

CHALMERS



Resurssnåla materialflöden

En fallstudie på Volvo Powertrain

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik

ELLEN HAGSTRAND

LINDA JOHANSSON

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

Avdelningen för logistik och transport

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2013

Examensarbete 2013:033

EXAMENSARBETE 2013:033

Resurssnåla materialflöden

En fallstudie på Volvo Powertrain

ELLEN HAGSTRAND

LINDA JOHANSSON

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2013

Resurssnåla materialflöden

En fallstudie på Volvo Powertrain

ELLEN HAGSTRAND

LINDA JOHANSSON

© ELLEN HAGSTRAND & LINDA JOHANSSON

Examensarbete 2013:033

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

Avdelningen för logistik och transport

Chalmers tekniska högskola

SE - 412 96 Göteborg

Sweden

Telefon: (+) 46 (0) 31 - 772 10 00

Första sida:

Bild av sekvenserade kamaxlar på Volvo Powertrain

Chalmers Reproservice

Göteborg, Sverige 2013

Förord

Under utbildningen för programmet Ekonomi och produktionsteknik har det i kurser så som Integrerad produktionsorganisation, Arbetsorganisation och Lean produktion lyfts fram olika aspekter kring hur flödesförbättringar kan åstadkommas. Genom att tillämpa dessa kunskaper ville vi undersöka dess potential i praktiken. Vi har genom detta insett att mycket kan åstadkommas med utgångspunkt i redan befintliga resurser. Slutligen har studien lett till flera nya lärdomar och insikter kring den stora förbättringspotentialen som råder inom tillverkningsindustrin.

Denna rapport har utförts som en del av utbildningen Ekonomi och produktionsteknik på Chalmers tekniska högskola, Göteborg, Sverige. Arbetet, vilket är ett examensarbete på 15 högskolepoäng, genomfördes vid Volvo Powertrain i Skövde under våren 2013.

Vi vill avslutningsvis ta tillfälle i akt och tacka vår handledare Sara Algestam och examinator Peter Olsson vid Chalmers tekniska högskola för all inspiration och återkoppling som väglett oss genom arbetet. Likaså vill vi även tacka vår industrihandledare Johnny Larsson, uppdragsgivare Jonas Håkansson och all övrig personal på Volvo Powertrain som medfört att denna studie kunnat genomföras. TACK!

Ellen Hagstrand & Linda Johansson
Göteborg, Maj 2013

Lean material flow

A case study at Volvo Powertrain

ELLEN HAGSTRAND & LINDA JOHANSSON

Department of Technology Management and Economics

Chalmers University of Technology

Abstract

From the customer's perspective the only reason for a firm to exist is the value it creates. However, a problem within manufacturing companies is that of the total lead time, only a small part can be considered as value adding. It has further been discovered that when working with improvements businesses often sub-optimizes single processes instead of considering what benefits the entire company. Thus, when improving processes and activities it is important to have knowledge about and understand which factors that affect how the flow can be designed.

Several studies have been performed with a wide perspective on process flows in order to obtain a more resource-efficient and value added flow. However, a less explored area is improvement of supporting functions, for example material flows. These functions are of great importance and should be taken into consideration due to their vital function and close connection to the production.

The aim of this report is to investigate which factors need to be considered when designing a lean material flow. To identify these factors a literature and case study was conducted. Further, the case study was carried out on a material flow at a manufacturing site. Due to the case study a cost reduction of 26 percent was achieved. This was first and foremost accomplished by eliminating activities.

The case study confirmed all factors drawn from the literature and further a new factor was identified, the supplier's ability. A list of all factors identified or confirmed by the case study follows.

- Number of product variants
- Size of demand
- Variation in demand
- Layout premises
- Product characteristics
- Conditions at point of use
- The supplier's ability

Factors that have been identified can be seen as comprehensive and also be of importance in the design of material flow in other businesses and sectors. Furthermore, the factors can be regarded as reliable since they are confirmed by already existing literature.

The study has finally confirmed ideas about the importance of also improving material flow and its great potential to contribute to a greater customer value.

This report is written in Swedish.

Keywords: Lean material flow, Value stream mapping, Activity based costing.

Sammanfattning

Ur kundens perspektiv är värdet som företaget genererar det enda som rättmätigar dess existens. Ett problem i tillverkande företag är dock att den tid som är värdeadderande i processer endast utgör en mycket liten andel av den totala genomloppstiden. Ytterligare ett problem är att företag vid förbättringsarbete ofta suboptimerar enskilda processer istället för att se till vad som gynnar helheten. För att komma till bukt med dessa problem är det viktigt vid förbättring av processer och aktiviteter att ha förståelse för de faktorer som påverkar bland annat kostnader och val av styrningsmetod.

Flera studier har genomförts med fokus på helheten inom processflöden i syfte att erhålla ett mer resurssnålt och värdeadderande flöde. Ett mindre beprövat område är dock förbättring av stödjande funktioner till processer, exempelvis försörjande materialflöden. Dessa flöden är viktiga att beakta då de har en nära relation till produktionen och utgör en vital del för dess funktion.

Utifrån ovanstående skapades studiens syfte vilket är att undersöka vilka faktorer som bör beaktas vid utformning av ett resurssnålt materialflöde. För att identifiera dessa har en litteratur- och fallstudie genomförts. Fallstudien utfördes på ett materialflöde hos ett företag inom industrisektorn och genererade en kostnadsreducering på 26 procent för företaget. Dessa besparingar uppnåddes först och främst genom att aktiviteter eliminerades.

Fallstudien bekräftade de av litteraturstudien framkomna faktorerna. Till dessa kunde det även adderas ytterligare en faktor vilken var leverantörens förutsättningar. Sammanfattningsvis har följande faktorer identifierats eller bekräftats av studien:

- Antal produktvarianter
- Efterfrågans storlek
- Efterfrågan variation
- Layoutförutsättningar
- Produktkaraktistik
- Förutsättningar hos kund
- Leverantörens förutsättningar

Faktorer som har identifierats kan anses som övergripande och även vara av betydelse vid utformning av materialflöden inom andra företag och branscher. Vidare styrks faktorernas tillförlitlighet av det faktum att de till stor del redan är bekräftade av befintlig litteratur.

Studien har slutligen bekräftat tankar kring vikten av att även förbättra materialflöden och dess stora potential till att bidra till ett större kundvärde.

Innehållsförteckning

Förord	I
Abstract	II
Sammanfattning	III
Termer och förkortningar	VII
1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Företagsprofil	2
1.5 Problemställning	3
2. Teoretisk referensram	5
2.1 Logistik och dess ingående begrepp	5
2.1.1 Takttid	5
2.1.2 Genomloppstid	5
2.1.3 Ledtid	5
2.1.4 Lagernivå	6
2.2 Säkerhetslager	6
2.3 Effektivitet och prestationsmätt	7
2.4 Logistiksystemets lönsamhet	7
2.5 Värdeflöden	7
2.5.1 Värdeflödesanalys	8
2.5.2 Materialflödesanalys	9
2.6 Tryck- eller dragbaserade materialflöden	10
2.7 Kapacitet och utjämnad produktion	11
2.8 Materialstyrning	11
2.8.1 Beställningspunktssystem	11
2.8.2 Återfyllnadssystem	11
2.8.3 Materialbehovsplanering (MRP)	12
2.8.4 Kanban	12
2.8.5 CONWIP	14
2.9 ABC-kalkylering	14
2.9.1 Cost-benefit-analys	16
2.10 Sammanställning av modell utifrån teoretisk referensram	16

3. Metod	19
3.1 Problemidentifiering	19
3.2 Litteraturstudie.....	20
3.3 Empirisk studie	20
3.3.1 Tidsstudie	20
3.3.2 Intervjuer	21
3.3.3 Direkta observationer.....	22
3.3.4 Sekundär data.....	22
3.4 Kartläggning av nuvarande tillstånd.....	22
3.5 Analys av nuvarande tillstånd	23
3.6 Förslag framtida flöde	23
3.6.1 Cost-benefit-analys.....	23
3.7 Modell över faktorer	23
3.8 Metodreflektion	23
4. Nuvarande tillstånd	25
4.1 Produktfamiljen kamaxlar	25
4.2 Montering.....	25
4.3 Bearbetning	26
4.4 Materialflödet.....	26
4.4.1 Transport	26
4.4.2 Flödets lagringspunkter	27
4.4.3 Sekvensering.....	27
4.5 Informationsflödet	28
5. Analys av nuläget.....	29
5.1 Materialstyrning	29
5.2 Nödvändiga respektive inte nödvändiga icke värdeadderande aktiviteter	29
5.3 Slöserier i flödet	30
5.4 Sammanställning av kostnader	31
6. Framtida flöde	33
6.1 Diskussion av framtida läge utifrån nulägesanalys	33
6.2 Utredning av styrmetoder	34
6.2.1 Styrning med MRP	34
6.2.2 Styrning med kanban.....	35
6.2.3 Analys av fall.....	35

6.3 Förslag på framtida flöde	36
7. Reviderad modell.....	39
7.1 Faktorer att beakta vid utformning av ett resurssnålt materialflöde	39
8. Diskussion.....	41
8.1 Diskussion kring fallstudien på Volvo Powertrain	41
8.2 Diskussion kring studien och dess resultat.....	42
9. Källförteckning.....	45
Bilaga 1 - Flödeskarta för flöde 1, ss. 1(3)	
Bilaga 1 – Flödeskarta för flöde 2, ss. 2(3)	
Bilaga 1 – Flödeskarta för flöde 3, ss. 3(3)	
Bilaga 2 – Symboler flödeskarta	
Bilaga 3 – Översiktsbild över nuvarande flöden	
Bilaga 4 – Beräkningarna för transportledtider och materialets väntetider	
Bilaga 5 – Kapacitetsanalys och beräkning av antal kanbankort	
Bilaga 6 – Översiktsbild över framtida flöden	
Bilaga 7 – Flödeskarta på framtida flöde 1	

Termer och förkortningar

Term	Beskrivning
CDEC	Produktionssystem
Created time	Tidpunkt för beställning av material
Dropstation	En knutpunkt mellan EHBn och andra delar i produktionsanläggningen. Här hämtar truckar upp pallar med material som transporterats av EHBn ut från HL
EHB	Ett conveyorsystem i taket vilket förflyttar pallar av material ut från HL till dropstationer (Elektrohängebahn)
FIFO	First In First Out
Finished time	Tidpunkt för leverans av material
HDE 13	Monteringslina för motorer av storlek 13-liter
HDE 13V	Monteringslina för variantmotorer av storlek 13-liter
HL	Höglager. Ett automatiskt lagringssystem för internt gods och material från externa leverantörer
KTT	Vagntransport utomhus
ML	Mellanlager, ett pallställage beläget i fabriken
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTR	Mean Time To Repair
NTRP	Trucktaxisystem
Sekvensering	Sekvens syftar till ordningsföljd eller serie. Sekvensering inom denna rapport syftar till att kamaxlar placeras i den ordningsföljd i vilken de ska monteras in i motorerna.
PIA	Produkter I Arbete

1. Inledning

Kapitlet kommer behandla bakgrunden till rapporten tillsammans med dess syfte, avgränsning, problem- och frågeställning. Vidare kommer en kort beskrivning av företaget och det undersökta flödet att presenteras.

1.1 Bakgrund

Begreppet "lean production" syftar till att beskriva Toyotas produktionssystem som med allt mindre resurser lyckats generera allt mer resultat (Womack & Jones, 1996). Företag idag försöker applicera arbetssätt ifrån Toyota i strävan efter att bli konkurrenskraftiga på marknaden (Finnsgård et al. 2011). Vidare har detta lett till att den traditionella massproduktionen allt mer övergått till en mer resurssnål produktion med fokus på slutkunden och dess behov (Hines, Holwe & Rich, 2004).

Kundvärde kan definieras som differensen mellan kundens förvärv och uppoffringar (Ax, Johansson & Kullén, 2011). Vad som påverkar kundens förvärv är bland annat varan eller tjänsten, dess egenskaper och eventuellt värde i form av märkets status. I uppoffringar ingår exempelvis varans pris, och kostnader och tidsåtgång vid anskaffandet. Vidare anser Jones, Hines och Rich (1997) att ur kundens perspektiv är värdet som företaget genererar det enda som har betydelse och rättmätigar dess existens. Ett problem i tillverkande företag är dock att den tid som är värdeadderande i processer utgör en mycket liten andel av den totala genomloppstiden (Finnsgård et al. 2011). Detta öppnar upp för att fokus inom förbättringsarbete istället för att inriktas mot de värdeskapande aktiviteterna bör riktas mot det icke värdeskapande aktiviteterna.

Rother och Shook (2004) påpekar att företag ofta vid förbättringsarbete suboptimerar enskilda processer istället för att se till vad som är bäst för helheten. Detta i sin tur leder då ofta endast till kortsiktiga förbättringseffekter (Liker & Meier, 2006). För att uppnå de långsiktiga positiva effekter som förbättring utifrån leanprinciper avses leda till måste hänsyn istället tas till vad som gynnar hela flöden i företaget.

Med utgångspunkt i leanprinciper har flera studier genomförts med fokus på helheten inom processflöden i syfte att erhålla ett mer resurssnålt och värdeadderande flöde (Larsson & Enarsson, 2012; Wallén & Larsson, 2008). Ett mindre beprövat område är dock förbättring av stödjande funktioner till processer, exempelvis försörjande materialflöden (Finnsgård et al. 2011). Materialflöden är viktiga att beakta då de har en nära relation till produktionen och utgör en vital del för dess funktion. Då produktionssystem utformas för att vara så maximalt värdeadderande för operatören som möjligt ställer det även höga krav på stödjande funktioner. Vidare består materialflöden endast av icke värdeskapande aktiviteter vilket skapar ytterligare argument för varför fokus vid förbättringsarbete även bör riktas mot dessa (Finnsgård et al. 2011).

För att komma till bukt med problem som suboptimeringar och stor andel icke värdeskapande aktiviteter är det viktigt vid förbättring av processer och aktiviteter att ha kunskap om bakomliggande faktorer. Utan förståelse för vad som påverkar bland annat kostnader, kvalitet, tidsåtgång och val av styrning är förutsättningarna för förbättringar begränsade (Ax, Johansson &

Kullén, 2011). Faktorer som tas upp i litteratur (Bergvall & Nylund, 2005; Johnsson & Matsson, 2009) behandlar framförallt processflöden och fokus ligger inte på vilka av dessa som går att applicera på materialflöden. Detta skapar en intressant utgångspunkt för arbetet då materialflöden enligt tidigare resonemang konstanterats vara av stor betydelse och inneha en stor förbättringspotential. Detta arbete syftar därmed till att genom ytterligare litteraturstudie sammanställa påverkande faktorer med avseende på materialflöden och vidare genom fallstudie revidera och eventuellt komplettera dessa.

1.2 Syfte

Studiens syfte är att undersöka vilka faktorer som bör beaktas vid utformning av ett resurssnålt materialflöde.

1.3 Avgränsningar

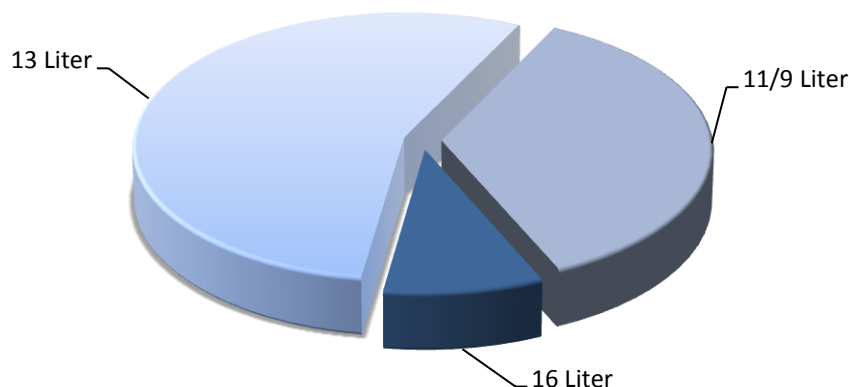
Studien utförs på Volvo Powertrains produktionsanläggning i Skövde och omfattar ett materialflöde för produktfamiljen kamaxlar för motorer av storlek 13 liter. Vidare kommer således inga processflöden med ingående värdeadderande aktiviteter att behandlas i denna rapport. Flödet, vilket är en del av ett större flöde, startar i E-fabriken vid bearbetningens sista operation och avslutas vid grundmonteringen i F-fabriken.

1.4 Företagsprofil

Volvokoncernens organisation består av olika underliggande verksamheter varav lastbilstillverkningen utgör cirka två tredjedelar av den totala omsättningen (Volvo Group Sverige, 2013). Under huvudverksamheten Volvo Group Trucks Operations finns Volvo Powertrain som ansvarar för tillverkning och utveckling av tunga motorer, växellådor och drivaxlar. Volvo Powertrain i Skövde, fortsättningsvis benämnd Volvo PT i rapporten, levererade år 2011 totalt 84 676 stycken motorer till kunder så som Volvo trucks, Renault trucks, Volvo Penta och Volvo Construction Equipment. Motorer som idag produceras i Skövde är av storleken 13- och 16-liter.

Volvo PTs anläggning innefattas huvudsakligen av fabriker för gjuteri, bearbetning och montering. Kamaxelflödet, som studien baseras på, startar i fabrik för kamaxelbearbetning sista operation och slutar i fabrik för montering, operation montering kamaxel. Vidare är kamaxlar en komponent i motorn och har som huvuduppgift att öppna respektive stänga avgas- och insugsventilerna till förbränningskammaren (NE, 2013). Axeln är en komponent som relativt slutprodukten utgör en betydande volym, vikt och kostnad.

År 2013/2014 finns ett behov av totalt 117 000 stycken kamaxlar till motorer av storlek 9-, 11-, 13 och 16-liter. Av det totala behovet utgör cirka 55 procent kamaxlar till motorer av storlek 13-liter, se figur 1.



Figur 1. Planerade leveranser av kamaxlar 2013/2014

1.5 Problemställning

Volvo PT i Skövde, som del i Volvokoncernen, strävar efter visionen *att bli världsledande inom hållbara transportlösningar* (Volvo Group Sverige, 2013). Visionen skall uppnås genom underliggande mål varav ett är att *skapa värde för kunder inom utvalda segment*. Ett sätt att uppnå större värde för kund är, som i bakgrunden nämnt, att eliminera onödiga aktiviteter och skapa större andel värdeadderande aktiviteter i materialflöden. Dagens flöde av kamaxlar, från bearbetning till montering, är exempel på ett materialflöde där det finns stor potential för att reducera slöseri i form av onödiga aktiviteter. Då komponenten kamaxel utgör en relativt stor volym och kostnad mot slutprodukten så kan det finnas stor vinning i att förbättra flödet.

Flödet av kamaxlar innehåller en stor variantflora med ingående varierande volymer. Således består flödet av höga, låga och mycket låga volymer. Vidare kommer fallstudien utifrån leanprinciper att utreda hur ett flöde med ingående varierande volymer kan förbättras och styras.

Problemet i dagsläget är en bristande kunskap om flödet i sin helhet. Ingen ansvarar för utveckling av hela flödet utan varje avdelning hanterar sin separata del. Genom kartläggning kan både en större förståelse erhållas samt en god grund skapas för att förbättra flödet med avseende på att eliminera, omplacera eller kombinera ingående aktiviteter. Resultatet av förbättringen kan innebära en minskad kapitalbindning och genomloppstid om lagernivåerna kan reduceras. Detta i sig är en del som bidrar till större kundvärde och lönsamhet samt ett steg i riktningen mot att uppnå visionen om att bli världsledande inom transportsektorn.

