutom kundanpassning finns önskemål från kunder om kortare ledtider. För att uppnå detta kundkrav på ett tillfredsställande sätt anses ett dragande system vara intressant att undersöka. Två dragande system som anses passa försörjningen av isolanter mellan Components och Composites har studerats. Valet av system och resonemang redogörs i nästa stycke.

12.2 Val av system

De två systemen som studerats är Kanban och CONWIP. Både CONWIP och Kanban kan användas som medel för att införa ett dragande system och båda anses generera fördelarna ett dragande system innebär. Fördelar förknippade med ett dragande system enligt Hopp (2008) är:

- Reducerade kostnader – lågt PIA och färre omarbete.
- Förbättrad kvalitet – främjar den interna kvaliteten och bättre upptäckt av problem.
- Bättre kundservice – kortare cykeltider och förutsägbar output.
- Större flexibilitet – jobb dras in till systemet bara när det är möjligt bearbeta.

Hopp (2008) menar att fördelarna för ett dragande system härrör från det faktum att det dragande systemet etablerar ett PIA-tak. Enligt Little's lag avsnitt 11.2, ekvation 11.1 och 11.2, medför en reduktion av PIA även en reduktion av cykeltiden. Hopp (2008) menar vidare att vilken mekanism som helst som sätter en övre gräns i ett produktions- eller leverantörssystem kommer uppvisa den grundläggande prestanda som karaktäriseras av Lean. Det som krävs av mekanismen är att den ger återkoppling på lagernivåer i processen och kopplar utsläpp i systemet till det (Hopp, 2008). Både Kanban och CONWIP kan uppnå detta men det finns dock en del skillnader dem emellan. Hopp & Spearman (2000) menar att CONWIP skiljer sig mot Kanban på tre sätt:

- Använder en orderstock för att bestämma sekvensen för artikelnumren
- Kort är förknippade med alla delar som tillverkas på en linje istället för individuella artikelnummer
- Jobb trycks mellan arbetsstationer i serier efter att de har godkänts av ett kort i början av tillverkningslinan

Enligt Hopp & Spearman (2000) har CONWIP även följande fördelar över ett Kanban system:

- Det är enklare då det bara krävs en uppsättning kort för hela linan och inte en uppsättning kort för varje station
- Det kan anpassas till en föränderlig produktmix tack vare dess användning av linjespecifika kort och orderstock
- Den kan tillmötesgå en rörlig flaskhals, på grund av den naturliga benägenheten PIA har att ansamlas framför den långsammaste maskinen eller operationen

Spearman et al. (1990) nämner några tillfällen där Kanban är svårt eller omöjligt att använda: arbetsorder med korta tillverkningsserier, betydande ställtider, skrotförluster, stora oförutsägbara svängningar i efterfrågan.

Faktorer hos Components som beaktas vid val av system:

- Användandet av orderstock
- Planering med hjälp av ERP LN
- Hög variation på efterfrågan
- Stor produktmix
- Hög kundanpassning
- Enstycksflöde

Faktorer hos Composites som beaktas vid valet av system:

- FIFO-köer
- Kapacitet i produktionen
- Användandet av orderstock
- Produktmix

Både Components och Composites använder sig av ERP LN och orderstock vid planering av produktionen. Detta ger en överblick och möjlighet att planera kommande perioder. I CONWIP används orderstocken för att planera sekvensen av artikelnumren till skillnad mot Kanban (Hopp & Spearman, 2000). Den höga variationen på efterfrågan, stor produktmix och hög kundanpassning hos MTO-företag är faktorer som talar för att CONWIP är det lämpligaste systemet att använda. CONWIP använder linjespecifika kort och inte artikelspecifika, vilket innebär att när ett jobb släpps i produktionen kopplas det till ett kort och trycks fram genom produktionen till färdigställande (Hopp & Spearman, 2000). Jobbet behöver alltså inte ges tillåtelse mellan varje operation som för Kanban. Förutom att det underlättar administrationen av systemet har CONWIP förmågan att hantera en rörlig flaskhals på grund av PIAs benägenhet att ansamlas vid flaskhalsen (Hopp & Spearman, 2000). Enligt Framinan et al. (2010) är CONWIP mer robust och flexibelt än Kanban i miljöer där företag försöker kontrollera lagernivåer samtidigt som de möter osäkerhet och dynamiska miljöer. Germs & Riezebos (2010) menar dessutom att Kanban är utformat för ett MTS-system, där kort eller behållare är direkt relaterade till specifika produkttyper. Denna relation mellan signal och produkttyp är inte tillämplig för ett MTO-företag.

Ovanstående fördelar CONWIP uppvisar gentemot Kanban och faktorer hos Components och Composites som beaktas vid valet av system leder fram till att CONWIP väljs som lösning för att införa ett dragande system.

12.3 Design av ett dragande system

Nedan följer ett förslag på hur Components kan designa ett CONWIP-system för försörjningskedjan mellan Components i Ludvika och Composites i Piteå. Lösningen är indelad i två steg för att ge Components en möjlighet att gradvis vänja sig med att arbeta med CONWIP. Det första steget handlar om att Components ska bekanta sig med systemet och anpassa det till sin verksamhet och nuvarande situation. Steg två utgår från ett framtida läge där ledtiden på isolanten är reducerad. Steg två redovisas genom framställning av två alternativa situationer där den reducerade ledtiden gäller. Vidare beskrivs styrregler för CONWIP-systemet som Components bör beakta för att ständigt arbeta med att förbättra det. Förslaget nedan bygger på en produkt ur GSB-familjen nämligen GSB420 men lösningen syftar även till att vara implementerbar för övriga produkter i produktfamiljen.

12.3.1 Steg 1: Design av ett CONWIP-system utifrån nuläget

Det första steget av implementeringen av CONWIP utgår från givna ledtiden på isolanten. När implementering av CONWIP-systemet i detta steg sker kommer isolanten fortfarande köpas in på prognos. CONWIP-systemet omfattar Components lager i Ludvika till produktionsplaneraren på Composites i Piteå, som kan ses i Figur 37. Övergripande är systemet enkelt. När ett uttag sker på lagret på Components frigörs ett kort i systemet som skickas till Composites och kopplas till en tillgänglig order i början av systemet. För att beskriva CONWIP-systemet mer ingående kommer dess huvudkomponenter presenteras var för sig nedan.

