

CHALMERS



Att reducera ledtiden i en produktion med hög variation och låg volym

En casestudie på Lab.gruppen

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Ekonomi och produktionsteknik*

LINNEA EDESPONG

MATILDA GREEN

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

Avdelningen för logistik och transport

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg 2013

Examensarbete E 2013:034

Att reducera ledtiden i en produktion med hög
variation och låg volym
– En casestudie på Lab.gruppen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Ekonomi och produktionsteknik

LINNEA EDESPONG

MATILDA GREEN

Att reducera ledtiden i en produktion med hög variation och låg volym
En casestudie på Lab.gruppen
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Ekonomi och produktionsteknik

LINNEA EDESPONG

MATILDA GREEN

© LINNEA EDESPONG & MATILDA GREEN, 2013

Examensarbete/Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola E 2013:034

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för logistik och transport
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Chalmers Reproservice
Göteborg, Sverige 2013

FÖRORD

Den här rapporten är resultatet av ett examensarbete om 15HP som utförts våren 2013 på högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik vid Chalmers tekniska högskola. Utan stöd och positiva hejarop från vår fantastiska handledare på Chalmers, Sara Algestam, hade projektet inte varit genomförbart, därför vill vi rikta ett speciellt tack till henne. Även examinator Peter Olsson ska ha ett hjärtligt tack för hjälp med svårknäckta nötter som uppkommit under projektets gång.

Vi vill även passa på att tacka all personal på Lab.gruppen för ett varmt mottagande och för all hjälp under våren. Framförallt vill vi rikta ett tack till Fredrik Johansson, produktionschef på Lab.gruppen, som fungerat som handledare och som bidragit med mycket värdefull information till studien.

Linnea Edespong & Matilda Green

Göteborg Maj 2013

Lead time reduction in high variety low volume manufacturing - A case study at Lab.gruppen

LINNEA EDESPONG & MATILDA GREEN

Department of Technology Management and Economics

Division of logistics and transport

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Due to increasing product availability and higher demands on fast deliveries, the competition between companies is growing. To be able to satisfy the customers' requests an efficient logistics system with short throughput time is required. By using tools associated with Lean production companies are able to make great improvements in their manufacturing systems and reduce lead times to satisfy customer demands.

There are two classifications associated with manufacturing, high variety and low volume (HVLV) and low volume and high variety (LVHV). The general belief is that the concept of Lean production is difficult to implement in a production environment with high variety and low volume due to the concept being adapted to mass production. It has been established that different efforts are required to be able to successfully make such an implementation. The company Lab.gruppen is considered to have a production process that falls in between the two manufacturing classifications, but leaning more towards high variety and low volume. The company also has a high degree of control and test of their products.

The objective of the case study is to investigate how the lead time in a production flow, characterized by high variety and low volume, can be reduced without deviating from the requirement of testing all products.

The company's value stream has been mapped using the Lean method Value stream mapping presented by Rother and Shook (2003). This has been done to investigate the current state of the production flow as well as identifying factors that affect the lead time. The problem areas were identified and some actions to be taken were proposed in a future state map. A theoretical study was performed to investigate what factors affect the lead time in a company with HVLV qualifications, which resulted in an analytical framework.

With the analytical framework and the empirical study as a base, an analysis was executed to reach the purpose of the study. One conclusion was that testing was not the main factor to affect the lead time. According to the case study it was shown that products waiting in between the processes had the greatest effect on the lead time. In addition, it was established that adapted Lean production principles are possible to implement in a company with given conditions.

Key words: Value stream mapping, HVLV, lead time, Lean production

SAMMANFATTNING

Till följd av allt högre tillgänglighet och höga krav på snabba leveranser ökar konkurrensen på marknaden. För att företagen skall kunna uppfylla kundernas önskemål krävs ett effektivt logistiksystem med kort genomloppstid. Med hjälp av verktyg förknippade med Lean production kan företag åstadkomma stora förbättringar i sina produktionsflöden och reducera ledtider för att tillfredsställa kundens behov.

Inom tillverkning finns två klassningsextremer, hög variation och låg volym (HVLV) samt låg variation och hög volym (LVHV). Det kan i allmänhet anses svårt att implementera Lean production vid tillverkning av produkter med hög variation och låg volym då konceptet är anpassat för en produktion med motsatta förhållanden. Det har konstaterats att det krävs andra ansträngningar för att lyckas med en sådan implementering. Lab.gruppen står som exempel på ett företag som bedöms ha en tillverkning som faller in mellan de två klassningsextremerna och lutar mer åt hög variation och låg volym. Företaget arbetar dessutom under krav på en hög grad av kontroll och tester av sina produkter.

Syftet med casestudien är att undersöka hur ledtiden kan reduceras i ett produktionsflöde som karaktäriseras av hög variation och låg volym och som har krav på 100 procent kontroll av produkterna.

Företagets produktionsflöde har kartlagts med hjälp av en värdeflödesanalys, en vedertagen metod inom Lean production, för att utreda nuläget samt identifiera faktorer som påverkar ledtiden (Rother & Shook, 2003). Problemområden identifierades och förslag på åtgärder presenterades i en karta över ett framtida tillstånd. Dessutom gjordes en omfattande teoretisk studie för att utreda vad som påverkar en ledtid för ett företag med HVLV-förutsättningar, som resulterade i en teoretisk analysmodell.

Med bakgrund i den teoretiska analysmodellen samt den empiriska studien utfördes en analys och diskussion för att uppfylla studiens huvudsyfte. Slutsatsen var att kontrollen inte var det moment som påverkade ledtiden mest utan det visade sig vara väntan mellan processerna samt lager som hade störst inverkan. Dessutom konstaterades det att anpassade Lean production-principer är möjliga att implementera vid företagets givna förutsättningar.

Nyckelord: Värdeflödesanalys, HVLV, ledtid, Lean production

INNEHÅLL

1	INLEDNING.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte.....	2
1.3	Precisering av frågeställning.....	2
1.4	Avgränsningar.....	2
2	METOD.....	3
2.1	Forskningsmetod	3
2.2	Datainsamling.....	3
2.3	Värdeflödesanalys	4
2.4	Reliabilitet.....	6
2.5	Validitet	6
3	TEORETISK REFERENSRAM	8
3.1	Tider i produktionsflödet.....	8
3.1.1	Ledtid	8
3.1.2	Takttid.....	8
3.1.3	Processtid	9
3.1.4	Cykeltid	9
3.2	Logistiksystemets flöden	9
3.2.1	Materialflöde	9
3.2.2	Informationsflöde.....	10
3.3	Lean production	10
3.3.1	Slöseri	10
3.3.2	Enstycksflöde.....	11
3.4	Push-system	12
3.5	Pull-system	12
3.5.1	Kanban.....	13
3.5.2	Conwip.....	14
3.5.3	Hybrid Kanban/Conwip	14
3.6	Standardiserat arbete.....	15
3.7	5S	15
3.8	Materialpresentation	16
3.9	Klassningsextremer	16
3.10	Implementering av Lean production vid hög variation och låg volym	17

3.11	Teoretisk analysmodell.....	18
4	BESKRIVNING AV NULÄGET	19
4.1	Företagsprofil	19
4.2	Produkter.....	19
4.3	Takttid.....	20
4.4	Cykeltid	20
4.5	Informationsflöde.....	21
4.6	Materialflöde.....	21
4.6.1	Lager hos leverantör.....	21
4.6.2	Komponentlager.....	22
4.6.3	Service	22
4.6.4	Plock	22
4.6.5	Förmontering.....	23
4.6.6	Montering.....	23
4.6.7	Test	25
4.6.8	Pack	27
4.6.9	Färdigvarulager.....	27
4.7	Resultat av värdeflödesanalys.....	27
5	ANALYS OCH DISKUSSION	30
5.1	HVLV eller LVHV?.....	30
5.2	Lean production i HVLV	31
5.3	Teoretisk analysmodell.....	31
5.4	Val av styrsystem.....	32
5.5	Lager	35
5.6	Standardiserat arbetssätt.....	35
5.7	5S	36
5.8	Produkternas utformning.....	36
5.9	Rekommenderat framtida flöde.....	37
5.9.1	Takttid.....	38
5.9.2	Batchstorlek.....	39
5.9.3	Lagerhållning	39
5.9.4	Service	40
5.9.5	Plock	41
5.9.6	Montering.....	41

5.9.7	Produkter utifrån	42
5.9.8	Test	42
5.9.9	Sluttest och pack	43
5.9.10	Förväntade effekter av förändringar	43
5.9.11	Handlingsplan	44
6	SLUTSATS	45
	REFERENSER	46

1 INLEDNING

Avsnittet har för avsikt att introducera läsaren till studiens bakgrund och dess syfte. Det avser även presentera de avgränsningar som gjorts.

1.1 Bakgrund

Idag finns en stor tillgänglighet på varor från hela världen och konkurrensen på marknaden ökar (Fisher, et al., 1994). Fenomenet är till stor fördel för kunderna, men försvårar planeringsarbetet för företag (ibid.). Kunderna ställer krav, inte bara på bra kvalitet och rätt funktioner, utan vill även ha tillgång till varorna när det passar dem (Jonsson & Mattsson, 2011). Kunderna förväntar sig snabba leveranser och de företag som lyckas uppfylla önskemålen genom ett effektivt logistiksystem har därför ett stort försprång i konkurrensen. För att klara av att leverera snabbt krävs korta genomloppstider i hela verksamheten (ibid.).

Lean production är ett aktuellt koncept där befintliga resurser skall utnyttjas så effektivt som möjligt (Liker, 1998). Många företag börjar arbeta med Lean, men en stor andel lyckas inte uppnå de förbättringar de önskade (Liker & Rother, 2011). Det krävs enligt Toyota hårt arbete och uthållighet för att framgångsrikt kunna utnyttja konceptet (Liker & Meier, 2006). Genom att arbeta med Lean-anpassade verktyg, såsom värdeflödesanalys, har tillverkande företag möjlighet att minska slöseri i sin verksamhet och reducera ledtiden i produktionen (Rother & Shook, 2003).

Pandian, et al. (2010) beskriver två klassningsextremer inom tillverkning, produktion med hög variation och låg volym (HVLV) samt produktion med låg variation och hög volym (LVHV). Lean production kan anses vara anpassat för den sistnämnda eftersom principerna utgår från den typen av produktion (Horbal, et al., 2008). På grund av det krävs vissa anpassningar varför det gjorts studier på hur Lean kan implementeras i företag med olika förutsättningar. För att reducera en ledtid med hjälp av Lean-principer i en produktion med hög variation och låg volym krävs andra ansträngningar än för företag med andra förutsättningar (Jina, et al., 1997). Därför är det viktigt att analysera vilken typ av klassning ett företag har

Som nämns ovan har flera författare, bland annat Horbal et al. (2008) och Pandian et al. (2010), beskrivit hur Lean production kan implementeras i olika klassningsextremer. Ett område som dock är relativt lite berört är hur krav på 100 procent kontroll påverkar förutsättningarna för att implementera principer förknippade med Lean i en produktion. Studien kommer därför att bidra med forskning inom området, hur implementeringen av verktyg för att reducera ledtiden påverkas av kravet på 100 procent kontroll. Kravet utgör en begränsning för hur mycket ledtiden går att reducera och kan enligt Liker och Meier (2006) klassas som ett rent slöseri i en verksamhet. Problemet påverkar såväl företag som kunder. Företaget begränsas i sin möjlighet att skapa ett flöde med kortast möjliga genomloppstid och kunderna får betala för tiden som går åt till aktiviteten.

Inom den professionella ljudindustrin ställs mycket höga krav på produkternas tillförlitlighet och kvalitet samtidigt som kunderna förväntar sig att få sina produkter levererade snabbt. I den industrin verkar Labgruppen AB som tillverkar avancerade ljudförstärkande produkter. I fabriken i Kungsbacka är målet att sänka ledtiden för att kunna möta kundernas krav på snabba leveranser. Labgruppen AB

har tidigare reducerat ledtiden i fabriken, men ser potential till ytterligare reduktion. De har i dagsläget satt som mål att uppnå en ledtid på 2 dagar, räknat från plock av komponenter till pack av färdiga produkter. Företaget har stora lager både för inlevererade komponenter och färdiga produkter. Det beror bland annat på att säljbolagen i koncernen ställer krav på snabba leveranser från företaget. Dessutom varierar försäljningen stort under månaden och övervägande delen av antalet order till företaget kommer först i slutet av månaden.

Lab.gruppen bedöms inte passa in fullständigt i någon av klassningsextremer. Företaget erbjuder inte kundspecifika produkter, men har ett stort antal varianter inom varje produktfamilj. Det gör att volymen tillverkade produkter av varje sort blir relativt låg vilket gör att den inte klassas som LVHV. Företagets produktion verkar uppvisa egenskaper som gör att det ligger närmare en HVLV-miljö.

Företaget har i dagsläget ett tryckande system, som innebär att produkterna trycks genom systemet utan hänsyn till framförvarande processer (Jonsson & Mattsson, 2011). De har tidigare gjort försök att införa dragande system för att reducera ledtiderna. I ett dragande system sker produktion endast på signal från efterföljande process (Horbal, et al., 2008). Produktionssystemet på företaget anses ha stor potential att förbättras

1.2 Syfte

Casestudien görs i syfte att undersöka hur ledtiden kan reduceras i ett produktionsflöde som karaktäriseras av hög variation och låg volym och som har krav på 100 procent kontroll av produkterna.

1.3 Precisering av frågeställning

För att uppnå forskningsstudiens syfte har några forskningsfrågor definierats som besvaras med utgångspunkt i casestudien:

- Vad påverkar ledtiden i ett företag med krav på 100 % kontroll?
- Hur kan en ledtid reduceras genom förändringar och förbättringar i produktionsprocessen?
- Hur åstadkoms en ökning av andel värdeskapande tid utan att frånga en verksamhets unika aspekter?

1.4 Avgränsningar

Studien kommer endast att omfatta en av företagets åtta produktfamiljer, produktfamiljen C-series. Det för att noga kunna beskriva flödet och de processer som ingår i tillverkningen av en produkt. Dock kommer förbättringsförslagen som presenteras att påverka alla produkter som behandlas i flödet. Företagets serviceavdelning, belägen i produktionslokalen, kommer inte att innefattas i värdeflödesanalysen, däremot kommer den att kommenteras. Studien kommer vidare att fokusera på det faktiska produktionsflödet och inte ta fram förslag som gäller företagets lager då de utformas efter krav från säljbolagen. Avslutningsvis kommer studien att resultera i en rekommendation till företaget och inte genomförandet av den rekommenderade förändringen.

2 METOD

Följande avsnitt avser beskriva de metoder som arbetet följt. Dessutom presenteras reliabilitet och validitet för studien.

2.1 Forskningsmetod

För att förstå hur ett produktionssystem är uppbyggt och förstå vad som orsakar långa ledtider och stora mängder produkter i arbete har en casestudie utförts. Yin (2009) definierar casestudien som: "En empirisk utredning som undersöker ett nutida fenomen på djupet i sitt verkliga sammanhang speciellt då gränserna mellan fenomen och sammanhang inte är uppenbara". För att en casestudie skall vara motiverad att använda finns olika kriterier som bör vara uppfyllda och dessa kriterier utgår från tre frågor (Yin, 2009):

- Vilken typ av forskningsfråga skall studien svara på?
- Kräver studien kontroll av beteendemässiga aspekter?
- Fokuserar studien på nutida händelser?

Casestudien anses lämplig att använda då forskningsfrågorna är av karaktären hur och varför, alltså mer förklarande frågeställningar (Yin, 2009). Studien skall inte heller kräva kontroll av beteendemässiga aspekter, vilket den inte gör. Studien fokuserar även på nutida händelser där studerade händelser observeras direkt av utförarna, vilket är det sista kriteriet för en casestudie (ibid.). Syftet med casestudien har varit att skapa en förståelse för vad som påverkar en ledtid och vilka åtgärder som kan bidra till att reducera den. Det tillverkande företaget Lab.gruppen i Kungsbacka har valts som utgångspunkt för studien, ett företag som har långa ledtider i sin produktion samt mycket produkter i arbete.

2.2 Datainsamling

För att samla information till studien har både kvantitativa och kvalitativa metoder använts. Som Lakshman et al. (2000) beskriver innebär kvantitativa metoder undersökningar som kan beskrivas numeriskt. Kvalitativa metoder används när kontexten är svår att kontrollera eller är dåligt definierad (ibid.). I studien kan uppmätta tider och beräkningar anses ha sitt ursprung i kvantitativa metoder medan observationer av omständigheter i fabriken kan ses som kvalitativa. Den genomförda studien startade med kvalitativ och kvantitativ datainsamling på företaget. För att ha belägg för förslag på förändringar samt även presentera eventuell kritik mot föreslagna åtgärder utfördes en omfattande kvalitativ litteraturstudie för fördjupning i aktuella ämnesområden. För att kunna ge förslag på åtgärder som passar den typ av produktion som företaget har i dagsläget studerades bland annat beskrivningar av olika slags företag och deras produktion. Detta gjordes för att se vilka attribut som stämde överens med det studerade företaget och för att på så sätt kunna bedöma vilka lösningar som skulle passa deras produktion.

Den empiriska data som samlades in, i form av observationer och tidsmätningar, låg sedan till grund för den övergripande studie som utfördes. En analysmodell skapades med utgångspunkt i den teoretiska referensramen, med faktorer som anses påverka ledtiden i ett företag med studerade

förutsättningar. Den teoretiska analysmodellen applicerades på den insamlade datan för att kunna dra slutsatser om frågeställningarna.

2.3 Värdeflödesanalys

För att kunna analysera situationen i Lab.gruppens fabrik och kartlägga nuläget har en värdeflödesanalys utförts. Värdeflödesanalys, eller flödeskartläggning som det även kallas, är en vedertagen metod inom Lean production som används inom många branscher. Den ansågs därför passande för att utreda produktionen hos Lab.gruppen. Både materialflödet och informationsflödet för vald produktgrupp har kartlagts. Kartläggningen av samtliga processer som produkten genomgår från inleverans av komponenter till utleverans av färdiga produkter har utförts med hjälp av kvantitativa tidsstudier. Utförandet av analysen har skett i enlighet med de metoder som Rother and Shook (2003) beskriver i "Lära sig se". Metoden är uppbyggd av följande fem steg:

- I. Val av produkt eller produktfamilj
- II. Rita en karta över det nuvarande tillståndet
- III. Rita en karta över det framtida tillståndet
- IV. Ta fram handlingsplan för det framtida tillståndet
- V. Genomför och följ upp arbetet

Då studien endast omfattar en rekommendation till företaget om förbättringar i deras produktionsflöde för att reducera ledtiden kommer det femte steget i metoden att uteslutas.

I. Val av produkt eller produktfamilj

Tillsammans med representanter från företaget valdes produktfamiljen C series för studien. Enheterna i den valda produktfamiljen genomgår samma steg i produktionsprocessen och tar i stort sett lika lång tid att montera. Produktfamiljen valdes för att den är relativt vanligt förekommande i produktionen och efterfrågas regelbundet av kunderna. Dessutom ansågs dess förädlingssteg vara representativa för stora delar av sortimentet. Då värdeflödesanalysens syfte är att leda till förbättringar för hela flödet med alla produkter är det en fördel om den valda produktfamiljen är representativ för fler produktfamiljer (Rother & Shook, 2003). Att produktfamiljen var relativt vanligt förekommande underlättade dessutom studien då det fanns möjlighet att studera flödet av produkterna vid flera tillfällen och komplettera med information under arbetets gång.

II. Rita en karta över nuvarande tillstånd

För att få en uppfattning om det nuvarande tillståndet i tillverkningen följdes produktfamiljens väg från dörr till dörr i fabriken. Observationerna låg till grund för en karta över det nuvarande tillståndet där material- och informationsflöde ritades in. Analysen av det nuvarande tillståndet utfördes som rekommenderat av Rother och Shook (2003) med penna och papper på plats ute i produktionen. Längs vägen uppmättes och beräknades tider för varje processteg samt för lager och köbildningar. Det utförda arbetet och tidsåtgången studerades och utvärderades i efterhand. De mätvärden som samlades in användes för att beräkna processernas cykeltider samt den totala genomloppstiden för flödet. Även andelen värdeskapande och icke värdeskapande tid beräknades i flera av processerna.

