



CHALMERS



Effektivisering av lager- och produktionsstyrning - En fallstudie på MIM Construction

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik.

LINNÉA ANDERSSON
LINNEA PAULSSON

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2016
Examensarbete: 2016:050

EXAMENSARBETE E2016:050

Effektivisering av lager- och produktionsstyrning

- En fallstudie på MIM Construction

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Ekonomi och Produktionsteknik

LINNÉA ANDERSSON
LINNEA PAULSSON

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg 2016

Effektivisering av lager- och produktionsstyrning
- En fallstudie på MIM Construction

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik

Linnéa Anderssen
Linnea Paulsson

© Linnéa Anderssen & Linnea Paulsson 2016

Examensarbete/E2016:050
Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för Supply and Operations Management
Chalmers tekniska Högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Första sidan:

Bilden är MIM Constructions marknadsföringsbild och exemplifierar användningen av en hundbur

Chalmers reproservice
Göteborg 2016

FÖRORD

Examensarbetet är utfört inom programmet Ekonomi och produktionsteknik vid Chalmers Tekniska Högskola. Själva examensarbetet omfattar 15 hp och har utförts under våren 2016 på ett svenskt tillverkande företag vid namn MIM Construction AB. Kontakt skapades genom en annons på kunskapscentrumet Innovatums hemsida. Studien genomfördes sedan mestadels på plats hos företaget.

Först och främst vill vi tacka vår handledare och examinator på Chalmers Peter Olsson för ovärderligt stöd under arbetets gång. Peter har genomgående varit tydlig, konkret och engagerad vilket alltid lett vårt arbete framåt.

Vidare vill vi tacka vår handledare på MIM Construction Jerker Bergström för den tid han avsatt för att hjälpa oss i vårt arbete. Med ett glatt humör har han alltid visat intresse, svarat på våra frågor och varit delaktig under studiens gång.

Vi vill även tacka samtliga inblandade, särskilt övriga anställda på MIM Construction som tagit sig tid att hjälpsamt besvara våra frågor. Vi vill även tacka företaget för hjälp med resor till och från Trollhättan.

Linnéa Anderssen & Linnea Paulsson
Göteborg juni 2016

Rationalization of inventory- and production control
- A case study at MIM Construction AB
LINNÉA ANDERSSÉN @ LINNEA PAULSSON
Department of Technology Management and Economics
Division of Supply and Operations Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

An increasingly competitive market development requires efficient production systems with quick response to customer needs. An adequate inventory service level is essential in order to compete in the market, this is enabled by, among other things, short lead times and efficient production flow. This has entailed in new prioritized areas among manufacturing companies, for example rationalization and lead time reduction.

The study, in form of a case study, has been conducted on the manufacturing company MIM Construction AB in Trollhättan. The factory in Trollhättan mainly manufactures dog cages and the production is based on a push system. The dog cages are produced to the finished goods inventory, which makes the inventory service level a critical factor. The production is characterized by large batches, few changeovers, high work-in-progress levels and that finished goods inventory levels periodically do not comply with the demand. Long lead times are a fact, which among other things can be traced to the non-optimal production planning and manufacturing flow.

The study aims to result in concrete improvement suggestions with regards to the production planning and flow to improve the inventory control system and reduce lead times.

Literature studies have been conducted to obtain a basic theoretical background of the factors that affect lead times to, for instance, improve inventory service levels. Parallel to this, an empirical study was conducted to be able to design a current state description. Based on the current state description factors that, in this specific case, affects the lead time was identified. Lastly, an analysis of the production system was conducted and improvement suggestions were developed.

A number of problem areas were identified in the analysis, for example in the production planning, IT-systems and demand management. Improvement suggestions for these problem areas have been designed. Furthermore, a comprehensive improvement suggestion in form of a situational consumption-driven production system was developed in order to shorten response times towards the finished goods inventory.

Keywords: *Lead time, consumption-driven production, inventory service level, production planning.*

SAMMANFATTNING

En allt mer konkurrenspräglad marknadsutveckling kräver effektiva produktionssystem med korta svarstider mot kundbehov. En tillfredställande lagerservicenivå, som möjliggörs genom bland annat korta ledtider och effektiva produktionsflöden, är en förutsättning för att kunna konkurrera på marknaden. Detta har medfört att effektivisering och ledtidsreducering är områden som i allt större utsträckning prioriteras hos tillverkande företag.

Studien, i form av en fallstudie, har genomförts på det tillverkande företaget MIM Construction AB i Trollhättan. Fabriken i Trollhättan tillverkar i huvudsak hundburar. Produktionen baseras på ett tryckande system där tillverkningen sker mot lager. Detta gör att lagerservicenivån är en kritisk faktor. Tillverkningen karakteriseras av stora partier, få omställningar, mycket produkter i arbete samt att färdigvarulagret periodvis inte överensstämmer med efterfrågan. Långa ledtider är ett faktum, vilket bland annat kan härledas till den icke optimala produktionsplaneringen och tillverkningsflödet.

Studien syftar till att resultera i konkreta förändringsförslag med avseende på produktionsplanering och flöde för att förbättra lagerstyrningssystemet och minska ledtider.

Litteraturstudier har utförts för att erhålla en grundläggande teoretisk bakgrund om vilka faktorer som påverkar ledtider för att bland annat kunna förbättra lagerservicenivån. Parallellt med detta utfördes empirisk undersökning för att sedan utforma en nulägesbeskrivning. Utifrån denna har faktorer som situationsspecifikt påverkar ledtiden identifierats. Slutligen utfördes en analys av hela produktionssystemet och förbättringsförslag arbetades fram.

Ett antal problemområden har i analysen identifierats, exempelvis inom produktionsplanering, IT-system och hantering av efterfrågan, och förbättringsförslag för dessa har utformats. Vidare utformades ett övergripande lösningsförslag i form av ett situationsanpassat förbrukningsstyrt system med syfte att förkorta svarstiden gentemot färdigvarulagret.

Nyckelord: *Ledtid, förbrukningsstyrd produktion, lagerservicenivå, produktionsplanering.*

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Precisering av frågeställningen	2
2. METOD	3
2.1 Empiri	3
2.1.1 Forskningsmetoder	3
2.1.2 Datainsamlingsmetoder	4
2.1.3 Värdeflödesanalys	5
2.2 Litteraturstudier	6
2.3 Analys och förbättringsförslag	6
2.4 Metodreflektion	6
2.4.1 Källkritik	6
2.4.2 Reliabilitet	8
2.4.3 Validitet	8
3. TEORI	9
3.1 Grundläggande definitioner	9
3.1.1 Ledtid	9
3.1.2 Cykeltid (C/T)	9
3.1.3 Stålltid (S/T)	9
3.1.4 Takttid	10
3.1.5 Produkter i arbete (PIA)	10
3.1.6 Little's lag	10
3.1.7 MTBF	10
3.1.8 MTTR	10
3.1.9 Flaskhals	11
3.2 Produkt	11
3.2.1 Produktsortiment	11
3.2.2 ABC-analys	11
3.2.3 Produktstrukturer	11
3.2.4 Standardprodukter	12
3.3 Lager	12
3.4 Produktionslogistik	13
3.4.1 Produktionslogistikens överväganden	14
3.5 Effektivitetsvariabler	14
3.5.1 Direkta effektivitetsvariabler	15
3.5.2 Indirekta effektivitetsvariabler	15
3.6 Produktionslogistikens flöden	16
3.7 Prognoser och efterfrågan	16
3.7.1 Prognosmetoder	16
3.7.2 Utformning	17
3.7.3 Trender och säsongsvariationer	17
3.8 Produktionsupplägg	18

3.8.1 Funktionellt produktionsupplägg	18
3.8.2 Flödesorienterat produktionsupplägg	18
3.8.3 Påverkan på produktionsplanering	19
3.9 Materialstyrning	19
3.9.1 Tryckande system	19
3.9.2 Dragande system	20
3.10 Materialstyrningssmetoder	20
3.10.1 Materialbehovsplanering	20
3.10.2 Beställningspunktssystem	21
3.10.3 Kanban	21
3.11 Partiformning	25
3.11.1 Ekonomisk orderkvantitet	26
3.11.2 Bedömd orderkvantitet	26
3.12 Säkerhetsmekanismer	27
3.13 Produktionsstyrning	27
3.13.1 Produktionskapacitet	27
3.14 Principer enligt Lean produktion	29
3.14.1 Slöserier	30
3.14.2 Ständiga förbättringar	30
3.14.3 5S	30
3.14.4 Visualisering	30
3.14.5 Värdeflödesanalys	31
3.15 Teoretisk analysmodell	32
4. NULÄGESBESKRIVNING	33
4.1 Företaget	33
4.2 Produkter	34
4.2.1 Produktstruktur	35
4.2.2 ABC-analys	36
4.3 Fabriken	36
4.3.1 Fabrikslayout	36
4.3.2 Arbetsstationer	37
4.3.3 Lager	42
4.4 Produktionsflöden	42
4.4.1 SG/EB-flödet	43
4.4.2 ED-doppsflödet	43
4.4.3 Profilflödet	44
4.4.4 Sidostycksflödet	45
4.4.5 Samband mellan produktionsflödena	45
4.5 Produktionsplanering	46
4.5.1 Produktionstid	46
4.5.2 Efterfrågan och säsongsvariationer	46
4.5.3 Prognostisering och planering av tillverkningsorder	47
4.5.4 IT-system	50
4.5.5 Kapacitetsplanering	52
4.5.6 Koppling mellan planeringsverktyg	53
4.5.7 Exemplifiering av en tillverkningsorder	53

4.5.8 Lagersaldohistorik.....	54
4.6 Prioriterad teoretisk analysmodell.....	55
5. ANALYS.....	57
5.1 Struktur i fabriken	57
5.2 IT-system	58
5.3 Produktionsplanering.....	58
5.3.1 ED-dopp.....	58
5.3.2 Tillverkningsorder.....	59
5.3.3 Prognostisering.....	61
5.4 Lagersaldo.....	64
5.5 Materialstyrning - dragande system	65
5.5.1 Differentiering av burmodeller.....	66
5.5.2 Dragande system - alternativ 1	67
5.5.3 Dragande system - alternativ 2	68
5.5.4 Dragande system - alternativ 3	69
6. SLUTSATS OCH DISKUSSION	81
6.1 Slutsats	81
6.2 Metodreflektion	82
6.3 Resultatreflektion	82
6.4 Fortsatta studier	83
REFERENSER.....	84

BILAGA 1- Symboler för värdeflödesanalys

BILAGA 2- Produktdelar för modell 364

BILAGA 3- Produktdelar för modell 380

BILAGA 4- Produktstruktur 364

BILAGA 5- Produktstruktur 380

Bilaga 6- Karta över nuvarande tillstånd

Bilaga 7- Gantt-schema över en tillverkningsorder för 364

Bilaga 9- Tillgänglig produktionskapacitet för SG/EB

Bilaga 10- Beräkningar för flyttning av efterfrågan mars-augusti

Bilaga 11- Beräkningar för flyttning av efterfrågan februari-augusti

Bilaga 12- Ledtid för Kanban 1

Bilaga 13- Antal kanban-kort för Kanban 1

Bilaga 14- Fördelning av omställningar

Bilaga 15- Ledtid för Kanban 2

Bilaga 16- Kanbanberäkningar ED-doppsflödet, profilflödet och sidostycksflödet

1. INLEDNING

Kapitlet avser att ge en beskrivning av studiens bakgrund och syfte. Syftet preciseras med hjälp av fyra frågeställningar. Vidare beskrivs även studiens avgränsningar. Dessa delar ämnar tillsammans ge en övergripande bild av studien.

1.1 Bakgrund

MIM Construction AB tillverkar och utvecklar utrustningsdetaljer till personbilar, i huvudsak säkerhetsnät och krocktestade hundburar. Huvudfabriken ligger i Frändefors och ytterligare en fabrik finns i Trollhättan där denna studie utförts. I Trollhättan produceras i huvudsak hundburar och antalet anställda är totalt 15 stycken. Produkterna säljs globalt, där den största försäljningen än så länge sker inom Europa. Majoriteten av försäljningen går till återförsäljare och grossister.

I fabriken tillverkas 14 olika modeller av hundburar, men även en del legoarbeten utförs för att fylla ut produktionstiden i delar av produktionen. Majoriteten av burarnas ingående artiklar tillverkas i fabriken genom stansning, böckning, lackering och delmontering. Burarna paketeras sedan och levereras till kund som utför slutmonteringen. Under 2015 såldes 5459 stycken burar totalt, alla modeller medräknade.

I fabriken finns förbättringspotential eftersom fabrikens produktionssystem ännu inte är fullt utvecklat. I dagsläget baseras produktionen på ett tryckande system där tillverkningen sker mot lager, vilket gör att lagerservicenivån är en kritisk faktor. Försäljningen av hundburarna präglas av säsongvariationer som orsakas av valpsäsongen. Tillverkningen sker i stora partier med få omställningar. Det finns därför mycket produkter i arbete och färdigvarulagret överensstämmer periodvis inte helt med efterfrågan, vilket påverkar ledtiden och lagerservicenivån negativt.

Produktionsplaneringen i kombination med tillverkningsflödet i fabriken är i dagsläget inte optimalt vilket genererar lång ledtid för hundburarna, ungefär fyra veckor. Företaget önskar identifiering av problematik i produktionen, förbättrad produktionsstyrning och ökat fokus på flöde i allmänhet i fabriken. Detta för att kunna förbättra lagerservicenivån och minska ledtiderna.

1.2 Syfte

Studien syftar till att resultera i konkreta förbättringsförslag med avseende på produktionsplanering och materialflöde för att förbättra lagerstyrningssystemet och minska ledtiderna i produktionen.

1.3 Avgränsningar

Produkterna som i studien behandlas är hundburar, där flödet startar vid ingående råmaterial fram till att produkten är förpackad och utlevererad till lager.

Produktionsstyrningen har varit det centrala i studien. Vad gäller produktionsflödet har endast generella åtgärder behandlats. Studien har i vissa sammanhang begränsats till att endast hantera två eller tre av de mest efterfrågade burmodellerna. Hänsyn har dock tagits till hela produktsortimentet i de fall då beräkningar kräver detta. Vidare begränsas studien genom att inte beröra kostnadsaspekter relaterade till föreslagna produktionsförändringar.

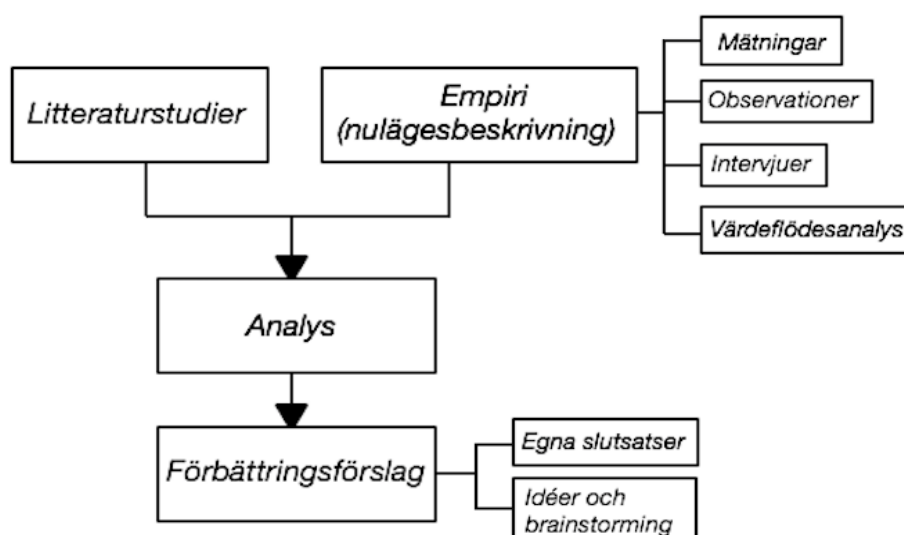
1.4 Precisering av frågeställningen

Syftet preciseras med följande frågeställningar.

- Hur ser det fysiska produktionsflödet ut i fabriken i dagsläget?
Att studera materialflödet från råmaterial till färdigvarulager ger en uppfattning om produktionen, ledtid, lagernivåer etc., som sedan ligger till grund för en nulägesbeskrivning.
- Hur ser planeringsförfarandet ut med avseende på metod och styrning?
Det är väsentligt att kartlägga produktionsplaneringen för att förstå vad som faktiskt ligger bakom den fysiska produktionen. Produktionsplanering innefattar bland annat prognoser, kapacitetsplanering, vad som initierar en tillverkningsorder och partistorlekar. Genom att studera och analysera historisk data erhålls en uppfattning om efterfrågan och tidigare lagernivåer för utvalda burmodeller.
- Vilka faktorer påverkar en produkts ledtid?
Utifrån etablerad teori och praxis sammanställs de faktorer som påverkar ledtid för en produkt.
- Vilka förbättringar, med hänsyn till säsongsvariationer, kan genomföras i tillverkningsflödet och dess planering för att påverka de faktorer som har en inverkan på ledtid?
Den tidigare nämnda modellen används tillsammans med analys av insamlad empiri för att identifiera förbättringsmöjligheter i produktionen och dess styrning. Detta för att förbättra lagerservicenivån, minska ledtider och kapitalbindning.

2. METOD

Studien är uppdelad i tre huvudsteg, vilka är litteraturstudier, empiri och analys. Utifrån empirin har en nulägesbeskrivning utformats. Litteraturstudierna och empirin har sedan varit grunden för analysen, som har resulterat i ett antal förbättringsförslag. Arbetsgången och metoder illustreras i figur 2.1. En förutsättning för ett väl utformat förbättringsförslag är en grundläggande nulägesbeskrivning. Arbetet för att beskriva nuläget är omfattande och många aspekter behöver tas hänsyn till. Flera olika metoder har därför använts. Forskningsmetoden fallstudie har tillämpats, vidare har mätningar, observationer och intervjuer utförts för att skapa en förståelse för produktions- och informationsflöden. En värdeflödesanalys har genomförts för att få en helhetsbild av produktionen och bekräfta om den av företaget uppskattade ledtiden är korrekt. Under hela perioden har litteraturstudier genomförts. Slutligen har en konkret samling av förbättringsförslag utformats baserat på nuläget, litteratur och egna slutsatser.



Figur 2.1. Studiens arbetsgång och metoder.

2.1 Empiri

Empirin är en viktig del i framtagandet av förbättringsförslag då en korrekt förståelse för nuläget är grunden för analysen. Empirin har bestått av forskningsmetoden fallstudie och flertalet olika datainsamlingsmetoder som mer ingående beskrivs i kapitlet.

2.1.1 Forskningsmetoder

Forskningsmetoder kan delas upp i kvantitativa och kvalitativa metoder, vilka har samma syfte. Trots detta finns det distinkta skillnader mellan dessa (Holme et. al, 1997).

Kvantitativa metoder omvandlar information till siffror och mängder som används som underlag till analyser. Kvalitativa metoder grundas i tolkningar och uppfattningar hos

undersökaren av informationen, exempelvis inom sociala sammanhang. De kvalitativa resultaten kan i generell benämning beskrivas genom att dessa inte går eller bör omvandlas till siffror. En kombination mellan kvalitativa och kvantitativa metoder kan ses som fördelaktigt då dessa kan kompensera upp för varandras svaga sidor. Detta synsätt stärks av Bryman (2011) som argumenterar för användning av flermetodsforskning, specifikt kombinationen av kvantitativa och kvalitativa metoder. Med detta som grund användes både kvantitativa och kvalitativa metoder i studien. Kvantitativa metoder i form av tidmätningar, mätningar av lagernivåer och beräkningar har genomförts. Parallellt med detta har kvalitativa metoder använts genom exempelvis bedömningar av intervjuresultat och egna observationer.

En vanligt förekommande forskningsmetod är fallstudie. Enligt Yin (2009) definieras en fallstudie som en empirisk undersökning som studerar ett samtida fenomen i verklig kontext, där gränserna mellan kontext och fenomen inte är uppenbar och flera källor används som bevis. Fallstudier används alltså fördelaktigt när man vill skapa djup förståelse för ett verkligt fenomen, där förståelsen innefattar viktiga förhållanden specifika till sammanhanget. Fallstudier kan generellt sätt ses som fördelaktiga att använda då "hur" och "varför" frågor ställs, när undersökarna inte har mycket kontroll över beteendemässiga händelser och där fokus ligger på ett verkligt nutida fenomen (Yin, 2009).

Denna studie behandlar ett nutida fenomen i verklig kontext. Målet är att skaffa en djup förståelse som innefattar specifika förhållanden i sammanhanget och frågeställningen inkluderar bland annat flertalet "hur" frågor. Med detta som grund anses därför fallstudie vara en lämplig metod. För att kunna generera trovärdiga lösningsförslag krävs en väl utförd nulägesbeskrivning, vilken har utformats med den empiriska undersökningen som grund. Genom att studera företagets produktionsstyrning och flöde i sin verkliga kontext har en grund till nulägesbeskrivningen lagts.

2.1.2 Datainsamlingsmetoder

Mätning beskrivs enligt Befring (1994) som en kvantifiering av fenomen, egenskaper eller händelser enligt fastlagda regler. Man kan även benämna mätning i andra termer såsom evaluering, datainsamling, test och observation. Dessa kan generellt beskrivas som systematisk inhämtning av information om variabler som resulterar i en uppsättning av data. Mätning av egenskaper kan delas upp i direkt mätning där det finns en direkt fysisk representation, exempelvis vikt, och indirekt mätning där det inte finns någon direkt fysisk representation såsom attityder.

Informationsinsamling kan delas upp i två förutsättningsfall, insamling av ny data och anskaffning av befintliga uppgifter som är relevanta för den aktuella frågeställningen (Dahmström, 2011). Ny data benämns som primärdata och data som funnits sen tidigare benämns som sekundärdata. Då situationen på företaget kan ses som unik har viss

primärdata använts så som lagernivåer och processtider. En stor mängd sekundärdata från företagets affärssystem har använts i studien, exempelvis produktstrukturer, vissa processtider, historiskt lagersaldo och faktureringshistorik.

Inhämtning av information kan bland annat göras genom observationer, intervjuer eller enkäter (Befring, 1994). Inhämtningen kan vara strukturerad och strikt standardiserad eller ha ett öppnare tillvägagångssätt som mer baseras på intryck. Observationer är en etnografisk forskningsmetod som tillåter undersökare att studera något i sin naturliga miljö och skapa förståelse utifrån det perspektivet (Dahmström, 2011). De bygger på att undersökaren använder sig själv som mätinstrument genom att titta, lyssna, känna, uppleva och registrera sina intryck (Befring, 1994). Observationer innefattar viss problematik i form utav etik, giltighet och pålitlighet (Dahmström, 2011). Dock ligger strävan efter att studera ett fenomen på ett så systematiskt sätt att datan är valid och reliabel (Befring, 1994). Observationer kan delas in i strukturerade observationer samt etnografi och deltagande observationer (Bryman, 2011). De strukturerade observationerna baseras på direkt observation av beteenden följt av en registrering av dessa utifrån tidigare bestämda kategorier. Etnografi och deltagande observationer innebär ett mer långvarigt engagemang från undersökarens håll, där etnografi beskriver det skriftliga resultatet av en sådan metod. Observationer i form av etnografi och deltagande observationer har genomförts i fabriken för att skapa förståelse för produktionsflödet. En stor del av observationerna har skett fortlöpande under studiens gång då behov uppstått, och har därmed karaktäriserats av ett mer öppet tillvägagångssätt.

En vanligt förekommande form av intervjuer inom forskning är uppsökande intervjuer eller fältintervjuer (Befring, 1994). Dessa former av intervjuer innebär att intervjuaren besöker respondenten i deras livsmiljö, exempelvis i hemmet eller på arbetsplatsen. Intervjuer kan även genomföras med indirekt kontakt, exempelvis över telefon (Befring, 1994). Mest lämpliga metoden i detta sammanhang är fältintervjuer, både av praktiska skäl men även för att fånga respondenten i dess naturliga arbetsmiljö. Intervjuer kan delas upp i informella, ostrukturerade intervjuer och formella, strukturerade intervjuer. De ostrukturerade intervjuerna gestaltas ofta som samtal utifrån specifika problemställningar och teman, medan de strukturerade innefattar detaljerade intervjuguider med fasta frågor. Intervjuer har genomförts i fabriken för att skapa förståelse för informationsflödet, framförallt i form av ostrukturerade intervjuer. Detta för att den exakta informationen som krävs för nulägesbeskrivningen situationsspecifik och därmed inte på förhand preciserad.

2.1.3 Värdeflödesanalys

För att skapa förståelse för flödet i fabriken och kartlägga det har en värdeflödesanalys genomförts. Värdeflödesanalysen syftar till att visuellt beskriva material- och informationsflödena för att sedan kunna förbättra dessa (Rother & Shook, 2004). Ett värdeflöde innefattar samtliga aktiviteter som krävs för att förädla en produkt, oavsett om

de direkt skapar värde för en produkt eller inte. Värdeflödesanalysen används i denna studie för att på ett systematiskt sätt kartlägga nuläget innehållande ledtid, informationsflödet för styrning och planering samt materialflöde. De symboler och sätt att visualisera produktionen som används inom värdeflödesanalysmetodiken har använts för att åskådliggöra både det nuvarande och framtida tillståndet.

2.2 Litteraturstudier

Omfattande litteraturstudier har genomförts inom produktionslogistik, med fokus på dragande system, kanban, lagerservice, ledtid och prognostisering. Studielitteraturen har bestått av böcker, e-böcker och vetenskapliga artiklar. Sökning har genomförts i Chalmers biblioteks system och även fysiskt på plats i biblioteket för att finna relevant litteratur. Böcker från tidigare studier har även använts som referenser. Både e-böcker och vetenskapliga artiklar har hittats genom databasen *Summon*, på Chalmers tekniska högskola, och genom söktjänsten *Google Scholar*. De sökord som bland annat har använts i söktjänsterna är: *“push and pull systems”*, *“kanban”*, *“conwip”* och *“värdeflödesanalys”*.

2.3 Analys och förbättringsförslag

Framtagningen av lösningsförslagen har inte skett genom någon vetenskaplig metod utan har grundats i empiri och litteraturstudier. Litteraturstudierna har använts som grund för att generera lösningsförslag utifrån de problemområden som identifieras i empirin. Eftersom varje företags situation är specifik är det svårt att hitta litteratur som exakt beskriver problemlösning av situationen. Därför har vissa förslag delvis baserats på egna slutsatser, idéer och brainstorming.

2.4 Metodreflektion

Forskningar och studier av detta slag bör innefatta källkritik för att säkerställa tillförlitligheten hos referenserna (Ejvegård, R. 2009). För att en studie ska vara lämplig krävs även att mått, parametrar, mätinstrument, test och undersökningsmetoder ska vara reliabla och valida.

2.4.1 Källkritik

Vid vetenskaplig forskning är det viktigt att de använda källorna är tillförlitliga och att överbägning görs (Ejvegård, R. 2009). Detta är speciellt viktigt då intervjuer eller enkäter innefattats i studien. De tryckta källorna som använts bör genomgå en bedömningsprocess ur saklighetssynpunkt, att källan är rätt, och ur objektivitetssynpunkt,

att källan är opartisk. Hänsyn bör tas till krav om materialet är äkta, oberoende, relativt nyskrivet och behandlar ett samtida fenomen (Ejvegård, R. 2009).

Sökmotorn *Summon* innehåller endast granskat material, och denna sökmotor har främst använts. Sökmotorn *Google Scholar* har endast använts i enstaka fall, men innefattar också granskat material och möjliggör granskning av källornas tillförlitlighet. De använda källorna till denna studie har granskats av författarna utifrån de tidigare beskrivna kraven av en lämplig källa.

En stor del av böcker som använts i studien kommer från bokförlaget "Studentlitteratur AB" som bygger allt sitt material på vetenskaplig grund. En del böcker från tidigare studier har använts, att böckerna varit kurslitteratur visar på materialets tillförlitlighet. Ett fåtal böcker av äldre årgång har använts, men endast för grundläggande och erkänd fakta så som forskningsmetoder och produktionsupplägg.

De vetenskapliga artiklarna som använts i studien är främst sökträffar från sökmotorerna som båda innefattar granskning. Vissa artiklar som använts har rekommenderats av handledare med kunskap inom ämnet. Samtliga vetenskapliga artiklar är förhållandevis nypublicerade, med undantag för en som ändå anses lämplig då denna har refererats till i många andra studier.

Empiriska studier i form av mätningar, observationer och intervjuer har genomförts i studien. Mätningar och observationer har genomgående utförts av författarna själva, där båda författarna samtidigt varit närvarande vilket ökar tillförlitligheten. Sekundärdata från företagets affärssystem har i stor utsträckning använts på grund av tidsbegränsningar i studien. Sekundärdata från affärssystemet är baserad på tidigare mätningar utförda av företaget, vilket medför en svårighet för författarna att avgöra om mätningarna utförts och rapporterats på korrekt sätt. Vid de tillfällen då data varken funnits tillgänglig från mätningar eller från sekundärdata har uppskattningar och antaganden utförts, vilket inte är en optimal källa. Observationer av tillvägagångssätt inom produktionsplaneringen har i de fall då praxis inte varit definierad influerats av tolkningar av författarna.

En stor del av insamlad data har erhållits från intervjuer, då det inte funnits utrymme eller möjlighet att mäta all data som krävts. Anställda på företaget har i studien intervjuats och därmed använts som källor. Intervjuer som källor kan ses som mindre tillförlitliga då dessa präglas av tolkningar och grundläggande värderingar från båda parter. Det är svårt att påverka trovärdigheten i denna metod, men eftersom detta är en vanligt förekommande forskningsmetod anses den ändå lämplig. Dessutom fanns ingen lämplig alternativ metod för att samla in den information som krävdes för att utföra studien. Samtliga intervjuer har varit ostrukturerade med förbestämd agenda, där den önskade informationen varit känd medan samtliga frågor inte alltid på förhand varit definierade. Detta sätt att intervjua anses vara det mest lämpliga för situationen. Strukturerade

förbestämda frågor har varit svårt utformade i detta fall eftersom kompletterande information löpande krävts för att bygga upp förståelse för nuläget.

2.4.2 Reliabilitet

Reliabilitet beskriver hur tillförlitliga och användbara mätinstrument och måttenheter är (Ejvegård, R. 2009). Mätinstrumenten måste kunna leverera det resultat som avses och på ett korrekt sätt, vilket ibland är svårt. Exempel på bristfälliga mätinstrument är gummiband som måttstock eller enkäter med frågor formulerade utifrån politiskt intresse. Måttenheten måste dessutom återspegla det önskade resultatet (Ejvegård, R. 2009).

Mätningar och observationer har kontinuerligt utförts av författarna på plats för att försäkra korrekta observationer. De kvantitativa mätningar som genomförts anses tillförlitliga då dessa endast har bestått av att räkna antal artiklar i lager samt enkla tidmätningar. För att öka tillförlitligheten vid mätningarna utfördes vissa mätningar parallellt av båda författarna där resultaten sedan jämfördes. Dock har inte mätningarna utförts upprepade gånger vilket sänker tillförlitligheten något. Anledningen till detta är att datan från dessa mätningar inte varit av avgörande karaktär.

I studien har merparten av datan varit sekundär då utrymme och möjlighet inte funnits till att samla in primärdata från egna mätningar. Datat som krävdes för att utföra vissa beräkningar var för omfattande för att kunna samlas in under den tidsbegränsade studien. På grund av detta användes uppskattad data från intervjuer samt sekundärdata från affärssystemet. Den uppskattade datan och uppdaterade sekundärdatan från affärssystemet sänker tillförlitligheten i resultatet. Detta har dock skett i samråd med företaget som är väl medvetna om den sänkta tillförlitligheten.

2.4.3 Validitet

Validitet beskriver att forskaren mäter det som avses att mätas (Ejvegård, R. 2009). Vid klara mått och mätmetoder finns inte denna problematik, men då uppskattningar och tolkningar innefattas i mätningen kan dess validitet ifrågasättas. Måttet måste vara exakt, utan risk för misstolkningar som exempelvis kan uppstå vid befolkningsmätningar. Man kan då mäta antal personer som vistas i landet eller som permanent bor i landet, detta måste tydligt specificeras och användas konsekvent (Ejvegård, R. 2009).

Valet av lämplig mätdata för studien har grundats i litteraturstudier. På så sätt ökar tillförlitligheten i att rätt och relevanta mätningar har utförts. De mätningar som utförts i form av tid och antal anses vara valida, då risken för uppskattningar och tolkningar är liten i sådana mätningar. Mått av denna karaktär kan också ses som förhållandevis exakta om de utförs på ett adekvat sätt.

3. TEORI

Följande kapitel redogör för den teoretiska bakgrunden som är relevant för studien. Kapitlet syftar även till att ge läsaren en introduktion till och förståelse för ämnesområdet, samt ligger till grund för empirin och analysen. Kapitlet avslutas med en sammanfattande teoretisk analysmodell som används som utgångspunkt i senare delar av studien.

3.1 Grundläggande definitioner

I detta kapitel beskrivs definitioner och begrepp som kommer att användas löpande i rapporten.

3.1.1 Ledtid

Ledtid är hela den tid det tar för en artikel att förflytta sig genom en process eller ett värdeflöde från början till slut (Rother & Shook, 2004). En typ av ledtid kallas anskaffningsledtid och är relaterad till artiklar som köps in från en leverantör (Jonsson och Mattsson, 2013). En annan typ av ledtid är produktionsledtid och avser den tid det tar att planera, utföra och avsluta en tillverkningsprocess. Produktionsledtiden kan i sin tur delas upp i administrativ tid och genomloppstid. Administrativ tid kan vara planering, kontroll, rapportering och inregistrering i lager. Genomloppstid innefattar omställningstider, tillverkningstider, interna transporter mellan produktionsprocesser, kö- och övriga väntetider. Genomloppstiden kan förenklat beskrivas som den tid det tar för en artikel att förflytta sig från dörr till dörr genom en fabrik (Rother & Shook, 2004).

3.1.2 Cykeltid (C/T)

Cykeltid är den tid det tar för en produkt att färdigbehandlas i en process (Rother & Shook, 2004). Cykeltid kan också beskrivas som den tid det tar för en operatör att genomföra alla arbetsmoment för en produkt innan de upprepas för nästa produkt.

3.1.3 Ställtid (S/T)

Ställtid är den tid det tar att växla från tillverkning av en artikel till en annan (Rother & Shook, 2004). Tiden kan exempelvis innefatta byte av verktyg i en maskin, omprogrammering eller färgbyte vid lackering.

3.1.4 Taktid

Taktiden uttrycker hur ofta ett företag måste generera en färdigställd produkt inom tillgänglig produktionstid för att möta kundernas efterfrågan (Rother & Shook, 2004). Taktiden bestäms alltså utifrån kundernas behov och baseras på försäljningstakten. Taktiden uttrycker frekvensen på kundens efterfrågan och enheten är vanligtvis sekunder eller minuter (Vatalaro & Taylor, 2005). Taktiden beräknas enligt ekvation 3-1.

$$Taktid = \frac{\text{tillgänglig arbetstid per period}}{\text{kundbehov per period}} \quad (3-1)$$

3.1.5 Produkter i arbete (PIA)

Produkter i arbete avser lager av material som är under bearbetning och förkortas ofta PIA (Jonsson och Mattsson, 2013). Produkterna kan antingen befinna sig i ett lager mellan processteg eller så befinner de sig under förädling i en process. Detta är ett sätt att beskriva kapitalbindningen i produktionen (Aronsson et al., 2004).

3.1.6 Little's lag

Little's lag är en grundläggande formel som beskriver sambandet mellan PIA, ledtid och cykeltid (Modig & Åhlström, 2011). Detta samband beskrivs i ekvation 3-2, och visar att ledtiden är direkt proportionell mot antalet produkter i arbete.

$$Leditid = PIA * Cykeltid \quad (3-2)$$

3.1.7 MTBF

Termen MTBF är en förkortning för det engelska uttrycket "mean time between failures" vilket används som ett mått på pålitlighet hos exempelvis en maskin (Krasich, 2009). Måttet beskriver i maskinsammanhang medelvärde av tiden mellan haverier eller stopp i maskinen.

3.1.8 MTTR

Termen MTTR är en förkortning för det engelska uttrycket "mean time to repair" (Arab et al., 2013). Termen beskriver medelvärde av tiden det tar innan ett haveri eller stopp i en maskin är reparerat.

3.1.9 Flaskhals

En flaskhals är något som begränsar värdeflödet och motsvarar ofta en maskin eller annan produktionsresurs, men kan också vara exempelvis materialtillgänglighet eller en marknad (Olhager, 2013). Då en flaskhals sätter begränsning på flödet är det optimalt att sträva efter ett högt kapacitetsutnyttjande för denna. Flaskhalsen blir den styrande resursen i ett produktionsflöde, där produktionstakten i resterande produktionsresurser bör anpassas efter flaskhalsens produktionstakt. Om det föregående produktionssteget producerar i en högre takt än flaskhalsen uppstår lagerbildning. Detta gör att det är fördelaktigt att ha flaskhalsen tidigt i produktionsflödet (Olhager, 2013).