Utifrån ovanstående problemställning har följande frågeställningar tagits fram för fallstudien:

- Hur ser flödet ut idag och hur styrs det? Vilka är dess ingående aktiviteter och vilka kostnader kan anknytas till dessa?
- Vilka faktorer måste tas hänsyn till i detta flöde vid utformandet av ett mer resurssnålt sådant?
- Hur kan ett mer resurssnålt flöde se ut och hur kan det styras?

2. Teoretisk referensram

I detta kapitel presenteras relevant teori kring huvudämnena logistik, effektivitet och prestationsmått, värdeflöde- och materialflödesanalys, styrningsmetoder och ABC-kalkylering vilken rapporten kommer att baseras på. Den framtagna referensramen syftar även till att för läsaren presentera nödvändig bakgrundsinformation för att skapa förståelse för vidare läsning av rapporten.

2.1 Logistik och dess ingående begrepp

Logistik handlar om effektiva materialflöden och att korrekt material finns på rätt plats vid rätt tidpunkt (Jonsson & Mattson, 2011). Materialflödet är logistikens primära flöde men begreppet innefattar mer än så. Informationsflödet är ett exempel på ett sådant flöde vilket är en förutsättning för ett effektivt materialflöde. Inom logistiken behandlas flertalet olika begrepp och nedan presenteras för rapporten viktiga sådana.

2.1.1 Takttid

Takttiden är ett mått på hur ofta kunden i genomsnitt efterfrågar en produkt och beräknas enligt formel 1 (Liker & Meier, 2006). Takttiden kan sammankopplas med begreppet produktionstakt och i denna rapport, då kunden är en monteringslina, motsvarar kundens efterfrågan produktionstakten på linan.

$$Takttid = \frac{\text{Tillgänglig tid för arbete i ett tidsintervall}}{\text{Antal efterfrågade produkter i ett tidsintervall}} \quad (1)$$

2.1.2 Genomloppstid

Genomloppstiden syftar till den totala tiden en enhet i genomsnitt spenderar i flödet (Segerstedt, 2011). I formel 2 presenteras Little's lag i vilken genomloppstiden sammankopplas med kundens efterfrågan och antal produkter i arbete (PIA) (Segerstedt, 2011). I nuvarande flöde som studien baseras på är dessa data synonyma med monteringsens produktionstakt och totalt antal produkter i flödet. Det viktiga med detta samband är att samma efterfrågan kan mötas/samma produktionstakt upprätthållas med antingen lite PIA och kort genomloppstid eller det omvända förhållandet. Förhållandet med mycket PIA och lång genomloppstid innebär dock mycket uppbundet material vilket skapar större variationer och medför leveransförseningar, större kostnader och därigenom mindre kundservice och kundvärde.

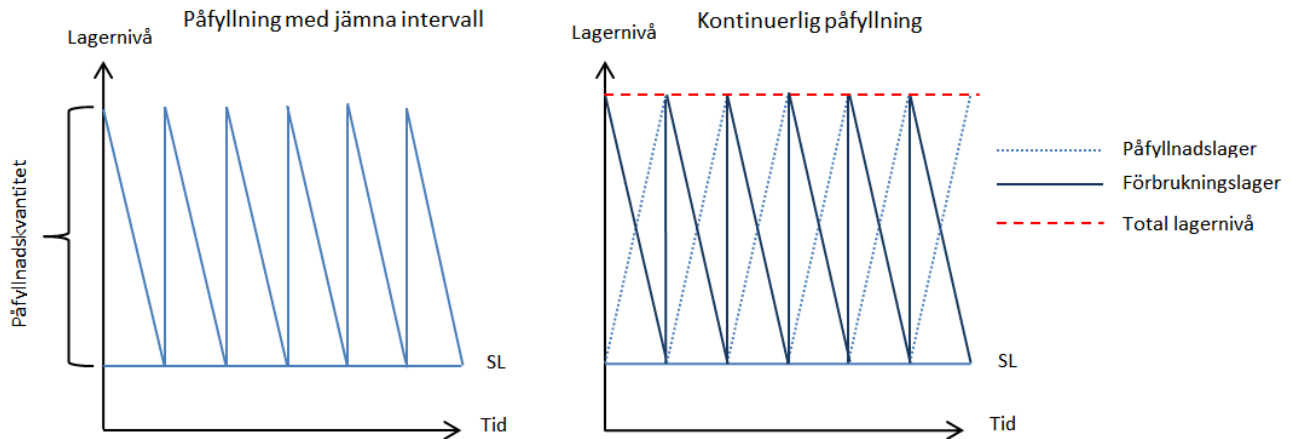
$$Genomloppstid = \frac{PIA}{Efterfrågan} \quad (2)$$

2.1.3 Ledtid

Ledtid definieras som den tid som kunden måste vänta på sin produkt, från beställning till dess leverans (Axelsson & Borg, 2011). För att kunna optimera en process och generera kortast möjliga ledtid är det viktigt att få ett jämt flöde utan onödiga omvägar.

2.1.4 Lagernivå

Lagernivån som råder beror generellt på nivån på säkerhetslager, kvantitet och tidpunkt för inleveranser och förbrukning (Jonsson & Mattson, 2011). I figur 2 redovisas lagernivåer vid kontinuerlig förbrukning men med olika tidsintervall för inleveranser.



Figur 2. Illustration av lagernivåer vid olika tidsintervall för inleverans (Källa: Fritt efter Jonsson & Mattson, 2011)

2.2 Säkerhetslager

Störningar vid lagerpåfyllning är ofrånkomliga i ett materialflödessystem och det är inte heller möjligt att fullt ut förutse framtida förbrukning (Jonsson & Mattson, 2011). För att frikoppla processer i kedjan från dessa variationer och minska risken för brist används säkerhetslager. Användning av säkerhetslager medför dock kostnader och innebär resursoffringar. Vid dimensionering av säkerhetslagret bör därför en ekonomisk avvägning göras mellan lagerhållningssär- och bristkostnader. Med andra ord ska dimensionering göras för maximal nyttoeffekt av given resursinsats i form av exempelvis kapitalbindning.

Säkerhetslager kan beräknas med utgångspunkt för önskad säkerhetsnivå, se formel 3 där SL är säkerhetslager, k är säkerhetsfaktorn och σ är efterfrågans standardavvikelse under ledtiden. (Jonsson & Mattson, 2011). För att på ett så ekonomisk sätt som möjligt undvika produktionsstörningar dimensioneras säkerhetslager generellt högre för lågvärdesartiklar respektive lägre för högvärdesartiklar. På så vis skapas det olika servicenivåer i förhållande till de olika artikelvärden som produkterna innehåller. Vidare bestäms k , säkerhetsfaktorn, utifrån önskad servicenivå. Oftast kan efterfrågevariationerna anses vara normalfördelade och om servicenivån definieras som sannolikheten att inte få brist under en lagercykel kan säkerhetsfaktorn bestämmas med hjälp av en normalfördelningstabell. Standardavvikelsen beskriver hur observationerna, i detta fall efterfrågan, i genomsnitt ligger i förhållande till det aritmetiska medelvärdet (Dahlbom, 2003). Standardavvikelsen definieras i formel 4 där x_i är efterfrågan under period i , n är antal efterfrågevärden och $\bar{x}$ det aritmetiska medelvärdet för alla efterfrågevärden.

$$SL = k \cdot \sigma \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (4)$$

2.3 Effektivitet och prestationsmått

För att kunna beskriva och utvärdera materialflöden behövs prestationsmått eller information om hur väl kraven som sätts på flödet uppfylls (Finnsgård et al. 2011). Neely, Gregory och Platts (1995) definierar prestationsmått som ett mått vilket kvantifierar hur effektiv en aktivitet är. Här syftar effektivitet till hur väl kundens krav möts och hur produktivt ekonomiska resurser används för att möta givna kravspecifikationer. Exempel på krav kan vara rätt kvantitet, kvalitet, material, sekvens, plats, tid och kostnad (Finnsgård et al. 2011).

Finnsgård et al. (2011) presenterar ett antal nyckeltal för analys av försörjningskedjors effektivitet, dessa skapar vidare en bra grund för "före-efter"- jämförelser. I nedanstående punktlista presenteras några nyckeltal lämpliga för denna studie.

- Genomloppstid [dagar]
- Tid i lager [dagar]
- Antal aktiviteter
 - Hantering [antal]
 - Transport [antal]
 - Administration [antal]
 - Antal lagringspunkter [antal]
- Antal detaljer i flödet [antal]
- Transportsträcka [meter]
- Mantid/detalj

2.4 Logistiksystemets lönsamhet

Till den fysiska hanteringen och förflyttningen av material kan flertalet kostnader knytas an, så som personal-, material- och driftskostnader (Jonsson & Mattson, 2011). Logistiksystemet ger även upphov till kostnader för personal som arbetar med administrativa uppgifter och informationssystemet vilket styr materialflödena. Kapitalkostnader uppkommer då material binds upp i lager. Vidare kan även brist- och förseningskostnader uppstå då material inte anländer i rätt tid till materialflödets kund.

2.5 Värdeflöden

Värdeflöden syftar till alla värde- och icke värdeadderande aktiviteter inom en process, alltså både de som skapar mervärden för kunden och de som inte är nödvändiga för färdigställandet av produkten (Rother & Shook, 2004). De icke värdeadderade aktiviteterna kan vidare preciseras som nödvändiga och icke nödvändiga, detta då aktiviteter kan ses som slöserier men nödvändiga under rådande operativa metoder (Monden, 1998). I tabell 1 presenteras åtta vanligt förekommande icke värdeadderande aktiviteter i ett tillverkningsföretag (Liker & Meier, 2006). Dessa bör dock ses som symptom på problem inom enskild process eller värdeflöde snarare än grundorsaker till att problem uppstår (Rother & Shook, 2004). Av denna anledning är det därför viktigt att skapa en bild över och ha fokus på hela värdeflödet. Detta innebär således att arbeta med ett helhetskoncept och inte bara fokusera på att optimera de individuella processerna. Vidare påpekar Liker och Meier (2006) att

förbättringar måste ske i flera steg. När ett steg slutförts öppnar sig nya möjligheter för vidare förbättringar. Tanken är att många små förbättringar sammantaget ska ge stora förbättringar över tid (Ax, Johansson & Kullén, 2011).

Tabell 1. Beskrivning av åtta icke värdeskapande aktiviteter (Källa: Fritt efter Liker & Meier, 2006)

Åtta icke värdeadderande aktiviteter	
Överproduktion	Producera för stora kvantiteter. Den värsta sortens slöseri då den automatiskt resulterar i andra slöserier som exempelvis transporter och lager
Väntan	Operatörer som väntar på nästa produkt eller övervakar en automatiserad maskin.
Transporter	Förflyttning av PIA mellan processer eller in och ut ur lager.
Slöseri i processen	När en produkt med högre kvalitet produceras än kunden efterfrågar eller en ineffektiv process till följd av dåliga verktyg eller produktdesign
Lager	Överflöd av råmaterial, PIA eller färdigvarugods. Skapar längre genomloppstider, gömmer problem som sena leveranser från leverantör och långa haveri- och omställningstider
Onödiga rörelser	Förflyttning inom arbetsplatsen för att hämta verktyg eller leta efter material.
Kassation och ombearbetningar	Produktion av defekta produkter som måste kasseras eller omarbetas. Även ersättningsproduktion till följd av denna i form av tid och ansträngning.
Outnyttjad kreativitet	Förlorad tid, idéer, kunskap eller inlärningsmöjligheter på grund av lågt engagemang och bristfällig kommunikation mellan medarbetare.

2.5.1 Värdeflödesanalys

Ett första steg mot att förbättra ett komplext flöde är att skapa en översiktskarta över systemets värdeflöde (Rother & Shook, 2004). Värdeflödesanalys (VFA) är här en beprövad metod som används inom lean produktion och som anpassats från Toyotas interna "Material & informationsflödet" diagram.

VFA är ett kvalitativt verktyg som syftar till att kartlägga befintliga slöserier men även till att finna dess rotorsak (Rother & Shook, 2004). Metoden visualiserar hela flödet och skapar en gemensam plattform för förbättringar. Den förenar många koncept och tekniker inom lean produktion vilket skapar förutsättningar för att undvika suboptimeringar och behålla fokus på helheten. Även samband mellan material- och informationsflöden synliggörs och vikten av att fullständigt kartlägga båda dessa för att fullt ut förstå värdeflödets potentiella förbättringar.

Kartläggning av värdekedjan innebär att följa en produkts väg från kund till leverantör och visuellt framställa både det fysiska material- och informationsflödet för varje ingående process (Rother & Shook, 2004). Första steget är att kartlägga det nuvarande tillståndet genom observationer i

verksamheten och dokumentera detta med enkla hjälpmedel så som papper och penna. Kartläggningen ligger vidare till grund för den analys som framtida tillstånd ska utvecklas ifrån. Styrkan med VFA som metod är just att den möjliggör för att extrahera enskilda processer ur dess funktionella indelningar och sammanfoga dessa till värdeflöden i linje med leanprinciper och således skapa ett kontinuerligt flöde. Det sista steget är att fastställa en handlingsplan följt av ett aktivt genomförande av den.

Det kan framstå som att metoden innehåller svaret på alla frågor och att den är enkel att följa och genomföra (Liker & Meier, 2006). Problemet ligger dock i att verkligheten är betydligt mer komplex. Inom Toyotas produktion kan det exempelvis dröja år innan förbättringsprojekt ens uppnår novisnivå. Detta hänger samma med att inläring handlar om att lära genom att göra, "learning by doing".

2.5.2 Materialflödesanalys

Materialflöden syftar till förflyttning, hantering och lagring av material (Jonsson & Mattson, 2011). För produktionsprocesser har värdeflödesanalys blivit en standardmetod vid bedömning av och försök att förbättra produktion och värdeflöden (Finnsgård et al. 2011). Materialflöden är dock annorlunda mot processer inom tillverkning och montering varpå metoden behöver anpassas för att vara effektiv vid värdering. Med detta som grund har metoden materialflödesanalys (VFA-F) utvecklats vilken utan att förlora fördelarna med VFA beskriver och utvärderar prestationen hos ett materialflöde (Jeganathan & Mani, 2011). I traditionell VFA benämns de värdeskapande blocken processer men inom VFA-F finns inga värdeskapande processer och därav kallas blocken istället för aktiviteter (Sigbrandt, Langbeck & Medbo, 2012). Anpassningen av VFA till försörjningskedjor innebär att aktiviteter tillkommer och gamla variabler får delvis ny innebörd. Aktiviteter som tillkommer är exempelvis transporter, sortering, omplockning och lastning.

Utförandet av VFA-F skiljer sig inte markant från VFA utan all relevant information för kartläggningen samlas in genom direkt observation, intervjuer och fördelaktigen videoinspelning av verksamheten materialförsörjning (Finnsgård et al. 2011). Efter kartläggning av flödet klassas dess aktiviteter som hantering (H), administration (A), transport (T) eller lagring (S) (Jeganathan & Mani, 2011). HATS-data sammanfattas vidare till exempelvis antalet aktiviteter och total aktivitetstid. Med stöd i dessa data tas ett framtida flöde fram som bättre möter de på flödet ställda krav.

Nedan presenteras en checklista att ta stöd från vid utformning av framtida önskat läge (Finnsgård et al. 2011).

1. Vad är det verkliga kundbehovet?
 - Hur ser förbrukningsplatsen ut och hur önskas materialet bli presenterat för användaren?
 - Genomsnittlig förbrukning/dag?
2. Finns begränsningar i värdeflödet? Hur kan de kopplas till kundbehovet?
3. Hur kan utjämnat flöde mellan fabrikerna åstadkommas (utan antal fler transporter)?
 - Utgå från kundens förpackningsstorlek och för den informationen bakåt i kedjan. Sträva efter att använda detta antal eller multiplar av det vid bestämning av partistorlekar i transport genom flödet.
4. Hur kan det interna flödet förenklas? Vilka processteg går att:
 - Elimineras helt?

- Kombinera?
 - Ta bort så många dokument (fraktsedlar, följesedlar, mm) som möjligt
5. Hur åstadkoms dragande system?
 - Undvik överproduktion, inget "upparbete"
 6. Hur kan försörjningskedjans flöde synkroniseras till takten i kundens produktion?
 - Utjämna i såväl produktonen som i transportkedjan, innebär täta leveranser
 7. Hur kan försörjningskedjan ytterligare förbättras?

Det är väsentligt att kartan över det framtida läget specificerar exempelvis utformning av buffertar, transportrutter, transport- och hanteringsutrustning och hur behov signaleras (Finnsgård et al. 2011).

2.6 Tryck- eller dragbaserade materialflöden

Materialflöden kan indelas i två olika typer, drag- eller tryckbaserade. Vidare definieras ett materialflöde som dragande om produktion och materialförflyttning sker på initiativ av den förbrukande kunden eller avdelningen (Liker & Meier, 2006). Ett tryckande flöde auktoriseras istället via centralt fattade beslut i form av planer eller befordringar från ett MRP-system (Hopp & Spearman, 2004). Vid tryckande system arbetar och levererar leverantören därmed i sin egen takt utan hänsyn till när behovet uppstår hos mottagaren. En annan skillnad mellan de olika lagerstyrningssystemen är att det dragande systemet begränsar antalet PIA i processerna medan det tryckande inte har några begränsningar för PIA.

Fördelarna med ett dragande system är mångfacetterade och några som benämns är (Hopp & Spearman, 2004):

- **Reducerat antal PIA och kortare genomloppstid.** Lägre och begränsade nivåer av PIA åstadkoms då ett dragande system innebär att utsläpp av material in i systemet begränsas. Med Little's lag bevisas även att genomloppstiden minskar då antalet PIA är mindre trots samma efterfrågan.
- **Jämnare produktionsflöde.** Att minska variationer i PIA leder till att flödet blir mer stabilt och förutsägbart.
- **Förbättrad kvalitet.** I ett system med korta kötider är det svårt att hantera omarbete och fel då detta innebär att linan måste stoppas. Ett dragande system innebär även att tiden mellan produktion och att fel upptäcks minskar. Således skapar det tryckande systemet en miljö där bättre kvalitet lättare genereras.
- **Reducerad kostnad.** Genom att begränsa antal PIA stressas systemet och problem, som exempelvis för långa omställningstider, kommer upp till ytan. Författarna gör en liknelse med att dämna upp tillströmningen av vatten i en å så att de stora stenarna blir synliga. Problemen, här symboliserade av stenarna, måste vidare lösas vilket resulterar i en förbättrad och resurssnålare process. Detta i sin tur leder till en mindre total kostnad.

En av anledningarna till att dragande system leder till ovanstående fördelar är att flödet blir lättare att kontrollera (Hopp & Spearman, 2004). Detta beror på att PIA i dragande system kan observeras direkt till skillnad från ett tryckande system där kontroll av genomströmning sker med hänsyn till kapacitet, vilket ej kan observeras direkt. Dock är verklig lagerstyrning sällan helt dragande eller tryckande utan oftast förekommer dessa i en kombination.

Förutsättningar för att ett dragande system skall fungera bra är att standardiserat arbetssätt införts samt att produktionen är utjämnad (Hopp & Spearman, 2004). Även korta omställningstider, små partistorlekar, en flödesorienterad layout och stabila processer med korta säkra ledtider är att föredra (Jonsson & Mattson, 2009). Vidare bör artiklar ha en jämn efterfrågan, hög förbrukning och produktvarianterna bör vara få (Bergvall & Nylund, 2005; Jonsson & Mattson, 2009).