På grund av produkternas långa ledtider och det låga antalet C series i produktionen har det varit omöjligt att genomföra alla mätningar på en dag. Tidsstudierna har därför skett vid olika tillfällen. De kvantiteter som anges i flödet är dock registrerade vid samma tidpunkt.

Informationen användes för att rita en karta över flödet där alla processer och lager presenterades tillsammans med nödvändig data för varje moment, som exempelvis cykeltider och antal produkter i flödet. Den karta som ritades upp representerar en ögonblicksbild över situationen i fabriken, därmed sagt att det möjligtvis inte alltid ser ut som kartan visar. De siffror som finns representerade i analysen är alla insamlade under tiden för studien och är således förstahandsinformation, inga standardtider har använts. Det är viktigt eftersom analysen annars förlorar en del av sin mening (Rother & Shook, 2003). Den framtagna kartan fungerar sedan som utgångspunkt för att mäta utslaget av de förändringar som införs (Suciu, et al., 2011). Även informationsflödet finns representerat i kartan och togs fram med hjälp av information från både produktionschef och anställda i fabriken.

Med hjälp av kartan över det nuvarande tillståndet samt de observationer som gjorts kunde en hel del slöseri samt många förbättringsmöjligheter upptäckas. Det här beskrivs vidare i kapitel 4.

III. Rita en karta över det framtida tillståndet

Efter färdigställandet av kartan över nuläget, studerades den insamlade informationen, som tillsammans med faktiska observationer och den teoretiska referensramen utgjorde grunden till ett förbättrat flöde. Förslaget ritades in i en ny karta som representerar det ideala framtida flödet med reducerade genomloppstider och färre produkter i arbete. För att skapa ett framtida flöde presenterar Rother och Shook (2003) åtta punkter som bör följas och det är även de här som legat till grund för diskussionen:

1. Vilken är takttiden?
2. Kommer man att producera för en supermarket med färdiga produkter eller leverera direkt till kund?
3. I vilka processer kan ett kontinuerligt produktionsflöde införas?
4. Vart behövs en supermarket för att kunna styra flödet i processer som befinner sig uppströms?
5. Från vilken punkt i produktionskedjan (pacemakerprocessen) kommer tillverkningen att styras?
6. Hur kan produktionsmixen utjämnas i pacemakerprocessen?
7. Vilka delmängder kommer regelbundet att tas ut från pacemakerprocessen?
8. Vilka processförbättringar blir nödvändiga för att få det flyt i värdeflödet som finns specificerat på kartan över det framtida tillståndet?

IV. Ta fram en handlingsplan för det framtida tillståndet

Värdeflödesanalysen avslutades med att ta fram en handlingsplan för att nå det framtida tillståndet med förslag på åtgärder samt processförbättringar som krävs. Kravet på handlingsplanen är att den skall innehålla realistiska och tidssatta mål (Rother & Shook, 2003). Handlingsplanen bör visa hur förändringar kan införas steg för steg för att möjliggöra test och utvärdering av åtgärderna innan implementering (ibid.).

V. Genomför och följ upp arbetet

Studien omfattar inte genomförandet av förändringen av produktionsflödet. Enligt Rother och Shook (2003) krävs det dock en förändringsstrategi samt ett starkt ledarskap och engagemang för att nå det ideala tillståndet.

2.4 Reliabilitet

När upprepade mätningar görs förekommer det alltid en viss variation i resultaten vilket medför en viss grad av otillförlitlighet (Carmines & Zeller, 1979). Dock förekommer ofta en trend genom upprepade mätningar som gör att resultaten kan ses som tillförlitliga (ibid.) Reliabiliteten anger tillförlitligheten i studie, det vill säga de metoder och instrument som används vid undersökningen (Ejvegård, 2009).

Metoden värdeflödesanalys har som syfte att presentera en ögonblicksbild av situationen i en fabrik (Rother & Shook, 2003). Tillförlitligheten hos de uppmätta värdena kan därför ifrågasättas. Då metoden kräver just en ögonblicksbild har undersökningen ändå utförts i enlighet med den, trots reducerad reliabilitet. Däremot gjordes observationer när samma moment utfördes av såväl vana som mindre vana medarbetare för att få en bild av hur stor skillnaden var. De uppgifter som presenteras i resultatet är dock baserade på tidsstudier från ögonblicksbilden.

När studien genomfördes på Lab.gruppen var hela gruppen alltid närvarande och observerade noga det arbetet som utfördes i fabriken. Framräknade ledtider i produktionen, med hjälp av Little's lag, kompletterades med egna observationer för att bekräfta tillförlitligheten i de metoder som använts för beräkningen.

Vid teoristudierna har flera källor använts och kritiskt granskats för att säkerställa dess tillförlitlighet. Både facklitteratur och akademiska publikationer har använts.

2.5 Validitet

När en undersökning görs är det viktigt att den undersöker det som den verkligen är tänkt att den skall undersöka (Ejvegård, 2009). Det är även viktigt att avgöra om undersökningen går att applicera i ett mer generellt sammanhang (Hernon & Schwartz, 2009). Inom samma undersökningsområde kan det förkomma olika sätt att mäta samma sak på. Det innebär att mått som beskriver samma sak kan vara helt värdelösa att jämföra om de inte är baserade på samma grunder (Ejvegård, 2009). En hög grad av reliabilitet leder inte direkt till en hög grad av validitet och tvärt om (Carmines & Zeller, 1979). En metod som är valid i något avseende är troligen inte lika valid i ett annat sammanhang (ibid.). Graden av validitet beror därför enbart på hur väl metoden och mätinstrumenten är anpassade för det arbete som utförs.

Validiteten kan delas in i två delar, intern och extern validitet. Hernon och Schwartz (2009) beskriver den interna validiteten som hur bra den använda metoden passar för sitt ändamål. Den externa validiteten är metodens lämplighet i ett mer allmänt sammanhang (ibid.). Då undersökningen på Lab.gruppen genomfördes med hjälp av en beprövad metod beskriven av Rother och Shook (2003) kan den anses vara högst valid, avseende den interna validiteten (Hernon & Schwartz, 2009).

Undersökningen utformades efter de förutsättningar som rådde i fabriken och kan därför vara mindre lämplig att använda i vilket annat sammanhang som helst, vilket medför att den externa validiteten kan ifrågasättas (Hernon & Schwartz, 2009). Undersökningen avgränsades till att omfatta en begränsad del av företagets verksamhet för att resultatet skulle bli en fördjupad undersökning och vara överskådligt.

3 TEORETISK REFERENS RAM

Kapitlet avser att beskriva den teori som ligger till grund för studien. Dessutom presenteras en sammanfattande teoretisk analysmodell som fungerar som utgångspunkt för slutsatser kring studiens huvudsyfte. Den teoretiska referensramen har för avsikt att ge en grund för analys av empirisk data och diskussioner samt ge läsaren förståelse för ämnesområdet som studien är byggd på.

3.1 Tider i produktionsflödet

Nedan presenteras de tider som använts inom ramen för studien och som dessutom finns presenterade i metoden för att utföra en värdeflödesanalys.

3.1.1 Ledtid

Ledtid kan definieras som den tid det tar för en artikel att genomgå alla processteg i ett värdeflöde, från inträde i fabriken till utträde (Rother & Shook, 2003). Ledtid benämns också genomloppstid och inkluderar såväl tid för bearbetning som tid för väntan och lagerhållning. För att beräkna ledtiden används Little's lag, se formel 3.1.

$$\text{Ledtiden} = \frac{PIA}{Kundbehovet} \quad (3.1)$$

Jonsson och Mattsson (2011) menar att en kort ledtid är ett måste för att kunna erbjuda kunden korta leveranstider. Att ha en lång ledtid har flera negativa aspekter. En lång ledtid kan dels medföra förlust av kunder på grund av för långa leveranstider. Dessutom leder det till ökad kapitalbindning. Jonsson och Mattsson (2011) menar att kapitalbindning och logistikkostnader har direkt inverkan på lönsamheten. Därför är det viktigt för företag att kunna identifiera dessa kostnader för att ge indikationer på företagets prestationer. Att ha lång ledtid och stora komponent- och färdigvarulager kan ge stora kostnader för företag, speciellt för dyra produkter då lagerhållningskostnaderna påverkas av värdet på artikeln. Desto längre fram i förädlingsprocessen en produkt befinner sig desto mer värde har den adderats och bidrar således till större kapitalbindningskostnader (ibid.). De presenterar en del av lagerhållningskostnaderna som kostnader för osäkerhet då lagerhållna artiklar innebär ett visst risktagande. Att lagerhålla ett större antal produkter kan medföra ökade kassationer eftersom hanteringen ökar.

3.1.2 Taktid

Takttiden anger produktionsfrekvens som grundas på kundernas efterfrågan (Rother & Shook, 2003). Den beskrivs som ett uttryck för produktionens tempo som anger med vilket intervall företagets produkter efterfrågas av kunden (Rother & Harris, 2007). Takttiden är central i en värdeflödesanalys då den fungerar som utgångspunkt för att sätta takten i flödet (Rother & Shook, 2003). Den beskrivs även som en referenspunkt att utgå från för att se hur bra processerna fungerar samt indikera förbättringsmöjligheter. Takttiden beräknas enligt formel 3.2.

$$Takt = \frac{Tillgänglig\ arbetstid}{Kundernas\ behov} \quad (3.2)$$

Att hålla sig inom takttiden kan vara svårt. Det krävs exempelvis snabba reaktioner vid fel för att inte överstiga den (Rother & Shook, 2003). Dessutom krävs eliminering av orsaker till oplanerade produktionsstopp och omställningstider.

3.1.3 Processtid

Processtiden är tiden för en fullständig operation, utan hänsyn till hur många produkter som bearbetas under den totala tiden (Petersson, et al., 2009). Vid behandling av endast en produkt är processtiden ekvivalent med cykeltiden.

3.1.4 Cykeltid

Cykeltiden anger hur lång tid det tar att bearbeta en produkt (Rother & Shook, 2003). Den anger alltså hur ofta en produkt lämnar processen i genomsnitt. Cykeltiden beräknas utifrån processtiden som divideras med antalet produkter och/eller antalet operatörer som utför bearbetningen. Beräkningsformeln för cykeltiden presenteras i formel 3.3.

$$Cykeltid = \frac{Processtid}{Antal\ produkter\ och/eller\ operatörer} \quad (3.3)$$

Om det finns stora skillnader mellan cykeltider och takttid indikerar det någon form av produktionsproblem (Rother & Shook, 2003).

3.2 Logistiksystemets flöden

Effektiva material- och informationsflöden är betydande delar i logistiken (Jonsson & Mattsson, 2011). I en värdeflödesanalys är huvudsyftet att kartlägga just material- och informationsflödet för en produkt. Rother och Shook (2003) poängterar vikten av att kartlägga båda då flödena kan anses vara två sidor av samma mynt.

3.2.1 Materialflöde

Materialflödet avser flödet av råmaterial, komponenter och färdiga produkter. För det tillverkande företaget går materialflödet från leverantörer, i form av råmaterial och komponenter, till kunderna, som färdiga produkter. Jonsson och Mattsson (2011) menar att flödet av material av många anses vara det primära flödet i ett logistiksystem på grund av resursutnyttjandet och den direkta miljöpåverkan.

Flödet av material ger upphov till produktionens ledtid, från råmaterialets inträde i flödet till de färdiga produkternas utträde (Jonsson & Mattsson, 2009). Flödet av material är således viktigt att hantera och kontrollera för att uppnå ett optimalt produktionsflöde med kortast möjliga ledtid. Ett effektivt materialflöde innebär att maximera resursutnyttjandet för att exakt motsvara kundens efterfrågan (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.2.2 Informationsflöde

Informationsflödet styr tillverkningen, det avgör vad som skall tillverkas och när (Rother & Shook, 2003). Jonsson och Mattsson (2011) beskriver informationsflödet som en förutsättning för att åstadkomma effektiva materialflöden. Information som används för att styra materialflödet i produktionen kan vara exempelvis kundbehov och tillgänglig kapacitet (ibid.).

Ett logistiksystem behöver kvalitativ planeringsinformation för att fungera effektivt (Jonsson & Mattsson, 2011). Om processerna i flödet får tillgång till rätt information på ett effektivt sätt kan det bidra till mindre fördröjningar, snabbare genomflöde och även ökad kostnadseffektivitet (ibid.). Informationssystemet är därmed en av nyckelfaktorerna till en optimal ledtid i en produktion.

3.3 Lean production

Konceptet Lean production härstammar från Toyotas produktionssystem som av många anses vara ett föredöme för effektiv och resurssnål tillverkning av högkvalitativa produkter (New, 2007). Konceptet grundas i en djupgående japansk filosofi som tillsammans med väl uttänkta metoder och verktyg skapar ett produktionssystem som många företag runt om i världen vill förstå och använda (Liker, 2004). Produktionssystemet beskrivs som komplext och omöjligt att kopiera helt, det måste anpassas till företagets förutsättningar (New, 2007). En viktig beståndsdel i konceptet Lean production är att specificera vad som skapar värde för slutkunden och åstadkomma värdet genom att utjämna flödet som drivs av kundens efterfrågan (Braglia, et al., 2006). En vanlig missuppfattning kopplad till Lean är att reduktion av antalet anställda är huvudsyftet. Tvärtom syftar idéerna till att utöka kapaciteten genom reduktion av kostnader och reducerade cykeltider genom att utnyttja de anställdas kompetens och kreativitet (Liker & Meier, 2006). Inom Lean förespråkas små förändringar över en lång tid vilket kräver tålamod.

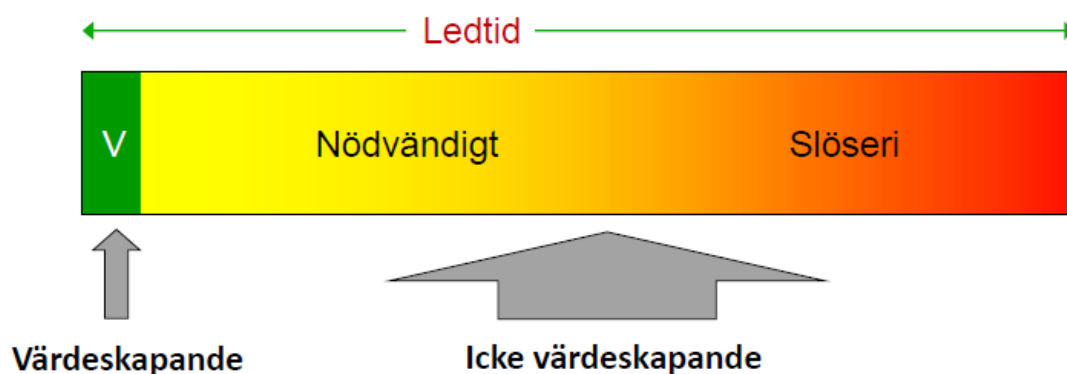
3.3.1 Slöseri

En betydande del av konceptet Lean Production handlar om att eliminera slöseri (Liker, 2004). En verksamhet som präglas av långa genomloppstider och ineffektiva processer kan till stor del bestå av slöseri. Slöseri beskrivs som de aktiviteter i ett produktionsflöde som inte tillför produkten något värde och därmed inte heller genererar kunden något värde. En viktig del i strävan mot ett effektivt produktionssystem och en kortare ledtid är att eliminera slöserier och att ständigt arbeta för att förbättra verksamheten (Liker & Meier, 2006). Liker och Meier (2006) beskriver de sju kategorier av slöseri som identifierats av Toyota och som kan återfinnas i ett producerande företag:

1. Överproduktion
2. Transporter
3. Onödiga rörelser
4. Lager
5. Väntan
6. Slöseri i processen
7. Kassation och omarbetning

Det brukar även nämnas en åttonde kategori som tar upp medarbetarnas outnyttjade kreativitet vilket förekommer då ledaren inte lyssnar på de anställda (Liker, 2004). Det kan resultera i förlust av förbättringsförslag, idéer, möjligheter till inlärning samt tidsförluster. Av de sju slöserierna anses överproduktion vara den värsta då den ofta bidrar till de andra slöserierna (Liker & Meier, 2006).

För att avgöra vad som är slöseri i en produktionsprocess delas ledtiden upp i andel värdeskapande tid samt andel icke värdeskapande (Liker, 2004). För en illustration av uppdelningen av en process se Figur 3.1. Värdeskapande tid är den andel av bearbetningen som verkligen adderar värde till produkten, ur kundens perspektiv (Rother & Shook, 2003). Delar av den icke värdeskapande tiden kan även anses vara nödvändigt icke värdeskapande, då vissa moment krävs för att möjliggöra en effektiv produktion (Olsson, 2013). Den nödvändigt icke värdeskapande tiden kan oftast inte elimineras helt, men bör reduceras så mycket som möjligt.



Figur 3.1: Uppdelning av ledtiden (Olsson, 2013).

Uppdelningen av ledtiden görs för att kunna eliminera, alternativt reducera, tid för de aktiviteter som inte tillför produkten något värde (Liker, 2004). Genom att göra det kan produktens totala ledtid reduceras. I traditionell industri ligger fokus på att optimera den värdeskapande tiden, vilket ger en liten inverkan på ledtiden. Att istället fokusera på reduktion av den icke värdeskapande tiden, som förespråkas inom Lean production, kan ge en betydligt större inverkan på ledtiden (ibid.).

3.3.2 Enstycksflöde

Horbal et al. (2008) presenterar enstycksflöde som ett verktyg för att reducera ledtiden samt lagerhållningen i produktionsflödet. Svårigheten när produktionsmiljön har en hög variation är att balansera arbetet i förhållande till olika arbetsinnehåll för olika produkttyper.

Taiichi Ohno, grundaren till Toyota Production System, menar att enstycksflöde är det ideala i ett produktionssystem (Liker & Meier, 2006). Samtidigt fastslår han liksom Horbal et al. (2008) att det är väldigt svårt att uppnå ett sådant flöde och det är heller inte praktiskt i alla sammanhang.

Enstycksflöde kallas även kontinuerligt flöde (Liker & Meier, 2006). Ett sådant flöde i ett produktionssystem reducerar genomloppstiden som i sin tur kan reducera kostnader och bidra till kvalitetsförbättringar. Genom ett kontinuerligt flöde kan produkter i arbete (PIA) minskas och det gör

att problem som finns i systemet blir mer synliga. Med lager och buffertar döljs problem, det kan liknas vid en sjö med farliga klippor (den japanska sjön). Så länge det finns mycket vatten i sjön, som lager och buffertar, märks klipporna inte och en båt kan med lätthet segla i området. Reduceras lager och buffertar åskådliggörs problemen i produktionen. Det illustreras med att vattennivån sjunker och klipporna blottas, vilket kan hindra båtens framfart (ibid.).

Genom att problemen blir synliga och påverkar systemet kommer de ansvariga att tvingas åtgärda dem (Liker & Meier, 2006). Där material och information flödar uppstår dessutom mindre slöserier. Ett kontinuerligt flöde, där alla processer är sammanlänkade och beroende av varandra, skapar ett känsligare system. Omständigheter som stör ett system blir i det här fallet mycket mer kritiska då det inte finns stora buffertar som kan ta upp störningar (ibid.).

I ett optimalt enstycksflöde tillverkar en station endast vad nästa station efterfrågar. Uppstår problem på en station skall föregående station stanna. Det kan tyckas vara dåligt att faktiskt stanna ett traditionellt produktionssystem, men alternativet är att överproducera och det är det värsta slöseriet enligt Toyota (Liker & Meier, 2006).

Vid mycket repetitivt arbete bör kontinuerligt flöde övervägas som produktionsmetod (Witt, 2006). Om arbetet kräver mer maskinarbete än operatörer är celler en bättre metod. Om arbetet däremot kräver djup kompetens måste det bästa sättet att utnyttja resurserna på hittas. Med det menas vanligen att hitta vägar som leder till reducerade förflyttningstider för operatörerna (ibid.).

Tillverkning i celler kan skapa flexibilitet och ge ett företag möjlighet att variera mellan olika produkter som tillverkas för att kunna möta kundernas efterfrågan (Witt, 2006). Horbal et al. (2008) talar också om cellayout som ett sätt att minska slöserier som uppkommer till följd av transporter. Enligt Witt (2006) föreslår experter att det är nyttigt att fundera över hur det skulle gå att reducera ledtiden istället för att tänka på hur många produkter som hinner produceras inom en viss tid.