3.2 Produkt

Benämningen produkt innebär en fysisk företeelse som ett företag erbjuder och därmed säljer och levererar till kunder (Jonsson & Mattsson, 2011). För att underlätta produktionsplaneringen i vissa skeden delas ibland produktsortimentet in i produktgrupper utifrån parametrar relaterade till tillverkningen.

3.2.1 Produktsortiment

För att behålla konkurrenskraft erbjuder företag ofta flertalet sorters produkter, vilket benämns produktsortiment (Jonsson & Mattsson, 2011). Att ha ett brett produktsortiment kan ge fördelar ur marknadssynpunkt, men det är även viktigt att se över om vissa produkter inte är tillräckligt lönsamma. För att kunna avgöra hur lönsamma olika produkter är och rangordna dem kan en så kallad ABC-analys genomföras.

3.2.2 ABC-analys

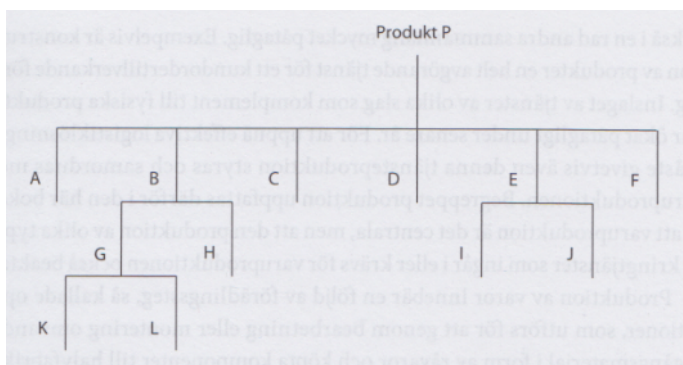
En ABC-analys innebär en klassificering av en grupp av objekt i en fallande ordning av en typ av kriterie, exempelvis efterfrågevolym (Teunter et al., 2009). Produkter rangordnas efter valt kriterie för att kunna urskilja och dela in dem i vanligtvis tre olika klasser kallade A, B och C. Produktsortimentet kan därigenom analyseras genom differentiering. Vid denna typ av analys framkommer det ofta att det är en liten del av sortimentet som står för en stor del av exempelvis efterfrågan (Aronsson et al., 2004). Detta kan exemplifieras i 80-20-regeln, vilken innebär att 80% av efterfrågan endast kommer från 20% av produkterna.

3.2.3 Produktstrukturer

Termen artikel är en gemensam benämning för produkter och för de i produkterna ingående materialen (Jonsson & Mattsson, 2013). För att specificera vilka artiklar en produkt består av används så kallade produktstrukturer där alla artiklar som krävs för att kunna sätta samman en slutprodukt redovisas. Alla ingående artiklars respektive

egentillverkade detaljer, halvfabrikat och komponenter visas och beskrivs sedan ända ned till råmaterial. Detta åskådliggörs ofta i form av ett träd, se figur 3.1, och ger en bra bild av hur komplex en produkts sammansättning är.

Strukturer är en specifikation på hur produkter och dess ingående artiklar ska tillverkas och utgör samtidigt ett underlag för produktkalkylering (Jonsson & Mattsson, 2013). Vidare är strukturer även en bra hjälp vid beräkning av materielbehov. Strukturdjupet hos en produkt innebär antalet strukturnivåer från råmaterial till slutprodukt (Jonsson & Mattsson, 2011). Djupa strukturer är alltså typiskt för artiklar med många delsteg i produktionen, där varje delsteg motsvarar en strukturnivå. Knutpunkterna i strukturen motsvarar planeringspunkter. Desto fler knutpunkter och strukturnivåer en produkt har, desto längre ledtid har den. Strukturbredden innebär hur många artiklar som innefattas i strukturnivåerna, där den översta strukturnivån oftast är störst (Jonsson & Mattsson, 2011).



Figur 3.1. Produktstruktur, (Jonsson & Mattsson, 2013).

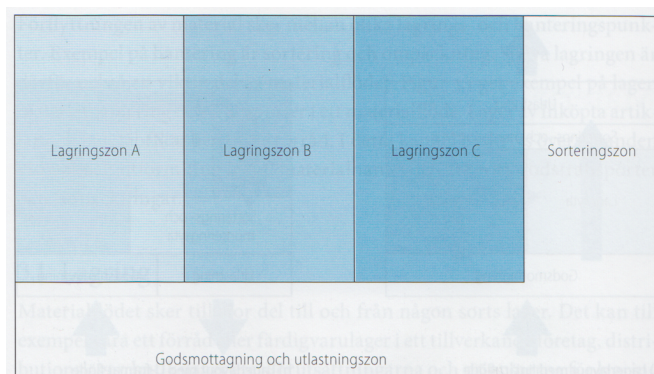
3.2.4 Standardprodukter

För att avgöra i vilken utsträckning produkter är kundorderspecifika, kunds specifika eller standardprodukter tas kundorderpunkten i beaktande (Jonsson & Mattsson, 2011). Kundorderpunkten är den punkt i materialstrukturen där kundordern läggs. Då kundorderpunkten ligger efter slutproduktnivån kallas produkterna för standardprodukter, vilket innebär att tillverkning kan ske mot lager. Detta karaktäriseras av att det är liten koppling mellan tillverkningen och kundorder (Jonsson & Mattsson, 2011). Slutprodukterna kan alltså lagerhållas i väntan på inkommande kundorder. Vid tillverkning mot lager är leveranstiderna till kund relativt korta, företaget tillverkar ofta i större produktionsvolym och produktionsplaneringen baseras ofta på prognoser (Olhager, 2013).

3.3 Lager

För att minimera hanteringsarbetet i lager kan lagret delas upp i olika zoner, se figur 3.2 (Jonsson & Mattsson, 2011). I zonerna placeras artiklar med likvärdig

hanteringsfrekvens. Artiklarna fördelas in i olika grupper utifrån hur ofta det hanteras, och ordnas i motsvarande zoner. Ett sätt att uttrycka hanteringsfrekvensen är i uttagsfrekvens, alltså hur ofta en artikel plockas ur lagret. De artiklar som har högst uttagsfrekvens placeras tillsammans och formar en zon, vilken placeras närmst uttagsenheten. Ett annat övervägande gällande lager är artikelplaceringen, vilken antingen kan vara fast eller flytande (Jonsson & Mattsson, 2011). Fast placering motsvarar en förutbestämd lagerplats för varje artikel och flytande placering motsvarar icke angivna lagerplatser, utan artiklar placeras där plats finns (Jonsson & Mattsson, 2011).



Figur 3.2. Zonindelning av lager (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.4 Produktionslogistik

Logistik kan i samlad mening beskrivas som läran om effektiva materialflöden (Jonsson & Mattsson, 2011). De effektiva materialflödena inom logistik kan delas upp i materialförsörjning in till företaget, produktionssystem inom företaget och distributionen ut till kund. Planering och styrning inom företaget benämns produktionslogistik, och för att styra dess materialflöden och lagernivåer krävs olika materialstyrningsmetoder. I tillverkande företag är det väsentligt att ha produktionsstyrning parallellt med materialstyrningen. Produktionsstyrningen syftar till att planera, styra och följa upp de resurser inom tillverkningen som krävs för att förädlingen av produkterna ska kunna äga rum (Jonsson & Mattsson, 2011).

Planering av material- och produktionsstyrning för tillverkande företag sker på olika nivåer med olika detaljeringsgrad beroende på tidshorisonten planeringen avser (Jonsson & Mattsson, 2011). Planeringsnivåer med långa tidshorisonter har mindre precision och detaljeringsgrad, medan kortare tidshorisonter har högre precision och detaljeringsgrad. Vanligtvis kan denna planeringsstruktur delas upp i fyra olika nivåer, vilka är sälj- och verksamhetsplanering, huvudplanering, orderplanering och detaljplanering (Jonsson & Mattsson, 2011).

Den mest övergripande planeringsnivån är sälj- och verksamhetsplanering, där utarbetning och fastställande av övergripande planer gällande försäljning, utleveranser

och produktion sker. Denna planering motsvarar en tidshorisont på 1-2 år och avser ofta produktgrupper. Nästa planeringsnivå är huvudplaneringen, vilken syftar till att fastställa utleveransplaner och produktionsplaner för enskilda produkter. Tidshorisonten är 0,5-1 år, där tillverkningskvantiteter per produkt och planeringsperiod, exempelvis veckovis, fastställs. Nästkommande nivå är orderplaneringen, vilken innefattar mer specifik planering för att kunna uppnå huvudplaneringens uppsatta produktionsplaner. Planeringshorisonten motsvarar 1-6 månader och syftar till att tidsmässigt planera tillverkningsorder och materialförsörjning för en produkts ingående artiklar. Detaljplaneringen är den lägsta planeringsnivån, vilken innefattar planering av egentillverkning med hänsyn till tillgänglig kapacitet. Körplaner erhålls genom artiklarnas inplanerade tillverkningsorder och operationer. Tidshorisonten motsvarar 1-4 veckor och planeringen avser det som sker mellan orderstart och leveranstidpunkt.

3.4.1 Produktionslogistikens överväganden

Det finns flera anledningar att som producerande företag ha effektiv produktionsplanering och styrning, vilket i detta sammanhang innebär förmågan att möta kundorder och samtidigt minimera PIA (Jodlbauer & Hauber, 2008). Denna effektivitet kan därmed mätas genom att jämföra servicenivån med PIA. Trots att ett lågt värde på PIA kan öka risken att inte möta kunders order har detta fördelar. Fördelarna är sänkt kapitalbindning, minskad risk för tillverkning av inte längre efterfrågade produkter, ökad sannolikhet för att identifiera slöserier och minskad risk för överbelastning i produktionen. Optimering av effektiviteten är svår att uppnå (Jodlbauer & Hauber, 2008). När önskad effektivitet väl är uppnådd är det viktigt att konstant se över förändringar och justera parametrar, exempelvis förändringar av efterfrågan, ställtider och maskinhaverier. En optimal lösning är alltså inte statisk utan förmågan att kompensera för förändringar är viktig (Jodlbauer & Hauber, 2008). Produktionslogistikens svårigheter och övervägande gällande balans av kostnadseffektivitet och leveransservice bekräftas av Aronsson et al. (2004).

3.5 Effektivitetsvariabler

Det primära syftet med produktionslogistik är att förbättra företags effektivitet, som i sin tur ska leda till ett ökat resultat (Jonsson & Mattsson, 2011). Denna effektivitet kan uttryckas i så kallade effektivitetsvariabler som kan ha en direkt påverkan på intäkter, kostnader och tillgångar. Effektivitetsvariablerna kan även ha en indirekt påverkan, såsom variabler som påverkar flexibilitets- och tidsegenskaper. Genom att påverka beteenden i företaget skapas förutsättningar för effektivitet, och detta kan uppnås genom att mäta och följa upp effektivitetsvariablerna (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.5.1 Direkta effektivitetsvariabler

En variabel som påverkar företagets intäkter är kundservice, vilken innefattar samtliga aktiviteter som kunden erbjuds i samband med en affärsuppgörelse (Jonsson & Mattsson, 2011). Initialt består erbjudandet endast av en fysisk vara, men i takt med att produkten förädlas adderas olika tjänster, exempelvis dimensionering av mått och att leverans av produkter sker enligt bestämd tidpunkt.

Den del av kundservicen som logistiksystemet kan påverka är leveransservice (Jonsson & Mattsson, 2011). Denna kan delas upp i olika leveransserviceelement (Aronsson et al., 2004). Ett av dessa element är lagerservicenivå som är kritisk då företag arbetar med leverans från färdigvarulager (Jonsson & Mattsson, 2011). Lagerservicenivån beskriver i vilken omfattning lagerförda komponenter är tillgängliga i lagret vid den tidpunkt då de efterfrågas, och kan ses som ett sannolikhetsmått av chansen att leverans sker direkt vid inkommande kundorder. Det finns olika sätt att definiera lagerservicenivån. En definition är andelen orderrader som kan levereras direkt från lager, där en orderrad motsvarar ett artikelnummer. En annan definition är andel komplett levererade kundorder direkt från lager (Jonsson & Mattsson, 2011).

Det finns flera variabler som påverkar företagets kostnader. Exempelvis ger fysisk hantering, förflyttning och lagring av material upphov till olika sorters kostnader (Jonsson & Mattsson, 2011). Vid brist och försening av produkter, som uppstår när en order inte kan levereras enligt överensstämmelse, uppstår aktivitetskostnader för att kompensera för detta. Kapitalbildning är den variabel som främst påverkar tillgångarna hos ett företag. Kapitalbindning uppstår när företaget binder sitt kapital i en investering av en tillgång (Jonsson & Mattsson, 2011).

Ökade lagerkvantiteter leder till ökade lagerhållningskostnader, som består av en fysisk del, en osäkerhetsdel och en finansiell del (Jonsson & Mattsson, 2011). Den fysiska delen motsvarar driftkostnader såsom lagerlokalskostnader och lagringsrelaterade aktiviteter. Osäkerhetsdelen är förknippad med den osäkerhet och det risktagande som medföljer lagring av material. Större kvantiteter ger större risk för exempelvis kassering för trasiga produkter, inkuranta produkter och större försluter vid stöld/inbrott. Kapitalbindning och dess kapitalkostnader kan hänföras till lagerföringskostnaderna, vilket motsvarar den finansiella delen. Kapitalbindningen mäter hur mycket kapital som bundits i hela materialflödet i form av förråd, produkter i arbete, färdigvarulager och transporter (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.5.2 Indirekta effektivitetsvariabler

Förmåga att variera produktions- och leveransvolymen påverkar flexibiliteten i logistiksystemet (Jonsson & Mattsson, 2011). Genomloppstid och omställningstid är variabler som har en inverkan på tid. En lång genomloppstid kan generera mer kapitalbindning i flödet, längre reaktionstid på förändrade kundkrav och inkursriks.

Långa omställningstider gör det inte ekonomiskt försvarbart att tillverka i små partistorlekar och därmed ställa om ofta. Långa omställningstider kräver därför större partistorlekar vilket genererar hög kapitalbindning. En reducering av genomlopps- och omställningstider leder till en förbättring av flexibilitetsvariablerna eftersom förändringar går snabbare och även blir mindre kostsamma (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.6 Produktionslogistikens flöden

Produktionslogistiken består av tre olika flöden, materialflödet, det monetära flödet och informationsflödet (Jonsson & Mattsson, 2011). Materialflödet är det fysiska flödet av produkter och artiklar (Harrison & van Hoek, 2008). Materialflödet innefattar förflyttning, hantering och lagring in till, genom, och ut ifrån företaget (Jonsson & Mattsson, 2011). Materialflöde innefattar även det flöde som strömmar åt motsatt håll, exempelvis i form av returer eller återvinning. Förflyttningar av material benämns mellan anläggningar som godstransporter och inom ett företag som materialhantering. Informationsflödet är olika former av information som möjliggör att materialflödet kan styras och planeras korrekt (Harrison & van Hoek, 2008). Exempel på viktig information är kundbehov, tillgänglig kapacitet och beläggning (Jonsson & Mattsson, 2011). Ett hjälpmedel som ofta används för att bemästra detta informationsflöde är så kallade affärssystem. Affärssystem är ett tillverkande företags informationssystem och stöder bland annat planering och styrning av material och kapacitet, försäljning och personalplanering (Olhager, 2013).

3.7 Prognoser och efterfrågan

Prognoser är bedömningar av framtida efterfrågan, och har som huvudmål att rätt produkter finns på plats vid rätt tid (Aronsson et al., 2004). Med andra ord eftersträvas en effektiv balansering av tillgång och efterfrågan (Jonsson & Mattsson, 2011). För att kunna genomföra resursanpassningar som krävs behöver även prognosen täcka ett tillräckligt tidsintervall framåt i tiden. Storleken på efterfrågan har en kritisk betydelse för styrning av produktionen och materialflöden.

3.7.1 Prognosmetoder

Metoder för att ta fram prognoser för efterfrågan kan i generell benämning delas in i bedömningsmetoder och beräkningsmetoder (Jonsson & Mattsson, 2011).

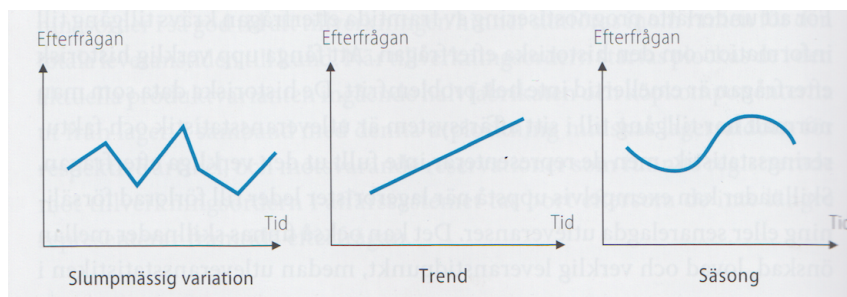
Bedömningsmetoder bygger på individers erfarenheter och bedömningar av kommande efterfrågan. Bedömningarna grundar sig i liten utsträckning eller inte alls i beräkningar, efterfrågestatistik och andra underlag. Beräkningsmetoder bygger i stor utsträckning på matematiska beräkningar som grundas på olika sorters historik i form av exempelvis försäljning eller förbrukning (Jonsson & Mattsson, 2011).

Det finns bland annat två olika sorters beräkningsmetoder för prognostisering, vilka är glidande medelvärde och exponentiell utjämning (Jonsson & Mattsson, 2011). Glidande medelvärde grundar sig i antagandet att kommande periods efterfrågan kan baseras på de senaste periodernas efterfrågan. Metoden kan vara bristfällig vid slumpmässiga variationer då den kan generera missvisande prognoser, detta speciellt vid indelning i kortare perioder. Exponentiell utjämning innebär att de olika efterfrågevärdena för perioderna viktas, exempelvis genom att senare värden viktas högre än äldre (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.7.2 Utformning

För att utforma beräkningsgrundade prognoser behövs underlag i form av information om historisk efterfrågan (Jonsson & Mattsson, 2011). Tillgänglig historik är vanligtvis i form av utleveransstatistik eller faktureringsstatistik. Problemet med dessa är dock att de inte helt representerar den verkliga efterfrågan. De kan skilja sig från efterfrågan vid tillfällen av lagerbrister. Om möjlighet finns att välja mellan utleveransstatistik eller faktureringsstatistik bör situationen bestämma. Vid snabba faktureringsrutiner kan faktureringsstatistik användas med fördel (Jonsson & Mattsson, 2011).

Den historiska efterfrågan redovisas vanligtvis i så kallade tidsserier (Jonsson & Mattsson, 2011). Efterfrågan delas då upp tidsmässigt i perioder, exempelvis genom att fakturerat antal produkter redovisas för årets 12 månader. Utifrån detta kan man avläsa olika sorters efterfrågemönster. Efterfrågemönster kan delas upp i slumpmässig variation, trend och säsongvariationer, se figur 3.3.



Figur 3.3. Efterfrågemönster (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.7.3 Trender och säsongvariationer

Beräkningsmetoderna glidande medelvärde och exponentiell utjämning är vid systematiska trendmässiga förändringar inte lämpliga, detta då utjämning av långa perioder kan medföra att trender inte kan utläsas (Jonsson & Mattsson, 2011). Vid exempelvis en trendmässig ökning kan glidande medelvärde eller exponentiell utjämning dock användas som grundprognos, för att sedan addera en procentuell del med hänsyn till trenden. Vid säsongvariationer kan det glidande medelvärdet eller exponentiell utjämning kompletteras med så kallade säsongindex. För att få fram en periods

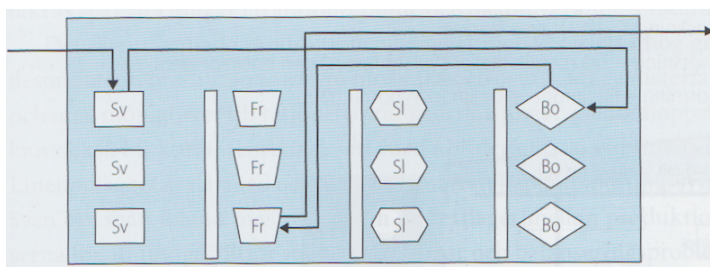
säsongsexponent ställer man normalt efterfrågan för perioden i förhållande till medelefterfrågan för samtliga månader på året. Prognosen för perioden beräknas genom att multiplicera aktuellt säsongsexponent för respektive period med grundprognosen (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.8 Produktionsupplägg

Befintliga resurser hos ett producerande företag sätter vissa begränsningar på produktionsplaneringen och effektiva flöden (Jonsson & Mattsson, 2011). Det finns flera sätt att anordna och organisera dessa resurser. Två vanligt förekommande produktionsupplägg är funktionellt och flödesorienterat.

3.8.1 Funktionellt produktionsupplägg

Ett funktionellt produktionsupplägg karakteriseras av att produktionsresurser grupperas i maskingrupper eller avdelningar utifrån liknande produktionsfunktioner (Andersson et. al, 2002). Detta innebär exempelvis att svarvar grupperas för sig, slipmaskiner för sig etc., och gör att materialflödet går från grupp till grupp, se figur 4.3 (Jonsson & Mattsson, 2011). Upplägget används fördelaktigt vid ett brett sortiment av produkter och tillverkning i mindre antal. Upplägget för med sig flexibilitet och är relativt störningsfritt. Problematik som tillkommer med upplägget är mycket interna transporter, komplexa materialflöden, långa ledtider och hög kapitalbindning.



Figur 3.4. Funktionellt produktionsupplägg (Jonsson & Mattsson, 2011).

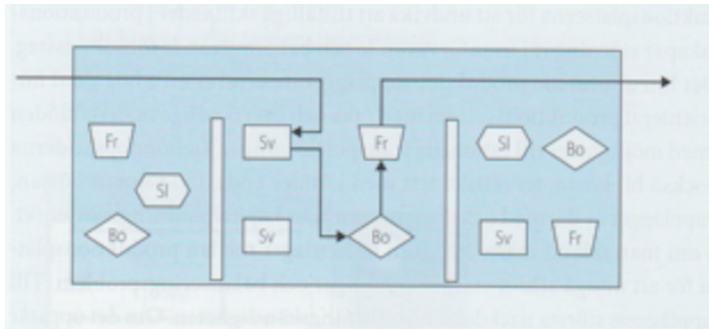
3.8.2 Flödesorienterat produktionsupplägg

I ett flödesorienterat produktionsupplägg organiseras samtliga resurser som krävs för att tillverka en produkt i den ordning som produkten förädlas (Andreasson, 1997).

Produkterna följer processtegen och flödar genom fabriken. Transportbehovet minskar därmed jämförelsevis med det funktionella produktionsupplägget. Systemet är lämpligt vid få produktvarianter och tillverkning i stora serier (Andreasson, 1997). Upplägget genererar även korta genomloppstider och lågt PIA. Negativa aspekter är att systemet är oflexibelt, störningskänsligt och genererar svårigheter vid förändring av produkter.

Flödesorienterade upplägg förekommer i olika grad, där ett exempel är flödesgrupp, se

figur 3.5. Det mest renodlade flödesorienterade upplägget är det lineutformat produktionsupplägget, specifikt det löpande bandet (Jonsson & Mattsson, 2011).



Figur 3.5 Flödesgrupp (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.8.3 Påverkan på produktionsplanering

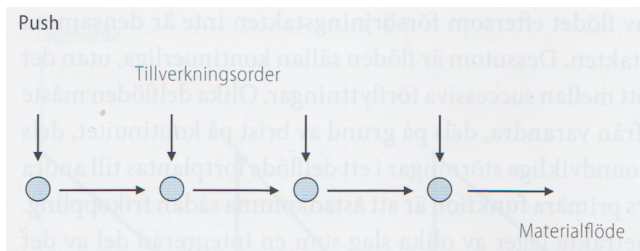
Produktionsupplägget påverkar produktionsplaneringen genom hur många planeringspunkter upplägget genererar (Jonsson & Mattsson, 2011). En planeringspunkt motsvarar den punkt i produktionen som planering, beordring, uppföljning och avrapportering för ett förädlingssteg måste äga rum. Ett funktionellt upplägg innebär att samtliga operationer i samtliga funktionsgrupper måste planeras in tidsmässigt för att initiera tillverkning. Antalet planeringspunkter blir därmed många. Vid ett flödesorienterat upplägg minskar i regel antalet planeringspunkter jämförelsevis. Ofta kan hela flödesgruppen från planeringssynpunkt betraktas som en enda planeringspunkt (Olhager, 2013).

3.9 Materialstyrning

Materialstyrning kan bland annat kategoriseras som antingen tryckande eller dragande system, vilka är två olika sätt att initiera materialflöden (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.9.1. Tryckande system

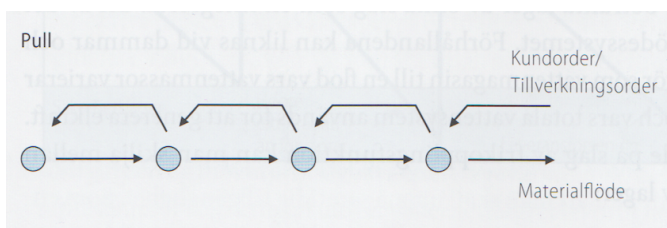
Ett materialstyrningssystem är tryckande då produktion och materialförflyttning initieras av den producerande enheten själv eller av någon form av plan utformad på central nivå (Jonsson & Mattsson, 2011). Produktion och materialförflyttning sker oberoende av den förbrukande enheten, alltså nästkommande produktionssteg. Ett tryckande system karakteriseras av att planeringen tar utgångspunkt i prognoser (Aronsson et al., 2004). Tillverkning sker alltså utan hänsyn till det aktuella behovet (Rother & Shook, 2004). Ett tryckande system visualiseras i figur 3.6. Fördelar med systemet är att enheterna kan arbeta oberoende av varandra och att kapacitetsutnyttjandet blir högt (Aronsson et al., 2004). Nackdelar med systemet är långa genomloppstider och hög kapitalbindning.



Figur 3.6. Tryckande system (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.9.2 Dragande system

Ett dragande materialstyrningssystem innebär att produktion och materialförflyttning initieras av den förbrukande enheten i materialflödet (Jonsson & Mattsson, 2011). Signalen går uppströms i produktionen och kvantiteterna är ofta små då de ska motsvara enskilda direkta materielbehov. Produktion initieras av vad den förbrukande enhet behöver och när den behöver det (Rother & Shook, 2004). Produktionsstegen är då sammanlänkande genom hela värdeflödet och kräver inte alls lika många planeringspunkter som ett tryckande system. Ett dragande system visualiseras i figur 3.7. Fördelar med systemet är att den medför låg kapitalbindning och korta genomloppstider (Aronsson et al., 2004). Nackdelar med systemet är att produktionsflödet är väldigt störningskänsligt.



Figur 3.7. Dragande system (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.10 Materialstyrningssmetoder

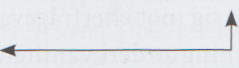
Materialstyrningsmetoder används för att planera in tillverknings- och inköpsorder så att en balans mellan behov och tillgångar kan skapas (Jonsson & Mattsson, 2011). Målet är att erhålla synkroniserade materialflöden. Materialstyrningsmetoderna kan både vara dragande och tryckande då det är tillämpningen av metoderna som bestämmer vilket system som används. Exempelvis kan ett beställningspunktsystem både tillämpas som ett tryckande eller ett dragande system.

3.10.1 Materialbehovsplanering

Denna materialstyrningsmetod förkortas ofta MRP (material requirement planning) och bygger på tidsmässiga inplaneringar (Jonsson & Mattsson, 2011). Tidsmässig inplanering av nya inleveranser bestäms utifrån när beräknad lagertillgång förväntas bli negativ.

Metoden innefattar planering av kvantiteter för allt ingående material, när i tiden detta måste beställas eller tillverkas för att en order ska kunna färdigställas i tid (Bloomberg et al., 2002). Beräkning av tidpunkt för orderstart görs med hänsyn till ledtider och orderkvantiteter. Metoden visualiseras i figur 3.8. Säkerhetsdimensioner kan användas genom att initieringen av nya order tidigareläggs, det vill säga innan lagret förväntas understiga noll (Jonsson & Mattsson, 2011).

Vecka		1	2	3	4	5	6	7
Prognos/behov		15	15	15	20	20	20	20
Beräknat lager	40	25	70	55	35	15	-5	-25
Inleveranser			60					
Planerade order				60				



Figur 3.8. Exemplifiering av materialbehovsplanering (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.10.2 Beställningspunktssystem

När materialplaneringsmetoden beställningspunkt används jämförs aktuell lagernivå med en definierad kritisk lagerkvantitet som kallas beställningspunkt (Kenworthy, 1998). Om lagernivån plus förväntade inleveranser är lika med eller mindre än beställningspunkten så ska material köpas in eller en ny order startas. Den lagerkvantitet som utgör beställningspunkten (BP) måste vara tillräcklig för att möta efterfrågan (E) under ledtiden (LT), alltså den tid det tar att återskaffa material. För att kunna svara mot oväntade förändringar i efterfrågan och säkerställa att lagret inte tar slut adderas också ofta ett säkerhetslager (SL). Beställningspunkten beräknas med ekvation 3-3.

$$BP = E * LT + SL \quad (3-3)$$

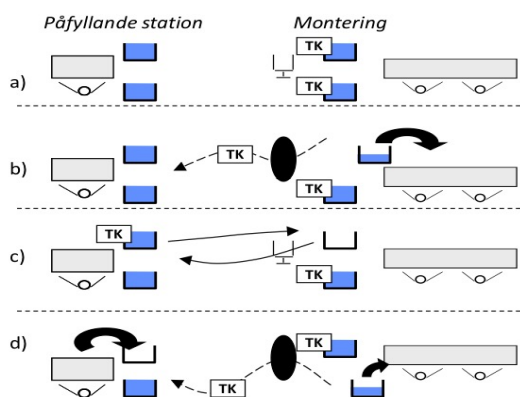
När systemet används i praktiken så genomförs periodiska inspektioner av aktuell lagernivå, antingen genom fysisk kontroll eller med hjälp av datasystem, och order läggs vid behov. Det vanligaste sättet att hantera metoden på är att låta orderkvantiteten vara bestämd, och då låta tiden mellan order variera. Alternativt kan istället tiden mellan order vara bestämd och orderkvantiteten vara det som varierar (Kenworthy, 1998).

3.10.3 Kanban

Kanban är en materialplaneringsmetod som innebär att tillverkning av en viss produkt startar först när en signal om behov av denna produkt erhållits från efterföljande station (Vatalaro & Taylor, 2005). Ett kanban-system ser alltså till att endast tillverka det som har förbrukats och att ingen onödig produktion av sådant som ej förbrukats eller sålts utförs. Påfyllnadssystem av detta slag drar fram material efter behov, och behovet behöver därmed inte förutses (Rother & Shook, 2004). När ett kanban-system används behöver inte tillverkningen planeras in eller registreras i något affärssystem eftersom systemet sköter planeringen mer eller mindre på egen hand (Jonsson & Mattsson, 2013).

Över tid behöver dock antalet kanban-kort i systemet uppdateras baserat på förändringar i efterfrågan. Om systemet inte hålls efter så kommer det inte klara av att leverera rätt antal produkter i rätt tid.

Signalen för produktionsstart är oftast visuell i form av exempelvis kort men kan också vara i digital form (Jonsson & Mattsson, 2013). För en viss produkt finns ett bestämt antal kanban-kort som cirkulerar i ett slutet flöde mellan förbrukande och försörjande enhet. Ett sådant flöde finns, i ett renodlat kanban-system, mellan varje produktionssteg. Detta innebär att den totala mängden PIA för en produkt bestäms av antalet cirkulerande kanban-kort (Andersson et. al, 2002). Ett kanban-system exemplifieras i figur 3.9, där TK står för tillverkningskort. Ett kanban-systems signaler är vanligen produktspecifika, vilket innebär att ett kort motsvarar en specifik produkt (Hyer & Wemmerlov, 2002). Produktspecifika dragande system lämpas bäst vid hög volym, låg produktmix och repetitiva tillverkningssteg.



Figur 3.9. Kanban-system (Olsson, 2015).

Produkterna placeras på lastbärare, exempelvis en låda eller lastpall, tillsammans med ett kanban-kort (Jonsson och Mattsson, 2013). När en lastbärare börjar förbrukas frigörs ett kanban-kort som skickas till den försörjande enheten. Detta är alltså signalen för start av produktion för att kunna ersätta det som förbrukats. När produkterna är färdiga och placerade på lastbäraren så förses denna med kanban-kortet igen. Om ett jämnt flöde inte kan uppnås mellan olika tillverkningsenheter så kan en så kallad supermarket sättas in mellan enheterna. En supermarket är en lagringsplats där produkter inväntar nästa steg i produktionen. Om en supermarket används så sker alltså tillverkningen mot detta lager och kanban-korten cirkulerar mellan supermarketen och tillverkningsenheten (Jonsson och Mattsson, 2013).

Olhager (2013) beskriver att efterfrågan bör vara hög och relativt jämn för att ett kanban-system ska fungera väl. Fördelaktigt är även om produktionssuppläget är flödesorienterat. Enligt Vatalaro & Taylor (2005) finns ett antal regler som bör tillämpas i produktionsmiljöer som är förbrukningstyrda genom kanban. Dessa är:

- Att den konsumerande processen endast ska konsumera det som behövs.

- Att den försörjande enheten endast ska producera det som har auktoriserat. Om ingen signal från kanban-systemet har erhållits så betyder det att ingen produktion ska startas.
- Att den försörjande processen inte ska skicka vidare defekta produkter till den konsumerande processen.
- Att antalet kanban-kort med tiden bör minimeras så långt det är möjligt eftersom onödiga buffertar är slöseri i värdeflödet.
- Reglerna är inte förhandlingsbara.

Antalet kanban-kort är vad som bestämmer det maximala lagret i systemet (Jonsson och Mattsson, 2013). För att dimensionera antalet kanban-kort för respektive produkt finns olika tillvägagångssätt. Exempelvis kan antalet kanban-kort för en artikel (y) bestämmas genom att använda efterfrågan per tidsenhet (E), ledtiden (LT), en säkerhetsfaktor (α) och antalet enheter i en lastbärare (a) genom ekvation 3-4. Efterfrågan per tidsenhet måste vara i samma tidsenhet, exempelvis dagar, som ledtiden. Säkerhetsfaktorn α bestäms utifrån bedömd osäkerhet i efterfrågan under ledtiden, en strävan är att ha så lågt α som möjligt för att minimera behovet av säkerhetslager (Jonsson och Mattsson, 2013).

$$y = \frac{E * LT * (1 + \alpha)}{a} \quad (3-4)$$

Ett annat mer utförligt sätt att beräkna antalet kanban-kort presenteras av Vatalaro & Taylor (2005). I denna beräkningsgång tas bland annat hänsyn till kapacitetsbehov och tillgänglig kapacitet i den aktuella maskinen, till skillnad från ekvation 3-5. Till att börja med ska samtliga komponenter som bearbetas i maskinen identifieras, om denna är en delad resurs (Vatalaro & Taylor, 2005). För samtliga identifierade komponenter tas en daglig efterfrågan fram. En ABC-analys genomförs därefter, baserat på den dagliga efterfrågan, för att differentiera komponenterna. Cykeltider för samtliga identifierade komponenter i maskinen sammanställs. Dessa används tillsammans med den dagliga efterfrågan för att beräkna den tid som respektive komponent enligt efterfrågan behöver belägga maskinen per dag. Varje komponents cykeltid multipliceras med den dagliga efterfrågan, varpå dessa beläggningstider summeras. På så sätt erhålls en kravspecifikation för maskinen som anger den totala belagda tiden i maskinen som krävs för att kunna möta efterfrågan för samtliga komponenter (Vatalaro & Taylor, 2005).

För att fastställa den tillgängliga kapaciteten i maskinen bör ett antal faktorer tas hänsyn till (Vatalaro & Taylor, 2005). Utgångspunkt är den totala tillgängliga arbetstiden, inkluderande antal skift och tillgängliga maskiner. Därefter görs avdrag för exempelvis maskintillförlitlighet och andra tidskrävande faktorer. För att erhålla den tillgängliga tiden för omställningar per dag beräknas skillnaden mellan tillgänglig kapacitet och summan av beläggningstiderna i maskinen. Den tillgängliga omställningstiden per dag

divideras sedan med omställningstiden för att erhålla antalet möjliga omställningar per dag. Omställningarna fördelas till de olika komponenterna baserat på ABC-analysen, där komponenter med högre efterfrågan erhåller fler antal omställningar per dag. Därefter beräknas orderfrekvensen, vilken beskriver med vilket intervall omställning för ett nytt parti kommer att göras. Orderfrekvensen beräknas genom att dividera 1 med antalet omställningar per dag (Vatalaro & Taylor, 2005). Exempelvis motsvarar 0,5 omställningar per dag en orderfrekvens på 2 dagar, vilket innebär att tillverkningsstart av ett parti förväntas ske varannan dag. För att beräkna en lämplig partistorlek multipliceras orderfrekvensen med daglig efterfrågan.

