



CHALMERS

Analys av material- och informationsflöden vid Gunnebo Industries fabrik i Växjö

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik

Tim Pettersson

Andreas Nygårds

Analys av material- och informationsflöden vid Gunnebo Industries fabrik i Växjö

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik

An analysis of the material and information flow at Gunnebo Industries factory in Växjö

Tim Pettersson

Andreas Nygårds

Analys av material- och informationsflöden vid Gunnebo Industries fabrik i Växjö
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik

An analysis of the material and information flow at Gunnebo Industries factory in Växjö
TIM PETTERSSON, ANDREAS NYGÅRDS

© TIM PETTERSSON & ANDREAS NYGÅRDS, Sverige 2016

Rapportnummer: E2016:086
Institutionen för Teknikens Ekonomi och Organisation
Avdelningen för Supply & Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
412 93 GÖTEBORG
Tel: 031-772 1000

Göteborg, Sverige 2016

Chalmers Reproservice

Göteborg, Sverige 2016

Förord

Detta examensarbete avslutar vår kandidatutbildning på Chalmers med inriktningen Ekonomi och Produktionsteknik. Examensarbetet påbörjades i Januari 2016 och avslutades i Juni samma år. Examensarbetet genomfördes med syftet att identifiera slöserier och ge förbättringsförslag för hur dessa kan reduceras eller elimineras och vi hoppas att Gunnebo kan använda detta examensarbete som en vägledning i deras fortsatta lean-arbete.

Vi vill tacka vår handledare Per Lundkvist på Gunnebo för ett gott bemötande och stöd under arbetets gång. Ett stort tack till samtliga i personalen i Gunnebos fabrik i Växjö för all hjälpsamhet och det trevliga bemötandet! Vi vill även rikta ett extra stort tack till Titti Fredriksson, arbetar med planering i fabriken, som har tagit sig mycket tid till att svara på otaliga frågor via både mail och telefon.

Ett stort tack till vår handledare på Chalmers, Ola Hultkrantz, som under arbetets gång gett oss feedback och goda råd.

Göteborg den 1 juni 2016

Andreas Nygårds

Tim Pettersson

Abstract

Fluctuating demand is something that complicates the production planning for many companies. Gunnebo Industries Lifting department in Våxjö is one of these. The factory produce many different product variants which complicates the situation further. The plant supplies products to Gunnebo's Central Warehouse (CW). The ordered volumes from CW vary greatly and it is often the large orders which complicates the production planing for the factory.

The purpose of the bachelorthesis is to identify waste and develop improvement proposals to reduce or eliminate them. The improvement proposals have been developed in consensus with lean production. The products this thesis treats are the high-volume product *Länk G-13-10* and the not as much demanded product RLP M8/M10-10. The methodology used to identify wastes were primarily value stream analysis, which was used as the basis for the improvement proposals. To conduct the value stream analysis data were collected from Gunnebo's business software, production monitoring and interviews aside from own measuring.

The production can be divided into two parts, forging and processing. In the forging department the material get cut, forged and hardened. These processes give the product its shape and toughness. In processing, the products undergoes for examples testing, painting, packaging and processing. In order to obtain an understanding various processes, interviews with several operators have been conducted since they possess the best knowledge of the processes.

Wastes were identified in the form of waiting, inventory, re-work and unused creativity. In the current situation, Gunnebo has a lead-time of 118,5 days RLP M8/M10-10 and 36,5 days for *Länk G-13-10* from the raw material supplied to the plant to the finished products leaving the factory. The lead-time almost exclusively consists of queue time and the authors suggest various improvement proposals to produce smaller batch sizes to achieve shorter lead times. Further improvements are presented which does not directly affect the product flow but can result in cost savings.

Sammanfattning

Fluktuerande efterfrågan är något som försvårar produktionsplaneringen för många företag. Gunnebo Industries fabrik i Växjö är ett av dessa. I fabriken produceras många olika produktvarianter vilket försvårar situationen ytterligare. Fabriken levererar produkter till Gunnebos Central Warehouse (CW) som är Gunnebos centrallager. Volymerna som CW beställer varierar kraftigt och ofta är det stora ordrar vilket gör att det är svårt för fabriken att kunna planera sin produktion effektivt.

Syftet med ex-jobbet är att identifiera slöserier och ta fram förbättringsförslag för att reducera eller eliminera dessa. Förbättringsförslagen har tagits fram i enighet med lean production. De produkter som ex-jobbet behandlar är högvolymprodukten Länk G-13-10 samt den inte lika efterfrågade produkten RLP M8/M10-10. Den metodik som användes för att identifiera slöserier var i första hand värdeflödesanalys vilken användes som grund för förbättringsförslagen. För att genomföra värdeflödesanalysen utfördes egna mätningar och data samlades även in från Gunnebos affärssystem, produktionsuppföljningssystem samt genom intervjuer.

Produktionen kan delas in i två delar: smide och bearbetning. I smidesavdelningen kapas, smides och härddas materialet. Dessa processer ger produkten dess form och hårdhet. I bearbetningen genomgår produkten bl.a. provning, lackering, paketering och bearbetning. För att erhålla en så god förståelse som möjligt om de olika processerna har flertalet intervjuer med operatörer genomförts då de har bäst kunskap om processerna.

Slöserier identifierade i form av väntan, lager, omarbete och outnyttjad kreativitet. I dagsläget har Gunnebo en ledtid på 118,5 dagar för RLP M8/M10-10 och 36,5 dagar för Länk G-13-10 från det att råmaterial levereras till fabriken till det att färdiga produkter lämnar fabriken. Nästan uteslutande består denna ledtid av kö och författarna föreslår olika förbättringsförslag för att kunna producera mindre batchstorlekar för att erhålla kortare ledtider. Vidare presenteras förbättringsåtgärder som inte direkt rör produktionsflödet men som för fabriken kan innebära kostnadsbesparingar.

Contents

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	2
2 Metod 2.1 Kvalitativ och kvantitativa.....	3
2.2 Sekundär data	3
2.3 Primär data	4
3 Teoretisk referensram 3.1 Allmänt om Lean produktion.....	5
3.2 Förbrukningsstyrd produktion	5
3.2.1 Takttid	6
3.2.2 Flöde och pull-system.....	6
3.2.3 Kanban.....	7
3.3 Jidoka.....	7
3.4 Kaizen.....	8
3.5 Standardisering och stabilitet.....	8
3.6 Slöseri	11
3.7 SMED.....	13
3.8 Flaskhalsar	15
3.9 Värdeflödesanalys.....	16
3.9.1 Nuvarande tillstånd	18
3.9.2 Framtida tillstånd.....	20
4 Nulägesbeskrivning.....	21
4.1 Produktbeskrivning	21
4.1.1 Länk G-13-10	21
4.1.2 RLP M8/M10-10.....	22
4.2 Produktionsupplägg.....	23
4.3 Nuvarande förbättringsarbete	23
4.4 Inleverans och råvarulager.....	23
4.5 Klippning.....	24
4.6 Smide	24
4.6.1 Verktyg.....	24

4.6.2 Smeralen.....	25
4.6.3 Lasco	26
4.8 Seghårdning och anlöpning	27
4.9 Smideskontroll	28
4.10 Pressning	29
4.11 Lackering	29
4.12 Svarvning	30
4.13 Extern bearbetning	30
4.14 Montering och paketering.....	31
4.15 Mellanlager.....	31
4.16 Informationsflöde.....	32
4.16.1 Order	32
4.16.2 Planering.....	32
5 Nulägesanalys 5.1 Icke-värdeskapande aktiviteter.....	33
5.1.1 Provning.....	34
5.1.2 Omarbete	34
5.2 Flaskhals.....	36
5.3 Buffert och lager	37
5.3.1 Råvarulager.....	37
5.3.2 Buffert före smide.....	37
5.3.3 Mellanlager	38
5.4 Omställningstider	40
5.5 Lagerhållningssystemet.....	41
5.6 Standardiserat arbetssätt	42
5.7 Inköp av verktygsstål	43
5.9 Flöde	43
6 Slutsatser och rekommendation.....	45
7 Diskussion.....	50
Referenser.....	53

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Under 1960-1990-talen dominerades de svenska produktionssystemen av socioteknik (Lindér, 2015). Fokus låg på individnivå och varifrån dess motivation uppstod och gruppen var det centrala. Effektiviteten på dessa produktionssystem minskade och företag började söka efter nya produktionsfilosofier. Företag intresserade sig för Japan, i synnerhet Toyota, där produktionsfilosofin *Lean produktion* dominerade i fabriker. En del svenska företag implementerade detta produktionssystem på sina fabriker med goda resultat. Kulturskillnaden mellan Sverige och Japan gjorde att de företag som valde att implementera lean produktion var tvungna att anpassa och modifiera produktionssystemen till den svenska kulturen för att uppnå ökad effektivitet (Lindér, J. 2015).

Syftet med lean produktion är att öka effektiviteten samtidigt som resursanvändningen minimeras. Detta görs genom att identifiera och eliminera processer som inte tillför något värde för kunden. Ett viktigt verktyg som används för att identifiera slöserier och kartlägga material- och informationsflöde är *värdeflödesanalys* (Liker, J. 2004).

På grund av den ökade konkurrensen bland tillverkande företag har flera företag tvingats att flytta sina fabriker till låglöneländer och genom sänkta lönekostnader öka lönsamheten (Svenska Produktionsakademin, 2008). För att inte behöva göra det så har flera svenska industrier fokuserat på att öka effektiviteten och sin resursanvändning.

Ett företag som valt att implementera lean produktion för att öka sin effektivitet är Gunnebo Industries. Gunnebo Industries är en del av koncernen Gunnebo AB som tillhandahåller säkerhetsprodukter och lösningar till banker, detaljhandel, anläggningar i behov av högsäkerhetsskydd samt till verksamheter i behov av säker förvaring (www.gunneboindustries.com). Gunnebo Industries fabrik för lyftanordningar tillverkar bland annat kranblock, linskivor, schacklar, surrningsprodukter, kätting och lyftkomponenter. En viktig aspekt för Gunnebo Industries kunder är att de produkter som Gunnebo förser kunderna med är av hög kvalitet. Därför testas varje enskild produkt innan den levereras till kund. Denna fabrik öppnades 2013 i Växjö. På denna fabrik har ledningen valt att påbörja en implementering av lean produktion för att

uppnå en hög produktionseffektivitet och säkerställa att de producerar högkvalitativa produkter (Lundkvist. P, personlig kommunikation, 18/2 - 2016). I dagsläget har en implementering av 5S påbörjats och planer existerar vilka har som syfte att fortsätta implementera andra lean-verktyg och metoder. Ett framtida steg i deras lean-transformation är att identifiera slöserier och eliminera dessa.

Den nya fabriken i Växjö är enligt Gunnebo Industries en viktig investering. Förut var smedjan placerad i Gemla och fabriken som skötte all bearbetning (montering, målning, paketering etc.) placerad i Ramnäs. Dessa fabriker lades ner och placerades istället i Växjö där alla delar av produktionen hamnade under samma tak. Sammanslagningen förväntas bidra till en mer effektiv produktionsprocess och snabbare produktutveckling vilket leder till kortare ledtider och ökad tillgänglighet för kunderna. Gunnebo Industries har identifierat två produkter som de anser vara problematiska och som behöver en kartläggning av material- och informationsflöde för att kunna identifiera och eliminera slöserier. Problemet kan brytas ner i problemområden så som att samla in nödvändig data för att genomföra värdeflödesanalysen, identifiera slöserier samt presentera en kartläggning av det nuvarande och ett framtida tillstånd.

Med hjälp av kartläggningen kan sedan de nedbrutna problemområdena analyseras och förbättringsåtgärder kan föreslås. Problemformuleringen kan brytas ner till mindre, mer specifika frågeställningar. Exempelvis:

- Går det att omplacera lager och mellanlager för att minska längden på transporter? Går det att ta bort några av dessa? I så fall, vad får det för konsekvenser?
- På ställen i flödet där det krävs mellanlager, vilket är det bästa lagersystemet? Vilka konsekvenser får det för flödet?
- Går det att skapa ett dragande system för att undvika överproduktion?
- Vilka slöserier kan identifieras och elimineras?

1.2 Syfte

Syftet med detta ex-jobb är att på Gunnebos fabrik i Växjö identifiera slöserier i informations- och materialflödet för Länk G-13-10 och RLP M8/M10 - 10 och ta fram förbättringsförslag för att reducera eller eliminera dessa.

1.3 Avgränsningar

I värdeflödesanalysen kommer data som samlats in avgränsas till att bara behandla värdeskapande tid och all övrig tid behandlas som väntan. Arbetet kommer inte presentera någon handlingsplan för införandet av det framtida tillståndet då det skulle innebära orimligt hög arbetsbelastning. Rapporten kommer inte att behandla medarbetarnas arbetsförhållande då det anses vara utanför arbetets omfattning.

2 Metod

2.1 Kvalitativ och kvantitativa

Holme och Solvang (Forskningsmetodik, 1997) skiljer mellan två olika metodiska angreppssätt, *kvalitativa* och *kvantitativa* metoder där den viktigaste skillnaden ligger i hur siffror och statistik används. Kvalitativa metoder är oformaliserade och används för att skapa en förståelse av det studerade problemet genom att på olika sätt samla in information. Det som karakteriserar denna metod är närheten till källorna och dess styrka ligger i att en bra helhetsbild erhålls. Kvantitativa metoder är mer formella och strukturerade och präglas av kontroll från forskarens sida. Statistiska mätmetoder utgör en central roll för denna metod. Vidare skriver Holme och Svanberg (1997) att ingen metod är bättre än den andra utan de bör användas tillsammans.

Både kvalitativa och kvantitativa metoder har använts i detta ex-jobb. De kvalitativa metoderna utgörs av intervjuer med berörd personal för att erhålla den information som är nödvändig för att kartlägga informationsflödet i värdeflödesanalysen. De kvantitativa metoderna utgörs av mätningar och observationer av cykeltider, mellanliggande lager och övrig processdata som är nödvändig för att genomföra den del av värdeflödesanalysen som behandlar materialflödet.

2.2 Sekundär data

Sekundär data är befintlig data som insamlats och bearbetats av andra personer. När ex-jobbet påbörjades läste författarna flertalet böcker och vetenskapliga artiklar som behandlar lean produktion och värdeflödesanalys. Denna litteraturstudie ledde till att författarna fick djupare förståelse för aktuella ämnen och goda insikter om hur tidigare utredare har angripit liknande problem. Relevant litteratur kunde erhållas med hjälp av sökord så som *lean produktion*, *värdeflödesanalys*, *value stream mapping*, *kanban*, *SMED* och flertalet liknande ord och fraser som är förknippade med lean produktion och värdeflödesanalys. Dessa sökningar genomfördes främst via Chalmers bibliotek men även via Google Scholar. På grund av de långa ledtiderna hade, under besöken, författarna inte möjlighet att mäta samtliga cykeltider för samtliga produkter och processer. Gunnebo har dock ett produktionsuppföljningssystem, Axxos, som övervakar processerna i fabriken. Med hjälp av detta system beräknades genomsnittliga cykeltider genom att beräkna medelvärdet av de fem senast producerade orderna.

2.3 Primär data

Primär data är sådana data som utredaren/forskaren själv samlar in (*Primära och sekundära data*, 2016), till exempel intervjuer, enkäter och observationer.

Observationer

Observationer har genomförts för att identifiera och beräkna buffert och lager mellan processer. Cykeltider har uppmäts under tiden studerade artiklar varit i produktion. För att erhålla en så korrekt cykeltid som möjligt mättes cykeltiderna fem gånger och ett genomsnitt beräknades sedan.