3.4 Push-system

Om en tillverkningsenhet arbetar enligt ett tryckande system, push, innebär det att produktion och materialförflyttning sker utan hänsyn till framförvarande process. Processen initierar sig själv alternativt av en produktionsplan (Jonsson & Mattsson, 2011). Bonney et al. (1999) beskriver push som ett system där informationen och materialet flödar i samma riktning. I ett push-system planeras tillverkningen baserat på uppskattningar av efterfrågan och det saknas samordning mellan stationerna (Guay, et al., 2000). Syftet med att prognostisera efterfrågan är att maximera genomflödet för att reducera risken för brist i färdigvarulagret (Geraghty & Heavey, 2005). Syftet resulterar dock ofta i stora mängder överflödiga PIA, som ger företaget en hög kapitalbindning. Höga PIA-nivåer i systemet döljer även problem. Även Srinivasan et al. (2003) menar att push-system generellt kräver mer produkter i arbete än ett pull-system, vilket har en inverkan på den totala ledtiden.

3.5 Pull-system

Det ultimata flödet enligt Lean production-filosofin är enstycksflöde helt utan lager (Liker, 2004). För att kunna tillfredsställa kunden med önskade varor då kontinuerligt flöde inte är möjligt presenteras

det så kallade pull-systemet, även kallat dragande system (ibid.). Liker och Meier (2006) förespråkar användning av ett pull-system med små buffertar där det inte är möjligt att skapa ett kontinuerligt enstycksflöde. Horbal et al. (2008) beskriver pull-systemet som ett materialflöde drivet av signaler från nästkommande process i flödet. Gaury et al. (2000) beskriver det som ett system som endast erhåller produktionsplanen i sista stationen i flödet, till skillnad från push-systemet.

Att implementera en lämplig kontrollstrategi för produktionen är viktigt för ett företag som strävar mot att bli en mer Lean organisation eftersom styrningen av produktionen har direkt inverkan på ledtiden (Geraghty & Heavey, 2005). Det kan dock finnas vissa problem med att implementera ett traditionellt pull-system i en produktion med andra förutsättningar än vad det är utvecklat för (Krishnamurthy, et al., 2004). Nedan presenteras några exempel på pull-system som är passande för olika typer av produktionsförutsättningar.

3.5.1 Kanban

Kanban är informationsbäraren i ett dragande system och indikerar tillverkning eller påfyllnad av nya produkter. Det finns olika varianter av Kanban i form av exempelvis kort, bingar och rutor (Shivanand, et al., 2006). Vid användning av Kanban som informationsbärare krävs att produkter endast tillverkas eller förflyttas på kundens signal eller Kanban-signalen (ibid.).

Pull-systemets uppgift är att sträva efter att eliminera slöseri i processen i form av lager mellan operationer (Liker, 2004). Även Gaury et al. (2000) menar att systemet används för att begränsa mängden lagerhållna produkter mellan processer. Genom att kontrollera antalet kort som cirkulerar i flödet kan även PIA kontrolleras. De jämför även Kanban med ett push-system och menar att huvudsyftet med Kanban är att minska PIA medan push-system fokuserar på genomflöde (ibid.). Gaury et al. (2000) ser Kanban som ett väldigt effektivt system i en ideal miljö där variationer i efterfrågan och processer är låg.

Horbal et al. (2008) presenterar olika Lean-verktyg för att reducera slöserier och öka genomflödet i en produktionsmiljö med hög variation och låg volym. Ett av dessa verktyg är ett pull-baserat materialflöde för att reducera brist på delar. För repetitiv produktion åstadkoms det genom att införa en supermarket som förvarar komponenter i fördefinierade kvantiteter som återfylls vid faktisk konsumtion. Problemet som identifieras då variationen är hög är att en återfyllnadssupermarket kommer innehålla ett stort antal produkter vilket innebär en onödigt hög kapitalbindning (Horbal, et al., 2008). Författarna beskriver hur de har anpassat supermarkets för att passa den här typen av produktion genom att analysera efterfrågan på komponenter istället för slutprodukter. Komponenterna delades upp i tre kategorier; runners, repeaters och strangers, vilket även förespråkas av Jina, et al. (1997) som ett sätt att anpassa Lean production till HVLV-produktion. För de komponenter som utnyttjades mest frekvent implementerades en vanlig supermarket med Kanban-kort som beordringssystem. För de komponenter som användes mindre frekvent användes en så kallad sekventiell supermarket med FIFO-flöde (First In First Out) som är beroende av en tillverkningsplan. Att införa båda dessa kallas ett mixat pull-system.

3.5.2 Conwip

Som ett alternativ till Kanban presenterade Spearman et al. (1990) det pull-baserade systemet Conwip, Constant work in progress. Geraghty och Heavey (2005) framställer Conwip som ett sätt att implementera pull-principens fördelar i en produktion med högre variation. Även Srinivasan et al. (2003) har gjort studier på tillverkningssystem med hög variation och låg volym och menar att införandet av Conwip är fördelaktigt vid sådana förhållanden då det innebär minskad ledtid, reducerad variation samt förbättrad kvalitet.

Gaury et al. (2000) beskriver att syftet med Conwip är att kombinera Kanban-systemets låga lagernivåer med push-systemets höga genomflöde. I praktiken innebär Conwip införandet av en begränsning på tillåten mängd PIA i produktionsflödet (Geraghty & Heavey, 2004). När begränsningen är uppnådd tillåts inget inträde av nytt material i flödet innan ett uttag av motsvarande mängd färdiga produkter gjorts i slutet av flödet (ibid.). Gaury et al. (2000) beskriver produktionssystemet som ett push-system där ett begränsat antal kort tillåts i flödet på samma gång, vilket innebär att material endast släpps in i systemet när det sista steget ber om det. En sådan begränsning kan implementeras med hjälp av kort som i Kanban. Produktionssystemet kan då ses som ett Kanban-system med endast en kort-loop som kontrollerar hela produktionslinan (Guary, et al., 2000). Systemet har fortfarande push-principer då det inte finns några restriktioner inom systemet eftersom varje steg i flödet kan producera i sin takt. I Conwip ingår även FIFO-flöde vilket innebär att den order som kommer in först skall behandlas först, förutom omarbete som prioriteras högst.

Conwip är ett system som är relativt lätt att implementera vid jämförelse med ett rent Kanban-system då endast en uppsättning kort krävs (Guary, et al., 2000). Även Geraghty och Heavey (2005) poängterar enkelheten i att implementera och upprätthålla ett Conwip-system då det endast finns en parameter att optimera, begränsningen av produkter i arbete. Spearman et al. (1990) beskriver att skillnaden mellan Kanban-kort och korten som används i Conwip-systemet är vilken produkt kortet representerar. Kanban-kortet representerar en specifik produkt medan Conwip-korten inte är produktspecifika. Conwip kan beskrivas som en generaliserad form av Kanban, som förlitar sig på signaler (ibid.).

Geraghty och Heavey (2005) påstår att Conwip-systemets största fördel över Kanban-systemet är den kommunikationsprincipen som används för att informera produktionen om kundefterfrågan och därmed signalera insläpp av nytt material i flödet. I Conwip-systemet går informationen om kundefterfrågan direkt från sista steget i produktionen till det första. I Kanban-systemet måste informationen färdas genom alla processteg till det initiala steget. Är produktionslinan lång och innehåller många enskilda processteg kan informationen bli kraftigt försenad om det uppstår problem i något led (ibid.).

3.5.3 Hybrid Kanban/Conwip

En nackdel med Conwip är att lagernivåerna i systemet inte kontrolleras individuellt vilket kan leda till att stora buffertar uppstår framför långsamma maskiner eller processer (Guary, et al., 2000). För

att undvika det problemet presenterar Gaury et al. (2000) och Pandian et al. (2010) ytterligare ett system med pull-principer, en hybrid mellan Kanban och Conwip.

I hybriden kombineras fördelarna med Conwip, högt genomflöde och lågt övergripande PIA, med fördelarna med Kanban, kontroll av lagervolymer vid varje process (Geraghty & Heavey, 2004). I hybriden implementeras en övergripande PIA-begränsning som i Conwip. Dessutom införs Kanban i samtliga processteg, bortsett från det sista, för att kontrollera buffertar (Geraghty & Heavey, 2005). Gaury et al. (2000) beskriver det som att addera så kallade Kanban-celler till Conwip-systemet. Bonvik et al. (1997) visar med hjälp av simulering att hybriden gör bättre ifrån sig än Kanban och Conwip. De menar att fördelarna över Kanban växer med processlängd, grad av processvariation och önskad servicenivå och fördelarna över Conwip växer med systemets utnyttjande (Bonvik, et al., 1997). Gaury et al. (2000) poängterar dock att Hybriden mellan Kanban och Conwip har undersökts i relativt liten utsträckning. De menar även att jämförelser mellan de olika styrsystemen bara är tillförlitliga då de skett vid jämförelse av optimal utformning. De konstaterar därför att valet av pull-system verkar bero på utformningen av produktionssystemet (ibid.).

Geraghty och Heavey (2005) menar att hybriden mellan ett pull- och ett push-system innehåller egenskaper som minimerar PIA samt avslöjar problem i processen samtidigt som förmågan att tillgodose kundbehovet upprätthålls.

3.6 Standardiserat arbete

Horbal et al. (2008) presenterar standardiserat arbete som ett verktyg för att reducera variationer i cykeltider vid montering. Vid arbetsmoment som montering handlar det om att definiera detaljerade standarder för operatörers arbetsinnehåll genom att exempelvis tillhandahålla skriftliga instruktioner vid arbetsbänken. Problemet med att införa standardiserat arbete i en produktionsmiljö med hög variation är att det stora antalet produkttyper ger många olika standarder (ibid.).

Standardisering av arbete innebär att det finns en utgångspunkt för ständiga förbättringar (Liker & Meier, 2006). Det finns ingen möjlighet till förbättringar om det inte finns några standarder att utgå från. Istället för att standardisering ses som något som införs eller görs med jämna mellanrum skall det ses som en pågående process där problem identifieras, effektiva metoder upprättas och tillvägagångssätt definieras (ibid.). Det är helt enkelt svårt att se och framförallt mäta förbättringar om det inte finns något att utgå ifrån.

Inom Lean production, speciellt hos Toyota, är det av största vikt att det finns gemensamma standarder för utförandet av arbetsuppgifter som alla skall följa (Liker & Meier, 2006). De standarder som finns att följa skall tas fram av experter inom området tillsammans med representanter för de som senare skall arbeta efter standarderna. De anställda kan sedan få komma med förslag på hur arbetet kan utföras på ett bättre sätt. Det skall dock ske under övervakning av en överordnad och i samråd med en expert som då kan modifiera standarderna (ibid.).

3.7 5S

Verktyget 5S går under principen att använda visuell kontroll för att förhindra dolda problem i produktionen (Liker, 2004). Tanken är att genom systematiskt arbete reducera eller eliminera slöseri

som kan orsaka problem i produktionen såsom stopp, defekta produkter eller personskador. Att arbeta med 5S kan hjälpa till att skapa stabilitet, vilket är ett av grundkriterierna i Lean production-filosofin. De fem S:en beskrivs av Liker (2004) och presenteras nedan:

Sortera

Momentet går ut på att separera det nödvändiga från det onödiga på arbetsplatsen. Det som används dagligen för att skapa värde är nödvändigt och det som aldrig eller sällan används kan klassas som onödigt. Allt onödigt markeras och flyttas från arbetsplatsen.

Strukturer

För att strukturera ges allt som är kvar på arbetsplatsen en permanent plats som visualiseras med märkningar, skuggtavlor eller dylikt. Det här görs för att samtliga verktyg skall vara lätta att hitta samt att avvikelser skall upptäckas lättare. De verktyg som används mest frekvent skall finnas närmast operatören.

Städa

Momentet går ut på att skapa en standard för regelbunden städning för att upprätthålla de första S:en. Det fungerar som en besiktning för att leta felaktigheter och lösa problem.

Standardisera

Standardisering utförs för att upprätthålla de tre första aktiviteterna och går ut på att skapa regler för dessa. Standarden ger även en grund för ständiga förbättringar.

Skapa vana

Momentet har för avsikt att skapa en vana för de tidigare aktiviteterna i syfte att bevara fördelarna som de innebär. Att skapa vana upprätthåller disciplin och skapar engagemang hos medarbetarna.

3.8 Materialpresentation

Horbal et al. (2008) presenterar förändrad materialpresentation på arbetsbänken för reduktion av onödiga rörelser. Genom att arrangera material på ett genomtänkt sätt och se till att det finns tillgängligt i nära anslutning till operatörens händer kan monterings tiden minskas. Det här kan åstadkommas genom "flow racks" med komponenter som placeras nära operatören. I en produktionsmiljö med stor variation krävs många komponenter och därför behövs fler "flow racks" för att hålla materialet. Författarna föreslår även att materialet som finns vid arbetsstationerna arrangeras i kit för att minska tiden för materialhantering vid monteringen och reducera risken för fel (ibid.). Kittning innebär att material till en produkt levereras till produktionen i ett försorterat kit (Hanson, 2012). Det medför även att varje station med enkelhet kan hantera flera olika produkter utan att det blir för rörigt och svårt att överskåda. Det innebär dessutom kortare inlärnings tid och ökad effektivitet i utnyttjande av tiden då operatören slipper att leta efter delar (ibid.).

3.9 Klassningsextremer

Inom modern tillverkningsindustri blir det allt vanligare att erbjuda kundspecifika produkter, vilket innebär att produktmixen ökar och volymen per variant minskar. Pandian et al. (2010) beskriver två klassningsextremer inom tillverkning, hög variation och låg volym (HVLV) samt låg variation och hög

volym (LVHV). I många tidigare studier som gjorts inom området appliceras metoderna från Toyotas produktionssystem på tillverkningsmiljöer med hög volym och låg variation (Horbal, et al., 2008). Utgångspunkten för många av verktygen och principerna är en jämn efterfrågan och en låg variation. Det är inte alltid möjligt att applicera dessa metoder på ett produktionssystem där variationen istället är hög och volymen låg (ibid.). Därför har även en del studier gjorts på den typen av verksamhet för att undersöka hur Lean production kan anpassas och implementeras.

3.10 Implementering av Lean production vid hög variation och låg volym

Jina et al. (1997) adresserar också problemet med att Lean production är anpassat för produktionssystem med låg variation och ifrågasätter hur principerna direkt eller anpassat kan appliceras för ett företag under andra förutsättningar. Studien jämför egenskaper hos tillverkare med hög variation och låg volym med företag typiskt anpassade för Lean production och presenterar flera problemområden när det kommer till att applicera Lean Manufacturing (LM) i en produktionsmiljö där HVLV råder. På grund av problemen och den höga komplexiteten bör företag i en HVLV-situation inte blint lita på att LM-principer kommer att fungera för dem, utan måste räkna med att vissa anpassningar måste göras. I ett företag med hög variation och låg volym finns flera tekniska och organisatoriska barriärer som försvårar implementering och stor vikt bör läggas vid att ta hänsyn till de grundläggande förutsättningar som råder (ibid.).

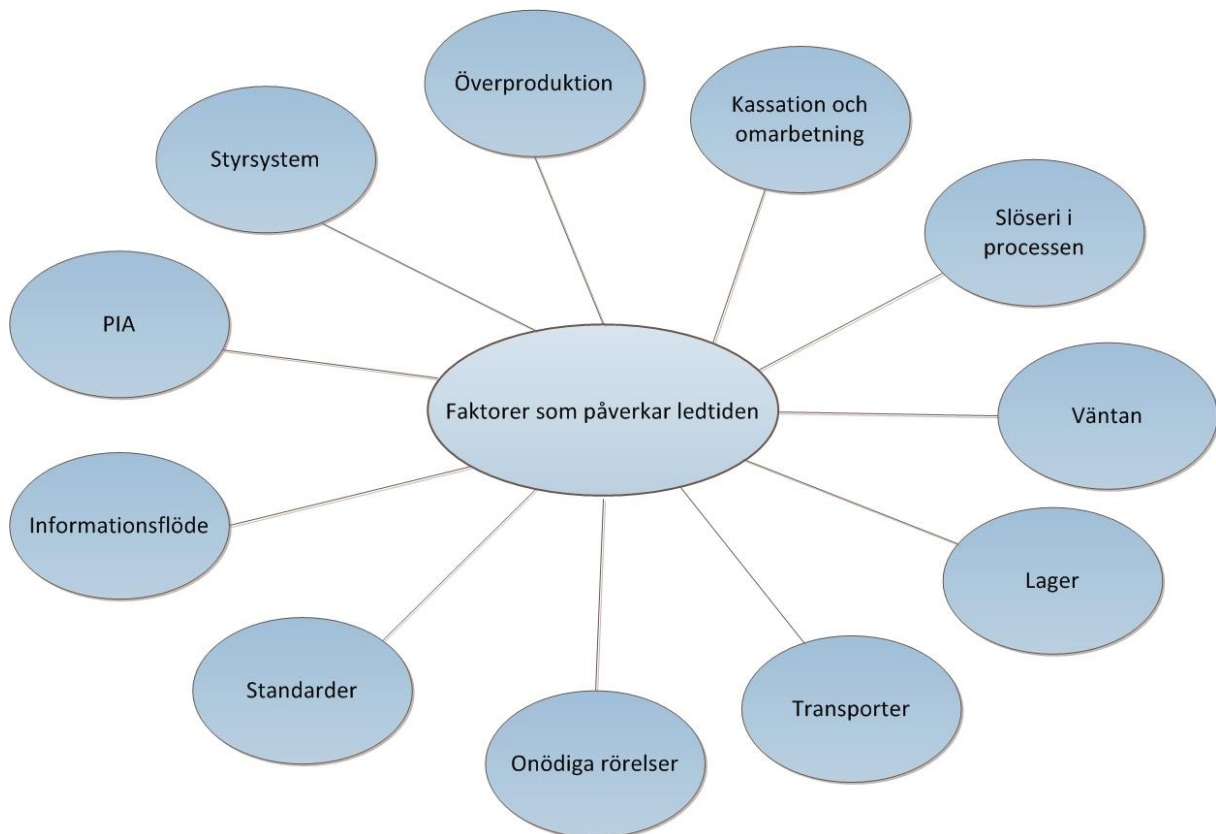
Författarna presenterar ett ramverk för implementering av Lean Manufacturing i en HVLV-miljö. En komponent i ramverket handlar om att se till att designa och utveckla produkter som tar hänsyn till hela produktionskedjan (Jina, et al., 1997). En konsekvens av att erbjuda kunden ett stort sortiment är att kostnader för design av produkter som inte är anpassade för existerande tillverkningsmetoder blir mycket högre än i en miljö med låg variation. För att kunna implementera LM i den här miljön föreslår författarna exempelvis att produkter kan designas för att tillverkas av samma material och komponenter för att skapa en större hävstång gentemot leverantören. De föreslår även gemensamma delar och moduler för produkterna eftersom desto mer unik en produkt är desto mer komplex blir logistiken och tillverkningsprocesserna. Genom att ha moduler kan komplexiteten reduceras samtidigt som antalet produktvarianter bibehålls. Ytterligare ett sätt att förenkla övergången till LM för en HVLV-produktion är multifunktionella team. Genom samarbete med flera funktioner i företaget kan en produkt designas som är attraktiv för kund samtidigt som den är lätt att tillverka och passar bra i produktionssystemet (ibid.).

En annan komponent som är en av LM:s mest tydliga egenskaper är effektiv organisation av tillverkningssystemet (Jina, et al., 1997). Målet vid införande av LM i en HVLV-miljö är att eliminera eller dämpa effekterna av variation i materialflödet då det har en negativ inverkan på det övergripande resultatet. Författarna presenterar exempelvis organisation av tillverkning för stor efterfrågan. De menar att det finns två alternativ för företag i en HVLV-situation, antingen att införa FIFO-flöde eller att integrera enquiry stage med ordersläppet. I det förstnämnda släpps varje order in i systemet i samma ordning som den lades av kunden. I det andra alternativet anpassas MPS-systemet till senaste prognos för efterfrågan mot produktionskapaciteten. När ordern kommer in till företaget matchas den sedan mot nästa fria lucka i systemet. Fördelen blir att kundorderprocessen

och planeringsprocessen integreras, samt att turbulensen i systemet minskas. Dock måste kunden acceptera varierande leveranstid (ibid.).