2.7 Kapacitet och utjämnad produktion

Kapacitet definieras som i den grad företagets resurser volymmässigt utnyttjas för att skapa mervärde (Jonsson & Mattson, 2009). Utnyttjandegraden av denna bruttokapacitet kan dock inte uppgå till 100 procent på grund av tidsförluster i form av bland annat maskinhaveri och förebyggande underhåll.

Utgjämning av produktion syftar till att samma partistorlek av en produkt produceras varje gång och att varje produktvariant tillverkas med jämna intervall för att skapa bättre flöde (Jonsson & Mattson, 2009). Vidare möjliggör mindre partistorlekar för jämnare produktionsschema och bättre kapacitetsutnyttjande. Det optimala är enstycksproduktion men detta förutsätter väldigt korta ställtider.

2.8 Materialstyrning

Materialplaneringens två huvuduppgifter är att säkerställa att material finns tillgängligt för aktuell tillverkning eller montering och att lagerhållningen av material är väl anpassad med hänsyn till bland annat kostnader för material i lager (Segerstedt, 2009). I den fortsatta framställningen presenteras ett antal metoder för att styra materialflöden.

2.8.1 Beställningspunktssystem

En beställningspunkt (BP) fastställs för varje enskild artikel och beräknas enligt formel 5 (Segerstedt, 2009). När artikelns fysiska lagernivå underskrider beställningspunkten signaleras det om påfyllnad. Säkerhetslagret syftar till att förebygga brist till följd av viss variation i efterfrågan. Om inspektion av lager inte sker kontinuerligt utan med ett visst tidsintervall måste aktuellt lager även täcka upp för detta.

$$BP = \text{Förväntad efterfrågan under ledtid} + \text{inspektionsintervall} + \text{säkerhetslager} \quad (5)$$

Om beställningspunktssystemet används för produkter vars behov varierar med exempelvis säsong bör punkten för beställning justeras (Jonsson & Mattson, 2009). Detta för att undvika brist eller för mycket uppbundet material i lager. Av denna anledning är denna metod sällan den mest optimala vid stora variationer i efterfrågan.

2.8.2 Återfyllnadssystem

Vid fallet med en leverantör som bistår med flera olika produkter kan det vara fördelaktigt med gemensamma leveranser (Jonsson & Mattson, 2009). Detta innebär att leveranser kommer ske med konstanta intervall men med varierande orderkvantitet. Metodens huvudsakliga användningsområden är för artiklar med oberoende behov, små orderstorlekar och korta ledtider. I formel 6 och 7 redovisas hur återfyllnadsnivån T och orderkvantiteten Q beräknas. D står för efterfrågan per tidsenhet, R för återfyllnadsnivån, L för ledtid, SL för säkerhetslager och S för nuvarande lagernivå.

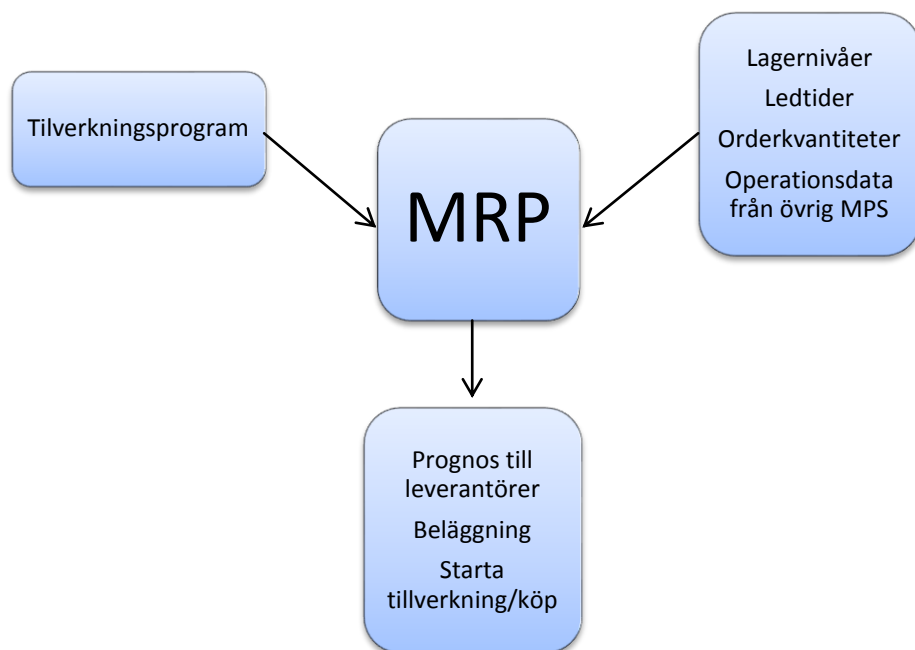
$$T = D \cdot (R + L) + SL \quad (6)$$

$$Q = T - S \quad (7)$$

2.8.3 Materialbehovsplanering (MRP)

Ovanstående materiastyrningsmetoder bygger på att nya leveranser planeras in när förbrukning skett. MRP bygger istället på att nya inleveranser planeras in med utgångspunkt för när beräknad lagernivå beräknas vara negativ (Jonsson & Mattson, 2011). Beordringspunkt för ny order bestäms utifrån behovspunkten och artikelns ledtid. För varje slutförbrukningsartikel (eller annan artikel med externt behov) skapas en produktionsplan utifrån prognostiserade behov. I dessa planer fastställs kvantitet och tid för utleverans (Segerstedt, 2009). Utifrån denna produktionsplan bryts materialbehov ned till underliggande strukturnivåer (Jonsson & Mattson, 2011). För varje artikel oavsett strukturnivå beräknas nettobehov och nya order planeras in.

Metoden är lämplig i situationer med stora säsongsvariationer men för att dess fördelar ska komma till sin rätt ställs krav på att grundläggande data håller hög kvalitet (Segerstedt, 2009). Metoden kan användas för både härledda och oberoende behov. I Figur 3 illustreras en översikt av MRP.



Figur 3. MRP (Källa: Fritt efter Segerstedt, 2009)

2.8.4 Kanban

Kanban är ett materialförsörjningssystem som strävar efter och bidrar till en dragande produktion (Bergvall & Nylund, 2005). Metoden karaktäriseras av att ett materialbehov som uppkommer vid förbrukande enhet initierar tillverkning och/eller leverans från en försörjande enhet (Jonsson & Mattson, 2011). Initieringssignalen kan vara fysisk och visuell eller baseras på någon form av administrativ initiering. Vanligt förekommande är att administrativ initiering sker i ett affärssystem som ett direktavrop från den förbrukande till den försörjande enheten. Metodiken med traditionell

kanban innebär att när en lastbärare med material är tom frigörs ett kort vilket skickas till den försörjande enheten. Kortet fungerar som signal för att tillverkning av nya enheter i det antal som ryms i lastbäraren kan starta samt/eller att en transport av en full lastbärare tillbaka till den förbrukande enheten kan ske. På lastbäraren fästes sedan det erhållna kortet.

Kanban har under åren vuxit i omfattning för att passa allt fler olika typer av tillverkningssituationer (Bergvall & Nylund, 2005). Det kan användas inom en fabrik för att flytta komponenten mellan avdelningar eller sköta materialflödet för komplexa maskiner eller delade resurser. En variant benämnd One-Time Kanban används för material som har en låg efterfrågan som inte återkommer med jämna intervall men med vissa toppar. Vanligtvis granskar produktionsledaren då inkommande order och skapar tillfälliga kort som bara används en gång. För transporter från lager eller andra resurser som ligger utanför fabrikens närmaste område används distributionskanban. I dessa fall används ofta elektroniska kanban. Genom att skapa ett streckkods-system på sina kanbanbehållare behöver operatören bara läsa in streckkoden med en avläsare, detta skickar automatiskt en signal till påfyllande enhet.

Hur korten används kan också skilja sig lite beroende på vilka förutsättningar som råder (Bergvall & Nylund, 2005). Två-korts kanban innebär att det används ett kort för påfyllning och ett annat för tillverkning. En-korts kanban innebär att ett kort används för att både flytta färdigt gods och ge order om produktionsstart. I containerbaserad kanban används inget kort utan istället finns det ett förutbestämt antal containrar som cirkulerar i systemet.

Dimensioneringen av antalet kort i ett kanban system är beroende av flera olika variabler. Den matematiska formeln ser ut enligt formel 8 där K är antal kort, d är efterfrågan, L är ledtid, α är servicemarginal, C är förpackningsstorlek och $L_{\max}$ är maxlager (Bergvall & Nylund, 2005). Vidare kan maxlager bestämmas från antal kanbankort och förpackningsstorlek, se formel 9.

$$K = \frac{d \cdot L \cdot (1 + \alpha)}{C} \quad (8)$$

$$L_{\max} = K \cdot C \quad (9)$$

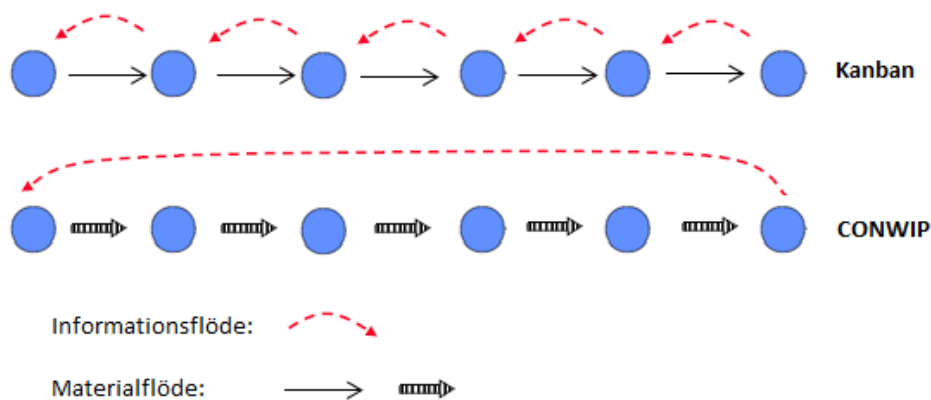
Samma förutsättningar som tidigare presenterats som positiva för dragande system gäller även för kanban. Det är alltså svårt att applicera kanban i miljöer med långa ställtider, stora kassationer och fluktuation i efterfrågan (Spearman, Woodruff & Hopp, 1990). Vidare har ytterst få produktionssituationer en så pass stabil tillverkning och efterfrågan som traditionell kanban efterfrågar (Bergvall & Nylund, 2005). Det finns dock ett verktyg att använda där omständigheter inte är anpassade till ett fixerat antal kanban, ett exempel på detta är flexibelt kanbansystem (FKS). Ett FKS justerar automatiskt antalet kanbankort i systemet med hjälp av gränsvärden. Detta innebär vidare att det alltid finns optimalt antal kanban under rådande situation. Simulering kan då användas för att hitta de rätta gränsvärdena men det svåra med ett FKS är att bestämma samtliga indata till systemet, vilken basnivå som ska användas och vilka värden gränsvärden ska ligga på.

2.8.4.1 Generisk kanban

I många situationer, även vid högvolymsproduktion, kan det förekomma många olika produkter och produktvarianter (Jonsson & Mattson, 2009). Då kan generisk kanban vara att föredra framför den traditionella. Skillnaden från vanlig kanban är att signalen som skickas från förbrukande enhet signalerar om behov men specificerar inte exakt vad. Vilken produkt som ska skickas eller tillverkas specificeras istället av en tillverkningsplan. Generisk kanban innebär således en kombination av dragande system med sina kanbanprinciper och tryckande system med sina körplaner.

2.8.5 CONWIP

CONWIP står för konstant antal produkter i arbete (constant work in process) (Jonsson & Mattson, 2009). Metoden påminner om generisk kanban i frågan att det handlar om en signal om behov men som inte specificerar vad som ska produceras. Skillnad är att den enda signalen som skickas utgår från sista processen och tas emot av första station, se figur 4. FIFO tillämpas och när produkten färdigställts i första station enligt produktionsplan trycks den vidare till nästa. Vidare försäkras proceduren att ett konstant PIA bibehålls. Antalet produkter i ett CONWIP-system beräknas på samma sätt som antal produkter i ett kanbansystem.



Figur 4. Information- och materialflöde för kanban respektive CONWIP (Fritt efter Jonsson & Mattson, 2009)

Som tidigare nämnts lämpar sig inte kanban för alla produktionsmiljöer och samma förutsättningar gäller för CONWIP (Spearman, Woodruff & Hopp, 1990). Dock möjliggör CONWIP för förbrukningsstyrd produktion i miljöer med större antal produktvarianter vilket annars kan vara svårt att hantera med kanban.

2.9 ABC-kalkylering

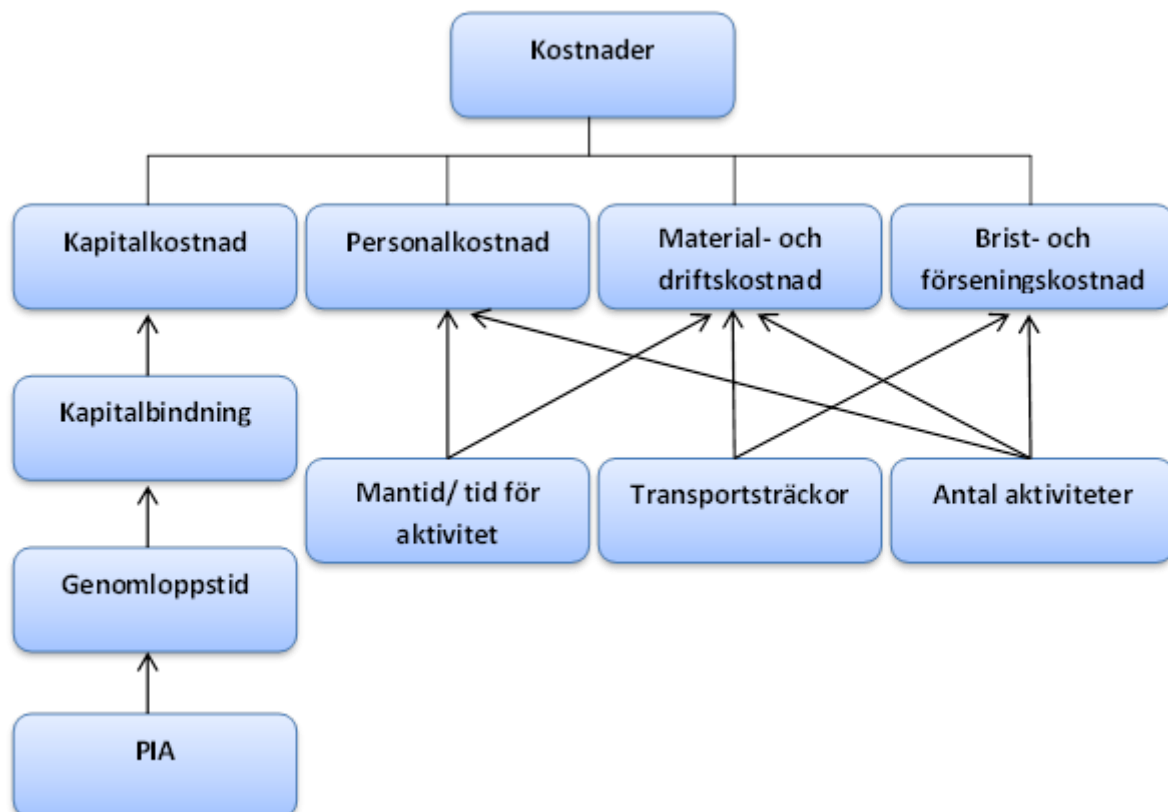
Inom ABC-kalkylering betraktas företaget som bestående av olika aktiviteter (Ax, Johansson & Kullvén, 2011). Aktivitet är här ett uttryck för olika slag av fysiskt arbete eller annat arbete som utförs inom företaget. Ett annat centralt begrepp inom denna kalkyleringsmetod är kostnadsdrivare vilka krävs för att mäta kalkylobjektets konsumtion av aktiviteter. Exempel på aktiviteter kan vara inköp av material eller leverans av produkter vilkas kostnadsdrivare skulle kunna vara antal inköpstimmar eller antal leveranser. Kostnadsdrivare utgör en länk mellan kalkylobjektet och aktiviteten och ses som en faktor vilken orsakar aktivitetskostnader. Detta kan på ett annat sätt sägas som att kalkylobjektet konsumerar aktiviteter och aktiviteter konsumerar resurser (Inbound logistics, 2013). Aktiviteter

tilldelas resurskostnader baserat på dess användning av resursen och vidare tilldelas kostnadsobjektet kostnader baserat på dess användning av aktiviteten.

Metodologin för att skapa en ABC-kalkyl kan enligt Popesko (2010) sammanfattas enligt följande steg;

1. Identifiera de huvudaktiviteter som finns i organisationen. Det första steget innebär att identifiera och klassa de olika huvudaktiviteterna för att sedan bryta ned dessa processer i mindre aktiviteter.
2. Tilldela kostnader till aktiviteterna. Genom att avgöra vilka och i vilken utsträckning varje aktivitet förbrukar resurser blir det möjligt att gruppera ihop kostnader. Exempel på grupper av kostnader kan vara personal-, transport-, lager- och kapitalkostnader.
3. Bestäm kostnadsdrivare för varje enskild aktivitet.
4. Bedöm den totala kostnaden. Sista steget innebär att efter kostnadsdrivare bestämts för varje aktivitet, summera kostnaden för de resurser som aktiviteten förbrukar för att sedan beräkna den totala kostnaden.

Vidare kan olika typer av kostnadsdrivare definieras. Transaktionsrelaterade, vilka mäter antal förekomster; intensitetsrelaterade, då kalkylobjektet kräver speciella arbetsinsatser och slutligen tidsrelaterade vilka mäter den tid det tar att utföra aktiviteten (Ax, Johansson & Kullén, 2011). I figur 5 kopplas kostnadsdrivare inom ett materialflöde till olika kostnadsposter.



Figur 5. Hur kostnadsdrivare kopplas till kostnadsposter

Fördelar med ABC-kalkylering är att olönsamma artiklar kan identifieras och eventuellt elimineras ur sortimentet (Nayab & Scheid, 2011). Vidare innebär ABC-kalkylering en mer rättvis

kostnadsberäkning då produkter som förbrukar mycket resurser kan prissättas högre och tvärtom. ABC-kalkylering kan även användas för att identifiera och eliminera aktiviteter som ej adderar något värde till produkten, varvid ett högre kundvärde kan uppnås. Den största nackdelen är att implementeringen av metoden är mycket kostsam, tidskrävande och komplex (Nayab & Scheid, 2011).