En ledtid för cirkulationen av kanban-korten behöver beräknas, vilket innebär hur lång tid den förbrukande enheten behöver vänta innan återfyllnad sker (Vatalaro & Taylor, 2005). Faktorer som påverkar ledtiden är antal order som ligger före den aktuella ordern, maskincykeltid, partistorlek, typ av påfyllnadssignal, transporttid och omställningar. En säkerhetstid bör även inkluderas i ledtiden för att kompensera för exempelvis variation i efterfrågan, slöserier och frånvaro. För att slutligen beräkna de antal kanban-kort som behövs för varje komponent används ekvation 3-5 (Vatalaro & Taylor, 2005).

$$\text{Antal kanbankort} = \frac{\text{daglig efterfrågan} * (\text{orderfrekvens} + \text{ledtid} + \text{säkerhetstid})}{\text{lastbärarstorlek}} \quad (3-5)$$

Efterfrågan är inte något statiskt, utan förändras över tiden vilket gör att beräkningarna kontinuerligt behöver uppdateras (Vatalaro & Taylor, 2005). Det är extra viktigt att ta hänsyn till detta om efterfrågan präglas av säsongsvariationer. Ju fler komponenter per lastbärare, alltså lastbärarstorleken, desto färre antal kanban-kort genererar ekvationen. Om ett kanban-korts ledtid är lång resulterar det i fler kanban-kort, vilket i sin tur leder till högre PIA.

För att visualisera och erhålla en överskådlig blick av inkommande kanban-kort till en arbetsstation kan en kanban-tavla användas (Vatalaro & Taylor, 2005). På denna tavla samlas korten när de flyttats från sina lastbärare. Om antalet artiklar per lastbärare är densamma som partistorleken räcker det att ett kort når kanban-tavlan för att initiera tillverkningsstart. Om antalet artiklar per lastbärare istället är mindre än partistorleken måste ett bestämt antal kort nå kanban-tavlan för att initiera tillverkningsstart, detta system kallas runline. Om partistorleken exempelvis är 70 stycken och det endast får plats 35 stycken artiklar per lastbärare, betyder detta att det krävs två kort för att nå runline och därmed initiera tillverkningsstart.

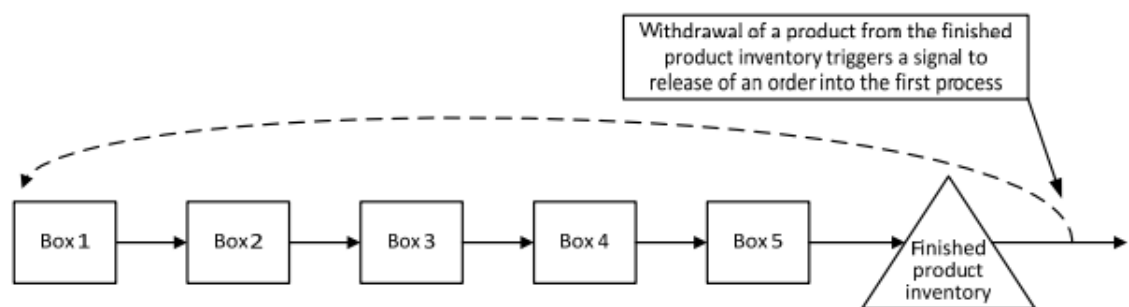
Generisk kanban

Det kan uppkomma en viss problematik med produktspecifika kanban-signaler i de fall då företag producerar många olika artiklar (Hyer & Wemmerlov, 2002). Vid produktspecifika signaler krävs att det finns lagringsplats för samtliga artiklar, och

dessutom mellan varje produktionssteg. Det kan även bli allt för omständligt att hantera alla kanban-kort när artiklarna är många. I en sådan situation kan istället en generisk signal användas. En generisk signal betyder att den signal som skickas inte är produktspecifik utan endast auktoriserar tillverkningsstart. För att veta vilken produkt som ska tillverkas använder operatörerna istället körplaner. Körplanen kan exempelvis visa att det näst på tur ska tillverkas en produkt A, därefter en produkt B, sedan en produkt A igen och så vidare. Körplanerna planeras ofta utifrån förväntad efterfrågan eller kundorder (Hyer & Wemmerlov, 2002).

CONWIP

CONWIP (Constant Work In Progress) är en sorts kanban-system. I ett CONWIP-system skickas signal om återfyllnad från det sista produktionssteget direkt till det första, se figur 3.10. Detta istället för ett traditionellt kanban-system som skickar signaler mellan varje produktionssteg (Khojasteh-Ghamari, 2009). En CONWIP-signal auktoriserar alltså produktionsstart av en produkt. Produkten färdas sedan genom produktionen enligt FIFO-principen, vilket innebär att den order som kommer in först ska behandlas först (Hopp et al, 1990). CONWIP-systemet har som främsta fördel att det kontrollerar mängden PIA som tillåts i hela systemet. Det är också utvecklat för att passa en större variation av produktionssystem än vad ett traditionellt kanban-system gör, exempelvis produktionsmiljöer där en större produktmix finns. CONWIP-signalen kan liksom kanban-signalen vara antingen generisk eller produktspecifik (Medbo & Johansson, 2010). Valet om signalen ska vara generisk eller produktspecifik grundas i de förhållanden som råder i den specifika produktionsmiljön.



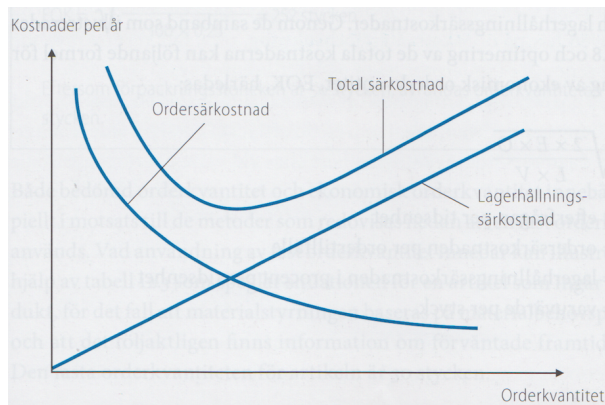
Figur 3.10. CONWIP-signal (Medbo & Johansson, 2010).

3.11 Partiformning

För att åstadkomma en balans mellan tillgångar och behov är en dimension att avgöra hur stora kvantiteter av en produkt som ska tillverkas eller köpas in, detta kallas generellt för partiformning (Jonsson och Matsson, 2013). Det finns ett flertal olika partiformningsmetoder och tillvägagångssätt, varav två presenteras här.

3.11.1 Ekonomisk orderkvantitet

Ordersärkostnad och lagerhållningssärkostnad är de kostnader som utgör grunden för beräkning av vad som kallas för ekonomisk orderkvantitet (Aronsson et al., 2004). I begreppet ordersärkostnad ingår alla de särkostnader som uppkommer vid utförandet av en orderprocess för att anskaffa produkter externt eller internt (Aronsson et al., 2004). Ordersärkostnaden är oberoende kvantiteten, alltså partistorleken, detta innebär att ju större partistorleken är desto mindre blir kostnaden per styck (Jonsson & Mattsson, 2013). Att tillverka eller köpa in stora partier innebär dock att dessa måste lagerhållas, varpå lagerhållningssärkostnader för exempelvis kapital, lokaler, värdeminskning och inkurans tillkommer. Genom sambandet mellan ordersärkostnad, lagerhållningssärkostnad och orderkvantitet kan en, ur ekonomisk synpunkt, optimal orderkvantitet tas fram. Sambandet illustreras i figur 3.11 och den ekonomiska orderkvantiten beräknas genom ekvation 3-6.



Figur 3.11. Ekonomisk orderkvantitet (Jonsson & Mattsson, 2011).

$$EOK = \sqrt{\frac{2 * E * O}{L * V}} \quad (3-6)$$

I ekvationen står E för efterfrågan, O för särkostnad per ordertillfället, L för lagerhållningssärkostnad i procent och V för varuvärde per styck (Jonsson & Mattsson, 2013). Metoden innefattar vissa begränsningar som exempelvis att efterfrågan ska vara konstant och på förhand förutsägbar, att inköpskostnaden alltid är konstant och att ledtiden alltid är densamma (Bloomberg et. al, 2002). Trots detta så är metoden den mest vedertagna och använda modellen för beräkningar av orderkvantiteter.

3.11.2 Bedömd orderkvantitet

En annan metod för att avgöra hur stora partier som ska tillverkas eller köpas in är bedömd orderkvantitet, där bedömningen görs utifrån intuition och erfarenhet (Jonsson & Mattsson, 2013). Dessa bedömningar utgår vanligen ifrån faktorer som uppskattad

efterfrågan, pris, inkuransrisk och det resursbehov som kommer uppstå. Detta är dock ingen optimal metod och bör främst användas när andra möjligheter inte finns, exempelvis vid introducering av ny produkt då inga ekonomiska data finns att räkna på (Jonsson & Mattsson, 2013).

3.12 Säkerhetsmekanismer

Eftersom det i alla materialflöden förekommer osäkerheter kring hur mycket material som faktiskt kommer att behövas framåt i tiden behöver företag använda sig av olika säkerhetsmekanismer (Aronsson, 2004). Två tillvägagångssätt finns att tillgå för att hantera denna osäkerhet (Jonsson & Mattsson, 2013). Kvantitetsgardering är ett sådant sätt, alltså att ha större kvantiteter tillgängliga jämfört med vad som förväntas åtgå, detta kallas säkerhetslager. Ett annat sätt är att tidigare lägga in leveranser avsiktligt i förhållande till behovstidpunkt, detta kallas då för säkerhetstid. Användandet av säkerhetslager och säkerhetstider innebär både kostnader och resursuppostringar, av denna anledning används ofta olika säkerhetslager för olika artiklar. Exempelvis kan ett högre säkerhetslager finnas för lågvärdesartiklar medan ett lägre säkerhetslager samtidigt tillämpas för högvärdesartiklar (Jonsson & Mattsson, 2013).

Ett enkelt sätt att dimensionera säkerhetslager är att manuellt utifrån erfarenheter bedöma hur stort säkerhetslager som behövs (Jonsson & Mattsson, 2013). Hänsyn bör också tas till kapitalbindning och övriga kostnader som det innebär att ha lager, samt väga detta mot vad det skulle innebära att ha brist i lager. Mer utförliga sätt att beräkna nivåer för säkerhetslag finns. I dessa metoder behöver olika data analyseras och beräknas. Datan består exempelvis av olika sorters standardavvikelser, säkerhetsfaktorer och möjliga bristtillfällen (Olhager, 2013). Säkerhetsdimensionering används inom materialstyrningsmetoder, exempelvis inom beställningssystem i form av ett säkerhetslager och i kanban-beräkningar i form av säkerhetsfaktorn α (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.13 Produktionsstyrning

Ett tillverkande företags huvudsakliga syfte är genomföra en förädling av dess produkter (Jonsson & Mattsson, 2011). Styrning av användandet av företagets resurser krävs för att nå en balans mellan produktionen och efterfrågan. Denna produktionsstyrning måste ske parallellt med materialstyrningen eftersom själva förädlingen innefattas i materialflödet.

3.13.1 Produktionskapacitet

För att som tillverkande företag kunna addera värde till produkter krävs produktionsresurser. Kapaciteten i produktionen är ett mått på i vilket utsträckning som dessa resurser kan addera värde till produkter (Jonsson & Mattsson, 2011). Oavsett om

kapaciteten inte är fullt utnyttjad eller om resurserna inte kan tillverka i den takt som kunderna önskar, är kapaciteten kopplad till olika sorters kostnader. Kapacitetsplanering syftar till att balansera tillgänglig kapacitet med kapacitetsbehovet. Det är vanligt förekommande att denna sorts planering hanteras av företagets affärssystem. Då operationer inplaneras i en resurs, får resursen en beläggning (Andersson et. al, 2002). Beläggningsen kan beskrivas som summan av operationstiderna i en resurs.

Kapacitetsplanering

Ett vanligt sätt att utforma kapacitetsplaneringen är att beräkna hur mycket respektive produktionsgrupp kan producera, alltså dess tillgängliga kapacitet (Jonsson & Mattsson, 2011). Det är viktigt att både kapacitetsplanera övergripande för hela företaget, men även per planeringsgrupp (Andersson et. al, 2002). Maskintimmar eller mantimmar per period är vanligt förekommande enheter och beskriver hur många enheter tid som kan förväntas åstadkommas för perioden (Jonsson & Mattsson, 2011). Valet av enhet ska grundas i att den ska vara representabel för produktionsgruppen. Fastställande av den tillgängliga kapaciteten består av tre nivåer. Först fastställs den nominella kapaciteten som bestäms genom antal arbetsdagar per period, antal skift, antal timmar per skift och antal maskiner. Nästa steg är att beräkna bruttokapaciteten som bestäms genom att subtrahera olika former av bortfall, exempelvis maskinhaverier, korttidsfrånvaro och underhållsaktiviteter, från den nominella kapaciteten. Det sista steget innebär att fastställa nettokapaciteten genom att subtrahera olika slag av indirekta tider från bruttokapaciteten. De indirekta tiderna kan exempelvis vara väntetid för material och kapacitet för ej planerbar tillverkning, såsom ombearbetning eller akutorder.

Kvantiteter från tillverkningsorder måste översättas till kapacitetsbehov enligt bestämd enhet, exempelvis maskintimmar (Jonsson & Mattsson, 2011). Kapacitetsbehovet beräknas genom att använda operationstiderna i den aktuella produktionsgruppen. För att kunna planera in kapacitetsbehovet bör hänsyn även tas till genomloppstiderna. Detta för att tidsmässigt kunna placera kapacitetsbehovet rätt i förhållande till när tillverkningsordern planeras vara färdigställd (Jonsson & Mattsson, 2011).

När den tillgängliga kapaciteten och kapacitetsbehovet är fastställt bör dessa jämföras för att se till att dessa överensstämmer (Jonsson & Mattsson, 2011). Om en balans mellan tillgänglig kapacitet och kapacitetsbehov inte uppnås, bör olika handlingsalternativ övervägas. Generellt sätt finns det fyra olika sorters handlingsalternativ. Dessa är att korrigera tillgången på kapacitet, omfördela den aktuella kapaciteten mellan produktionsgrupper, korrigera kapacitetsbehovet och omfördela kapacitetsbehovet mellan olika perioder (Jonsson & Mattsson, 2011).

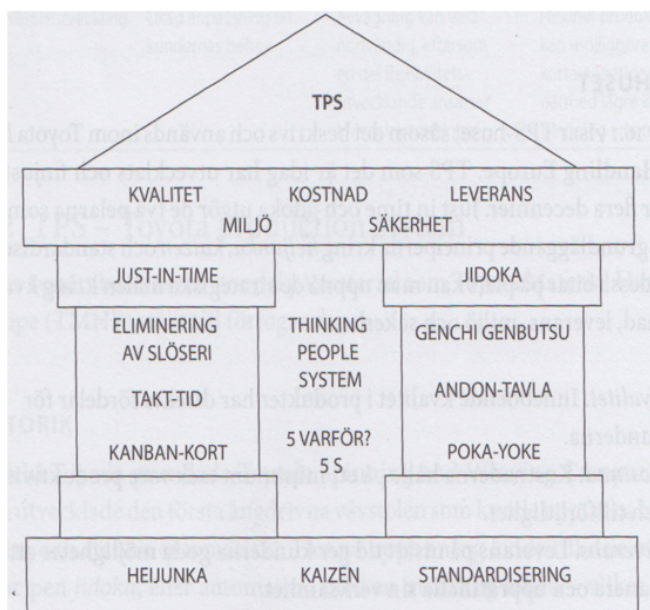
Kapacitetsplanering och detaljplanering

Det är viktigt att i detaljplaneringen ta kapacitetsplaneringen i beaktning (Jonsson & Mattsson, 2011). Om en maskins beläggning överstiger den tillgängliga kapaciteten, uppstår köer i produktionen (Andersson et. al, 2002). Köer ökar mängden PIA, vilket

enligt Little's lag även ökar ledtiden. Stora mängder PIA ökar även kapitalbindningen (Jonsson & Mattsson, 2011). För att erhålla rimliga genomloppstider krävs alltså att styrningen av orderutsläpp, vilka vanligtvis erhålls från någon materialstyrningsmetod, anpassas till den tillgängliga kapaciteten. Material- och produktionsstyrningen i tillverkande företag påverkar därmed varandra och måste samverka (Jonsson & Mattsson, 2011).

3.14 Principer enligt Lean produktion

Grundtanken bakom Lean Produktion är att ett företags resurser ska användas så effektivt som möjligt på ett resurssnålt sätt, genom smart utnyttjande (Olhager, 2013). Detta gäller företagets alla resurser med koppling till produktionen, exempelvis maskiner, personal, material, kapital, tid och energi. Tid, kvalitet och kostnadseffektivitet är vad som läggs stort fokus på. Produktion ska enligt Lean produktion endast ske baserat på efterfrågan. Det innebär att tillverkning startar i rätt tid och med rätt kvantitet utifrån efterfrågan, enligt Just in Time principen (Olhager, 2013). Strävan ligger även i att jämna ut produktionen, både i form av volym och produktmix, för att erhålla ett effektivt flöde. Detta i motsats till massproduktionssynsättet där tillverkning baseras på stora partier, med liten koppling till efterfrågan. Tillverkning i mindre partier leder till kortare ledtider som i sin tur minskar mängden PIA, säkerhetslagret, kapitalbindningen och ökar leveransservicen (Olhager, 2013). Detta leder till kostnadsreduktioner och ökade intäkter, som resulterar i en ökad lönsamhet. Ett sätt att minska partistorlekarna är genom ställtidsreduktion, där frigjord tid kan användas till att ställa om oftare, vilket möjliggör mindre partistorlekar (Olhager, 2013). I figur 3.12 illustreras TPS-huset, Toyota Production System, där koncepten inom Lean produktion presenteras.



Figur 3.12. TPS-huset (Olhager, 2013).

3.14.1 Slöserier

Enligt Lean produktion finns det åtta olika former av slöserier inom produktionssystem (Liker & Meier 2006). Dessa är överproduktion, väntan, transporter, överarbete, lagring, rörelser, kassationer och medarbetares outnyttjade kapacitet. Överproduktion anses vara det mest grundläggande slöseriet eftersom de orsakar merparten av de andra slöserierna. Överproduktion är ett slöseri som innebär att för mycket produceras, för tidigt och i för hög takt i förhållande till nästkommande processteg (Rother & Shook, 2004). Material binds då i mellanlager som kräver lagringsyta, hantering, personal, utrustning, sortering och omarbetning. Överproduktion kan även resultera i motsatsen, det vill säga materialbrist, eftersom tillverkningsprocesser kan bli belagda med komponenter som inte behöver prioriteras. Produktion av produkter som för tillfället inte behövs sker därmed och tar upp tid i processerna (Rother & Shook, 2004).

3.14.2 Ständiga förbättringar

Processer anses aldrig kunna nå perfektion, utan att det alltid finns utrymme för förbättringar (Olhager, 2013). Kaizen, som betyder ständiga förbättringar, är grundfilosofin inom Lean produktion. Kaizen ska finnas på alla nivåer i organisationer som därmed ska karaktäriseras av kontinuerligt förbättringsarbete.

3.14.3 5S

5S är en metod som skapar ordning och reda på arbetsplatsen, och som dessutom skapar engagemang (Olhager, 2013). Anledningen till att principen kallas 5S är för att det bygger på 5 ledord som alla börjar på bokstaven "s". En ordningsam arbetsplats förenklar ett effektivt arbete och minimerar onödiga arbeten. De fem olika principerna beskrivs nedan.

- Sortera/strukturera: genomgång av allt på arbetsplatsen, där det som inte behövs slängs och endast det som är nödvändigt behålls.
- Systematisera: skapa en fast plats för allt som behållits.
- Städa: håll arbetsplatsen ren och sätt in rutiner av att alltid städa efter användning.
- Standardisera: gör allt till standard, sätt upp tavlor för produktionsplan och uppföljning.
- Säkra/systematisk översyn: skapa vanor och rutiner av samtliga tidigare nämna punkter, och ständigt förbättra dessa.

3.14.4 Visualisering

Visuell styrning är ett sätt att kommunicera ut viktig information (Liker & Meier, 2006). Visualiseringen syftar till att medarbetare alltid ska kunna få direkt återkoppling på sitt arbete, men även få information om långsiktiga prestationer. Information om nuläget ska tydligt visualiseras och vara enkel att förstå.

3.14.5 Värdeflödesanalys

Genomförandet av en värdeflödesanalys har flera motiv, men det generella syftet är att skapa förståelse för, och på ett enkelt sätt, kartlägga och förbättra flödet i fabriken (Rother & Shook, 2004). Värdeflödesanalysen används inom Lean produktion och innebär att beskriva och förbättra flöden ur ett material- och informationsperspektiv. Dessa är båda viktiga områden för att förstå hur en hel kedja av tillverkningsprocesser hänger ihop. Ett värdeflöde är alla aktiviteter som krävs för att förädla en produkt, både de aktiviteter som skapar värde och de som inte gör det. Rent praktiskt kartläggs en produkts väg genom hela dess tillverkningsprocess, från råmaterial till färdig produkt. Detta visualiseras med en manuellt ritad karta över det nuvarande tillståndet, där en uppsättning symboler används, dessa förklaras i bilaga 1.

Vad kartläggningen hjälper till med enligt Rother och Shook (2004) är att tydliggöra hela flödet, istället för att endast rikta in sig på enskilda processer. Vidare kan kartläggningen användas för att identifiera orsakerna till slöserier och visar även på samband mellan informations- och materialflöden på ett bra sätt. Metoden består av följande fyra steg.

1. *Val av produkt eller produktfamilj*

En produkt eller produktfamilj med liknande processteg bör väljas för analysen, alla olika produkter i en produktion kan inte analyseras på samma gång.

2. *Karta över nuvarande tillstånd*

Till en början bör en snabb översiktsgenomgång göras för att få en känsla för tillverkningens olika steg och delprocesser. Därefter görs genomgången på nytt för att samla tider och information om de olika processtegen, här ritas också samtidigt en karta över flödet, se exempel i figur 3.13.

3. *Karta över framtida tillstånd*

För att kunna ta fram det framtida tillståndet finns ett systematiskt sätt att gå till väga, som inkluderar åtta punkter som i ordning bör behandlas.

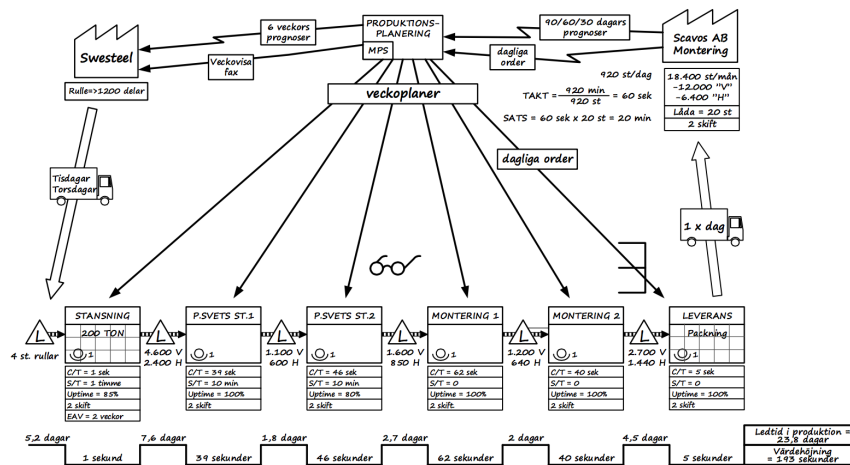
4. *Handlingsplan för genomförande av det framtida tillståndet.*

Att genomföra en förändring till det framtida tillståndet är något som tar tid, och en handlingsplan för hur detta ska gå till bör därför upprättas. Ett lämpligt sätt är att dela upp förändringen i mindre projekt med syften och mål, detta för att medarbetarna också ska kunna vara med i förändringen och förstå varför den genomförs.

Det ideala produktionsflödet är ett kontinuerligt flöde av produkter där samtliga processer har samma cykeltid som dessutom understiger takttiden (Rother & Shook, 2004).

Produkterna produceras då en i taget och går direkt från en process till den andra, utan mellanlagring. Ett kontinuerligt flöde är dock inte alltid möjligt. Det kan vara svårt att uppnå då processer har långa cykeltider och är en delad resurs för fler produktfamiljer, exempelvis vid stansning. Det kan även vara svårt att uppnå när processens ledtid är alldeles för lång eller det är olämpligt att koppla dem direkt till andra processer i

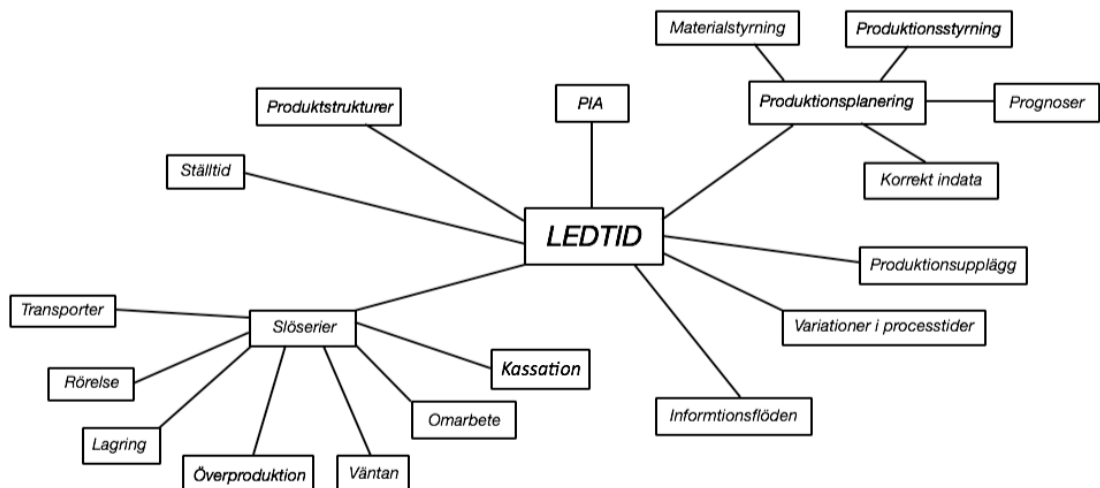
värdeflödet. Det rekommenderas enligt metodiken att, istället för att planera sina processer enligt en oberoende planeringsfunktion, styra produktionstakten med hjälp av att länka processerna till varandra med en supermarket (Rother & Shook, 2004).



Figur 3.13. Exempel värdeflödeskarta (Rother and Shook, 2004).

3.15 Teoretisk analysmodell

I den teoretiska analysmodellen, figur 3.14, har faktorer som i teorin beskrivs påverka ledtiden sammanfattats. Dessa faktorer har legat till grund för analysen, med fokus på faktorer relevanta för denna studie.



Figur 3.14. Teoretisk analysmodell.

4. NULÄGESBESKRIVNING

I nulägesbeskrivningen sammanfattas empiri insamlad under studiens gång. Kapitlet syftar till att ge läsaren en grundläggande förståelse för företaget, fabriken, dess produkter och produktionssystem. Informationen som presenteras har framförallt erhållits genom intervjuer, observationer och mätningar som samtliga utförts på plats i fabriken.

4.1 Företaget

MIM Construction AB tillverkar och utvecklar utrustningsdetaljer till personbilar, i huvudsak säkerhetsnät och krocktestade hundburar. Vidare utför företaget också viss legotillverkning såsom lackering, svetsning och stansning av stål och plåt. Huvudfabriken ligger i Frändefors och ytterligare en fabrik finns i Trollhättan. År 2014 var omsättningen 38 780 000 kronor och företaget har under det senaste årtiondet omsatt runt 30 miljoner kronor årligen (Retriever business, 2016). Antalet anställda i båda fabrikerna är omkring 40 stycken, varav 15 stycken arbetar på fabriken i Trollhättan. Produkterna säljs globalt, där den största försäljningen än så länge sker inom Europa och främst till Sverige, Norge och Tyskland. Majoriteten av försäljningen går till återförsäljare och grossister.

Tillverkningen av säkerhetsnäten sker i Frändefors, medan hundburarna tillverkas i Trollhättan. Fabriken i Trollhättan köptes av företaget år 2007. I denna fabrik finns stor förbättringspotential då fabriken produktionsystem ännu inte är fullt utvecklat, vilket är anledningen till att studien genomförts i denna fabrik. I fabriken tillverkas huvudsakligen 14 olika modeller av hundburar, men även en del legoarbeten utförs för att fylla ut produktionstiden i mindre belagda resurser och perioder. Majoriteten av burarnas komponenter tillverkas i fabriken genom stansning, bockning, delmontering och lackering. Ett fåtal komponenter som är gemensamma för alla burmodeller, exempelvis lås, köps in. I sista processteget innan färdigvarulagret paketeras alla delar, slutmontering av burarna genomförs alltså av kunden själv. Under 2015 såldes 5459 stycken burar totalt, alla modeller medräknade.

Allmän kunskap om principer enligt Lean produktion finns i vissa delar av produktionsplanering och ledning, vilka vill sprida denna kunskap vidare i organisationen. Verktyg inom Lean produktion såsom 5S, visualisering och ständiga förbättringar används, vilket syns tydligt i fabriken. Dock är inte flödesorientering och tillverkning i små partier etablerat i företagens produktionssystem. Produktionen baseras på ett tryckande system där tillverkningen sker mot lager, vilket gör att lagerservicenivån är en kritisk faktor. Företaget beskriver att hundburarnas efterfrågan präglas av säsongsvariationer som orsakas av valpsäsongen. Produktionsplaneringen är baserad på prognoser utifrån tidigare års försäljning. Företaget har precis börjat använda ett mer utförligt underlag för planeringen där större hänsyn tas till säsongsvariationerna i jämförelse med tidigare underlag. Anledningen till att det nya systemet har tagits fram är att lagernivåerna periodvis var förhållandevis låga för burmodeller med hög efterfrågan

och för höga för burmodeller med låg efterfrågan. Det nya systemet är ännu inte fullt utvecklat eller utvärderat och trots inlagda förbättringar står fortfarande planeringen inför viss problematik. Vad som styr partistorlek, initiering av tillverkningsorder och lageruppbyggnad inför semester är exempel på detta. Tillverkningen sker i stora partier med få omställningar. Det finns därför mycket produkter i arbete och färdigvarulagret överensstämmer som sagt periodvis inte helt med efterfrågan.

Produktionsplaneringen i kombination med det nuvarande tillverkningsflödet i fabriken är i dagsläget inte optimalt vilket genererar lång ledtid, ungefär fyra veckor, för hundburarna. Komponenterna som tillverkas genomgår inte exakt samma processteg och följd vilket resulterar i olika ledtider för de olika komponenterna. Dessutom ska vissa komponenter med olika genomloppstider mötas i delmontering och paketering, vilket påverkar ledtiden. Av företaget önskas identifiering av problematik i produktionen, förbättrad produktionsstyrning samt ökat fokus på flöde i allmänhet i fabriken. Detta för att kunna förbättra lagerservicenivån och minska ledtiderna.

4.2 Produkter

Hundburarna är standardprodukter och tillverkas mot lager. Sortimentet består av 14 stycken olika burmodeller som kan delas upp i enkel- och dubbelburar. Enkelburarna finns i tre olika varianter, original single, compact single och minimax single, där respektive variant finns i flera modeller som varierar storleksmässigt. Dubbelburarna finns endast i en variant, original double, men även denna finns i olika modeller som varierar storleksmässigt. Studien fokuserar på en modell av original single och en modell av original double med artikelnummer 380 respektive 364, se figur 4.1 och 4.2.

Motiveringen till valet av dessa modeller grundar sig i en rekommendation från företaget då de har en hög efterfrågan och att de strukturmässigt är av standardkaraktär. Råvaran för hundburarnas artiklar är olika sorters plåt såsom galvaniserad plåt, magizinc, svartplåt och aluminium och dessa varierar i storlek och tjocklek.



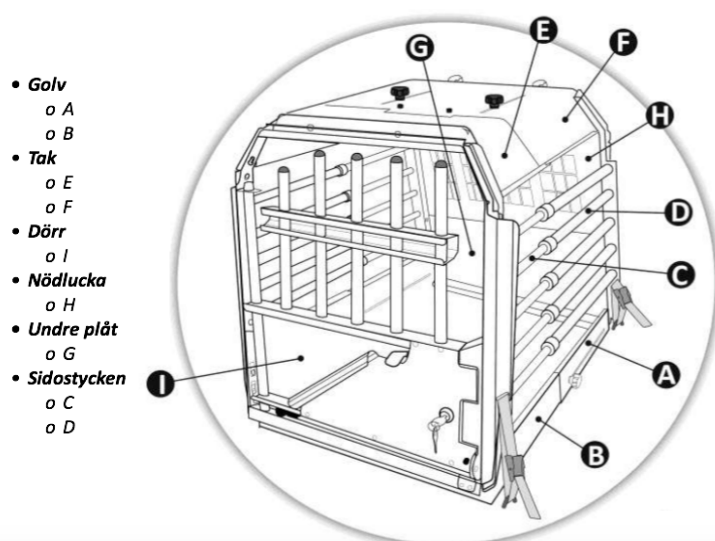
Figur 4.1. Original Single art.nr 380.



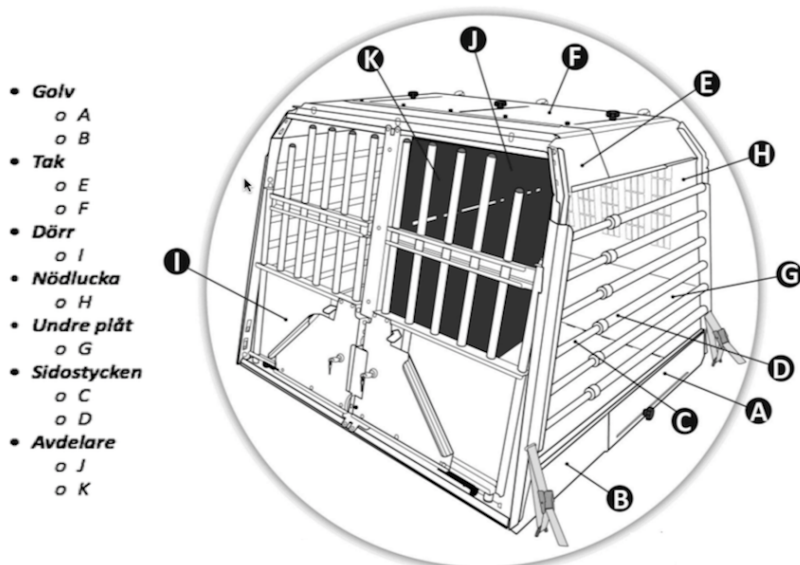
Figur 4.2. Original Double art.nr 364.

4.2.1 Produktstruktur

Varje burmodell består av flera produktdelar som paketeras för att sedan monteras av kund. Färdigpaketerade burar är alltså företagets produkter. Samtliga burmodeller har liknande produktdelar och dessa kategoriseras enligt den beskrivande listan i figur 4.3 och 4.4. Flera av burmodellerna har lika komponenter och processteg, men komplexiteten ligger i att måtten skiljer sig åt vilket gör att olika burmodeller inte kan använda samma komponenter i någon större utsträckning. För separata bilder på produktdelarna, se bilaga 2 och 3. Produktdelarna C och D (sidostycken) och produktdelen I (dörr) består av flera komponenter, där den senare är helt färdigmonterad vid paketering. I dörren ingår en sammansvetsad del, vilken i studien benämns delmontage. En överskådlig bild av strukturen av samtliga ingående artiklar för burmodellerna 380 och 364 finns i bilaga 4 och 5.



Figur 4.3 Produktdelar modell 380.



Figur 4.4 Produktdelar modell 364.

4.2.2 ABC-analys

En ABC-analys utifrån prognostiserad efterfrågan har genomförts för att kunna klassificera företagets burmodeller, se tabell 4.1. Indatan som ABC-analysen baseras på är total prognostiserad efterfrågan för ett helt år. Denna bygger i sin tur på historik i form av verkligt fakturerat antal för de senaste två åren, som även har korrigerats med en procentuell förväntad försäljningsökning. Kolumnen “Andel av total prognostiserad efterfrågan” visar hur stor del av den totala prognostiserade efterfrågan som varje burmodell representerar. För att visa att det är få burmodeller som står för en stor del av efterfrågan har kolumnen “Ackumulerad prognostiserad efterfrågan” tagits fram. Denna visar att nära 50 % av den totala efterfrågan utgörs av tre burmodeller, vilka är 363, 380 och 364. Detta är anledning till att dessa har fått klassificeringen A. Vidare har resterande burmodeller klassificerats med lämplig klass i form av B- eller C-klass.

Tabell 4.1. ABC-analys av burmodeller.

ABC-analys				
Modell:	Total prognostiserad efterfrågan:	Andel av total prognostiserad efterfrågan:	Ackumulerad prognostiserad efterfrågan:	ABC:
363	1639	23,54%	23,54%	A
380	963	13,83%	37,37%	A
364	809	11,62%	48,99%	A
361	583	8,37%	57,37%	B
365	554	7,96%	65,33%	B
385	512	7,35%	72,68%	B
376	411	5,90%	78,58%	C
383	387	5,56%	84,14%	C
367	240	3,45%	87,59%	C
377	225	3,23%	90,82%	C
390	204	2,93%	93,75%	C
368	136	1,95%	95,71%	C
366	129	1,85%	97,56%	C
369	113	1,62%	99,18%	C
381	57	0,82%	100,00%	C
Summa:	6962			

Modell 363 står för den största andelen av den prognostiserade efterfrågan, vilket är anledningen till att denna modell i vissa delar av studien kommer inkluderas. Denna har samma produktstruktur som modell 380, men skiljer sig i storlek.