3.11 Teoretisk analysmodell

Utifrån ovan presenterad teori har några nyckelfaktorer som påverkar ledtiden identifierats, de presenteras i Figur 3.2. Nyckelfaktorerna utgör den teoretiska analysmodell som kommer att ligga till grund för diskussionen.



Figur 3.2: Teoretisk analysmodell över faktorer som påverkar ledtiden

De faktorer som finns beskrivna i modellen är bland annat de sju slöserier som Liker och Meier (2006) presenterar. Den är dessutom kompletterad med andra faktorer som kan anses ha en inverkan på ledtiden utifrån den teoretiska studien; styrsystem, PIA, informationsflöde och standarder.

4 BESKRIVNING AV NULÄGET

Kapitlet beskriver den empiriska studie som genomförts. Informationen som presenteras är baserad på de tidsmätningar och observationer som gjorts i samband med den utförda värdeflödesanalysen. Uppmätta och beräknade tider presenteras i en karta över nuläget, se Bilaga 2. Förklaringar till figurer som använts i kartan presenteras i Bilaga 1.

4.1 Företagsprofil

Lab.gruppen är ett svenskt företag som tillverkar ljudförstärkande produkter för den professionella ljudindustrin (Lab.gruppen AB, 2007-2013). Företaget grundades år 1979 och huvudkontoret samt större delen av produktionen är förlagd till Kungsbacka. Deras strävan är att förse kunden med förstärkare som är fullständigt tillförlitliga och ljudmässigt överlägsna. Företaget ingår sedan 2003 i en dansk koncern som heter TC group som består av fem individuella företag.

Företaget har vid ett par tidigare tillfällen gjort ansatser att implementera Lean i produktionssystemet, men bara en del av de förändringar som genomförts har bestått. Företaget har inte ansett sig vara mogna för en fullständig transformation. Det observerades vissa indikationer på förändringar i systemet, som har medfört kortare ledtider och bättre ordning på arbetsplatsen. Företaget har idag en relativt låg personalomsättning.

4.2 Produkter

Lab.gruppen tillverkar och säljer flera olika produktfamiljer av förstärkare. Produkterna tillverkas i företagets egen fabrik, med några undantag. Vissa förstärkare monteras av andra företag, men skickas till Lab.gruppen för kontroll och leverans ut till kund. Det här medför att ytterligare ett produktflöde tillkommer i senare delen av värdeflödet, som påverkar i vilken takt produkter kan tillverkas i. De har även förstärkare i sortimentet som både tillverkas och testas på annan ort, men som sedan skickas till Lab.gruppen för leverans ut till kund. Dessa produkter påverkar inget av processtegen som ritats in i kartan över nuläget. Det finns även produkter i sortimentet som företaget väljer att inte lagerhålla utan som tillverkas enbart mot order. Det är produkter med låg efterfrågan.

Produktfamiljen som omfattats av värdeflödesanalysen kallas C series. I produktgruppen ingår förstärkare som tillverkas kontinuerligt och som är några av företagets mest sålda. Produktfamiljen anses även vara representativ för stora delar av sortimentet då många förstärkare genomgår samma processteg och liknande monterings- och kontrollprocesser.

Tillverkningen på Lab.gruppen kan anses ha sitt ursprung i manuellt arbete. Förstärkarna var ursprungligen inte designade för att tillverkas i ett stort antal och det här lever på sätt och vis kvar än idag. Det här beror delvis på att produktsortimentet fortfarande innehåller flera av de äldre modellerna. På verkstadsgolvet uppfattar operatörerna att produkterna inte helt är anpassade till de tillverkningstekniker som utnyttjas. Produkterna varierar kraftigt och många av dem saknar gemensamma komponenter.

4.3 Takttid

För att skapa en karta över det nuvarande tillståndet har en del beräkningar gjorts för att kunna ta fram den totala ledtiden. Beräkningarna har utförts med hjälp av fysisk tidtagning vid olika processteg samt studier av data över försäljning och lagersaldo erhållen av företaget.

För att kunna beräkna takttiden har en del antaganden varit nödvändiga då det finns vissa omständigheter på företaget som skapar problem vid beräkningarna. Lab.gruppen har exempelvis flextid, både för tjänstemän och anställda i produktionen. De anställda arbetar vanliga 40-timmarsveckor, men kan själva välja hur de vill förlägga sin arbetstid på morgon och på eftermiddag. Den möjliga flextiden är en timme på morgonen och en timme på eftermiddagen. Dessutom har de möjlighet att gå på lunch enligt flex. Ytterligare en aspekt är att de anställda i produktionen jobbar in timmar under veckan för att kunna gå hem tidigt på fredagen, vilket leder till att produktionen i princip är stängd hela fredag eftermiddag. På grund av de nämnda förutsättningarna uppstår problem vid fastställande av den tillgängliga tiden som behövs vid beräkning av takttiden. De anställda arbetar dock sammantaget en vanlig 40-timmarsvecka varför vi har valt att sätta den tillgängliga tiden till 8 timmar per dag.

Som nämndes tidigare produceras en del av Lab.gruppens produkter som ingår i andra produktfamiljer på annan ort, men kommer sedan in för kontroll i fabriken. Takttiden för flödet har därför beräknats med hänsyn till de produkterna och delats upp i två olika takttider. En för den tidiga delen av flödet där produkterna faktiskt produceras i fabriken och en för den senare delen av flödet som testar alla produkter, även de som produceras på annan ort. Hade hänsyn inte tagits till de produkterna hade systemet inte kunnat hantera tillkomsten av det extra produktflödet och företaget hade haft svårt att leverera enligt kundernas efterfrågan. Om systemet hade anpassats till den senare takttiden som hanterar alla produkter skulle den tidigare delen av flödet tillverka för mycket och de senare stationerna skulle inte hinna med allt arbete.

Vid beräkning av takttiden summerades alla utlevererade produkter (kundefterfrågan) under ett helt år och summan dividerades sedan med den totala tillgängliga tiden. Antalet arbetsdagar per månad sattes till 20,2. Tiden har beräknats genom att sätta antalet arbetsdagar per månad till 21 och därefter subtrahera två veckor, utslaget på 12 månader, då fabriken har stängt för semester. Efterfrågan på produkter från Lab.gruppen varierade en del under det studerade året. Som mest levererade företaget ut 1 071 produkter på en månad och som minst 664 produkter. Det är dock inte möjligt att se någon säsongsvariation. Det medför att en takttid som baserats på ett snitt i efterfrågan inte kommer att vara optimal under alla perioder under året. Det medför att ett större lager är nödvändigt för att hantera variationerna.

4.4 Cykeltid

Cykeltider för samtliga processer i produktionsflödet beräknades med utgångspunkt i tidsmätningar och observationer. Vid granskning av cykeltiderna och jämförelser med takttiden upptäcktes stora skillnader. Skillnaderna mellan cykeltider och takttider gav indikationer på ett mycket obalanserat flöde med vissa processer som kraftigt understeg takttiden och även vissa som översteg den.

4.5 Informationsflöde

Försäljningen av produkterna sker genom säljbolag som ingår koncernen. Samma säljbolag förser Lab.gruppens planeringsavdelning med kundorder varje dag samt prognoser för 10 månader framåt. Prognoserna utnyttjas för produktionsplanering och skickas även till leverantörer av komponenter. Företaget lägger i allmänhet order till leverantören en gång per vecka. Enligt Lab.gruppen erhålls order från säljbolagen inte jämnt fördelat över månaden. Som regel erhålls större delen av alla order under en månad först under de sista dagarna i månaden. Andelen order över månadens fyra veckor är ungefär fördelade enligt Tabell 4.1 nedan.

Tabell 4.1: Fördelning av inkomna order under månaden.

Vecka 1	Vecka 2	Vecka 3	Vecka 4
12,5 %	12,5 %	25 %	50 %

Det faktum att efterfrågan från kunderna är så pass ojämn gör att ett flöde utan lager med färdiga produkter är näst intill omöjligt. Det är en av anledningarna till att företaget tvingas hålla ett stort färdigvarulager.

Prognoserna förs in i ett MPS-system som ligger till grund för den produktionsplanering som så småningom tillsammans med erhållna order resulterar i den plan som skickas till produktionen. Planen skickas dagligen till alla avdelningar i produktionen; lagret, monteringsavdelningen, kontrollavdelningen och leverans. Informationen skickas elektroniskt. Antalet förstärkare som är planerade att tillverkas för dagen förs även upp på en tavla för daglig styrning tillsammans med information om gårdagens utfall. Varje morgon samlas ansvariga för respektive produktionsavdelning tillsammans med produktionschefen framför tavlan för ett kort möte.

4.6 Materialflöde

För att rita kartan över det nuvarande produktionsflödet till värdeflödesanalysen kartlades materialflödet. Den valda produktfamiljen följdes från in- till utleverans och produktens väg genom olika processteg observerades och dokumenterades. Vid tillfället för observationen fanns 177 produkter i produktionsflödet, varav 27 stycken C series. Nedan följer en beskrivning av de operationer och avdelningar som produkter ur familjen C series genomgår.

4.6.1 Lager hos leverantör

I den studerade produktfamiljen ingår ett antal olika komponenter. Många av de komponenter ingår dessutom i flera modeller som företaget tillverkar. I studien har de specifika kretskort som används för C series använts för att beräkna lagernivåer av komponenter. Lab.gruppen har, förutom sitt eget komponentlager, ett lager hos leverantören som motsvarar mellan tre och fyra veckors förbrukning. Enligt avtalet med leverantören betalar Lab.gruppen lagerräntan för de komponenter som förvaras där.

4.6.2 Komponentlager

Vid inleverans av komponenter placeras dessa i ett komponentlager i närheten av produktionen. Alla komponenter som ingår i produktfamiljen levereras av utomstående leverantörer som i regel finns belägna utanför Sverige. Inom ramen för värdeflödesanalysen har hänsyn endast tagits till en ingående komponent i produktfamiljen, ett kretskort som tillverkas i Thailand. Leverantören av kretskorten baserar sin produktion på de prognoser som skickas från Lab.gruppen. Företaget håller som standard ett komponentlager för tre veckors prognos.

4.6.3 Service

Ute i produktionen finns en avdelning för service där de anställda både servar produkter som tas ut ur flödet på grund av upptäckta defekter och sådana som reklamerats från kund. Vid mindre defekter kan operatörerna själva göra vissa åtgärder, annars skickas produkten till serviceavdelningen. Där åtgärdas problemet och produkten får sedan åter gå in i flödet på samma ställe som den togs ut.

4.6.4 Plock

Plocket är den första processen i värdeflödet som en produkt genomgår. Personalen som arbetar i komponentlagret mottager en produktionsplan från planeringskontoret som de plockar batcher efter. Batcherna har prioriteringsnivåer som signalerar i vilken turordning produkterna skall plockas i. Storleken på batcherna varierar från en till sju enheter. Vanligtvis varierar batch-storlekarna mellan tre och sju enheter, men vid order av produkter med liten efterfrågan kan färre enheter plockas.

De flesta komponenterna till förstärkaren plockas under den här delen av värdeflödet, bortsett från chassit, som plockas av montörerna i monteringslinan, samt skruv och andra smådelar, som återfinns vid arbetsstationerna. Chassit kommer färdigmonterat från en lokal leverantör. Komponenterna plockas efter en plocklista som skrivs ut vid en dator i närheten av porten för inleverans. På plocklistan markeras komponenter, som anses vara extra viktiga att kontrollera under monteringsprocessen, med en överstrykningspenna.

Efter att plocklistan skrivits ut hämtas en plockvagn med åtta lådor som komponenterna till förstärkarna skall placeras i. De olika lådorna kommer att innehålla komponenter som skall användas i olika delar av monteringsprocessen och uppdelningen sker för att underlätta för montörerna. Under processen sker dessutom en viss avsyning av komponenterna för att undvika fel längre fram i värdekedjan.

Mätning av plocktid utfördes vid två tillfällen på en anställd som var relativt ny på avdelningen. Tiderna som uppmättes tros vara något längre än i de fall ordern plockas av någon mer erfaren. Vid ögonblicksstudier av plocket uppmärksammades dessutom skillnader i rutiner kring arbetets utförande. Varje individ tycktes ha utvecklat egna standarder för utförandet av sina arbetsuppgifter. Vid tidpunkten för studien identifierades skillnader i rörelsemönster, plockordning och tempo. Vid plockmomentet identifierades en viss andel onödigt icke värdeskapande tid. Exempelvis tidsåtgång för transport på lagret på grund av långa avstånd mellan lagerplatser för olika komponenter. I förstärkarna ingår dessutom en del små komponenter som tog lång tid att plocka.

Problematiken vid mätningen av process- och cykeltid för plocket var de varierande batchstorlekarna. I tiden som uppmättes ingår en del tid för transport, som inte påverkas av antalet förstärkare i batchen. För att beräkna cykeltiden för en process delas processtiden upp på det antal enheter som ingår i batchen. Vid plock av komponenter till sex enheter istället för tre blev processtiden visserligen längre, men inte så pass mycket längre att en division med batchstorleken ger en rättvis bild av cykeltiden då dessa varierar i så pass stor utsträckning. I ett försök att komma runt problemet delades processtiden upp i transporttid och plocktid för att få en uppfattning om vilken andel av tiden som inte påverkas av batchstorleken. Plocktiden inkluderar även tid för avstämning mot plocklista. Vid jämförelse med beräknad taktid upptäcktes att cykeltiden för plock av få enheter överskrider taktiden. Den cykeltid som använts vid beräkning av den totala ledtiden är för sex enheter, som var det plockade antalet vid tillfället för observationerna.

- Transporttid: 2,79 min, 11,1 % av total processtid
- Plocktid: 22,35 min, 88,9 % av total processtid
- Promenadavstånd: 169 m

Då komponenterna är färdigplockade dras produkterna av i lagersaldot och vagnen rullas ut till en uppställningsplats vid förmonteringen.

4.6.5 Förmontering

Nästa steg i processen är förmontering, där sker både visuell kontroll samt lödning av kretskort. I den visuella kontrollen ingår avsyning av kretskort samt kontroll av innehållet i lådorna för att säkerställa att rätt komponenter plockats till den aktuella modellen.

Stationen för förmontering består av tre parallella arbetsbänkar vid vilka det finns material och verktyg för att utföra förmontering på alla förstärkare. Vid tillfället för tidsstudien var endast en arbetsbänk bemannad. Tidsmätningen utfördes vid förmontering av en batch med tre förstärkare. Den totala processtiden mättes samt andel värdeskapande och icke värdeskapande tid. Den tid som ansågs vara värdeskapande var den direkta lödningen av motstånd på kretskorten.

Vid studien av arbetet vid förmonteringen observerades en hel del onödiga rörelser. Operatören hade vagnen nära sig, men tvingades upprepade gånger ställa sig upp för att plocka fram nytt material och lägga tillbaks redan förmonterat material.

Efter avslutad förmontering placerades materialet åter i vagnen för transport till nästa steg i processen. Framför monteringen finns uppställningsplatser för vagnarna. Efter förmonteringen separeras flödet till fyra olika monteringslinor och därför finns en uppställningsplats för varje monteringslina. Målet är att material som skall användas för montering av förstärkare nästkommande dag skall finnas på plats dagen före. Den här strävan medför automatiskt en lång väntetid för enheterna redan tidigt i flödet.

4.6.6 Montering

I monteringslinan finns tre arbetsstationer i serie med en operatör på respektive position. Mellan varje station finns en liten buffert för att fånga upp variationer i montörernas operationstid. För att

arbetsstationen skall fungera optimalt bör det finnas en operatör på varje position, men på grund av flextiden är det inte alltid möjligt.

Visst material som krävs för att montera förstärkarna ur produktfamiljen C series finns i små lådor på arbetsbänken. Operatörerna ansvarar själva för att det skall finnas material att tillgå och fyller på lådorna vid behov. Om något material tar slut måste operatören pausa sin arbetsuppgift och hämta nytt, vilket kan leda till onödiga väntetider i monteringen. Vid varje arbetsbänk finns även skruvdragare som är inställda med moment som är anpassade till de modeller som tillverkas vid stationen. Vid arbetsbänkarna i monteringen och även vid andra arbetsstationer i fabriken finns tavlor för upphängning av verktyg där varje plats är markerad med vilket verktyg som ska hänga där.

När monteringen skall påbörjas hämtas en vagn med förstärkare från buffertplatsen som tillhör monteringslinan. Efter det finns ytterligare en buffert för vagnen med de förstärkare i batchen som ännu inte påbörjats. Materialet som hämtats skall sedan genomgå olika monteringssteg på de tre arbetsstationerna. Efter att en förstärkare har genomgått sista monteringssteget bärs förstärkaren manuellt bort till en fast placerad vagn mellan monteringen och första kontrollstationen. Även här är buffertplatserna specifika för varje monteringslina. Efter monteringsstationerna sammanfogas alla separerade produktflöden till ett samlat, då alla förstärkare skall genomgå resterande processteg.

För varje monteringsstation finns detaljerade beskrivningar av de arbetsmoment som skall utföras, både med bilder och skriftliga instruktioner. Beskrivningarna återfinns i ett häfte som operatörerna kan använda om de har funderingar kring arbetets utförande. Det observerades att samtliga operatörer bestämmer ordningsföljd själva och anpassar arbetet på det sätt som är enklast för dem. Det saknas alltså standard för i vilken ordning arbetet skall utföras.

Vid varje arbetsbänk finns även anslag om hur lång tid det skall ta att montera varje produktmodell. För C series skulle tiden vara 18 minuter för varje steg i monteringen, men de observationer som gjordes vid tidpunkten för värdeflödesanalysen visade att monteringsstegen tar betydligt kortare tid för en van montör.

Ytterligare en observation var att montörerna i en lina anpassar sin arbetstakt efter nästkommande person i flödet. De vana montörerna såg även till att hjälpa mindre vana montörer med vissa arbetsmoment. De balanserade tiderna för att inte stressa varandra och bli färdiga samtidigt.

Monteringspersonalen har haft problem med brist på arbete vid påbörjan av en ny batch, då individerna på de två sista monteringsstationerna måste vänta på att första monteringsstationen skall bli färdig med första enheten. För att eliminera problemet har en ny rutin införts som innebär att halvfärdiga produkter lämnas vid arbetsbänkarna. Då finns det arbete för samtliga montörer nästa dag och de slipper vänta på föregående monteringsstationer.

För att bli informerade om vilka produkter som skall monteras studerar montörerna styrtavlan och ser vad som skall tillverkas under dagen och vad som är prioriterat. Vid arbetsdagens start skall informationen finnas på tavlan och de anställda skall placera sig vid den monteringslina där produkter med högst prioritet monteras.

4.6.7 Test

Efter att större delen av de värdeskapande aktiviteterna för produkterna är färdiga går de in i stationerna för test och kontroll, som utgör en stor del av värdeflödet. All tid som läggs ner på produkterna i den här delen av flödet anses vara icke värdeskapande, men nödvändig ur säkerhets- och kvalitetssynpunkt.

När operatörerna vid teststationerna skall förse sig med en produkt att testa går de till de fasta vagnarna vid slutet av monteringslinorna och plockar för hand en förstärkare som de bär bort till sin arbetsbänk. Då flera linor i monteringen är öppna samtidigt fylls de fasta vagnarna på efter hand. När operatören plockar en förstärkare ur vagnen följer han ingen plan utan tar ur den vagn där det för tillfället står flest produkter. Det innebär att produkten som blir klar först i monteringen inte säkert kommer att behandlas först i testavdelningen. Det skapar variationer i väntetid mellan montering och test.

Vid de olika teststationerna arbetar operatörer som är kunniga inom alla olika delar av testverksamheten. Det gör att de kan rotera och få arbeta på olika stationer. I dagsläget får testavdelningen liksom övriga delar i produktionen en plan varje dag på vad som skall tillverkas.

Nedan beskrivs samtliga test som genomförs i företaget.