Intervjuer

Denscombe (2009) skriver att det finns fem olika typer av intervjuer strukturerade intervjuer, semistrukturerade intervjuer, ostrukturerade intervjuer, personliga intervjuer och gruppintervjuer. Denscombe menar att strukturerade intervjuer kan liknas med ett frågeformulär som respondenten besvarar ansikte mot ansikte. Personen som intervjuar har mycket stark kontroll över frågornas och svarens utformning. Vidare menar han att strukturerade intervjuer inbjuder till insamling av kvantitativ data. Semistrukturerade intervjuer innebär att intervjuaren har en färdig lista med frågor men är mer flexibel vad gäller ordningsföljd och låta den intervjuade personen utveckla sina idéer och tala mer utförligt. Under en ostrukturerad intervju låter intervjuaren, genom att ingripa så lite som möjligt, intervjupersonen utveckla sina idéer och fullfölja sina tankegångar i så stor utsträckning som möjligt (Denscombe, 2009).

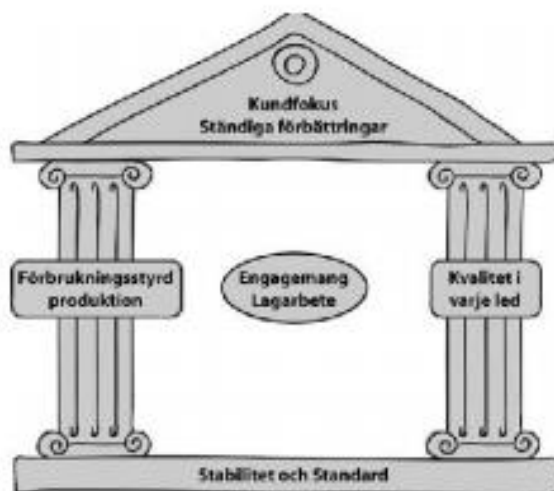
Vid intervjuer med operatörer och planerare angående produktionsuppläg och maskiner i fabriken har på grund av att författarna inte har ingående kunskap om produktionen en semistrukturerad metodik valts. Detta motiveras med att författarna inte i förväg har kunnat veta exakt vilka frågor som skulle ställas för att erhålla ett bra, beskrivande och relevant svar. Med de frågor som författarna ställt fick intervjuad personal själva berätta om sina arbetsuppgifter. Det bidrog även till att personalen inte bara beskrev sin arbetsuppgift utan berättade även om den mer utförligt och de delade även med sig av egna tankar och idéer kring produktionen. Under pågående intervjuer hände det ibland att intervjuade personer kom ifrån ämnet varför intervjuaren var tvungen att gripa in och styra intervjun in på rätt spår igen. På grund av detta kunde inte en ostrukturerad intervjuform väljas.

3 Teoretisk referensram

3.1 Allmänt om Lean produktion

Lean produktions grundfilosofi innebär att med en systematisk metod identifiera, förebygga och eliminera aktiviteter och processer som inte tillför något värde för kunden. Produktionen skall styras utifrån kundens önskan om när och vad som önskas (Liker, 2004). Att se helheten för värdeflöde är av stor vikt, från kundorder till leverans till kund.

Traditionellt effektiviseringsfokus har legat på att effektivisera alla värdeskapande aktiviteter medan lean även fokuserar på att eliminera de aktiviteter som är icke värdeskapande för att öka produktionssystemets totala effektivitet (Braun & Kessiakoff, 2005).



Figur 3.1. Lean templet illustrerar hur lean produktions principer, metoder och arbetssätt samverkar (Braun & Kessiakoff, 2005).

3.2 Förbrukningsstyrd produktion

Enligt leans principer skall det endast produceras så många produkter som det finns en efterfrågan på. En process skall enbart startas när det finns ett uttalat behov hos en intern eller extern kund. Målet är att kunna reagera snabbare på en kunds beställning och kunna leverera efterfrågad produkt snabbare än konkurrenter (Braun & Kessiakoff, 2005). Just-in-Time (JIT) är ett centralt begrepp inom lean och handlar om att tillverka det som behövs, när det behövs i efterfrågad kvantitet (Bicheno et al., 2013). Vidare

handlar JIT om att skapa en effektivare produktion genom att eliminera slöseri, variationer och överbelastningar i flödet.

3.2.1 Taktid

Taktid är rytmen och hastigheten i produktionsflödet (Bicheno et al., 2013). Den används för att beskriva takten som en produkt efterfrågas och definieras som den tillgängliga arbetstiden under en tidsperiod dividerat med antal produkter som efterfrågas under samma tidsperiod. När taktiden är bestämd kan en stadig optimal arbetsbörda bestämmas för både maskin och arbetare (Black, 2008). Om kundens efterfrågan varierar kan produktionschefen behålla samma taktid och reglera den tillgängliga arbetstiden och ändå leverera det kunden vill ha (Bicheno et al., 2013).

3.2.2 Flöde och pull-system

Flöde är ett centralt begrepp inom lean och innebär strävan efter ett kontinuerligt flöde där produkter rör sig i jämn takt med efterfrågan och skall helst produceras en-styck. Där ett produktflöde inte tillåter kontinuerligt flöde krävs mellanlagring. För att styra ett sådant lager kan pull-principen tillämpas. Pull-system och dragande system är synonymt. Vid ett dragande system baseras produktionen vid en process av konsumtionen vid föregående process (Bicheno et al., 2013).

En *supermarket* är ett mellanliggande lager som innehåller ett fast antal produkter och när ett förbestämt antal produkter har förbrukats skickas en signal till försörjande enhet att lagret behöver påfyllning. Supermarkets kan tillämpas mellan processer för att säkerställa att kunden, både intern och extern, får önskad kvantitet levererad utan risken för överproduktion.

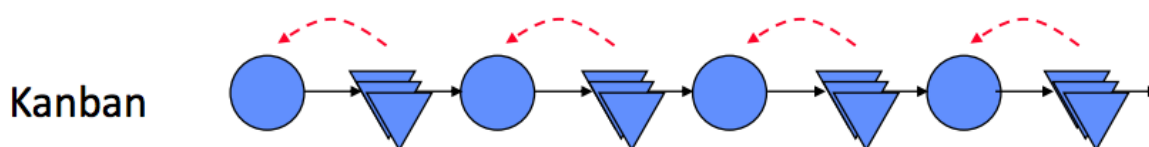
För att kunna tillämpa ett dragande system krävs det att följande förutsättningar är uppfyllda (Braun & Kessiakoff, 2005):

Korta ställtider som möjliggör minskade partistorlekar och öka frekvensen (Bicheno et al., 2013). *Visuell arbetsmiljö* för att göra ärendehantering tydlig för medarbetarna (Braun & Kessiakoff, 2005). *Stabila processer* inkluderar standardiserat arbetssätt, kompetenta medarbetare och teknik och utrustning som fungerar.

Traditionellt så har tillverkning i fabrik styrts utifrån en produktionsplan som baserats på prognos som baseras på kundens förväntade efterfrågan, ett så kallat *push-system*. Nackdelen med push-system är att det är svårt att prognostisera kundens efterfrågan med exakthet vilket skapar en risk för överproduktion och att det inte går att leverera produkter i tid till kund (Bicheno et al., 2013). Lean produktion förespråkar istället, i så stor utsträckning som möjligt, *pull-system*. Det eliminerar risken för överproduktion och gör det möjligt att snabbt och effektivt kunna förse kunden med efterfrågad kvantitet, kvalitet och vid rätt tidpunkt. Fördelar med ett sådant system är också ett jämnare produktionsflöde, förbättrad kvalitet och minskad kostnad (Bicheno et al., 2013).

3.2.3 Kanban

En effektiv och användbar metod för pull-system är *kanban* och detta är även ett effektivt sätt att styra supermarkets. Kanban är ett beordringssystem som bygger på direktavrop från förbrukande till försörjande enhet (Jonsson & Mattsson, 2010). Huvudsakligen finns det två typer av kanbanmetoder: metoder som baseras på någon fysisk eller visuell initiering av nya order och sådana som baseras på någon form av administrativ initiering (Jonsson & Mattsson, 2010). Utöver dessa två huvudtyper finns det ytterligare typer av kanbanmetoder där den vanligaste och enklaste tillämpade är enkort-kanban. Den enklaste formen av enkorts-kanban är produkt-kanban där en produkt ersätts med en ny när den första förbrukats (Bicheno et al., 2013). Direktavropet kan ske i form av kort, en pall eller låda och informerar försörjande enhet vilken produkt, när och hur mycket som skall tillverkas och vart produkten skall levereras (Shingo, 1984).



Figur 3.2. Illustration av kanban. Den förbrukande enhet skickar information om vad försörjande enhet skall producera genom kanban-kort (Medbo, 2015)

För att ha optimal lagerkvantitet är det väsentligt att ha optimalt antal produkter per lastbärare och optimalt antal kanban-kort i omlopp (Bicheno et al., 2013). Formeln som används för att beräkna antal kanban-kort definieras enligt: $n = \frac{E_d \times LT \times (1 + \alpha)}{LBK}$ där E_d är efterfrågan per dag, LT är ledtid i dagar, LBK är antal detaljer i en lastbärare α och är en säkerhetsfaktor. Säkerhetsfaktorn används för att minska sannolikheten att kanban-korten tar slut eftersom efterfrågan i nästan alla miljöer fluktuerar (Mattsson, 2014).

3.3 Jidoka

Kvalitetsproblem som uppstår gör kontinuerligt flöde och dragande system omöjligt samtidigt som det skadar förtroendet hos både interna och externa kunder (Braun & Kessiakoff, 2005). För att undvika detta jobbar lean efter principen *Jidoka* som innebär att kvalitet byggs in i systemet. Fokus skall ligga på att skapa ett system som producerar rätt från början. Om ett fel uppstår i produktionen skall produktionen stoppas och medarbetarnas tillsammans lösa problemet, både kort- och långsiktigt. För att *Jidoka* skall fungera är det viktigt att det är enkelt att identifiera och visualisera problem som uppstår. Visualiseringen sker oftast i form av *andon* (Bicheno et al., 2013). *Andon* ger en signal när något problem eller avvikelse sker i en process och påkallar medarbetarnas uppmärksamhet så problemet kan lösas (Braun & Kessiakoff, 2005).

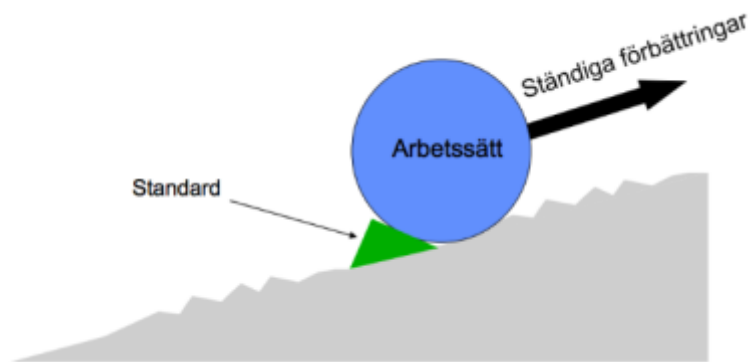
3.4 Kaizen

Kaizen betyder ständiga förbättringar på japanska och sammanför verktyg och tekniker inom lean (Bicheno et al., 2013). Kundens synsätt påverkas ständigt, tekniken utvecklas och standardnivåer höjs vilket gör att företag ständigt måste förbättra leverabler för att behålla och öka konkurrenskraften (Liker, 2004). Kaizen innebär förbättringsarbete på alla nivåer i ett företag. Förbättringarnas omfattning kan vara liten och tanken är att många små förbättringar skall resultera i en ständigt lärande organisation. Ett vanligt angreppssätt för ständiga förbättringar är att utnyttja anställdas idéer. Det innebär att med olika metoder få anställda att presentera förbättringsförslag.

En vanlig metod är att individen som lämnar ett förbättringsförslag får en belöning i form av pengar om det genomförs. Ett vanligt utfall av den metoden är att det i början presenteras massvis med förslag som inte har någon förbättringspotential vad gäller ökad produktivitet och kostnadsbesparingar. Det kan till exempel vara att flytta en papperskorg från ena sidan i ett konferensrum till andra sidan. Så länge förbättringsförslaget är motiverat och förbättringsåtgärden genomförs tilldelas individen en belöning. När flertalet sådana, mindre betydelsefulla, förbättringar genomförts kommer det tillslut inte att finnas några sådana förbättringar och då kommer meningsfulla förbättringsförslag, med stor sannolikhet, utvecklas och presenteras av de anställda. Det är även vanligt att förbättringsförslag belönas med pengar till den avdelning som förslaget kom från (Olsson, P, personlig kommunikation, 7/10 - 2015).

3.5 Standardisering och stabilitet

För att förbättringsarbetet ska bedrivas på ett effektivt sätt krävs det standardisering. Standardiserat arbete strävar efter att skapa processer som kan upprepas, är pålitliga och kapabla (Bicheno et al., 2013). För att försäkra att alla arbetare utför en uppgift på samma sätt krävs det arbetssättet standardiseras. Om inte en standard upprätthålls kommer arbetarna utforma egna standarder och förbättringsarbetet kommer inte ha någon grund att stå på (Braun & Kessiakoff, 2005). Ett standardiserat arbete kan införas på samtliga nivåer inom ett företag, oavsett arbetsuppgift, och ledertill en minimerad processtid och arbetsinsats samt en maximering av säkerhet, kvalitet och produktivitet (Bicheno et al., 2013).



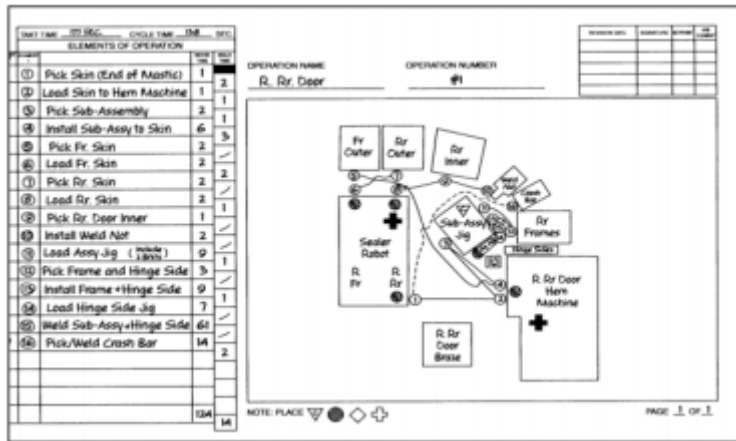
Figur 3.3. Bilden illustrerar tillvägagångssättet med ett standardiserat arbete och ständiga förbättringar (kaizen). Enligt Braun och Kessiakoff (2005) krävs en standard för att förbättringsarbetet skall fungera och ha en grund att stå på (Olsson, 2015)

Under framtagningen av nya standarder skriver Braun och Kessiakoff att det är viktigt att engagera medarbetarna eftersom de besitter goda kunskaper om processerna. Bicheno et al. belyser också vikten av att en standard inte kan påtvingas uppifrån då detta kan leda till industrisabotage och frånvaro. Det är viktigt att bry sig om både personalen och om att styra processerna. En *alienerad organisation* uppstår om ingen hänsyn tas till personalen och en *anarki* uppstår om processerna inte styrs.

Ett verktyg som kan användas för att implementera standardiserat arbetsätt är SOB (Standard Operations Blad). En SOB är en beskrivning av ett specifikt arbetsmoment och används för att säkerställa ett förutsägbart, standardiserat och önskat resultat. En SOB skall finnas vid samtliga processer och de bör vara visuella och enkla att förstå. En SOB beskriver tillvägagångssättet för en viss operation vid en process, steg för steg (Andersson, 2013). En operatör som följer en SOB har större självförtroende i det att hans/hennes arbete stöds av ledningen, lagstadgar eller regler och följer det bästa, just nu dokumenterade, arbetsättet (Andersson, 2013)(Liker, 2004). Genom att arbeta med SOB säkerställs även att kunden får det den har beställt och produkterna varierar inte beroende på vem/vilka och/ellervar den geografiskt har producerats. Vid nyanställning är det även fördelaktigt att utnyttja SOB då den hjälper att hålla träningen uppdaterad och fungerar som ett referensverktyg (Andersson, 2013).