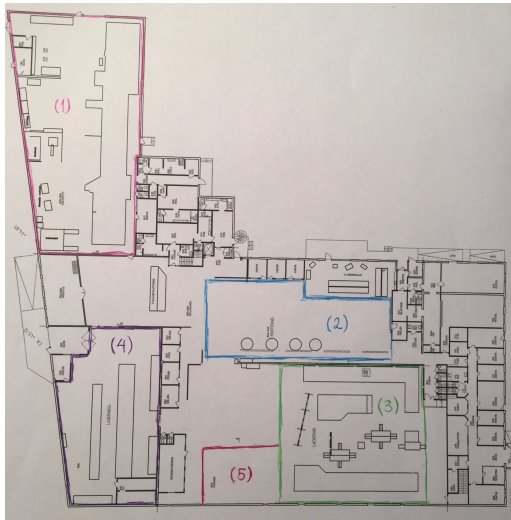
4.3 Fabriken

I kapitlet redogörs för fabriken fysiska egenskaper. Fabriken upplägg, produktionens arbetsstationer samt lagringsplatser beskrivs.

4.3.1 Fabrikslayout

Tillverkningen av hundburarna sker i fabriken i Trollhättan vars yta är cirka 3000 m² och är uppdelad i fem sektioner. Fabriken layout visas i figur 4.5 och de fem sektioner är plåtbearbetningshall (1), mellanlagrings- och monteringsyta (2), lackeringsavdelning (3), färdigvarulager (4) samt paketeringsyta (5). I plåtbearbetningshallen finns en

stansmaskin, bockningsmaskin, manuell kantpress, robotsvets och en manuell svetsstation. Lackeringsavdelningen består av en stor lackeringsanläggning som innefattar tvättning, torkning, pulversprutning och härdning av komponenterna.



Figur 4.5. Fabrikslayout.

Maskinerna är någorlunda placerade i komponenternas operationsordning, och fabriksens upplägg kan därför layoutmässigt ses som flödesorienterat. Dessutom är produktvariansen relativt låg och fyra tydliga flöden finns, vilket är typiska förhållanden för en flödesorienterad fabrikslayout. Det finns dock ingen tydlig linestruktur genom hela flödet, vilket bland annat beror på att fabriksens utformning inte tillåter detta. Planering för varje arbetsstation sker separat, vilket motsvarar planeringsförfarandet vid ett funktionellt produktionsupplägg som består av flertalet planeringspunkter. Fabriksens produktionsupplägg kan alltså layoutmässigt ses som flödesorienterat, men planeringsmässigt likna funktionsorienterat. Materialförflyttningen mellan arbetsstationerna sker med hjälp av truckar och lyftvagnar.

4.3.2 Arbetsstationer

Nedan beskrivs de förädlingssteg som burarnas komponenter genomgår i form av arbetsstationer. Förädling genomförs både internt i fabriken och externt av leverantörer.

Stansning och bockning

Stansmaskinen (SG) och bockningsmaskinen (EB) är automatiska och sammanlänkade med ett band, denna line benämns fortsättningsvis SG/EB. I figur 4.6 återfinns stansdelen längst bort i bilden och bockningsdelen närmst. Bandet gör att produkter kan köras genom båda maskinerna utan att manuellt arbete är nödvändigt, men möjlighet finns även att köra stansmaskinen separat. Stansmaskinen laddas med en plåt som bearbetas genom att olika sorters hål stansas, plåten klipps sedan ut till komponenter ingående i burarna.

Stansen kräver viss manuell hantering i form av omställningar, vilka innefattar omprogrammering, verktygsbyte och laddning av plåtar.

När plåtarna är färdigbearbetade i stansmaskinen transporteras de vidare via det sammanlänkande bandet till bockningsmaskinen. Här bearbetas plåtarna genom att de pressas mellan två verktyg för att böjas till önskad form. I den automatiska bockningsmaskinen tillkommer också viss manuell hantering så som omställning, avlastning, förmontering av poppmuttrar samt enklare kontroll av första detaljen i ett parti. SG/EB är en delad resurs som per detalj har relativt låg cykeltid. Många komponenter behöver dock produceras i maskinen under dagtid, vilket gör att maskinen i dagsläget är en flaskhals. MTBF för stans-delen är av företaget uppskattad till 21 dagar och MTTR är uppskattad till 45 minuter. MTBF för bockningsdelen är av företaget uppskattad till 5 dagar och MTTR är uppskattad till 30-60 minuter.



Figur 4.6. SG/EB.

Samtliga komponenter kan bearbetas i stansmaskinen, men vissa mindre komponenter kan inte bearbetas i den automatiska bockningsmaskinen. Detta gör att dessa komponenter endast körs i stansen, för att sedan bearbetas i den manuella kantpressningsmaskinen. Kantpressen finns alltså endast som ett komplement för att kunna hantera dessa komponenter. När stansen körs separat görs det oftast på obemannad kvällstid, vilket medför manuellt arbete i form av omställning samma dag och avlastning dagen därpå. Omställningen samma dag påverkar den tillgängliga produktionstiden eftersom maskinen måste stängas av innan omställning kan utföras. Avlastningen dagen därpå kan dock göras samtidigt som maskinen körs, och påverkar alltså inte den tillgängliga maskintiden. Stans-delen av linen visas i figur 4.7.



Figur 4.7. SG.

Svets

Robotsvetsen, se figur 4.8, används för sammanfogande av vissa ingående komponenter. Manuellt arbete som krävs här är laddning av material och omställning, bland annat i form av byte av jigggar. Då alla komponenter i dagsläget inte kan hanteras av robotsvetsen finns också en manuell svetsstation, se figur 4.9. Hela plåtbearbetningshallen, som innefattar SG/EB, kantpress och svetsstationerna, bemannas i normalfall av tre operatörer. Dessa har kunskap om samtliga maskiner och arbetsuppgifterna roteras mellan operatörerna på obestämt schema.



Figur 4.8. Svetsrobot.



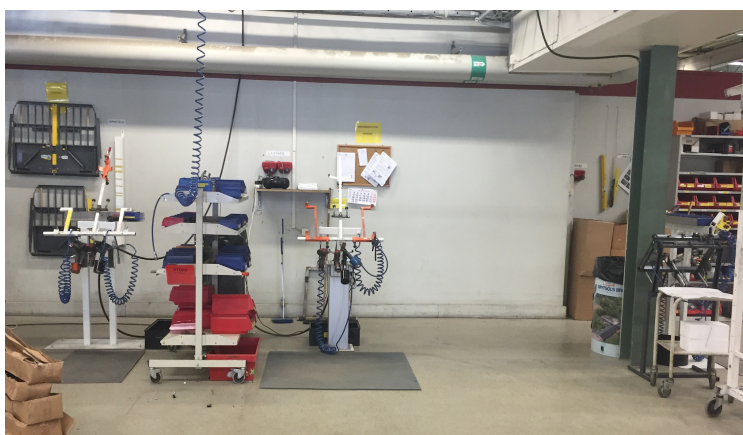
Figur 4.9. Manuell svets.

ED-dopp

En del av dörrsektionen på samtliga hundburar behöver extra ytbehandling mot korrosion, så kallat ED-dopp, vilket görs hos en extern leverantör. Det tidigare beskrivna delmontaget är den del som skickas på ED-dopp. Processen beräknas ta fem arbetsdagar eftersom komponenterna behöver transporteras från Trollhättan till en extern leverantör i Främmostad, behandlas och sedan skickas tillbaka. Företaget lämnar idag en övergripande prognos för året till leverantören för ED-doppet, och levererar sedan löpande uppdateringar om vad som faktiskt kommer att skickas.

Montering

Slutmontering av produkten genomförs av slutkund, med undantag av dörrar som levereras färdigmonterade. Samtliga ingående komponenter till dörren samlas upp vid en monteringsstation där dörrmonteringen utförs, se figur 4.10. Denna station behöver inte konstant bemanning då behovet av montering inte är kontinuerligt. Endast en operatör behövs i normalfall vid stationen, övrig tid spenderar operatören med att stödja lackering och paketering.



Figur 4.10. Monteringsstation.

Lackering

Samtliga komponenter genomgår lackering. Själva lackeringen består av en automatisk lina där komponenter hängs upp för att sedan gå igenom tvättning, torkning, pulverbesprutning och härdning i ugn, se figur 4.11. Den manuella hanteringen i denna process utgörs av upphängning av komponenter på linan, färgbyte som genomförs medan maskinen är igång, omställning bestående av vinkelinställningar för sprutmunstycken, samt nedplockning av komponenter. Lackeringsprocessen är förhållandevis kort vilket gör att utrymme finns för att ta in legoarbeten, dock går alltid den egna produktionen i första hand. Det tar cirka 1,5 timme för den första komponenten i ett parti att genomgå hela processen, och därefter kommer det kontinuerligt ut färdigställda produkter enligt linans hastighet. Lackeringsutrustningen är dyr att starta igång och belägningsgraden är i perioder relativt låg. För att inte behöva starta upp lackeringen för endast fåtalet komponenter står utrustningen tidvis stilla och väntar in tillräckligt med komponenter. Ett

fåtal komponenter har avvikande färg från majoriteten, vilket gör att lackering av dessa ibland sker manuellt.



Figur 4.11. Lackeringslinan.

Paketering

I anslutning till lackeringen ligger paketeringsstationen, se figur 4.12. Här läggs alla produktdelar till en fullständig bur ned i kartonger i en förutbestämd ordning. Produktdelar som ska paketeras först kommer direkt från lackeringslinan, medan övriga är färdigställda sedan tidigare och är placerade vid paketeringslinan.

Montering, lackering och paketering bemannas totalt med sex operatörer. Likt plåtbearbetningshallen kan majoriteten av operatörerna flertalet arbetsuppgifter och kan därför hjälpas åt på de olika stationerna.



Figur 4.12. Paketeringsstationen.

Cykeltider

Cykeltider för respektive förädlingssteg framgår av tabell 4.2. Cykeltiderna baseras på egna mätningar och på data från företagets affärssystem. Cykeltiderna för vissa av förädlingsstegen varierar beroende på vilken komponent som körs. I tabellen visas även antal operatörer och ställtider för respektive förädlingssteg.

Tabell 4.2. Cykeltider.

Process	Operatörer	C/T (sek)	S/T (sek)
SG/EB	3	54-150	900
Kantpress	1	20-64	600
Manuell svets	1	75-160	600
Robotsvets	1-2	72	1200
Montering	1-2	420-540	0
Lackering	5	13	300-600
Paketering	3-4	117	0

4.3.3 Lager

I fabriken finns ett flertal olika lagringsplatser. Det största lagret utgörs av färdigvarulagret där pallar med färdiga burar förvaras, dubbelburar i pallar om 7 stycken och enkelburar i pallar om 10 stycken. Färdigvarulagret har en flytande artikelplacering. Därmed placeras pallarna med färdigställda produkter där det för tillfället finns plats och inga specificerade platser efter modellvariant finns. Ett råvarulager bestående av plåtar i olika former, tjocklekar och material finns placerat i anslutning till stansmaskinen.

Utöver dessa lager finns flertalet platser där mellanlagring sker i fabriken som konsekvens av det tryckande systemet. Platsen vid monteringsstationen är den största avsedda platsen för mellanlagring. Beroende på hur många tillverkningsorder som körs varierar antalet komponenter på de olika lagerplatserna.

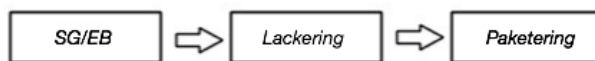
Som tidigare nämnt paketeras burarna i bestämt antal burar per pall, vilket gör att burarna tillverkas i multiplar av dessa antal. Komponenterna stansas dock i ett bestämt antal detaljer per plåt som inte alltid överensstämmer med dessa multiplar. Konsekvensen av detta blir alltså att det blir komponenter över som inte kommer inkluderas i aktuellt parti. De större komponenterna som blir över slängs, medan de mindre komponenterna lagras och används till kommande partier eller som extramaterial vid kassationer och reklamationer. Dessa komponenter lagras på tre ställen i fabriken och innehåller stansade komponenter, stansade och bockade komponenter samt stansade, bockade och lackerade komponenter. Att de överblivna komponenterna lagras i olika tillverkningsfaser beror på att det inte finns någon övergripande rutin för hur dessa ska hanteras.

4.4 Produktionsflöden

Alla komponenter går inte genom samma processteg och följd, men ska mötas upp på olika ställen i produktionen för exempelvis montering. Fyra olika flöden har identifierats vilka baseras på gemensamma processteg och liknande processföljd, vilka är SG/EB-flödet, ED-doppsflödet, profilflödet och sidostycksflödet. Dessa fyra flöden beskrivs ingående i detta kapitel.

4.4.1 SG/EB-flödet

Produktfamiljen i SG/EB-flödet består av två takdelar, två golvdelar, två avdelare (vid dubbelbur), en nödlucka samt en undre plåt till bakstycket. Samtliga komponenter körs i SG/EB. Omställningar mellan varje komponent behöver ej göras i maskinen, utan endast mellan olika komponentpar. Komponentparet av takdelarna kan köras utan omställning mellan komponenterna i paret. Samma gäller för komponentparen av golvdelarna samt avdelarna vid dubbelbur. Detta gäller även för nödlucka och undre plåt. Omställningarna mellan komponentparen tar ungefär tio minuter, förutom omställningen till avdelarna som tar ungefär 20 minuter. Komponenterna flyttas efter stansning och bockning i SG/EB vanligtvis till mellanlagring, varefter nästa steg är lackering. Nödluckan och den undre plåten lackeras först och får den gråa nyansen. Tak, golv, och avdelare ska lackeras svarta och är de komponenter som färdigställs sist. Lackering av dessa svarta delar initierar därför start av paketering för den aktuella tillverkningsbatchen. Flödet illustreras i figur 4.13.



Figur 4.13. SG/EB-flödet.

4.4.2 ED-doppsflödet

Produktfamiljen i ED-doppsflödet består av en undre profil, en dörrprofil samt rör. Rören beställs från fabriken i Frändefors och kommer därför inte att behandlas ingående. Den undre profilen går igenom SG/EB medan dörrprofilen endast går genom SG för att sedan istället kantpressas manuellt. Den undre profilen, dörrprofilen samt rören svetsas ihop manuellt och skickas sedan iväg på det tidigare beskrivna ED-doppet. När detta är genomfört och de återvänt till fabriken så lackeras dessa i en grå nyans, för att sedan möta upp resterande ingående komponenter för montering av produktdelen dörr. Efter monteringen lagras vanligtvis de färdigmonterade dörrarna i väntan på att resterande produktdelarna tills paketeringen ska ske. Dessutom förekommer viss mellanlagring tidigare i flödet beroende på befintliga tillverkningsorder i produktionen. ED-doppsflödet visas schematiskt i figur 4.14.



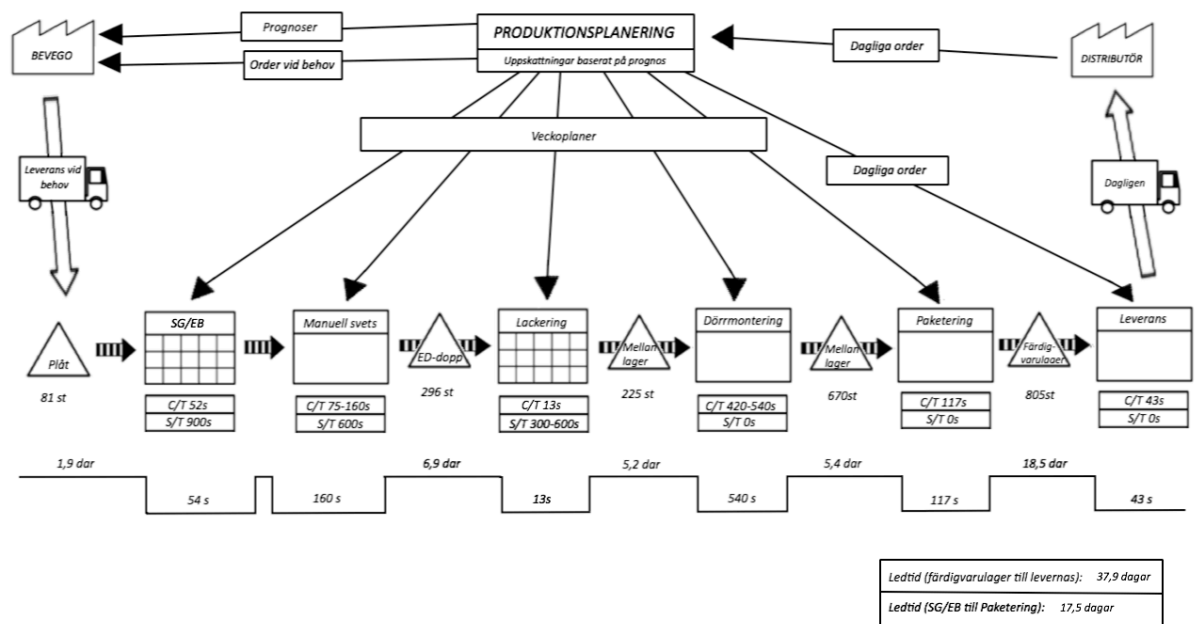
Figur 4.14. ED-doppsflödet.

Värdeflödesanalys

En värdeflödesanalys har genomförts för komponenten undre profil i ED-doppsflödet. Anledningen till att ED-doppsflödet valdes är för att det är det flödet som har flest processteg och är därmed även det tidsmässigt längsta flödet, dessutom innefattas

flaskhalsen SG/EB i flödet. Undre profil för samtliga burmodeller genomgår samma processteg, vilket gör att dessa kan ses som en produktfamilj. Värdeflödesanalysen genomfördes i april månad, som präglas av en hög produktionsbeläggning på grund av en högre efterfrågan och lageruppbyggnad inför semesterstängning. Denna värdeflödesanalys återspeglar denna period, och är därmed inte applicerbar för andra delar av året med lägre produktionsbeläggning.

ED-doppet har setts som ett lager eftersom denna tar fem dagar, oavsett partistorlek. Kartan över det nuvarande tillståndet visas i figur 4.15 och visas i full storlek i bilaga 6. Värdeflödesanalysen används i studien för att erhålla en övergripande bild av flödet, men även bekräfta den ledtid på cirka fyra veckor som beskrivits av företaget. Resultatet av ledtidsberäkningarna genererade en ledtid från råvarulager till färdigvarulager på 37,9 dagar, vilket motsvarar cirka 7,5 veckor. Ledtiden från första till sista arbetsstationen beräknades till 17,5 dagar, vilket motsvarar 3,5 veckor och bekräftar därmed den ungefärliga ledtiden på 4 veckor.

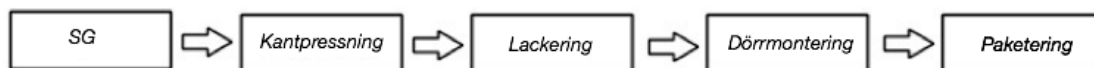


Figur 4.15. Värdeflödesanalys av undre profil i ED-doppsflödet.

4.4.3 Profilflödet

Produktfamiljen i profilflödet består av samtliga dörrprofiler (exkluderat tidigare nämnda), tryckknapp samt handtag. Profilerna går endast igenom stans-delen av SG/EB-linen, alltså endast SG. Handtaget samt tryckknapp laserstansas i Frändefors och skickas till Trollhättan. Samtliga profiler, handtaget och tryckknappen bockas i den manuella kantpressningsmaskningen. I regel mellanlagras dessa detaljer innan de går vidare till lackeringen. Majoriteten av profilerna får den tidigare nämnda gråa nyansen, medan enstaka profiler lackeras gula. Efter detta möter profilerna delmontaget från ED-

doppsflödet i dörrmonteringen. Därefter följer delarna redan beskriven processföljd för färdigmonterad dörr. Profilflödet illustreras i figur 4.16.

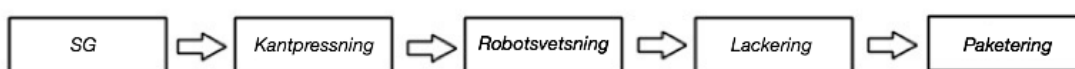


Figur 4.16. Profilflödet.

Tryckknapp och handtag skärs som tidigare nämnt ut i fabriken i Frändefors. Tillverkningen av dessa bör enligt produktionsledaren starta samtidigt som den första komponenten i ordern börjar tillverkas. Beställningen av denna tillverkning görs manuellt och är något som produktionsledaren har övergripande koll på.

4.4.4 Sidostycksflödet

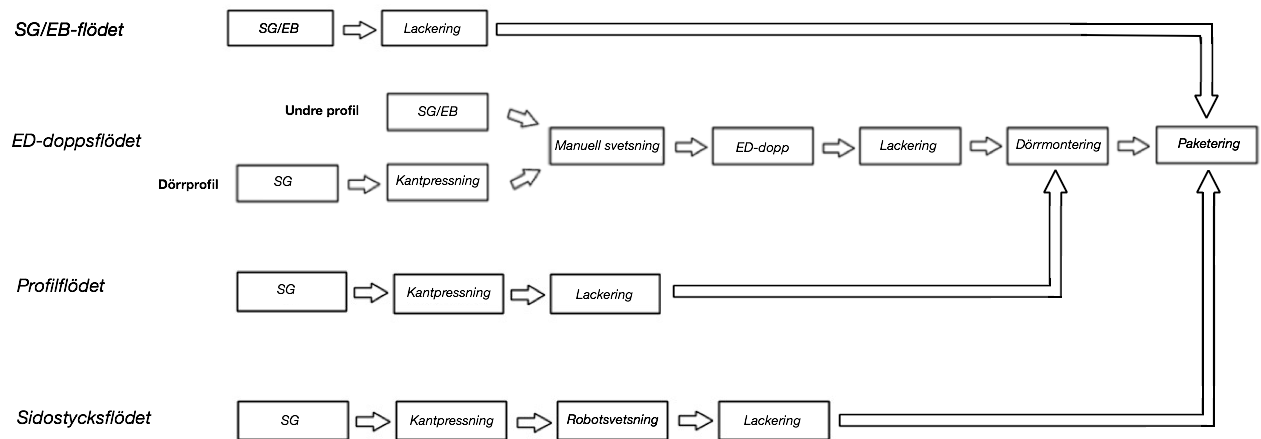
Produktfamiljen i sidostycksflödet består av profiler samt rör med två olika diametrar. Sidoprofilerna genomgår endast stans-delen av linen, alltså SG, för att sedan manuellt kantpressas. Detta följs av en sammansvetsning med rören i robotsvetsen. En hel sida på buren består av två olika sidostycken, och en bur innefattar därmed fyra stycken sidostycken av två olika slag. Ett slag av sidostycke består av en profil som sammansvetsas med rör av den mindre dimensionen, och det andra slaget av sidostycke består av en profil sammansvetsad med rör av den större dimensionen. Dessa två sidostycken monteras sedan ihop av kund för att erhålla en hel sida till buren. Dessa rör beställs även från Frändefors och skickas till fabriken i Trollhättan. Ofta lagras färdigsvetsade sidostycken innan de lackeras, beroende på aktuell produktionssituation. Efter den grå lackeringen av sidostyckena lagerhålls dessa i väntan på resterande komponenter i partiet för paketering. Sidostycksflödet illustreras i figur 4.17.



Figur 4.17. Sidostycksflödet.

4.4.5 Samband mellan produktionsflödena

De olika flödena sammansluts vid olika tidpunkter i tillverkningen, sambandet illustreras i figur 4.18. Här tydliggörs att ED-doppsflödet är det längsta flödet.



Figur 4.18 Samband mellan produktionsflödena.

4.5 Produktionsplanering

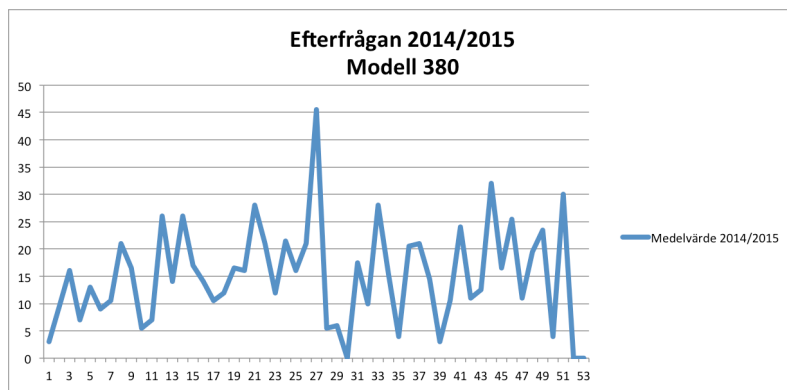
Produktionen baseras på ett tryckande system där produktionsplaneringen utgår ifrån prognostiserad efterfrågan och genererar tillverkningsorder i form av slutdatum, modell och kvantitet. Produktionssystemet är alltså inte förbrukningsstyrt, och är därmed inte ett dragande system. Produktionsplaneringens olika delar beskrivs vidare i detta kapitel.

4.5.1 Produktionstid

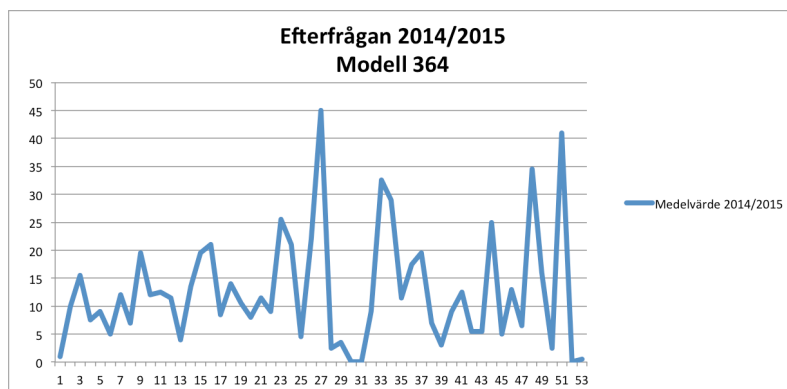
Arbetstiden består av ett skift, 06.40-16.00 måndag till torsdag och 06.40-14.00 fredag. Produktionen avslutas innan lunchrasten på fredagar för underhållsarbete. I dagsläget räknar företaget med en tillgänglig produktionstid på 38 timmar per vecka, vilket bland annat används i kapacitetsplaneringen. Fabriken har stängt under fyra veckors tid för semester, vecka 27-30, samt ett visst antal dagar för arbetstidsförkortning, röda dagar, klämdagar och juledighet. Företaget räknar med att totalt tillgängliga arbetsdagar uppgår till 220 dagar per år.

4.5.2 Efterfrågan och säsongsvariationer

Generellt sett är efterfrågan högre under vår- och sommarhalvåret än vad den är under resterande delar av året. Högsäsongen beror på att valpsäsongen genererar en högre efterfrågan på hundburar under vår- och sommarperioden. Mer specifikt stiger efterfrågan mer eller mindre successivt från slutet av april för att sedan avta från mitten av september. Det är dock svårt att urskilja någon uppenbar trend i efterfrågan då den kan variera mycket inom perioderna. En redovisning av efterfrågan för modell 380 finns i figur 4.19 och för modell 364 i figur 4.20.



Figur 4.19. Efterfrågan för modell 380.



Figur 4.20. Efterfrågan för modell 364.

Företagets kunder kan generellt kategoriseras i grossister och återförsäljare, där marknadsansvarig uppskattar fördelningen till cirka 80% grossister och 20% återförsäljare. För att förflytta en del av lagerhållningen till kund försöker företaget påverka kundernas köpmönster genom att erbjuda mängdrabatter, rabatt vid beställning av hela pallar samt påminnelser om att beställa i tid inför semesterstängningen.

Orderstorlekarna skiljer sig markant mellan olika kunder där grossister från USA generellt står för större order och mindre återförsäljare i Norden står för de mindre beställningarna. På grund av svårigheter med att ta fram orderkvantitetshistorik har inga värden för specifika order tagits fram, utan värdet på den största orderkvantiteten har istället uppskattats av marknadschefen till att vara cirka 100 stycken av en burmodell.

4.5.3 Prognostisering och planering av tillverkningsorder

För att prognostisera framtida försäljning och tillverkning har företaget tidigare använt sig utav ett eget utvecklat system. En Excel-fil användes, där man baserade framtida tillverkningsorder på den tidigare försäljningen under samma år. Detta innebar att man sammanställde försäljningsdata från tidigare veckor samma år, för att få fram ett medelvärde. Tillvägagångssättet kan ses som en form av glidande medelvärde. Ett procentuellt påslag adderades för spegla förväntad försäljningsökning.

Försäljningsprognosen användes sedan, tillsammans med aktuellt lagersaldo, för att

avgöra hur länge aktuellt lager skulle räcka och därmed kunna manuellt planera in lämpliga datum för tillverkningsorder. Systemet medförde en del problematik då man i början av året inte hade tillräckligt med försäljningsdata för att kunna generera en tillförlitlig prognos. Alltså baserades statistiken endast på händelser tidigare under samma år utan hänsyn till statistik från motsvarande period föregående år. Detta gjorde att det var svårt att få en rättvis bild av kommande försäljning, särskilt vid säsongsvariationer.

På grund av ovan beskrivna problem med den tidigare prognostiseringsmetoden har företaget inför år 2016 tagit fram ett nytt system för planering. Verktöget kallas "Burstatistik" och är även detta uppbyggt i Excel. Verktöget baseras, till skillnad från det tidigare, på genomsnitt av tidigare försäljning flera år bakåt i tiden för motsvarande period. Meningen med den nya metoden är att man ska kunna planera in tillverkningsorder för hela året, men den har hittills endast använts på prov i några månader i taget. Försäljningshistorik i form av verkligt fakturerat antal per vecka år 2014 och 2015 används till att ta fram ett medelvärde för respektive vecka. Dessa medelvärden används sedan för att beräkna ett snitt av den föregående, aktuella och kommande veckan. Till detta adderas sedan en även uppskattad procentuell försäljningsökning och denna siffra blir den slutgiltiga försäljningsprognosen. Detta summeras även till en total försäljning för samtliga burmodeller för att få en överskådlig bild av prognostiserad försäljning, planerad tillverkning, och beräknat lagersaldo, se figur 4.21.

		Prognos	Planerad	Beräknat
V.	Månad	Försäljn.	Tillverkn.	Saldo
12	Mar	121	0	646
13	Mar	127	200	719
14	Apr	129	0	590
15	Apr	141	160	609
16	Apr	128	112	593
17	Apr	120	200	673
18	Maj	111	148	710
19	Maj	117	175	768
20	Maj	121	156	803
21	Maj	142	315	976
22	Jun	173	98	901
23	Jun	193	0	708
24	Jun	168	298	838
25	Jun	181	284	940
26	Jun	262	146	829
27	Jul	243	147	741

Figur 4.21. Exempel från "Burstatistik" för samtliga burmodeller.

I "Burstatistik" finns även prognostiserat lagersaldo som fastställs utifrån prognostiserad försäljning och inplanerad tillverkning, se figur 4.22. Det prognostiserade lagersaldot baseras på verkligt lagersaldo vid årsskiftet, men uppdateras inte efter faktiskt lagersaldo under årets gång. När prognostiserat lagersaldo når låga nivåer läggs olika stora tillverkningsorder in på lämpliga datum. Denna del av planeringen sker alltså manuellt

med hjälp av uppskattningar och erfarenheter. Alltså används ingen särskild metod, exempelvis beräkning av beställningspunkt.

00380		
Försälj.	Tillverkn.	Saldo
17,3	0	20
11,6	100	108
15,5	0	93
18,9	0	74
26,5	0	47
22,9	0	24
22,9	100	101
16,7	0	85
14,7	0	70
15,7	0	54
17,9	0	37
24,3	100	112
26,1	0	86
24,5	0	62
21,9	0	40
19,9	150	170
23,5	0	146
33,1	0	113

Figur 4.22. Exempel från "Burstatistik" för modell 380.

Då den faktiska försäljningen inte alltid överensstämmer med den prognostiserade försäljningen leder detta till att det prognostiserade lagersaldot med tiden inte kommer stämma överens med det faktiska lagersaldot. Vid stora avvikelser mellan aktuellt och prognostiserat lagersaldo kan detta resultera i antingen för höga eller för låga lagernivåer.

Som tidigare nämnts lagerhålls de färdiga burarna på pallar. På varje pall får det plats sju dubbelburar eller tio enkelburar. Partistorlekarna sätts därför i dagsläget till multiplar av dessa antal. I regel produceras enkelburarna i partier om 50, 100 eller 150 stycken och dubbelburarna i partier om 49 eller 98 stycken. De burmodellerna med högre prognostiserad efterfrågan tillverkas i större partier medan övriga tillverkas i mindre partier. Dessa partistorlekar är inte fasta utan ändras från order till order. Företaget arbetar inte med något uttalat beställningspunktsystem för initiering av tillverkningsorder, utan både partistorlekar och initiering av tillverkningsorder baseras på uppskattningar. Utifrån intervjuer framkommer att den allmänna synen på omställningar är att dessa bör göras så sällan som möjligt, vilket även påverkar valet av partistorlek.

Då företaget stänger ner produktionen i några veckor under semestertid, som dessutom ligger i deras högsäsong, måste företaget bygga upp en buffert i färdigvarulagret. Detta för att utleverans ska kunna göras när produktionen är stängd, men även för att ha en buffert för de första veckorna efter semestern. Tidigare användes den gamla prognosmetoden, som baserades på tidigare försäljning samma år, för att uppskatta hur stort lager som skulle behövas för att klara av efterfrågan innan och efter semesterperioden. Trots att hänsyn togs till en förväntad försäljningsökning blev bufferten inte tillräckligt stor och många burmodeller tog helt slut i lager under semestern.

Med hjälp av den nya prognosmetoden “Burstatistik”, som baseras på försäljningsstatistik från tidigare år, har man arbetat fram en total lagernivå att nå upp till innan stängningen för semester. Denna nivå förväntas vara mer korrekt än tidigare år. Den tillverkning som planeras in i produktionen under våren förväntas alltså möta den befintliga efterfrågan och samtidigt bygga upp lagret till den önskade totala lagernivån. Efter semestern sänker företaget den totala lagernivån medvetet eftersom efterfrågan avtar aningen samt att det inte längre finns någon högsäsong eller semesterperiod att ta hänsyn till. Alltså ändras den totala önskade lagernivån till olika nivåer beroende på vilken period planeringen görs för. Lagernivåer för respektive burmodeller uppskattas med hänsyn till den önskade totala lagernivån för perioden, prognosen för respektive burmodell och uppskattningar baserat på erfarenhet.

Under tiden studien utfördes användes prognosverktyget “Burstatistik” i kombination med målnivån som planeringsunderlag. Utifrån detta beslöts att i slutet på mars övergå från den låga produktionstakten som råder under vinterhalvåret till den ökade produktionstakten som krävs inför högsäsong och lageruppbyggnad. När produktionstakten ökade, insågs att tillgänglig produktionstid inte skulle räcka till för att nå upp till målet för lagernivån inför semestern. En konsekvens av detta blev att övertid var nödvändig för att nå tillräckliga lagernivåer.

4.5.4 IT-system

Företaget använder sig i dagsläget av ett affärssystem, Jeeves, vid bland annat produktionsplanering. Huvudsakligen används det till att registrera tillverkningsorder som är planerade utifrån “Burstatistik”. Här registreras vilken burmodell, antal burar som ska tillverkas och datum då ordern ska vara redo för utleverans till färdigvarulagret. Systemet tar hänsyn till den kapacitet som finns i fabriken och planerar in de olika operationer som krävs för att tillverka ingående komponenter i ordern. Denna kapacitet är dock inte alltid korrekt. Dessutom tar systemet hänsyn till när i tiden de olika operationerna senast måste vara färdiga för att kunna mötas i exempelvis montering och paketering. För att generera dessa tidpunkter finns också en uppskattad kötid vilket i dagsläget tillsammans med operationstid kan uppgå till en hel vecka. Exempelvis planeras det in att komponenter ska köras i en arbetsstation den ena veckan för att sedan köras i nästa arbetsstation veckan därpå, trots att kötiden mellan arbetsstationerna inte skulle behöva vara så lång. Detta görs för att försäkra sig om att komponenterna ska bli färdiga i tid.

Viss problematik uppstår vid användningen av Jeeves. Ibland genererar programmet en tidsplanering för produktion av en order med vissa inkorrekta datum. Detta beror på att det finns ouppdaterad data i Jeeves gällande tider i produktstrukturen och den tillgängliga kapaciteten. Ett annat problem med affärssystemet är att om en order läggs in med ett slutdatum som motsvarar ett slutdatum på en redan registrerad order, kommer den nya

ordern vid överbeläggning placeras in före den orden som egentligen var först på tur. Detta gör att order som lagts in senare kommer blir klara före äldre order.