Uppdragstest

Uppdragstestet går ut på att kontrollera så att produkten fungerar, ett så kallat funktionstest. I testet utförs dels en visuell kontroll av lödningar och skruvar samt mätning av avstånd mellan kretskort och chassi för att säkerställa att chassit inte kan bli strömförande. Operatören kontrollerar även att alla kablar sitter på rätt ställe. Förstärkaren belastas sedan med spänning för första gången och operatören drar sakta upp spänningen och kontrollerar med bland annat ett oscilloskop att allt ser bra ut. Spänningen mäts på flera ställen för att kontrollera att den stämmer med specifikationen. Förstärkaren ges en insignal och operatören kontrollerar att utsignalen är som önskat. När testet är klart placeras ett provisoriskt lock på produkten som får sitta kvar tills produkten anländer till sista stationen i testavdelningen. Under testet riskerar produkten att gå sönder vilket kan orsaka en mindre explosion, därför skall de som arbetar vid de stationerna vara utrustade med skyddsglasögon och hörselskydd.

Om produkten klarar testet utan att gå sönder ställs den efter utfört funktionstest i en buffert inför nästa steg i processen. Vagnen med förstärkare går vidare till NOMAD-testet då det innehåller fem enheter. De fem enheterna behöver inte vara av samma sort. Då operatörerna på teststationerna inte testar produkterna i någon speciell ordning är det helt enkelt de första fem som blir färdiga som ställs på vagnen och körs vidare till nästa steg. Stället körs fram till stationen där NOMAD-testet senare utförs.

NOMAD-test

Ett kort test utförs innan förstärkarna placeras i värmerummet. Två sladdar kopplas in på baksidan av produkten och nätverket kontrolleras. Signalen i förstärkaren skall kunna gå åt båda håll och därför

testas funktionen på båda hållen. Testet utförs medan produkterna står kvar i samma ställ som de sattes i efter uppdragstestet. Vid det studerade tillfället uppmättes en tid på 37 sekunder för att utföra testet.

Värmetest

Förstärkarna placeras i ett rum för ett värmetest eller stresstest som det även kallas på företaget. Testet pågår i två timmar och innebär att förstärkarna kopplas in och belastas till max så att det inbyggda temperaturskyddet går in i omgångar. Produkten belastats så att den ligger på gränsen till vad den skall klara av. När en ny vagn körs in sätts en klocka igång för att veta när vagnen skall tas ut ur rummet.

Produkterna står i vagnar med fem enheter i varje, men varje vagn har utrymme för 10 stycken. Alla platser i vagnen utnyttjas inte av ergonomiska skäl då förstärkarna väger upp till 22 kilo. Fullt utnyttjande av vagnen hade inneburit många ansträngande manuella lyft.

Tiden i värmerummet har tidigare varit 4 timmar, men den har kortats ner då den ansetts vara onödigt lång. Det har konstaterats att felaktiga förstärkare oftast ger utslag under de två första timmarna. I dagsläget tros två timmar vara den kortaste tiden som förstärkarna kan vara i värmerummet då det annars inte går att försäkra sig om att produkterna håller måttet. I värmerummet placeras maximalt 6 vagnar med 5 förstärkare i varje vilket blir totalt 30 stycken. Maximal kapacitet är därför 30 stycken och minimal 5 stycken. Cykeltiden har beräknats för den maximala kapaciteten. Efter två timmar i värmerummet rullas vagnen med förstärkarna ut och placeras i en buffert inför det så kallade AP-testet.

AP-test

När produkterna passerat värmetestet körs vagnarna ut och ställs i kö framför stationen där AP-testet utförs (Audio Precision test). Produkten lyfts ner från vagnen och placeras på arbetsbänken där den kopplas in i en dator. Datorn kör ett program och operatören ställer in olika switchar på produkten under programmets gång. AP-testet mäter produktens prestanda och operatören kontrollerar att förstärkaren lämnar de effekter som eftersträvas. Programmet simulerar högtalare som i praktiken när kunden använder produkten. Även signalen testas för att kontrollera eventuella störningar. Det provisoriska locket som placerades på produkten under tidigare teststeg plockas av när testet är genomfört. Förstärkarna placeras åter i vagnen och när den vagnen är klar körs den bort och ställs i kön framför stationen för sluttest.

Under testet arbetade operatören inte aktivt med produkten bortsett från när programmet manövrerades genom datorn och de olika switcharna ställdes in. Operatören satt still och observerade förloppet i testet.

Sluttest

Näst sista steget i värdeflödet är ytterligare ett test samt lättare montering av lock och botten. Förstärkaren jord-testas och genomgår ett High Voltage-test. När tidsmätningen utfördes observerades slöseri i form av onödiga förflyttningar av produkten.

4.6.8 Pack

På packstationen sätts en sista front på produkten och den packas sedan ner i sin låda med emballage och kit innehållande bland annat sladd och manual. Produkternas streckkod scannas och checkas på så vis ut ur produktionen och är således klara för leverans till lager. Lådorna placeras sedan i färdigvarulageret i väntan på uttag vid order från kund.

4.6.9 Färdigvarulager

Vid tillfället för observationen fanns 177 enheter i färdigvarulagret ur den aktuella produktfamiljen, vilket motsvarar ungefär tre veckors genomsnittlig efterfrågan. Under tiden för studien har företaget efter krav från säljbolagen valt att öka färdigvarulagret till sex veckors efterfrågan, vilket är en fördubbling.

4.7 Resultat av värdeflödesanalys

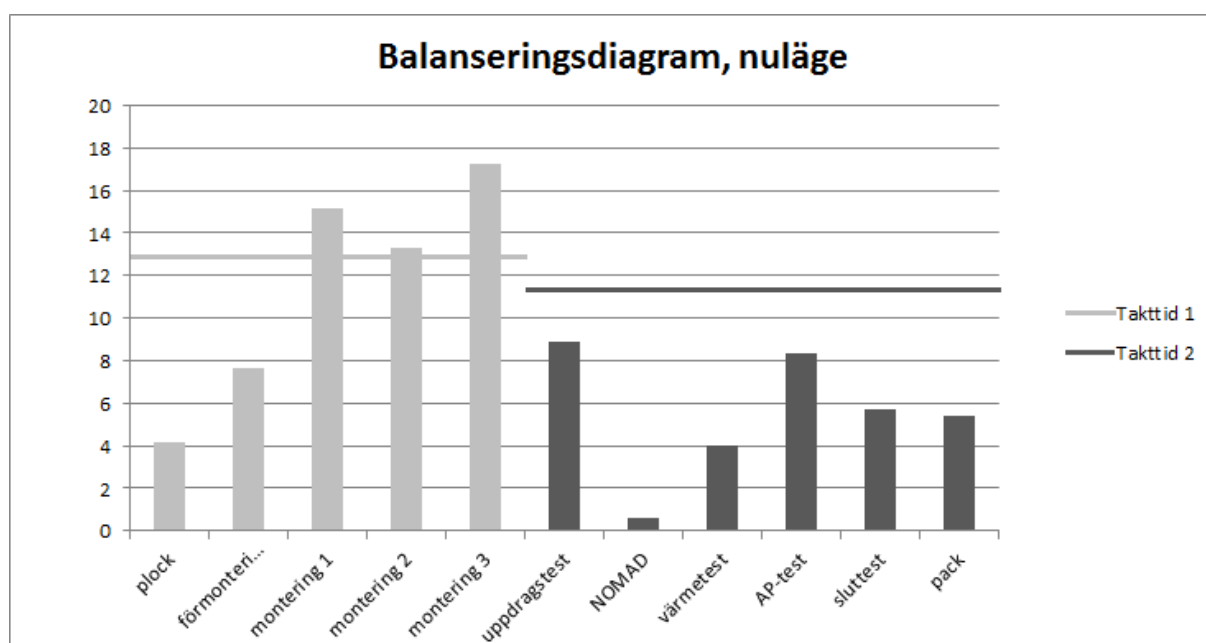
Efter tidsmätning av alla processer ritades allt in i kartan över nuläget tillsammans med information om antalet produkter i flödet, se Bilaga 2. Med hjälp av Little's lag beräknades snittet på den totala ledtiden för en produkt från komponentlager till färdigvarulager, som blev 31,3 dagar. Ledtiden inkluderar ett färdigvarulager på tre veckor, som vid studiens start. I dagsläget är dock färdigvarulagret sex veckor, vilket ger en total ledtid på 47,2 dagar. Ytterligare en beräkning utfördes för att beräkna ledtiden mellan plock och pack, vilket var den ledtid som tidigare uppmätts av företaget. Den ledtiden beräknades till 2,2 dagar. Alla tiderna är beräknade för produktfamiljen C series, som valdes för analysen. Inkluderas samtliga produktfamiljer blir den genomsnittliga ledtiden i flödet 4,2 dagar, beräknat med Little's lag.

Även beräkningar på andel värdeskapande samt icke värdeskapande tid utfördes. Det visade sig att endast 4,6 procent av tiden produkten befinner sig i produktionen kan anses vara värdeskapande. Då har dessutom den fullständiga monterings tiden ansetts vara värdeskapande för att underlätta tidsmätningen. En stor del av tiden (14 %) genomgår produkten kontroller, vilket anses vara icke värdeskapande då kontrollerna inte tillför kunden något värde. Kontrollerna anses dock av företaget vara nödvändiga för att upprätthålla en hög säkerhet och kvalitet på produkterna. Den största andelen av ledtiden i produktionen går åt till väntan mellan olika processteg (77 %). För en sammanfattning av fördelningen av tiderna i flödet, se Tabell 4.2. Inkluderas komponent- och färdigvarulager i beräkningarna blir andelen icke värdeskapande tid över 99 procent. Den tid som anses nödvändig med hänsyn till företagets krav uppmättes till 8,8 procent av ledtiden i flödet.

Tabell 4.2: Fördelning av tider i flödet, nuläge.

Värdeadderande tid	4,6 %
Kontroll	13,9 %
Buffert	76,6 %

Samtliga cykeltider för operationerna i produktionsflödet presenteras i ett balanseringsdiagram, Figur 4.1, tillsammans med beräknade takttider. De olika takttiderna, 12,9 minuter och 11,4 minuter, uppstår på grund av det extra produktflöde som kommer in till fabriken endast för test. Diagrammet visar hur väl balanserat flödet är i förhållande till kundens genomsnittliga efterfrågan.

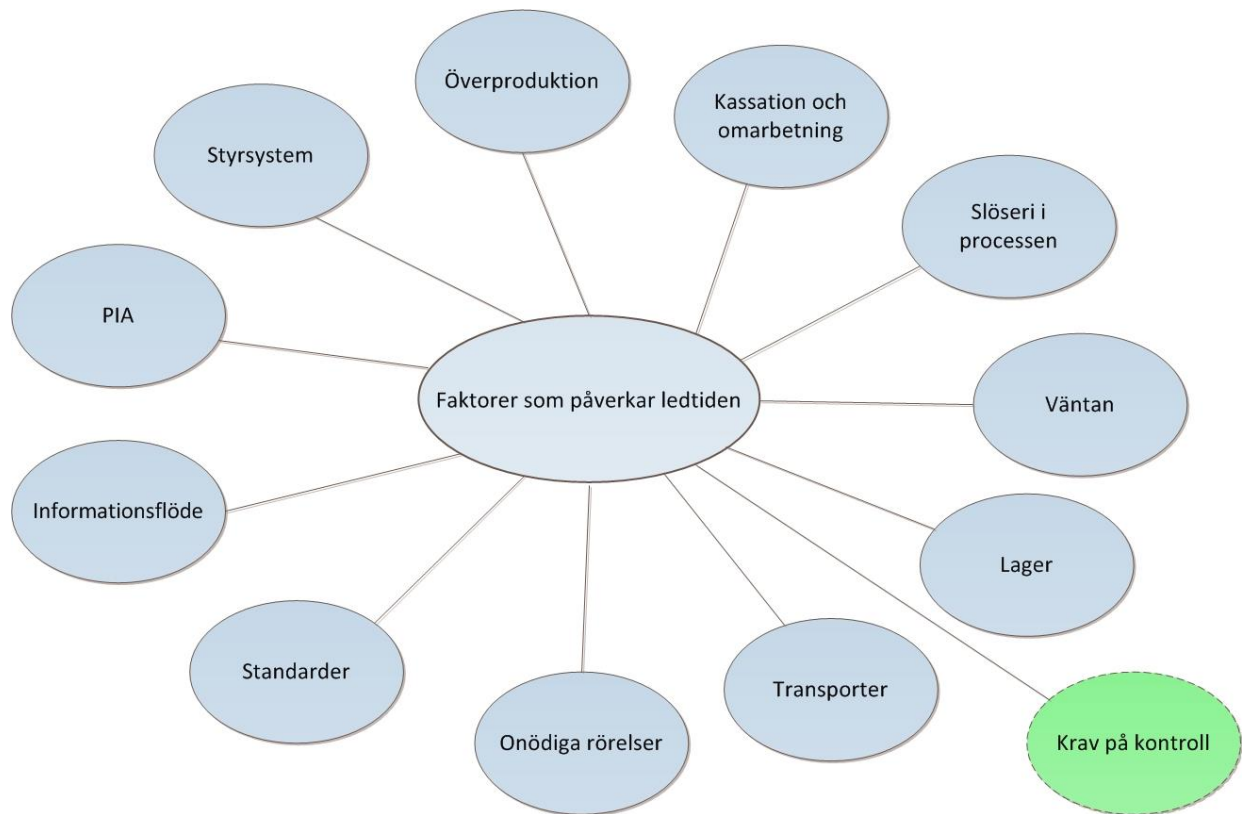


Figur 4.1: Balanseringsdiagram, nuläge.

Eftersom värdeflödesanalysen endast beskriver den sammanlagda genomsnittliga ledtiden utfördes kompletterande tidsmätningar för att ge indikationer på hur lång väntetid produkterna kan ha mellan olika processteg. Tidsmätningen fungerade som ett stickprov för att mäta väntetiderna mellan samtliga processteg.

Resultatet av värdeflödesanalysen visade att flödet på Lab.gruppen håller stora mängder produkter i arbete samt stora lager för komponenter och färdiga produkter. Den beräknade ledtiden för produktionen blev således lång. Ett annat stort problem är att produkterna väntar en stor del av tiden de befinner sig i produktionsflödet. Det finns åtskilliga buffertplatser eftersom produkterna trycks fram i flödet utan hänsyn till framförvarande processteg. Genomgående upptäcktes även flera aktiviteter som kan anses vara icke värdeskapande. Det förekom många onödiga förflyttningar av både material och av människor. Dessutom åtgick en del tid till visuella kontroller. Observationerna

visade även att det saknas standarder för många arbetsmoment, såsom plock och montering. Sammanfattningsvis kan nämnas att de faktorer som presenteras i den teoretiska analysmodellen har inverkan på ledtiden på Lab.gruppen. Dock kan vissa faktorer anses ha större inverkan än andra. Resultatet av den empiriska studien medför dock ett tillägg i analysmodellen i form av kontroll, se Figur 4.2. Kravet på 100 procent kontroll fungerade som utgångspunkt för studien och konstaterades ha en viss inverkan på ledtiden.



Figur 4.2: Faktorer som påverkar ledtiden, med tillägg.

5 ANALYS OCH DISKUSSION

Med ansats i studiens huvudsyfte, att avgöra vad som påverkar en ledtid, har grundliga teoretiska och empiriska studier utförts som ligger till grund för kommande diskussion. Med anledning av syftet studerades företaget Lab.gruppen för att kartlägga deras produktionsflöde med målet att reducera produkternas ledtid. För att uppfylla studiens huvudsyfte inkluderar följande diskussionsavsnitt två delar. Dels analyseras den empiriska datan och observationerna utifrån den teoretiska analysmodell som skapats för studien för att kunna dra mer generella slutsatser av vad som påverkar en ledtid. Dessutom presenteras ett rekommenderat framtida flöde med utgångspunkt i kartan över det nuvarande tillståndet.

5.1 HVLV eller LVHV?

Det kan anses lämpligt att i det aktuella fallet avgöra vilken klassning Lab.gruppen tillhör för att göra det möjligt att uppnå studiens huvudsyfte, att avgöra vad som påverkar en ledtid mest. Därför har Lab.gruppens egenskaper och förutsättningar analyserats och utifrån dessa kommer en diskussion att föras angående klassningstyp. Det här har gjorts med utgångspunkt i litteraturen och casestudien som utförts för att avgöra lämpliga åtgärder i produktionen för att uppnå huvudsyftet, att reducera ledtiden. Pandian et al. (2010) presenterar två klassningsextremer för tillverkande företag, hög variation och låg volym samt låg variation och hög volym. I fallstudiens inledande stadiet förmodades Lab.gruppen befinna sig någonstans mellan de två klassningsextremerna. Efter vidare studier och observationer har det bekräftats att företaget befinner sig närmare HVLV på skalan över klassningsextremerna. De kan anses ha vissa egenskaper som är karaktäristiska för ett produktionssystem med låg variation och hög volym, men har huvudsakligen egenskaper som är utmärkande för ett produktionssystem med hög variation och låg volym (HVLV). Det är dock inte möjligt att fullständigt klassa Lab.gruppens produktion som HVLV då produkterna inte kan anses vara unika eller kundspecifika. Det har dock konstaterats att det är mest lämpligt att huvudsakligen utnyttja åtgärderna som rekommenderas för HVLV för att åstadkomma en kortare ledtid.

Utifrån teorin kan det i allmänhet konstateras att det är lämpligt att analysera ett företags unika förutsättningar för att kunna avgöra vilken strategi som är lämplig att följa i strävan mot Lean production. Både Jina et al. (1997) och Horbal et al. (2008) pekar på svårigheterna med att implementera Lean i en produktionsmiljö som skiljer sig från den ideala produktionen med låg variation och hög volym, men visar även att det är möjligt om vissa anpassningar görs. De faktorer som presenterats som inverkan på ledtiden i en produktion verkar inte vara beroende av företagets klassning. Faktorerna kan dock anses ha olika stor betydelse i olika typer av företag beroende på företagets förutsättningar. I studien uppfattades exempelvis lagret vara en av de stora påverkansfaktorerna, som dock visade sig vara svårt att åtgärda på grund av krav utifrån. I ett företag som har HVLV-förutsättningar kan det konstateras vara svårare att påverka lagerhållningen i komponent- och färdigvarulager medan andra faktorer kan vara lättare att påverka såsom lagerhållningen i produktionsflödet.

5.2 Lean production i HVLV

För ett företag som kan klassas som HVLV kan det, som nämnts tidigare, vara svårt att se hur det skulle vara möjligt att implementera Lean production. Att införa ett dragande system i en HVLV-miljö för att reducera ledtiden är möjligt, men kräver en del anpassningar. Det har under studiens gång upptäckts en del litteratur kring området, men det som har varit svårare att hitta information om är kravet på 100 procent kontroll. Lab.gruppens konkurrensmedel är säkra produkter av hög kvalitet, varför de kräver att alla produkter testas. Resultatet av beräkningarna visade att 13,9 procent av tiden då produkterna befinner sig inne i flödet upptas av olika tester, jämfört med 4,6 procent för värdeadderande tid. Produkterna stod i kö eller på buffertplatser och väntade 76,6 procent av tiden. Det kan alltså konstateras att den mesta av tiden gick åt till väntan, vilket är en av de 7 sju slöserierna (Liker & Meier, 2006). Eftersom väntan upptar större delen av ledtiden och således är det största problemet i flödet har fokus vid skapandet av det nya flödet varit att åstadkomma mindre väntan för att reducera andelen icke värdeskapande tid.

En annan svårighet, för ett företag som har en varierande efterfrågan och tillverkar låga volymer, vid implementering av Lean är att organisera tillverkningssystemet på ett effektivt sätt. Värdeflödesanalys, som är den metod som använts för casestudien, syftar huvudsakligen till att kartlägga det nuvarande flödet samt utforma ett idealt framtida flöde. I det framtida flödet beskrivs förslag på förbättringar som kan göras för att effektivisera organisationen av tillverkningssystemet. Jina et al. (1997) menar att genom att implementera Lean i en HVLV-miljö kan företaget minska effekterna av variation i materialflödet. Det här kan anses vara eftersträvänsvärt då variationerna har en negativ inverkan på företagets övergripande resultat. Jina et al. (1997) föreslår två tillvägagångssätt för att minska variationerna redan i ordersläppet. Antingen kan företaget införa ett FIFO-flöde, vilket innebär att varje order släpps in i systemet i samma ordning som den lades av kunden. Det andra tillvägagångssättet är att anpassa MPS-systemet till senaste prognos för efterfrågan mot produktionskapaciteten och sedan matcha varje ny order mot nästa fria lucka i systemet (ibid.). I fallstudien anses FIFO-flöde vara det mest passande då kunderna kräver en kort leveranstid. FIFO anses även vara passande om företaget rekommenderas att införa styrsystemet Conwip. För ett företag med andra förutsättningar än Lab.gruppen kan det andra tillvägagångssättet vara mer lämpligt.