Arbete med SOB leder till att operatörer kan rotera mellan arbetsuppgifter och ansvarsområden vilket leder till att operatörerna, enligt Fribergs modell, känner sig mer motiverade och positivt inställda till sitt arbete (Lindér, 2015). En operatör som genomför ett monotont arbete under lång tid kommer med tiden, med stor sannolikhet, utveckla *dåliga vanor*. Alltså vanor som inte är värdeadderande och kan rent av vara skadliga (Nicholas & Soni, 2006). SOB hjälper även till att identifiera farliga arbetsmoment och moment som kan orsaka defekter på produkter. Ett arbetsmoment som inte är standardiserat kräver att operatören har kunskap om processen och arbetsmomentet och leder till att när en operatör slutar på en arbetsplats lämnar

kunskapen arbetsplatsen. Om en SOB inrättas bevaras kunskapen inom företaget (Olsson, 2015).



Figur 3.4. Bilden illustrerar en möjlig utformning av en SOB (Olsson, 2015)

Ett populärt och grundläggande verktyg för stabilitet och standardisering är 5S. 5S är ett verktyg som är till för att hålla arbetsplatsen ren, skapa en gemensam standard, ha var sak på sin plats och det engagerar även arbetarna att vara delaktiga i lean-arbetet och känna ansvar för det. Målet vid en implementering av 5S är att minska på slöserier, minska variationer och förbättra produktiviteten och uppnås genom att arbeta med de fem ingående delarna (Braun & Kessiakoff, 2005; Bicheno et al., 2013):

Sortera innebär att sortera slänga allt som inte används samt att strukturera upp arbetsplatsen utifrån saker som används varje vecka, saker som behövs för snabb kundrespons och saker för hälsa och säkerhet. Saker som används mer sällan förvaras i skåp eller i lager (Bicheno et al., 2013).

Strukturera innebär att strukturera upp arbetsplatsen på ett sådant sätt att onödiga rörelser minimeras. Var verktyg, maskiner och förvaringsplatser skall placeras är exempel på beslut som behöver fattas (Black, 2008).

Städa innefattar allt städarbete. Det som behöver bestämmas är vad som ska städas, vem som skall städa, hur det skall städas, när det skall städas och hur rent det skall vara (Black, 2008).

Standardisera de föregående punkterna för att inte riskera att falla tillbaka i gamla vanor.

Skapa vana innebär att 5S förankras i företaget. Nyckeln till att förankra 5S är deltagande från medarbetare av samtliga nivåer inom företaget (Chapman, 2005).

Enligt Chapman leder en implementering av 5S till mindre sökande efter material och verktyg, minskad gång och rörelse för operatörerna, reducerad down-time, mindre säkerhetsrisker och olyckor, ett förbättrat flöde och mindre misstag. Tillsammans bidrar dessa förbättringar till en ökad produktivitet, kvalitet, leveranssäkerhet, säkerhet och moral samtidigt som kostnader minskar. Chapman skriver vidare att

avsaknaden av ett fungerande 5S-system gör att andra lean-verktyg blir ineffektiva, så som standardiserat arbetssätt. 5S är en väsentlig del av alla lean-verktyg och bör därför implementeras först så att efterkommande lean-verktyg kan utnyttjas till fullo vid implementering. Samtliga medarbetare kan använda sig utav 5S och erhålla fördelar av det direkt vid implementering.

3.6 Slöseri

En grundläggande del i lean produktion är att eliminera aktiviteter som inte tillför något värde för kunden (Liker, 2004). Dessa slöserier kallas på Japanska för *Muda* och är starkt förknippat med lean produktion. För att kunna identifiera och skilja på de aktiviteter som adderar värde och de som inte gör det är det viktigt att analysera processerna utifrån kundens perspektiv. Kunden kan vara både intern och extern. Resurser och tid delas upp i *värdeskapande* och *icke värdeskapande* delar (Braun & Kessiakoff, 2005). Den värdeskapande delen är de aktiviteter som tillför värde för kunden. Traditionellt har fokus legat på att enbart förbättra de värdeskapande aktiviteterna och fokus har inte legat på att eliminera icke värdeskapande aktiviteter. En grundläggande tanke i lean är att det är systemets totala effektivitet som är väsentligt, inte de ingående processernas effektivitet. För att minska den totala genomloppstiden fokuserar lean-fabriker därför inte enbart på att förbättra de redan värdeskapande aktiviteterna utan lägger även resurser på att identifiera och eliminera icke värdeskapande aktiviteter (Braun & Kessiakoff, 2005). Braun och Kessiakoff skriver att en kort genomloppstid skapar möjligheten att ha kundorderstyrd hantering istället för att producera mot prognos.

Den icke värdeskapande delen kan delas in i aktiviteter som är nödvändiga i nuvarande system och aktiviteter som är rent slöseri (Liker, 2004). De sistnämnda aktiviteterna kan elimineras omedelbart medan de förstnämnda kräver att dagens förutsättningar ändras (Braun & Kessiakoff, 2005). Dessa två typer av slöserier kallar Womack & Jones (2003) för "typ ett muda" respektive "typ två muda".

Taiichi Ohno har identifierat åtta *slöserier* som är vanligt förekommande. Det slöseri som är viktigast att försöka eliminera är överproduktion eftersom det leder till många av de andra slöserierna (Bicheno et al., 2013).

1. **Överproduktion.** Produktion av produkter som inte har någon kund. Överproduktion leder till flera andra slöserier (Liker, 2004). Att tillverka fel produkt eller opassande partistorlek vid fel tidpunkt är också överproduktion (Bicheno et al., 2013). Målet är att producera exakt den kvantitet och kvalitet kunden efterfrågar samt JIT. Överproduktion leder till ökade lager vilket i sin tur leder till ökade ledtider. Vid överproduktion ökar även Produkter I Arbeta (PIA) vilket skapar en fysisk avskiljning mellan processerna som motverkar kommunikation och en stycksflöde (Bicheno et al., 2013). En vanlig orsak till överproduktion är bonusssystem som uppmuntrar arbetare till att producera mer än vad som är

nödvändigt. För att undvika överproduktion kan ett *dragande system* tillämpas, se rubrik 4.2.2.

2. *Väntan*. Arbetare som endast står och väntar, kan till exempel vara väntan på att en automatisk maskin skall gå klart eller väntan på nästa processteg, verktyg, del osv. Väntan innefattar även när arbetaren får vänta på grund av att lagerstocken är slut, förseningar, maskinhaverier och flaskhalsar (Liker, 2004).

Bicheno et al. skriver att material som väntar i kö också ingår under slöseriet *väntan*. Varje gång material eller komponenter inte rör på sig eller värde adderas är det en indikation på att det sker någon form av slöseri och det är ett bra tillfälle att ifrågasätta vad som kan förbättras. Väntetider påverkar ledtider och är därför en viktig del i konkurrenskraft och kundnöjdhet (Bicheno et al., 2013).

3. *Onödiga transporter eller förflyttningar*. Att flytta PIA onödigt långa sträckor eller transport av gods, materiell eller färdiga produkter mellan olika lager (Liker, 2004). Att eliminera transporter helt är omöjligt men det går att reducera antalet och längden på transporter (Bicheno et al., 2013).

Det tillförs inget värde för kunden när material och produkter transporteras och det ses därför som ett slöseri. Ett ökat antal transporter har en direkt negativ påverkan på sannolikheten att något ska skadas eller slitas. För att reducera transportslöseriet är det viktigt att placera samarbetande grupper och människor i varandras fysiska närhet (Bicheno et al., 2013).

4. *Överarbete*. Skapandet av produkter av högre kvalitet än vad kunden beställt eller är villig att betala för. Onödiga processteg eller ineffektiv produktion på grund av felaktiga verktyg eller material som orsakar defekta produkter och onödiga rörelser (Liker, 2004).

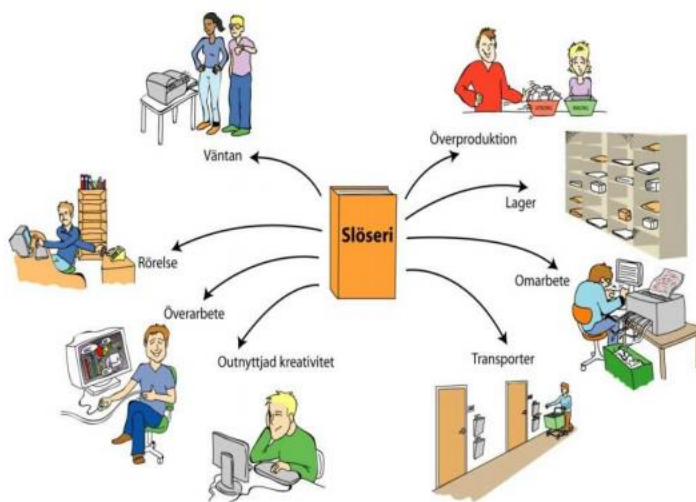
En stor och komplex maskin, som är överkvalificerad för en specifik process, ökar pressen på att köra den hela tiden istället för vid behov. En stor maskin kan ofta användas för flera typer av produkter och leder då till en sämre layout som medför extra transporter och sämre kommunikation. Det ideala är en mindre maskin som precis klarar av att hantera den efterfrågade kvantiteten (Bicheno et al., 2013). Fördelar med en mindre maskin är också att produktionsflödet kan ordnas i *celler* samt att underhållskostnaderna hålls nere.

5. *Onödiga lager och buffertar*. Överflödigt med råmaterial, PIA eller färdiga produkter som gör att ledtiden ökar, inkuranta produkter, defekta produkter och ökade lagerhållningskostnader. Att ha stora buffertar och lager döljer problem i produktionskedjan och TPS strävar därför att sänka buffertar och lager för att

kunna identifiera, analysera och åtgärda problemområden som uppstår och som annars hade förblitt dolda problem (Liker, 2004).

Det finns tre typer av lager - färdiga produkter, PIA och råvarulager. Färdiga produkter är ibland nödvändigt men ger upphov till risken att produkterna blir inkuranta. Råvarulagret är i vissa fall nödvändigt då leverantörerna kan råka ut för kvalitetsproblem och pålitligheten kan vara bristande. Färdigvarulager och råvarulager ses i vissa fall som nödvändigt medan PIA är fullt kontrollerbart och bördärför reduceras maximalt. Att reducera PIA gör även att problem, som annars inte upptäckts, blottas och kan då hanteras (Bicheno et al., 2013).

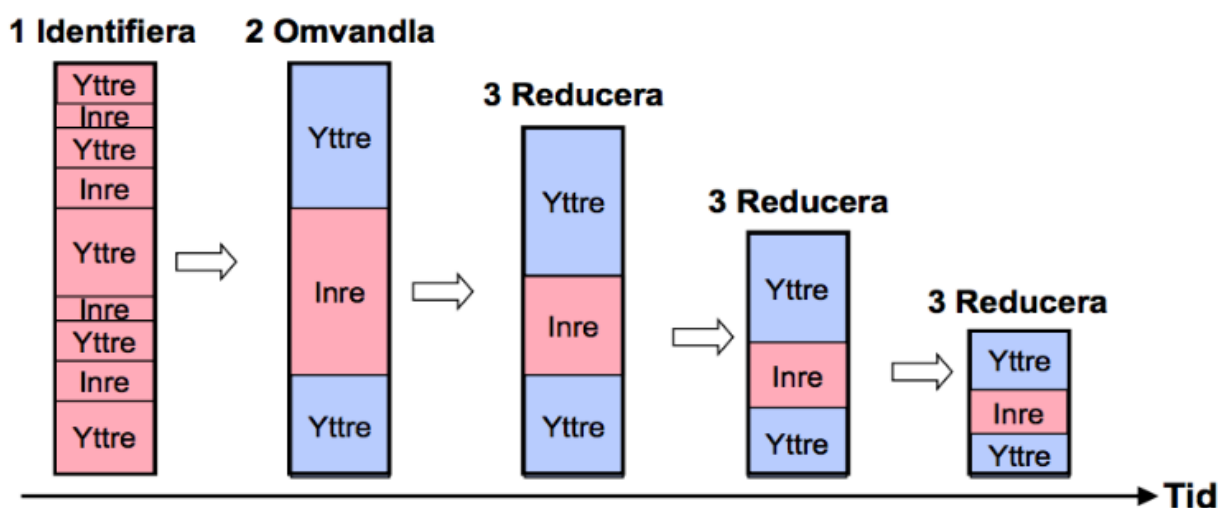
6. *Onödiga rörelser.* Alla rörelser som arbetare gör som inte tillför något värde. Till exempel leta, sträcka sig, gå osv (Liker, 2004).
7. *Omarbete.* Defekta produkter som behöver korrigeras och som medför omarbete, kassationer och förseningar (Liker, 2004). Dessa defekter kostar pengar och kvalitetskostnader kan delas upp i två delar - *interna fel* och *externa fel*. Interna fel är till exempel skrotning, omarbete och försening och externa fel är till exempel garanti, reparationer, på-plats-service och möjligen förlorade kunder (Bicheno et al., 2013). Vidare skriver Bicheno et al. att ju längre i produktflödet en produkt upptäckts som defekt ju mer kostsamt blir det att omarbeta eller reparera produkten. Lean produktionsfilosofi innebär att fel skall ses som en möjlighet till förbättring hellre än dålig ledning (Bicheno et al., 2013)
8. *Outnyttjad kreativitet.* Organisationens förluster i form av idéer och förbättringar som går förlorade på grund av att organisationen inte engagerar eller lyssnar på sina arbetare (Liker, 2004).



Figur 3.5. Bilden illustrerar samtliga 8 slöserier (Braun & Kessiakoff, 2005)

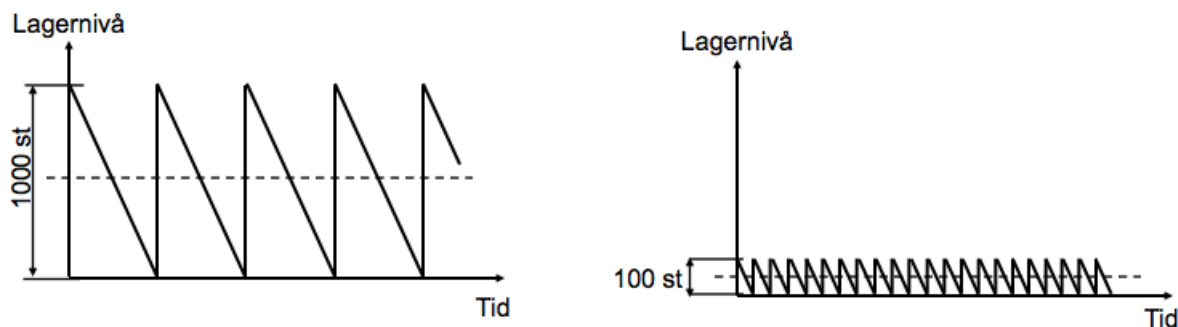
3.7 SMED

Ställtiden kan definieras på tre olika sätt: den tid en maskin står still utan att producera, den tid mellan den sista produkten innan en omställning och den första efter omställningen eller den tid från standardhastigheten i produktionen av den första serien till samma hastighet uppnåtts i produktionen av nästa parti (Bicheno et al., 2013). Ett verktyg för att minska ställtiderna är SMED (Single Minute Exchange of Dies). Metoden utvecklades av Shigeo Shingo (Shigeo, 1981) och innebär en strävan efter att reducera ställtiden till under 10 minuter. Det finns dokumenterade fall där ställtiden i genomsnitt minskats med 94% (SMED, n.d.). Ställtiden delas upp i inre och yttre aktiviteter. Inre aktiviteter måste utföras när maskiner är avstängd och yttre aktiviteter kan utföras innan och efter omställningen. För att minska den totala ställtiden bör de yttre aktiviteterna maximeras och sedan försöka omvandla inre till yttre aktiviteter (Bicheno et al., 2013).