Orderstocken

När Components lägger en order skickas den digitalt till Composites och hamnar i en orderstock. Finns det ett tillgängligt kort i systemet kopplas kortet med aktuell order och släpps till produktionen. Enligt Hopp & Spearman (2000) bör EDD sekvensering råda i orderstocken. I orderstocken kommer två prioriteringar att gälla där information om dess prioritering följer med då orden skickas från Components. Prioritering ett som indikerar en vanlig order, kommer hamna i en kö som utgår ifrån EDD. En order med prioritering två, indikerar en brådskande order kommer att placeras i en egen kö med förtur gentemot en prioritet ett order.

Disciplinen på tillverkningslinan

I nuläget använder Composites FIFO-köer som disciplin i deras produktion. Vilket underlättar implementeringen av CONWIP då detta är det som rekommenderas enligt Hopp & Spearman (2000). Vidare rekommenderar författarna att omarbete ges högsta prioritet och tillåts passera andra jobb. I de situationer där prioriteringsproblem uppstår som inte går att lösa via orderstocken bör så kallade passing points upprättas. Detta är fastställda produktionsavsnitt på tillverkningslinan där jobb tillåts passera varandra om så skulle behövas.

Antalet kort i systemet

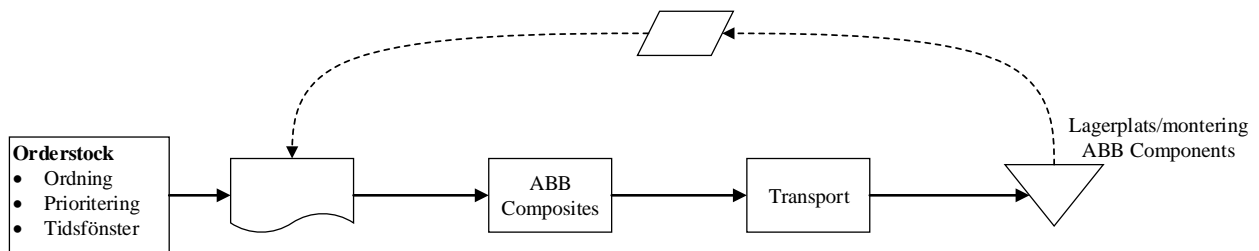
Antalet kort är lika med antalet jobb i systemet och det totala antalet kort anger vilket PIA-tak som gäller. Antalet kort för systemet bör utgå från historiska värden Hopp & Spearman (2000). Data som får representera de historiska värdena i det här fallet är baserade på Components lagernivåer under ett års tid. Ett antagande är att detta bör vara en rimlig uppskattning för systemet. Data som hämtades från ERP LN resulterade i ett PIA-tak på tio enheter. Efterfrågan under det senaste året har varit i snitt 1,5 enheter i veckan. Tillsammans med en ojämn efterfrågan och Components arbete med att höja sin leveranssäkerhet kommer ett säkerhetslager bestående av sex enheter läggas till PIA-taket. Säkerhetslagret är beräknat av Components system Alfa-sim som bygger på en simulering på efterfrågan. Säkerhetslager baseras på prognosfel tillsammans med en utsatt servicenivå och ledtid. Det initiala PIA-taket summeras till 16 enheter. Ett högre PIA-tak bör sättas initialt för att säkerställa att dyrbar tillverkningstid i flaskhalsen inte förloras.

Underskott av kort

Systemet kommer också temporärt tillåta ett högre PIA än 16 enheter genom att vid toppar i efterfrågan tillåta att arbeten påbörjas utan kort. Detta kan bli aktuellt när Components erhåller större order och då tillåter ett högre PIA-tak. Enligt Hopp & Spearman (2000) kan produktionen påbörjas utan kort men när isolanten har lämnat flödet återgår CONWIP-systemet till dess ursprungliga nivå.

Arbeta före

En annan viktig aspekt i orderstocken är tidsfönstret som anger hur tidigt innan överenskommet leveransdatum som produktionen får starta (Hopp & Spearman, 2000). För Composites innebär detta när de som tidigast får börja leverera en order till Components. För Components innebär detta förutsättningar för flexibilitet genom ökade möjligheter att planera sin produktion på bästa sätt. Detta tidsfönster bör fastställas tillsammans mellan Components och Composites. Med dessa områden fastställda kan ett CONWIP-system implementeras. I Figur 37 nedan ges en övergripande design på CONWIP-systemet.



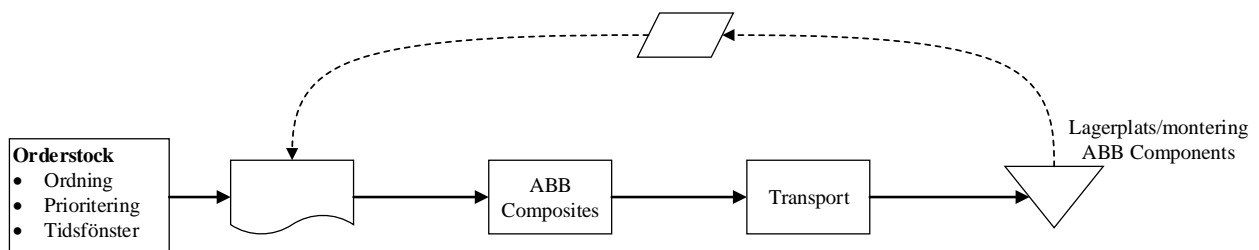
Figur 37 - CONWIP system steg ett

12.3.2 Steg 2: framtida läge med kortare ledtid

Förutsättningarna för det framtida läget är att ledtiden från Composites till Components är reducerad med 50 %. Anledningen till att den reducerade ledtiden rekommenderas är att den skulle sammanfalla väl med kondensatorkroppens ledtid. Vilket innebär att de två komponenterna med längst ledtid tillhörande genomföringen skulle ha lika lång ledtid. Det nuvarande ledtidsglappet skulle således försvinna. Detta skulle innebära att Components inte behöver köpa in isolanterna på prognos utan kan istället köpa in på skarpa kundorder. En lägre ledtid kommer leda till ett lägre PIA tillika lägre kapitalbindning, möjlighet till flexibilitet, färre kassationer och möjlighet att reducera ledtiden till slutanvändare (Hopp, 2008). Förutsatt att den reducerade ledtiden kan uppnås har två alternativ utarbetats, där första utgår från att Composites tillverkningsledtid är reducerad, det andra alternativet utgår från att Composites lagerför ett visst antal enheter.