5.3 Teoretisk analysmodell

För studien skapades en teoretisk analysmodell att utgå från vid diskussioner om vad som påverkar en ledtid. Att reducera ledtiden i ett företag i HVLV-miljö med krav på hög grad av kontroll påverkas av flera faktorer. Med bakgrund i den teoretiska analysmodellen konstateras dock vissa faktorer påverka ledtiden mer än andra. Med utgångspunkt i fallstudien kan det konstateras att exempelvis PIA, buffertar samt komponent- och färdigvarulager har stor inverkan på ledtiden. En annan faktor som har stor betydelse i Lab.gruppens produktionsflöde är väntan, som kan anses vara en följd av höga PIA-nivåer som i sin tur, enligt Geraghty och Heavey (2005), kan kopplas till företagets tryckande system.

Något som konstaterades ha viss inverkan på ledtiden, men som gav mindre utslag än väntat, var test och kontroll av produkterna. Då studien tog sin början antogs kravet på 100 procent kontroll vara

flödets största slöseri och därmed det största problemet. I slutändan kan kontrollen konstateras ha mindre inverkan på den totala ledtiden än vad som först antogs. Med det sagt utgör tidsåtgången för kontroll fortfarande en betydande del av ledtiden vid jämförelse med faktiskt värdeadderande tid.

Ytterligare en faktor som anses viktig för Lab.gruppen är standard, vilket saknas på flera ställen i produktionen. Liker och Meier (2006) menar att standarder är en utgångspunkt för ständiga förbättringar. Val av styrning står också som en faktor som påverkar ledtiden, vilket anses viktigt för samtliga företag och så även för HVLV-företag och Lab.gruppen.

Något som är nära knutet till styrsystemet är informationsflödet, som också konstaterats ha en inverkan på ledtiden. Jonsson och Mattsson (2011) säger att materialflödet anses vara det primära logistikflödet, men poängterar att informationsflödet är en förutsättning för att åstadkomma materialflödet. Även Rother och Shook (2003) menar att både informations- och materialflödet är viktigt och måste optimeras för att nå ett effektivt logistiksystem. I allmänhet kan det därför anses lämpligt för företag i en HVLV-situation att optimera båda.

Vissa av faktorerna är direkt hämtade från de sju slöserier som presenteras av Liker och Meier (2006). Kassation och omarbetning är en av dem som anses speciellt viktig hos Lab.gruppen och även i allmänhet bland företag med hög grad av kontroll. Kontrollen utförs av en anledning, för att produkterna som levereras till kund skall vara säkra och hålla hög kvalitet. Klarar produkterna inte kontrollen leder det till ytterligare slöseri i processen i form av omarbetning alternativt kassation. Faktorn slöseri i processen har inte behandlats inom ramen för studien eftersom andra faktorer ansågs mer kritiska för ledtiden. Liker (2004) menar att åtgärder som reducerar den icke värdeskapande tiden oftast ger betydligt större inverkan på ledtiden framför att optimera den värdeskapande tiden. Dock visade sig flera åtgärder även ha viss inverkan på slöseri i processen. Transporter och onödiga rörelser förekommer i många fabriksmiljöer och så även hos Lab.gruppen. Dock anses de nämnda slöserierna påverka mindre än andra varför studien lagt lite fokus på dem. Generellt för företag i HVLV-miljöer kan transporter och onödiga rörelser visa sig vara ett större problem varför faktorerna ändå platsar i den teoretiska analysmodellen. Överproduktion, som anses vara den värsta formen av slöseri, bör i allra högsta grad hållas i åtanke. Ett företag i en HVLV-miljö som har ett tryckande system tar inte hänsyn till framförvarande processer vilket gör att överproduktion är ett faktum. Enligt Liker och Meier (2006) leder överproduktion till övriga slöserier i processen och specifikt för HVLV-företag anses överproduktion vara viktigt att kontrollera med hjälp av ett bra styrsystem.

5.4 Val av styrsystem

I dagsläget kan Lab.gruppen anses ha ett fullständigt tryckande system då all materialförflyttning sker utan hänsyn till framförvarande station. Produktionen styrs av en produktionsplan och baseras på prognoser av kundefterfrågan. Tillverkningen saknar enligt observationer samordning mellan stationer, vilket också är ett tydligt tecken på ett tryckande system. En annan observation som gjordes var stora mängder PIA, vilket kan vara ett resultat av att systemet är tryckande. Det här uppkommer ofta till följd av strävan efter ett ökat genomflöde för att minska risken för brist i färdigvarulagret enligt Geraghty och Heavey (2005). Ett stort antal produkter i arbete har också stor inverkan på ledtiden, vilket gör det till en viktig faktor att ta hänsyn till. I ett försök att undersöka

studiens huvudsyfte, att reducera ledtiden i produktionsflödet, har olika typer av pull-system analyserats.

Gaury et al. (2000) presenterar tre olika system för införandet av pull-system i ett flöde; Kanban, Conwip och Hybrid Conwip/Kanban. En del av syftet med studien är att reducera företagets ledtid och minska produkter i arbete, vilket kan åstadkommas med hjälp av ett mer dragande system. Teorier har analyserats för att avgöra vilket dragande system som är mest lämpligt att införa i en produktionsmiljö med hög variation och låg volym. Gaury et al. (2000) menar att Kanban är ett sätt att minska PIA till skillnad från push-system som har fokus på genomflöde. Däremot menar Bonvik et al. (1997) att Kanban kan vara svårt att tillämpa då variationen är hög och är bäst lämpat för en mer stabil och förutsägbar produktionsmiljö. Horbal et al. (2008) presenterar dock ett pull-baserat system för materialflödet i en produktionsmiljö med hög variation och låg volym. De förespråkar då att efterfrågan på komponenter analyseras istället för efterfrågan på färdiga produkter och att vanliga supermarkets införs för de komponenter som efterfrågas ofta. För de komponenter som benämndes strangers och som alltså inte efterfrågades lika ofta förespråkar författarna en så kallad sekventiell supermarket med FIFO-flöde. I den aktuella fallstudien är variationen relativt stor vilket kräver att systemen anpassas för de speciella omständigheter som råder. Om det skulle vara möjligt att analysera företagets komponenter och dela upp dem i olika grupper baserade på efterfrågan hade det eventuellt varit möjligt att införa en supermarket för runners med elektronisk Kanban till leverantören. Det här kräver dock att leverantören är villig att leverera så ofta som företaget önskar. Det är något Lab.gruppen kan undersöka och eventuellt implementera efter vidare studier för att åstadkomma mindre lagerhållning och därmed ytterligare reducera genomloppstiden. Indelningen av komponenter omfattas dock inte av den aktuella studien.

Något som förespråkas av flera författare är det så kallade Conwip-systemet som kombinerar fördelarna med både Kanban och push-system. I det aktuella fallet skulle det innebära att mängden PIA i flödet begränsas, vilket skulle minska genomloppstiden och kapitalbindningen. Begränsningen skulle även minska variationen och förbättra kvaliteten enligt Srinivasan et al. (2003). Att införa Conwip innebär dock att systemet fortfarande innehåller avsnitt som är tryckande då det inte kommer att innehålla några restriktioner inom systemet. Det fungerar dock ändå som ett sätt att implementera vissa pull-principer i en produktion med högre variation. En fördel med Conwip är att det är relativt lätt att implementera i jämförelse med ett rent Kanban-system då endast en uppsättning kort krävs (Guary, et al., 2000). Styrsystemet ger dock inte samma effekt som Kanban när det kommer till att helt eliminera köer framför enskilda operationer. Kanban-systemet tillåter ingen materialförflyttning utan signal från framförvarande station, medan Conwip inte har någon sådan begränsning. Dock presenterar Geraghty och Heavey (2005) ytterligare en fördel med Conwip över Kanban, vilket är kommunikationsprincipen som används för att förmedla kundefterfrågan. I Conwip-systemet hamnar informationen direkt i början av flödet medan Kanban-systemet riskerar att få en viss fördröjning eftersom informationen måste färdas genom alla steg innan det når den initiala produktionsprocessen. Informationsflödet konstaterades dessutom vara en av nyckelfaktorerna för en optimal ledtid med bakgrund i Jonsson och Mattssons (2011) resonemang. De poängterar vikten av ett bra informationsflöde för att åstadkomma effektiv produktion. De menar att rätt information som transporteras effektivt genom flödet kan ge upphov till mindre fördröjningar, snabbare genomflöde och ökad kostnadseffektivitet. Conwip-systemet verkar vara ett

bra alternativ till ett rent pull-system i syfte att reducera ledtiden i en produktion med hög variation och låg volym.

Det sista systemet som presenteras är en hybrid mellan Kanban och Conwip, där ytterligare pull-principer utnyttjas för att styra systemet. I Conwip-systemet riskerar buffertar att växa framför långsamma processer eftersom lagernivåerna i systemet inte kontrolleras individuellt (Guary, et al., 2000). Hybriden innebär att fördelarna med Conwip och Kanban kombineras för att åstadkomma högt genomflöde, litet antal PIA samt kontroll av lagervolymer vid varje enskild process. Hybriden har i tester visats göra bättre ifrån sig än både Kanban och Conwip under vissa förutsättningar. Guary et al. (2000) poängterar dock vikten av optimal utformning av produktionssystemet för att testerna skall anses tillförlitliga. Dessutom menar de att studier kring hybriden mellan Conwip och Kanban är relativt få, vilket indikerar att resultaten kan ifrågasättas något.

I allmänhet kan det konstateras att Kanban-systemet har vissa egenskaper som gör det svårt att implementera i en produktion med HVLV-förutsättningar. På grund av det krävs vissa anpassningar för att åstadkomma en reducerad ledtid. Styrsystemet påverkar hela produktionen och har inverkan på flertalet av de parametrar som utifrån den teoretiska referensramen och casestudien ansågs ha effekt på ledtiden. Exempelvis påverkar valet av styrsystem mängden PIA i flödet samt den allmänna lagerhållningen i processen. Dessutom påverkar det informationsflödet i produktionen. På grund av styrningens inverkan på den totala ledtiden anses det vara en kritisk sak att ta hänsyn till vid optimering av ett produktionsflöde. För det allmänna HVLV-företaget med speciella förutsättningar som krav på hög grad av kontroll är det möjligt att implementera ett styrsystem som är dragande, åtminstone i någon grad. Hybriden låter i teorin mest lämplig och skulle förmodligen fungera för flertalet företag i den studerade situationen. I Lab.gruppens fall anses dock Conwip vara det mest lämpliga styrsystemet att implementera för att reducera ledtiden. Conwip anses vara det system som ger mest inverkan på ledtiden utan att frångå företagets krav på 100 procent kontroll. Dessutom menar både Gaury et al. (2000) och Geraghty och Heavey (2005) att Conwip är lätt att implementera vilket motiverar valet ytterligare. Hybriden skulle eventuellt också vara tillämpbar, men det ifrågasätts huruvida den formen av styrning inne i systemet skulle fungera i det aktuella fallet. En viss grad av styrning i Conwip-systemet kommer införas genom att implementera så kallat FIFO-flöde genom hela produktionen. Dessutom rekommenderas företaget att införa vissa buffertbegränsningar för att styra processerna samt indikera problem i produktionsprocessen. Ett rent Kanban-system anses vara svårt att implementera i en produktion med HVLV-förutsättningar varför alternativet väljs bort i denna studie.

I dagsläget får samtliga delar av produktionsflödet information om vad som skall produceras. Det här anses inte nödvändigt i ett framtida flöde då Conwip och FIFO förespråkas. I Conwip skall informationen endast skickas till första stationen (Geraghty & Heavey, 2005). Resterande processer i flödet går, som nämnts tidigare, enligt FIFO-principen och förädlar den produkt som kommer först. Signal om att släppa in en ny produkt i flödet ges av sista stationen i flödet vid leverans av en produkt till lagret, vilket genererar ett informationsflöde från pack till plock.

5.5 Lager

Vid studiens start fanns nära tre veckors efterfrågan av färdiga produkter i lager samt tre veckors förbrukning av komponenter hos Lab.gruppen. Under tiden för studien har färdigvarulagret ökat för att tillgodose det stora kundbehovet som uppstår i slutet av månaden. De omfattande lagren har en mycket stor inverkan på den totala genomloppstiden för produkterna och medför även en betydande kostnad för företaget. Att ha mycket på lager påverkar företagets kostnader i form av bland annat kapitalkostnader för lagerhållna produkter samt förvaringskostnader (Jonsson & Mattsson, 2011). Eftersom ökad kapitalbindning ökar direkta kostnader och medför ökade finansiella krav är det viktigt för företag att kontrollera kapitalbindningen genom att endast lagerhålla minsta möjliga kvantiteter (ibid.). På grund av detta bör Lab.gruppen se över sina lager och se till att kvantiteterna hålls på en lämplig nivå. Då undersökningen framförallt omfattar det faktiska produktionsflödet i fabriken kommer lagren inte att åtgärdas inom ramen för studien. Däremot kan åtgärder av lager ingå i en fortsatt studie.

I allmänhet är det svårare för ett företag i en HVLV-situation att hålla nivåerna i lagret låga då variationerna kräver någon form av anpassning. Jina et al. (1997) poängterar vikten av att ta hänsyn till varje företags speciella förutsättningar vid implementering av Lean production, då HVLV-egenskaperna medför flera tekniska och organisatoriska barriärer som måste övervinnas. Om leverantörer och säljbolag kan påverkas att anpassa sig till vissa förutsättningar underlättar det för företaget att sänka lagernivåerna utan att åsidosätta kundernas leveranskrav.

5.6 Standardiserat arbetssätt

Under studien har det konstaterats att avsaknaden av standarder i företagets produktionsflöde har varit en bidragande orsak till de långa ledtiderna. Bland annat har ordningen i vilken produkterna behandlas varit inkonsekvent i delar av flödet. Inom Lean production förespråkas en tydlig standard som alla bör arbeta efter och som hela tiden skall uppdateras när nya och bättre metoder upptäcks (Liker & Meier, 2006). Hos Lab.gruppen finns det idag en manual för hur produkterna skall monteras och hur lång tid varje moment förväntas ta. De montörer som observerades under studien förklarade dock att de själva hade möjlighet att utforma sina egna standarder för det arbete de utförde. För individen kan det vara positivt att få välja hur arbetet skall utföras med hänsyn till den egna förmågan och ergonomiska aspekter. För Lab.gruppen och även företag i allmänhet kan det dock leda till oönskade konsekvenser. Genom att de anställda utformar sina egna standarder blir det svårare att mäta förbättringar av förändringar eftersom de förändringar som görs kommer att påverka de anställdas arbetssätt olika. Att kunna mäta förbättringar är en av grundtankarna med standardiserat arbetssätt, och det är då en förutsättning att de anställda håller sig till uppsatta rutiner (Liker & Meier, 2006). Horbal et al. (2008) beskriver hur standardiserat arbetssätt även kan reducera variationer i cykeltid. Genom reducerade variationer i cykeltiden för en operation skulle ledtiden hållas jämnare och det skulle bli lättare för ett producerande företag att hålla takten i vilken kunderna efterfrågar dess produkter.

Som det HVLV-företag Lab.gruppen bedöms vara är det extra viktigt att det finns en standard dels för arbetssättet på företaget i allmänhet och dels för produktionen av varje specifik produktvariant. Som Horbal et al. (2008) beskriver kan det vara svårare att införa standardiserat arbetssätt i

produktionsmiljöer där en stor variation förekommer. Det bedöms ändå vara så pass viktigt att det är något för företag med HVLV-förutsättningar att arbeta efter. Om det finns en standard för hur arbetet i företaget sker i allmänhet bedöms det rimligt att standarder för mer specifika uppgifter blir lättare att utforma och arbeta efter.

5.7 5S

I produktionen på Lab.gruppen observerades ordning och reda som kan relateras till 5S, ett verktyg förknippat med Lean production som beskrivs av Liker (2004). Bland annat har de tavlor för upphängning av verktyg där varje plats är märkt med vilket verktyg som skall hänga där.

Företaget kommer att rekommenderas att införa flexibla arbetsbänkar där alla produkter skall kunna gå genom samtliga arbetsbänkar. Vid en sådan förändring kommer verktyget 5S att vara ännu viktigare att arbeta med. På arbetsbänkarna kommer det att finnas verktyg för att kunna montera alla varianter av produkter. Det kan komma att innebära en hel del olika verktyg med olika inställningar. Det är då av högsta vikt att de efter användandet placeras på rätt ställe för att undvika eventuella fel till följd av att felinställda verktyg används. Dock är det önskvärt att i framtiden sträva mot att utveckla produkter som kan hanteras av ett litet antal verktyg. Eftersom företaget redan bedöms ha en viss nivå av ordning och reda handlar det framförallt om att bibehålla den och skapa en vana hos alla medarbetare att följa ordningen.

Mellan varje ny produkt som skall tillverkas bör den anställda återställa arbetsbänken till sitt ursprungsläge, dels för sin egen skull och dels för den som skall ta över efteråt. För att hålla ordning och reda är det viktigt att arbeta med alla S:en eftersom de hänger ihop och påverkar varandra.

Under studien observerades stora mängder produkter utspridda över fabrikslokalen som stod och väntade på att bli behandlade. Genom att tillämpa 5S för att hålla rent och städat från produkter som står i vägen genom reduktion av PIA blir lokalen mer lättöverskådlig samtidigt som ledtiden minskar.

Att arbeta efter 5S och skapa vana bland alla anställda i företaget att verkligen följa de fem S:en anses vara en essentiell framgångsfaktor för producerande företag. Genom att arbeta efter de principer som presenteras i verktyget kommer det att vara lättare att hitta fel och orsaker till fel i systemet.

5.8 Produkternas utformning

Produkterna har länge designats för att passa ett manuellt tillverkningssätt. Det märks i produktionen även idag då tillverkningen fortfarande främst består av manuellt arbete och väldigt lite maskintillverkning. Problemet är att produkterna i dagsläget tillverkas i betydligt större skala. Det innebär att produkternas utformning kan behöva ändras för att passa det modernare tillverkningssätt som nu förekommer i fabriken. För att kunna skapa ett effektivare flöde genom fabriken måste produkterna vara anpassade för den sortens tillverkning som företaget vill arbeta efter. På lång sikt bör Lab.gruppen sträva efter att utveckla produkter bättre anpassade för de metoder som används i fabriken. Det är lättare att effektivisera och uppnå huvudsyftet att reducera ledtiden om samtliga produkter är anpassade för detta.

Jina et al. (1997) beskriver ett ramverk med områden att fokusera på vid implementering av Lean manufacturing i en produktion med hög variation och låg volym. En komponent presenterar just vikten av att designa produkter som är anpassade för logistik och tillverkning. Produkterna bör vara designade och anpassade för hela produktionskedjan. Det här är något Lab.gruppen bör ha i åtanke vid framtagandet av nya produktmodeller. Att fortsätta designa produkter med utgångsläge i det gamla sättet påverkar möjligheterna att ha ett effektivt produktionsflöde med korta ledtider. Några exempel som presenteras är att designa produkter av samma material och med samma ingående komponenter för att på det viset kunna ingå bättre avtal med leverantörer vilket kan leda till minskad lagerhållning och ökad flexibilitet. En annan åtgärd som föreslås är att designa produkter med gemensamma moduler och delar för att kunna förenkla lagerhållningen och samtidigt minska den. Jina et al. (1997) menar att desto mer unik en produkt är desto mer komplex blir logistiken och tillverkningsprocesserna. Därför är det önskvärt att minska produkternas unika karaktär så mycket som möjligt. Moduler medför reducerad komplexitet samtidigt som det ger möjligheten att behålla ett stort antal produktvarianter. För att möjliggöra en reducerad ledtid är det viktigt att minska komplexiteten i produktionssystemet.