Figur 3.6. Bilden illustrerar arbetsgången vid ställtidsreducering. Först identifieras aktiviteterna som genomförs vid ett ställ och vilka som är inre och yttre ställtid. Sedan kan arbetet med att reducera ställtiden påbörjas (Olsson, 2013)

Att producera i stora orderstorlekar har många nackdelar så som att kapitalbindningen ökar p.g.a att en hög PIA erhålls och lagernivåer ökar. Genom att arbeta med ställtidsreducering kan batchstorlekar minimeras och därmed sker en reducering av kapitalbindning samt lagernivåer (SMED, n.d.). Ställtidsreducering leder även till lägre tillverkningskostnad då maskinen spenderar mindre tid att vänta på en genomförd omställning och mer tid till att förädla varor (Henry, 2013). Vidare fördelar med att arbeta med SMED och ställtidsreducering är att en högre flexibilitet och kortare ledtid erhålls mot kund (Single Minute Exchange of Die, n.d.)



Figur 3.7. Graferna illustrerar skillnaden i lagernivåer vid en produktion av mindre respektive större batchstorlekar. Mindre batchstorlekar medför lägre och jämnare lagernivåer samt möjliggör för lägre säkerhetslager jämfört med större batchstorlekar (Olsson 2015)

3.8 Flaskhalsar

En flaskhals är något som begränsar den maximala produktionen som ett system kan uppnå (Hoshino et al., 2010). Hur produktionssystemet presterar är högst beroende av hur väl flaskhalsar i produktionen hanteras (Forsberg, 2014). Genom att identifiera vart flaskhalsarna finns kan förbättringar leda till en ökad produktion för hela systemet samt en minskning av den totala kostnaden för produktion (Li et al., 2009)

Bicheno et al. (2013) skriver att det finns fyra olika typer av flaskhalsar: fysiska, logistiska, ledningsmässiga och beteendemässiga. Vid planering är det flaskhalsarna som avgör fabriken genomflöde. Det är viktigt att använda en så stor del av tiden som möjligt vid flaskhalsar till produktion. Ett produktionsstopp vid en flaskhals påverkar hela systemets produktion och kan leda till minskade intäkter genom förlorad försäljning (Forsberg, 2014). En flaskhals ska aldrig behöva vänta på en icke-flaskhals utan den skall utnyttjas till så stor grad som det är möjligt. För att hjälpa flaskhalsarna kan den flexibilitet som fås av överkapacitet hos icke-flaskhalsar användas till att minska lager och genomloppstid.

Vanligtvis finns bara en enda flaskhals och fokus bör läggas på att kontinuerligt identifiera och eliminera flaskhalsar istället för att eftersträva en balanserad fabrik. Medan arbetet med att eliminera flaskhalsen pågår kan planeringen organiseras kring flaskhalsen enligt följande principer (Bicheno et al., 2013):

- *Flödet ska balanseras och inte kapaciteten.* Fokus bör ligga på att uppnå ett kontinuerligt materialflöde genom att exempelvis avlägsna onödiga köer framför icke-flaskhalsar och dela upp partier så att produkter kan färdas vidare i flödet utan att vänta på att hela partiet ska bli klart.
- *Användningen av en icke-flaskhals baseras på andra begränsningar i systemet och inte dess egna kapacitet.* Om en icke-flaskhals används till mer än vad som behövs erhålls enbart överproduktion. Det är flaskhalsarna som ska styra flödet.
- En förlorad timme för flaskhalsen är en förlorad timme för hela systemet.

- *Flaskhalsar styr både genomflödet och lagret i systemet.* Lagret före flaskhalsen bör endast fyllas på i den takt som flaskhalsen klarar av att producera.
- *Partistorleken ska inte vara fast utan varieras.* Planeringen ska inte begränsas av tankesättet att en produkt måste produceras i en enda stor order. Det är oftast fördelaktigt att dela upp en order i flera mindre ordrar. För att reducera den totala ställtiden i flaskhalsar bör ordern göras så stor som möjligt. För icke-flaskhalsar bör ordern däremot göras så liten som möjligt genom att ställa om så ofta som möjligt för att använda all tillgänglig tid.

Forsberg (2014) påpekar vikten av att en flaskhals inte ska stå stilla och vänta på jobb som har fastnat vid tidigare processer i flödet. Då förlorad tid vid en flaskhals inte går att ta igen är det acceptabelt att buffertar före flaskhalsar är större än övriga buffertar i flödet. Forsberg belyser även att det är av högsta vikt att genomföra en kvalitetskontroll före flaskhalsen så att den inte jobbar i onödan på material som kommer att kasseras.

3.9 Lagerstyrningsprinciper

Med säkerhetslager menas det lager som utöver omsättningslagret behövs för att gardera sig mot osäkerheter, dels i inleveranser, dels i förbrukning. Dimensionering av säkerhetslager innebär en avvägning mellan lagerhållningsärskostnader och kostnader som uppstår vid bristsituationer (Matsson 2004).

FIFO-banor (first-in-first-out) är dynamiska buffertar med lager mellan processteg som har olika cykeltider. Produkterna/order som anländer till FIFO-banorna placeras längst bak i kön och när ett uttag sker tas den produkt/order som är längst fram i kön. Lager ansamlas i FIFO-banan medan de väntar på nästa processteg Bicheno et al. (2013). En FIFO-bana bör ha en maximal tillåten mängd och bör aldrig användas som ett permanent lager. Att skapa en FIFO-bana för processer istället för att ha en mellanliggande buffertpunkt medför reduceringar av ledtiden och en förenkling av produktionen.



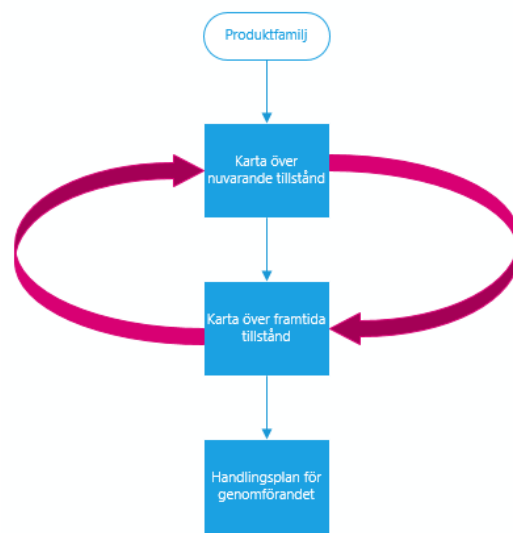
Figur 3.8. Bilden illustrerar kösystemet i en FIFO-bana

3.10 Värdeflödesanalys

Ett värdeflöde är alla aktiviteter, såväl sådana som skapar mervärden som de som inte gör det, och som är nödvändiga för att kunna förädla en produkt (Rother & Shook, 2005). Att eliminera slöserier är grundläggande inom lean-konceptet för att effektivisera produktionen genom att reducera ledtider (Bicheno et al., 2013). Rother och Shook (2005) understryker att det bästa verktyget för att eliminera slöserier (muda) är genom att skapa kartor över värdeflöden. Att enbart arbeta med att eliminera slöserier genom att identifiera och eliminera flaskhalsar leder enbart till mindre förbättringar och påverkar inte företagets verksamhet i sin helhet. Värdeflödesanalyser är ett verktyg som leder till en bestående framgång i kampen mot muda (Rother & Shook, 2005).

Kaizen-aktiviteter och andra metoder för Lean produktion är som mest effektiva när de kommer till användning på ett strategiskt sätt med syftet att skapa ett värdeflöde med kännetecknen av att vara lean. Värdeflödesanalysen förenar många principer och tekniker för Lean produktion vilket leder till en bättre helhetsförståelse. Vidare betonar Rother och Shook (2005) att kartläggningen i sig inte är ett sätt att bli snabbare, bättre och mer resurssnål utan det är enbart en metodik. Det som är viktigt och angeläget är att åstadkomma ett flöde som effektivt skapar mervärden. Bicheno et al. (2013) påpekar att kartan över det framtida tillståndet uppdateras då nya förbättringsförslag uppstår och att det finns en konstant strävan efter det ideala tillståndet. Det ideala tillståndet är en karta över det tillstånd som är absolut idealt för verksamheten men som i dagsläget anses vara närmast uppnåeligt. Det ska utgöra den vision som eftersträvas av verksamheten och som varje karta över det framtida tillståndet ska sträva efter att uppnå (Earlet, n.d.).

Kartläggningen av värdeflödet kan fungera som ett verktyg för kommunikation, ett verktyg för verksamhetsplanering och ett verktyg för att hantera förändringsprocesser (Rother & Shook, 2005). Arbetet med kartläggning av värdeflöden följer stegen som presenteras i fig 5.8.



Figur 3.9. Bilden illustrerar de processteg som innefattas av en värdeflödesanalys (Rother & Shook, 2005)

Pilarna mellan “Karta över nuvarande tillstånd” och “Karta över framtida tillstånd” illustrerar att dessa två arbetssteg sker samtidigt. Samtidigt som arbetet med att rita kartan över det nuvarande tillståndet genomförs samtidigt identifiering och analys av förbättringsförslag och åtgärder för det framtida tillståndet. Då det framtida tillståndet konstrueras identifieras ofta information som saknas och är nödvändig, vilket leder till att en kompletterande informationsinsamling krävs. Målet är att skapa och implementera ett värdeflöde som är lean, det vill säga ett flöde som i alla avseenden förbrukar mindre resurser än det som nu kommer till användning. Rother och Shook (2005) påpekar att en karta över det nuvarande tillståndet är oanvändbar utan att ha konstruerat en karta över det framtida tillståndet. Det är kartan över det framtida tillståndet som är den viktigaste.

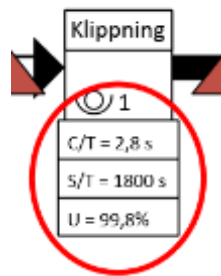
3.10.1 Nuvarande tillstånd

Innan arbetet påbörjas med värdeflödesanalysen är det viktigt att fokus läggs på en produktfamilj som identifierats med ett kundperspektiv på värdeflödet samt att en detaljeringsnivå väljs (Rother & Shook, 2005). Detaljeringsnivån kan sträcka sig från delprocessnivå till fabriksnivå och mellan flera företag. I detta arbete, med hänsyn till syftet med rapporten, kommer detaljeringsnivån behandla fabriksnivån och därmed även denna fakta behandlas. Efter att detaljeringsnivå och produktfamilj valts så kan arbetet med att konstruera det nuvarande tillståndet påbörjas. Rother och Shook (2005) beskriver fyra delar som kartan över det nuvarande tillståndet består av:

- *Kunden:* Kartläggningen börjar med fakta om kunden och dess kundkrav då det är av kritisk vikt att varje förbättringsåtgärd startar med en tydlig specifikation av produktens värde enligt kundens värdering (Rother & Shook, 2005). Risken finns annars att ett flöde effektiviseras vilken förser kunden med något som inte efterfrågas.
- *Processer, faktarutor och lager:* Nästa steg innebär att tillverkningsprocesserna och mellanlagrens storlek och plats mellan processerna kartläggs.

Processrutorna, se figur 3.10, anger området där materialet förädlas och dessa tar slut där processen avbryts och materialflödet stannar (Rother & Shook, 2005). För varje tillverkningsprocess anges processfakta. Exempel på typiska processfakta:

- *Cykeltid (C/T):* Den tid som förflyter mellan det att en artikel kommer ur processen tills dess att nästa artikel har kommit ur processen.
- *Ställtiden (S/T):* Den tid det tar att skifta från tillverkningen av en produktvariant till en annan.
- *Uptime:* Maskinens tillgänglighet vid behov.
- *Antal medarbetare:* som behövs för att köra processen.



Figur 3.10. Exempel på processruta tagen från kartan över det nuvarande tillståndet

- **Materialflödet:** Materialflödet ritas med pilar från underleverantör, genom tillverkningsprocesserna och slutligen till kunden. Det anger med hjälp av pilarna hur materialet förflyttas genom flödet, om det trycks (push) eller dras fram (pull) genom processerna. Här kartläggs även leverantören och nödvändig fakta om leveranser, så som hur stora de är och hur ofta de levereras, presenteras i kartan (Rother & Shook, 2005).
- **Informationsflödet:** Det sista steget är att kartlägga informationsflödet och är det som skiljer värdeflödesanalysen från andra kartläggningsmetoder (Earlet, n.d.). Detta anger hur företaget erhåller information från kunden och hur företaget vidarebefordrar information till leverantörerna. Det anger även på vilket sätt informationen erhålls och vidarebefordras samt vilken information som anges. Informationsflödet visar även vilket medium som används för informationsöverföring vid tillverkningsordrar och leveransplaner. Här specificeras även vad det är för data som skickas (Rother & Shook, 2005).

Slutligen ritas en tidslinje längst ner på kartan där hela tillverkningens ledtid summeras vilket utgör den tid det tar för en artikel att färdas genom hela fabriken från råmaterial till leveransavdelningen. Även den värdeskapande tiden summeras och ställs i förhållande till den totala ledtiden för att erhålla ett mått på hur effektiv produktionen är.

3.10.2 Framtida tillstånd

Rother och Shook (2005) skriver att syftet med att kartlägga värdeflöden är att identifiera och analysera orsaker till slöserier och med hjälp av kartläggningen konstruera ett effektivare framtida värdeflöde. Målet med det framtida värdeflödet är att konstruera ett flöde där alla individuella processer är direkt länkade genom att antingen skapa ett dragande system eller ett kontinuerligt flöde. Varje process kommer då enbart att producera vad nästa process behöver och när den behöver det, så långt det är möjligt.

Det framtida tillståndet ska innehålla förbättringar som enbart tar ett fåtal månader att genomföra och ska visualiseras så att samtliga inom företaget förstår vilka mål som eftersträvas. Förbättringarna ska ha som mål att driva företaget närmare det ideala tillståndet och uppdateras med nya förbättringsåtgärder då de aktuella har genomförts (Earlet, n.d.).

Identifierade slöserier kan bero på förhållanden som inte direkt kan påverkas, som exempelvis produkternas konstruktion, processutrustningens utformning eller stora avstånd mellan vissa maskiner och utrustningar. Dessa är exempel på aktiviteter som i det nuvarande tillståndet inte tillför något värde för kunden men som är nödvändiga för värdeflödet. Målet är konstruera ett framtida flöde där det är möjligt att eliminera dessa slöserier. Rother och Shook (2005) skriver att alla slöserier som inte är av denna form, alltså slöserier som inte är tillför något värde för kunden och som inte är nödvändiga för värdeflödet, ska elimineras i och med skapandet av den första kartan över det framtida tillståndet. En viktig fråga att ställa sig är: "*Vad kan vi åstadkomma med det vi redan har?*".

Arbetet med att identifiera och eliminera slöserierna kan genomföras på flera olika sätt. Rother och Shook (2005) har, för att underlätta konstruktionen av det framtida tillståndet, tagit fram en guide med åtta frågor:

1. Vilken är takttiden?
2. Kommer tillverkningen att ske till en supermarket för färdiga produkter eller för direkt leverans till kund?
3. Var i processen går det att tillverka med kontinuerligt flöde?
4. Var måste det finnas ett dragande system med supermarkets för att styra produktionen i uppströms processer?
5. Från vilken punkt i produktionskedjan (pacemakerprocessen) kommer tillverkningen att styras?
6. Hur kan produktionsmixen utjämnas i pacemakerprocessen?
7. Vilken arbetsmängd kommer regelbundet att tas ut från pacemakerprocessen?
8. Vilka förbättringar i processen blir nödvändiga för att klara det värdeflöde som har specificerats på kartan över det framtida tillståndet?