När företaget började använda Jeeves utvecklades samtidigt ett eget system, Vrapp. Syftet med detta var att skapa ett avrapporteringssystem för registrering av start och avslut av operationer. Avrapporteringssystemet är strukturerat som en översiktlig veckoplanering per arbetsstation, alltså körplaner. Vrapp och Jeeves är kopplade till varandra, och så snart en tillverkningsorder matas in i Jeeves finns den alltså även i Vrapp. Det ansågs vara nödvändigt att utveckla Vrapp då man ville få en övergripande planering motsvarande den man tidigare haft i pappersform som operatörerna kunde använda sig av. Systemet visar även vilka arbetsstationer komponenterna ska genomgå. Jeeves kan leverera en motsvarande bild av körplaner för respektive arbetsstation, men saknade vid den tidpunkten en fungerande rapporteringsmodul. Vid denna tid tillverkades endast liknande komponenter och dessa var relativt få, vilket gjorde att Vrapp inte behövde vara så detaljerat.

Vrapp är alltså kopplat till Jeeves, och översätter registrerade tillverkningsorder till veckovisa körplaner för varje arbetsstation, se exempel av en körplan i SG för vecka 7 i figur 4.23. SG har i Vrapp alltså körplaner för respektive vecka, där komponenter för olika tillverkningsorder visas. I körplanen visas bland annat komponentens artikelnamn och den dag som denna ska vara färdig. Man kan även markera respektive komponent, varpå exakta datum för start av operation visas. Systemet används av operatörerna av för att veta vad som ska köras på respektive arbetsstation under vilken vecka. Den specifika dagsplaneringen för varje arbetsstation och vecka styrs av operatörerna själva, med begränsningen att samtliga operationer enligt körplanen ska vara genomförda i slutet av veckan.

Ordernr	ArtNr	MM artnr	Fund artnr	Artikelnamn	Lev	Antal	Arbets	Sluts	Färdig / Målt	ArtPos
00364	34973166			0 Dubbel XL, Dörrprofil	7-1	98	98			420
00364	34973166			0 Dubbel XL, Dörrprofil	7-1	98	98			480
00364	34973161			0 Sidostycke 60x 14mm, Profil	7-5	196	196			260
00364	34973161			0 Sidostycke 60x 19mm, Profil	7-5	196	196			330
00360	34975168			0 Enkelbur SxL, Dörrprofil	7-5	100	100			350
00364	34973162L			0 Dubbelbur / Enkelbur, Sidoprofil vänster	7-5	98	98			240
00364	34973169R			0 Dubbel XL, Mellanstycke höger del	7-5	98	98			410
00364	34973169I			0 Dubbel XL, Mellanstycke vänster del	7-5	98	98			400
00363	349711831			0 Dubbelbur Medium, Övre profil	7-5	49	49			220
00363	34971185L			0 Dubbelbur large, Mellanstycke vänster del	7-5	49	49			380
00363	34971185R			0 Dubbelbur large, Mellanstycke höger del	7-5	49	49			390
00365	34974167			0 Dubbelbur, Dörrprofil	7-5	49	49			480
00363	349711832R			0 Dubbelbur, Sidoprofil höger	7-5	49	49			210
00363	349711834			0 Dubbelbur medium, Undre profil	7-5	49	49			230
00363	34971165			0 Dubbelbur, Dörrprofil	7-5	49	49			460
00363	349711832L			0 Enkelbur / dubbelbur, Sidoprofil vänster	7-5	49	49			200
00363	34971165			0 Dubbelbur, Dörrprofil	7-5	49	49			400

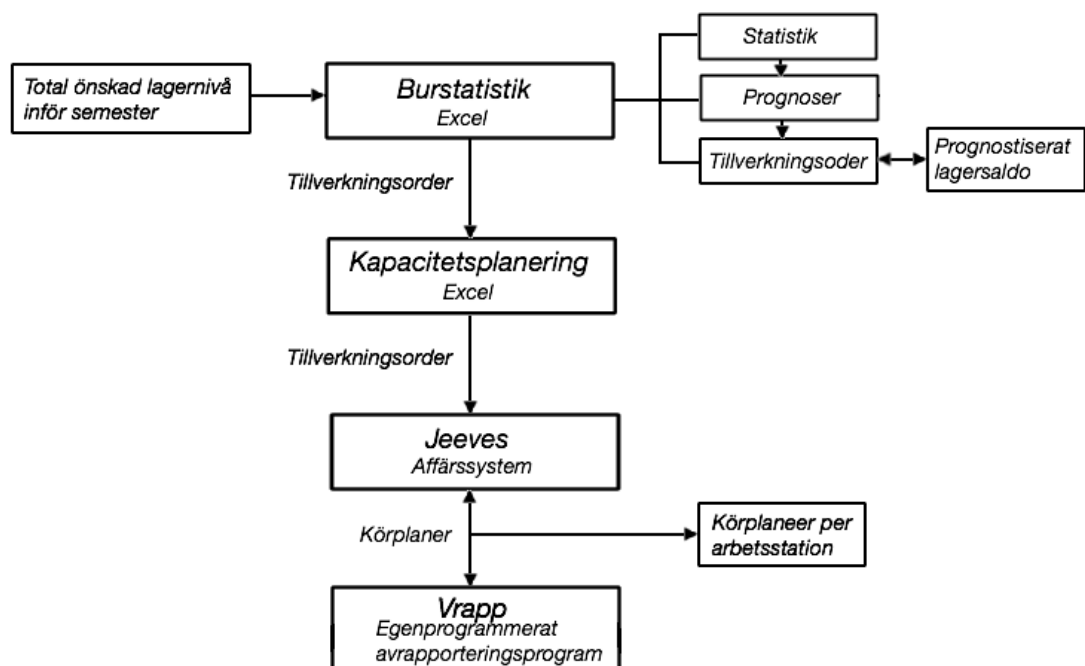
ArtNr	Artikelnamn	Lev	Antal	Arbets	Sluts	Färdig / Målt	ArtPos
172	Kantpress Thn	0					
400	Framplock	0					
500	Swetsrobot Thn	0					
505	Montering	0					
700	Lackering	0					
710	ED Dopp	0					
900	Montering	0					

Figur 4.23. Körplan i SG, från programmet Vrapp.

som tillgänglig produktionstid, cykeltid och ställtid. Denna funktion används dock inte i dagsläget då inmatade parametrar inte stämmer överens med verkligheten. Exempel på detta är tillgängliga dagar för produktion och att legoarbeten i produktionen inte tas hänsyn till i Jeeves. Därmed genererar systemet en för hög tillgänglig kapacitet och produktionsledaren använder alltså därför Excel-filen “Kapacitetsplanering” istället.

4.5.6 Koppling mellan planeringsverktyg

Företaget arbetar med flera olika planeringsverktyg som har olika kopplingar och förhållanden till varandra, se figur 4.5. Den övergripande produktionsplaneringen utförs med hjälp av “Burstistik” och den totala mållagernivån inför semestern, där tillverkningsorder för respektive burmodell manuellt planeras in. Dessa tillverkningsorder behandlas sedan i “Kapacitetsplanering”, för att erhålla en övergripande blick på kapaciteten. Därefter matas tillverkningsorder in i Jeeves, som översätter dessa till olika körplaner för respektive tillverkningssteg. Jeeves är sammankopplat med Vrapp, som används av operatörerna som där har tillgång till körplanerna och avrapportering.



Figur 4.25. Kopplingen mellan planeringsverktygen.

4.5.7 Exemplifiering av en tillverkningsorder

Samtliga arbetsstationer får veckovisa planeringar, alltså körplaner, för komponenter som ska vara färdigställda innan veckans slut. Operatörerna bestämmer själva den inbördes ordningen i vilken komponenterna ska bearbetas. För att exemplifiera en tillverkningsorder har ett tidschema för modell 364 med ingående komponenter skapats, se bilaga 7. Planeringen är indelad veckovis och schemat visar därför att flertalet

komponenter planeras att bearbetas på samma arbetsstation under en hel vecka. Den veckovisa planeringen medför att operationer inte utförs tidigare än planerat, vilket ibland betyder att komponenter lagras i väntan på nästa arbetsstation. Exempelvis betyder detta att om övre profil (I641) är färdigbearbetad i SG tisdag vecka 1, så kommer inte kantpressning av denna komponent att starta förrän i vecka 2. Nedan följer en utförlig beskrivning av respektive vecka.

Vecka 1: Vid en tillverkningsorders start skickas en order till fabriken i Frändefors för kapning av rör till dörrar och laserstansning av tryckknapp och handtag. Samtidigt påbörjas, utifrån veckoplaneringen, arbetet i första processteget, SG eller SG/EB beroende på komponent. SG körs på obemannad kvällstid och SG/EB på bemannad dagtid. Som tidigare nämnts bestämmer operatörerna själva i vilken ordning komponenterna ska köras. Dock körs oftast ingående komponenter till den del av dörren som ska skickas på ED-dopp först, vilka är dörrprofil (I66) och undre profil (I76 L/R). Sedan körs övriga profiler och mellanstycken till dörren samt sidostycksprofiler i SG.

Vecka 2: Här sker huvudsakligen kantpressning, där dörrprofil prioriteras i första hand eftersom denna ska sammansvetsas med rör och undre profil, för att sedan så tidigt som möjligt skickas iväg på ED-dopp. Denna vecka läggs även en beställning för rörkapning av rör till sidostycken till fabriken i Frändefors.

Vecka 3: Denna vecka startar tillverkningen av golv, tak, avdelare, nödlucka och undre plåt i SG/EB, där ordningen även här bestäms av operatörerna. Samtidigt svetsas sidoprofiler med rör till sidostycken och en förberedande förhängning för lackering sker av de övriga delarna till dörren. När delmontaget kommit tillbaka från ED-dopp startas lackering av denna samt de övriga delarna till dörren. Detta följs av att samtliga dörrkomponenter monteras samman till en helt färdigställd dörr.

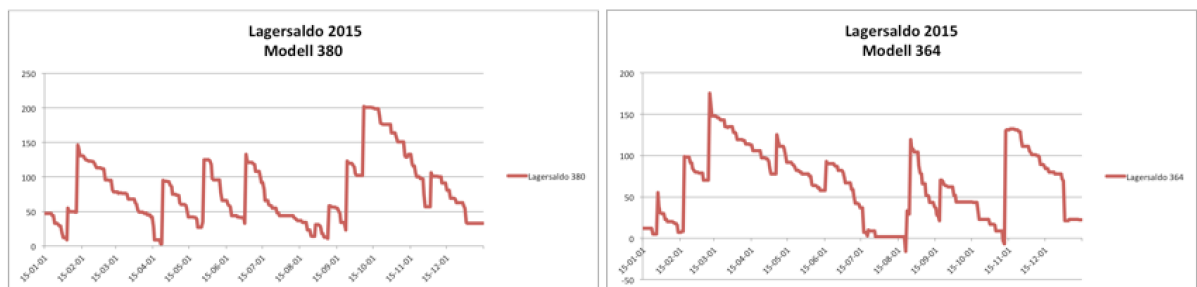
Vecka 4: Under denna vecka lackeras undre plåt, nödlucka och sidostycken i grå färg samtidigt. Slutligen lackeras golv, tak och avdelare i svart färg, dessa komponenter är de som placeras längst ned i lådan vid paketering. Därför hängs dessa komponenter vid lackering i paketeringsordning, för att sedan i samband med nedplockning från lackeringslinan kunna paketeras direkt. Alla övriga komponenter, som vi denna tidpunkt är färdiglackerade, står i anslutning till paketeringslinan och packas ned efter komponenterna som kommit direkt från lackeringslinan.

Övriga burar i sortimentet tillverkas på liknande sätt och ordningsföljd, med skillnad att enkelburar har färre komponenter då de endast har en dörr och inte behöver avdelare.

4.5.8 Lagersaldohistorik

I företagets problembeskrivning innefattades bland annat en bristande lagersaldonivå, präglad periodvis både av förhållandevis höga och låga lagernivåer. För att illustrera

lagernivåerna presenteras lagersaldohistoriken för två burmodeller under år 2015 i figur 4.26. Underlaget för dessa diagram var tidvisa inrapporteringar av order. Detta var mycket tidskrävande att sammanställa och översätta för att kunna utforma diagrammen, vilket medförde att möjlighet inte fanns att ta fram motsvarande diagram för samtliga burmodeller. Statistiken kan vara något missvisande eftersom registrering av order inte alltid sker i samband med inkommandet av order. Exempelvis kan senareläggning av orderregistrering förekomma för att samla upp flertalet order från samma kund eller då man insett att en aktuell burmodell har för låg lagernivå för att hela ordern ska kunna levereras. På grund av denna eventuellt missvisande datan tillsammans med att lagersaldohistoriken endast presenteras för två modeller, gör att den av företaget beskrivna bristande lagerservicenivån inte helt kan representeras med dessa två diagram. Företaget har beskrivit att det under tidigare säsonger har tagit helt slut på lagret av vissa burmodeller under eller strax efter semesterperioden, vilket syns för modell 364.



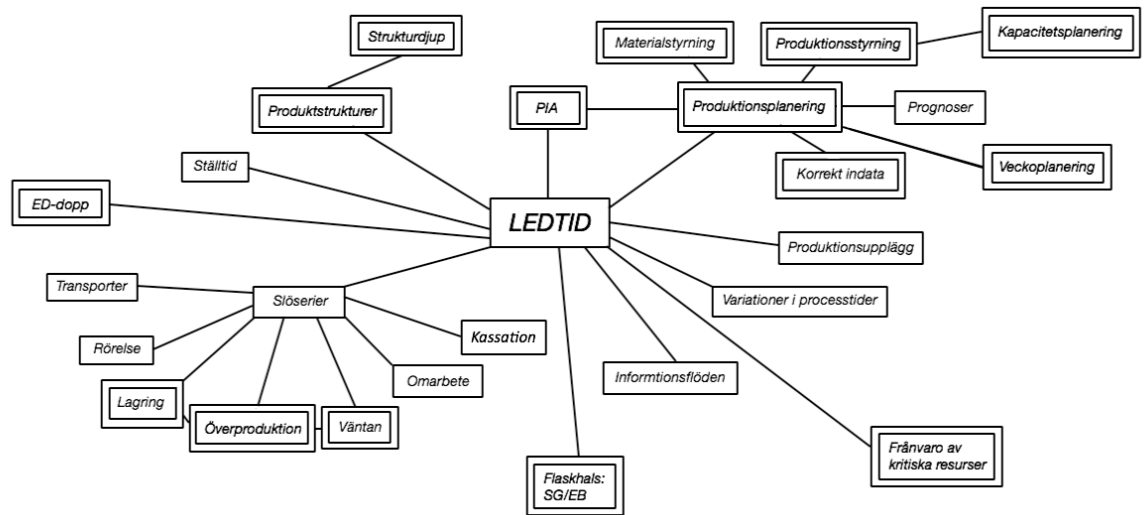
Figur 4.26 Lagersaldohistorik för modell 380 respektive modell 364.

4.6 Prioriterad teoretisk analysmodell

Utifrån den teoretiska analysmodellen över faktorer som påverkar ledtiden, har vissa faktorer av särskild betydelse för denna studie identifierats, se figur 4.27. Modellen har även kompletterats med ytterligare faktorer som identifierats under studiens gång och som situationsspecifikt påverkar ledtiden. Några av faktorerna påverkar varandra, så som att produktionsplaneringen i detta fall leder till högre PIA och att överproduktion leder till väntan och lagring.

En avgörande faktor är produktionsplaneringen, som i stor utsträckning påverkar andra faktorer. En väl utformad produktionsplanering kan leda till lägre PIA och därmed reducerad ledtid. En reducerad ledtid har påverkan på lagerserviceelementen, exempelvis lagerservicenivå. En väl utformad produktionsplanering har även en positiv påverkan på kapitalbindning och slöserierna, framförallt i detta fall lagring, överproduktion och väntan. En av de identifierade faktorerna som påverkar produktionsplaneringen är materialstyrning, där företaget saknar en etablerad metod för att styra materialet i produktionen. Inom produktionsstyrningen är det främst kapacitetsplaneringen som i detta fall påverkar ledtiden. Den etablerade veckoplaneringen ger även en längre ledtid än nödvändigt. Dessutom baseras produktionsplaneringen på inkorrekt data.

Det beskrivna strukturdjupet i produktstrukturerna och ED-doppet påverkar ledtiden i dagsläget. Flaskhalsen, SG/EB, sätter begränsningar i hela flödets produktionstakt och har därmed en direkt påverkan på ledtiden. Mycket av kunskapen i företaget finns hos enstaka resurser, som därmed blir kritiska. Frånvaro av dessa kritiska resurser kan därför påverka ledtiden.



Figur 4.27. Prioriterad teoretisk analysmodell.

5. ANALYS

För att uppfylla studiens syfte att utforma förbättringsförslag har nulägesbeskrivningen tillsammans med teorin lagt grunden för analysen. Problemområden identifierade i nulägesbeskrivningen analyseras i kapitlet och följs av utformade förbättringsförslag. Först behandlas strukturen i fabriken, IT-system, produktionsplanering och lagersaldo. Slutligen behandlas materialstyrning, där tre alternativ av dragande system presenteras och analyseras.

5.1 Struktur i fabriken

I fabriken syns det tydligt att personalen löpande arbetar med förbättringsåtgärder och 5S. Samtliga redskap, verktyg och hjälpmedel har en uppmärkt plats, så även områden som exempelvis olika lagringsplatser. I anslutning till lunchrummet finns även tavlor med information tydligt visualiserad. Informationen rör bland annat kommande veckoplanering, försäljningsutfall ställt mot prognos, reklamationsstatistik samt förbättringsförslag. Sammantaget är fabriken och den allmänna arbetsmiljön bra organiserad med tydlig struktur. Trots detta finns förbättringspotential inom några områden.

Till skillnad från resten av fabriken har färdigvarulagret en bristande struktur. Pallar med färdiga burar placeras där det finns plats och burmodell markeras med penna direkt på den omslutande plasten. Detta resulterar i att produkter av samma modell i regel inte står i direkt anslutning till varandra. Det blir därför svårt att överblicka lagernivåerna och hanteringen av in-och utflöden försvåras. Ett förslag är därför att strukturera lagret utifrån de olika burmodellerna där varje burmodell bör ha en förutbestämd plats, alltså fast lagerplacering. Lagret kan delas in i olika zoner utifrån exempelvis uttagssfrekvens så att modeller med hög efterfrågan blir mer lättåtkomliga. Indelningen skulle ge en övergripande helhetsbild. En bra struktur är också en förutsättning för att ett förbrukningsstyrt lagerstyrningssystem ska vara väl fungerande.

I dagsläget finns det tre platser i fabriken där det lagras komponenter som blivit över då partistorleken inte överensstämmer med antalet stansade komponenter per plåt. Vissa komponenter lagras direkt efter stansning medan andra lagras först efter senare förädlingssteg. Komponenterna används både till att komplettera framtida partier, men används även som reservdelar vid kassationer och reklamationer. Det finns ingen tydlig rutin för hanteringen av överblivna komponenter mellan arbetsstationer. Detta gör att en överblick av vad som finns att tillgå i dessa mellanlager blir svår att få. Att samordna denna lagring och skapa rutin kring hanteringen av dessa komponenter skulle möjliggöra bättre utnyttjande av yta. Förslagsvis bör samtliga överblivna komponenter lagerhållas efter samma förädlingssteg, exempelvis som helt färdigbearbetade produktdelar.

Ovan beskrivna hantering gäller endast de mindre komponenterna. De större komponenterna, exempelvis tak eller golv, slängs i dagsläget istället för att lagerhållas då de anses vara för skrymmande. Med en samordning av de olika lagringsplatserna kan yta komma att frigöras vilket möjliggör att även de större komponenterna kan lagerhållas.

5.2 IT-system

Affärssystemet Jeeves används övergripande i företaget, men har av olika anledningar kompletterats med andra system. De funktioner som finns i andra system kan i stor utsträckning ersättas med motsvarigheter i Jeeves, antingen direkt eller genom att köpa till kompletterande moduler. Exempelvis kan avrapporteringssystemet i Vrapp och kapacitetsplaneringen i Excel ersättas med funktioner tillgängliga i affärssystemet. En av de största anledningarna till att affärssystemet inte utnyttjas i dagsläget är bristande och felaktig indata gällande bland annat tillverkningssekvenser, tider och artikelnummer. Detta skapar misstro till systemet bland användarna vilket i sin tur leder till att det affärssystem som investerats i inte utnyttjas till fullo. En annan anledning till att affärssystemet inte utnyttjas är att användarna saknar fullständig kunskap om programmet och dess funktioner. Därför föreslås en fullständig genomgång för att säkerställa att rätt indata används, följt av utbildning i systemet för att kunna utnyttja dess fulla potential. Att samla samtliga funktioner i ett och samma system med pålitlig indata underlättar framförallt produktionsplaneringen, gör den mer tillgänglig, lättanvänd och reducerar den onödiga manuella hanteringen.

Vrapp är utformat så att överskådligheten av produktionsplaneringen och dess tillverkningsorder blir begränsad. Vrapp visar komponenternas slutdatum istället för operationernas slutdatum, vilket medför att komponenterna hamnar i fel veckoplaneringar och sätter krav på produktionsledaren att korrigera detta. MIM Construction är medvetna om problemet och har undersökt en lösning. Att snarast arbeta vidare på denna lösning är något som företaget bör prioritera för att underlätta produktionsplaneringen. En mer långsiktig åtgärd är dock det tidigare nämnda förslaget att samordna alla kompletterande system i affärssystemet Jeeves.

5.3 Produktionsplanering

I kapitlet redogörs för identifierade problemområden inom produktionsplaneringen. Dessutom inkluderas förslag till lösningar för respektive område.

5.3.1 ED-dopp

Den genomförda värdeflödesanalysen baserades på flödet för en ingående komponent i dörren, undre profil. Det är i regel denna komponent som börjar tillverkas först i en tillverkningsorder eftersom denna har längst genomloppstid, och ingår sedan i

delmontaget till dörren. En av de största faktorerna som bidrar till den nuvarande ledtiden på fyra veckor är ED-doppet som delmontaget genomgår. Denna ytbehandling mot korrosion tar sammanlagt fem arbetsdagar oavsett partistorlek. Detta kommer därför alltid vara en begränsande faktor vid förbättringsåtgärder i produktionsflödet. MIM Construction är medvetna om att denna process har en negativ inverkan på ledtiden och alternativ har diskuterats. Ett möjligt alternativ är att lackera delmontaget med en lack som innehåller korrosionsskydd. Lackeringen skulle då kunna utföras direkt i fabriken vilket skulle innebära en eliminering av ED-doppet. Eftersom denna process direkt påverkar den totala ledtiden bör vidare utredning av alternativ till ED-doppet prioriteras.

5.3.2 Tillverkningsorder

I företaget planeras tillverkningsorder in manuellt av produktionsledaren i samarbete med marknadsansvarig. Underlag för beslut om tillverkningsorder är Excel-filerna "Burstatistik" och "Kapacitetsplanering" samt total önskad lagernivå inför semester. Konsekvensen av att inplaneringen av tillverkningsorder sker manuellt med flertalet olika beslutsunderlag blir att produktionsledaren, som genomför denna planering, blir en kritisk resurs. Mycket av kunskapen ligger hos honom och detta försvårar för andra att utföra dessa arbetsuppgifter vid eventuell frånvaro. Det tidigare förslaget om att utveckla användandet av affärssystemet skulle möjliggöra att denna planering kan utföras på ett mer standardiserat sätt. Dessutom skulle det göra produktionsledarens arbete effektivare eftersom han då inte behöver manuellt utföra arbete som kan ersättas av affärssystemet. Den frigjorda tiden kan då istället ägnas åt andra arbetsuppgifter i produktionen.

Den tillverkningssekvens som produktionsplaneringen genererar för en tillverkningsorder är upplagd så att operationer planeras in veckovis. Detta betyder att komponenter som har färdigställts i en operation innan veckans slut ändå inte påbörjas i nästa operation förrän veckan därpå. För att förkorta ledtiden skulle planeringen kunna komprimeras för att reducera onödig väntetid i produktionen. Operationerna bör istället planeras in i följd med minsta möjliga väntetid och låta kapacitetsplaneringen i affärssystemet avgöra om det blir väntetid istället. På så sätt uppstår endast väntetider när det är nödvändigt.

Företaget har beräknat sin tillgängliga produktionstid till 38 timmar per vecka, alltså 2280 minuter. Det är denna tid som används som tillgänglig kapacitet i "Kapacitetsplanering" för samtliga arbetsstationer. I denna studie har beräkning av tillgänglig produktionstid genomförts, se bilaga 8. Denna beräkning resulterar i en tillgänglig produktionstid på 37,75 timmar per vecka. Till att börja med kan det alltså konstateras att den tillgängliga produktionstid företaget räknar med är något större än den som erhålls från denna studies beräkningar. Vidare finns fler faktorer att ta hänsyn till vid kapacitetsberäkningar, och dessutom bör enligt Andersson et. al (2002) kapacitetsberäkningar göras separat för respektive arbetsstation. Enligt Jonsson och Mattsson (2011) bör nettokapaciteten vara utgångspunkten för den tillgängliga

kapaciteten i respektive produktionsgrupp. För att erhålla en nettokapacitet bör avdrag för bland annat maskinhaverier, underhållsaktiviteter och akutorder göras.

I dagsläget har endast avdrag för underhållsaktiviteter gjorts från den tillgängliga produktionstiden för samtliga produktionsgrupper. Separata kapacitetsberäkningar bör även göras för varje arbetsstation, och i denna studie kommer ett exempel att redogöras för. SG/EB har valts som lämplig arbetsstation eftersom den är en flaskhals.

Utgångspunkten har varit de 37,75 timmarna i tillgänglig produktionstid, där tid för de omställningar som krävs för nattkörningar subtraherades. Därigenom erhålls en tillgänglig produktionstid på 2175 minuter per vecka, se beräkningar i bilaga 8. Därefter har även tid för MTBF och MTTR dragits av, se beräkningar av MTBF och MTTR i bilaga 9. En slutlig bruttokapacitet i maskinen blir då 2104 minuter per vecka. Utöver detta bör även hänsyn tas till tid för eventuella akutorder som kan tillkomma i produktionen, detta har dock inte gjorts i denna studie. Det rekommenderas dock att avdrag för detta även görs av företaget i framtida beräkningar av tillgänglig kapacitet. Skillnaden mellan den tillgängliga kapacitet som idag används och de beräkningar som gjorts i denna studie blir 176 minuter per vecka, vilket motsvarar nästan tre timmar. Att utgå från en felaktig tillgänglig kapacitet kan leda till att fler tillverkningsorder planeras in än vad den faktiska kapaciteten klarar av. Detta leder, enligt Jonsson och Mattsson (2011), till långa köer, mycket kapital bundet i PIA och längre ledtider.

Liknande kapacitetsberäkningar för varje produktionsgrupp bör genomföras för att generera en rättvis bild av den verkliga kapaciteten i produktionen. Det är dock enligt Olhager (2013) viktigt att utgå ifrån flaskhalsens produktionstakt, och anpassa produktionstakten i hela produktionssystemet efter flaskhalsen. Åtgärden i form av en mer korrekt beräkning av tillgänglig kapacitet kan även generera fördelar i materialstyrningen då inplanerade tillverkningsorder med större sannolikhet hinns med.

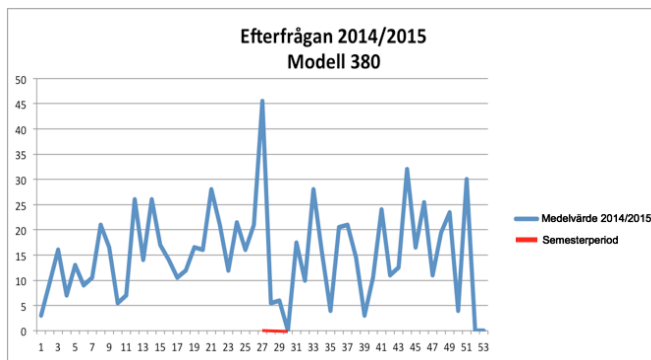
Inplaneringen av tillverkningsorder sker i stor utsträckning baserat på uppskattningar, både vad gäller när i tiden tillverkningsorder ska planeras in och partiernas storlekar. Det finns enligt teorin flera metoder att basera dessa beslut om tillverkningsorder på, såsom ekonomisk orderkvantitet för partiformning och beställningspunktsystem eller kanban som materialstyrningsmetod. I denna studie kommer ett förslag i form av ett kanban-system behandlas i kapitel 5.5, men om detta lösningsförslag inte genomförs rekommenderas att en annan metod sätts in för att undvika de osäkerheter som uppskattningar kan generera. I dagsläget är uppskattningarna ofta i form av stora partier, vilket indikerar ett traditionellt tillverkningssynsätt med stora partier och få omställningar. Detta kan även exemplifieras i kommentarer såsom "tyvärr ställer vi om för ofta". Detta synsätt på produktionssystemet är motsatsen till tankesättet inom lean produktion som bland annat innefattar tillverkning i mindre partier som kräver fler omställningar. Att ställa om oftare och tillverka i mindre partier ger ett jämnare flöde i produktionen och påverkar även ledtiden positivt (Olhager, 2013).

5.3.3 Prognostisering

Prognosverktyget, Excel-filen “Burstatistik”, har en logisk utformning och de beräkningar som görs för att uttrycka kommande perioders efterfrågan är relevanta. Beräkningarna baseras på indata i form av verkligt fakturerat antal per burmodell, vilket enligt Jonsson och Mattsson (2011) är relevant indata att basera prognoser på. Jonsson och Mattsson (2011) beskriver dock att vissa problem kan uppkomma i form av missvisande efterfrågan, exempelvis om lagerbrist varit ett faktum. Detta är något som förekommer i MIM Constructions fall då personalen beskrivit att kundorder ibland senareläggs om lagersaldot för aktuell burmodell vid ordertillfället är noll. Utleveranserna har dessutom under semestertider varit sporadiska. Detta genererar också missvisande faktureringsstatistik jämfört med den verkliga efterfrågan under perioden, och detta påverkar då prognosens korrekthet. Föreslagen lösning på det första problemet är att alltid registrera inkomna order, även i de fall då lagersaldot är noll. På så sätt erhålls en mer rättvis statistik av den verkliga efterfrågan. Förslag till lösning för det andra problemet är att utleveransavdelningen håller öppet under hela semesterperioden, på så sätt gynnas även kunderna som får sina order levererade direkt. Om möjlighet inte finns till att hålla öppet under hela semesterperioden bör försäljningsstatistiken i efterhand kompletteras med korrekta datum för inkomna order under denna period.

En utparameter som “Burstatistik” genererar är prognostiserat lagersaldo som baseras på inplanerad tillverkning och förväntad försäljning där saldots startvärde är inventerat lagersaldo vid årsskiftet. När nya tillverkningsorder ska planeras in så används detta saldo för att se hur länge lagret förväntas räcka. Eftersom det prognostiserade lagersaldot efter en tid inte med säkerhet överensstämmer med verkligt lagersaldo kan detta resultera i att tillverkningsorder planeras in vid fel tidpunkt. Därför bör “Burstatistik” uppdateras med aktuellt lagersaldo allt eftersom för att undvika denna saldoosäkerhet.

Företaget anser att efterfrågan präglas av säsongsvariationer, där högsäsongen inträffar under vår- och sommarhalvåret. Antal fakturerade burar per vecka för ett helt år av modell 380 presenteras i figur 5.1. Av figuren framgår att efterfrågan inte uppvisar någon tydlig säsongsvariation, men en viss uppgång under den beskrivna högsäsongen finns. En slumpmässig variation i efterfrågan kan även urskiljas under hela årets gång, vilket också bidrar till att det är svårt att utläsa någon tydlig säsongsvariation. Den största uppgången i efterfrågan uppkommer under veckan innan semesterperioden infaller. Detta beror bland annat på att företaget försöker påverka kunder att lägga order innan semestern, så att dessa kan skickas iväg precis innan produktionen stängs. Anledningen till att grafen strängt avtar efter detta är för att ingen utleveras skett under de veckor som fabriken varit stängd.



Figur 5.1. Efterfrågan med markerad semesterperiod.

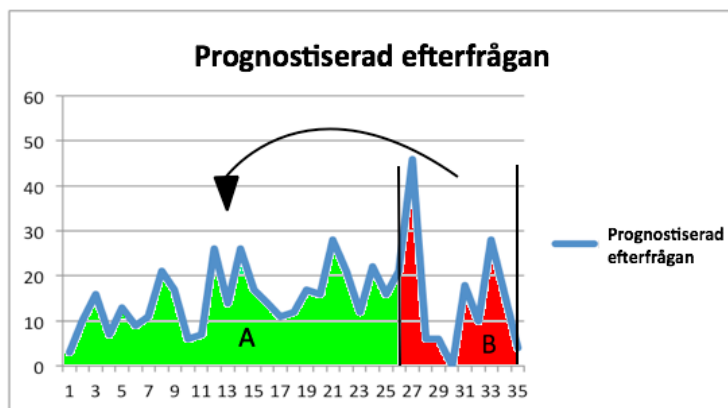
Beläggningen i produktionen ökar markant under den beskrivna högsäsongen, framförallt under våren, eftersom företaget måste bygga upp ett lager inför semesterstängningen. Detta kan bidra till att företaget upplever högsäsongen som mer tydlig än vad statistiken för efterfrågan visar.

Företaget använder inte något utarbetat system för att avgöra när start av lageruppbyggnadsperioden inför semester ska infalla. En konsekvens av detta skulle kunna innebära en risk att start av lageruppbyggnaden sker antingen för tidigt eller för sent i förhållande till tillgänglig kapacitet och det behov som finns i uppbyggnadsperioden. Under studiens början, januari till mars, var produktionstakten väldigt låg. Anledningen till detta var den låga efterfrågan under perioden i kombination med att det ansågs för tidigt att börja producera en buffert inför semester. I slutet av mars höjdes produktionstakten och ganska snart insågs att den tillgängliga produktionstiden inte skulle räcka till för att uppnå önskade mållagernivåer. Som åtgärd satte företaget in extra skift och övertid. Denna problematik indikerar att startpunkten för lageruppbyggnaden sattes för sent. En anledning till att företaget inte vill starta lageruppbyggnaden för tidigt är för att inte binda för mycket kapital i lager. Överväganden bör göras mellan skillnaden i kostnader för bundet kapital och kostnader för periodvis sysselsatt personal, övertid och extra skift. Det senare kan även innebära stressad personal och som dessutom inte ger någon försäkran om att önskad lagerservicenivå uppnås inför semestern.

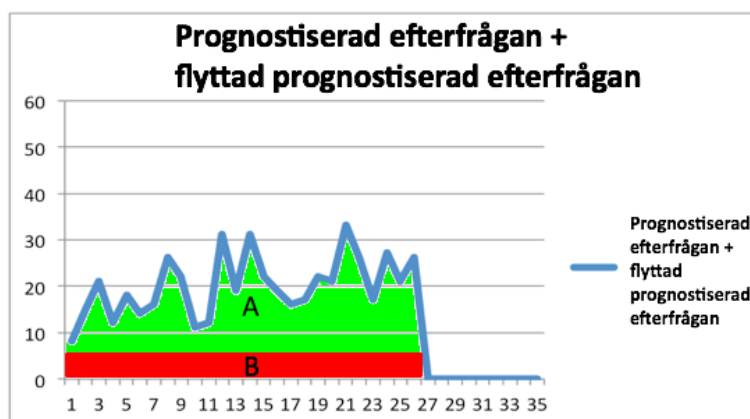
I prognosverktyget tas ingen hänsyn till den buffert som behöver byggas upp inför semesterperioden. I dagsläget kompletteras istället "Burststatistik" med uppsatta mål för en total lagernivå som bör uppnås innan semestern. Den totala lagernivån som eftersträvas beskriver endast det totala antalet burar utan större hänsyn till respektive burmodell. Behovet av att kombinera dessa två sätt att planera tar onödigt tid i anspråk och bör istället ersättas av ett och samma planeringsunderlag.

Ett konkret förslag är att använda den prognostiserade efterfrågan under semesterperioden och fyra veckor därefter, som i fortsättningen kommer benämnas period B, för att sedan fördela ut denna på en lämplig period innan semesterstängning, som i fortsättningen kommer benämnas period A, se figur 5.2. Denna omfördelning av

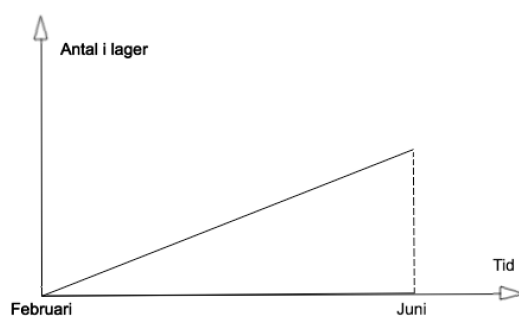
prognostiserad efterfrågan visualiseras i figur 5.3. Period B innefattar även fyra veckor efter semester eftersom ledtiden i dagsläget är fyra veckor. Det kommer således att ta denna tid innan nya burar hinner produceras efter semesterperioden. Uppskattning av lämplig längd på period A att fördela prognostiserad efterfrågan från period B på baseras på produktionskapaciteten för flaskhalsen SG/EB samt befintlig prognostiserad efterfrågan för perioden. Meningen är att med en jämn takt bygga upp det lager som krävs för att täcka prognostiserad efterfrågan för period B. Lagerutvecklingen under uppbyggnadsperioden visualiseras i figur 5.4.