De anställda i produktionen upplevde att produkterna inte var helt anpassade efter de metoder som används i produktionen. Det skulle kunna vara en följd av bristfällig kommunikation och litet samarbete mellan utvecklingsavdelningen och de som faktiskt tillverkar produkterna. Jina et al. (1997) menar att det viktiga är att designa och producera produkter som är attraktiva för kunden, lätta att tillverka och anpassade för produktionssystemet. Det här kan åstadkommas genom ett ökat samarbete mellan olika funktioner i företaget och en eventuell övergång till multifunktionella team för att möjliggöra ömsesidig anpassning. Därför är det viktigt att utvecklingsavdelningen och produktionsavdelningen på Lab.gruppen aktivt samarbetar för att utforma produkter som är möjliga att montera effektivt.

Vid arbetsbänkarna finns idag skruvdragare som är anpassade, avseende moment och bit, för de produkter som tillverkas i linan. Anledningen är att produkten lätt förstörs om skruvarna dras åt med fel moment. Idag är produkterna utvecklade på ett sätt som medför att olika skruv och olika moment förekommer hos de olika produkterna. Det resulterar i onödigt stora mängder material på arbetsbänkarna. Företaget rekommenderas i framtiden att utveckla produkter med standardiserade monteringsmetoder, dels för att undvika fel i monteringen och dels för att underlätta materialhanteringen med färre antal varianter av skruvar och verktyg.

5.9 Rekommenderat framtida flöde

Det framtida flöde som presenteras är baserat på de beräkningar som utförts i produktionen tillsammans med analyser och bedömningar om vilka förbättringar som kan införas. Flödet har utformats med utgångspunkt i de åtta punkter som Rother och Shook (2003) presenterar. Det nya flödet är tänkt att vara det ideala som företaget skall sträva mot att uppnå. Det är inte tänkt att företaget skall byta till det nya flödet omgående, utan det skall fungera som en mall för framtiden. Liker och Meier (2006) menar att Lean production förespråkar små förändringar över en lång tid vilket kräver tålamod, och det är just det som krävs för att det nya flödet skall gå att uppnå. Framtagandet av det framtida flödet är baserat på observationer och tolkningar under studien. Studien som utförts har fokuserat på produktfamiljen C Series men det framtida flödet kommer att

presenteras som ett flexibelt flöde där alla stationer kommer att kunna behandla alla produkter. Kartan över rekommenderat framtida flöde finns i Bilaga 3.

5.9.1 Takttid

Takttiden för produktionsflödets senare del har beräknats till 11,4 minuter och är beräknad på alla de produkter som kunderna till företaget efterfrågar. Takttiden för montering och föregående stationer har dock givits en annan taktid då de inte hanterar samma volym som de andra processerna i produktionen. Det här beror på att de produkter som inte tillverkas inne i företagets egen fabrik kommer in i flödet först inför teststationerna. Flödet hanterar således större mängder produkter i slutet än i den tidigare delen. Takttiden för de produkter som tillverkas i fabriken beräknades till 12,9 minuter. Takttiderna är snitt för kundernas efterfrågan under ett år, vilket gör att produktionen måste kunna hantera toppar och dalar i efterfrågan. Det kan göras genom att hålla ett färdigvarulager (Jonsson & Mattsson, 2011). Som det ser ut idag verkar det finnas arbetsbänkar och personal för att producera mer produkter än vad som efterfrågas vilket ger möjlighet för hantering av försäljningsökningar. Under studien upptäcktes skillnader mellan takttiden och cykeltiden för flera operationer vilket indikerar produktionsproblem (Rother & Shook, 2003). De största problemen som identifierats i det studerade flödet är stora mängder produkter i flödet och en stor del väntan jämfört med tid för behandling i flödet.

Att producera enligt taktid är enligt Rother och Shook (2003) inte alltid helt enkelt. Det kräver snabba reaktioner vid fel i systemet och ansträngningar för att eliminera oplanerade produktionsstopp. Då företaget har problem med att en stor del av produkterna i flödet faller ur på grund av defekter eller felmontering, kan det medföra problem för företaget att producera enligt taktid. I ett idealt flöde bör serviceavdelningen inte behövas som understöd till produktionen, då 100 procent felfria produkter är att eftersträva. Takttiden är dessutom ett snitt som kan vara svår att följa vid stora fluktuationer i efterfrågan.

Hos Lab.gruppen råder omständigheter som gör att de inte skulle klara av leveranskraven om de endast producerade enligt takttiden utan att hålla ett lager av färdiga produkter. Koncernens säljbolag avslutar många affärer i slutet av månaden, vilket gör att cirka 50 procent av alla order under månaden kommer till företaget sista veckan i månaden. Det gör att ett omfattande färdigvarulager är nödvändigt. Därför har det ideala framtida flödet skapats med hänsyn till de omständigheterna och det stora färdigvarulagret har inte reducerats. Om studien skulle omfatta företagets lager skulle rekommendationerna sett annorlunda ut.

Genom att studera de instruktioner som finns anslagna vid monteringslinorna i fabriken konstaterades det att den studerade produktfamiljen C series har den längsta monteringstiden av alla produktfamiljer. Det innebär att beräkningarna som ligger till grund för det framtida flödet, som är baserade på C series, gör det möjligt att hinna med samtliga produktfamiljer då de har en kortare monteringstid.

I det rekommenderade framtida flödet har den värdeskapande tiden reducerats något. Det har skett efter bedömningar om att den totala tiden för montering och förmontering kommer att bli något kortare när en montör monterar hela produkten. Det kan tyckas märkligt att den värdeadderande

tiden skulle minska. Dels har hela monteringen ansetts vara värdeskapande trots att vi är medvetna om att den innehåller en viss del slöserier och dels har det bedömts rimligt att arbetet optimerats genom förbättringar i processerna. Att hela monteringen ansetts värdeskapande har delvis gjorts för att underlätta beräkningarna samtidigt som det inte bedömdes relevant för studien att dela upp det momentet då det inte skulle påverka resultatet nämnvärt.

5.9.2 Batchstorlek

Liker och Meier (2006) förklarar att enstycksflöde och kontinuerligt flöde är samma sak. Vi vill dock poängtera att vi valt att skilja på de två uttrycken och ser införandet av enstycksflöde som ett steg i att uppnå kontinuerligt flöde. Ett kontinuerligt flöde har inte skapats inom ramen för studien, men de åtgärder som presenterats för Lab.gruppen, och även liknande företag i allmänhet, är ett steg i riktning mot ett kontinuerligt flöde.

I dagsläget arbetar Lab.gruppen med varierande batcher, medan det inom Lean production förespråkas enstycksflöde (Liker & Meier, 2006). Av observationerna att döma i det studerade företaget bedöms enstycksflöde passa utmärkt. Då företaget erbjuder många olika produktfamiljer som innehåller åtskilliga varianter skulle tillverkning med ett enstycksflöde lättare kunna anpassas efter efterfrågan. Dock belyser Horbal et al. (2008) svårigheten med att balansera arbetsinnehållet i en produktmiljö med stor variation om produktionen skall ske i ett enstycksflöde.

Under arbetets gång har även produktion i celler bedömts kunna vara lämpligt. Att producera i celler ger liksom enstycksflöde möjlighet att skapa en mer flexibel produktion där olika varianter kan produceras samtidigt (Witt, 2006). Dock bedöms enstycksflöde vara det bästa för företaget, med stöd i Witts resonemang om att celllayout lämpar sig bättre i en produktion som kräver fler maskiner än operatörer. Då det hos Lab.gruppen nästan uteslutande rör sig om manuellt operatörsarbete lämnas idén om att införa celler. Att plocka batcher i enstyck kan även anses som ett försök att utjämna produktmixen. Genom enstycksflöde är det möjligt att mixa produktvarianter och på så vis få ett flexibelt flöde.

Eftersom produkterna i dagsläget plockas i batcher om tre till sju produkter har företaget vagnar som är anpassade för det. Om produkterna skall plockas styckvis kommer troligen andra vagnar vara bättre att använda, det kommer troligen även behövas fler om företaget väljer att införa enstycksflöde. Förlagsvis investerar företaget i vagnar där produkten kan placeras ovanpå någon form av hurts vari komponenterna kan förvaras. Det är viktigt att komponenterna kan förvaras i vagnen för att underlätta för operatörerna att överskåda innehållet. Förvaringen måste även vara säker för att undvika defekter under transport genom fabriken. En vagn som kan följa med produkten hela vägen hade varit optimalt. Även i värmerummet skulle en anpassning behöva göras. Rummet är idag anpassat för vagnar med flera förstärkare i.

5.9.3 Lagerhållning

Företaget väljer i dagsläget att hålla stora lager av färdiga produkter för att kunna svara mot den varierande efterfrågan under månaden. Då de stora lagren skall kunna ta upp variationerna bedöms det fungera som en supermarket som kunderna plockar varor ifrån. Den bedömningen har bidragit till förslaget om ett Kanban-system som kombineras med begränsningen av PIA. När en vara packas

och läggs i lagret för färdiga produkter skickas en signal till plockstationen som då får plocka komponenter till den produkt som står på tur i produktionsplanen. Produktionsplanen skall dels vara baserad på försäljningen för att fylla upp lagret med de produkter som plockats ut, men även på nya order som kommit in till företaget. Det finns nämligen produkter i sortimentet som inte lagerhålls utan istället tillverkas efter order. Det här beror på att de säljs sällan och riskerar att behöva lagerhållas under en längre tid.

Ett av de stora problemen som föreligger i fabriakens produktionsflöde är det stora antalet produkter som finns i systemet, både i form av produkter i arbete och i lager. Inne i själva produktionen fanns vid det studerade tillfället 177 produkter av olika sorter. Många produkter i flödet skapar som sagt längre ledtid än nödvändigt och eftersom det är just leddiden som studien ämnar reducera var det huvudfokus när det framtida flödet togs fram. Att begränsa PIA genom att sätta en begränsning på antal tillåtna produkter som går in i flödet var det första som konstaterades nödvändigt. Genom att implementera styrsystemet Conwip kan det åstadkommas. Att begränsa antalet tillåtna produkter i flödet leder enligt Srinivasan et al. (2003) till bland annat reducerad ledtid vilket är precis vad studien syftar till att åstadkomma. Att beräkna den optimala nivån av PIA i produktionssystemet lämnas för fortsatta studier, men en grov uppskattning visar att leddiden genom produktionen med en begränsning på 50 produkter i flödet skulle kunna minska från 4,19 dagar till 1,2 dagar, vilket är en minskning med 71 procent. För att uppskatta antalet C series av de 50 produkterna beräknades andelen C series som säljs över hela året och multiplicerades med de 50 produkterna. Det gav 15 produkter från C series. I kartan över det framtida flödet har de 15 produkterna från C series placerats ut mellan processerna för att den genomsnittliga tiden skall kunna beräknas. Dock är tanken att det skall finnas färre produkter mellan processerna, en stor del av produkterna i flödet kommer att vara under behandling i de olika processerna. Med en kraftig minskning av leddiden i produktionen minskar också kapitalbindningen och kostnader knutna till den, vilket kan spara företaget mycket pengar. Vid stor lagerhållning, framförallt i slutet av ett produktionsflöde, genereras stora kostnader baserade på produkternas värde. Dessutom kan stora lager enligt Jonsson och Mattsson (2011) innebära ett visst risktagande då stora lager ofta medför ökad hantering vilket kan leda till defekter. Eftersom Lab.gruppen har problem med stora andelar defekta produkter som behöver skickas till service-avdelningen är det här viktigt att ha i åtanke.

5.9.4 Service

För att upprätthålla takten i flödet kommer det att finnas litet utrymme för defekter i produktionen. Då det framtida flödet kommer att vara bra balanserat mot takttiden ställer det krav på produkternas tillförlitlighet. Då omarbetning och service inte tillför produkten något värde ses det som slöseri och är inte önskvärt i en optimal tillverkningsprocess (Liker, 2004).

För att det i framtiden skall vara möjligt att ha ett flöde med minimal service krävs produkter som är lättare att kvalitetssäkra samt ett tillförlitligt produktionssystem. Det skulle även innebära ett flöde utan behov av lika omfattande kontroller. Inom Lean anses även kontrollen vara en form av slöseri då den inte tillför produkten något värde (Liker, 2004), även om det anses nödvändigt ur företagets perspektiv.

5.9.5 Plock

För att ytterligare effektivisera det faktiska produktionsflödet rekommenderas företaget att införa kittning av små komponenter till produkterna, som rekommenderas av Horbal et al (2008). Även Hanson (2012) beskriver fördelarna med att arrangera materialet i kit. Kitten kommer att finnas placerade i en supermarket där plockarna hämtar ett passande kit till den produkt som skall plockas. Kittningen kommer att hanteras av lagret och sker i samband med att varor tas emot vid inleverans. En del av arbetet i plocket kommer således att läggas utanför det faktiska flödet. Uppskattningen görs att det här är rimligt då företaget bedöms ha tillräckligt med anställda i lagret för att hantera en ny arbetsuppgift. Kitten kommer att innehålla de smådelar som tidigare plockades ute i det stora komponentlagret som motstånd och klistermärken. De skall även innehålla skruv och andra smådelar som tidigare fanns placerade vid arbetsbänkarna. Kitten kommer att finnas placerade i lådor med en fastställd kvantitet. När en låda töms fungerar den som en Kanban-signal till lagret att återfylla supermarketen.

För att möjliggöra ovanstående rekommendation behövs införskaffning av någon form av låda för att hålla komponenterna. En transparent låda med flera fack och plats för diverse små delar anses vara en lämplig lösning. Det optimala hade varit en låda med genomskinlig botten som kan förses med en plastficka med plats för en beskrivning av vad varje fack i lådan skall innehålla. Den som förbereder kitten kan placera en mall för det aktuella kittet i plastfickan och kan därefter lätt se vad lådan skall fyllas med. På så vis felsäkras ett led i produktionen.

När komponenterna till produkterna plockas i batcher varierar cykeltiden beroende på batchens storlek. Vid införande av enstycksflöde skulle cykeltiden bli närmast densamma för varje plocktillfälle vilket gör det lättare att hålla systemets takt. Cykeltiden för plocket kommer troligen att variera något beroende på vilken produkt som plockas, men inte mer än att det ryms inom takttiden. För att plockprocessen skall rymmas inom takttiden kommer två operatörer att behöva hantera plocket parallellt.

Vid det observerade tillfället var det en mindre van operatör som plockade komponenter. På grund av det här kan slutsatsen dras att processtiden för plock kan minskas ytterligare vid ökad erfarenhet. Vid det studerade tillfället plockades totalt sex produkter i batchen under 25 minuter och 8 sekunder. Att plocka en produkt bedöms ta något kortare tid då rörelser för att sträcka sig efter flera komponenter undviks. Då en del av processtiden gick åt till att transportera vagnen mellan olika delar av lagret kvarstår den tiden oavsett antal produkter som plockas. I ett framtida flöde bedöms tiden kunna reduceras genom kittning, enstycksplock och erfarna anställda. Enligt bedömningarna kommer processtiden för plocket att minska till 20 minuter. Om två anställda plockar resulterar det i en cykeltid på 10 minuter.

5.9.6 Montering

Kitten kommer, förutom att underlätta plocket, göra det möjligt att ha flexibla arbetsbänkar. Det innebär att monteringen inte kommer att behöva ske i speciella linor som tidigare. Horbal et.al (2008) beskriver fördelen med både kit och så kallade "flow racks" där materialet finns nära tillhands vid arbetsbänken för operatören. Då det i den studerade situationen förekommer många olika

produktvarianter bedöms, liksom Horbal et al. (2008) kommenterar, kiten passa bättre då det kan bli rörigt på arbetsbänken med alldeles för många olika komponenter. Att ordna komponenterna i kit och förlägga hanteringen av materialet till lagret minskar dessutom variationerna i montörernas processtid då de slipper hämta materialet själva.

Tanken är att monteringslinorna skall ersättas med 4 stycken flexibla arbetsbänkar där en montör monterar en hel förstärkare. Det kommer att generera en längre processtid för varje operatör, men enligt bedömningarna kommer cykeltiden att minska då produkten inte behöver förflyttas mellan olika arbetsstationer. I samband med den förändringen kommer även förmonteringen av samma anledning att inkluderas i monteringen. Nackdelen med en sådan förändring är bland annat att det blir fler moment för varje operatör att lära in vilket kan ge problem för nya medarbetare. I Lab.gruppens fall, i dagsläget, bedöms det inte vara något problem då de har mycket kompetenta anställda och en låg personalomsättning jämfört med många andra arbetsplatser med liknande arbetsinnehåll. Företaget kommer lätt att kunna hantera stora order då alla arbetsbänkar kan hantera samma produkt.

När produkterna är färdigmonterade skall de ställas i en så kallad FIFO-kö (First In First Out) inför testmomenten. Till skillnad från hur de i dagsläget hanterar produkter som skall testas, genom att slumpvis plocka produkter i de olika ställen, införs nu en standard för vilken ordning produkterna skall hanteras i. Den produkt som blir färdig först kommer att ställas först i kön och kommer därefter att hanteras först i testavdelningen.

De produktionsprocesser som förekommer hos Lab.gruppen kan närmast liknas vid manuellt arbete och det förekommer förhållandevis lite maskintillverkning. Enligt bedömningar kommer det inte att rekommenderas något utpräglat kontinuerligt flöde i det framtida flödet. Att en operatör monterar hela produkten utan att sända den vidare kan dock på ett vis ses som införandet av ett kontinuerligt flöde i monteringsprocessen. Processen kommer ytterligare att effektiviseras då de stopp som tidigare förekom mellan stationerna kan elimineras.

5.9.7 Produkter utifrån

De produkter som kommer in till företaget för test och som tillverkas på annan ort rekommenderas att, liksom de produkter som tillverkas i fabriken, släppas in i flödet på signal från packstationen. En produkt skall släppas in när en annan produkt lämnar flödet för att läggas på lagret för färdiga produkter. De produkter som tillverkas på annan ort kommer att ställas i samma FIFO-kö som produkterna från monteringen. Om produktionsplanen innehåller en sekvens med många utav de produkter som kommer utifrån innebär det att plocket och monteringen får mindre att göra.

5.9.8 Test

Rekommendationen för det framtida flödet blir att införa FIFO-köer också mellan samtliga teststationer för att alla produkter skall ha samma förutsättningar att ta sig genom flödet. Det innebär att den produkt som går in i flödet först också är den som kommer ut först. Tidigare saknades standarder för ordningen vilken produkterna hanterades i.

Vidare bedöms flödet klara sig med en teststation av varje, uppdragstest och AP-test, för att hantera alla produkterna. Då cykeltiden för de stationerna är betydligt kortare än cykeltiderna för monteringen samt även kortare än den beräknade takttiden kommer teststationerna utan problem även kunna hantera de produkter som kommer in i fabriken endast för test. Tidigare fanns ett behov av fler teststationer på grund av mängden produkter i flödet som samlades framför teststationerna till följd av det tryckande systemet. Som Geraghty och Heavey (2005) nämner leder ett tryckande system vanligen till mer produkter i arbete som då riskerar att ansamlas någonstans i flödet.

För att få en korrekt cykeltid måste värmerummet i snitt alltid innehålla minst 11 produkter. Då erhålls en cykeltid på 10,9 minuter vilket understiger den beräknade takttiden. NOMAD-testet som tidigare skedde vid en egen station bedöms kunna utföras vid samma station och av samma operatör som utför uppdragstestet.

5.9.9 Sluttest och pack

Det som tidigare var de två sista stationerna i flödet, sluttest och pack, rekommenderas företaget att slå ihop till en och samma där en operatör utför samtliga moment. Med hänsyn till takttiden skall de två momenten utan problem kunna hanteras av en person vid en och samma arbetsbänk. Den sammanlagda tiden som mättes upp för de två stationerna var 11,2 minuter, vilket understiger takttiden på 11,4 minuter. Inom de uppmätta tiderna förekom även lyft och förflyttningar som undviks om en person sköter hela processen.

Då en produkt är färdig för att läggas i färdigvarulagret checkas den ut från produktionen och då går en signal till plocket att de kan börja plocka en ny produkt. Packstationen blir således pacemakerprocessen i det framtida flödet.