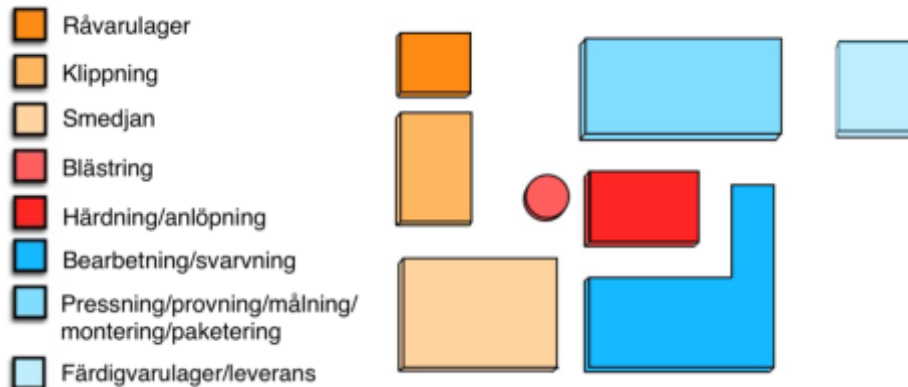
4 Nulägesbeskrivning

Som grund för avsnittet ligger egna observationer, kontakt med operatörer och planeringsavdelningar som förklarat processernas ingående steg. Avsnittet inleds med en överskådlig beskrivning av produktionsflödet för att läsaren skall bilda sig en uppfattning av flödet. Vidare följer en mer ingående beskrivning av samtliga processteg som produkterna genomgår.

4.1 Produktbeskrivning

Nedan följer en beskrivning av produkterna och deras flöde genom fabriken presenteras grafiskt för att ge en överblicksbild.

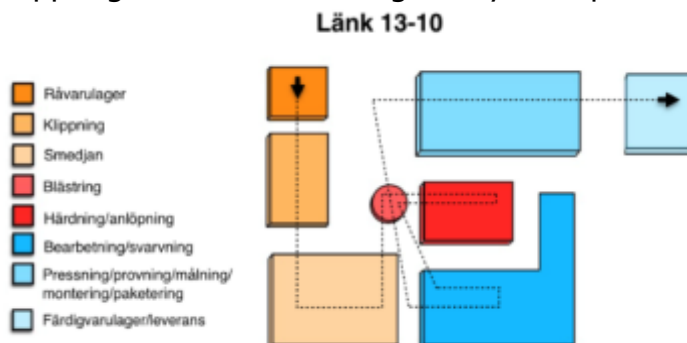
Detta ex-jobb behandlar flödet av två olika produkter, Länk G-13-10 samt RLP M8/M10-10. De processer som dessa produkter genomgår samt fabriken layout presenteras i figur 4.1.



Figur 4.1. En förenklad karta över fabriken layout och de processer som RLP och Länk G-13-10 förädlas i

4.1.1 Länk G-13-10

Länk G-13-10 är en del av produktfamiljen “G-Länk” och används som ett universellt kopplingselement för kätting och lyftkomponenter.



Figur. 4.2. Kartan presenterar Länk G13-10s väg genom fabriken



Figur 4.3. Länk G-13-10s utformning och användningsområde (Gunnabo Industries, 2009)

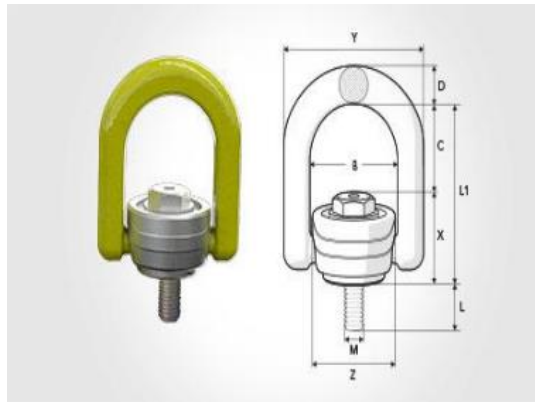
4.1.2 RLP M8/M10-10

RLP M8-10 och RLP M10-10 följer samma flöde genom fabriken och kommer därför behandlas som en och samma produkt. De skiljer sig vid montering/paketering där olika längd på bultar, som köps in externt, paketeras med produkten. RLP står för *rotating lifting point* och används som en fixerad lyftpunkt på en balk, maskin, motor, etc.

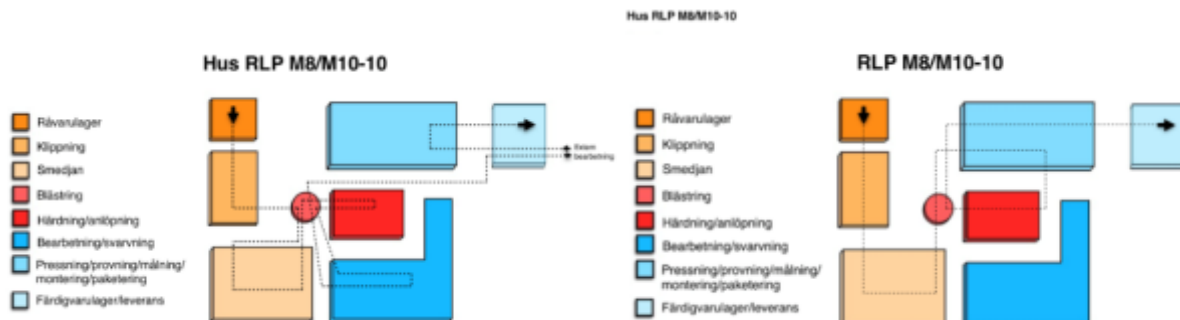
Till RLP hör två huvudsakliga komponenter, bygel och hus, som monteras i fabriken före leverans till kund. Dessa två komponenter produceras i fabriken och har olika förädlingssteg varför de behandlas separat.



Figur 4.4. Illustration av RLP:s användningsområde (Gunnebo Industries, 2009)



Figur 4.5. Illustration av RLP:s utformning (Gunnebo Industries, 2009)



Figur 4.6. Kartan presenterar RLP-husets väg genom fabriken

Figur 4.7. Kartan presenterar RLP-bygelns väg genom fabriken

4.2 Produktionsupplägg

Produktionen av RLP M8/M10-10 och Länk G-13-10 kan delas in i två delar, smide och bearbetning. I smedjan sker formgivningen av detaljerna utifrån ett stålämne. Smidet följs, för bägge produkter, av bearbetning där produkterna fräses, svarvas, blästras och härdas. För att säkerställa att produkterna uppfyller kvalitetskrav provas samtliga produkter som flödar genom fabriken. Både RLP och Länken lackeras. RLP monteras sedan med ingående delar, paketeras och transporteras till färdigvarulagret. Länken paketeras med medföljande detaljer och transporteras sedan till färdigvarulagret.

Arbetstiden i fabriken är beroende på vilken process det är som avses. Det finns 1-skift, 2-skift samt 3-skift. Arbetstiden är 8 timmar per skift. Processer med 3-skift är de som Gunnebo anser vara flaskhalsprocesser vilka i dagsläget är härdning/anlöpning. Vid behov kan även lackeringen bemannas med 3-skift.

Materialet transporteras på lastbärare, i form av pallar, inom fabriken. Antalet detaljer per lastbärare beror på produkt och orderstorlek. För både Länk och RLP är det cirka 1000st per lastbärare när klippning genomförts men därefter kan antalet enheter per lastbärare förändras mellan de efterföljande processerna.

4.3 Nuvarande förbättringsarbete

Under ex-jobbets gång har utbildningar i 5S påbörjats för samtliga operatörer på Gunnebo. Målet med denna utbildning är att göra operatörerna införstådda i arbetssättet och fördelarna med 5S, för att senare kunna implementera ett fungerande 5S-system.

4.4 Inleverans och råvarulager

Råmaterial till produkterna levereras till Gunnebos råvarulager av Ovako i form av stålstänger. Leverantören av råmaterialet ansvarar för transporten och att den anländer i rätt tid. Råvarulagret är placerat på baksidan av fabriken där materialet ligger tills det att produktion skall påbörjas.

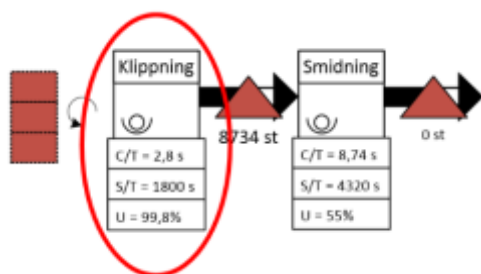
De produkter som detta ex-jobb behandlar har olika dimensioner av råmaterial. Varje enskild dimension av råmaterial används till flera olika produkter. Inköp av råmaterial sker när beställningspunkten för ett material har understigits.



Figur 4.8. Bilder illustrerar inleverans och råvarulager för länk G-13-10

4.5 Klippning

Vid produktionsstart transporteras materialet med truck från råvarulagret, in i fabriken och placeras vid klippmaskinerna. I fabriken finns det fyra olika kapnings- och klippmaskiner. De produkter som detta arbete behandlar kapas i, vad Gunnebo kallar för, *Klippen*. Det är den med lägst cykeltid av de fyra maskinerna. Ställtiden är relativt lång vilket resulterar i att den enbart används vid stora ordrar. Vid små ordrar används *bandsågar* på grund av den korta ställtiden. Cykeltiden för bandsågarna är dock längre. Produktionen sker utifrån produktionsplanen för smedjan och det är operatörens uppgift att planera vilka produkter som skall kapas i vilka maskiner. Färdigkapat material flyttas till ett buffertlager där målet är att materialet skall ligga i fem till åtta dagar innan det transporteras till smedjan som är nästa förädlingssteg.



Figur 4.9. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan klippning befinner sig för LänkG-13-10



Figur 4.10. Bilden illustrerar färdigkapat råmaterial som placeras på en lastbärare för att sedan lagerhållas före smidet

4.6 Smide

Formgivningen av RLP, RLP-huset och Länken sker i smedjan. På grund av storlekskillnaden på dessa produkter smids de i olika maskiner. RLP och RLP-huset smids i en maskin som heter Lasco och Länken smids i den större maskinen Smeralen. På grund av att formgivningen i maskinerna sker på skilda tillvägagångsätt beskrivs processerna under skilda rubriker. Smidesverktyg krävs och medför vissa begränsningar vilka beskrivs under egen rubrik.

4.6.1 Verktyg

Vid formgivningen av produkterna så pressas eller bankas detaljen mot ett verktyg som ger detaljen önskad form. Verktygen är unika för varje produkt och behöver därför bytas när en ny produkt skall smidas. Smidesverktygen utvecklas och tas fram på Gunnebos fabrik i en separat avdelning. Simultant som en körplan för smedjan

skapas utvecklas och produceras verktyg för produkter som planeras att smidas. Verktyget och den sista produkten som producerades med verktyget analyseras för att identifiera vad för sorts omarbetning verktyget behöver. Antal produkter som ett verktyg kan smida är beroende på vilken detalj som smids. Verktyget som används för att smida Länken kan producera 5000 detaljer innan omarbete krävs. Verktygen som används för smide av RLP, både bygel och hus, kan producera 2500 detaljer innan omarbete krävs. Den vanligaste formen av omarbete är omgraving vilket innebär att verktyget genomgår fräsning, svarvning och borming för att återfå önskvärd form och yta. Denna omgraving kräver olika mängd material beroende på verktyg. Verktyget som används för smidet av Länken kräver 3mm omgraving och kan maximalt omgravas 15mm innan verktyget behöver kasseras. Verktyget som används för att smida RLP, både bygel och hus, kräver 1,5mm omgraving och kan maximalt omgravas 44mm innan verktyget behöver kasseras. Anledningen till att verktygen behöver kasseras efter en viss omarbetning är att det som är kvar av verktyget är för tunt för att säkerställa att verktyget inte kommer spricka.



Figur 4.11. Maskinen som sköter omgraving av verktygen. Kan omgrava upp till 4 verktyg samtidigt

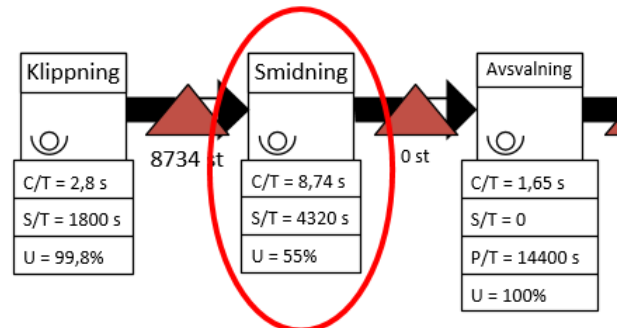
4.6.2 Smeralen

Smeralen är en *pressare* vilket innebär att materialet pressas ner i verktyget till önskad form. Efter att ett ämne blivit kapat transporteras det i pall per truck till smedjan. För att kunna genomföra smidet krävs det att det material som skall smidas är uppvärmt. Uppvärmningen sker i en ugn där de kapade stålrören automatiskt transporteras genom ugnen och uppnår önskad temperatur. Därefter transporteras det på ett transportband, en och en, till pressaren där ämnet genomgår tre olika slag. Plattslag är det första slaget och genomförs för att ämnet skall fylla ut verktyget. Nästkommande slag är ett *förslag* och ger detaljen dess grundform. Sista slaget är ett *färdigslag* där detaljen erhåller sin slutgiltiga form. Efter att detaljen har formats med dessa slag

omges detaljen av överflödigt material, s.k. *skägg*. Detta avlägsnas med hjälp av ett *skäggningsverktyg* som pressar bort det överflödiga materialet. Efter att det överflödiga materialet avlägsnats från detaljen transporteras den på ett transportband och placeras i en lastbärare. Detaljerna som placeras i lastbärarna är för varma för att kunna bearbetas varför de transporteras och läggs för avsvälning utanför smedjan.



Figur 4.12. Ett ämne har placerats i Smeralen för att genomgå förslaget



Figur 4.13. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan smidning befinner sig för LänkG-13-10

4.6.3 Lasco

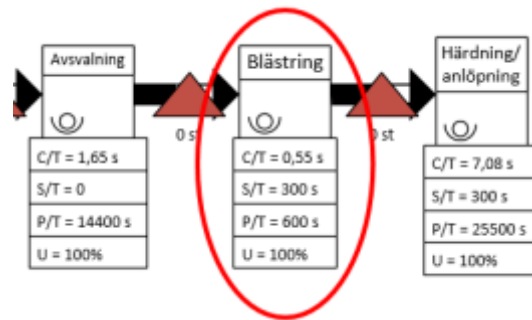
Lascon är en *hejare* vilket innebär, till skillnad från Smeralen, att materialet upprepade gånger slås mellan två verktyg med konstant kraft tills önskad form uppnåtts. Lascon har inte lika hög kraft som Smeralen varför Gunnebo smider mindre detaljer i den. På samma sätt som för Smeralen måste ämnet vara varmt när det smids varför ämnet värms upp i en ugn på analogt sätt. När en detalj fått önskad form lyfter operatören över detaljen till en lastbärare som sedan transporteras med truck utanför smedjan för avsvälning.

4.7 Blästring

Blästring används för att rengöra en detalj från smuts och partiklar. De olika processtegen i förädlingskedjan påverkar ytan, tillför ojämnheter och oönskat material på detaljerna. För att behandla dessa oönskade egenskaper så blästras detaljerna. Blästring innebär att en stark gasström blåser partiklar mot en yta.

Både RLP och Länken genomgår blästring vid flera tillfällen under dess förädlingskedja för att rengöra ytan innan efterföljande process kan påbörjas. Gunnebo har två stycken blästringmaskiner där skillnaden är att den ena har större kapacitet och kan blästra en pall åt gången medan den mindre maskinen enbart kan blästra en halv pall åt gången. Trots att varje produkt genomgår blästring flera gånger under dess förädlingskedja utgör blästringen i dagsläget ingen flaskhals p.g.a dess korta cykeltid.

Detta medför att operatören inte behöver någon körplan utan blåstrar det material som anländer.



Figur 4.14. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan en av blästringsprocesserna befinner sig för Länk G-13-10

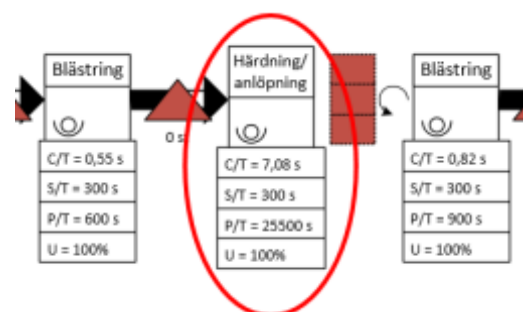
4.8 Seghårdning och anlöpning

Detaljer som ska ha hög hårdhet och seghet behöver genomgå härdning. Detaljerna värms i ugn till önskad temperatur uppnås, och sänks därefter ner i vatten för att snabb kylas. När detaljerna har svalnat hissas de upp och transporteras till anlöpningsugnar där de ännu en gång värms upp för att öka hårdheten och segheten ytterligare. De transporteras sedan till pallställage där de svalnar tills det att de blir bearbetningsbara. Vid en omställning är det enbart en omprogrammering som krävs vilket medför en kort omställningstid. Fabriken har två härdningsugnar och tre anlöpningsugnar. Varje härdningsugn rymmer en härdkorg som i sig får plats med 1000 artiklar. Efter den genomförda härdningen testas en produkt ur varje härdkorg för dess hårdhet.