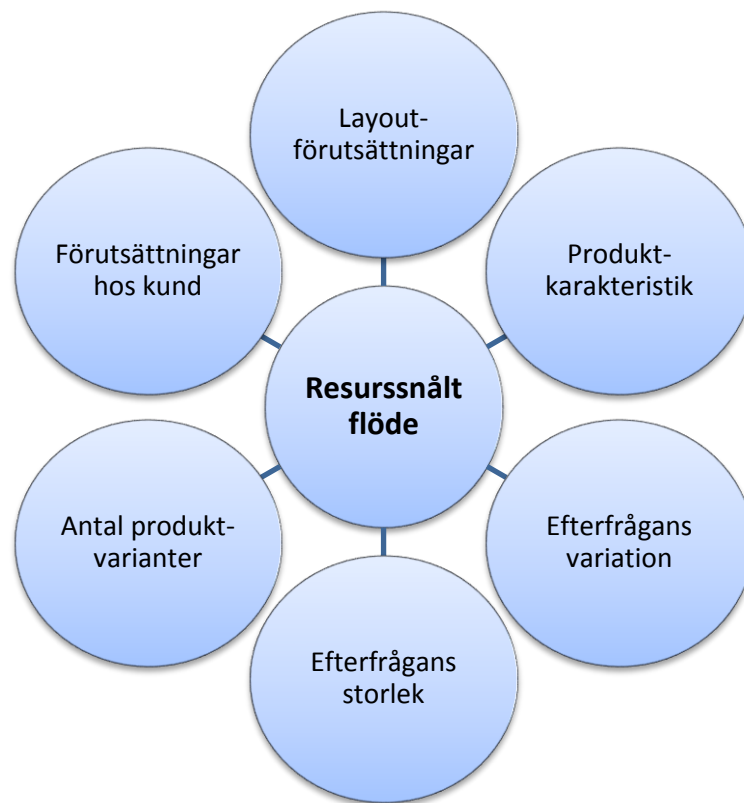
2.9.1 Cost-benefit-analys

Syftet med en cost-benefit-analys (CBA) är att skapa ett mätvärde vilket medger för jämförelse av olika projekt eller alternativ genom att ta hänsyn till kostnader och fördelar förknippade med projektet (Williams, 2008). En väl utförd CBA kan bidra med värdefull information för beslutsfattare då den genom att bryta ner relevanta kostnader och nyttor redovisar mycket av vad de behöver veta om projektet. När kostnader och fördelar fastställts finns det olika metoder för att skapa så kallade B/C-tal. Kostnader kan subtraheras från de värdesatta nyttorna, ett positivt resultat svarar då mot att projektet är lönsamt. Ytterligare ett alternativ är att ta fram en kvot mellan nyttor och kostnader där kvoter större än ett innebär att projektet anses förmånligt.

2.10 Sammanställning av modell utifrån teoretisk referensram

Ur den presenterade referensramen har följande sammanställda figur 6 tagits fram. Figuren illustrerar vilka faktorer, framkomna av teorin, som påverkar hur ett resurssnålt materialflöde kan utformas. Hur förbrukningsplatsen ser ut hos kund och hur materialet önskas att bli presenterat för användaren är aspekter som måste beaktas. Faktorer så som antal produktvarianter, efterfrågans storlek och variation påverkar vilken typ av materialstyrning som är möjlig och lämplig att implementera. Vidare påverkar rådande layoutförutsättningar behovet av vilka transporter som måste till för att uppfylla flödets funktion. Likaså påverkar produktens karakteristik så som exempelvis storlek, tyngd och kvalitetskrav vilken typ av hantering som krävs.

Modellen kommer att ligga till grund för den analys och diskussion som kommer att föras i syfte att utvärdera faktorerna för fallstudiens flöde. Eventuellt kommer faktorerna att styrkas respektive motbevisas av fallstudien men likaså kan faktorer som ej framkommit ut teorin att identifieras vilka då kommer att kompletteras till modellen.

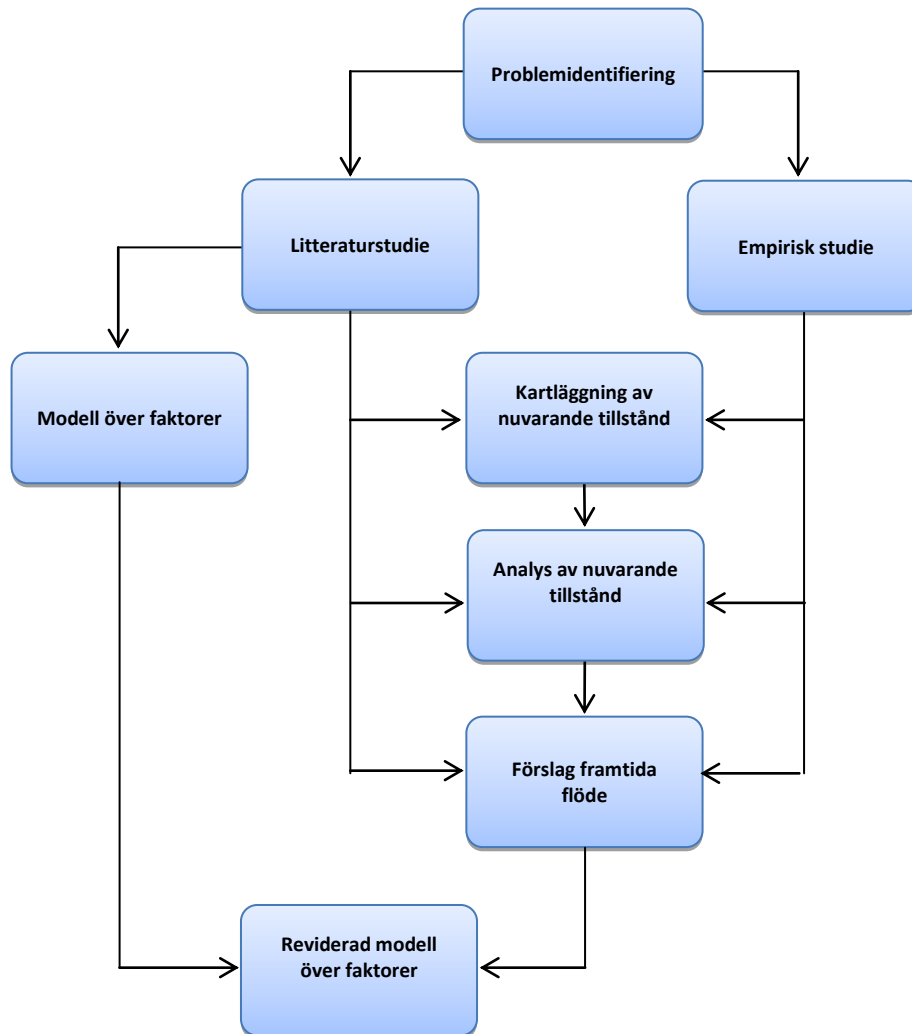


Figur 6. Sammanställd figur över faktorer att beakta vid utformning av ett resurssnålt materialflöde

3. Metod

Kapitlet behandlar det tillvägagångssätt som använts under arbetet. Vidare syftar kapitlet till att ge läsaren förståelse kring hur arbetet utförts samt vilka metoder som valts. Slutligen kommer även en diskussion och kritisk granskning göras av de ingående metodernas validitet och reliabilitet.

Figur 7 illustrerar de olika huvudfaserna i studien. Faserna kommer vidare att beskrivas nedan.



Figur 7. Metodens huvudfaser

3.1 Problemidentifiering

I Initieringsfasen av fallstudien låg fokus på att lära känna företaget, flödet och definiera studiens syfte och problemställning. För att få en första anblick och förståelse gjordes ett första studiebesök i verksamheten med industrihandledaren. Vidare intervjuades personal så som exempelvis sekvenseringspersonal, truckchaufförer, materialplanerare och montörer i syfte att förstå ingående aktiviteter och problemets påverkan på dessa. Även möten med uppdragsgivare och industrihandledare ägde rum för att klargöra och förstå deras perspektiv på problemet.

På företaget etablerades även kontakter med eventuella framtida nyckelpersoner genom att hålla en presentation av studien på olika avdelningsmöten. Vidare upprättades även kontakt med handledare, examinator och ämneskunniga på Chalmers tekniska högskola.

3.2 Litteraturstudie

Då det är viktigt att kartlägga vad som redan är känt, vad som saknas och vad som behöver göras för att testa den existerande teorin genomfördes en litteraturstudie (Gillham, 2010). Litteraturstudien hade två syften. Identifiera existerande faktorer som påverkar resurssnåla flöden och utgöra underlag för fallstudien. Vidare pågick litteraturstudien parallellt genom hela fallstudien för att analysera studien i sitt sammanhang.

Sökning av litteratur kring ämnen så som lean produktion, logistik, värdeflödesanalys, metodstudier och ABC-kalkylering gjordes på Chalmers biblioteks sökmotor Summon och i databaser som exempelvis ProQuest. Sökningen resulterade i olika artiklar, konferenspaper, böcker och handböcker. Även rapporter baserade på liknande studier och problemställningar utgjorde bas för litteraturstudien.

Då metoden materialflödesanalys ännu inte är fullt utvecklad har litteratur för ändamålet varit svår att hitta. Istället har information om den mer traditionella metoden värdeflödesanalys använts och inspiration hämtats av liknande arbeten. Studien och använd teori baseras generellt mycket på tankesätt och metoder utformade av Toyotas produktionssystem, lean produktion. Av denna anledning har böcker såsom Lära sig se av Rother och Shook och The Toyota Way Fieldbook av Liker och Meier varit till stor inspiration.

Litteraturstudien bestod till stor del av att bygga upp en teoretisk referensram utifrån vilken analys och diskussion sedan utgick ifrån. Urvalet av relevant teori var inte självklar då det inte gick att förutspå vilken teori som i framtida diskussion kunde vara relevant. Vidare gjordes även en sammanställd modell över teorin för att på ett enkelt sätt kunna illustrera vad fallstudien bekräftat och kompletterat till den redan existerande teorin.

3.3 Empirisk studie

En empirisk studie genomfördes till syfte att förstå nuvarande tillstånd samt skapa en grund för idéer kring ett framtida läge. För att möjliggöra en fullständig kartläggning av det nuvarande flödet har en mängd olika data samlats in.

En fallstudie är en empirisk undersökning som undersöker ett samtida fenomen i sitt verkliga sammanhang (Yin, 2009). Främsta orsaken till att genomföra en fallstudie är att få djup förståelse för processer och andra variabler så som exempelvis sammanhangsberoende faktorer (Wilson & Woodside, 2003). Yin (2009) menar vidare på att en fallstudie bör användas när förklarande svar efterfrågas, alltså svar på *hur* och *varför*, vilket var fallet för just denna studie. Nedan redovisas de metoder som använts i fallstudien.

3.3.1 Tidsstudie

Tidsstudie är rekommenderat att använda i metoden VFA för att på bästa sätt skildra flödet som det är i verkligheten (Sigbrandt, Langbeck & Medbo, 2012). Tidsstudie innebär en direkt och kontinuerlig observation av en aktivitet genom att registrera tiden det tar att utföra denna (Karthik & Madhav, 2011). Samtliga tider från sista bearbetningsoperation till montering av kamaxeln mättes således i

syfte att sammanställa tider för det faktiska utförandet av aktiviteterna och den väntan som uppstår för materialet mellan dessa. Tider mättes efter vad som observerades och inga standardtider användes.

En digital mätklocka användes och tider mättes på aktiviteter såsom hantering och transport. Att oanmält genomföra tidsstudier längs flödet var mycket tidskrävande då transporter av kamaxlar ej sker frekvent under en arbetsdag samt att det ej gick att förutse när en transport skulle ske. Av denna anledning gjordes även planerade och anmälda tidtagningar där en kontakt upprättades med en truckchaufför som sedan körde förutbestämda sträckor med en tom pall under tidtagning. Tidtagningen ägde rum under ordinarie arbetsförhållanden med bland annat mötande trafik, detta för att uppnå mätningar som i största mån skildrade verkligheten.

Samtliga tider sammanställdes och i syfte att styrka reliabiliteten mättes alla tider fem gånger utifrån vilka medeltider kunde beräknas.

3.3.2 Intervjuer

Den kvalitativa metoden intervjuer användes i syfte att förstå flödets ingående aktiviteter, varför och hur aktiviteter sker samt hur individerna i flödet upplever eventuella problem. Fördelar med metoden är att fokus ligger direkt på fallstudiens ämne samt att orsak-verkan samband kan identifieras och förklaras (Yin, 2009). Vidare fördes intervjuer i syfte att kunna samla in nödvändig data för kartläggning av nuläget.

Intervjuer gjordes både oanmält och anmält i flödet. De tillfrågade har varit personer med olika positioner inom funktionerna logistik, montering och produktion. Exempel på befattningar har varit operatörer, lagledare, skiftledare, processägare, planerare, ekonomer och avdelningschefer. Mycket data samlades även in genom mailkorrespondens med vissa av dessa personer.

Intervjuerna var till en början oftast besöksintervjuer för att sedan övergå mer till mailkorrespondens. Fördelen med besöksintervjuer är att situationen är kontrollerad och att förtroende och kontakt kan upprättas under mötet (Eriksson & Wiedersheim-Paul, 2006).

Frågorna vid besöksintervjuerna var strukturerade med en öppen ingång där inga svar ansågs vara rätt eller fel (Eriksson & Wiedersheim-Paul, 2006). Denna intervjumetodik syftar således till att skapa mer av en diskussion för att erhålla en första anblick över ett valt tema. Vidare kan följdfrågor ställas och nya problemställningar identifieras.

Personen som intervjuades hade inte i förväg fått tillgång till frågorna, detta för att få så icke tillrättalagda svar som möjligt. Vidare ansågs ingen förberedelse nödvändig från intervjuobjektets sida då frågorna var direkt riktade emot deras arbetsuppgifter. Inför möten med vissa befattningar förbereddes mer ämnesspecifika frågor medan frågor till exempelvis operatörer var mer generella. Frågor till operatörer ställdes ofta i samband med direkta handlingar för att få en direkt återkoppling till hur aktiviteterna utfördes. Siffror och andra nycketal som nämnts i intervjuerna har ej använts som underlag i studien utan verifiering skedde skriftligen via mail. Utifrån intervjuerna sammaställdes ny information vilken vidare utredning kunde planeras efter.

3.3.3 Direkta observationer

I syfte att få en ökad förståelse och insyn användes metoden direkta observationer vilken även stöds av leanfilosofins inlärningsätt "gå och se själv" (Liker & Meier, 2006). Denna metod resulterade i förståelse kring:

- arbetsinnehållet i aktiviteter samt i vilken sekvens uppgifterna genomförs
- hur materialet transporteras, exempelvis transportmedel och partistorlekar
- vilka förutsättningar och krav som ställs på flödet för att upprätthålla dess funktion

Metoden bidrog således till att förstå hur det dagliga arbetet i flödet är upplagt och vilka begränsningar och förutsättningar som finns. Vidare kunde ytterligare följdproblem i flödet uppmärksammas och ifrågasättas då en styrka med metoden är att aktiviteter kan studeras i realtid (Yin, 2009). Dock valdes inte alla uppmärksammade problem att utredas vidare då detta inte ingick i uppgiften med att kartlägga och förstå flödet. Metoden resulterade i både kvalitativ och kvantitativ data.

3.3.4 Sekundär data

För att kunna kartlägga det nuvarande flödet behövdes en mängd data vilken fanns lagrad i företagets produktionssystem. Data som behövdes för kartläggning och vidare analys var uppdragstider för trucktrafik (tid från beställning till leverans), kvantiteter av kamaxlar på olika lagringspunkter i flödet, saldoutveckling av färdigvarulagret och data på årsbehov av olika artikelnummer.

För att erhålla data över transportledtider togs ett historiskt utdrag av tider för truckuppdrag utförda under en normal arbetsmånad. Vidare sorterades data för olika sträckor varpå ett medelvärde över vänte- och transportledtider kunde beräknas.

Data innehållande information om kvantiteter av kamaxlar på olika lagringspunkter användes för att fastställa genomloppstiden. Totalt undersöktes dessa kvantiteter vid tre skilda tillfällen. Vid dessa användes både visuell granskning och data ur produktionssystemet för att beräkna genomloppstiden.

3.4 Kartläggning av nuvarande tillstånd

För att få en sammanfattad bild av det nuvarande tillståndet skapades kartor över flödet med hjälp av metoden värdeflödesanalys (VFA). Då flödet som studeras ej innehåller några värdeadderande aktiviteter kompletterades arbetet med metoden materialflödesanalys (VFA-F). Då VFA-F i grunden bygger på tankesätt från VFA kunde dessa metoder på ett enkelt sätt integreras vid utformningen av flödeskartan (Finnsgård et al. 2011). Beskrivning kring teori kring metoden VFA och VFA-F finns att studera i den teoretiska referensramen.

De första utkasterna av kartor för flödet genomfördes med papper, penna och post-it-lappar. Post-it-lapparna som symboliserade aktiviteter innehöll nödvändig information så som exempelvis kvantiteter, transporttider och väntetider. Vidare klassades även aktiviteterna in efter HATS-data och insamlingen av nödvändig data gjordes enligt ovan nämnda metoder. Efter utkast skapades även digitala versioner av flödeskartorna i programmet Edraw vilka går att studera i bilaga 1. Vidare redogörs och förklaras i bilaga 2 de symboler som använts vid utförandet av flödeskartläggningen.

Metoden bidrar till att på ett enkelt sätt erhålla en översiktsbild av hela flödet. Metoden med kartläggningen syftade vidare till att skapa en grund för processen att ta fram exempel på förbättrade framtida flöden.

3.5 Analys av nuvarande tillstånd

Efter kartläggningen och insamlingen av nödvändig data genomfördes en analys av nuvarande tillstånd. Resultat sammanställdes i bland annat tabeller för att på ett enkelt sätt utvärdera och erhålla förståelse. Nuläget analyserades även med utgångspunkt i den teoretiska referensramen.

Vidare låg analysen till grund för framtagningen av framtida förslag och för att klargöra vilka förutsättningar och begränsningar som fanns. En kapacitetsanalys användes i syfte att kunna beräkna lämpliga lagernivåer baserat på befintlig efterfrågan. Vidare gjordes en kapacitetsanalys av olika fall för att ta fram olika förslag på hur ett framtida flöde skulle kunna styras.

3.6 Förslag framtida flöde

Baserat på den genomförda analysen av nuläget tillsammans med den teoretiska referensramen arbetades förslag fram på framtida flöden. Hänsyn togs då framförallt till nyckeltal gällande ett materialflödes effektivitet och en utarbetad checklista för framtagning av framtida flöde. I processen att ta fram förslag involverades även ämneskunniga för att få återkoppling och inspiration. Vidare fördes diskussion med berörd personal för att skapa acceptans och delaktighet.

3.6.1 Cost-benefit-analys

En ABC-analys har genomförts i syfte att kunna knyta kostnader till aktiviteter som sker i de olika flödena. Kostnader som tagits med går direkt att hänföra till det faktiska flödet varpå samkostnader till stor del frånsågs. Den totala framtagna kostnaden för de olika flödena utgör således inte den totala faktiska kostnaden.

Vidare beräknas kostnader för det framtida flödet på liknande sätt för att sedan ställas i relation till kostnaderna för nuvarande flöde. Vid framtagning av cost-benefit-talet (B/C-tal) togs även hänsyn till investeringskostnader.

3.7 Modell över faktorer

Baserat på litteraturstudien sammanställdes en modell över påverkande faktorer på resurssnåla materialflöden. Fallstudien syftade till att bekräfta de ur litteraturstudien framtagna faktorerna och eventuellt komplettera dessa. Baserat på de lärdomar som studien genererat reviderades således modellen.

3.8 Metodreflektion

Med validitet menas hur väl en metod mäter det som avses att mätas (Eriksson & Wiedersheim-Paul, 2006). Utifrån en bra validitet kan ytterligare krav ställas varav reliabilitet är ett. Reliabilitet definieras som tillförlitlighet i mätningen. En metod med hög reliabilitet är således oberoende av situation och undersökningspersoner.

Litteraturstudien innebar att sökning på olika databaser gjordes i syfte att finna relevant litteratur kring studien. Då metoden VFA-F inte är fullt utvecklad fanns inte så mycket litteratur att tillgå utan endast liknande studier och ett fåtal artiklar har fått utgöra grund för studien. Att endast använda några få källor har bidragit till att det var varit svårt att vara källkritisk kring just metoden VFA-F.