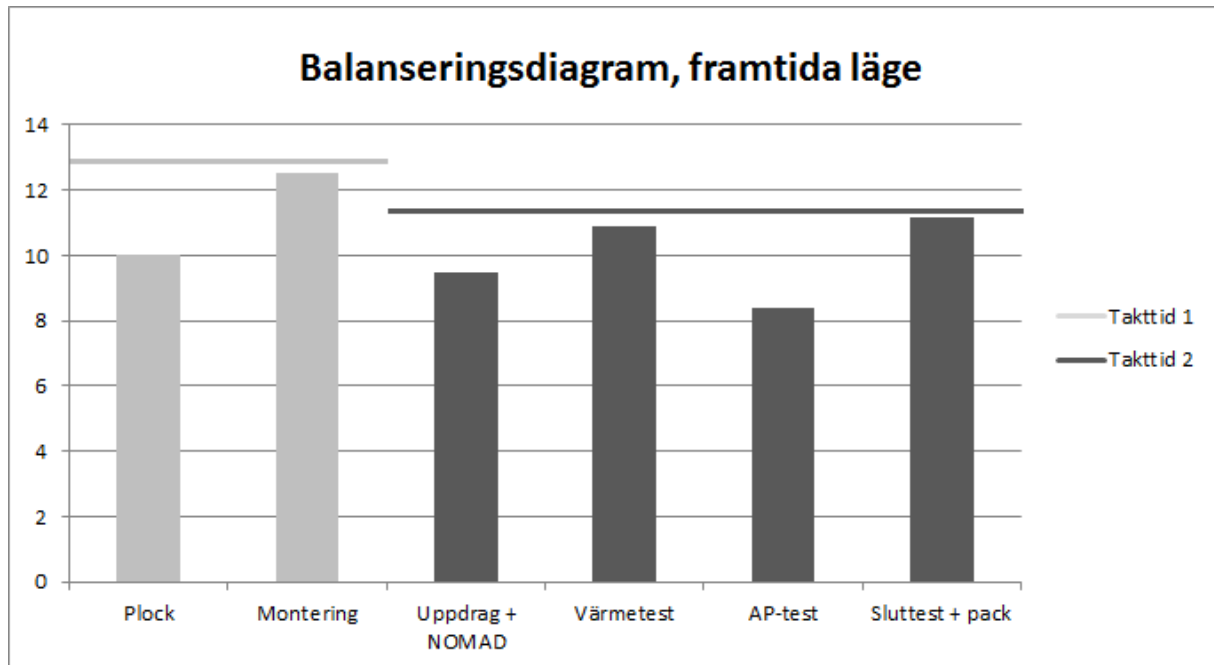
5.9.10 Förväntade effekter av förändringar

De presenterade effekterna avser det faktiska produktionsflödet utan hänsyn till lager. Vid ett lyckat genomförande av de rekommenderade åtgärderna kommer företaget att kunna minska ledtiden för C series i sin produktion från 2,2 dagar till 1,2 dagar. Det är en minskning med 71 procent. Den värdeadderande tiden kommer att öka från 4,6 procent till 8,1 procent. Genom den rekommenderade PIA-begränsningen kommer andelen tid i buffertar att minska från 76,6 procent till 61,9 procent. För en sammanfattning av fördelningen av tider i det framtida flödet se Tabell 5.1. Observera att PIA-begränsningen är en grov uppskattning och är en nivå som måste arbetas fram för att hitta en lägsta möjliga. Vid en lägre PIA-nivå skulle andelen tid i buffertar att minska ytterligare.

Tabell 5.1: Fördelning av tider i flödet, framtida läge.

Värdeadderande tid	8,1 %
Kontroll	25,0 %
Buffert	61,9 %

Flera av de förändringar som har gjorts i flödet har haft sin utgångspunkt i att flödet skall bli mer balanserat. Vid studiens inledande datainsamling observerades en obalans i flödet där flera stationer hade cykeltider som kraftigt avvek från den beräknade taktiden. Med de förändringar som rekommenderas har ett nytt balanseringsdiagram tagits fram som visar en bättre balans mellan stationernas cykeltider och den beräknade taktiden, se Figur 5.1.



Figur 5.1: Balanseringsdiagram, framtida läge.

5.9.11 Handlingsplan

En sammaställning av rekommenderade åtgärder samt ett förslag på ordning av genomförande presenteras i en plan och återfinns i Bilaga 4. Företaget rekommenderas även att beakta följande aktiviteter i ett mer långsiktigt perspektiv.

- Undersöka optimal PIA-begränsning i flödet för att reducera ledtiden ytterligare
- Se över produktutvecklingsprocessen och starta samarbete mellan avdelningarna för utveckling och tillverkning för att skapa goda förutsättningar för förbättringsmöjligheter i produktionsflödet
- Se över färdigvarulager och försöka hålla dem på lägsta möjliga nivå
- Se över komponentlager och gör en klassindelning av komponenter för att undersöka möjligheten att ha supermarket med leverantörskanban för de mest sålda produkterna
- Införa standardiserat arbete för att skapa en grund för ständiga förbättringar
- Utveckla produkter som är möjliga att kvalitetssäkra tidigare i flödet för att reducera aktivitet i service

6 SLUTSATS

Studien hade som syfte att undersöka hur ledtiden kan reduceras i ett produktionsflöde som anses vara sämre anpassat för konceptet Lean production och som dessutom har krav på 100 procent kontroll av produkterna. Utifrån syftet definierades tre forskningsfrågor för att precisera frågeställningen.

- Vad påverkar ledtiden i ett företag med krav på 100 % kontroll?
- Hur kan en leddid reduceras genom förändringar och förbättringar i produktionsprocessen?
- Hur åstadkoms en ökning av andel värdeskapande tid utan att frångå en verksamhets unika aspekter?

Utifrån de tre forskningsfrågorna har några slutsatser kunnat dras. I allmänhet har det konstaterats att företag i en HVLV-miljö har vissa begränsningar när det kommer till att implementera Lean i produktionsmiljön. Kravet på 100 procent kontroll medför minskade möjligheter till hög andel värdeskapande tid, men det är möjligt att reducera ledtiden utan att frångå det. Genom att arbeta med andra faktorer som påverkar ledtiden kan andelen värdeskapande tid höjas avsevärt.

I ett företag med krav på 100 procent kontroll har det konstaterats att många faktorer påverkar ledtiden. Utifrån casestudien visade det sig att ledtiden består av en stor andel kontroll, vilket var en av misstankarna. Den faktorn som verkade ha störst inverkan på ledtiden visade sig dock vara väntan i olika buffertar samt komponent- och färdigvarulager. Genom att implementera ett dragande styrsystem som begränsar antalet produkter i ett produktionsflöde kan ett företag med nämnda förutsättningar reducera ledtiden avsevärt. Slutsatsen drogs att anpassade Lean production-principer är möjliga att implementera vid givna förutsättningar.

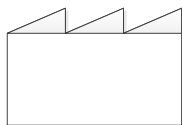
REFERENSER

- Bonney, M. C. o.a., 1999. Are push and pull systems really so different. *International Journal of Production Economics*, 59(1), pp. 53-64.
- Bonvik, A. M., Couch, C. E. & Gershwin, S. B., 1997. A comparison of production-line control mechanisms. *International Journal of Production research*, 35(3), pp. 789-804.
- Braglia, M., Carmignani, G. & Zammori, F., 2006. A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 44(18-19), pp. 3929-3952.
- Carmines, E. G. & Zeller, R. A., 1979. *Reliability and Validity Assessment*. 17 red. California: Sage Publications.
- Ejvegård, R., 2009. *Vetenskaplig metod*. 4 red. Lund: Studentlitteratur AB.
- Fisher, M. L., Hammond, J. H., Obermeyer, W. R. & Raman, A., 1994. Making supply meet demand in an uncertain world. *Harvard business review*, 73(3), pp. 83-93.
- Geraghty, J. & Heavey, C., 2004. A comparison of Hybrid Push/Pull and CONWIP/Pull production inventory control policies. *International Journal of Production Economics*, 91(1), pp. 75-90.
- Geraghty, J. & Heavey, C., 2005. A review and comparison of hybrid and pull-type production control strategies. *OR Spectrum*, 27(2-3), pp. 435-457.
- Guary, E., Kleijnen, J. & Pierreval, H., 2000. An evolutionary approach to select a pull-system among Kanban, Conwip and Hybrid. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 11(2), pp. 157-167.
- Hanson, R., 2012. *In-plant materials supply: Supporting the choice between kitting and continuous supply*, Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Hernon, P. & Schwartz, C., 2009. Reliability and validity. *Library & Information Science Research*, 31(2), pp. 73-74.
- Horbal, R., Kagan, R. & Koch, T., 2008. Implementing Lean Manufacturing in High-mix Production Environment . i: T. Koch, red. *Lean Business Systems and Beyond*. Boston: Springer , pp. 257-267.
- Jina, J., Bhattacharya, A. K. & Walton, A. D., 1997. Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. *Logistics Information Management*, 10(1), pp. 5-13.
- Jonsson, P. & Mattsson, S.-A., 2009. *Manufacturing planning and control*. London: McGraw-Hill Education.
- Jonsson, P. & Mattsson, S.-A., 2011. *Logistik: läran om effektiva materialflöden*. 2 red. Lund: Studentlitteratur AB.
- Krishnamurthy, A., Suri, R. & Wernon, M., 2004. Re-Examining the Performance of MRP and Kanban Material Control Strategies for Multi-Product Flexible Manufacturing Systems. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* , 16(2), pp. 123-150.
- Lab.gruppen AB, 2007-2013. *Lab.gruppen AB Company Profile | Lab.gruppen*. [Online] Available at: <http://www.labgruppen.com/about/> [Använd 11 03 2013].
- Lakshman, M. o.a., 2000. Quantitative Vs Qualitative Research Methods. *Indian Journal of Pediatrics*, 67(5), pp. 369-377.
- Liker, J. K., 1998. *Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers*. Portland(Oregon): Productivity Press.
- Liker, J. K., 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. 1 red. New York: McGraw-Hill.

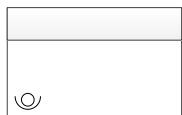
- Liker, J. K. & Meier, D., 2006. *The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. 1 red. New York: McGraw-Hill.
- Liker, J. & Rother, M., 2011. *Why Lean Programs Fail* / Lean Enterprise Institute. [Online] Available at: <http://www.lean.org/common/display/?o=1738> [Använd 17 04 2013].
- New, S. J., 2007. Celebrating the enigma: the continuing puzzle of the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 45(16), pp. 3545-3554.
- Olsson, P., 2013. *Strategier och principer för Lean produktion (Powerpoint)*. Göteborg: Chalmers.
- Pandian, P., Yang, L. & Liu, X., 2010. *Lean Tranformation for High Mix Low Volume Production: A Case Study*. Norcross, Institute of Industrial Engineers-Publisher, pp. 1-6.
- Petersson, P. o.a., 2009. *Lean: gör avvikelser till framgång*. 2 red. Bromma: Part Development.
- Rother, M. & Harris, R., 2007. *Skapa kontinuerliga flöden*. 1 red. Cambridge: Lean Enterprise Institute.
- Rother, M. & Shook, J., 2003. *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*. 1.3 red. Brookline: Lean Enterprise Institute.
- Shivanand, H. K., Benal, M. M. & Koti, V., 2006. *Flexible manufacturing systems*. 1 red. Daryaganj, Delhi: New Age International.
- Spearman, M., Woodruff, D. & Hopp, W., 1990. CONWIP: a pull alternative to kanban. *International Journal of Production Research*, 28(5), pp. 879-894.
- Srinivasan, M. M., Ebbing, S. J. & Swearingen, A. T., 2003. Woddward Aircraft Engine Systems Sets Work-in-Process Levels for High Variety, Low Volume Products. *Interfaces*, 33(4), pp. 61-69.
- Suciu, E., Apreutesei, M. & Arvinte, I. R., 2011. Value Stream Mapping - A Lean Production Methodology. *Annals of the Stefan cel Mare University of Suceava : Fascicle of the Faculty of Economics and Public Administration*, 11(1), pp. 184-191.
- Witt, C. E., 2006. One-Piece Flow. *Material Handling Management*, 61(12), pp. 57-59.
- Yin, R. K., 2009. *Case study research: design and methods*. 4 red. London: SAGE.

Bilaga 1 – Symboler värdeflödesanalys

Sida 1 av 1



Leverantör eller kund



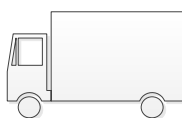
Processruta



Lager eller buffert



Push-pil



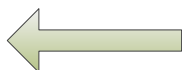
Leverans



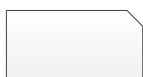
Processdata



Elektronisk information



Leveranspil



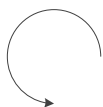
Kanbankort



Supermarket



FIFO-kö



Fysisk hämtning



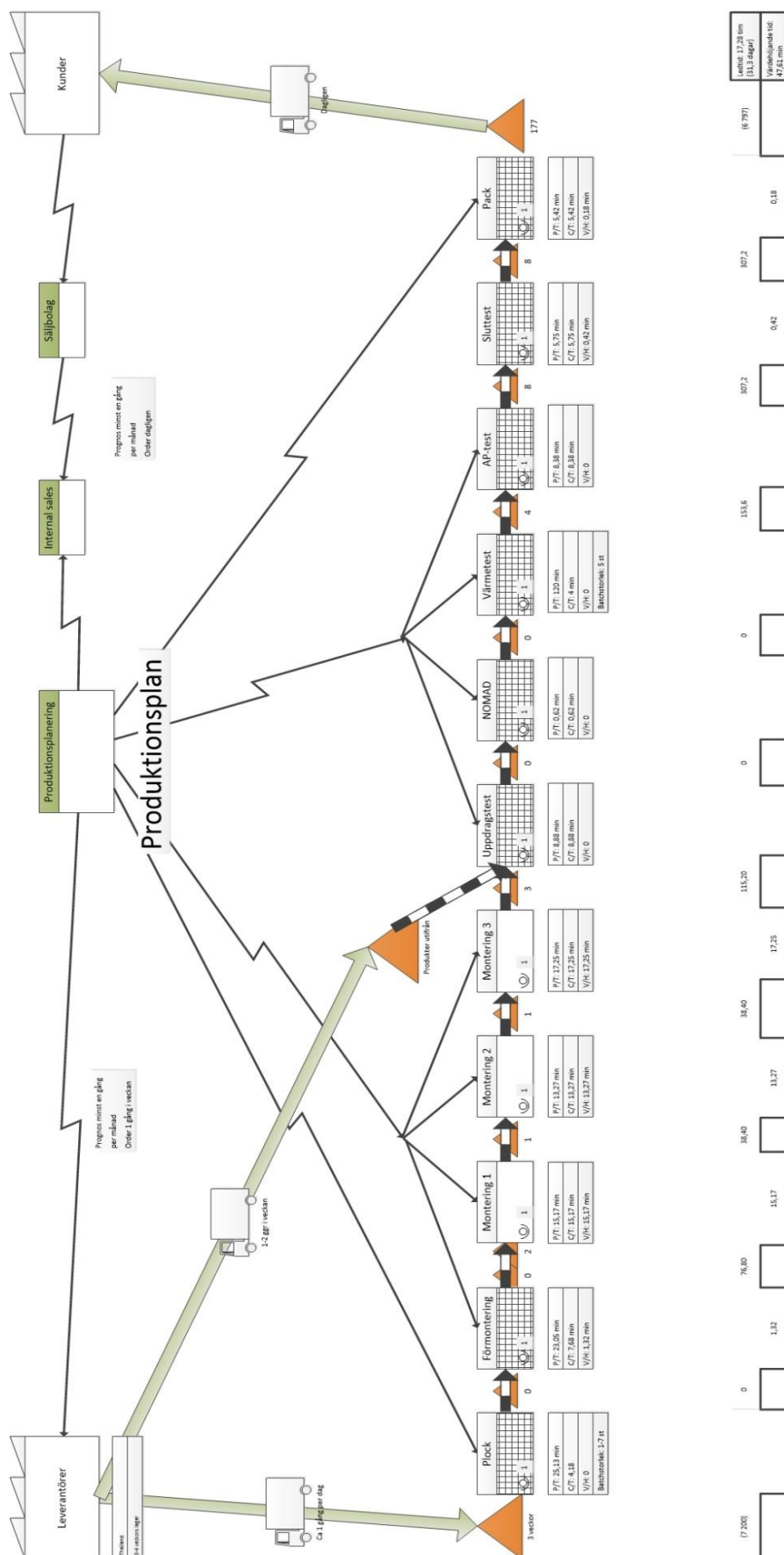
Signalkanban



Tidslinje

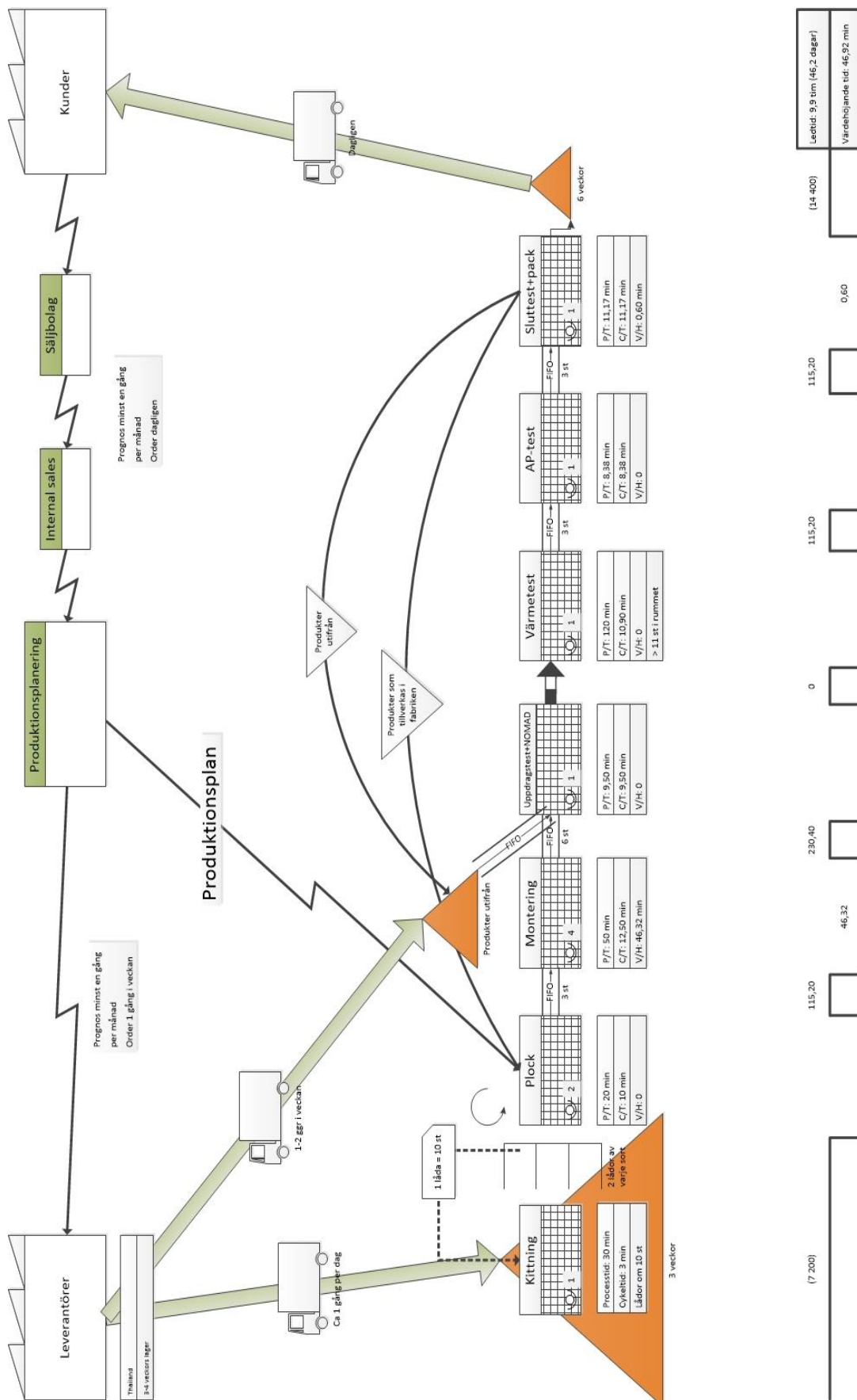
Bilaga 2 – Karta över nuläget

Sida 1 av 1



Bilaga 3 – Karta över framtida tillstånd

Sida 1 av 1



Bilaga 4 – Handlingsplan

[illegible]