Figur 5.2. Prognostiserad efterfrågan period A & B.



Figur 5.3. Flyttad prognostiserad efterfrågan period A & B.



Figur 5.4. Utveckling lagersaldo inför semester.

För att kunna bestämma en lämplig längd på period A krävs en beräkning av tillgänglig produktionstid och produktionskapacitet, vilket har genomförts i bilaga 9. Prognostiserad efterfrågan från period B fördelas jämt över period A. Den lämpliga längden på period A baseras på produktionskapacitet och befintlig prognostiserad efterfrågan för period A. Med en större produktionskapacitet, skulle en kortare längd på perioden behövas. Desto större befintlig prognostiserad efterfrågan under period A, desto längre period krävs. Den totala prognostiserade efterfrågan för period B fördelas jämt på antal tillgängliga arbetsdagar för period A. Det jämt fördelade antalet per dag adderas till den befintliga prognostiserade efterfrågan för den aktuella dagen. På så sätt erhålls en ny prognostiserad efterfrågan per dag. Hänsyn tas då både till den aktuella prognostiserade efterfrågan och den produktion som krävs per dag för att uppnå en tillräckligt stor buffert i lager innan semester.

För att förenkla kapacitetsberäkningarna kommer den totala prognostiserade efterfrågan för period A och period B att summeras, för att sedan fördelas jämt över antalet tillgängliga arbetsdagar för period A. Detta tillvägagångssätt är delvis förenklat då efterfrågevariationerna under period A inte tas med. Denna förenkling anses acceptabel då den endast syftar till att ge en överblick över kapaciteten för att komma fram till en lämplig längd på period A.

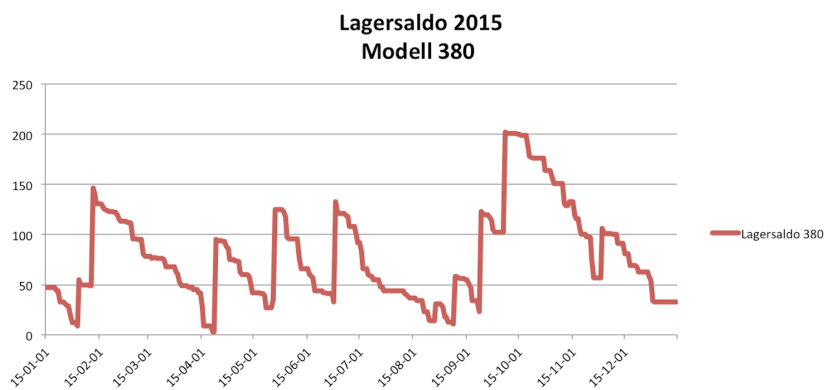
Två olika beräkningar för kapacitetskontroll har genomförts. En där period A motsvarar mars till juni, se bilaga 10, och en där period A motsvarar februari till juni, se bilaga 11. Differensen mellan tillgänglig kapacitet och belagd tid med hänsyn till prognostiserad efterfrågan blev för perioden mars till juni negativ. Detta indikerar överbeläggning och innebär att kapaciteten inte är tillräckligt stor för att kunna möta den prognostiserade efterfrågan. Differensen mellan tillgänglig kapacitet och belagd tid med hänsyn till prognostiserad efterfrågan blir för perioden februari till juni positiv, vilket indikerar att kapaciteten räcker till för att möta den prognostiserade efterfrågan.

Att flytta över efterfrågan från semesterperioden och sprida ut den med hänsyn till kapaciteten på perioden innan har visat att lageruppbyggnaden behöver starta tidigare än i dagsläget. En tidigareläggning av startpunkten för denna lageruppbyggnad skulle generera en jämnare produktionstakt vilket skulle motverka en överbeläggning i produktionssystemet. Enligt Jonsson och Mattsson (2011) leder en överbeläggning till långa köer, mycket kapital bundet i PIA och långa genomloppstider. Långa genomloppstider vid en period med överbeläggning och hög efterfrågan försvårar situationen ytterligare. Företaget bör alltså vidare utreda och överväga vad en tidigare eller senare startpunkt av lageruppbyggnadsperioden skulle betyda i termer av kostnader.

5.4 Lagersaldo

Utifrån statistiken är det svårt att avläsa något tydlig mönster i lagersaldonivåerna över året, se exempel i figur 5.5. Den uppskattningsbaserade materialstyrningen, utan uttalat

säkerhetslager, kan vara en bidragande faktor till att lagersaldonivåerna varierar och är oförutsägbara. På grund av semesterstängningen under högsäsong behöver företaget arbeta upp en buffert, vilket även detta har en påverkan på variationen i lagersaldonivåerna. Att använda ett säkerhetslager har fördelar som minskad risk för brist i lager.



Figur 5.5. Lagersaldohistorik för modell 380.

Vid framtagning av lagersaldohistoriken erhöles siffror som tidigare beskrivits tog mycket tid att manuellt sammanställa till en överskådligt visande statistik för hela året. Det blir därmed svårt för företaget att följa upp lagersaldohistoriken. Det är viktigt att ha lagersaldounderlag för att kunna följa upp när brist i lager uppstått och kunna spåra orsaker till detta. Uppföljning av lagersaldohistoriken ger möjlighet till att över tid kunna utvärdera om produktionsplaneringen har förbättringspotential. Exempelvis kan antal orderrader som inte kan levereras direkt från lager mätas, vilket sedan kan användas till att beräkna lagerservicenivån. Lagerservicenivån är ett av leveransserviceelementen inom produktionslogistiken (Jonsson och Mattsson, 2011). Att mäta prestationer möjliggör för företaget att få insikt i dagsläget och kunna jämföra och styra utvecklingen över tid.

5.5 Materialstyrning - dragande system

Detta kapitel inleds med ett avsnitt om differentiering av produktsortimentet. Därefter presenteras tre alternativa lösningsförslag gällande materialstyrning i form av förbrukningsstyrd produktion. Alternativen kommer inte att behandla alla aspekter av lösningen, utan vissa delar kommer att lämnas för vidare utredning. Förslagen kommer bland annat generera behov av mellanlagringsyta, vilket har diskuterats med företaget. Att göra förändringar i fabriken för att få plats med detta är något som företaget inte anser orimligt.

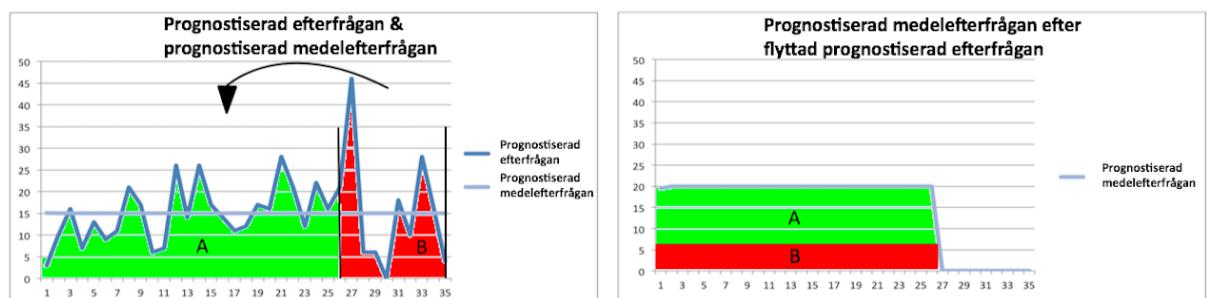
Specifika beskrivningar om hur lagerytan för mellanlagringen ska se ut och hanteras kommer inte att genomföras. Dessutom kommer inte detaljer som hur materialhanteringen fysiskt ska utformas att tas upp, ej heller hur lastbärare ska paketeras och förflyttas eller utseende på kanban-kort. Vidare har flera beräkningar genomförts

vilka har baserats på indata som i vissa fall inte är helt överensstämmande med verkligheten. Anledningen till att dessa värden har använts är att det inte funnits möjlighet att i den utsträckning som krävdes göra egna mätningar av datan. Företaget är medvetna om den bristfälliga datan som finns i affärssystemet och kommer själva i efterhand korrigera beräkningar efter uppdaterade värden där det krävs.

5.5.1 Differentiering av burmodeller

En ABC-analys utifrån prognostiserad efterfrågan har genomförts för att kunna klassificera företagets burmodeller, se tabell 4.1. Resultatet av ABC-analysen visade att nära 50 % av den totala efterfrågan utgörs av tre burmodeller, vilka är 363, 380 och 364. Dessa modeller har därför klassificerats som A-klass.

Då efterfrågan över året periodvis skiljer sig åt har en uppdelning av året gjorts i två perioder, februari till augusti samt september till januari. Perioden mellan februari och augusti präglas av en relativt hög efterfrågan och ett behov av en ökande produktionstakt på grund av lageruppbyggnaden inför period B. Anledningen till att perioden startar i februari grundas i kapacitetsberäkningarna, se bilaga 11. Dessa visade att det krävs en start av produktionsökning i februari inför lageruppbyggnaden för att kapacitetsmässigt kunna möta efterfrågan för både period A och B. Perioden mellan september och januari präglas av en relativt jämn och lägre efterfrågan samt att ingen lageruppbyggnad behöver ske under perioden. Baserat på detta anses dessa två perioder vara en lämplig indelning av året utifrån efterfrågan. För kanban-beräkningar har en daglig efterfrågan per burmodell för perioden februari till juni tagits fram som schematiskt visualiseras i figur 5.6. Den prognostiserade efterfrågan för perioden februari till augusti har dividerats med antal tillgängliga arbetsdagar under perioden februari till juni, se tabell 5.1.



Figur 5.6. Framtagning av prognostiserad medelefterfrågan.

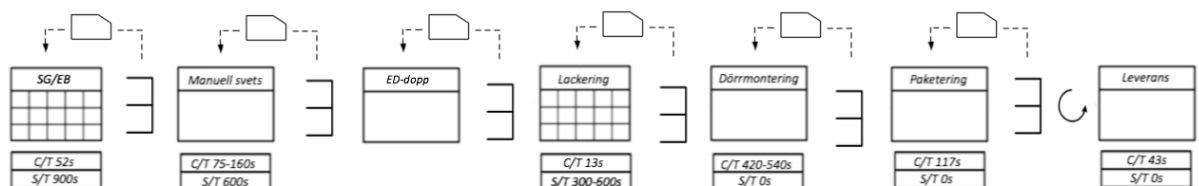
Tabell 5.1. Prognostiserad daglig efterfrågan för februari-juni.

Prognostiserad efterfrågan 2016			
Modell:	Prognostiserad efterfrågan (feb-aug)	Antal arbetsdagar (feb-jun)	Prognostiserad daglig efterfrågan (feb-jun)
363	957	105	9,1
380	590	105	5,6
364	500	105	4,8
361	339	105	3,2
365	300	105	2,9
385	320	105	3,0
376	265	105	2,5
383	245	105	2,3
367	140	105	1,3
377	150	105	1,4
390	112	105	1,1
368	94	105	0,9
366	82	105	0,8
369	56	105	0,5
381	34	105	0,3

5.5.2 Dragande system - alternativ 1

Den grundläggande formen av ett kanban-system baseras på att det mellan varje arbetsstation finns en supermarket. Signalerna för påfyllnad av artiklar går uppströms i produktionen, se figur 5.7, där flödet för undre profil i ED-doppsflödet illustrerats som exempel. I ett sådant system behöver samtliga artiklar för respektive burmodell ett unikt kanban-kort och lagras i supermarketen mellan varje arbetsstation för att påfyllnad ska kunna initieras. Varje specifik artikel har ett bestämt antal kort som cirkulerar mellan två arbetsstationer.

Systemet används fördelaktigt för att skapa ett bra flöde i produktionen där tillverkning endast sker förbrukningsinitierat genom hela produktionsflödet. Varje arbetsstation är på så sätt sammanlänkade och planeringen förenklas genom att kanban-systemet automatiskt initierar tillverkning. Detta system medför dock vissa problem i detta sammanhang. Samtliga burmodeller har liknande ingående artiklar men dessa skiljer sig åt storleksmässigt, vilket gör att varje enskild artikel för respektive burmodell skulle behöva mellanlagras i supermarketen. Med 14 olika burmodeller och cirka 20 ingående artiklar i varje skulle detta motsvara upp mot 300 lagerplatser per supermarket. Ytan som skulle krävas för ett stort antal supermarkets med stora antal lagerplatser skulle vara orimligt omfattande. För att systemet ska fungera krävs dessutom specifika kanban-kort för varje artikel för respektive burmodell. Hanteringen av ett sådant system, både i form av antal artiklar och kanban-kort, skulle bli alldeles för krävande. Baserat på dessa argument anses inte detta alternativ vara lämpligt.

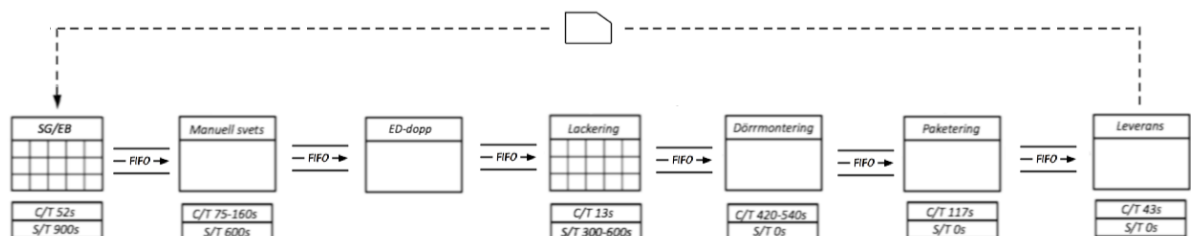


Figur 5.7. Dragande system - alternativ 1.

5.5.3 Dragande system - alternativ 2

Ett CONWIP-system innebär att signal, och därmed initiering av påfyllnad, skickas från den sista till den första arbetsstationen, se figur 5.8, där flödet för undre profil i ED-doppsflödet illustreras som exempel. Produkterna tillverkas sedan enligt tryckande principer med vanligtvis ett FIFO-system som styr ordningen. Exempelvis skulle det vid inkommande kundorder förbrukas produkter från en pall, vilken har ett tillhörande kanban-kort, i färdigvarulagret. Vid start av denna förbrukning frigörs kanban-kortet som skickas till den första arbetsstationen. Om ett kort motsvarar ett tillverkningsparti så initierar detta produktionsstart. Om ett kort motsvarar ett mindre antal produkter än partistorleken behöver ett runline-system utformas. Initiering av tillverkning sker då när tillräckligt antal kort nått den första arbetsstationen. Efter produktionsstart av partiet trycks som beskrivet produkterna genom produktionsflödet fram till färdigvarulagret där kortet appliceras på varje pall. Antalet cirkulerade kanban-kort är förutbestämt och är konstant så länge samma förutsättningar råder och nya beräkningar inte behöver genomföras.

CONWIP kan vara både produktspecifik och generisk. Att i detta sammanhang använda en generisk signal anses inte vara passande då produkterna varken är kundorderspecifika eller varianterna särskilt många. Det anses därför vara mer lämpligt att använda produktspecifik CONWIP-signal.

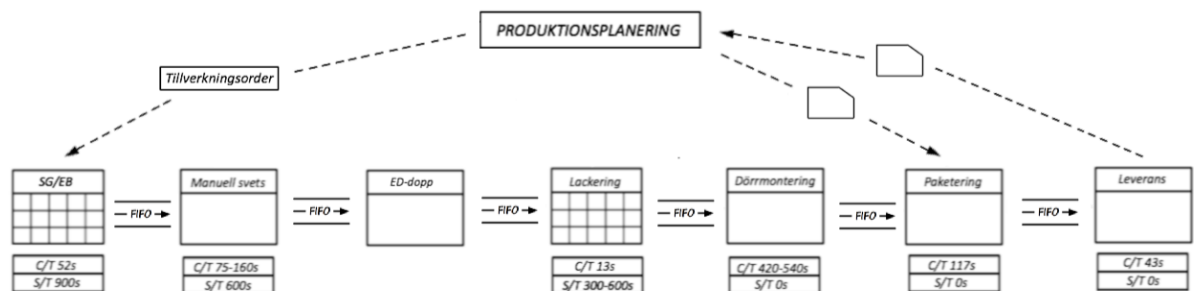


Figur 5.8. CONWIP-signal.

En CONWIP-signal skulle i detta sammanhang innebära att signalen skickas från färdigvarulagret till SG/EB när ett kanban-kort frigjorts. I så fall skulle ett kort motsvara ett visst antal av en burmodell. Tillverkning startar sedan när kanban-kortet anlänt, eller om runline används när tillräckligt många kort anlänt. Detta för en viss komplexitet med sig vid översättningen av burmodell till inplanering av operationer för samtliga ingående artiklar vid den första arbetsstationen. Enligt bilaga 7 framgår det att komponenterna har olika ledtider, vilket innebär att tillverkningsstart kommer behöva skilja sig åt mellan komponenterna. Dessutom finns som tidigare beskrivet fyra olika sorters flöden. Olika ledtider och olika flöden bland de ingående artiklarna gör att det i första arbetsstationen skulle bli svårt att manuellt planera in alla operationssteg för aktuell burmodell, och dessutom samtidigt hålla koll på tidigare order. Med dessa argument anses inte detta vara den bästa lösningen.

För att undvika denna komplexitet föreslås istället att när ett kanban-kort frigjorts skickas detta till avdelningen för produktionsplanering, se figur 5.9. För att förenkla beskrivningen kommer här antas att ett kanban-kort initierar tillverkning, alltså utan ett runline-system. I affärssystemet vid produktionsplaneringen finns möjlighet att mata in aktuellt datum som startdatum och översätta kanban-kortet till en produktionsplan med kapacitetshänsyn. För att kanban-systemet ska fungera och kanban-kortet fortsätta cirkulera i produktionssystemet bör kortet efter utförd planering hängas upp manuellt på en tavla vid den sista arbetsstationen, paketeringen. När ett parti av den aktuella burmodellen genomgått paketering följer kanban-kortet partiet till färdigvarulagret. Korten cirkulerar alltså mellan färdigvarulagret, produktionsplaneringen, paketeringen och tillbaka till färdigvarulagret. Signalen går med kortet från färdigvarulagret till produktionsplaneringen, där översätts detta till en tillverkningsorder som baseras på FIFO-principen.

Systemet resulterar i att mängden PIA likt tidigare beskrivna förslag begränsas. Detta CONWIP-system ersätter det nuvarande systemet för initiering av tillverkningsorder. Detta skulle avlasta produktionsledaren som därmed inte manuellt behöver planera in när tillverkningsorder ska ske och i vilka kvantiteter. CONWIP-systemet kan förkorta ledtiden något genom att rätt modell och kvantitet tillverkas i rätt tid. Däremot finns det begränsningar eftersom svarstiden mot färdigvarulagret fortfarande motsvarar ledtiden för det nuvarande tryckande systemet. Dessa ledtider kommer att generera ett relativt högt antal kanban-kort och därmed kommer även mängden PIA vara högt.



Figur 5.9. Dragande system - alternativ 2.

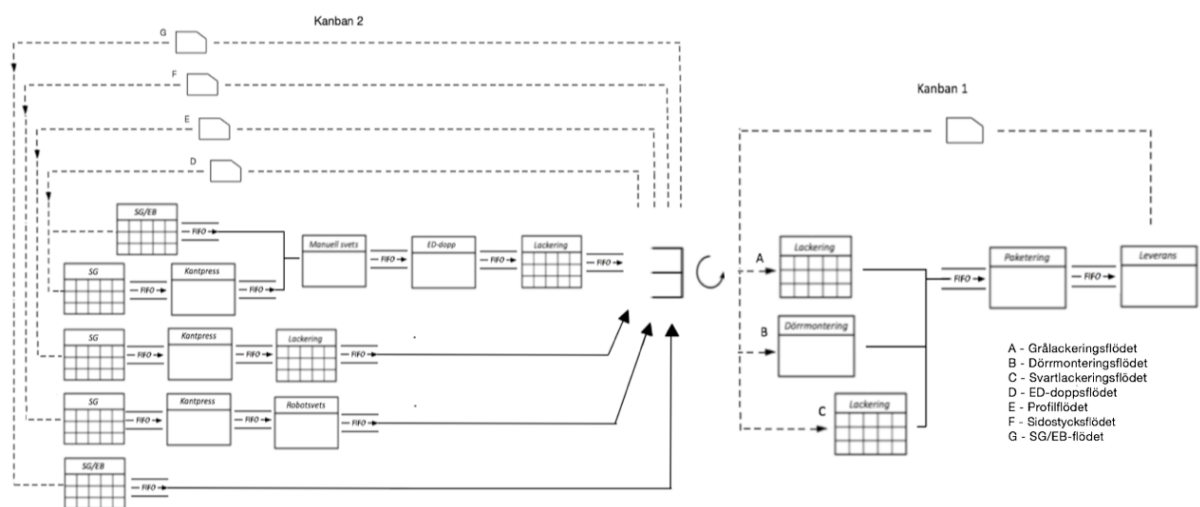
Beräkningar för dimensionering av kanban-kort har inte genomförts för detta system. Beräkningar har dock genomförts för alternativ 3, vilka kan användas som underlag för att genomföra beräkningar för detta system. Detta innebär alltså att vidare arbete och beräkningar behöver genomföras innan detta system kan användas.

5.5.4 Dragande system - alternativ 3

Alternativ 1 skulle innebära att allt för många och stora lagerplatser skulle behövas i form av supermarkets. Alternativ 2 skulle innebära en förbrukningsstyrd produktion där ledtiden dock inte skulle skilja sig markant jämfört med dagsläget. För att minska

behovet av antal supermarkets och samtidigt förkorta den tid det tar att ersätta det som förbrukats i färdigvarulagret har alternativ 3 tagits fram. Alternativet innebär att svarstiden mot färdigvarulagret förkortas markant, och därmed kan även lagerservicenivån förbättras. I alternativ 3 har hela produktionsflödet delats i två delar och sammanlänkas med hjälp av en supermarket. De två olika delarna av produktionsflödet kommer att benämnas som Kanban 1 och Kanban 2. I dessa två delar har sedan de ingående artiklarna delats upp i olika flöden baserat på ledtider. Inom flödena kommer produkterna att tryckas genom produktionen fram till supermarket eller färdigvarulager. Det sammanlänkade supermarket är tänkt att placeras på den redan etablerade mellanlagringsplatsen i fabriken, se (2) i figur 4.5.

Hur Kanban 1 och Kanban 2 är relaterade till varandra illustreras i figur 5.10. Hela återfyllnadsflödet initieras av inkommande kundorder i färdigvarulagret, där signalen för återfyllnad skickas när en pall börjar förbrukas. För att återfylla färdigvarulagret förbrukas delar från supermarketen då dörrmonteringsflödet och grålackeringsflödet startas, som sedan följs av svartlackeringsflödet och paketeringen. När en lastbärare börjar förbrukas från supermarketen initierar detta start av SG/EB-flödet, ED-doppsflödet, profilflödet eller sidostycksflödet beroende på vad som förbrukats. På så sätt återfylls sedan supermarketen.



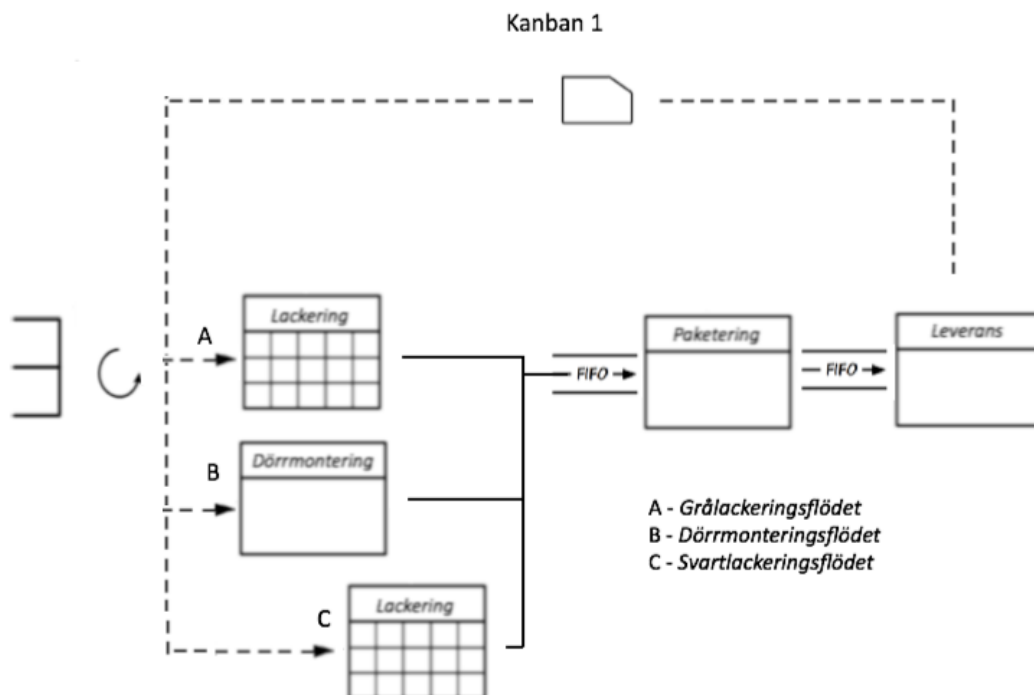
Figur 5.10. Hela systemet - alternativ 3.

När alternativ 3 togs fram övervägdes att använda systemet för alla burmodeller men detta skulle, liksom alternativ 1, generera ett behov av allt för många lagringsplatser i supermarket. Utifrån ABC-analysen valdes därför de tre modellerna med högst efterfrågan, 363, 380 och 364. Olhager (2013) beskriver att dragande system fungerar bäst för produkter med relativt hög efterfrågan. Övriga modeller kan fortsätta styras genom det befintliga tryckande systemet då efterfrågan för dessa är för låg att motivera ett dragande system för dessa. För att ett tryckande och dragande system ska fungera parallellt krävs prioriteringsregler. De beräkningar som genomförts i denna studie har

utgått ifrån regeln att det dragande systemet prioriteras och alltid går före. Vid varje arbetsstation finns alltså en körplan för de övriga modeller som tillverkas enligt det nuvarande tryckande systemet, men inte för de modeller som innefattas i det dragande systemet. Samtliga delar och beräkningar av alternativ 3 har som nämnts baserats på efterfrågan för högsäsong.

Kanban 1

I Kanban 1 finns tre olika sorters kort som motsvarar respektive modell, 363, 380 och 364. Korten initierar två olika produktionsflöden med ungefär lika lång ledtid. Den förbrukande enheten i systemet är kunden. När kunden förbrukar produkter från färdigvarulagret initieras en påfyllnadssignal. En lastbärare motsvarar en pall i färdigvarulagret och på varje pall finns därför ett kanban-kort. För enkelburar, 363 och 380, motsvarar ett kort tio burar och för dubbelbur, 364, motsvarar ett kort sju burar. Påfyllnadssignalen skickas från färdigvarulagret till de första arbetsstationerna i systemet. När signal erhållits trycks sedan komponenter fram i flödena, enligt FIFO-principen. Kanban 1-systemet illustreras i figur 5.11. I supermarketen finns för varje burmodell lackade delar till dörrmontering samt olackade sidostycken, nödlucka, undre plåt, tak, golv och avdelare (vid dubbelbur).



Figur 5.11. Kanban 1-systemet.

När signalen kommer från färdigvarulagret placeras kortet förslagsvis i anslutning till paketeringen där gruppledare för avdelningen ansvarar för att fysiskt starta produktionen för påfyllning. Denna produktion består av tre olika flöden, där två av dessa kommer att starta samtidigt vid en påfyllnadssignal. De två flödena som startar samtidigt är lackering av gråa detaljer och dörrmontering. I grålackeringsflödet lackeras sidostycken, nödlucka

och undre plåt. Samtidigt som detta sker startar alltså dörrmonteringsflödet, där dörrrens olika delar plockas från supermarketen och monteras till färdiga dörrar. När processerna är slutförda startar det så kallade svartlackeringsflödet av tak, golv och avdelare (vid dubbelbur). Parallellt med detta genomförs förberedelser inför paketering. När de svarta delarna kommer ut ur lackeringsprocessen plockas dessa av och paketeras allt eftersom till paket med färdiga burar, på varje hel pall sätts sedan ett kanban-kort tillbaka.

Om antalet burar på en lastbärare är mindre än en försvarbar partistorlek krävs att ett runline-system sätts in. En partistorlek på tio respektive sju burar jämfört med dagens partistorlekar kan verka orimligt små. Därför genomfördes en övergripande beräkning utifrån efterfrågan och tider för dessa partistorlekar. Den totala prognostiserade efterfrågan är för tre burmodellerna sammanlagt 19,5 stycken per dag i snitt, vilket motsvarar cirka två partier. Utifrån detta gjordes bedömningen att lackeringen kommer att beläggas tillräckligt för att det ska vara försvarbart att starta upp lackeringsmaskinen. Vid tillfällen då efterfrågan inte uppgår till tillräckligt antal för att belägga lackeringen har en väntetid, två dagar, inkluderats i ledtidsberäkningarna för kanban-korten. Denna väntetid innebär att det finns tidsmässigt utrymme att vänta med start av lackering tills tillräckligt många produkter är redo att lackeras. Dessutom kommer andra burmodeller från det tryckande systemet även belägga maskinen tillsammans med lego-arbeten.

En stor del av dimensionering av antalet kanban-kort i Kanban 1 består av att uppskatta ledtider för de olika flödena, vilket genomförts i bilaga 12. Beräkningarna kommer inte att utgå ifrån tillgänglig kapacitet i lackeringsmaskinen eftersom denna kapacitet enligt företaget anses vara mer än tillräcklig jämfört med behovet. Företagets möjlighet att ta in legoarbeten i lacken tyder på en större tillgänglig kapacitet än behov. Antalet kanban-kort har därför beräknats med formeln beskriven av Jonsson och Mattsson (2013), och inte utifrån det tillvägagångssätt som beskrivs av Vatalaro & Taylor (2005). Resultatet från beräkningarna återges i tabell 5.2. Kanban-kortsberäkningar återfinns i bilaga 13. Efterfrågan som använts i beräkningar är den prognostiserade efterfrågan per dag, vilken återfinns i tabell 5.1.

Tabell 5.2. Antal Kanban-kort för Kanban 1.

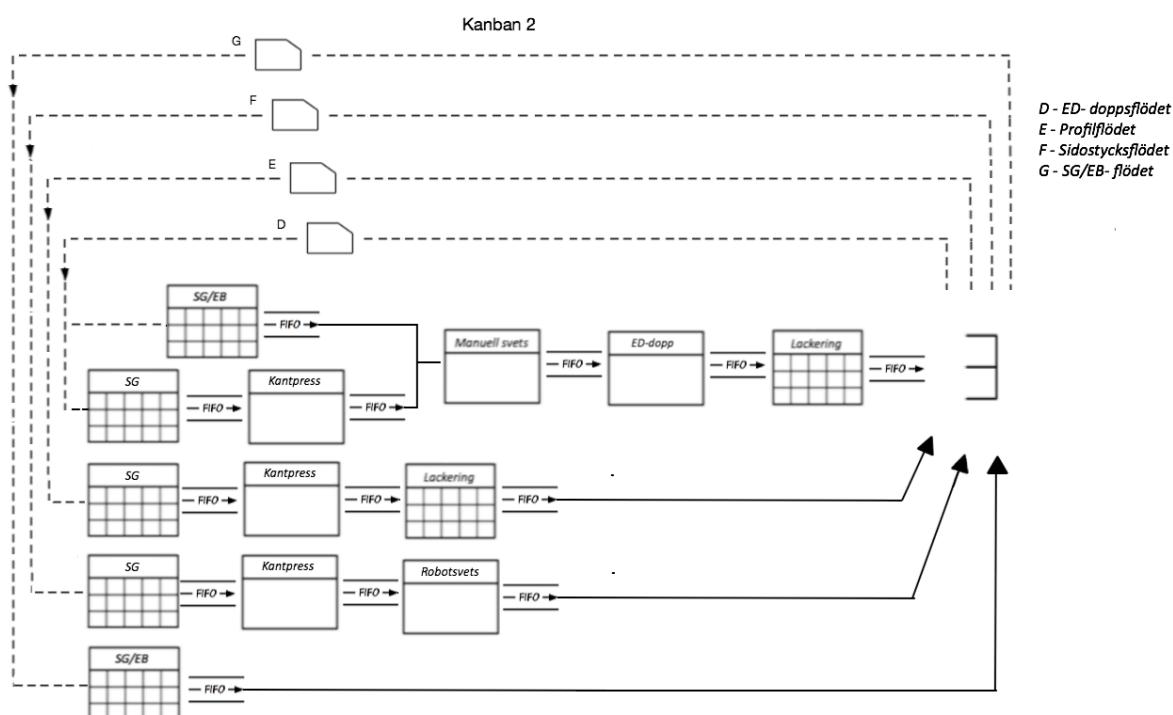
Antal kanban-kort för Kanban 1			
	380	364	363
Kanban 1	4	6	5

Kanban 2

Strukturdjupet hos burarna, speciellt dörrarna, genererade viss komplexitet vad gäller planeringen av kanban-korten. Detta har i Kanban 2 lösts med att ha fyra olika sorters kort per burmodell som motsvarar fyra flöden, vilka är delar av de tidigare beskrivna produktionsflödena i nulägesbeskrivningen. Valet av dessa olika flöden anses lämpligt då de följer samma arbetsstationer och har liknande ledtider. Den förbrukande enheten i detta system är de första arbetsstationerna för flödena i Kanban 1. Lämpliga partistorlekar

har utformats utifrån Vatalaro & Taylors (2005) tillvägagångssätt, där antalet komponenter per lastbärare har bestämts utifrån respektive partistorlek.

Påfyllnadssignalen i systemet skickas i detta fall från supermarketen till den första arbetsstationen för respektive flöde. När signal erhållits i den första arbetsstationen trycks sedan komponenter fram i flödet. I supermarketen finns som nämnt för varje burmodell lackade delar till dörrmontering samt olackade sidostycken, nödlucka, undre plåt, tak, golv och avdelare (vid dubbelbur). Det är alltså dessa komponenter som ska fyllas på av Kanban 2-systemet, vilket illustreras i figur 5.12. Varje burmodell har fyra olika sorters kanban-kort som motsvarar delar av SG/EB-flödet, ED-doppsflödet, profilflödet och sidostycksflödet.



Figur 5.12. Kanban 2-systemet.

Då samtliga flöden startar i antingen SG eller SG/EB är en lämplig placering av en kanban-tavla i anslutning till stansmaskinen. Ett kort initierar produktionsstart av flödet, men om det finns andra kort som anlänt före rekommenderas att kanban-korten hängs upp i den ordning de mottas. På så sätt tillämpas FIFO-principen. För att underlätta operatörernas planering rekommenderas en uppdelning av korten i “att-göra” och “pågående”. I anslutning till kanban-tavlan bör det även finnas en översättning av vad respektive kort motsvarar i form av ingående komponenter och kvantiteter.

Vid lackering av nödlucka, undre plåt, tak, golv och avdelare (vid dubbelbur) sker en förbrukning av dessa från supermarketen. När en lastbärare har börjat förbrukats skickas ett kanban-kort till kanban-tavlan vid stansmaskinen. Kortet initierar produktionsstart av

stansning och bockning i SG/EB. När detta är gjort återfylls supermarketen med dessa olackerade komponenter med medföljande kanban-kort.

Vid dörrmontering sker en förbrukning i supermarketen av delmontaget som genomgår ED-doppet. När dörrmonteringen börjar förbruka från en lastbärare skickas kanban-kortet till kanban-tavlan. Kortet initierar produktionsstart av undre profil till delmontaget i SG/EB och dörrprofil i SG. Vid denna tidpunkt bör även en beställning av rör göras, för att finnas tillgängliga vid svetsningen. När produktionen har startat trycks komponenterna genom produktionsflödet och kanban-kortet följer partiet. När de når nästa arbetsstation ska tillverkning av dessa prioriteras före körplanerna från det tryckande systemet. Om andra komponenter som styrs med kanban redan finns vid arbetsstationen ska FIFO-principen råda. När flödet genomgått samtliga arbetsstationer placeras lastbäraren i supermarketen med tillhörande kanban-kort. Delmontaget har då genomgått stansning, bockning, svetsning, ED-dopp och lackering.

Vid dörrmontering sker en förbrukning av dörrprofilerna från supermarketen. När dörrmonteringen börjar förbruka från en lastbärare skickas kanban-kortet på samma sätt som vid ED-doppsflödet. Då initieras tillverkning av undre profil, sidoprofiler, övre profil och mellanstycke (vid dubbelbur) och profilflödet startar i SG. Detta följs av kantpressning och lackering. Likt ED-doppsflödet trycks komponenterna tillsammans med kanban-kortet genom produktionsflödet fram till supermarketen.