Framtida läge med kortare ledtid - alternativ ett

CONWIP-systemet i Figur 38 utgår från samma principer som i steg ett. Systemet i den här utformningen kommer dock ha förmågan till ett lägre PIA och säkerhetslager. Eftersom ett förväntanslager inte behöver upprättas då inget ledtidsglapp existerar. Dock är dessa nivåer problematiska att sätta i nuläget och kommer behöva mätas på sikt. Rekommendationen är att mäta PIA under oregelbundna perioder för att se vilket PIA-tak som är lämpligt för systemet (Hopp & Spearman, 2000).



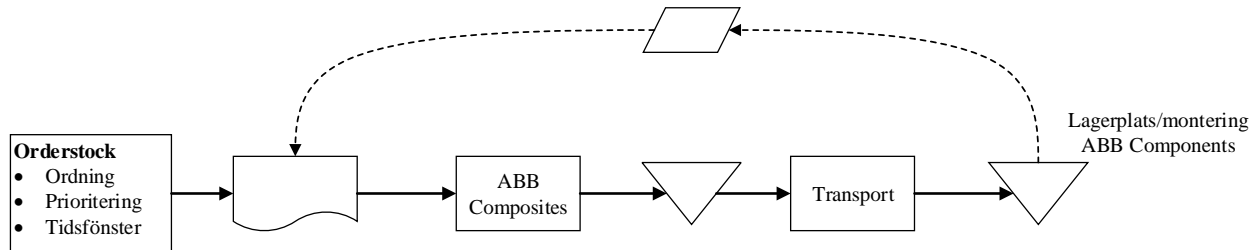
Figur 38 - CONWIP system steg två alternativ ett

Detta kommer också ge indikationer på var PIA ansamlas i systemet och ge möjligheter att finna dolda flaskhalsar och förbättringsområden (Hopp, 2008). Säkerhetslager kommer dock att behövas för att täcka

upp förändringar i efterfrågan och kassationer som kan uppstå. För beräkning av säkerhetslager rekommenderas att Components fortsätter använda Alfa-sim.

Framtida läge med kortare ledtid - alternativ två

Det andra möjliga CONWIP-systemet utgår från att Composites har ett lager som säkerställer den reducerade ledtiden. Även i det här alternativet är de rekommenderade principerna vilka beskrevs i steg ett. Skillnaderna omfattar främst Composites frihet att planera sin produktion och att Components och Composites gemensamt bestämmer hur lagret ska fördelas och dess nivå. Särskild hänsyn från Composites bör tas över den långa ledtiden för leverantören av delkomponent till isolanten. I Figur 39 kan CONWIP-systemet med lager hos Composites ses.



Figur 39 - CONWIP system steg två alternativ två

12.3.3 Styrregler för ledning av CONWIP-systemet

Med hjälp av Little's lag kan en uppfattning om PIA, cykeltid och genomloppstid skapas. För att ständigt sträva efter att förbättra CONWIP-systemet är det av vikt att kontinuerligt övervaka och mäta det. När ett system är implementerat och PIA kan mätas i systemet bör Components och Composites oregelbundet mäta det. Detta för att undersöka vad PIA-taket faktiskt är för systemet. Genom att mäta PIA skapas en uppfattning och kontroll över dess nivå som i sin tur går att justera efter rådande situation. Denna mätning medför också att flaskhalsar kan identifieras där PIA ansamlas och åtgärder vidtas för att förbättra dessa flaskhalsar och minska genomloppstiden (Hopp, 2008). Genomloppstiden kan mätas genom att när en order släpps till produktion i början av flödet antecknas tiden. När jobbet lämnar flödet antecknas även den tiden, på så sätt erhålls genomloppstiden. Cykeltiden kan beräknas genom sambandet i Little's lag där PIA delas med genomloppstiden.

Det kan också vara intressant att stressa systemet genom att sänka PIA för att se var problem uppstår. Detta kan ge värdefull information var förbättringsprojekt kan genomföras. Det är även viktigt att kontinuerligt undersöka säkerhetslagernivåerna för att säkerställa att överflödigt lager inte hålls. Mätningarna bör göras av både Components och Composites för att skapa möjligheter för förbättringar genom hela försörjningskedjan. Då mätningar görs av både Components och Composites möjliggör det att jämförelse av mätningarna också kan genomföras för att säkerställa dess trovärdighet.

12.3.4 Implementering på resterande GSB-genomföringar

Vid implementering av ett CONWIP-system med övriga GSB-produkter kommer ett totalt PIA-tak sättas som inkluderar samtliga produkter i familjen. Orderstocken kan redan initialt hantera flera olika produkter i och med den planeringsmöjlighet som orderstocken skapar samt att den använder sig av två köer beroende på prioritet. Vidare kommer inte själva produktionen påverkas då ställtiderna hos Composites är korta vilket gör att detta inte kommer påverka orderstocken. Composites bör beakta att implementeringen av passing points för att ge prioriterade tillverknings order möjlighet att passera order med lägre prioritet.

13. Slutsats dragande flöde

Kapitlet ämnar ge en översiktlig bild och förståelse över analysen i studiens andra del kopplat till dess syfte och forskningsfrågor. Inledningsvis presenteras en sammanfattning på forskningsfrågorna för att därefter gemensamt besvara studiens andra syfte, avslutningsvis beskrivs rekommendationerna till ABB Components.

1) Vilka egenskaper lämpar sig för ett dragande system för ett tillverka-mot-order företag?