På grund av att samtliga produkter som produceras i fabriken behöver härdas och på grund av den relativt långa cykeltiden utgör härdningen en flaskhals i fabriken. Härdningen styrs utifrån en körplan som skapas av både planeringsavdelningen för smide och planeringsavdelningen för bearbetning. På grund av att härdningen utgör en flaskhals så har Gunnebo beslutat att ha 3-skift vid härdningen.



Figur 4.15. Bilden visar de två härdningsugnarna samt vattenbassängerna. I bakgrunden syns även anlöpningsugnarna



Figur 4.16. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan härdning och anlöpning befinner sig för Länk G-13-10

4.9 Smideskontroll

Undertiden som en order körs i smedjan testas regelbundet produkterna för att säkerställa att önskad form och egenskaper uppnås. Varje halvtimme hämtas en färdigsmidd produkt, från var och en av de fyra smidesmaskinerna i smedjan, som blåstras, genomgår en visuell kontroll, måttkontroll samt sprickkontrolleras. Skulle något fel påträffas stannar produktionen och åtgärder genomförs för att åtgärda orsaken till felet. Den kontinuerliga kontrollen är oerhört viktig då smide är en levande process vilket kan innebära att fel kan uppstå under produktionens gång.

Samtliga produkter som Gunnebo tillhandahåller måste provdras. Ett visst antal produkter per order skall även sprickkontrolleras. Antalet detaljer som skall sprickkontrolleras är beroende av vilken produkt det är. Sprickkontrollen innebär att en maskin spolar fluxolja på detaljerna vilket sätter sig i eventuella sprickor och synliggör dem. Provdragningen innebär att detaljen som skall provas spänns fast mellan två dragverktyg och dras isär med ett bestämt tryck. Länk G-13-10 provdras automatiskt i samma maskin som borrar och fräser detaljen. RLP-bygeln provdras manuellt, en och en, i en maskin där operatören placerar detaljen i maskinen som sedan utför provdragningen. Simultant under provdragningen sker även en visuell inspektion av detaljen. Den manuella provdragning styrs utifrån veckovisa körplaner som planeringsavdelningen för bearbetning skapat.

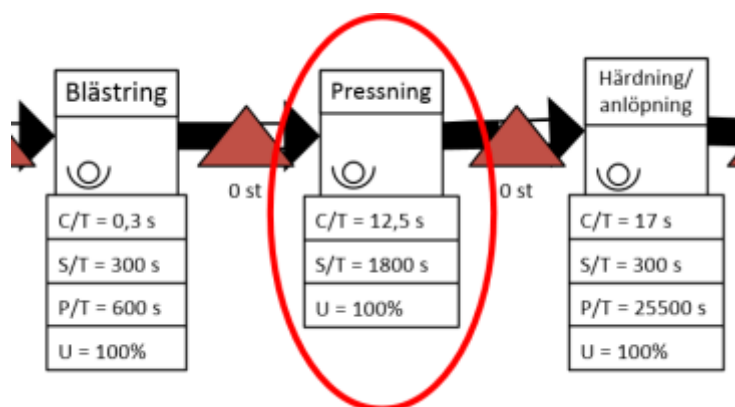


Figur 4.17. Den automatiska robot som sköter både provdragning och bearbetning. Den slipar bort eventuellt skägg från borrar och fräsning innan produkten placeras för provdragning

Smideskontrollen kan placeras före eller efter härdning, så länge som den genomförs innan leverans till kund. Fel som identifierats efter härdningen är svårare att korrigera vilket innebär att smideskontrollen med fördel genomförs före härdningen. Samtidigt kan fel uppstå under härdning vilket inte syns om smideskontrollen ligger före härdningen. I dagsläget är smideskontrollen för Länken placerad efter härdning och före härdning för RLP, både bygel och hus. Det finns ingen anledning till denna uppdelning.

4.10 Pressning

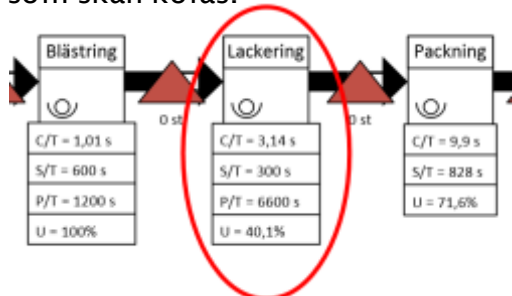
Pressning genomförs på produkter där formtoleransen är liten. Detaljen pressas mellan två verktyg för att rätta till eventuella felaktigheter i formen. Det är endast ett fåtal produkter som pressas varför denna process inte har en körplan utan bemannas vid behov. Vid omställning byter operatören verktyg och justerar maskinen vilket tar ungefär en halvtimme.



Figur 4.18. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan pressning befinner sig för RLP M8/M10-10

4.11 Lackering

Många produkter som produceras i fabriken lackeras, antingen i fluorescerande gul, Grabiq, eller klassisk *Gunnebo-gul*, Classic. Detaljerna hängs upp på krokarna som är fästa på en bana som förflyttar detaljerna genom tre processer. Först passerar detaljerna *pulverboxen* där färg appliceras. Därefter förflyttas de in i en ugn där detaljerna förvärmas och sedan in i nästa ugn där färgen härdas. När detaljerna härdats plockas det av krokarna och placeras i lastbärare som sedan transporteras till nästa förädlingssteg. Omställning sker genom att, om det behövs, byta färg och ställa in färgsprutorna i pulverboxen. Lackeringen styrs inte utifrån en körplan utan operatörerna prioriterar de ordrar som skall färdigställas tidigast. Om en order prioriteras fästes en lapp på respektive pall för att informera operatörerna vilka ordrar som skall köras.



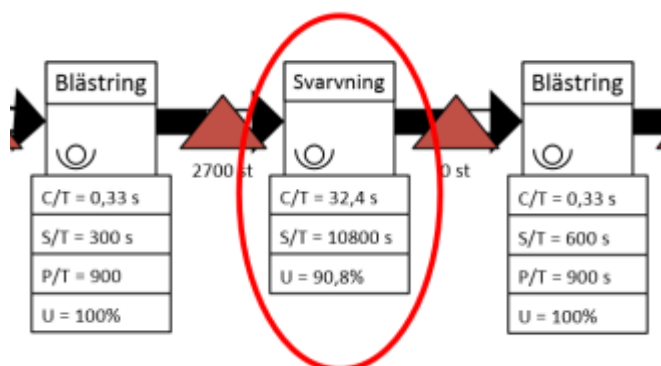
Figur 4.19. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan lackering befinner sig för Länk G-13-10

4.12 Svarvning

Den produkt som detta arbete behandlar som genomgår svarvning är RLP-huset. Detaljen placeras i maskinen och bearbetningen påbörjas. Bearbetning tar ungefär 32 sekunder vilket innebär att svarvningen är den process i flödet med längst cykeltid.. Endast en detalj åt gången kan köras. Vid omställning byts verktyg och en omprogrammering sker. Efter bearbetning av detalj sker en kontroll av måtten för detaljen samt en visuell kontroll.



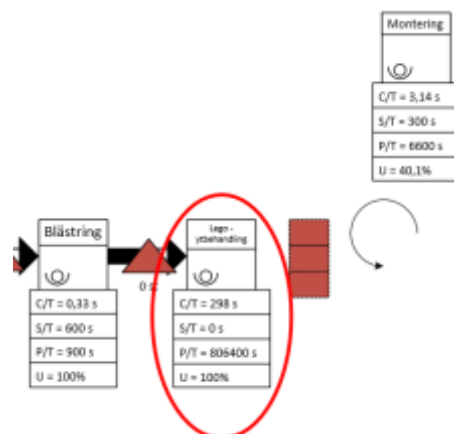
Figur 4.20. Svarven där huset till RLP formges



Figur 4.21. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan svarvning befinner sig för RLP M8/M10-10

4.13 Extern bearbetning

Gunnebo skickar huset till RLP M8/M10 - 10 på extern bearbetning där den erhåller en elförzinkning. Denna bearbetning ger produkten ett korrosionsskydd och anledningen till att företaget inte kan tillföra detta till produkten inom företaget är att utrustning saknas för den processen.



Figur 4.22. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan den externa ytbehandlingen befinner sig för RLP M8/M10-10

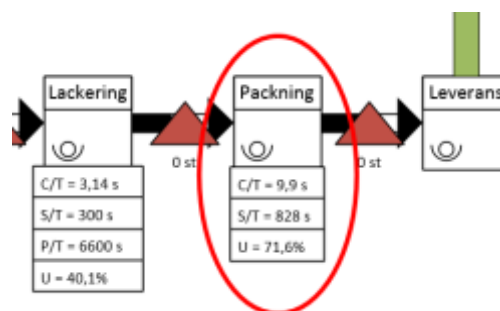
4.14 Montering och paketering

Färdigställandet av RLP M8/M10 - 10 innefattas av att bygel n monterar ihop med huset. Detta sker manuellt av en operatör. När produkten är klar paketeras den i en påse med tillhörande delar och placeras sedan på en lastbärare, färdig för leverans. Vid monteringen sker även en kontroll av rörligheten i bygel n. Monteringen sker utifrån en körplan som tillhandahålls av planeringsavdelningen för bearbetning.

Länk G-13-10 paketeras med en halv-automatisk maskin. Operatören laddar maskinen med ingående delar. Maskinen paketerar i påsar, dessa kontrollvägs och operatören kontrollerar visuellt att de är korrekt packade samt att maskinen går felfritt. De lastas sedan på lastbärare som transporteras vidare till färdigvarulagret.



Figur 4.23. Färdigpackade påsar innehållande samtliga komponenter som levereras med Länk G-13-10. De färdiga påsarna läggs i den blåa lådan, kontrollvägs och kontrolleras visuellt



Figur 4.24. Figuren illustrerar var i den nuvarande förädlingskedjan packning befinner sig för Länk G-13-10

4.15 Mellanlager

Gunnebo har en avtalad leveranstid till centrallagret (central warehouse, CW) på 28 kalenderdagar för RLP M8/M10 - 10 och Länk G-13-10. Vid kartläggningen av det nuvarande och framtida tillståndet beräknas ledtiden med arbetsdagar, inte kalenderdagar. 28 kalenderdagar motsvarar minimalt 20 arbetsdagar. För att kunna garantera att denna ledtid hålls finns det ett mellanlager i fabriken. Ledtiden efter detta mellanlager är tillräckligt kort för att Gunnebo skall kunna garantera att de levererar inom utlovad tid. Alla produkter lagerförs i mellanlagret och eftersom Gunnebo tillhandahåller många produkter och har en stor variantflora medför det att lagret är stort.

För att säkerställa att alltid kunna leverera beställd kvantitet finns det ett *säkerhetslager*. Det innebär att när lagret, för en viss produkt, understigits startas en order för att fylla på lagret. Säkerhetslagrets dimension varierar beroende på produkt

och det som styr dimensionerna är efterfrågan per produkt och ledtiden för produkten. Alla produkter genomgår inte samma förädlingssteg varför mellanlagret är placerat på olika steg i förädlingskedjan. För Länk G-13-10 är mellanlagret placerat efter härdningen, för RLP-bygel och RLP-hus är mellanlagret placerat innan montering.

4.16 Informationsflöde

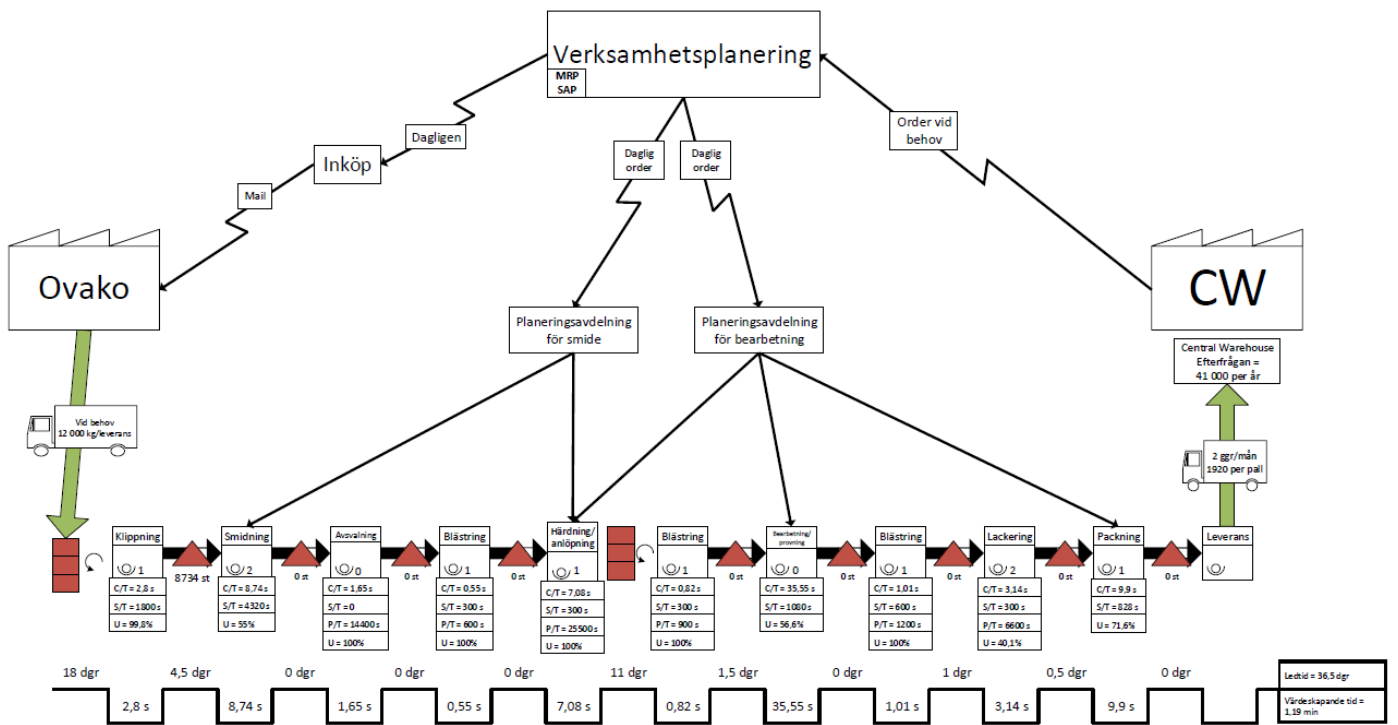
Informationsflödet är det flöde av information som sker internt och externt från det att order erhållits till det att en vara lämnar fabriken.