Vid lackering av sidostycken sker en förbrukning av dessa från supermarketen. När förbrukningen från lastbäraren börjar skickas ett kanban-kort till kanban-tavlan. Kanban-kortet för sidostycken initierar stansning i SG samt beställning av rör. Detta följs av att profilerna svetsas samman med rören och placeras sedan olackerade i supermarketen. Likt tidigare beskrivna flöden trycks dessa tillsammans med kanban-kortet genom arbetsstationerna.

De olika flödena fyller alltså på supermarketen med komponenter när förbrukning från en lastbärare börjar. De lackade delarna till dörrmontering påfylls av både ED-doppsflödet och profilflödet. De olackade sidostyckena, nödlucka, undre plåt, tak, golv och avdelare (vid dubbelbur) fylls därmed på av både sidostycksflödet och SG/EB-flödet.

Kanban-2 systemet kan korrigeras på flera sätt om det inte fungerar tillfredsställande i praktiken, exempelvis om ledtidsberäkningarna för kanban-korten inte stämmer. Ett steg för att höja säkerhetstiden är att tillsätta ytterligare ett kanban-kort i det flöde som är problematiskt. Ett annat problem som kan uppstå är det motsatta, alltså att det finns för mycket produkter ståendes i supermarketen. Detta indikerar att den beräknade ledtiden för kanban-korten är för lång och beräkningarna bör då korrigeras. Alternativt skulle ett kanban-kort kunna plockas bort ur flödet för att testa om det då fungerar bättre. Säkerhetsfaktorn i ekvationen för kanban-kortsberäkningar, α , kan även den korrigeras för att både höja eller sänka säkerhetstiden.

Kanban-kortsberäkningarna har utgått ifrån att lastbärarna är tillräckligt stora att rymma motsvarande partistorlek. Om detta i praktiken inte fungerar är lastbärarstorleken en parameter i beräkningarna som enkelt kan korrigeras. Lämpligast är då att bestämma lastbärarstorleken till något som är jämt delbart med aktuella partistorleken. Exempelvis skulle en partistorlek på 70 stycken komponenter kunna ge en lastbärarstorlek på 35 stycken. Om lastbärarstorleken understiger partistorleken måste även ett runline-system införas.

Beräkningar Kanban 2

Beräkningarna har genomförts utifrån Vatalaro & Taylors (2005) tillvägagångssätt för dimensionering av kanban-kort. Utgångspunkt har varit efterfrågan för perioden februari till augusti, som ska tillverkas med tillgänglig kapacitet under perioden februari till juni. Samtliga beräkningar för kanban-2 har utgått ifrån kapaciteten i SG/EB eftersom den är flaskhalsen i produktionssystemet. Det är även utifrån denna kapacitet som minsta möjliga partistorlek har beräknats för de komponenter som körs i maskinen. Dessa partistorlekar har sedan använts för samtliga flöden.

Samtliga komponenter som belägger SG/EB har identifierats och efterfrågan per dag för respektive komponent har kvantifierats för perioden februari till augusti. Efterfrågan har, som tidigare beskrivet, fördelats jämnt över perioden februari till juni för att få ut ett snitt per dag. Därefter användes ABC-analysen för att kategorisera komponenterna vilka tilldelades samma kategori som dess respektive burmodell.

Cykeltid för respektive komponent används i kombination med efterfrågan per dag till att beräkna den totala tid per dag som varje komponent belägger maskinen. Dessa tider har summerats för att erhålla den totala tid som maskinen utifrån efterfrågan är belagd per dag, 23639 sekunder, se bilaga 11. Total tillgänglig kapacitet för maskinen beräknades i bilaga 9, vilken uppkom till 25243 sekunder. Tillgänglig kapacitet jämfördes med total beläggning per dag i maskinen för att avgöra om den tillgängliga kapaciteten räcker till. Differensen mellan dessa två är tiden som kan användas till omställningar och uppgick till 1604 sekunder.

Den tillgängliga tiden för omställningar ska sedan fördelas på samtliga komponenter som körs i maskinen. I tabell 5.3 visas alla komponenter som körs i SG/EB för respektive tre burmodeller. För att tillverka alla komponenter för burmodell 380 krävs fyra omställningar, för burmodell 363 krävs fyra omställningar och för burmodell 364 krävs fem omställningar. Fördelningen av omställningar har baserats på värden från ABC-analysen, beräkningsgången för detta redovisas i bilaga 14. Dessa beräkningar innebar 0,08 stycken omställningar per dag för modell 380, 0,06 omställningar för modell 364 och 0,14 omställningar för 363.

Tabell 5.3. Komponenter i SG/EB för respektive burmodell.

380	363	364
380A	363A	364A
380B	363B	364B
380E	363E	364E
380F	363F	364F
380G	363G	364G
380H	363H	364H
I78L	I76L	364J
		364K
		I76L
		I76R

Orderfrekvensen, alltså med vilket intervall omställning för ett nytt parti kommer att göras, beräknades sedan. Denna beräknas för respektive burmodell genom att dividera 1 med antal omställningar per dag, se tabell 5.4. Partistorleken beräknades sedan genom att multiplicera orderfrekvensen med den prognostiserade dagliga efterfrågan.

Tabell 5.4. Beräkningar av orderfrekvens och partistorlek.

	Komponent:	Prognostiserad daglig efterfrågan	Omställning:	Orderfrekvens:	Partistorlek:
380	380A	5,6	0,08	12	66
	380B	5,6			
	380E	5,6			
	380F	5,6			
	380G	5,6	0,08	12	66
	380H	5,6			
	I78L	5,6			
364	364A	4,8	0,06	18	84
	364B	4,8			
	364E	4,8			
	364F	4,8			
	364G	4,8	0,06	18	84
	364H	4,8			
	364J	4,8			
	364K	4,8			
	I76L	4,8	0,06	18	84
	I76R	4,8			
363	363A	9,1	0,14	7	70
	363B	9,1			
	363E	9,1			
	363F	9,1			
	363G	9,1	0,14	7	70
	363H	9,1			
	I76L	9,1			

Eftersom det vid varje stansningstillfälle kan bli komponenter över beroende på partistorleken bör hänsyn tas till antal per plåt när partistorlekarna bestäms. Dessutom har i detta fall hänsyn även tagits till det antal burar som kan paketeras på en pall, vilket för enkelburar motsvarar 10 stycken och för dubbelburar motsvarar 7 stycken. Övervägningar med hänsyn till dessa två parametrar gjordes och resulterade i en korrigerad partistorlek enligt tabell 5.5.

Tabell 5.5. Övervägningar till korrigerad partistorlek.

	Komponent:	Partistorlek:	Korrigerad partistorlek:	Antal per plåt:	Antal stansade per parti:	Över:
380	380A	66	70	6	72	2
	380B	66	70	4	72	2
	380E	66	70	12	72	2
	380F	66	70	12	72	2
	380G	66	70	9	72	2
	380H	66	70	6	72	2
	I78L	66	70	12	72	2
364	364A	84	84	4	84	0
	364B	84	84	5	85	1
	364E	84	84	5	85	1
	364F	84	84	5	85	1
	364G	84	84	7	84	0
	364H	84	84	6	84	0
	364J	84	84	6	84	0
	364K	84	84	6	84	0
	I76L	84	84	15	90	6
	I76R	84	84	15	90	6
363	363A	70	70	6	72	2
	363B	70	70	6	72	2
	363E	70	70	10	70	0
	363F	70	70	10	70	0
	363G	70	70	18	72	2
	363H	70	70	7	70	0
	I76L	70	70	15	75	5

För att kunna beräkna antalet kanban-kort för respektive modell krävs en uppskattning av ledtiden genom flödet för dessa kanban-kort. Detta är alltså ledtiden för det tidigare beskrivna SG/EB-flödet i Kanban 2. Ledtiden har uppskattats genom att summera beräknade tillverkningstider för aktuellt parti, väntetider, transporttid för kanban-kort och omställningstider. Väntetiderna består av tillverkningstiderna för samtliga komponenter av de tre modellerna som kan ligga före i FIFO-ordningen. Väntetiderna har korrigerats till 80 % av dess ursprungliga värde för att erhålla mer rimliga och sannolika väntetider. Omställningstiden som använts i beräkningarna är den genomsnittliga beräknade omställningstiden från bilaga 14. Transporttiden är uppskattad till 15 minuter. Tillverkningstiden för det aktuella partiet beräknas genom multiplicera cykeltid med antal stansade per parti, och sedan summera dessa för samtliga komponenter som körs i SG/EB för den aktuella burmodellen. Till detta adderas även omställningstider. På samma sätt beräknas och summeras väntetiderna för samtliga tre burmodeller. Resultatet av beräkningarna visas i kolumnen ledtid i tabell 5.6.

Tabell 5.6. Ledtid för kanban-kort.

	Komponent:	Tid i SG/EB för ett parti: (sek)	Omställningstid (sek)	Ledtid (dagar)	Korrigerad ledtid (dagar)
380 4 omställningar	380A	5891	655	7	5,9
	380B	4320		7	5,9
	380E	4800	655	7	5,9
	380F	5184		7	5,9
	380G	5184	655	7	5,9
	380H	7855		7	5,9
	I78L	3869	655	7	5,9
	364A	6873	655	8	6,8
364 5 omställningar	364B	5100		8	6,8
	364E	5667	655	8	6,8
	364F	6120		8	6,8
	364G	6048	655	8	6,8
	364H	12600		8	6,8
	364J	9156	655	8	6,8
	364K	9156		8	6,8
	I76L	4836	655	8	6,8
	I76R	4836		8	6,8
	363A	4320	655	7	5,8
363 4 omställningar	363B	4320		7	5,8
	363E	4690	655	7	5,8
	363F	5040		7	5,8
	363G	5184	655	7	5,8
	363H	7630		7	5,8
	I76L	4030	655	7	5,8

Det sista steget är beräkning av antal kanban-kort, enligt ekvation 5-1.

$$\text{Antal kanbankort} = \frac{\text{daglig efterfrågan} * (\text{orderfrekvens} + \text{ledtid} + \text{säkerhetstid})}{\text{lastbärarstorlek}} \quad (5-1)$$

Istället för att uppskatta en säkerhetstid har en procentsats adderats till ledtiden.

Partistorleken för respektive burmodell har för enkelhetens skull använts som lastbärarstorlek vid beräkningar, vilket är en parameter som enkelt kan korrigeras vid behov. Resultatet av beräkningarna presenteras i tabell 5.7.

Tabell 5.7. Antal kanban-kort för SG/EB-flödet.

Antal kanban-kort för Kanban 2			
	380	364	363
SG/EB-flödet	2	2	2

Partistorlekarna från dessa beräkningar kommer som nämnt appliceras på resterande flöden i Kanban-2. Dessa partistorlekar är, för resterande flöden, inte alltid optimala i förhållande till antal stansade komponenter per plåt i SG, då det kommer bli många komponenter över i vissa fall. Komponenter som stansas ut i SG-maskinen är samtliga olika sorters profiler som är små i jämförelse med de komponenter som körs i SG/EB-maskinen. Profilerna kan på ett enkelt och icke ytkrävande sätt lagras, vilket gör att effekten inte bli så stor.

Partistorlekarna som erhöles från beräkningarna, 70 stycken, 84 stycken och 70 stycken, är relativt stora. Detta beror på att SG/EB-maskinen inte har tillräckligt mycket kapacitet under vårperioden för att kunna producera i mindre partistorlekar. För att kunna erhålla mindre partier och gå mot ett jämnare produktionsflöde bör åtgärder i form av ökad

kapacitet för perioden övervägas. Exempel på detta är att sätta in ett extra skift, minska ställtider i maskinen eller investeringar för att avlasta SG/EB-maskinen. Detta kan medföra stora fördelar då tillverkning i mindre partier leder till kortare ledtider som i sin tur minskar mängden PIA, säkerhetslager, kapitalbindning och samtidigt ökar leveransservicen (Olhager, 2013).

Beräkningar av antal kanban-kort för resterande tre flöden har utförts med ekvation 5-2. Anledningen till att kapaciteten inte tas hänsyn till för dessa flöden är för att arbetsstationerna i dessa inte är lika belagda som SG/EB-maskinen. De bedöms därför ha tillräckligt med tillgänglig kapacitet för att klara av partistorlekarna dimensionerade utifrån SG/EB-maskinen. Beräkningsgången av ledtiderna för de olika flödena återfinns i bilaga 15 och resultaten redovisas i tabell 5.8. Antalet kanban-kort för de olika flödena finns beräknade i bilaga 16.

$$y = \frac{E * LT * (1 + \alpha)}{a} \quad (5-2)$$

Tabell 5.8. Ledtider för ED-doppsflöde, profilflöde och sidostycksflöde.

		ED-doppsflödet				Profilflödet	
		Undre profil 178L	Dörrprofil 168				
SG/EB	5	-		SG		6,04	
SG	-	5		Kantpress		3,9	
Kantpress	-	2,74		Lack		2,5	
Summa:	5	7,74		TOTALT:		12,44	
		Delmontage 1805				Sidostycksflödet	
Manuell svets	1,1			SG		5	
Ed-dopp	5			Kantpress		3,1	
Lack	2,22			Robotsvets		1,7	
TOTALT:	16,08			TOTALT:		9,8	

En sammanställning av antal kanban-kort för samtliga flöden i Kanban 2 visas i tabell 5.9.

Tabell 5.9. Antal kanban-kort för Kanban 2.

Antal kanban-kort för Kanban 2			
	380	364	363
SG/EB-flödet	2	2	2
ED-doppsflöde	2	3	3
Profilflöde	2	1	2
Sidostycksflöde	4	4	2

Utifrån resultaten från beräkningarna kan det konstateras att partistorlekarna markant skiljer sig åt mellan Kanban 1 och Kanban 2. För modell 380 är exempelvis partistorleken tio stycken i Kanban 1 och 70 stycken i Kanban 2. Detta beror på de stora

skillnaderna i ledtid för kanban-korten. Detta bekräftar även motiveringen till uppdelningen av produktionsflödet i två system för att erhålla en kortare svarstid gentemot färdigvarulagret. Liknande kanban-beräkningar har även genomförts för lågsäsong, vilket resulterade i väldigt få antal kanban-kort. Detta indikerar att efterfrågan eventuellt är för låg under denna period för att kunna motsvara de krav som Olhager (2013) beskriver för ett väl fungerande kanban-system, i form av hög efterfrågan. Detta är dock inte något som utförligt undersökts.

Hantering av lageruppbyggnad

Den dagliga efterfrågan som använts i kanban-beräkningarna inkluderar lageruppbyggnaden som krävs inför semestern. Att tillämpa denna efterfrågan i ett kanban-system kommer dock inte generera någon lageruppbyggnad eftersom ett kanban-system begränsar mängden PIA. Den något högre veckovisa efterfrågan kommer då endast generera i något högre PIA. För att systemet ska generera den önskvärda lageruppbyggnaden inför semestern har ett förslag tagits fram.

Genom att frekvent göra uttag från färdigvarulagret, likt en fiktiv kund, kan en lageruppbyggnad succesivt utföras. De pallar som tas ut ur färdigvarulagret bör på något sätt markeras, exempelvis med kort i avvikande färg eller genom att förflyttas till en egen separat plats. För att erhålla hur frekvent en pall av respektive burmodell ska tas ut divideras antal tillgängliga dagar för februari till juni, 105 arbetsdagar, med hur många pallar som den prognostiserade efterfrågan för juli till augusti motsvarar. Hur många pallar som efterfrågan motsvarar erhålls genom att dividera efterfrågan för perioden med antal burar per pall. Resultatet av beräkningarna visas i tabell 5.10.

Tabell 5.10. Uttagsfrekvens för lageruppbyggnad.

	Prognostiserad efterfrågan (juli-aug)	Uttagagsfrekvens (feb-jun)
380	156	var 7:e arbetsdag
363	250	var 4:e arbetsdag
364	153	var 5:e arbetsdag

6. SLUTSATS OCH DISKUSSION

Detta kapitel ger en sammanfattande bild i form av slutsats innehållande hur syftet uppfyllts, frågeställningarna besvarats samt ett förtydligande av de rekommenderade förbättringsförslagen. Slutligen diskuteras metod, resultat och fortsatta studier.

6.1 Slutsats

Studien syftar till att resultera i konkreta förbättringsförslag med avseende på produktionsplanering och materialflöde för att förbättra lagerstyrningssystemet och minska ledtiderna i produktionen. Detta syfte preciseras i följande frågeställningar:

- Hur ser det fysiska produktionsflödet ut i fabriken i dagsläget?
- Hur ser planeringsförfarandet ut med avseende på metod och styrning?
- Vilka faktorer påverkar en produkts ledtid?
- Vilka förbättringar, med hänsyn till säsongsvariationer, kan genomföras i tillverkningsflödet och dess planering för att påverka de faktorer som har en inverkan på ledtid?

Den grundläggande nulägesbeskrivningen med bland annat kartan över det nuvarande tillståndet och samtliga flödesbeskrivningar har givit en god beskrivning av hur det fysiska produktionsflödet i fabriken i dagsläget är utformat. Sammanställningen av kopplingen mellan planeringsverktygen och hur dessa används ger en god bild av planeringsförfarandet. Planeringsförfarandet innehåller flera olika planeringsverktyg, uppskattningar och ett beroende av kritiska resurser. Ingen tydlig materialstyrningsmetod används i dagsläget, utan nya tillverkningsorder baseras på prognos, önskad total lagernivå inför semester och manuella bedömningar. Produktionsstyrningen innefattas bland annat av en manuell övergripande kapacitetsplanering, innefattande vissa belysta brister. Utifrån teorin och nulägesbeskrivningen har en prioriterad teoretisk analysmodell tagits fram där viktiga faktorer som i företaget påverkar ledtiden har belysts. Ett antal problemområden har identifierats i analysen och förbättringsförslag för dessa har utformats. Det övergripande lösningsförslaget är ett situationsanpassat dragande system för de tre mest efterfrågade burmodellerna. I lösningsförslaget har även hänsyn tagits till säsongsvariationer och lageruppbyggnad inför semester.

Studiens resultat belyser vikten av produktionsplaneringens avgörande roll. En väl utformad produktionsplanering bör bygga på korrekt indata, tydligt etablerade metoder och kunskap som återfinns övergripande i företaget istället för endast hos kritiska resurser. Utifrån studien kan slutsatsen dras att bristande produktionsplanering har en negativ inverkan på produktionsflöde och ledtid. Studien har visat på fördelarna med att etablera ett förbrukningsstyrt produktionssystem, och har resulterat i tre olika alternativ på hur en förbrukningsstyrd produktion i detta fall kan utformas. Med övervägda för- och nackdelar av alternativen rekommenderades slutligen ett av dessa lösningsförslag,

alternativ 3. Utöver detta rekommenderas även åtgärder inom de identifierade problemområdena. Generellt inom produktionen föreslås en omstrukturering av lagret. Inom området IT-system rekommenderas att samtliga planeringsverktyg överförs till affärssystemet Jeeves. Området produktionsplaneringen delas upp i ED-dopp, tillverkningsorder och prognostisering. ED-doppet rekommenderas att ersättas med en process som kan utföras internt istället för externt. Inom hanteringen av tillverkningsorder rekommenderas en etablerad metod med hänsyn till beskrivna problem kopplade till detta. Inom prognostisering föreslås förbättrad hantering av efterfrågan och lageruppbyggnad inför semester. Slutligen ges förslag gällande förbättrade lagersaldounderlag för att bättre kunna följa upp lagerservicenivån.

6.2 Metodreflektion

Studiens metoder har använts på plats i fabriken av båda författarna. Denna närvaro i den aktuella miljön anses öka tillförlitligheten hos metoderna. Faktumet att fabriken är relativt liten har dessutom gjort att hela verksamheten har varit hanterbar, och därmed har riskerna minskat för missvisande beskrivning av sammanhanget. Den största bristen med metoden har varit att en stor mängd sekundärdata använts. Detta dels på grund av tidsbrist, men även på grund av att produktionen under vissa delar av studien inte varit igång, vilket försvårat möjligheten till utförandet av mätningar. Att produktionen inte har varit igång fullt ut kan också ha resulterat i en missvisande bild av vissa delar i produktionen. Detta då vissa delar inte har kunnat erfaras upprepade gånger för att bekräfta utfallet.

6.3 Resultatreflektion

De generella förslagen i första delen av analysen anses vara grundläggande och fullt genomförbara. Trots att vissa åtgärder kommer att vara tidskrävande kan majoriteten av dessa genomföras utan behov av större överväganden. Detta skulle för företaget betyda en överföring av kunskap till hela företaget, mer lätthanterlig produktionsplanering, mer korrekt kapacitetsplanering och större säkerhet för lageruppbyggnadshantering. Beroende på vilka åtgärder som genomförs kan även en ledtidsreducering bli en följd av dessa förbättringsåtgärder.

Flertalet av de generella förslagen ligger till grund för att ett förbrukningsstyrt system ska fungera väl. Det rekommenderade förbrukningsstyrda systemet innefattar mycket komplexitet och det finns flertalet detaljerade överväganden som bör genomföras innan systemet är implementerbart. Exempel på detta är hantering och utformning av lastbärare och kanban-kort, huruvida det förbrukningsstyrda systemet ska användas även under lågsäsong och en eventuell förbrukningsstyrd hantering av övriga artiklar såsom rör och tryckknapp. Trots denna komplexitet kan systemet vara en bra lösning då svarstiden mot färdigvarulagret markant förkortas och lagerservicenivån därmed kan förbättras.

Det studerade produktionssystemet är, som nämnt, relativt litet vilket har varit en fördel eftersom det möjliggjort att hela produktionssystemet har kunnat analyseras. Dock hade en längre tidsram gett möjlighet till en mer ingående analys baserad på egna mätningar istället för uppskattningar och bristande sekundärdata från affärssystemet. Detta hade genererat mer korrekta och detaljerade förbättringsförslag.

6.4 Fortsatta studier

Den tidigare beskrivna komplexiteten hos det rekommenderade förbrukningsstyrda systemet öppnar upp möjligheten för fortsatta studier. Dessa studier kan exempelvis inkludera de detaljer som i denna studie inte behandlats, men även inkludera nya aspekter och överväganden gällande förslaget. Utöver detta finns möjlighet för studier gällande förminskning av det nuvarande stora antalet komponenter för samtliga burmodeller, exempelvis genom att samma komponent kan användas till fler modeller i större utsträckning. Detta är den avgörande faktorn för att ett traditionellt och därmed enklare kanban-system inte kan implementeras i dagsläget. En förminskning av antalet komponenter skulle öka möjligheterna för ett mer omfattande förbrukningsstyrt system då lagringskravet skulle reducerats och hanteringen av kanban-korten skulle förenklas. Ytterligare möjligheter till studier finns genom att angripa kapacitetsproblemet i flaskhalsen, SG/EB-maskinen.

REFERENSER

Andersson, J., Audell, B., Giertz, E. och Reitberger, G. (2002) *Produktion - Strategier och metoder för effektivare tillverkning*. Upplaga 1:6. Stockholm: Norstedts Juridik AB.

Andreasson, B. (1997) *Handledning i verkstadslayout - råd och tips när layouten ska förändras*. Mölndal: Institutet för Verkstadsteknisk Forskning

Arab, A., Ismail, N. och Lee, L.S. (2013). Maintenance scheduling incorporating dynamics of production system and real-time information from workstations. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Volym 24.4, sida 695-705. doi:10.1007/s10845-011-0616-3

Aronsson, H., Ekdal, B. och Oskarsson, B (2004). *Modern logistik - för ökad lönsamhet*. Andra upplagan. Malmö: Liber AB.

Befring, E. (1994) *Forskningsmetodik och statistik*. Lund: Studentlitteratur AB.

Bloomberg, D.J., LeMay, S. och Hanna, J.B. (2002) *Logistics*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.

Bryman, A. (2011) *Samhällsvetenskapliga metoder*. Andra upplagan. Stockholm: Liber AB

Dahmström, K. (2011) *Från datainsamling till rapport - att göra en statistisk undersökning*. Femte upplagan. Poxkal: Studentlitteratur AB.

Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur AB.

Harrison, A. och van Hoek, R. (2008). *Logistics management and Strategy - competing through the supply chain*. Edinburgh: Pearson Education Limited.

Holme, M. I. och Krohn Solvang, B. (1997) *Forskningsmetodik: Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Andra upplagan. Lund: Studentlitteratur AB.

Hopp, W.J., Spearman, M.L. och Woodruff, D.L. (1990) CONWIP: a pull alternative to kanban. *International Journal of Production Research*, Volym 28.5, sida 879-894

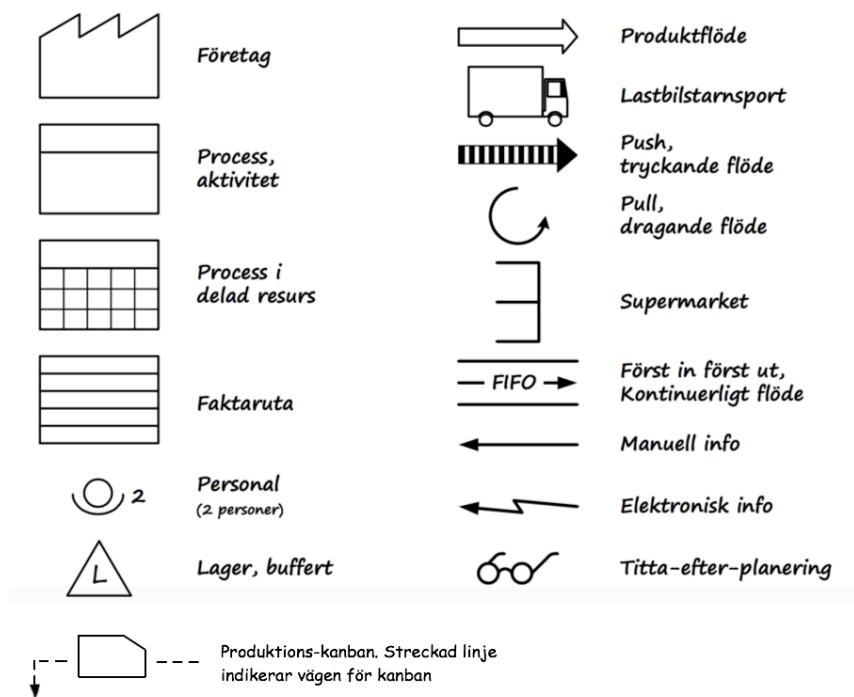
Hyer, N. och Wemmerlov, U. (2002) *Reorganizing the factory*. Portland: Productivity Press

- Jodlbauer, H. och Hauber, A. (2008) Service-level performance of MRP, kanban, CONWIP och DBR due to parameter stability and environmental robustness. *International Journal of Production Research*, Volym 46.8, sida 2179-2195. DOI: 10.1080/00207540600609297
- Jonsson, P. och Mattsson, S.-A. (2011) *Logistik: läran om effektiva materialflöden*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Jonsson, P. och Mattsson, S.-A. (2013) *Material- och produktionsstyrning*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Kenworthy, J. (2005) *Planning and control of manufacturing operations*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Khojasteh-ghamari, Y. (2009). A performance comparison between kanban and CONWIP controlled assembly systems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Volym 20.6, sida 751-760. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10845-008-0174-5>
- Krasich, M. (2009). How to Estimate and Use MTTF/MTBF Would the Real MTBF Please Stand Up? *Reliability and Maintainability Symposium*, 2009. RAMS 2009, Annual, sida 353-359. doi:10.1109/RAMS.2009.4914702
- Liker, K. och Meier, D. (2006) *The Toyota Way Fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Medbo, P. och Johansson, M.I (2010) Applicability of pull control principles in non-typical pull environments. *I Proceedings of the 17th International EurOMA Conference*, 2010, Porto, 1-10.
- Modig, N. och Åhlström, P. (2011) *Vad är lean?* Stockholm: Stockholm School of Economics Institute for Research
- Olhager, J. (2013) *Produktionsekonomi: Principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion*. Andra upplagan. Lund: Studentlitteratur AB.
- Olsson, P. (2015) *Dragande system & kanban (Powerpoint)*. Göteborg: Chalmers
- Retriever business (2016) *Bolagsinformation* <https://web-retriever-info-com.proxy.lib.chalmers.se/services/businessinfo.html> (2016-02-02)
- Rother, M. och Shook, J. (2004) *Lära sig se*. Upplaga 1.2. Brookline: The Lean Enterprise Institute, Inc.

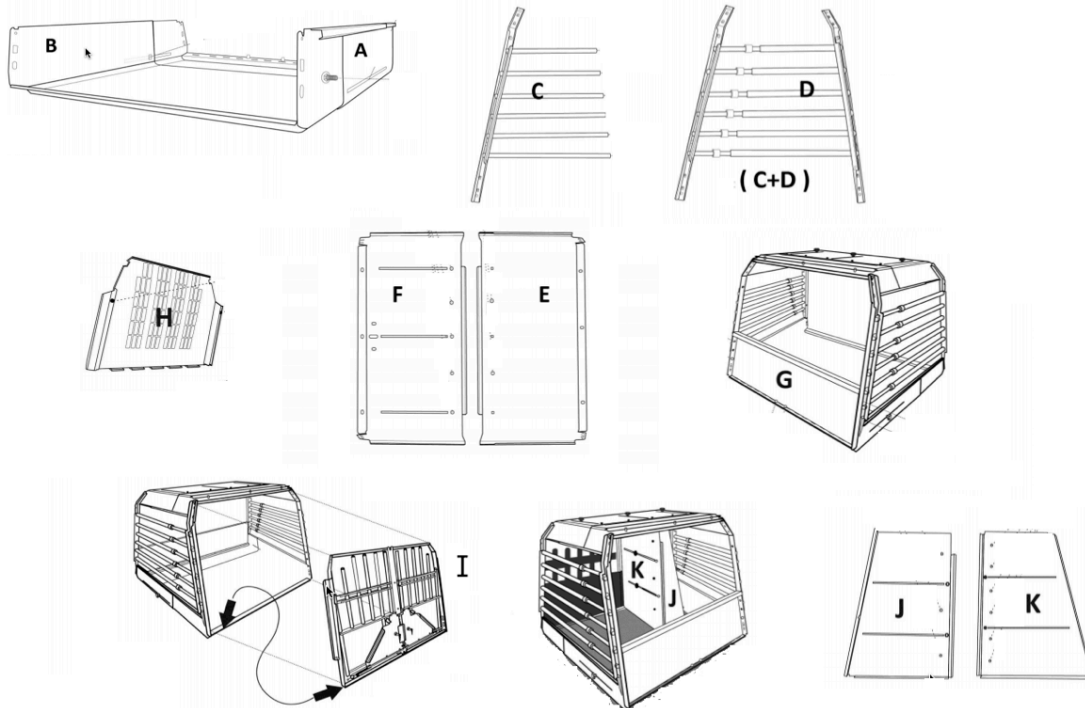
Teunter, R.H., Babai, M.Z och Syntetos, A.A. (2009). ABC Classification: Service Levels and Inventory Costs. *Production and Operations Management*, volym 19.3, sida 343-352. DOI: 10.1111/j.1937-5956.2009.01098.x

Yin, R.K. (2009) *Case study research: design and methods*. Upplaga 5. Kalifornien: SAGE Publications Ltd.

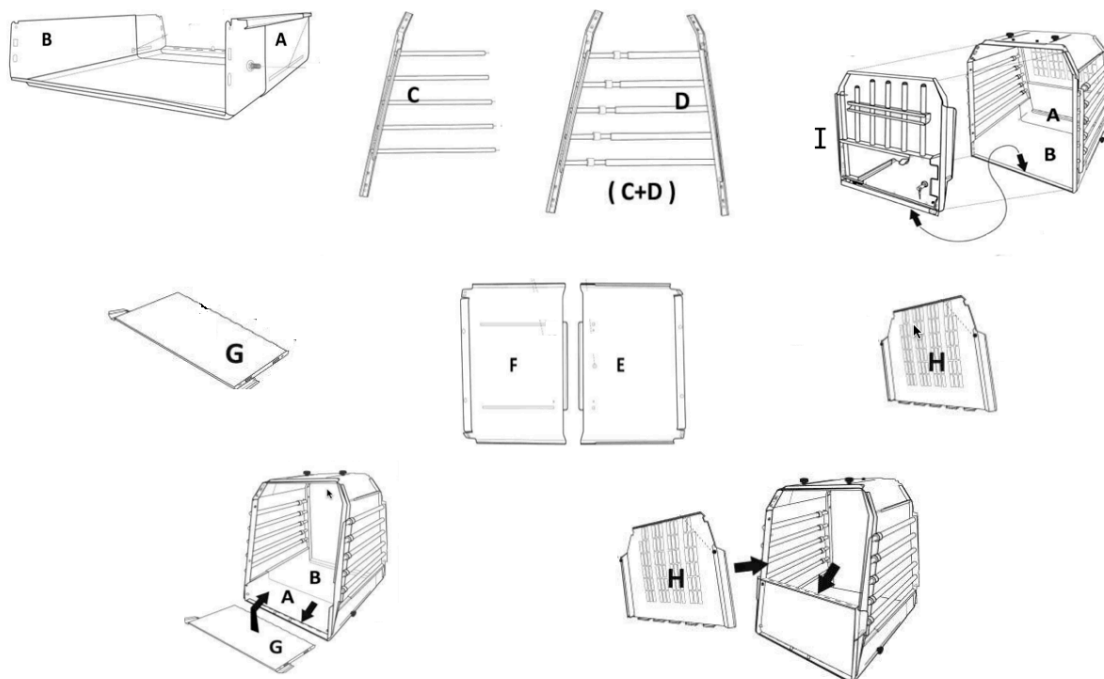
BILAGA 1- Symboler för värdeflödesanalys