Vidare har endast tillförlitliga databaser och källor har använts genomgående i studien. För att ytterligare styrka den valda litteraturens validitet har källor granskats och material med många referenser och av en vetenskaplig karaktär använts.

Intervjuer som är en kvalitativ metod hölls i syfte att förstå varför flödet ser ut som det gör och hur individerna i flödet uppfattar eventuella problem. Då olika individer uppfattar verkligheten olika har information som framkommit använts med försiktighet i studien. För att ytterligare stärka reliabiliteten har all insamlad information verifierats av intervjuobjekten. Vidare har kvantitativ data som framkommit under intervjuer använts i minsta mån eller verifierats för att styrka reliabiliteten.

Huruvida reliabiliteten var hög eller låg för den konstruerade tidtagningen kan diskuteras. Utfallet av tidtagningen av faktiska transporttider kan ha påverkats av att truckchauffören var medveten om tidtagningen, att transport skedde med tom pall och att alla tidtagningar skedde vid ett och samma tillfälle med en och samma chaufför. Dock genomfördes tidsstudien under normala arbetsförhållanden med exempelvis mötande trafik vilket styrker reliabiliteten. Tidsstudien innefattade även att varje sträcka kördes och mättes sammanlagt fem gånger varpå ett medelvärde kunde beräknas vilket styrker dess validitet.

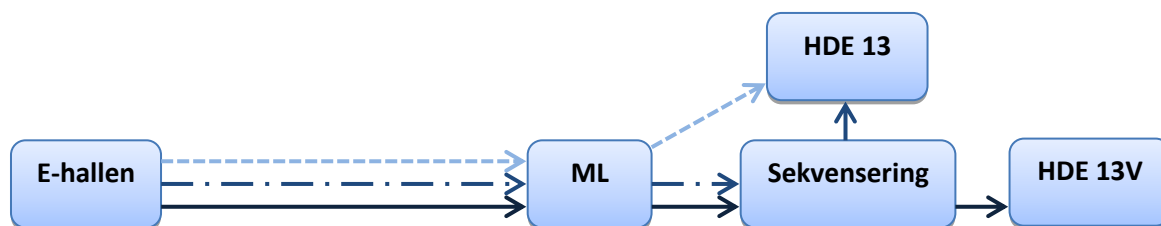
Då metoden VFA-F innebär att en ögonblicksbild tas av flödet kan graden av reliabilitet anses som låg. Samma resultat går ej att uppnå utan det kan komma att variera vid varje tagen ögonblicksbild. Däremot kan graden av validitet anses som relativt hög då metoden bidrar till att mäta det som avses mätas, genomloppstiden. För att ytterligare stärka validiteten genomfördes sammanlagt tre kvantitetsmätningar varav ett genomsnitt för genomloppstiden kunde beräknas.

4. Nuvarande tillstånd

Kapitlet avser att behandla en detaljerad beskrivning av det nuvarande flödet. Vidare syftar kapitlet till att ge läsaren en förståelse för produktfamiljen, kunden och leverantören i flödet, material- och informationsflödet och dess ingående huvudaktiviteter.

4.1 Produktfamiljen kamaxlar

Produktfamiljen kamaxlar för motorer av storlek 13-liter består av flertalet olika varianter. Totalt sett utgör detta 22 stycken olika kamaxlar, alla med eget tillhörande artikelnummer, vilka bearbetas mot den interna monteringen. Tre av dessa står för 60 procent av den totala interna förbrukningen. Vidare kommer dessa benämnas som högvolymsgrupp i rapporten. Högvolymsgruppen förbrukas främst vid monterings huvudflöde, HDE13. Resterande nitton artiklar, vilka utgör 40 procent av total förbrukning, indelas i en grupp benämnd lågvolymsgrupp. Samtliga artiklar i denna grupp sekvenseras för att sedan skickas till förbrukningsoperationerna HDE13 och monterings variantflöde, HDE 13V. Vid HDE 13V monteras endast sekvenserade kamaxlar. Se förenklad schematisk bild i figur 8 över hur flödet förgrenas efter mellanlagret (ML). Tilläggas bör att då de tre flödena går igenom samma steg mellan E-hallen och ML valdes dessa steg att ej illustreras i figuren. Översiktsbild över de tre flödena finns att studera i bilaga 3.



Figur 8. Schematisk bild över flödenas förgrening efter ML

Till följd av flödets utseende efter ML har den schematiska kartläggningen uppdelats in tre stycken delflöden. De tre delflödena definieras enligt;

Flöde 1 – Artiklar ur högvolymsgruppen som transporteras till HDE 13

Flöde 2 – Artiklar ur lågvolymsgruppen som efter ML sekvenseras för att sedan skickas till HDE 13

Flöde 3 – Artiklar ur lågvolymsgruppen som efter ML sekvenseras för att sedan skickas till HDE 13V

Vidare kommer dessa att benämnas som flöde 1, flöde 2 och flöde 3 i rapporten och dessa finns att studera i bilaga 1.

4.2 Montering

Benämnd kund i rapporten är station för montering av kamaxel i motorblocket. Vidare definieras kunden som monteringsstation för huvudflöde, HDE 13, och variantflöde, HDE13V. Vid lina HDE13 är produktionstakten arton motorer i timmen respektive sex motorer i timmen för variantflödet, HDE 13V. Produktionstakterna är baserade på tvåskiftarbete vid HDE13 och enskiftarbete vid HDE13V.

Det bör nämnas att då fabriken stänger under fyra veckor under sommaren arbetas det fler timmar under våren för att täcka upp för behov under denna tid.

Ytmässigt råder det platsbrist vid båda monteringsstationerna. Vid HDE 13 finns det sex pallplatser varav fyra upptas av kamaxlar från högvolymsgruppen och resterande två är till för sekvenserade axlar. Vid HDE 13V finns en pallplats avsedd för racks av sekvenserade axlar. Utifrån dessa förutsättningar är det därmed inte möjligt att hantera samtliga produktvarianter vid monteringsstationerna varvid en sekvensering måste till.

Alla motorer som monteras är kopplade till en specifik kundorder varav montören följer en produktionsplan vilken ger information om vilken axel som skall monteras i vilket motorblock. För att säkerställa att rätt typ av axel monteras sker en avläsning av en i kamaxeln ingraverad DataMatrix-kod.

4.3 Bearbetning

Benämnd leverantör i rapporten är bearbetningens sista operation i E-hallen. Bearbetning av råmaterialet till kamaxlarna sker i två uppdelade flöden varpå bearbetningsmaskinerna är organiserade i linor därefter. I ena flödet, benämnt flöde A, bearbetas kamaxlar till motor av storlek 13-liter vilken är den motorstorlek som står för den största andelen producerade motorer på produktionsanläggningen. I det andra flödet, flöde B, bearbetas kamaxlar till motorer av storlek 9-, 11-, 16-liter och ett antal specifika varianter av 13-liter. Körplaner genereras dagligen ifrån en planerare vilken utgår ifrån planerat behov och rådande lagernivåer.

Produktfamiljens alla artikelnummer delas in i olika bearbetningsgrupper efter parametrar som diameter och längd. Bearbetning sker således gruppvis och för att byta artikel inom gruppen behöver endast mindre omställningar göras av maskinerna. Vid byte av bearbetningsgrupp måste en större omställning ske vilket genererar en längre omställningstid. Begränsningen, flaskhalsen i omställningsprocessen, är en kontroll som görs efter varje större omställning. Detta är en form av förstörande provning vilken innebär att den första bearbetade axeln i den nya bearbetningsgruppen måste sågas itu följt av olika kvalitetskontroller. På grund utav långa omställningstider bearbetas axlarna oftast i stora partier.

4.4 Materialflödet

Materialflödet består av aktiviteter så som hantering, transport och lagring. Vidare kommer dessa att redogöras i underrubriker nedan. Aktiviteten sekvensering anses vara en hantering i flödet.

4.4.1 Transport

Som nämnts i inledningen är kamaxeln en produkt med en betydande vikt varvid den kräver hantering eller transporter med hjälp av lyftkran (travers), truckfordon eller annan typ av transportsystem. De typer av fordon som används vid transport inomhus är skjutstativ, ledstaplare och elmotvikstruck vilken även förekommer utomhus tillsammans med en KTT. Transporttider varierar men en tumregel för truckförarna att följa är att uppdrag ska utföras inom femton minuter.

Vid slutstation bearbetning, flödets startpunkt, placeras axlarna i pallracks om sex stycken vilka sedan staplas på varandra i högst fyra nivåer. Detta ger maximalt 24 kamaxlar per pall. Pallen plastas även in i syfte att skydda det härdade materialet under vidare hantering. Högvolymsaxlar kommer under transport till monteringen att hanteras i samma förpackning. Lågvolymsaxlar däremot, vilka under

flödets gång placeras i sekvens, packas upp och exponeras vid monteringen på speciella sekvenseringsracks.

Inom F-hallen finns även ett conveyorsystem i taket, EHB, vilket förflyttar pallar av material ut från höglagret (HL) och godsmottagningen till något utav systemets fem upphämningsplatser, droppstationer. Vidare från droppstationen transporteras materialet ut i verksamheten med hjälp av en truck. Kamaxlar hämtas alla upp vid droppstation fem för att sedan transporteras till mellanlagret (ML).

4.4.2 Flödets lagringspunkter

Inom flödet finns det två större lagringspunkter. I samband med F-fabrikens godsmottagning ligger ett automatiserat höglager (HL) vars in- och utlagring sker med någon av lagrets sex kranar. Detta lager är vid in- och utlagringar även tätt sammankopplat med EHBn, vilken transporterar material till och från HL.

Nästa större lagringspunkt är ett ställagelager, benämnt mellanlager (ML), beläget mellan droppstation fem och sekvenseringen. Hit transporteras både hög- och lågvolymkamaxlar. Till följd av systemets och flödets uppbyggnad skapas även inofficiella lagringsplatser vilka i flödeskartorna och rapporten benämns som Utplats, KTT-vagn och Plocklager sekvensering.

Bearbetning, och därmed lagerpåfyllning, av kamaxlar sker efter en daglig bearbetningsplan. Denna plan skapas av en planerare vilken baserar sina beslut på rutin, rådande lagernivåer och planerat behov. Produktfamiljen kamaxlar, vilken även innehåller axlar mot export och lina 16, har i dagsläget endast max- och minbuffertnivåer på mellan fem till sex och en halv dags behov. Dessa nivåer är baserade på lagermål "uppifrån" och inte på flödets och bearbetningens förutsättningar.

4.4.3 Sekvensering

Sekvenseringen har till syfte att stödja monteringen med att sortera ut kamaxlar ur lågvolymgruppen och placera dem på racks i en bestämd ordning, se figur 9. Då Volvo PT innehar nitton olika kamaxlar i lågvolymgruppen samtidigt som ytan är begränsad vid monteringsstationen är det nödvändigt att sortera ut och transportera dessa i rätt sekvens. För flödet HDE 13V, där endast sekvenserade axlar monteras, sker beställning till sekvenseringen när en axel återstår. För HDE 13 sker ingen beställning vid behov utan uppgiften ligger hos personal vid sekvenseringen att identifiera när behov uppstår och när beställning av transport måste ske. Vidare är sekvenseringen en delad resurs då ytterligare artiklar, så som exempelvis svänghjuldämpare och kamaxlar för motor av storlek 16-liter, sekvenseras. Arbetet sker i tvåskift varav en person är stationerad för sekvensering av kamaxlar.



Figur 9. Sekvenserade kamaxlar på sekvensrack

Den stora variantfloran av lågvolymsaxlar tillsammans med det faktum att sekvenseringen är en delad resurs medför av utrymmesskäl att alla dessa inte får plats på golvytan vid sekvenseringen. Detta problem löses på sådant vis att de artiklar med minst förbrukning ur lågvolymsgruppen förvaras i ML, som tidigare nämnts är beläget nära sekvenseringen. När väl ett behov av en sådan axel uppstår görs en beställning för att hämta en pall innehållande önskade axlar för att sedan få den placerad på en utsedd pallplats benämnd urplock. Resterande axlar efter urplock transportetas sedan tillbaka till ML.

4.5 Informationsflödet

Produktionssystemet är relativt komplext och består av flera underliggande system för exempelvis HL och EHBn. I Rapporten kommer dock endast CDEC och trucktaxisystemet (NTRP) behandlas. CDEC är det övergripande systemet vilket kommunicerar med de övriga systemen. Här visas körplaner, lagernivåer och bland annat läggs beställningar av material i detta system. NTRP är hela anläggningens gemensamma trucktaxisystem i vilket truckförarna ser sina uppdrag. Truckförarna är uppdelade enligt geografiska områden men rotation av arbetslagen förekommer veckovis.

Beställning sker med hjälp av en streckodsläsare och vid varje arbetsstation finns nödvändiga streckoder uppsatta för avläsning, se figur 10. I NTRP skapas ett uppdrag per pall men en streckodsavläsning kan även generera mer än ett uppdrag, exempelvis hämta material och hämta tompall. En svaghet som identifieras av truckförarna är att systemet inte visualiserar hur akut behovet är vilket vidare innebär att chaufförens får utgå ifrån sin erfarenhet för att avgöra vilket uppdrag som bör prioriteras.



Figur 10. Streckkoder för beställning av material

5. Analys av nuläget

I följande kapitel presenteras resultatet av kartläggningen av nuläget. Kapitlet avser även att behandla en analys av det insamlade empiriska materialet med utgångspunkt i den teoretiska referensramen.

5.1 Materialstyrning

Utifrån empiri och referensram kan det konstateras att bearbetningen idag styrs av ett MRP-system. Från bearbetningen trycks materialet in i HL, vidare därifrån sker dock förflyttning baserat på ett uppkommet behov. Av definition framkommen i den teoretiska referensramen kan de tre materialflödena således anses vara en kombination av tryck- och dragbaserade. Leveranser från bearbetningen baseras som i empirin nämnt på rådande lagernivåer, dock har flödet i sig inga satta PIA-begränsningar vilket annars är karakteristiskt för ett dragande system.

Utifrån referensramen kan förutsättningar för ett väl fungerande dragande system studeras. Det som talar emot att flödena idag skulle övergå till att bli helt dragbaserade är flödernas egenskaper så som exempelvis långa omställningstider hos leverantören. De stora omställningstiderna bidrar vidare till att stora partier körs varav bearbetningen inte kan anses vara utjämnad. Likaså är materialflödena ej utformade utifrån en flödeslayout och produktfamiljen kamaxlar består av ett stort antal varianter vilket inte är rekommenderat för dragbaserade system.

5.2 Nödvändiga respektive inte nödvändiga icke värdeadderande aktiviteter

Delflödenas totala genomloppstid baseras på den rådande produktionstakten vid HDE 13 och HDE13V och antal produkter i flödet, se teoretisk referensram. I tabell 2 redovisas resultaten av insamlad data baserat på tre olika mätningar. Beräkningarna gällande genomloppstider i dagar är baserade på tvåskiftarbete vid HDE13 och enskiftarbete vid HDE13V.

Tabell 2. Resultat av data från tre mätningar

	PIA	Efterfrågan/Produktionstakt	Genomloppstid
Flöde 1	1216 stycken	11,4 st/h	6,6 dagar
Flöde 2	506 stycken	4,3 st/h	7,4 dagar
Flöde 3	353 stycken	6,0 st/h	7,3 dagar

Som framkommer i tabell 2 är buffertnivåerna högre än satt maxvärde på 6,4 dagar. Det går dock inte att utesluta att produktfamiljen kamaxlar totalt håller sig inom givna gränser. 47 procent av samtliga bearbetade kamaxlar ligger mot export eller lina 16 och ingen vidare analys har gjorts av dessa grupper.

Materialflöden som dessa, utan specifik tillverkningsprocess, anses av Monden (1998) inte bestå av några värdeskapande aktiviteter. De icke värdeadderade aktiviteterna kan vidare preciseras som nödvändiga och icke nödvändiga, detta då aktiviteter kan ses som slöserier men nödvändiga under rådande operativa metoder. Vid analys av flödets nödvändiga respektive inte nödvändiga icke

värdeadderande tid måste hänsyn tas till flödets faktiska huvudsyfte och vad som egentligen skapar värde för flödets kund, monteringen. Flödets primära uppgift är att förflytta materialet från bearbetningen i E-hallen till monteringen i F-hallen vilket gör detta till en nödvändig icke värdeadderande aktivitet. Vidare skapar sekvenseringen inget värde utifrån den betalande kundens perspektiv. Dock tydliggör förutsättningar identifierade vid monteringsstationerna att material måste anlända sekvenserat på grund av den stora variantfloran och platsbristen som råder. Detta innebär att tiden för att sekvensera här klassas som nödvändig icke värdeskapande. I tabell 3 redovisas en sammanställning över flödenas nödvändiga icke värdeadderande tider i relation till den totala genomloppstiden. Som framkommer består flödet av stor andel inte nödvändig och icke värdeadderande tid ställt mot flödenas totala genomloppstid. Påpekas bör att anledningen till att andel nödvändig icke värdeadderande tid för flöde 3 är betydligt större beror på att beräkningar gjorts utifrån sexton respektive åtta timmars arbetsdag.

Tabell 3. Sammanställning av värdeadderande tider

	Flöde 1	Flöde 2	Flöde 3
Nödvändig icke värdeadderande tid	Ingen nödvändig icke värdeadderande tid	0,3 min	0,3 min
Andel nödvändig icke värdeadderande tid (av genomloppstid)	0	0,0042 %	0,0086 %

5.3 Slöserier i flödet

Flödenas samtliga ingående aktiviteter har klassats enligt HATS-data, se tabell 4.

Tabell 4. HATS-data

	Flöde 1		Flöde 2		Flöde 3	
Aktivitet	Antal (st)	Tid	Antal (st)	Tid	Antal (st)	Tid
Hantering (H)	0	0	1	0,3 min	1	0,3 min
Administration (A)	2	0	2	0	2	0
Transport (T)	8	42,4 min	9	43,2 min	9	42,6 min
Lager (S)	5	106 h	6	116 h	6	58 h

Vid analys av flödet identifieras flertalet olika slöserier. Ur tabellen kan det konstateras att materialet ligger i lager den största delen av genomloppstiden. Sammanställningen av HATS-data visar även på att transporter är den största aktivitetsgruppen sett till antalet. De många små aktiviteterna visar därmed på den obefogat omständiga väg materialet forslas, total transportsträcka redovisas i tabell 5.

Tabell 5. Sammanställda transportsträckor

	Flöde 1	Flöde 2	Flöde 3
Total transportsträcka	1380 m	1451 m	1367 m

Vid observation av transporter framkom att stor del av transporttiderna utgjordes av pallhantering, alltså onödiga rörelser, i denna rapport inkluderas dock denna typ av hantering i transportaktiviteterna. Den onödiga rörelsen uppkommer på grund utav att truckföraren i samband

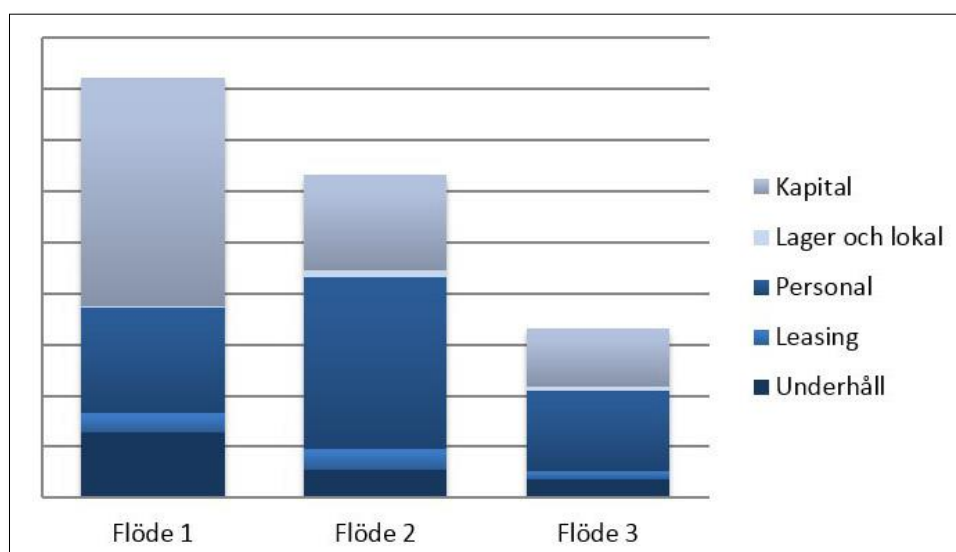
med varje leverans av material först måste lyfta av den på pallplatsen stående tompallen. Detta problem uppkommer till följd av den platsbristen som råder vid montering och sekvensering.