Det dragande systemet bör kunna hantera en organisation med varierande produktmix, erbjuda en hög kundanpassning, vilket innebär att identiska order inkommer infrekvent. Det bör också kunna hantera stora variationer i efterfrågan, där perioder med låg efterfrågan följs av perioder med hög efterfrågan. Det dragande systemet bör även hantera och använda orderstocken i ett MTO-företag eftersom det skapar goda möjligheter till planering av produktionen. Systemet bör också utformas så att det är anpassningsbart till en rad olika tillverkningsmiljöer.

Nedan följer en sammanfattning över vilka egenskaper som lämpar sig för ett dragande system för ett MTO-företag:

- Hantera en varierande produktmix
- Hantera infrekvent repetition av identiska order som beror av kundanpassning
- Hantera stora variationer i efterfrågan
- Användandet av orderstocken kombinerat med affärssystemet
- Anpassningsbart till en rad olika tillverkningsmiljöer

Både Kanban och CONWIP har studerats som alternativ till det dragande systemet. CONWIP framgick som det system som bäst lämpar sig till de egenskaper som krävs för ett MTO-företag. Detta på grund av att CONWIP använder orderstocken för att bestämma sekvensen för artikelnumren, kort förknippas med alla artiklar på en linje samt att jobb trycks mellan arbetsstationer i serier efter att de godkänts av ett kort i början av flödet. CONWIP är dessutom lättare att implementera än Kanban, är anpassningsbart till en föränderlig produktmix och kan tillmötesgå en rörlig flaskhals.

2) Hur bör ett dragande system designas?

Systemet mellan ett MTO-företag och dess leverantör bör utformas enligt CONWIP systemet. Det kan vara fördelaktigt att introducera systemet i två steg genom att inledningsvis implementera det på ett begränsat område. På så vis vänjs användarna succesivt med systemet. Därefter kan implementering med fördel påbörjas på fler områden. Enligt Hopp & Spearman (2000) är följande områden viktiga att beakta vid införandet av ett CONWIP system:

- Orderstocken – i leverantörens orderstock kopplas aktuell order med tillgängligt kort och släpps till produktionen. EDD sekvensering bör råda. Två prioriteringar bör även gälla där information om prioritering följer med när orden läggs. Prioritet ett innebär en vanlig order och hamnar i en EDD-kö. Prioritet två order är en brådskande order och hamnar i en kö med förtur mot prioritet ett order.
- Linjedisiplinen – FIFO-köer bör användas som disciplin så att jobben lämnar linan i samma ordning som de tillträdde den. Vilket gör systemet mer förutsägbart och lättare att planera. Undantag är omarbete och där prioritet två order måste passera prioritet ett order. För att detta ska ske på ett smidigt sätt bör så kallade passing points utformas.

- Antal kort – är avgörande för systemets prestanda. När CONWIP implementeras på en etablerad linan är det enklaste metoden att bestämma antalet kort utifrån historiska värden. När linan stabiliserats bör en överblick hållas på ihållande köer hos arbetsstationerna. Om en arbetsstations kö så gott som aldrig töms kommer en reduktion av antalet kort inte ha särskilt stor påverkan på genomloppstiden och bör därför göras.
- Underskott av kort – innebär att jobb släpps till linan utan ett tillhörande kort. En sådan situation kan vara där en maskin nedströms en flaskhals har drabbats av långa driftstopp. Detta innebär att inga nya jobb kan tillträda flaskhalsen. För att undvika att värdefull tillverknings-tid förloras i flaskhalsen kan jobb släppas utan kort. När jobben lämnar linan återgår slutligen antalet jobb till det som styrs av korten.
- Arbeta före – innebär en möjlighet att arbeta före tidsplanen när situationen tillåter. Vid rådande tillfällen som möjliggör tidigareläggning av nästa veckas produktion bör tillfället tas. För dessa situationer bör ett tidsfönster utformas som anger hur mycket ett jobb får tidigareläggas.

3) Vilka styrregler för ledning av ett dragande flöde bör tas fram för att utveckla och förbättra det?

Systemet bör utformas så det är möjligt att mäta, kontrollera och styra PIA, cykeltid och genomloppstid. De tre sistnämnda storheterna är relaterade till varandra enligt Little's lag. Från Little's lag framgår flera viktiga samband. Om genomloppstiden hålls konstant innebär en reduktion av PIA en reduktion av cykeltiden och vice versa. Detta innebär att områden i produktionen eller försörjningskedja där PIA ansamlas är områden där möjligheter för effektiviseringar av cykeltiden finns. Cykeltiden i sig är svår att uppskatta och mäta. En enkel metod som utgår från Little's lag är att dela PIA med genomloppstiden, enligt ekvation 11.2. PIA kan ses i systemet och genomloppstiden kan erhållas genom att anteckna tiden då en order släpps i produktionen och igen när orden lämnar flödet. På så sätt ges genomloppstiden som tillsammans med PIA ger en uppfattning om cykeltiden.

Det kan också vara intressant att stressa systemet genom att sänka PIA för att se var problem uppstår. Detta kan ge värdefull information om var förbättringsprojekt kan införas. Det är även viktigt att kontinuerligt undersöka säkerhetslagernivåerna för att säkerställa att överflödigt lager inte hålls.

De fem områden Hopp & Spearman (2000) beskriver i 11.6 bör kontinuerligt granskas och utvecklas. På sikt är det också aktuellt att införa CONWIP på styrningen på fler produkter. För att underlätta implementering bör produkter som tillhör samma produktfamilj eller har andra likheter med en redan implementerad produkt väljas. När rutiner och styrning redan är etablerade kommer implementering av andra produkter och produktfamiljer gå smidigare.

Vid förändringsarbeten som detta är det viktigt att skapa en fungerande plan så att systemets potential inte går om miste. En välbeprövad modell vid förändringsarbete är Kotter's förändringsmodell bestående av åtta steg som står att läsa i avsnitt 11.7.

Studiens andra syfte: Ge ett förslag på hur ett dragande flöde mellan ett MTO-företag och en leverantör kan utformas och beskrivas.