4.16.1 Order

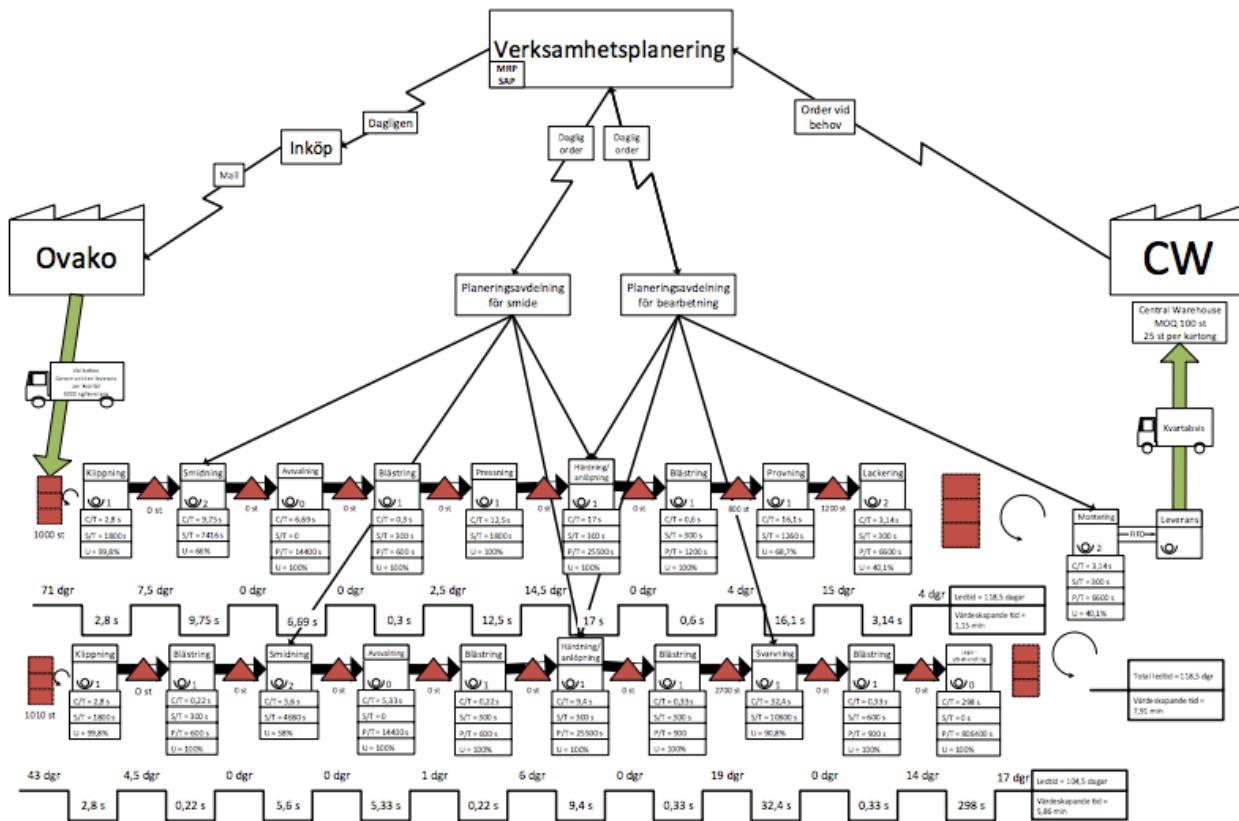
Gunnebo Liftings enda kund är Gunnebos centrallager. Centrallagret hanterar all distribution och kontakt med kunder. Samtliga produkter som Gunnebo Lifting tillhandahåller lagerhålls på detta lager. När en förutbestämd beställningspunkt för en produkt understigs placeras automatiskt en order i affärssystemet SAP vilken fabriken i Växjö är direkt uppkopplad mot. Antalet ordrar är helt beroende på produktens efterfrågan i centrallagret vilket medför att antalet ordrar per år varierar. Gunnebos fabrik i Växjö har en avtalad leveranstid på 28 dagar från det att en order har placerats i SAP.

4.16.2 Planering

Planeringsavdelningens kontor är placerat i mitten av fabriken och är uppdelat på två områden, smide och bearbetning. När en beställningspunkt i CW har understigits registreras det som ett avrop i SAP. Utifrån avropet i SAP skapar planeringsavdelningen för bearbetning en körplan för de processer som artiklarna ska genomgå, innan de är klara för leverans. Samtliga produktvarianter lagerhålls i mellanlagret vilket är placerat på olika steg i förädlingskedjan beroende på produkt. Mellanlagret styrs av ett säkerhetslager, vilket innebär att när säkerhetslagrets kvantitet understigits skapar planeringsavdelningen för bearbetning en order och placerar den hos planeringsavdelningen för smide. Storleken på ordern bestäms av vad som är mest ekonomiskt fördelaktigt. Säkerhetslagret är baserat på den förväntade veckovisa efterfrågan av centrallagret samt återanskaffningstiden. Planeringsavdelningen för smide skapar utifrån ordern körplaner för smedjan vilket genererar ett råmaterialbehov. När säkerhetslagret för råmaterial understigits placerar inköpsavdelningen en order hos leverantör per mail.



Figur 4.25. Figuren illustrerar nuvarande tillstånd för Länk G-13-10



Figur 4.26. Figuren illustrerar nuvarande tillstånd för RLP M8/M10-10

5 Nulägesanalys

5.1 Icke-värdeskapande aktiviteter

Icke-värdeskapande aktiviteter är aktiviteter som inte tillför något värde till kunden. Dessa kan delas in i aktiviteter som är nödvändiga i nuvarande system och aktiviteter som är rent slöseri (Liker, 2004). I Gunnebos fabrik i Växjö existerar båda dessa former av icke-värdeskapande aktiviteter.

5.1.1 Provning

Gunnebo Industries måste säkerställa att alla produkter som lämnar fabriken är enligt specifikation. Det innebär att alla produkter måste vara av hög kvalitet och defekta produkter måste identifieras och omarbetas eller kasseras. Provning är vad Womack et al. (2003) benämner "typ 1 muda", slöserier som i dagens flöde är nödvändiga, men som kan elimineras om dagens förutsättningar förändras. Provningsprocessen adderar inget värde för kunden och genomförs därför endast för att fabriken skall kunna garantera att de levererar enligt specifikation till kund.

Enligt Bicheno et al. (2013) är en förutsättning för att *jidoka* skall fungera att det är enkelt att identifiera och visualisera problem som uppstår. Smide och härdning är, vad Gunnebo kallar, levande processer, alltså processer vars resultat inte går att förutbestämma. Det gör att varje detalj skiljer sig från en annan vilket medför att varje detalj måste provdras för att säkerställa att inga defekta produkter levereras till kund. Det är alltså, med dagens maskiner, inte möjligt att bygga in en tillräcklig kvalitetssäkring för att ta bort provningsprocessen.

Länk G-13-10 provdras automatiskt i samma maskin som den bearbetas. På grund av den automatiska maskinen binds ingen personal och ledtiderna påverkas inte avsevärt. RLP-bygeln provdras manuellt vilket skapar längre ledtid, på grund av kö, och binder även personal och tar upp golvyta i fabriken.

5.1.2 Omarbete

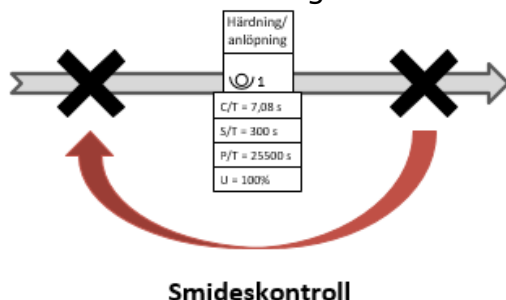
Vid smidet idag sker det en stickprovskontroll av en detalj var 30:e minut för att garantera att defekta detaljer identifieras och orsaken till defekten kan bestämmas och elimineras. Det är ovanligt med defekter för Länk och RLP. Ungefär var 4:e order innehåller defekta detaljer vilket innebär att ett omarbete genomförs varannan månad för Länken då en order läggs i genomsnitt varannan vecka. För RLP, som beställs en gång i kvartalet, sker ett omarbete varje år förutsatt att var 4:e order kräver omarbete. Cykeltiden för berörda detaljer, RLP-bygel, RLP-hus samt Länk G-13-10, varierar mellan 5 och 10 sekunder vilket innebär att under dessa 30 minuter kan mellan 180 och 360 defekta detaljer produceras. Ett omarbete på 180-360 detaljer är både tids- och resurskrävande. I genomsnitt tar en omarbetning 2,5 minuter per produkt vilket innebär att en omarbetning på 180 respektive 360 detaljer tar 7,5 timmar respektive

14 timmar. En sådan omarbetning gör att ledtiderna ökar markant. Extra personal krävs för att utföra omarbetningarna vilket kostar pengar och kräver extra planering.

För att minimera omarbetets omfattning kan den regelbundna smideskontrollen genomföras oftare än var 30:nde minut. De produkter som valts av kontrollanten genomgår blästring enskilt i den mindre blästringsmaskinen men då denna inte utgör en flaskhals skulle den mindre blästringsmaskinen kunna allokeras till smideskontrollen åtminstone var 10:nde minut. Då processtiden för blästringen efter smidet är 5 minuter hade en sådan allokering inneburit att den mindre blästringsmaskinen, vid full utnyttjandegrad, hade kört varannan order för smideskontrollen och varannan order för övrig produktion i fabriken. Maskinen är då inte helt låst vid smideskontrollen utan kan användas för övrig produktion samtidigt som omarbetets omfattning drastiskt kan reduceras. Antalet möjliga defekta produkter reduceras till 60st-120st vilket innebär en omarbetningstid på 2,5 timmar respektive 4,6 timmar. Alltså en minskning med 5 timmar respektive 9,4 timmar.

Utöver stickprovskontrollen sker en smideskontroll där 3% av detaljerna i en order genomgår sprickkontroll och samtliga detaljer genomgår provdragning. Sprickkontrollen kan placeras var som helst i förädlingskedjan efter smidet. Efter härdning är detaljer svårare att omarbeta.

Då ett eventuellt omarbete tar längre tid efter härdningen kan smideskontrollen med fördel vara placerad före härdningen, trots att härdningen väldigt sällan orsakar defekta detaljer. Anledningen till det är delvis att minska omfattningen av omarbetet men också att inte riskera att härdningsprocessen, som är en av fabriken's flaskhalsar, utnyttjas för att förädla detaljer som sedan upptäcks skulle behöva kasseras redan före härdning. Detta är något som Forsberg (2014) belyser i sin artikel där han skriver att det är utav högsta vikt att genomföra en kvalitetskontroll före flaskhalsen så att den inte jobbar i onödan på material som kommer kasseras. Det skall dock poängteras att det är väldigt sällan produkter behöver kasseras. Bicheno et al. skriver att "en förlorad timme vid flaskhalsen är en förlorad timme för hela systemet". Den totala processtiden för härdning, anlöpning och avsvälning är 7 timmar vilket innebär att hela systemet förlorar 7 timmar om härdningen använts till att förädla detaljer som ändå skulle kasserats. Bicheno et al. skriver vidare att planeringen ska organiseras kring flaskhalsen vilket innebär att smideskontrollen bör vara placerad före härdningen. Detta stöds även av att en detalj inte får skickas vidare i förädlingskedjan utan att den med säkerhet är felfri som enligt Bicheno et al. (2013) är en grundläggande princip för jidoka.

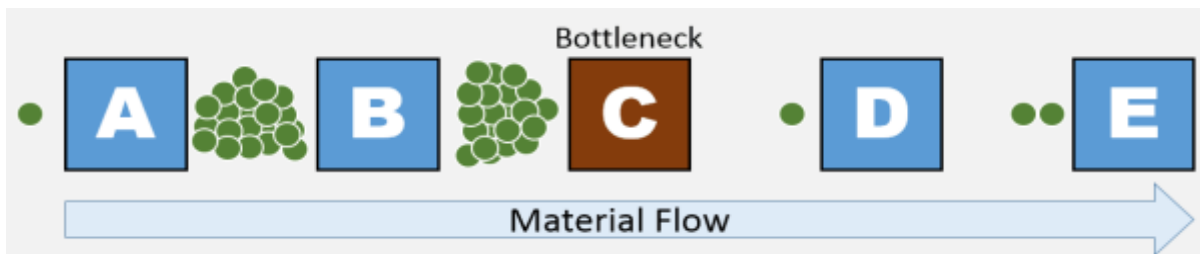


Figur 5.1. Bilden illustrerar den förflyttning av smideskontroll som föreslås av författarna

5.2 Flaskhals

Utifrån kartläggningen av det nuvarande tillståndet, se bilagor A och C, framgår det tydligt att den långa ledtiden, för samtliga undersökta detaljer, beror på att detaljerna mellan processerna står i kö. Andelen värdeskapande tid varierar mellan 0,001% och 0,005%, alltså väldigt låg. Kö tillför inget värde för kunden och ökar ledtiderna avsevärt och bör därför reduceras. En del av den kö som existerar i dagsläget är direkt kopplad till att Gunnebo inte planerar sin produktion utifrån flaskhalsarna. Genom att planera produktionen bättre kan ledtider minska avsevärt.

Hoshino et al. (2010) skriver att en flaskhals är något som begränsar den maximala produktionen som ett system kan uppnå. Genom intervjuer med berörd personal har härdningen identifierats som en flaskhals. Genom att identifiera flaskhalsar och därefter genomföra förbättringar kan hela systemets produktion öka och den totala kostnaden för produktionen minska (Li et al., 2009). I dagsläget används smidet till full kapacitet och bufferten innan härdning tillåts växa. Detta är något som Bicheno et al. (2013) skriver inte bör tillåtas. Forsberg (2014) skriver att en liten buffert bör existera innan en flaskhals och enligt Bicheno et al. ska denna buffert enbart fyllas på i den takt som flaskhalsen klarar av att producera, något som inte görs i dagsläget då den fylls på oberoende av vad härdningen klarar av att producera. Det är flaskhalsarna som ska styra flödet. Bicheno et al. skriver vidare att det vanligtvis enbart existerar en flaskhals och under tiden som denna identifieras och elimineras bör planeringen organiseras kring flaskhalsen. Icke-flaskhalsar som används till mer än vad som behövs leder enbart till överproduktion vilket är det värsta slöseriet då det leder till de övriga slöserierna (Liker, 2004). Dessa bör hjälpa flaskhalsen genom att använda den flexibilitet som erhålls av överkapaciteten till att minska lager och genomloppstid. Bicheno et al. belyser vikten av att planeringen inte ska begränsas utav inställningen att en produkt måste produceras i en enda stor order. Ordralar som ska genomgå flaskhalsprocesser bör vara så stora som möjligt för att reducera den totala ställtiden i flaskhalsen. Däremot bör ordralar göras så små som möjligt för icke-flaskhalsar genom att använda den tillgängliga tiden för att ställa om oftare.



Figur 5.2. Bilden illustrerar hur flaskhalsar i produktionen påverkar flödet (Roser, C., 2013)

5.3 Buffert och lager

Mellan processer där ett kontinuerligt flöde inte är möjligt krävs det att en buffert eller lager placeras mellan processerna. Lagret eller bufferten kan styras genom flera olika sätt, t.ex. FIFO (first in first out) och säkerhetslager.

5.3.1 Råvarulager

I dagsläget köper Gunnebo stora batcher på upp till 12 000 kg från leverantör. Detta medför ett stort råvarulager där material lagras en längre tid. Anledningen till att de köper stora batcher är på grund av att leverantören inte erbjuder mindre. Författarna anser att Gunnebo bör försöka förhandla med leverantören så att mindre batcher går att handla så att det går att erhålla material JIT och därmed minska kapitalbindningen som ett stort råvarulager medför. Om detta inte är möjligt anser författarna att Gunnebo bör söka efter leverantörer som kan erbjuda mindre batchstorlekar så att storleken på råvarulagret kan reduceras. Vid köp av mindre batcher kommer med stor sannolikhet priset per material att stiga varför en analys där minskade kapitalbindningskostnader sätts i förhållande till ökade transportkostnader.