Sett till rådande lagernivåer går det inte att säga om nivåerna är för höga eller inte. Detta då de inte är baserade på någon information om flödets förutsättningar. Det som dock kan konstateras är att då det inte existerar någon PIA-begränsning eller har förekommit några beräkningar av lagernivåerna för flödet, är det troligt att dessa inte är optimala. Vidare, som visas på de redovisade genomloppstiderna ligger just de undersökta kamaxlarna över dagens satta maxbuffertnivå på 6,4 dagar, detta tyder på att dagens system för att begränsa material i flödet kan ifrågasättas.

Systemet består även av ett antal väntetider och för att fullt ut skapa en bild av dessa används förutom ren tidtagning av faktiska transporttider även data ur produktionssystemet. För att beräkna transportledtider inom flödet analyseras en månads historisk data ur NTRP. I bilaga 4 presenteras transportledtider, materialets väntetider och hur beräkningarna genomförts. Konstateras kan att väntetiderna är avsevärt längre än själva utförandetiderna. Detta kan bland annat hänföras till det faktum att transportmedlen är delade resurser. Vidare håller sig den beräknade medeltiden för väntetiderna inom den satta gränsen på femton minuter. Påpekas bör dock att denna väntan gäller materialet, truckarna i sig är delade resurser vilka utför andra uppdrag under denna väntetid.

5.4 Sammanställning av kostnader

De tre olika flödena har utifrån en ABC-kalkyl belagts med kostnader baserat på hur de förbrukar resurser, nedan i figur 11 illustreras en sammanställning av kostnadsposterna. Ur grafen kan det urskiljas att flöde 1, högvolymsflödet, står för den största totalkostnaden. Vidare kan det konstateras att det är kapital- och personalkostnader som utgör de största kostnadsposterna. Att kapitalkostnaden är stor stämmer även överrens med HATS-data som visade att materialet i flödena till största del ligger i lager vilket medför en stor andel bundet kapital. Att fokusera på kapitalkostnaden kan således vara gynnsamt. Ytterligare argument för att fokusera på denna kostnadspost är att minskning av denna leder till direkt minskade kostnader för företaget. Personalstyrkan är en form av delad resurs, vilken även om deras funktion i flödet elimineras, inte medför minskade kostnader för företaget totalt sett.



Figur 11. Sammanställning av flödeskostnader

6. Framtida flöde

Kapitlet avser att presentera den diskussion som förts kring analysen av det nuvarande flödet. Olika styrningsförslag kommer vidare att presenteras och utredas angående dess lämplighet. Detta kommer sedan att utgöra grund för framtagning av förslag på ett mer resurssnålt flöde.

6.1 Diskussion av framtida läge utifrån nulägesanalys

Med utgångspunkt i, vad flödena i nuläget för kunden uträttar, konstateras att mycket aktiviteter kan anses som slöserier. En förutsättning för att inneha ett stort sortiment av axlar är att de kan levereras sekvenserade. En ytterligare nödvändig, men icke värdeadderande, aktivitet är transporten mellan fabrikerna som måste till då förbrukningsplatserna är belägna med ett visst avstånd från bearbetningen. Dessa aktiviteter avses inte att i första steg förbättras, utan fokus ligger på de aktiviteter som kan anses som slöserier.

Enligt Hopp och Spearman (2004) kan användandet av ett dragande system skapa förutsättningar för att erhålla ett reducerat PIA. Utifrån analysen framkom dock att flödet i sin helhet, i dagsläget, har bristande förutsättningar för en förbrukningsstyrd styrning. Detta till följd av de stora antalet artiklar och de långa ställtider som råder inom bearbetningen. Högvolymgruppen består dock av relativt höga volymer och få varianter. Likaså kan säsongsvariation anses vara relativt låg över året. Detta öppnar upp för att undersöka möjligheten till en förbrukningsstyrd materialförsörjning för detta flöde.

För flöde 2 och 3 syns stora kostnader för framförallt personal och vidare är antalet aktiviteter i dessa flöden betydligt fler än i flöde 1. Dock, som nämnts ovan, är förutsättningarna sämre för dessa gällande val av styrningsmöjligheter. De stora kostnaderna för dessa flöden uppkommer till följd av sekvenseringen. Denna är dock nödvändig under rådande produktionssituation med ytbrist och stor variantflora. För att därmed kunna optimera denna del krävs att flertalet andra förbättringsinsatser genomförs först, detta överläggs vidare i det avslutande diskussionskapitlet.

Det kan konstateras att den största kostnadsposten är kapitalkostnaden vilken uppkommer på grund utav mycket bundet material i lager. Det kan även fastställas att denna kostnad är störst för flöde 1. Detta ger ytterligare skäl till varför första fokus i förbättringsprocessen bör ligga på detta flöde. Det kan återigen nämnas att produktfamiljen kamaxlars max- och minbuffertnivåer är baserade på mål "uppifrån" och inte på flödets förutsättningar. Det skapar en viktig frågeställning inför skapandet av det framtida flödet.

Utifrån ovanstående resonemang styrks att fokus vidare bör ligga på högvolymsflödet, det vill säga flöde 1, och att förbättra detta. Vidare bör olika varianter av styrningsmetod undersökas och lagernivåer med innehållande säkerhetslager sättas utifrån flödets rådande förutsättningar. Nedan presenteras en utredning av olika två styrningsmetoder, MRP och kanban, för det framtida högvolymsflödet.

6.2 Utredning av styrmetoder

Som tidigare presenterats bearbetas kamaxlar för 13-litersmotorer vid flödet A i bearbetningen. Dessa är vidare indelade i två bearbetningsgrupper med en stor mellanliggande omställning. De tre högvolymsaxlarna, vilka fokus ligger på, tillhör inte alla samma bearbetningsgrupp. Detta medför att även ett antal lågvolymsaxlar måste tas hänsyn till i den fortsatta analysen.

Analysen består av en kapacitetsanalys och mall för denna finns att studera i bilaga 5. Utgångspunkten vid kapacitetsanalysen av bearbetningen är som sådan att tillgänglig tid för arbete fastställs med hjälp av total tillgänglig tid och rådande MTBF och MTTR. Anledningen till att denna måste genomföras är som poängterat av Jonsson och Mattson (2009) att tidsförluster i form av bland annat maskinhaveri och förebyggande underhåll förekommer. Vidare anser nämnda författare att enstycksproduktion är idealet då mindre partistorlekar möjliggör för ett större kapacitetsutnyttjande. Mindre partistorlekar innebär vidare att fler omställningar måste till. Detta förutsätter dock att rådande efterfrågan möts samtidigt som fler omställningar sker. Av resonemanget har formel 10 skapats i syfte att utifrån rådande behov och taktider klargöra den tid som blir kvar för att göra omställningar på. Anledningen till detta att möjliggöra för så många omställningar som möjligt detta då det öppnar upp för mindre partistorlekar. Påpekas bör dock att förpackningsstorleken om 24 stycken ej går att påverka i dagsläget. Detta beror framförallt på den typ av ställageförvaring som företaget idag använder sig utav.

$$\text{Tid för omställningar} = \text{Total tillgänglig tid} - \frac{\text{Total tillgänglig tid}}{\text{MTBF}} \cdot \text{MTTR} - \sum \text{ställtider} - \sum (\text{cykeltid} \cdot \text{behov}) \quad (10)$$

6.2.1 Styrning med MRP

Det första styrningsalternativet som behandlas är MRP-styrning. Tanken är att bearbetningen konstant ska bearbeta nästa veckas behov och genom dessa regelbundna bearbetningsintervall skapa ett jämnare flöde. Med detta som utgångspunkt bestäms att det max behöver genomföras fjorton mindre omställningar varje vecka (en per artikel). Detta då det ses som onödigt att tillverka en mindre del vid flera olika tillfällen inom en vecka om materialet ändå inte ska användas förrän under nästa. Den extra kapitalbindning som uppkommer till följd av detta beslut är marginell.

Ett medelvärde för behovet per artikel och vecka fastställs med hjälp av data för förbrukningen under 2012. Från detta uppdagas att det tidsmässigt är möjligt med två stora omställningar mellan bearbetningsgrupperna per vecka. Utifrån detta har genomsnittliga lagernivåer beräknats. Utifrån presenterad teori kring kontinuerlig påfyllning och förbrukning har lagernivåer beräknats som säkerhetslager adderat till en veckas förbrukning. Anledningen till att utgångspunkten är förbrukning under en vecka är att lösningen medför att det går en vecka mellan bearbetning av samma axelvariant. I tabell 6 presenteras olika lagernivåer för högvolymsflödet utifrån olika servicenivåer.

Tabell 6. Lagernivåer vid olika servicenivåer

Servicenivå	Lagernivå	Andel av nuvarande lagernivå
80 %	1173 st	0,96
85 %	1215 st	1,00
90 %	1266 st	1,04
95 %	1345 st	1,06

6.2.2 Styrning med kanban

Alternativ två innebär en kanbanlösning och förutsättningen är fortfarande två stora omställningar per vecka. Anledningen till detta är att den tillgängliga tiden inte är tillräcklig för tre sådana. Antalet små omställningar sätts även de till en per artikel för att inte belägga systemet fullt ut. Vidare bestäms utifrån rådande behov, förpackningsstorlekar, ingående ledtider och säkerhetsmarginal antalet kanbankort som behövs i systemet, se bilaga 5 för beräkningsmall. Ledtiden för påfyllnad har här beräknats efter ett tänkt "worst case scenario". Detta scenario innebär att ett stort behov av en viss artikel uppstår och att bearbetning bör ske, men att alla andra varianter har ett mer kritiskt behov varpå dessa behöver bearbetas innan. Detta medför att ledtiden blir en summering av tiden för att tillverka respektive partistorlek av alla artiklar, uppskattad transporttid mellan bearbetning och montering och slutligen tiden för två stora och fjorton små omställningar.

Vidare bestäms maxlager med hjälp av framräknade antal kanbankort och förpackningsstorleken, se Bergvall och Nylund (2005). I tabell 7 presenteras maxlagernivåer utifrån olika säkerhetsmarginaler.

Tabell 7. Lagernivåer vid olika servicemarginaler

Servicemarginal (α)	Lagernivå	Andel av nuvarande lagernivå
0,1	1464 st	1,2
0,2	1560 st	1,3
0,3	1704 st	1,4

6.2.3 Analys av fall

Som nämnts innan har ett medelvärde för behovet per artikel och vecka fastställts med hjälp av data för förbrukningen under 2012. Något som bör poängteras är att dessa behov är till synes låga gentemot den av företaget angivna produktionstakten under perioden. Detta är viktigt att ta hänsyn till vid analys av ovanstående fall. Det kan dock fastställas att två stora omställningar med ovanstående siffror inte medför maximal beläggning varpå utrymme för volymökning finns.

Gällande alternativet med kanban finns det definitiva nackdelar. Sett till lagernivåer medför ovanstående kanbanalternativ högre lagernivåer än vad som existerar idag. Det kan även noteras att Toyota arbetar mot en servicemarginal på tio procent. Således kan det ses som svårt att sätta denna nivå som mål och även om så gjordes skulle det ändå innebära en högre lagernivå än den som råder idag. Vidare bör det påpekas att ledtiden är utformad efter ett "worst case scenario" och huruvida denna ledtid är rimlig att gardera sig emot kan ifrågasättas. Detta då "worst case scenario" här förutsätter att alla andra varianter ska bearbetas före vilket kan ses som osannolikt då ett par av dessa lågvolymsartiklar endast förbrukas fåtalet gånger per år. Slutligen kan det sägas att en stor andel av ledtiden beror på stora omställningstider och stora partistorlekar.

Det kan av ovan resonemang konstateras att det är svårt att i detta fall motivera för en kanbanlösning. Argumentet styrks ytterligare av svårigheten med att hantera det större antalet artiklar och variationen i efterfrågan. I flödet existerar artiklar med små behov vilka uppkommer endast ett fåtal gånger om året, med en MRP-lösning skulle detta kunna hanteras bättre. Detta framförallt då antalet omställningar och partistorlekar enkelt kan anpassas efter nästa veckas efterfrågan. I teorin framställs flexibelt kanbansystem av Bergvall och Nylund (2005) som ett alternativ då det råder variation i efterfrågan. Detta alternativ har dock ej utretts vidare i denna rapport då det ansetts som för komplext att utvärdera med hänsyn till såväl variation som stort antal artiklar.

Komplexiteten i flödet till följd av framförallt behovet av stora omställningar och förpackningsstorleken försämrar för en kanbanlösning. Ett ställningstagande bland bearbetningspersonalen måste då hela tiden göras till när det är det nödvändigt att göra en stor omställning och när det kan vänta. Förpackningsstorleken påverkar även både partistorlekarna och maxlagernivåerna.

Ett alternativ till kanban är CONWIP vilket bättre hanterar ett större antal varianter. Antalet produkter i ett CONWIP-system beräknas på samma sätt som antalet produkter för en kanbanlösning varpå lagernivåerna blir de samma. Anledningar till att inte tillämpa någon av dessa metoder är baserat på hur det ser ut i dagsläget. Under rådande förutsättningar kan endast ett fåtal omställningar göras per vecka, det medför att det även med en kanbanlösning måste bearbetas partistorlekar vilka motsvarar en veckas behov. Skillnaden i lagernivå mellan MRP och Kanban/CONWIP ligger då i att säkerhetslagret fasställs med två olika utgångspunkter, servicenivå eller "worst case scenario". Fördelen ligger därmed hos MRP-lösningen vilket i detta fall hanterar variationer bättre. Med bättre anpassade partistorlekar, uppdaterade vecka för vecka, riskerar inte heller säkerhetslagret att behöva utnyttjas i samma utsträckning vilket möjliggör för ett säkerhetslager enligt en lägre servicenivå.

Utifrån att valet av materialstyrningsmetod faller på MRP kan det vidare diskuteras vilken servicenivå som bör väljas. Utifrån de beräkningar som gjorts med olika servicenivåer kan det konstateras att en servicenivå på 85 procent kan erhållas utan att dagens lagernivåer överskrids. Enligt teorin bör högvärdesartiklar generellt lagerhållas i lägre nivåer till följd av kapitalbindingen. Kostnaden för lagerhållning måste dock ställas i relation till eventuell bristkostnad. Det finns vidare alltid en risk med minskade säkerhetsnivåer och simulering rekommenderas innan eventuella större förändringar genomförs. Dock som nämns ovan innebär MRP-lösningen mindre risk för att säkerhetslagret utnyttjas samt att kamaxlar anses som en högvärdesartikel varvid det framtida flödet kommer att utgå ifrån en servicenivå på 80 procent.

6.3 Förslag på framtida flöde

Framtida flöde 1 presenteras i en översiktlig karta i bilaga 6. Denna visar att materialet istället skall transporteras genom en annan terminal. Denna terminal ligger närmre belägen ML än den terminal som nyttjas idag. Vidare inkluderar det nya flödet ej aktiviteter som HL, EHBn och droppstationen, för detaljerad flödeskarta, se bilaga 7. I tabell 8 nedan framställs det framtida flödets HATS-data tillsammans med HATS-data för det nuvarande flöde 1.

Tabell 8. Jämförelse av HATS-data

Aktivitet	Nuvarande flöde 1		Framtida flöde 1	
	Antal (st)	Tid	Antal (st)	Tid
Hantering (H)	0	0	0	0
Administration (A)	2	0	1	0
Transport (T)	8	42,4 min	6	15,2 min
Lager (S)	5	106 h	5	103 h

Ur tabellen kan utläsas att antalet aktiviteter har reducerats från femton till tolv stycken vilket medför en reduktion av antalet aktiviteter med 20 procent. Likaså kan det konstateras att

transporttiden har minskat med 64 procent. Sett till detta kan det om kapitalkostnader exkluderas ur beräkningen sägas att de minskade aktivitetskostnaderna medför en kostnadsbesparing på 66 procent för det framtida flödet. Viktigt att poängtera är att dessa är indirekta besparingar då det gäller delade resurser. Det innebär att kostnaden inte försvinner från företaget totalt sett. Dock frigörs resurser och tillsammans med andra förbättringsarbeten kan detta i längden leda till direkta kostnadsbesparingar. Flödets utformning leder vidare till en minskad transportsträcka och enligt vald servicenivå erhålls PIA och genomloppstider enligt tabell 9 nedan. I tabellen ställs även ovanstående effektivitetsmått i relation till det nuvarande flödet.

Tabell 9. Jämförelse av effektivitetsmått

	Nuvarande flöde 1	Framtida flöde 1	Andel av nuvarande flödesdata
Total transportsträcka	1380 m	759 m	0,55
PIA	1216 st	1173 st	0,96
Genomloppstid	6,6 dagar	6,4 dagar	0,96

Då kamaxlarna inte längre skall lagras i HL måste hänsyn tas till antal tillgängliga pallplatser i ML. Enligt beräkningar finns det i nuläget inte tillräckligt med pallplatser i ML varpå nya ställagelager behöver monteras. Detta innebär vidare att en investeringskostnad i form av material och montering uppkommer.

Det för denna studie ställts krav på en viss avkastning för att det framtida förslaget på flöde skall realiseras. Det innebär här att investeringskostnaden ställs i relation till tänkt kostnadsbesparing. I tabell 10 presenteras kostnadsbesparingar och data vilken leder fram till detta förslags B/C-tal på 3,01. Detta B/C-tal medför en återbetalning på cirka fyra månader. Detta kan sättas i relation till de krav som sätts från företagets sida med B/C-tal på 3.

Tabell 10. Nuvarande och framtida flödeskostnader och B/C-tal

Sammanställd tabell utifrån ABC-kalkyl	
Totalkostnad nuvarande flöde 1 (kr/år)	440 810
Totalkostnad framtida flöde 1 (kr/år)	329 160
Kostnadsbesparing (kr/år)	111 650
Procentuell besparing	26 %
Investeringskostnad	37 965
B/C-tal	3,01

7. Reviderad modell

Kapitlet syftar till att presentera resultatet och lärdomar som dragits av fallstudien. Vidare kommer den teoretiska modellen att utvärderas och kompletteras.

7.1 Faktorer att beakta vid utformning av ett resurssnålt materialflöde

I den teoretiska modellen presenteras layoutförutsättningar som en faktor vilken påverkar hur ett resurssnålt materialflöde kan utformas. Denna kan bekräftas av studien då det framtida flödets utformning är beroende av layouten i och mellan fabrikerna på anläggningen. Exempelvis kan det inte frångås att leverantör och kund är belägna i två olika fabriker vilket medför en viss layout som flödet måste anpassas till.