Genom att identifiera de egenskaper som lämpar sig för ett MTO-företag skapas förutsättningar och utgångspunkter för att finna lämpliga existerande dragande system. Några viktiga egenskaper ett dragande system för ett MTO-företag ska hantera är varierande produktmix, variationer i efterfrågan, användandet av en orderstock och anpassligt till er rad olika tillverkningsmiljöer. CONWIP systemet ansågs vara det lämpligaste systemet för ett MTO-företag. Systemet innebär att PIA begränsas i ett flöde som inte får

överskridas. PIA kopplas till antal kort, och totala antalet kort representerar PIA-taket. För att ett jobb ska få släppas till flödet måste ett tillgängligt kort finnas. CONWIP systemet innefattar fem områden som bör utformas mellan MTO-företaget och leverantören nämligen: orderstocken, linjedisciplinen, antal kort, underskott av kort och arbeta före. Utformningen av systemet bör involvera input från både leverantören och MTO-företaget.

13.1 Rekommendationer till ABB Components

Med utgångspunkt i de generella slutsatserna ovan har följande rekommendationer utarbetats på hur ett dragande flöde för ABB Components och en leverantör kan utformas.

Systemet bör utformas i två steg, där första steget syftar till att ge Components en möjlighet att bekanta sig med systemet och anpassa det till nuvarande verksamhet och situation. Första steget är även anpassat till den rådande ledtiden för isolanten. I detta skede är det viktigt att arbeta igenom de fem områden Hopp & Spearman (2000) nämner i avsnitt 11.6. Några områden som är särskilt viktiga att Components och Composites gemensamt arbetar fram och tillsammans fastställer processerna är: hur orderstocken är utformad, antalet kort och arbeta före.

Förutsatt att den reducerade ledtiden kan uppnås har två alternativ utarbetats, där första alternativet utgår från att Composites tillverkningsledtid är reducerad, det andra alternativet utgår från att Composites lagerför ett visst antal enheter. Båda fallen innebär att det nuvarande ledtidsglappet mellan isolanten och kondensatorkroppen försvinner. Vilket i sin tur innebär att en order på isolanten kan göras vid en given beställningspunkt i GSB-line så att den ankommer i rätt tid till monteringen av genomföringen.

Det kan också vara intressant att stressa systemet genom att sänka PIA för att se var problem uppstår. Detta kan ge värdefull information om var förbättringsprojekt kan införas. Det är även viktigt att kontinuerligt undersöka säkerhetslagernivåerna för att säkerställa att överflödigt lager inte hålls. Mätningarna bör göras av både Components och Composites för att skapa möjligheter för förbättringar genom hela försörjningskedjan. Då mätningar görs av både Components och Composites möjliggör det att jämförelse av mätningarna också kan genomföras för att säkerställa dess trovärdighet.

De fem områden Hopp & Spearman (2000) beskriver ovan, bör kontinuerligt granskas och utvecklas. På sikt är det också aktuellt att införa CONWIP på styrningen på fler produkter, då främst inom produktfamiljen den studerade produkten tillhör. När rutiner och styrning redan är etablerade kommer implementering av andra produkter gå smidigare. Ännu längre fram är det även aktuellt att införa CONWIP på andra produktfamilj vilket kommer ännu mer befästa ett dragande system på ABB Components. Vilket kommer leda till ytterligare reducering av PIA-nivåer och ledtid till kund som i sin tur leder till lägre kapitalbindning och högre kundtillfredsställelse.

Avslutningsvis är det viktigt för ABB Components att skapa en fungerande plan så att systemets potential inte riskeras. En välbeprövad modell vid förändringsarbete är Kotter's förändringsmodell bestående av åtta steg som finns att läsa i avsnitt 11.7.

14. Diskussion dragande flöde

Detta kapitel syftar till att sammanfatta författarnas åsikter och reflektioner om arbetet och den rekommenderade lösningen. Avslutningsvis ges förslag på fortsatta studier inom området dragande system.

I del ett framkom det att goda möjligheter till reduktion av ledtid och lager fanns i att införa ett dragande system i försörjningskedjan mellan Components och Composites. En avgränsning gjordes att studera en produkt i försörjningskedja A. På grund av att studiens första del växte i omfattning och kom att ta en stor del av studiens tid i anspråk, har författarna upplevt tidsbrist över studiens andra del. Av de två dragande systemen som studerades framgick att CONWIP var det system som ansågs passa ett MTO-företag bäst. Dock tog det mycket tid i anspråk att komma fram till detta, vilket har sin förklaring i den begränsade mängd litteratur kring design av CONWIP som finns tillgänglig. Det finns dock en omfattande mängd studier som framhäver CONWIPs fördelar över andra dragande system. Det som också görs gällande i den tillgängliga litteraturen är att CONWIP är enkelt att designa och att bara ett PIA-tak behöver upprättas. I dagens komplexa miljö som MTO-företag verkar i, är design av CONWIP långt mer komplicerat än så. Utmaningarna ligger i att anpassa systemet till den egna organisationens förutsättningar och situation. För Components del handlar utmaningarna förutom att införa och lära sig principerna även att anpassa det till deras affärssystem ERP LN. Det handlar också om att införliva systemet i försörjningskedjan där ett nära samarbete med Composites behöver upprätthållas och utvecklas. Samarbetet blir också avgörande för CONWIP systemets framgång. Om inte den reducerade ledtiden som rekommenderas i steg två införlivas kan det bli svårt att erhålla den fulla potentialen med systemet.

För närvarande finns det förbättringspotentialer kring materialstyrningen kopplat till identifikation om var PIA befinner sig någonstans i flödet. Detta är även en förutsättning för att CONWIP system ska kunna styras på ett korrekt sätt. Studiens resultat får anses generaliserbar vid ett liknande fall. Detta eftersom fallstudieobjektet, en försörjningskedja mellan ett MTO-företag och en leverantör, är tämligen specifikt samt att studien följt en etablerad mall med områden som bör beaktas vid en implementering. Under studiens gång har inga mätningar gjorts på hur PIA ser ut i det nuvarande systemet, vilket kan påverka studiens trovärdighet. Data som har använts för att bestämma PIA-taket är hämtat från historiska lagernivåer på den studerade produkten, i enlighet med teorin. Det beräknade PIA-taket har även beaktat säkerhetslager med hjälp av Alfa-Sim. Mätning av PIA är som nämnt tidigare viktigt eftersom det beräknade PIA-taket är beräknat på nuvarande situation. Det är troligt att detta tak influerats av inbyggda tids- och lagerbuffertar.