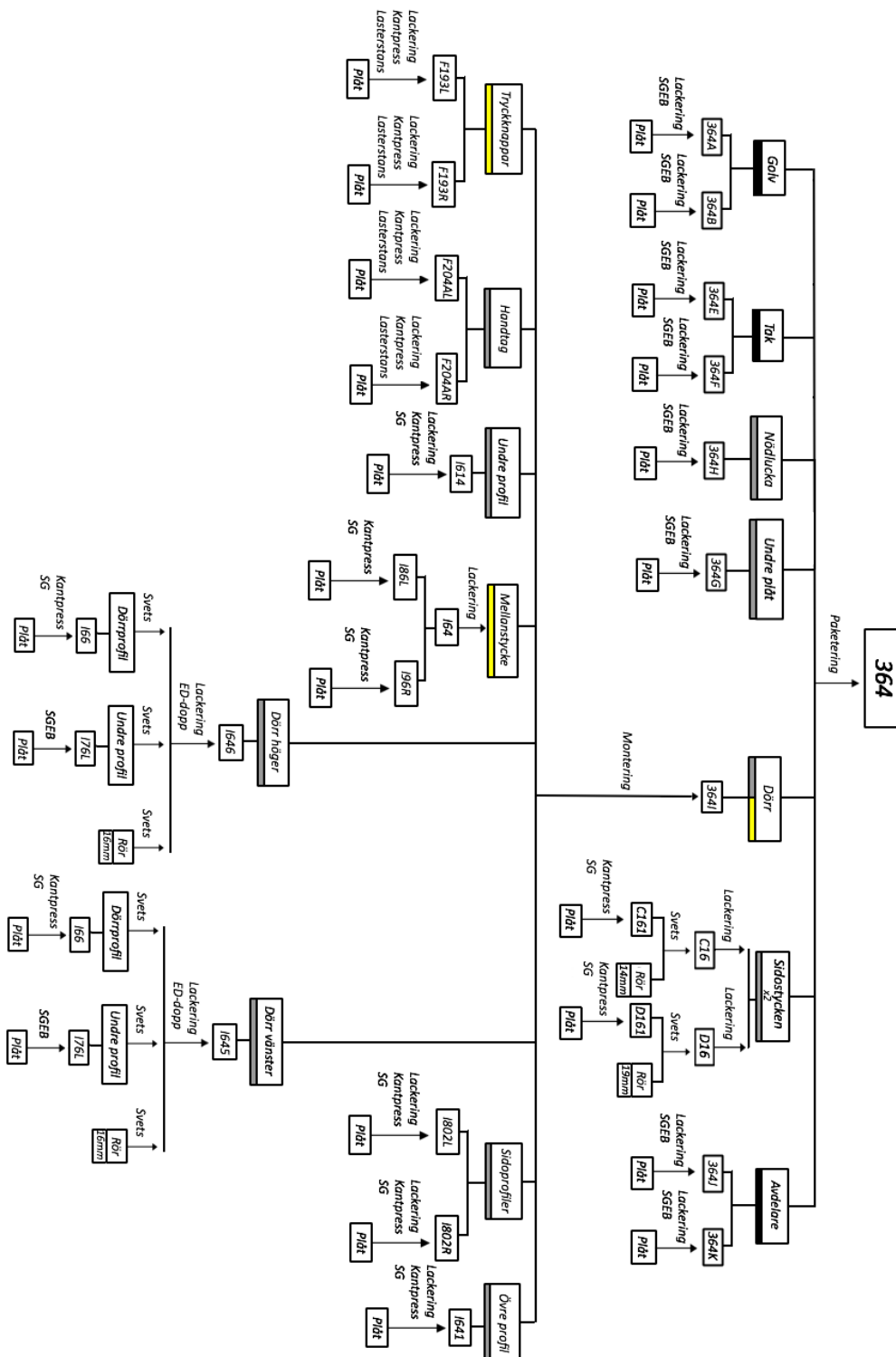
BILAGA 2- Produktdelar för modell 364



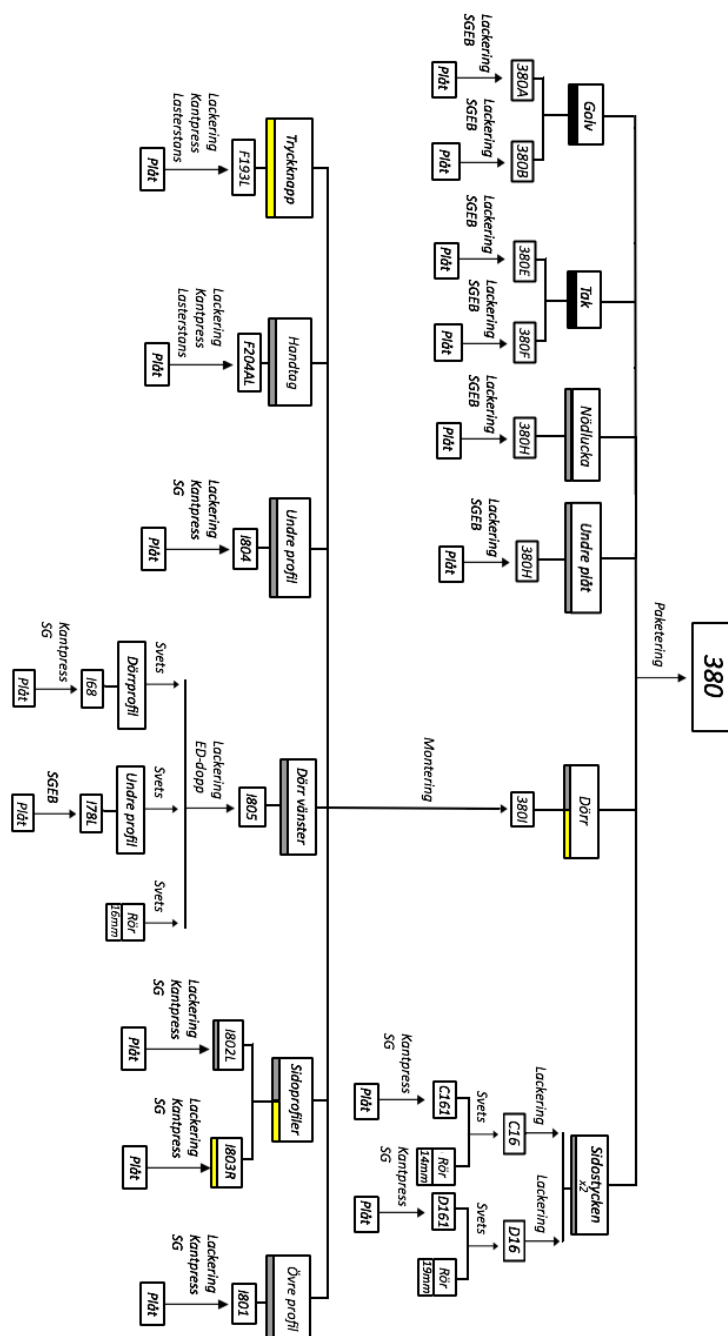
BILAGA 3- Produktdelar för modell 380



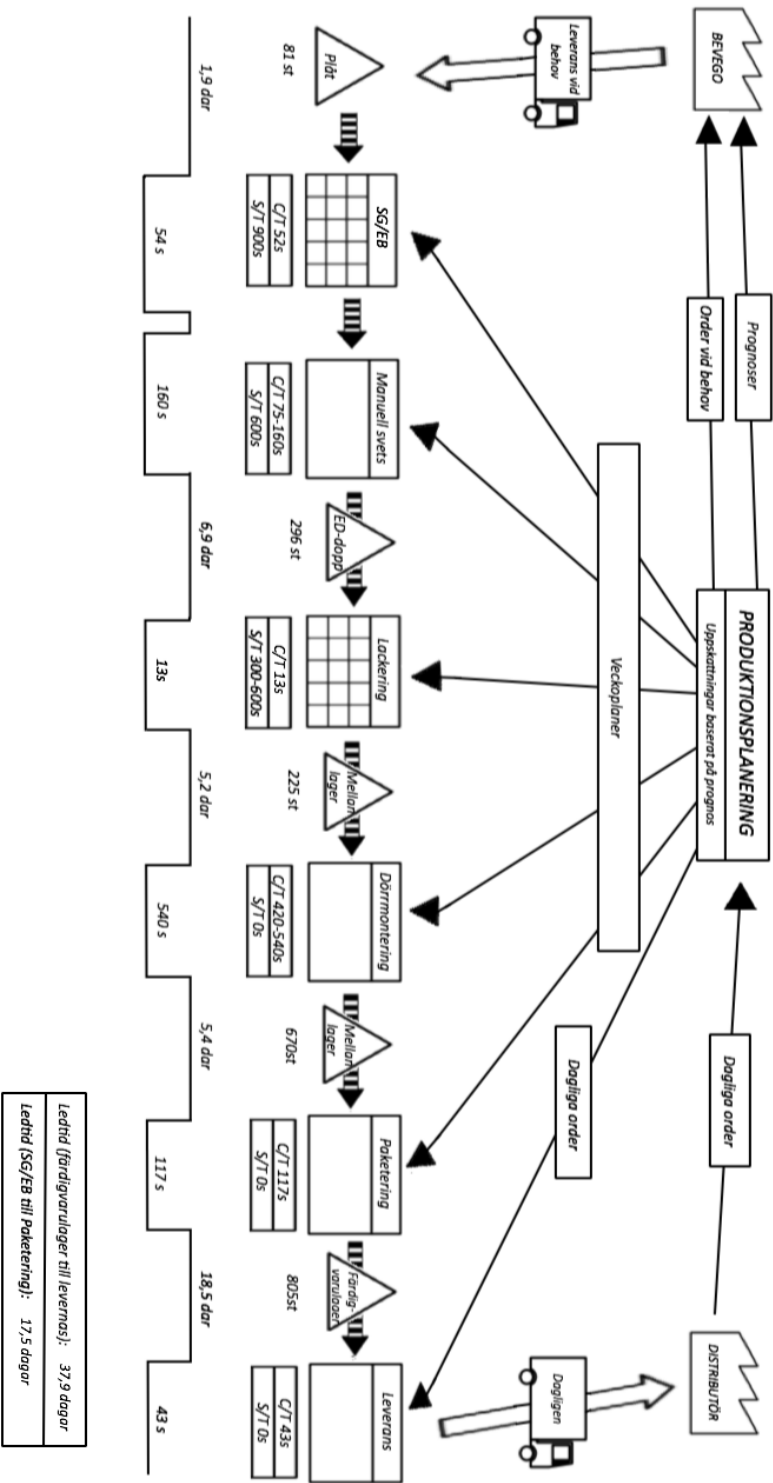
BILAGA 4- Produktstruktur 364



BILAGA 5- Produktstruktur 380



Bilaga 6- Karta över nuvarande tillstånd



Bilaga 7- Gantt-schema över en tillverkningsorder för 364

[illegible]

Bilaga 9- Tillgänglig produktionskapacitet för SG/EB

Kapacitetsberäkningarna har baserats på maskinen som anses vara flaskhalsen under dagtidskörning, SG/EB. Perioden mars till juni består av 18 arbetsveckor och innehåller uppskattningsvis fem röda dagar som faller bort från tillgänglig produktionstid. Detta genererar i totalt 85 arbetsdagar för perioden. Perioden februari till juni består av 110 arbetsdagar, där det är samma antal röda dagar som faller bort eftersom det inte är några röda dagar under februari månad. Detta resulterar i totalt antal arbetsdagar för perioden på 105 dagar.

Antal tillgängliga arbetsdagar mars-juni:

5 dagar per arbetsvecka * 18 veckor - 5 röda dagar = 85 dagar

Antal tillgängliga arbetsdagar februari-juni:

5 dagar per arbetsvecka * 22 veckor - 5 röda dagar = 105 dagar

MTBF och MTTR

I stansmaskinen (SG) är det stopp ungefär en gång per månad och detta tar 45 minuter att åtgärda.

I bockningsmaskinen (EB) är det stopp ungefär 1 gång per vecka, oftast vid uppstart efter helg, och tar 30-60 minuter att åtgärda. Totalt inträffar alltså 5 stopp sammanlagt per månad i båda dessa maskiner, alltså SG/EB, och i snitt antas det finnas 21 arbetsdagar per månad.

Detta ger en MTBF på: $21/5 = 4,2$ dagar.

MTTR antas till 60 minuter för att ha en säkerhetsmarginal.

I SG/EB är det stopp 60 minuter 5 gånger i månaden vilket ger $60*5=300$ minuter stopptid per månad. Stopptid per dag blir därmed $300/21 = 14,2$ minuter/dag = $14,2*60 = 857$ sek/dag

Total produktionstid per vecka är 2175 minuter. För att förenkla dessa beräkningar jämnas här denna tid ut till en snitt-tid per dag på grund av att produktionstiden för fredagar är något kortare. På så sätt erhålls en tillgänglig nominell kapacitet per dag. Denna förenkling anses vara rimlig för att göra beräkningarna hanterbara. För att sedan erhålla en bruttokapacitet för maskinen subtraheras stopptiden per dag från tillgänglig tid per dag.

Tillgänglig tid/dag (nominell): $2175\text{min}/5 \text{ arbetsdagar/vecka} = 435\text{min} = 26100$ sekunder

Tillgänglig tid/vecka (brutto): $2175\text{min} - 857*5/60=2104\text{min}$

Tillgänglig tid/dag (brutto): $(26100 - 857)= 25243$ sekunder

Denna bruttokapacitet per dag kommer genomgående att användas i beräkningar för samtliga produktionsutrustningar. Detta då tillräcklig indata för att beräkna tillgänglig kapacitet i samtliga produktionsutrustningar ej erhållits.

Bilaga 10- Beräkningar förflyttning av efterfrågan mars-augusti

PERIOD MARS - AUGUSTI						
Modell	Komponent	Cykeltid (s)	Efterfrågan totalt för perioden (st)	Medelefterfrågan per dag (st) (Efterfrågan/antal dagar)	Beläggning per dag (s) (cykeltid*medelefterfrågan)	
380	380A	82	530	6,2	510	Antal arbetsdagar under perioden:
	380B	60	530	6,2	374	
	380E	67	530	6,2	416	Total beläggning per dag: (s)
	380F	72	530	6,2	449	
	380G	72	530	6,2	449	Tillgänglig bruttokapacitet per dag: (s)
	380H	109	530	6,2	680	
	I78L	54	530	6,2	335	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
364	364A	82	456	5,4	439	
	364B	60	456	5,4	322	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	364E	67	456	5,4	358	
	364F	72	456	5,4	386	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	364G	72	456	5,4	386	
	364H	150	456	5,4	805	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	364J	109	456	5,4	585	
	364K	109	456	5,4	585	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	I76L	54	456	5,4	288	
	I76R	54	456	5,4	288	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
363	363A	60	864	10,2	610	
	363B	60	864	10,2	610	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	363E	67	864	10,2	681	
	363F	72	864	10,2	732	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	363G	72	864	10,2	732	
	363H	109	864	10,2	1108	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	I76L	54	864	10,2	546	
361	364A	82	304	3,6	293	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	364B	60	304	3,6	215	
	361E	67	304	3,6	240	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	361F	72	304	3,6	258	
	364G	72	304	3,6	258	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	361H	109	304	3,6	390	
	361J	109	304	3,6	390	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	361K	72	304	3,6	258	
	I76L	54	304	3,6	192	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	I76R	54	304	3,6	192	
365	365A	82	279	3,3	269	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	365B	55	279	3,3	181	
	365E	67	279	3,3	220	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	365F	72	279	3,3	236	
	365G	56	279	3,3	184	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	365H	109	279	3,3	358	
	364J	109	279	3,3	358	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	364K	109	279	3,3	358	
	I77L	54	279	3,3	177	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	I77R	54	279	3,3	177	
366	366A	90	69	0,8	73	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	366B	60	69	0,8	49	
	366E	72	69	0,8	58	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	366F	80	69	0,8	65	
	366G	80	69	0,8	65	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	366H	109	69	0,8	88	
	I72L	64	69	0,8	52	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
367	367A	90	128	1,5	136	
	367B	65	128	1,5	98	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	367E	72	128	1,5	108	
	367F	80	128	1,5	120	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	367G	80	128	1,5	120	
	367H	109	128	1,5	164	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	I73L	54	128	1,5	81	
	367L	72	128	1,5	108	

Tabellen fortsätter på nästa sida.

368	368A	90	80	0,9	85
	368B	65	80	0,9	61
	368E	72	80	0,9	68
	368F	80	80	0,9	75
	368G	80	80	0,9	75
	368H	109	80	0,9	103
	I79L	65	80	0,9	61
	368L	72	80	0,9	68
369	369A	82	50	0,6	48
	369B	60	50	0,6	35
	369E	67	50	0,6	39
	369F	72	50	0,6	42
	369H	109	50	0,6	64
	365G	56	50	0,6	33
	369J	103	50	0,6	61
	369K	72	50	0,6	42
	I77L	54	50	0,6	32
	I77R	54	50	0,6	32
376	363A	60	240	2,8	169
	363B	60	240	2,8	169
	376E	67	240	2,8	189
	376F	72	240	2,8	203
	376H	109	240	2,8	308
	363G	72	240	2,8	203
	I76L	54	240	2,8	152
377	383A	82	127	1,5	123
	383B	60	127	1,5	90
	377E	67	127	1,5	100
	377F	72	127	1,5	108
	377H	109	127	1,5	163
	383G	72	127	1,5	108
	377J	103	127	1,5	154
	377K	72	127	1,5	108
	I75L	54	127	1,5	81
	I75R	54	127	1,5	81
381	381A	82	28	0,3	27
	381B	60	28	0,3	20
	381E	67	28	0,3	22
	381F	72	28	0,3	24
	381H	109	28	0,3	36
	380G	72	28	0,3	24
	I78L	54	28	0,3	18
383	383A	82	211	2,5	204
	383B	60	211	2,5	149
	383E	67	211	2,5	166
	383F	72	211	2,5	179
	383G	72	211	2,5	179
	383H	109	211	2,5	271
	I75L	54	211	2,5	134
	I75R	54	211	2,5	134
	361J	109	211	2,5	271
	361K	72	211	2,5	179
385	F508	72	307	3,6	260
	S502BL	72	307	3,6	260
	S502BR	72	307	3,6	260
390	390A	90	101	1,2	107
	390B	65	101	1,2	77
	390E	80	101	1,2	95
	390F	80	101	1,2	95
	390G	72	101	1,2	86
	390H	103	101	1,2	122
	I71L	54	101	1,2	64

Bilaga 11- Beräkningar förflyttning av efterfrågan februari-augusti

PERIOD FEBRUARI - AUGUSTI						
Modell	Komponent	Cykeltid (s)	Efterfrågan totalt för perioden (st)	Medelefterfrågan per dag (st) (Efterfrågan/antal dagar)	Beläggning per dag (s) (cykeltid*medelefterfrågan)	
380	380A	82	590	5,6	460	Antal arbetsdagar under perioden:
	380B	60	590	5,6	337	
	380E	67	590	5,6	375	Total beläggning per dag: (s)
	380F	72	590	5,6	405	
	380G	72	590	5,6	405	Tillgänglig bruttokapacitet per dag: (s)
	380H	109	590	5,6	613	
	I78L	54	590	5,6	302	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
364	364A	82	500	4,8	390	
	364B	60	500	4,8	286	Antal arbetsdagar under perioden:
	364E	67	500	4,8	317	
	364F	72	500	4,8	343	Total beläggning per dag: (s)
	364G	72	500	4,8	343	
	364H	150	500	4,8	714	Tillgänglig bruttokapacitet per dag: (s)
	364J	109	500	4,8	519	
	364K	109	500	4,8	519	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	I76L	54	500	4,8	256	
	I76R	54	500	4,8	256	Antal arbetsdagar under perioden:
	363A	60	957	9,1	547	
	363B	60	957	9,1	547	Total beläggning per dag: (s)
	363E	67	957	9,1	611	
363	363F	72	957	9,1	656	Tillgänglig bruttokapacitet per dag: (s)
	363G	72	957	9,1	656	
	363H	109	957	9,1	993	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	I76L	54	957	9,1	490	
	361A	82	339	3,2	264	Antal arbetsdagar under perioden:
	361B	60	339	3,2	194	
	361E	67	339	3,2	216	Total beläggning per dag: (s)
	361F	72	339	3,2	232	
	361G	72	339	3,2	232	Tillgänglig bruttokapacitet per dag: (s)
	361H	109	339	3,2	352	
	361J	109	339	3,2	352	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	361K	72	339	3,2	232	
	I76L	54	339	3,2	173	Antal arbetsdagar under perioden:
	I76R	54	339	3,2	173	
365	365A	82	300	2,9	234	Total beläggning per dag: (s)
	365B	55	300	2,9	157	
	365E	67	300	2,9	191	Tillgänglig bruttokapacitet per dag: (s)
	365F	72	300	2,9	206	
	365G	56	300	2,9	160	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	365H	109	300	2,9	311	
	364J	109	300	2,9	311	Antal arbetsdagar under perioden:
	364K	109	300	2,9	311	
	I77L	54	300	2,9	154	Total beläggning per dag: (s)
	I77R	54	300	2,9	154	
	366A	90	82	0,8	70	Tillgänglig bruttokapacitet per dag: (s)
	366B	60	82	0,8	47	
	366E	72	82	0,8	56	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	366F	80	82	0,8	62	
367	366G	80	82	0,8	62	Antal arbetsdagar under perioden:
	366H	109	82	0,8	85	
	I72L	64	82	0,8	50	Total beläggning per dag: (s)
	367A	90	140	1,3	120	
	367B	65	140	1,3	87	Tillgänglig bruttokapacitet per dag: (s)
	367E	72	140	1,3	96	
	367F	80	140	1,3	107	Differens kapacitet och belagd tid: (s)
	367G	80	140	1,3	107	
367L	367H	109	140	1,3	145	Antal arbetsdagar under perioden:
	I73L	54	140	1,3	72	
	367L	72	140	1,3	96	Total beläggning per dag: (s)

Tabellen fortsätter på nästa sida.

368	368A	90	94	0,9	81
	368B	65	94	0,9	58
	368E	72	94	0,9	64
	368F	80	94	0,9	72
	368G	80	94	0,9	72
	368H	109	94	0,9	98
	I79L	65	94	0,9	58
	368L	72	94	0,9	64
369	369A	82	56	0,5	44
	369B	60	56	0,5	32
	369E	67	56	0,5	36
	369F	72	56	0,5	38
	369H	109	56	0,5	58
	365G	56	56	0,5	30
	369J	103	56	0,5	55
	369K	72	56	0,5	38
	I77L	54	56	0,5	29
	I77R	54	56	0,5	29
376	363A	60	265	2,5	151
	363B	60	265	2,5	151
	376E	67	265	2,5	169
	376F	72	265	2,5	182
	376H	109	265	2,5	275
	363G	72	265	2,5	182
	I76L	54	265	2,5	136
377	383A	82	150	1,4	117
	383B	60	150	1,4	86
	377E	67	150	1,4	96
	377F	72	150	1,4	103
	377H	109	150	1,4	156
	383G	72	150	1,4	103
	377J	103	150	1,4	147
	377K	72	150	1,4	103
	I75L	54	150	1,4	77
	I75R	54	150	1,4	77
381	381A	82	34	0,3	27
	381B	60	34	0,3	19
	381E	67	34	0,3	22
	381F	72	34	0,3	23
	381H	109	34	0,3	35
	380G	72	34	0,3	23
	I78L	54	34	0,3	17
383	383A	82	245	2,3	191
	383B	60	245	2,3	140
	383E	67	245	2,3	156
	383F	72	245	2,3	168
	383G	72	245	2,3	168
	383H	109	245	2,3	254
	I75L	54	245	2,3	126
	I75R	54	245	2,3	126
	361J	109	245	2,3	254
	361K	72	245	2,3	168
385	F508	72	320	3	219
	S502BL	72	320	3	219
	S502BR	72	320	3	219
390	390A	90	112	1,1	96
	390B	65	112	1,1	69
	390E	80	112	1,1	85
	390F	80	112	1,1	85
	390G	72	112	1,1	77
	390H	103	112	1,1	110
	I71L	54	112	1,1	58

Bilaga 12- Ledtid för Kanban 1

Ledtider för Kanban 1 har beräknats på konceptuell nivå för modell 380, där den bestämda partistorleken på 10 stycken använts i beräkningarna. Ledtider för de två andra modellerna antas vara lika stora som för modell 380. Det tar cirka 1,5 timme, 5400 sekunder, för den första komponenten i ett parti att genomgå hela lackeringsprocessen, och därefter kommer det kontinuerligt ut färdigställda produkter var 13:e sekund. Ställtiden för lackeringen uppgår som nämnt till 10 minuter, 600 sekunder, och måste göras mellan varje ny komponent. Lackeringen är en förhållandevis obelagd resurs. Detta gör att företaget ibland behöver invänta start av lackering tills tillräckligt med komponenter är redo att lackas. Därför har 2 dagars väntetid antagits utifrån diskussioner med företaget. Den tillgängliga produktionstiden per dag används i beräkningarna för att omvandla sekunder till dagar, och uppgår som tidigare beräknat till 25243 sekunder.

Grålackeringsflödet

(4 stycken sidostycken, undre plåt och nödlucka)

Väntetid:

2 dagar

Ställtid:

Antal omställningar är 3 stycken.

$600 \text{ sekunder} * 3 \text{ stycken} = 1800 \text{ sekunder} = 0,07 \text{ dagar}$

Tillverkningstid:

$5400 \text{ sekunder} + 13 \text{ sekunder} * 10 \text{ stycken} * 6 \text{ stycken} = 780 \text{ sekunder} = 0,03 \text{ dagar}$

Summa ledtid grålackeringsflödet: $2+0,07+0,03=2,1$ dagar

Dörrmonteringsflödet

Väntetid: Möjliga komponenter som kan ligga före i monteringen är dörr-komponenter för samtliga tre modeller. Cykeltiden för dörrmonteringen uppgår som nämnt till 420 sekunder.

380: $420 \text{ sekunder} * 10 \text{ stycken} = 4200 \text{ sekunder} = 0,17 \text{ dagar}$

364: $540 \text{ sekunder} * 7 \text{ stycken} = 3780 \text{ sekunder} = 0,15 \text{ dagar}$

363: $420 \text{ sekunder} * 10 \text{ stycken} = 4200 \text{ sekunder} = 0,17 \text{ dagar}$

Summa: 0,49 dagar

Tillverkningstid:

$420 \text{ sekunder} * 10 \text{ stycken} = 4200 \text{ sekunder} = 0,17 \text{ dagar}$

Summa ledtid dörrmonteringsflödet = $0,49 + 0,17 = 0,66$ dagar

Svartlackeringsflödet

(2 stycken tak, 2 stycken golv och 2 stycken avdelare)

Avdelare innefattas endast vid dubbelbur. För att beräkna värsta tänkbara väntetid kommer beräkningarna baseras på att denna innefattas.

Väntetid:

2 dagar

Ställtid:

Antal omställningar är 3 stycken.

$600 \text{ sekunder} * 3 \text{ stycken} = 1800 \text{ sekunder} = 0,07 \text{ dagar}$

Tillverkningstid:

$5400 \text{ sekunder} + 13 \text{ sekunder} * 10 \text{ stycken} * 6 \text{ stycken} = 6180 \text{ sekunder} = 0,25 \text{ dagar}$

Summa ledtid svartlackeringsflödet: $2+0,07+0,25=2,32$ dagar

Paketering

Tillverkningstid:

$10 \text{ stycken} * 117 \text{ sekunder} = 1170 \text{ sekunder} = 0,05 \text{ dagar}$

Den största tiden av grålackeringsflödet och monteringsflödet är grålackeringsflödet på 2,1 dagar, vilket gör att denna bestämmer den totala ledtiden för kanban-korten.

Total ledtid: $2,1+2,32+0,05 = 4,47$ dagar

Bilaga 13- Antal kanban-kort för Kanban 1

$$y = \frac{E * LT * (1 + \alpha)}{a}$$

E - efterfrågan per dag

L - ledtid (dagar)

α - alpha

a - antal enheter per lastbärare

Alpha, säkerhetsfaktorn, antas vara 0,2. Ledtiden är enligt tidigare beräkningar 5,4 dagar.

Antalet burar per lastbärare är för enkelburarna 10 stycken och för dubbelburen 7 stycken.

	Prognostiserad efterfrågan per dag
380	5,6
364	4,8
363	9,1

Antal kanban-kort för Kanban 1			
	380	364	363
Kanban 1	4	6	5

Bilaga 14- Fördelning av omställningar

Totalt antal omställningar mellan komponenterna som körs i SG/EB uppgår till 66 stycken. Sex stycken av dessa är omställningar till avdelarna (J & K) och tar 20 minuter. Resterande omställningstider uppgår till 10 minuter. För att göra beräkningarna hanterbara har en genomsnittlig omställningstid beräknats.

Genomsnittlig omställningstid: $(60 \cdot 10 + 6 \cdot 20) / 66 = 11 \text{ minuter} \cdot 60 \text{ minuter} = 655 \text{ sekunder}$

Tillgänglig tid för omställning: 1604 sekunder

Totalt antal omställningar som är möjliga att göra på en dag blir därmed:

$1604 / 655 = 2,45 \text{ stycken}$

Fördelningen av omställningarna har gjorts utifrån ABC-klassificeringen och andel av prognostiserad efterfrågan. Exempelvis kommer de komponenter som klassificerats A står för 48,99% av den totala efterfrågan, och tilldelas därför 48,99% av totala antalet omställningar per dag.

A-klassificering: $2,45 \cdot 48,99\% = 1,2$

B-klassificering: $2,45 \cdot 23,69\% = 0,58$

C-klassificering: $2,45 \cdot 27,32\% = 0,67$

De A-klassificerade komponenterna kommer därför att dela på 1,2 omställningar per dag. Vidare genomfördes en uppdelning inom A-klassificeringen. Utifrån en procentsats av den totala efterfrågan inom A-klassificeringen fördelades de 1,2 omställningarna till de tre modellerna.

363: 0,6 stycken

380: 0,3 stycken

364: 0,3 stycken

Dessa omställningar har sedan fördelats inom respektive burmodell beroende på hur många omställningar varje burmodell kräver i SG/EB.

363: $0,6 / 4 = 0,14 \text{ stycken}$

380: $0,3 / 4 = 0,08 \text{ stycken}$

364: $0,3 / 5 = 0,06 \text{ stycken}$

Fördelning av omställningar A-klass				
	Prognostiserad efterfrågan A-klass:	Andel av prognostiserad efterfrågan A-klass:	Omställningar fördelade per modell	Omställningar per komponent
363	1639	48%	0,6	0,14
380	963	28%	0,3	0,08
364	809	24%	0,3	0,06
Totalt:	3411	100,00%	1,2	

Bilaga 15- Ledtid för Kanban 2

Ledtid för modell 380

Ledtidberäkningar för SG/EB-flödet har genomförts i tidigare beräkningar för samtliga modeller. Ledtider för övriga flöden har i denna bilaga beräknats på konceptuell nivå för modell 380. Ledtider för de två andra modellerna antas vara lika stora som för modell 380. Samtliga partistorlekar grundar sig i de partistorlekar som bestämts utifrån kanban-kortsberäkningen för SG/EB-flödet så denna maskin är flaskhalsen i produktionssystemet. Resterande arbetsstationer antas alltså kapacitetsmässigt klara av dessa partistorlekar, som för modell 380 är 70 stycken. Vid beräkningarna av ledtiden för kanban-korten i de olika flödena har hänsyn tagit till tillverkningstid av det aktuella partiet, väntetid i form av tillverkningstid för andra partier som skulle kunna ligga före i FIFO-ordningen, transporttid av kanban-kort samt ställtider. Hänsyn har endast tagits till de komponenter i respektive arbetsstation som innefattas i det dragande systemet då dessa prioriteras först.

Beräkningarna har utgått i från värsta tänkbara scenario för väntetiden för respektive arbetsstation. En rimlighetsanalys av dessa väntetider har utförts för att erhålla rimliga ledtider, varpå två procentsatser antagits. För flaskhalsen, SG/EB, bestämdes att 80 % av värsta tänkbara scenario är rimligt, för övriga beslutades att 30 % var en rimlig procentsats. I beräkningarna har två antaganden gjorts. Dessa är att alla sidostycksprofiler för samtliga tre modeller kan köras på en kväll och att samtliga dörrprofiler för respektive modell kan köras på två nätter. Vid översättning av antal nätter till ledtid i antal dagar har en dag per arbetsvecka adderats till antal nätter för att kompensera för helgpåverkan. Den tillgängliga produktionstiden per dag används i beräkningarna, och uppgår som tidigare beräknat till 25243 sekunder. Transporttiden för kanban-korten har uppskattats till 15 minuter, vilket motsvarar 0,04 dagar. Avrundningar av beräkningar har löpande gjorts.

SG/EB-flödet

Utifrån tidigare kanban-beräkningar har ledtiden för SG/EB-flödet beräknats till 5,9 dagar.

ED-doppsflödet

Eftersom ED-doppsflödet initialt består av två flöden som sedan går ihop till ett, har beräkningar gjorts för respektive delflöde. De två olika delflödena är för undre profil och för dörrprofil. Det delflöde med längst ledtid användes sedan till beräkningar av den totala ledtiden för flödet.

Undre profil (i78L)

Väntetid SG/EB: Möjliga föreliggande komponenter i SG/EB är tak, golv, nödlucka, undre plåt och undre profil för samtliga tre modeller. Summan av dessa fås från tidigare beräkningar i form av "Tid i SG/EB för ett parti", vilket uppgår till 142 707 sekunder. För att erhålla denna tid i dagar divideras denna summa med totalt tillgänglig produktionstid

per dag. Den tidigare beräknade genomsnittliga ställtiden på 655 sekunder, vilket motsvarar 0,03 dagar, kommer genomgående att användas i beräkningarna.

$$142707/25243 = 5,65 \text{ dagar}$$

Dessa partier motsvarar 13 stycken omställningar, vilket ger en total ställtid på:

$$13 \cdot 655 = 8515 \text{ sekunder} = 0,34 \text{ dagar}$$

Summa väntetid: 5,99 dagar

Korrigerad väntetid: $5,99 \cdot 0,8 = 4,8$ dagar

Tillverkningstid för aktuellt parti SG: Den totala tillverkningstiden för ett parti återfås från tidigare beräkningar, vilket uppgår till 3869 sekunder.

$$3869/25243 = 0,15 \text{ dagar}$$

Transporttid och ställtid för aktuellt parti SG:

$$0,04 \text{ dagar} + 0,03 \text{ dagar} = 0,07 \text{ dagar}$$

Summa ledtid undre profil: $4,8 + 0,15 + 0,07 = 5$ dagar

Dörrprofil (i68):

Väntetid SG: Möjliga föreliggande komponenter i SG är samtliga dörrprofiler exklusive i78L och sidostycksprofiler för samtliga tre modeller. Då dessa komponenter tillverkas på kvällstid tas ingen hänsyn till specifika tillverkningstider eller omställningar, utan endast antal nätter. Utifrån tidigare beskrivna antaganden motsvarar väntetiden för dörrprofiler för de tre modellerna 8 nätter och väntetiden för sidostycksprofiler för de tre modellerna 1 natt.

Summa väntetid: 9 nätter

Korrigerad väntetid: $9 \cdot 0,33 = 3$ nätter

Tillverkningstid för aktuellt parti SG:

1 natt

Väntetid kantpress: Möjliga föreliggande komponenter i kantpressen är tryckknapp, handtag, dörrprofiler exklusive i78L och sidostycksprofiler för samtliga tre modeller. Beroende på om det är komponenter för en enkel eller dubbelbur kommer antalet komponenter som ska kantpressas variera. En enkelbur motsvarar 11 stycken komponenter som ska kantpressas, medan en dubbelbur motsvarar 16 stycken komponenter som ska kantpressas. För förklaring till antal komponenter, se produktstrukturer i bilaga 4 och 5. Utifrån tidigare beräkningar har partistorlekarna för 380, 364 och 363 bestämts till 70 stycken, 84 stycken respektive 70 stycken. Cykeltiden för kantpressen är som tidigare nämnt 64 sekunder. Antal omställningar mellan dessa komponenter antas vara 17 stycken.

$$380: 70 \text{ stycken} \cdot 11 \text{ stycken} \cdot 64 \text{ sekunder} = 49280 \text{ sekunder} = 1,95 \text{ dagar}$$

$$364: 84 \text{ stycken} \cdot 16 \text{ stycken} \cdot 64 \text{ sekunder} = 86016 \text{ sekunder} = 3,4 \text{ dagar}$$

363: 70 stycken * 11 stycken * 64 sekunder = 49280 sekunder = 1,95 dagar

Ställtider: 17 stycken * 600 sekunder = 10200 sekunder = 0,4 dagar

Summa: 7,7 dagar

Korrigerad väntetid: $7,7 * 0,33 = 2,5$ dagar

Tillverkningstid kantpress:

380: 70 stycken * 64 sekunder = 4480 sekunder = 0,18 dagar

Transporttid och ställtid för aktuellt parti:

0,04 dagar + 0,02 dagar = 0,06 dagar

Summa ledtid dörrprofil: $3 + 1 + 1 + 2,5 + 0,18 + 0,06 = 7,74$ dagar

Delmontage:

Väntetid manuell svets: Möjliga komponenter som kan ligga före i svetsen är delmontage för samtliga tre modeller. Cykeltiden för den manuella svetsen är som nämnt 160 sekunder. Enkelburarna innehåller ett delmontage, medan dubbelburen innehåller två delmontage.

380: 70 stycken * 160 sekunder = 11200 sekunder = 0,44 dagar

364: 84 stycken * 2 stycken * 160 sekunder = 26880 sekunder = 1,06 dagar

363: 70 stycken * 160 sekunder = 11200 sekunder = 0,44 dagar

Ställtider: 3 stycken * 600 sekunder = 1800 sekunder = 0,07 dagar

Summa: 2,01 dagar

Korrigerad väntetid: $2,01 * 0,33 = 0,66$ dagar

Tillverkningstid manuell svets:

70 stycken * 160 sekunder = 11200 sekunder = 0,44 dagar

Ställtid för aktuellt parti:

0,02 dagar

Ledtid ED-dopp:

5 dagar

Väntetid lackering: Lackeringen innefattar som nämnt en uppskattad väntetid på 2 dagar, vilken därmed inte behöver korrigeras med någon procentsats. Ställtiden i lackeringsmaskinen uppgår till 600 sekunder, alltså 0,02 dagar.

Tillverkningstid lackering:

5400 sekunder + 13 sekunder * 70 stycken = 6310 sekunder = 0,2 dagar

Ställtid för aktuellt parti:

0,02 dagar

Summa ledtid delmontage = $0,66 + 0,44 + 0,02 + 5 + 2 + 0,2 + 0,02 = 8,34$ dagar

Total ledtid ED-doppsflödet = $7,74 + 8,43 = 16,08$ dagar

På liknande sätt har beräkningar utförts för övriga flöden. Endast resultatet av dessa, utan beräkningsgång, presenteras nedan.

Profilflödet:

Transporttid:	0,04 dagar
SG:	6 dagar
Kantpress:	3,9 dagar
Lackering:	2,5 dagar

Total ledtid dörrprofilsflödet = 12,44 dagar

Sidostycksflödet:

Transporttid:	0,04 dagar
SG:	5 dagar
Kantpress:	3,1 dagar
Robotsvets:	1,7 dagar

Total ledtid sidostycksflöde = 9,8 dagar

Bilaga 16- Kanban-beräkningar ED-doppsflödet, profilflödet och sidostycksflödet

$$y = \frac{E * LT * (1 + \alpha)}{a}$$

E - efterfrågan per dag

L - ledtid (dagar)

α - alpha

a - antal enheter per lastbärare

ED-doppsflödet

För enkelburar är efterfrågan per dag den samma som för hela burar, då en bur innehåller ett delmontage. Dubbelburar innehåller två delmontage, vilket innebär att efterfrågan för dessa kommer att vara dubbelt så stor. Ledtiden för kanban-korten är enligt tidigare beräkningar 16,08 dagar för ED-doppflödet.

Profilflödet

Ledtiden för kanban-korten är enligt tidigare beräkningar 12,44 dagar för profilflödet.

Sidostycksflödet

Varje bur innehåller fyra stycken sidostycken, vilket innebär att efterfrågan för dessa kommer att vara fyra gånger så stor som den dagliga efterfrågan på burar. Ledtiden för kanban-korten är enligt tidigare beräkningar 9,8 dagar för sidostycksflödet.

	Prognostiserad efterfrågan per dag
380	5,6
364	4,8
363	9,1

Antal kanban-kort för Kanban 2			
	380	364	363
ED-doppsflöde	2	3	3
Profilflöde	2	1	2
Sidostycksflöde	4	4	2