Kamaxeln med sin stora volym och vikt bidrar till att en viss typ av hantering krävs. Det går exempelvis inte att bortse ifrån att hantering med exempelvis travers måste till. De på produkten ställda kvalitetskrav inverkar också på hur hantering och transport kan ske. Det kan därmed bekräftas att produktens karakteristik påverkar utformningen av flödet.

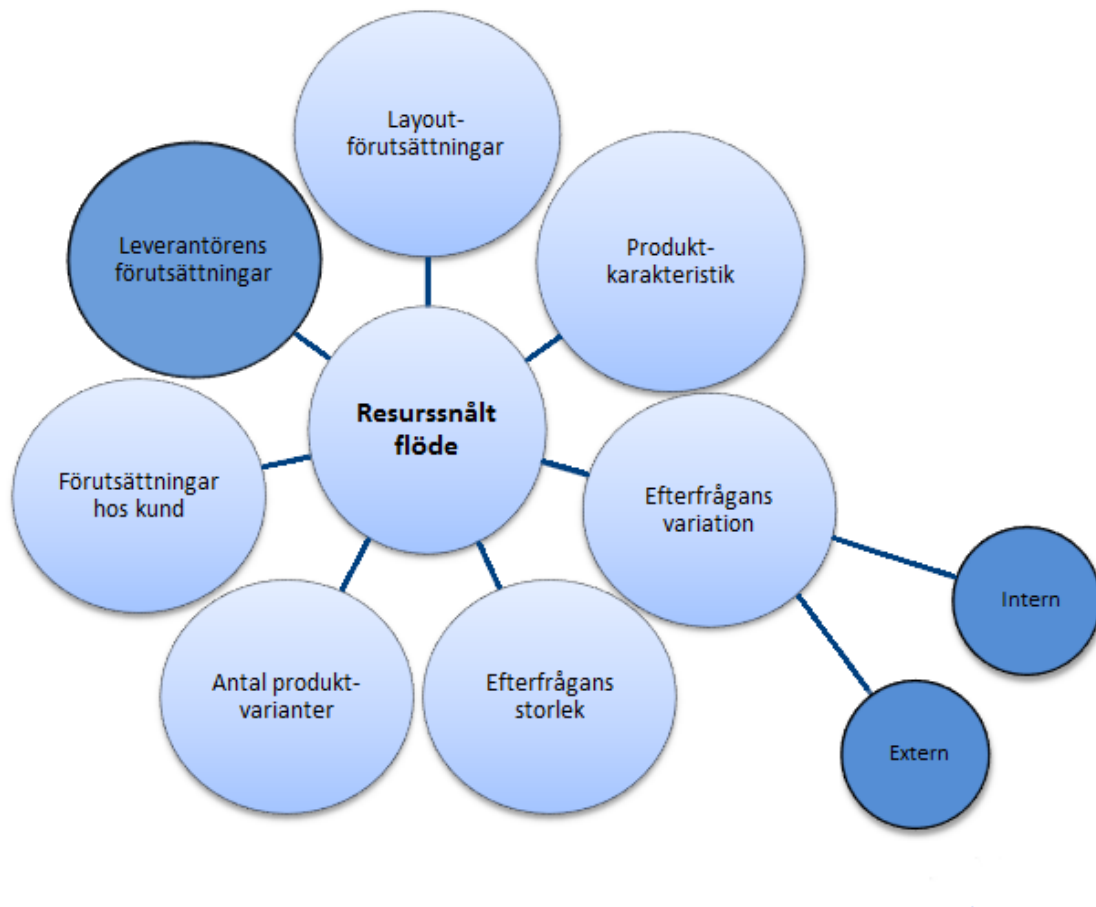
Produkternas variation i efterfrågan medför att optimal lagernivå ständigt måste revideras vilket försvårar möjligheterna för ett förbrukningsstyrt flöde. Studien stödjer därmed teorin gällande påverkande faktorer så som efterfrågans storlek och variation. Även antal produktvarianter är en faktor som påverkar utformningen i hög grad. De bidrar till en hög komplexitet vilket försvårar för hur det resurssnåla flödet kan utformas med ingående optimala lagernivåer. Att beräkna en optimal lösning är omöjligt utan algoritmer och simulering vilka båda är tids-och resurskrävande om än omöjligt. Antalet produktvarianter, efterfrågans storlek och variation påverkar framförallt möjligheterna till att styra flödet resurssnålare och inneha optimala lagernivåer sett till risk för brist och kostnader.

Faktorn variation i teorin beskriver variation skapad av den externa kundens efterfrågan. Utifrån studien har det framkommit att variation även kan skapas internt av det egna företaget. Exempel som uppdagats under studien är buffettkörning inför den klassiska svenska stängningen under sommaren. Således medför detta att ytterligare omdimensioneringar krävs eller att hänsyn konstant måste tas till den efterfrågan som råder vid buffettkörning. Detta medför i dessa fall större lager eller sämre kapacitetsutnyttjande av resurser under resterande delar av året. Sammanfattningsvis måste hänsyn därmed tas till både extern och intern variation vid utformade av flöde.

Studien bekräftar att de förutsättningar som råder hos kund påverkar utformningen. Studien exemplifierar detta då hänsyn måste tas till kundens, monterings, förutsättningar i form av ytkapacitet vid utformning av flödet. Likaså påverkar det faktum att monteringen kräver sekvenserade axlar utformningen. Behovet av sekvensering försvårar bland annat effektivisering av flöde 2 och 3.

De faktorer som framkom i den teoretiska modellen stämmer till stor del överens med det av studien framkomna resultatet. Dock bör den teoretiska modellen kompletteras med en ytterligare

påverkande faktor vilken identifierats under studiens gång. Av denna anledning presenteras nedan en kompletterad teoretisk modell.



Figur 12. Reviderad modell över faktorer som påverkar utformningen av ett resurssnålt materialflöde

Tillagd faktor är leverantörens förutsättningar vilken innebär att flödet ej kan resursoptimeras utan hänsyn tagen till leverantören. Som framgår i teorin är stabila processer med korta säkra ledtider och korta omställningstider att föredra. Detta är något som bearbetningen inte har. Det gäller därmed att ta hänsyn till dessa eller eventuellt andra faktorer som kan förekomma hos leverantören.

Sammanfattningsvis dras slutsatsen att för att optimera ett flöde måste hänsyn tas till faktorer hela vägen från leverantör till kund. Detta kan knytas an till inledningen som beskriver problem med suboptimeringar. För att ett flöde skall resursoptimeras krävs att hela kedjan tas med i beaktande inte enbart materialflödet i sig.

8. Diskussion

I kapitlet redogörs den diskussion som förts kring studiens resultat. Vidare kommer möjligheter och tankar kring företagets flöde att presenteras. Studiens generaliseringsmöjligheter och allmängiltighet kommer även att diskuteras.

8.1 Diskussion kring fallstudien på Volvo Powertrain

Det finns flera aspekter att diskutera gällande studien och företaget. Fokus hos företaget var att i studien identifiera förluster som om de eliminerades innebar kostnadsbesparingar. Sett ur ett kostnadsperspektiv blir det därmed viktigt att diskutera studiens riktighet gällande beräknade kostnader.

Vilka kostnader som valts att inkluderas och exkluderas påverkar slutresultatet, dock har nuvarande och framtida flöde belagts med kostnader utifrån samma preferenser. Det är alltid svårt att korrekt fördela ut indirekta kostnader på ett flöde vilket i denna studie inneburit att endast de kostnader som har varit direkt hänförliga till flödet tagits med. Vidare har detta medfört att den totala kostnaden enligt företaget ansetts som relativt låg. Fördelen med detta angreppssätt är dock att kostnadsdifferensen mellan nuvarande och framtida flöde troligen är uppnåbar. I slutändan medför detta ett lägre B/C-tal än om alla indirekta kostnader hade tagits med i beräkningarna. Enligt samma resonemang som ovan ligger styrkan i att även detta B/C-tal skildrar en återbetalning som troligtvis är möjlig.

Vidare kan det diskuteras huruvida det är nödvändigt med så många kamaxelvarianter eller om kundvärde kan uppnås på andra sätt. Den komplexitet som uppstår på grund utav tillhandahållandet av många produktvarianter kan dock ses som nödvändig om kunden efterfrågar en viss variantflora eller om kundsegment går förlorade för att behovet ej fullt ut tillgodoses. Variantfloran kan därmed ses generera ett kundvärde som väger upp för den nackdel som den skapar med exempelvis större lager och försvårad styrning.

I begynnelsen av studien var målsättningen för förbättring av flödet hög. Denna har dock under studiens gång reviderats, mycket till följd av flödets komplexitet. Resultatet bör dock ändå inte ses som ett misslyckande då förbättringar till stor del bygger på varandra. Det är viktigt att komma ihåg att många små förbättringar över tiden sammantaget ska ge stora sådana. Kontinuitet och att lära genom att göra är vidare viktiga delar när det kommer till förbättringsarbete. För att uppnå kontinuitet är det viktigt att inte stanna upp utan ha fokus på nästa steg och dess möjligheter. Det kan även vara fördelaktigt att ha en vision om vad förbättringsarbetet i framtiden skall leda till för att inte ta steg i fel riktning. Detta kopplar tillbaka till tanken om att se helheten och inte suboptimera.

Sett till det undersökta flödet har en stor förbättringspotential identifierats. Studien har dock endast resulterat i en rekommendation till ett första steg mot en förbättring. Vidare följer ett resonemang kring hur flödet i framtida steg skulle kunna förbättras mot att bli mer resurssnålt.

Ett första steg mot att skapa bättre flexibilitet i bearbetningen är att arbeta med ställtidsreduktion vilket skulle möjliggöra för mindre partistorlekar. Att där igenom även förbättra ledtiden genom

bearbetningen skulle möjliggöra för att bearbetning i större mån styrs av monterings förbrukning. Detta skulle eventuellt kunna öppna upp för styrningsmetoder så som flexibelt kanbansystem eller CONWIP. Vidare skapar mindre partistorlekar möjlighet att frångå racks om 24 stycken vilka placeras på pallar som förpackning och istället hantera axlarna i mindre enheter. Mindre förpackningsstorlekar möjliggör för att frångå pallställage som lagerförvaring och öppnar upp för en annan teknisk lösning. I denna lagerlösning skulle sekvenseringen kunna inkluderas och därmed effektiviseras. Visionen i framtiden är således att ha en kombination av sekvensering och lagerlösning som innebär minskad och flexiblare hantering och reducerade lagernivåer.

8.2 Diskussion kring studien och dess resultat

Flödets kund har i denna studie varit intern. Huruvida värde som skapas för den interna kunden kan sammankopplas med värde för den externa slutkunden kan diskuteras. Enligt inledande definition av kundvärde är en uppoffring för kunden varans pris, i detta fall motorn. Reducerad kostnad i ett materialflöde kan vidare kopplas till varans pris vilket måste täcka för denna kostnad. Således kan en minskad totalkostnad för flödet generera en mindre varukostnad och därmed större kundvärde. Huruvida detta uppnås beror dock på företaget, vilka kan välja att erhålla en större vinstmarginal istället för att erbjuda ett lägre pris. Sammantaget kan det sägas att företaget via kostnadsreducering har möjligheten att erbjuda kunden ett större värde vilket i framtiden kan leda till ytterligare intäkter.

En annan aspekt i studien att nämna är att liten hänsyn har tagits till mänskliga aspekter. Detta beror till stor del på det faktum att studien inte inkluderar en genomförandefas. Dock har studien inneburit att berörd personal tagits med i diskussionen för att ta del av deras åsikter och skapa delaktighet. Detta har lett till en acceptans som annars hade varit svåruppnådd till samma grad.

Aspekter som berör miljö och hållbarhet har inte heller varit i fokus under studien. Dock kan det inte frångås att aktiviteter som förbrukar resurser också i någon mån förbrukar resurser ifrån miljön, exempelvis energi som förbrukas i form av transporter. Genom att effektivisera flöden skapas således även ett, ur miljösynpunkt, mer resurssnålt flöde.

Studien har till stor del baserats på en variant av metoden värdeflödesanalys, VFA-F. Huruvida metoden är den mest fördelaktiga för det valda syftet kan diskuteras. En negativ aspekt är att metoden valdes före det att syftet klargjordes. Detta innebar en risk för att metoden inte på ett effektivt sätt skulle besvara syftet. I efterhand kan det dock konstateras att metoden var lämplig då den skapade en helhetsbild och genererade rätt typ av frågeställningar för att besvara syftet. Vidare har metoden varit fördelaktig då den på ett enkelt sätt skapat helhetsförståelse för flödet.

Studiens generaliseringsmöjligheter kan avrundningsvis diskuteras. Arbetet har utförts på ett företag och ett flöde. Likaså har metoden inneburit att ögonblicksbilder tagits av verkligheten vilket talar emot att en generalisering kan göras. Det kan även inte uteslutas att det finns fler faktorer som påverkar materialflöden, mycket beroende på att studien inte är kvantitativ. Dock syftar metoden till att just skildra det som i verkligheten sker för att ge en så sanningsenlig bild som möjligt. Faktorer som har identifierats kan ses som övergripande och även vara av betydelse vid utformning av materialflöden inom andra företag och branscher. Vidare styrks faktorernas trovärdighet av det faktum att de till stor del är bekräftade av befintlig litteratur. Den av oss kompletterade faktorn kan även styrkas av teorins nämnda fallgrupp, suboptimering.

I detta fall var flödet komplext och stora förbättringar var här svåra att direkt implementera. Detta innebär dock inte att arbetet är mindre viktigt då det ofta krävs en förbättring för att nästa möjlighet skall uppdagas. Studien har slutligen bekräftat tankar kring vikten av att även förbättra materialflöden och dess stora potential till att bidra till ett större kundvärde.

9. Källförteckning

Ax, C., Johansson, C. och Kullvén, H. (2011) *Den nya ekonomistyrningen*. Upplaga 4:4. Malmö: Liber AB

Axelsson, B. och Borg, M. (2011) *Värdeflödesanalys med fokus på förbättring av ledtid och leveransprecision*. Luleå: Luleå tekniska universitet. (Examensarbete inom Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle).

Bergvall, M. och Nylund, F. (2005) *Kanban- Kanbansystem i stokastiska miljöer*. Luleå: Luleå Tekniska Universitet (Avdelningen för Industriell Logistik)

Dahlbom, U. (2003) *Matematisk statistik*. Göteborg: HB matematiklitteratur.

Eriksson, L-T. och Wiedersheim-Paul, F. (2006) *Att utreda, forska och rapportera*. Upplaga 8:1. Malmö: Liber AB.

Finnsgård, C., Medbo, L., Johansson, M. och Wänström, C. (2011) *Materials flow mapping: a tool for describing and assessing performance of material flows in supply chains*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Gillham, B. (2010) *Case Study Research Methods*. [Elektronisk] London: Continuum International Publishing

Hines, P., Holwe, M. och Rich, N. (2004) Learning to evolve – A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production management*, vol. 24, nr 10, ss.994-1011.

Hopp, W och Spearman, L. (2004) To Pull or Not to Pull: What Is the Question? *Manufacturing & Service Operation Management*, vol. 6, nr 2, ss. 133 – 148.

Inbound logistics (2013) *Glossary of Supply Chain Terms*. <http://www.inboundlogistics.com> (2013-04-10)

Jeganathan, K. och Mani, M. (2011) *Improving the material and information flow from subassembly shop to multiple final assembly lines*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. (Examensarbete inom institutionen för produkt- och produktionsutveckling)

Jones, D. T., Hines, P., & Rich, N. (1997) Lean Logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics*, vol. 27, nr 3, ss. 153-173.

Jonsson, P. och Mattson, S-A. (2009) *Manufacturing, Planning and Control*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

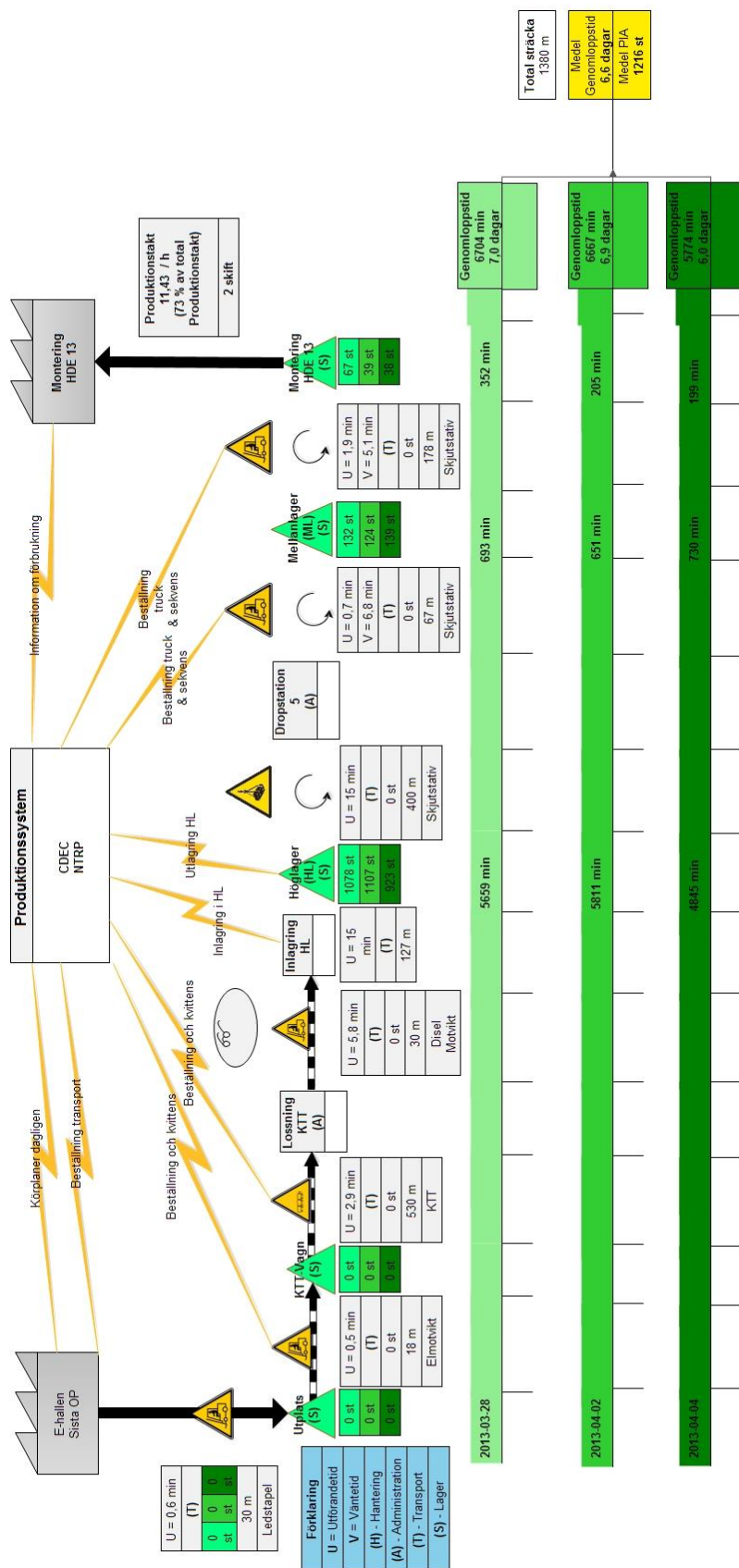
Jonsson, P. och Mattson, S-A.(2011) *Logistik- Läran om effektiva materialflöden*. Upplaga 2:1. Lund: Studentlitteratur.