Ur ett hållbarhetsperspektiv kan införandet av ett dragande system både ha positiv och negativ påverkan på miljön. Ett dragande flöde innebär bland annat ett lägre PIA, mindre bundet kapital och färre kassationer. Detta har positiva effekter på miljön på grund av ett mindre resursutnyttjande av material och personal. De negativa effekterna av ett dragande flöde härrör från JIT-principen med mindre batcher och mer frekventa transporter. I den studerade försörjningskedjan kan det innebära flera transporter mellan Piteå och Ludvika med lastbilstransporter som således påverkar miljön via koldioxidutsläpp.

Som nämndes ovan finns det en begränsad mängd litteratur kring implementering och utformning av CONWIP i verkligheten. Vad gäller fortsatta studier vore det intressant att studera en implementering och uppstart av ett CONWIP system i en organisation. En annan framtida studie kan vara att jämföra olika dragande system ur ett hållbarhetsperspektiv. Det vore intressant att undersöka om huruvida det finns några tydliga skillnader mellan olika dragande som är bättre lämpade utifrån miljöhänsyn.

15. Litteraturförteckning

Litteratur

- ABB AB Components. (2014). *Resin impregnated paper bushing, oil to air, type GSB - Technical guide*. Ludvika: ABB Components.
- ABB Components. (2014). *Gasisolerad vägg genomföring GGFL - Installations- och underhållsanvisning*. Ludvika: ABB Components.
- ABB Components. (2014). *HVDC transformator genomföring, typ GGF 1300 (art. nr. LF 141 001-C) - Installations- och underhållsanvisning*. Ludvika: ABB Components.
- ABB Inc. (2011). *Composing with components*. Ludvika: ABB Inc.
- ABB Power Systems. (2014). *Introducing*. Ludvika: ABB Power Systems.
- Ahn, H.-S., & Kaminsky, P. (2005). Production and distribution policy in a two-stage stochastic push-pull supply chain. *IIE Transaction*, 609-621.
- Arbnor, I., & Bjerke, B. (2009). *Methodology for Creating Business Knowledge*. Thousand Oaks: Sage Publications Inc.
- Arnold, T. J., Chapman, S. N., & Clive, L. M. (2014). *Introduction to Materials Management*. Essex: Pearson.
- Bergman, B., & Klefsjö, B. (2007). *Kvalitet från behov till användning*. Lund: Studentlitteratur.
- Bowersox, D. J., & Closs, D. J. (2010). *Supply chain Logistics Management*. New York: Cooper McGraw-Gill International Edition.
- Cahill, D. L. (2007). *Customer Loyalty in Third Party Logistics Relationships*. Würzburg: Physica-Verlag.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management*. Harlow: Prentice Hall.
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2003). *Business Research Methods*. New York: McGraw-Hill Education.
- Davis, T. (1993, Juni). Effective Supply Chain Management. *Sloan Management Review*, pp. 35-46.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Ejvegård, R. (2003). *Vetenskaplig Metod*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Enarsson, L. (2006). *Future Logistics Challenges*. Fredriksberg: Copenhagen Business School Press.
- Forslund, H., & Jonsson, P. (2007). The impact of forecast information quality on supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 90-107.
- Foster, T. S. (2007). Towards an understanding of supply chain quality management. *Journal of Operations Management*, 461-467.

- Framinan, J. M., González, P. L., & Ruiz-Usano, R. (2010). The CONWIP production control system: Review and research issues. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 255-265.
- Germes, R., & Riezebos, J. (2010). Workload balancing capability of pull systems in MTO production. *International Journal of Production Research*, 2345-2360.
- Glock, C. H. (2011). Lead time reduction strategies in a single-vendor–single-buyer integrated inventory model with lot size-dependent lead times and stochastic demand. *Int. J. Production Economics*, 37-44.
- Hopp, W. J. (2008). *Supply Chain Science*. Long Grove: Waveland Press.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2000). *Factory Physics - Foundations of Manufacturing Management*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Insulation News & Market Report. (2005). Swedish Busings Plant Sees Growth in RIP Designs. *Insulation News & Market Report Quarterly Review*, 68-73.
- Jahnukainen, J., & Mika, L. (1999). Efficient purchasing in make-to-order supply chains. *International Journal of Production Economics*, 103-111.
- Janiga, D. (2005, Juni). Five Keys to effective inventory management. *Plant Engineering*, pp. 36-37.
- Ketokivi, M., & Mantere, S. (2010). Two Strategies for Inductive Reasoning in Organizational Research. *Academy of Management Review*, 315-333.
- Khojasteh-Ghamari, Y. (2009). A performance comparison between Kanban and CONWIP controlled assembly systems. *Journal International Manufacturing*, 751-760.
- Kotter, J. P. (1996). *Leading Change*. Boston: Harvard Business School Press
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2010). *Operations Management - Processes and Supply Chains*. Upper Sadle River: Pearson.
- Lai, K.-h., & Cheng, T. (2009). *Just-in-Time Logistics*. Abingdon, Oxon, GBR: Ashgate Publishing Group.
- Lee, W. B., & Katzorke, M. R. (2010). *Leading Effective Supply Chain Transformation*. Fort Lauderdale: J. Ross Publishing Inc.
- Li, H., & Womer, K. (2012). Optimizing the supply chain configuration for make-to-order manufacturing. *European Journal of Operational Research*, 118-128.
- Li, J. W. (2010). Comparing Kanban with CONWIP in a make-to-order environment supported by JIT practices. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 72-88.
- Ljungberg, A., & Larsson, E. (2012). *Processbaserad verksamhetsutveckling*. Lund: Studentlitteratur AB.

- Lumsden, K. (2012). *Logistikens Grunder*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Lödöding, H. (2013). *Handbook of Manufacturing Control*. Heidelberg: Springer.
- Madison, D. (2005). *Process Mapping, Process Improvement and Process Management*. Chico: Patton Press.
- Muckstadt, J. A., & Sapra, A. (2010). *Principles of inventory management*. New York: Springer.
- Nahmias, S. (2008). *Production and Operations Analysis*. McGraw Hill Higher Education.
- Oskarsson, B., Aronsson, H., & Ekdahl, B. (2009). *Modern logistik - för ökad lönsamhet*. Malmö: Liber AB.
- Peterman, M. (2001). Lean manufacturing and the quality quest. *Tooling & Production*, 56.
- Rentzhog, O. (1998). *Processorientering - En grund för morgondagens organisationer*. Lund: Studentlitteratur.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see - Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- Ryu, S. W., & Lee, K. K. (2003). A stochastic inventory model of dualsourced supply chain with lead-time reduction. *Int. J. Production Economics*, 513-524.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students*. Edinburgh Gate: Pearson Education Limited.
- Segerstedt, A. (2009). *Logistik med fokus på Material- och Produktionsstyrning*. Malmö: Liber.
- Serdarasan, S. (2012). A review of supply chain complexity drivers. *Computers & Industrial Engineering*, 533-540.
- Skjoett-Larsen, T. (2000). Third party logistics - from an interorganizational point of view. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 112-127.
- Smith, D. (2013). Becoming Demand Driven. *Strategic Finance*, 37-45.
- So, K. C., & Zheng, X. (2003). Impact of supplier's lead time and forecast demand updating on retailer's order quantity variability in a two-level supply chain. *Int. J. Production Economics*, 169-179.
- Song, D.-P., Hicks, C., & Earl, C. F. (2006). An ordinal optimization based evolution strategy to schedule complex make-to-order products. *International Journal of Production Research*, 4877-4895.
- Spearman, M. L., Woodruff, D. L., & Hopp, W. J. (1990). CONWIP: a pull alternative to Kanban. *International Journal of Production Research*, 879-894.
- Su, J. C., Chang, Y.-L., Ferguson, M., & Ho, J. C. (2009). The impact of delayed differentiation in make-to-order environments. *International Journal of Production Research*, 5809-5829.

- Sucky, E. (2009). The bullwhip effect in supply chains — An overestimated problem? *Internationell Journal Production Economics*, 311-322.
- Sörqvist, L. (2001). *Kvalitetsbristkostnader - Ett hjälpmedel för verksamhetsutveckling*. Malmö: Studentlitteratur.
- Sörqvist, L. (2013). *Lean processutveckling med fokus på kundvärde och effektiva flöden*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Tang, O., & Musa, N. S. (2010). Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. *Int. J. Production Economics*, 25-34.
- Tanrisever, F., Morrice, D., & Morton, D. (2012). Managing capacity flexibility in make-to-order production environments. *European Journal of Operational Research*, 334-345.
- Tersine, R. J., & Hummingbird, E. A. (1995). Lead-time reduction: the search for competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, 8-18.
- Trent, R. (2008). *End-to-End Lean Management - A guide to complete supply chain improvement*. Fort Lauderdale: J. Ross Publishing Inc.
- Turnbull, P., Oliver, N., & Barry, W. (1992). Buyer-supplier relations in the UK automotive industry: strategic implications of the Japanese manufacturing model. *Strategic Management Journal*, 159-168.
- Walliman, N. (2011). *Research Methods: the basics*. London: Routledge.
- Xiao, T., & Shi, J. (2012). Price, capacity, and lead-time decisions for a make-to-order supply chain with two production modes. *Int. J. Applied Management Science*, 107-129.
- Xu, W., Ping, D., & Roe, M. (2010). Supply Chain Performance Improvement Using Vendor Management Inventory strategy. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1170-1174). Singapore: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research*. Thousand Oaks: Sage Publications Inc.

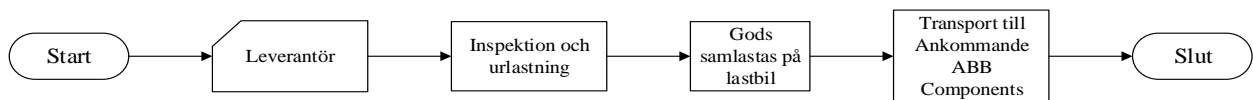
Internet

- ABB Inc. (2014, 3 21). *Components: ABB Inc*. Retrieved from ABB Inc:
<http://new.abb.com/products/transformers/transformer-components>
- ABB Inc. (2014, 3 20). *Discrete Automation and Motion: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige:
<http://new.abb.com/se/om-abb/verksamhet/discrete-automation-and-motion>
- ABB Inc. (2014, 3 26). *HVDC-Classic: ABB Inc*. Retrieved from ABB Inc:
<http://new.abb.com/systems/hvdc/hvdc-classic>
- ABB Inc. (2014, 3 21). *Low Voltage Products: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige:
<http://new.abb.com/se/om-abb/verksamhet/low-voltage-products>

- ABB Inc. (2014, 3 13). *Nyckeltal: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige: <http://new.abb.com/se/om-abb/kort/nyckeltal>
- ABB Inc. (2014, 3 13). *Om ABB: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige: <http://new.abb.com/se/om-abb/kort>
- ABB Inc. (2014, 3 13). *Power Products: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige: <http://new.abb.com/se/om-abb/verksamhet/power-products>
- ABB Inc. (2014, 3 20). *Power Systems: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige: <http://new.abb.com/se/om-abb/verksamhet/power-systems>
- ABB Inc. (2014, 3 21). *Process Automation: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige: <http://new.abb.com/se/om-abb/verksamhet/process-automation>
- ABB Inc. (2014, 3 26). *Strategier: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige: <http://new.abb.com/se/om-abb/strategi>
- ABB Inc. (2014, 3 21). *Transformers: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige: <http://www.abb.se/product/se/9AAC750000.aspx?country=SE>
- ABB Inc. (2014, 3 13). *Verksamheten: ABB Sverige*. Retrieved from ABB Sverige: <http://new.abb.com/se/om-abb/verksamhet>
- International Electrotechnical Commission. (2014, 3 24). *Electropedia: IEC*. Retrieved from IEC: <http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=471-01-10>
- Supply Chain Council, Inc. (2014). *Supply Chain Council* . Retrieved Februari 26, 2014, from Supply Chain Council : <https://supply-chain.org/top-supply-chain-challenges>