Larsson, B. och Enarsson, L. (2012) *VSM och 16 förluster*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. (Examensarbete inom institutionen för tillämpad mekanik)

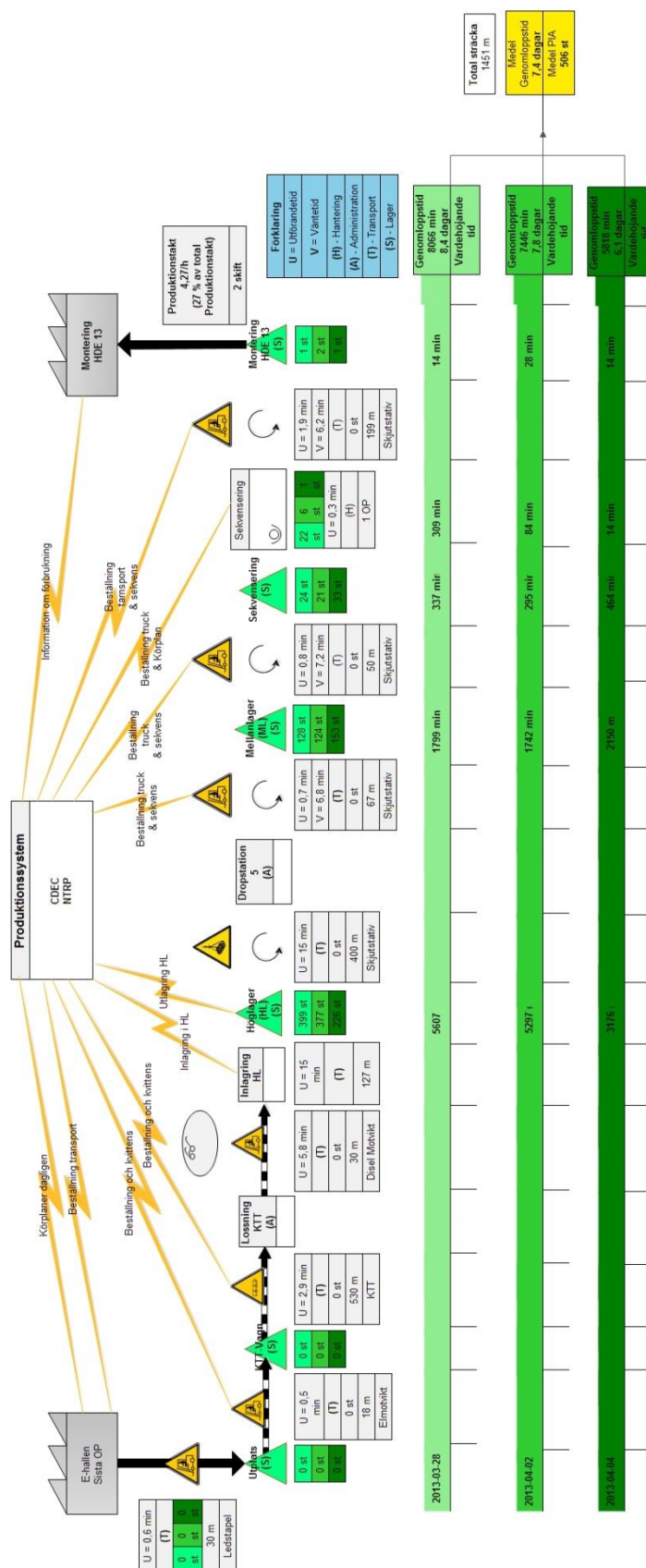
Liker, J. och Meier, D. (2006) *The Toyota Way Fieldbook – A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Upplaga 3. Norcross: Engineering & Management Press.
- Nayab, N. och Scheid, J. (2011) Pros and Cons of Activity-Based Costing. *Bright Hub*. <http://www.brighthub.com> (2013-04-04).
- NE (2013) *Överliggande kamaxel*. <http://www.ne.se> (2013-03-22).
- Neely, A., Gregory, M. och Platts, K. (1995) Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 15, nr 4, ss. 80-116.
- Popesko, B. (2010) Utilization of activity-based costing system in manufacturing industries - methodology, benefits and limitations. *International Review of Business Research Papers*, vol. 6, nr 1, ss. 1-17.
- Rother, M. och Shook, J. (2004) *Lära sig se – Att kartlägga och förbättra värdeflöden för att skapa mervärden och eliminera slöseri*. Stockholm: Lean forum.
- Segerstedt, A. (2011) *Produkter i arbete: praktiskt värsta utfall!? Luleå: Luleå tekniska universitet*.
- Segerstedt, A. (2011) *Dimensionering av buffertar i ett flöde: CONWIP och/eller Kanban styrning? Luleå: Luleå tekniska universitet*.
- Segerstedt, A. (2009) *Logistik med focus på Material- och Produktionsstyrning*. Upplaga 2. Malmö: Liber
- Sigbrandt, P-E. och Langbeck, B. och Medbo, L. (2012) *Metoden VFA-Försörjningskedjor, VFA-F*. Swerea IVF AB och Chalmers avdelning för logistik och transport.
- Spearman, M., Woodruff, D. och Hopp, W. (1990) CONWIP: A pull alternative to kanban. *The International Journal of Production Research*, vol. 28, nr 5, ss.879-894.
- Volvo Group Sverige (2013) *Volvo Powertrain*. <http://www.volvogroup.com> (2013-03-01)
- Wallén, P. & Larsson, H. (2008). *Value stream mapping at Autoliv Sweden AB*. Borås: Högskolan i Borås. (Examensarbete inom institutionen Ingenjörshögskolan)
- Williams, B. (2008) Cost-benefit analysis. *Economic & Labour Market Review*, vol. 2, nr 12, ss. 67-70.
- Wilson E. och Woodside, A. Case study research methods for theory building. *Journal of business and Industrial marketing*, vol. 18, nr 6/7 (2003), ss. 493-508.
- Womack, J. och Jones, D. (1996) *Lean Thinking, Banish waste and create wealth in your corporation*. [Elektronisk]. New York: First Free Press Edition
- Yin, R. (2009) *Case Study Research- Design and Methods*. Upplaga 4. Thousand Oaks: SAGE Publications Inc.

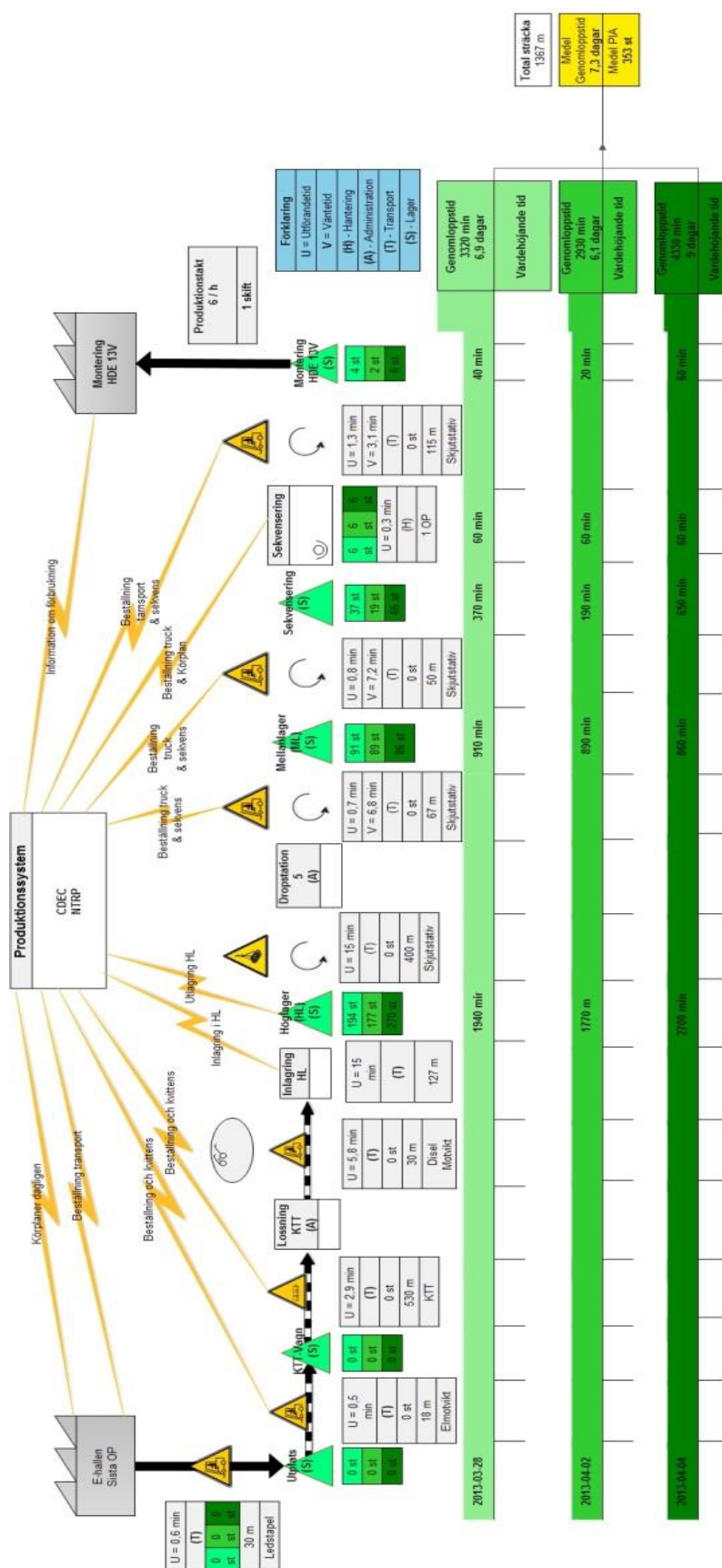
Bilaga 1 - Flödeskarta för flöde 1, ss. 1(3)



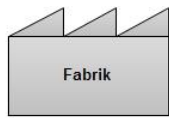
Bilaga 1 – Flödeskarta för flöde 2, ss. 2(3)



Bilaga 1 – Flödeskarta för flöde 3, ss. 3(3)



Bilaga 2 – Symboler flödeskarta



Fabrik
Kund eller
leverantör



Lager



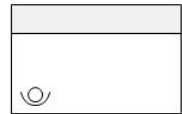
Trucktransport



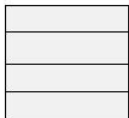
Hängande last
(Elektrohängbana)



KTT - transport



Process med operatör



Informationsruta



Förflyttning av
material,
tryckande



Förflyttning av
produkter till
kund



Förflyttning av
material,
dragande



Styrning
genom tillsyn
av operatör

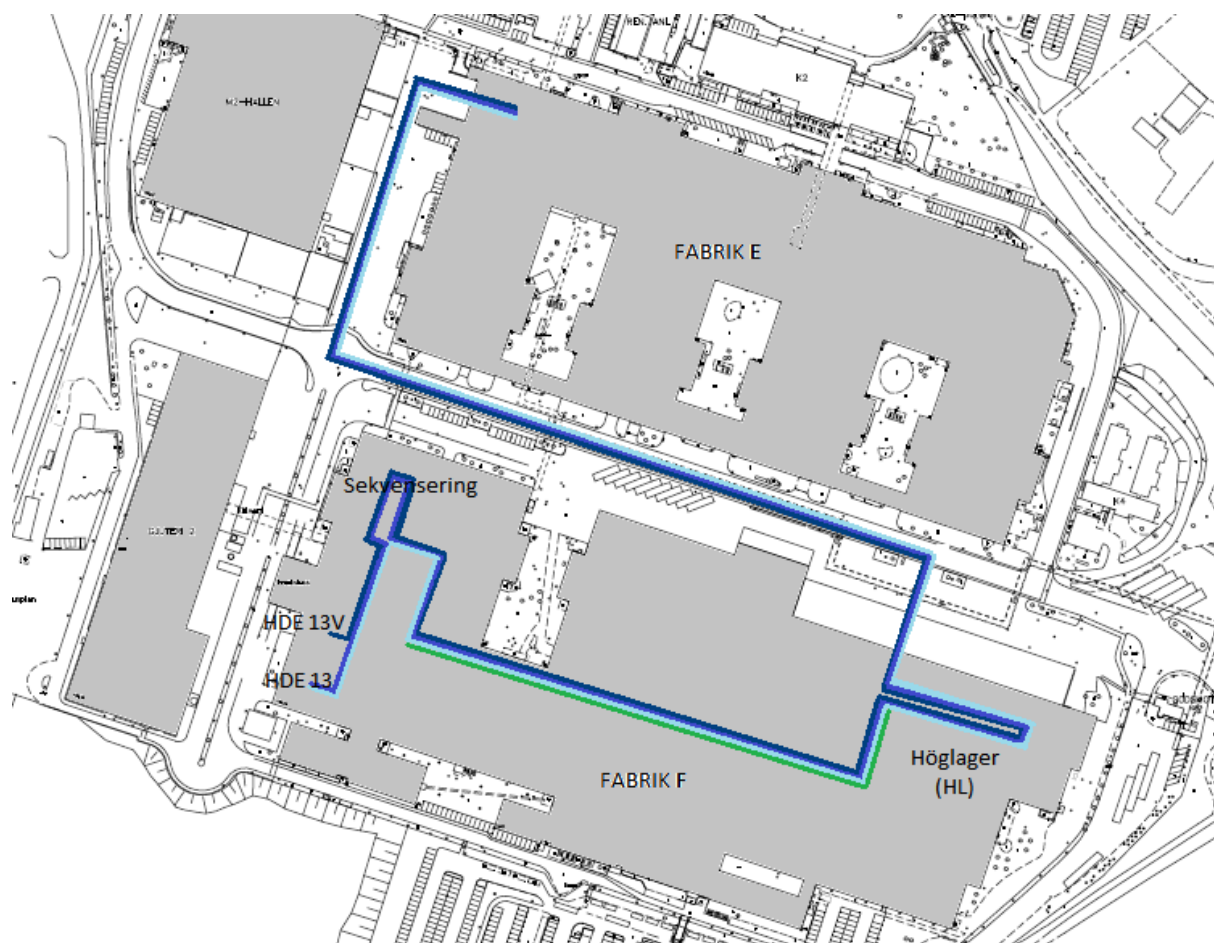


Aktivitet



Elektronisk
informationsflöde

Bilaga 3 – Översiktsbild över nuvarande flöden



Bilaga 4 – Beräkningarna för transportledtider och materialets väntetider

Informationen som behandlas i NTRP är tid för när en beställning sker (*created time*) och tiden för då materialet är levererat (*finished time*), nedan redovisas hur medelvärden för systemets ingående ledtider beräknas.

$$\text{transportledtid} = \frac{\sum_n(\text{created time} - \text{finished time})}{n}$$

De framkomna medelvärdena över transportledtiderna tillsammans med den faktiskt uppmätta tiden för utförandet ligger vidare till grund för beräkning av materialets väntan.

$$\text{väntetid} = \text{transportledtid} - \text{faktisk transporttid}$$

	Väntetid (min)	Transportledtid (min)	Faktisk transporttid (min)
KTT- transport	171,1	174	2,9
DS5-ML	6,8	7,5	0,7
ML-Sekvensering	7,2	8	0,8
ML-HDE13	5,1	7	1,9
Sekvensering- HDE13	6,2	8,1	1,9
Sekvensering- HDE13V	3,1	4,4	1,3

Bilaga 5 - Kapacitetsanalys och beräkning av antal kanbankort

Kapacitetsanalys

Ställtid (min)	
Stycktid (min)	
MTBF (tim)	
MTTR (tim)	
Tillgänglig tid (h/vecka)	
Uptime %	
Tid för produktion timmar per vecka	
Efterfrågan per vecka	
Operationstid min/vecka	
Tillgänglig tid för omställning (h/vecka)	
Antal omställningar	

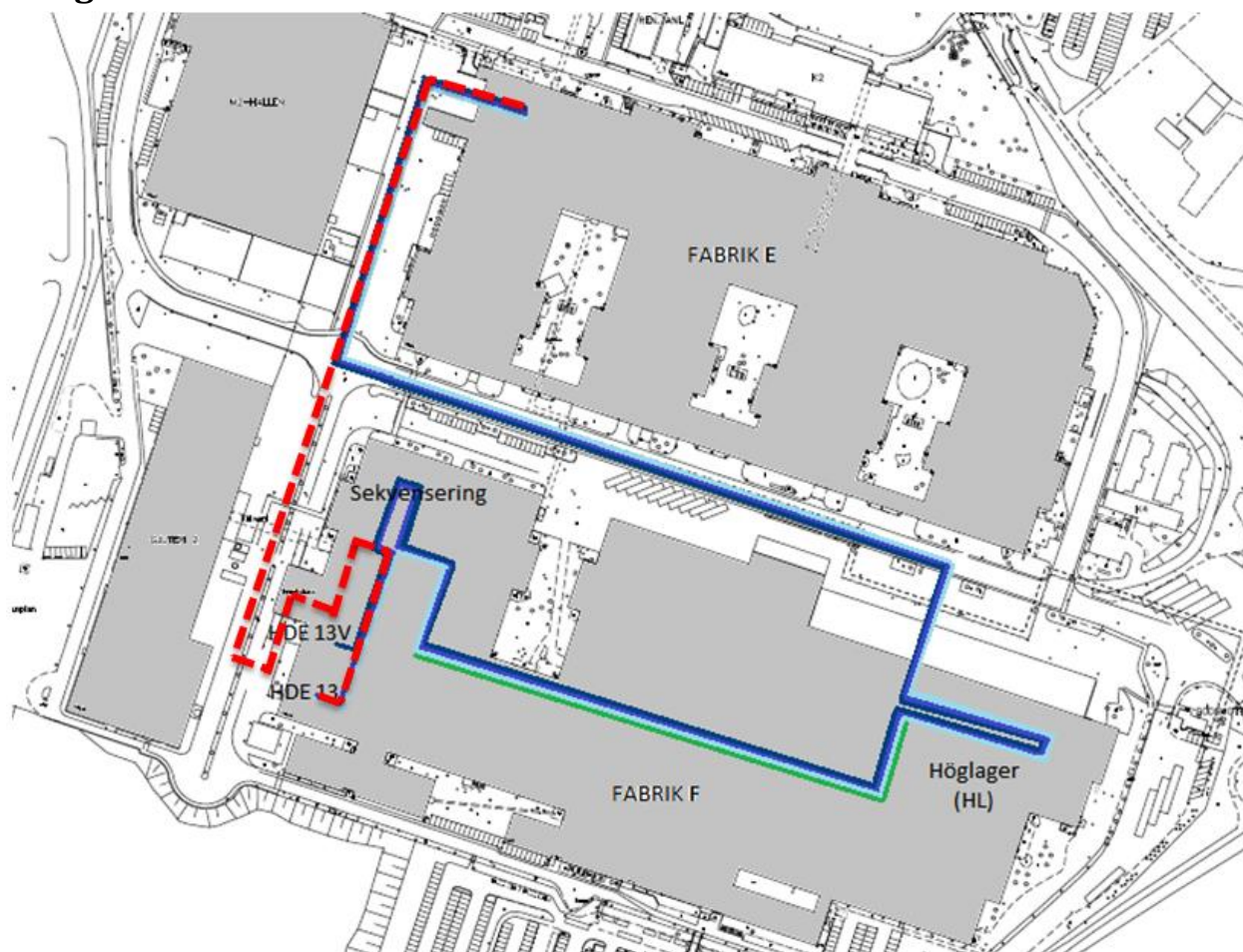
Artikel	Förpackningsstorlek
---------	---------------------

Artikel	Efterfrågan per vecka
Totalt	

Antal kanbankort

[illegible]

Bilaga 6 – Översiktsbild över framtida flöden



Bilaga 7 – Flödeskarta på framtida flöde 1