Bilagor

Bilaga A – Transportavdelningen ABB Ludvika

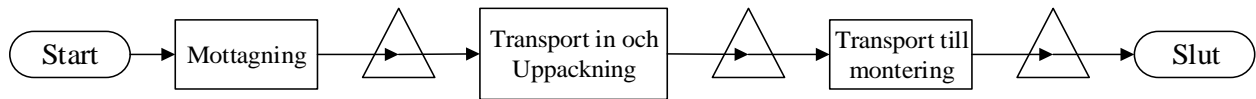


Processkarta över Transportavdelning ABB Ludvika

Processtegens procentuella bidrag till totala ledtiden

Processteg	GSB
Inspektion och urlastning	45.5%
Gods samlastas på lastbil	45.4%
Transport till Ankommande ABB Components	9.1%

Bilaga B – Ankommande ABB Components GSB

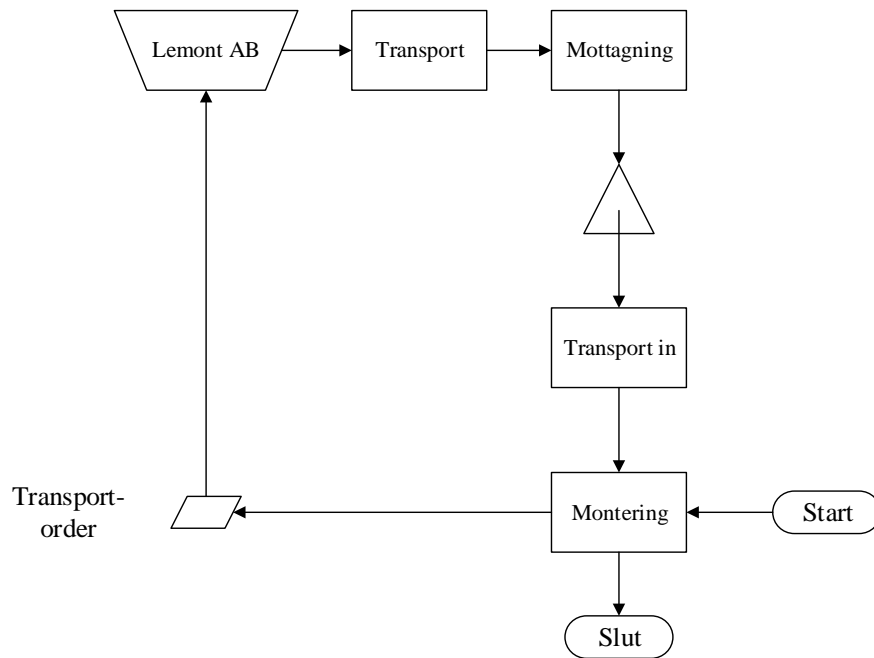


Processkarta över Ankommande ABB Components

Processtegens procentuella bidrag till totala ledtiden

Processteg	GSB
Mottagning	28.6%
Transport in och uppackning	57.1%
Transport till montering	14.3%

Bilaga C – Ankommande ABB Components GGF och GGFL

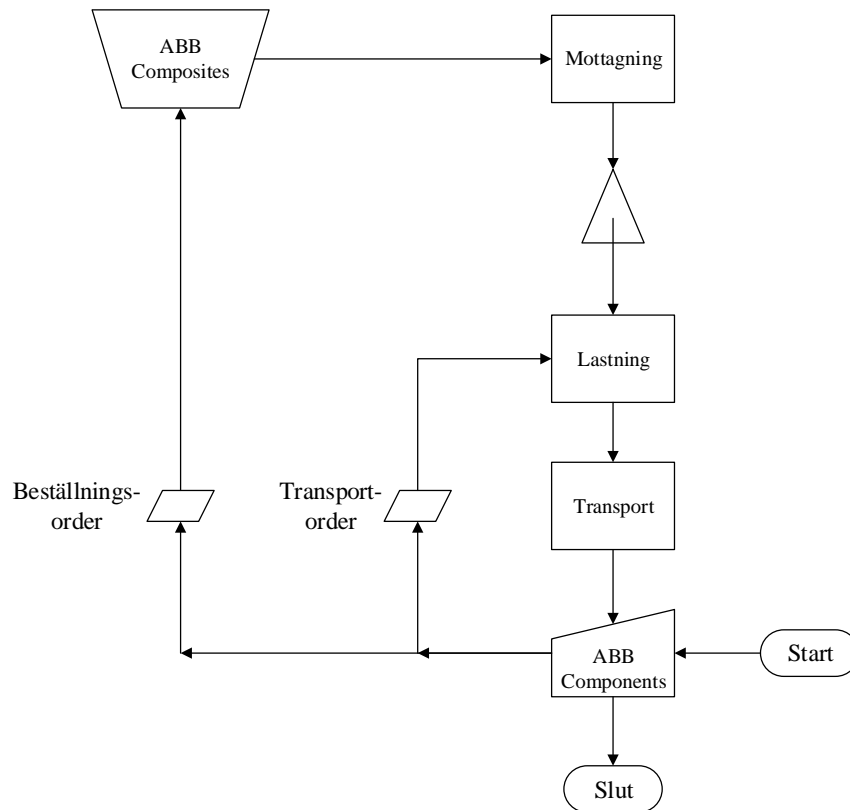


Processkarta över Ankommande ABB Components

Processtegens procentuella bidrag till totala ledtiden

Processteg	GGF	GGFL
Mottagning	66.7%	66.7%
Transport in	33.3%	33.3%

Bilaga D – Lemont AB



Processkarta över Lemont AB

Processtegens procentuella bidrag till totala ledtiden

Delprocess	GGF	GGFL
Mottagning	25.0%	25.0%
Lastning	25.0%	25.0%
Transport	50.0%	50.0%