5.3.2 Buffert före smide

Idag styrs kapningen utifrån smedjans körplan, som erhålls från produktionsplaneringen för smide. Målet är att ha ungefär en och halv veckas framförhållning. Det innebär att om smedjan skall smida en viss detalj om två veckor skall råmaterialet börja kapas om en halv vecka. Det medför att lagret mellan kapningen och smedjan är väldigt stort. Pallställagen rymmer ungefär 80 platser men på grund av stora lagerkvantiteter används ofta även golvytan för lagerhållning vilket ledertill att lagret totalt sträcker sig till över 100 pallplatser. Anledningen till att lagret är dimensionerat så stort är på grund av att produktionsplaneringen vill maximera produktionen i smedjan och minimera risken att smedjan inte kan producera på grund av materialbrist. Dock utgör smedjan inte en flaskhals och lager före icke-flaskhalsar bör hållas så låga som möjligt (Forsberg, 2014). Det har, under de år fabriken producerat, aldrig hänt att smedjan stått still på grund av att material inte erhållits från kapningen. Vid kapningen finns det fyra maskiner varav tre av dessa kan kapa råmaterial för RLP-hus, RLP-bygel och Länk G-13-10. Cykeltiden för dessa maskiner är kortare än smedjans vilket medför att en buffert efter inte är nödvändig. Att det finns tre maskiner som kan kapa råmaterialet medför att om någon av maskinerna är ur funktion kan någon av de andra ersätta maskinen som är ur funktion. Att denna möjlighet finns gör att en stabil försörjning av ämnen till smedjan kan erhållas. På grund av de korta cykeltiderna och alternativet att kapa i olika maskiner anser författarna att en minskning av framförhållningen är fördelaktig. Det medför minskad kvantitet i bufferten vilket ledertill att kapitalbindningskostnader minskar samtidigt som yta frigörs. Vidare skall även poängteras att detta förslag enbart är ett steg på vägen till det framtida tillståndet där det inte finns någon buffert, se bilagor B och D.



Figur 5.3 Bild på buffertlagret före smide

5.3.3 Mellanlager

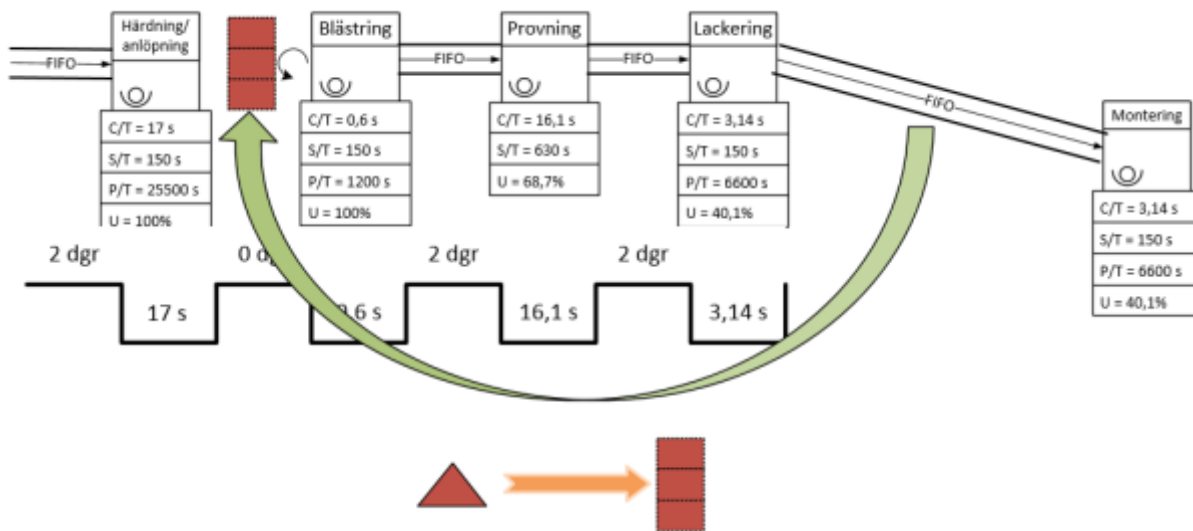
Gunnebo har en avtalad leveranstid till CW på 28 kalenderdagar för Länk G-13-10 och RLP M8/M10 - 10. Detta medför en leveranstid på mellan 20 och 22 arbetsdagar, beroende på hur många helgdagar som inkluderas. Mellanlagret är idag placerat efter härdning för Länken och före montering för RLP. Ledtiden efter mellanlagret är i dagsläget 4 dagar för Länken där 3 dagar utgörs av väntan i buffert och 1 dag för total processtid för efterkommande processer, se bilaga A. Ledtiden efter mellanlager för RLP, både bygel och hus, är 2 dagar där 1 dag utgörs av monteringsprocessen och den andra utav väntan i färdigvarulagret innan transport sker. Att den ledtiden är betydligt mycket kortare än den avtalade ledtiden medför att onödigt mycket kapital binds i mellanlagret. Ju mer förädlad en produkt är ju högre är kapitalbindningskostnaden och det är därför fördelaktigt att mellanlagret ligger så tidigt som möjligt i förädlingskedjan (Jonsson & Mattsson, 2010). Säkerhetslagret i mellanlagret dimensioneras utifrån flera parametrar, en av dessa är anskaffningstid. Om anskaffningstiden minskar även säkerhetslagret (Jonsson & Mattsson, 2010). Detta medför att en så kort anskaffningstid som möjligt är att föredra varför det är fördelaktigt att placera mellanlagret så tidigt som möjligt i förädlingskedjan för att kunna ha ett så litet säkerhetslager som möjligt. På grund av dessa två aspekter anser författarna att det är fördelaktigt att placera mellanlagret för både RLP och Länk G-13-10 så tidigt som möjligt i förädlingskedjan men det måste vara placerat såpass sent att avtalad ledtid kan hållas.

Då härdningen i dagsläget är en flaskhals måste mellanlagret vara placerat efter härdningen så att flaskhalsens kapacitet utnyttjas maximalt. Om mellanlagret skulle placeras före flaskhalsen och ett avrop på 200st artiklar skulle uppstå innebär det att härdningens kapacitet endast nyttjas till 20% då dess kapacitet är 1000st artiklar. På grund av att RLP och Länken beställs en gång i kvartalet respektive två gånger i

månaden går det inte att vänta på ett nytt avrop för att nå upp i 1000st artiklar så att flaskhalsens kapacitet utnyttjas maximalt. Detta innebär alltså att mellanlagret bör placeras efter härdningen så att avtalad leveranstid kan hållas samtidigt som flödets flaskhals, härdningen, utnyttjas maximalt.

För Länken finns dock möjlighet att förflytta mellanlagret före härdningen då CW gör avrop om 1920st. Vid en sådan orderstorlek kan härdningens kapacitet nästan utnyttjas maximalt vilket eliminerar begränsningen för mellanlagrets placering. För RLP gäller dock samma begränsning då de beställs om 200-300st per avrop. I dagsläget är den totala ledtiden för Länken, från klippningen till leverans, 18,5 dagar. Detta innebär att mellanlagret kan elimineras och ändå klara avtalad leveranstid, se bilaga B. I det framtida flödet som författarna presenterar, se bilaga B, är ledtiden, mellan klippning och leverans, 10 dagar vilket ger större marginal för att klara den avtalade leveranstiden.

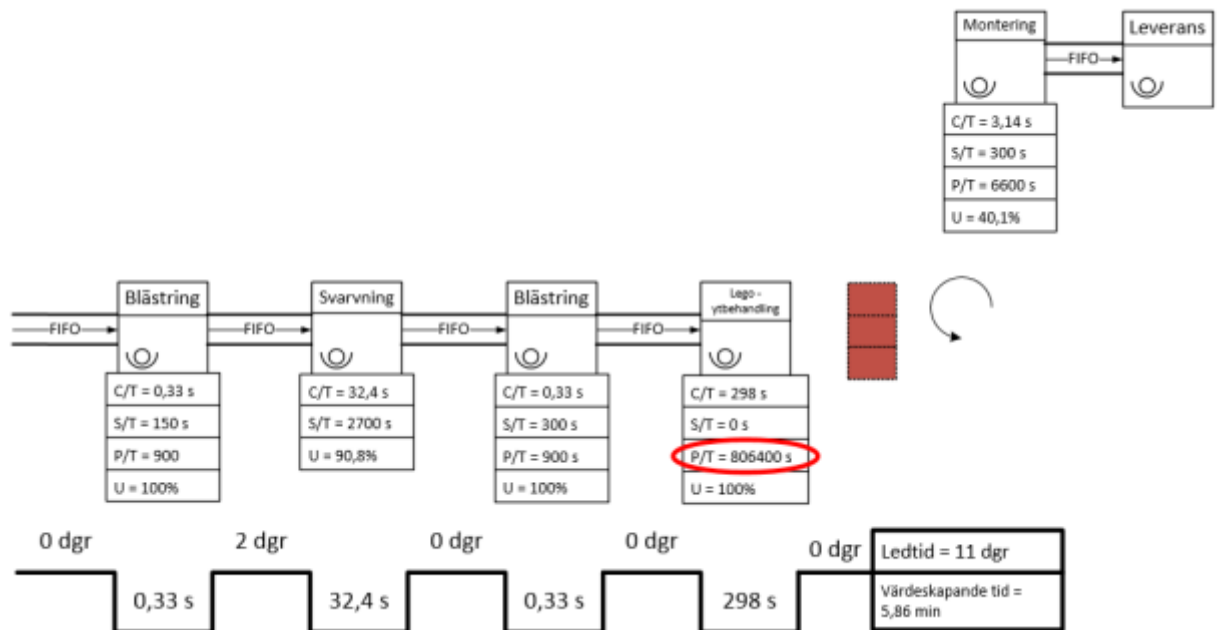
Mellanlagret för RLP är idag placerat före montering för både bygel och hus. För bygeln skulle detta mellanlager kunna placeras före lackering och klara avtalad leveranstid (se bilaga D). I intervjuer med berörd personal har det framkommit att en kötid på 15 dagar innan lackering är något extraordinärt varför författarna anser att mellanlagret kan placeras direkt efter härdning utan att riskera att avtalad leveranstid överskrids, se figur 5.4.



Figur 5.4. Förflyttningen av mellanlagret för RLP-bygeln som föreslås av författarna. Mellanlagret transformeras även till ett supermarket från vilken operatörer från nästkommande process hämtar de produkter som skall förädlas

För huset finner författarna ingen alternativ placering av mellanlagret då väntan i lager före montering och processtiden för lego ytbehandling tillsammans nästan utgör hela den avtalade leveranstiden. Gunnebo har historiskt haft problem med att lego

ytbehandlingen har tagit längre tid än vad som är avtalat. Att förflytta mellanlagret före ytbehandlingen medför därmed en risk för att avtalad leveranstid mot kund inte kan hållas. Därav är en placering av mellanlagret innan montering att föredra.



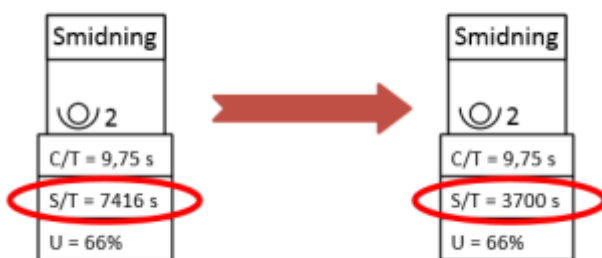
Figur 5.5. Figuren illustrerar RLP-husets förädlingssteg samt ledtiden. Processtiden för extern ytbehandling är markerad för att framhålla att processtiden omöjliggör att placera mellanlagret tidigare i kedjan

5.4 Omställningstider

Samtliga produkter som fabriken producerar smids. Inför att en ny order skall smidas måste en omställning ske. Omställningen är omständlig och tar vanligtvis upp emot 124 minuter. I dagsläget producerar Gunnebo stora batcher för att minimera den totala omställningstiden. Att producera i stora batcher medför ökade lagernivåer, ledtider samt att kapitalbindningen ökar p.g.a. att en hög PIA erhålls (SMED, n.d.). Om Gunnebo arbetar med SMED, kommer ställtiderna reduceras vilket möjliggör produktion i mindre batcher. Det kommer att medföra en reduktion av kapitalbindningen och lagernivåerna, lägre tillverkningskostnad då maskinen spenderar mer tid till att förädla varor (Henry, 2013) samt en högre flexibilitet och kortare ledtid mot kund (Single Minute Exchange of Die, n.d.). En minskning av batchstorlekar skapar även ett mer kontinuerligt flöde vilket är önskvärt då det medför jämnare produktionsflöde, förbättrad kvalitet och minskad kostnad.

Arbetet med ställtidsreduktion är extra kritiskt i just smedjan på grund av att Gunnebo i dagsläget tvingas producera stora batcher på grund av den långa ställtiden. Det finns även andra processer med långa ställtider som bör reduceras men dessa bör, enligt författarna, inte prioriteras lika högt på grund av att samtliga produkter smids och att smedjans ställtid är den längsta i flödet, bortsett från svarvningen. Ett arbete med SMED bör fortlöpa och behandla samtliga processer i fabriken för att ytterligare ta tillvara på fördelarna ställtidsreduktion medför.

Målet med SMED är att nå en ställtid på under 10 minuter. Fabriker som framgångsrikt arbetat med SMED har reducerat ställtider med upp till 94 % (SMED, n.d.). Även 5S leder till en reducerad ställtid. Författarna anser därför att det är rimligt att i ett framtida flöde, där arbete med både 5S och SMED har genomförts framgångsrikt, reducera samtliga ställtider med minst 50 %.



Figur 5.6. Bilden illustrerar den ställtidsreduktion som författarna anser vara möjlig i ett framtida flöde om arbete med 5S och SMED används

5.5 Lagerhållningssystemet

Under intervjuer med berörda operatörer har det framkommit att de upplever ett problem med att hitta rätt order i pallställagen. Detta upplevs som ett problem på samtliga lager och buffertar. Orsaken till att operatörerna behöver leta är för att det inte finns något system som talar om var en viss order eller material är placerat. I ett pallställage kan det finnas upp emot 150 st pallar och vissa av dessa är placerade högt upp vilket försämrar chansen att hitta en order ytterligare. I vissa fall hämtas inte samtliga artiklar ur en pall för vidare förädling. Detta gör att det faktiska antalet detaljer i en pall för en specifik order avviker från det antal som står på pallen.

För att göra det möjligt för operatörerna att snabbt hitta rätt order i pallställagen krävs det att varje lagringsplats i ställagen har ett unikt ID. Med hjälp av detta ID kan sedan olika metoder användas för att identifiera var pallen är placerad. För att undvika att problem uppstår på grund av avvikelser, mellan faktiskt antal och antal som står på pappret, krävs det att operatören registrerar att ett uttag har skett.

Genom att upprätta ett excel-dokument där varje pallplats är dokumenterad kan lagerhållningen hanteras på ett enklare sätt. Då en pall placeras i ett pallställage

registrerar operatören denna placering genom att lägga in order- och artikelnummer, samt antalet artiklar i lådan i excel-dokumentet under lagerplatsens ID. Samma gäller för uttag av pallar. Då raderas informationen i excel-dokumentet så att pallplatsen är registrerad som ledig. Denna registrering kan skötas på flera olika sätt.

Gunnebo kan använda sig utav papperskopior av excel-dokumentet så att operatörer som ska göra uttag från pallställagen hämtar en papperskopia för att se vart just deras pall är placerad. När operatören är färdig med bearbetning av artiklarna skriver denna ner antalet processade detaljer samt vart pallen har placerats efter användning och lämnar in det till planeringsavdelningen som då uppdaterar excel-dokumentet.

En alternativ lösning är att Gunnebo införskaffar en bärbar dator eller surfplatta till var och en av processerna. I affärssystemet finns troligen en lagerstyrningsmodul mot vilken samtliga av dessa datorer eller surfplattor kan kopplas upp mot. Operatören registrerar då digitalt sitt uttag direkt till affärssystemet. Ett digitaliserat system underlättar hanteringen av registreringen och operatörerna behöver inte hämta och lämna papper var dag. Den administrativa belastningen som tillkommer vid ett pappersburet lagerregistreringssystem skulle också försvinna. Att tillägg är även att en sådan investering har en högre initialkostnad än ett pappersburet system.

Ett än mer effektivt lagerhållningssystem är ett datoriserat lagerhållningssystem som bygger på att när ett uttag sker scannar operatören ordern och registrerar sedan uttaget i scannern som är kopplad till affärssystemet. Scannern kan till exempel vara en surfplatta med en applikation/programvara som kan genomföra scanning samt registrering av ordern till ett system. När en operatör skall hämta, en hel eller delar av, en order söker han/hon på ordern i affärssystemet och ser då direkt, med hjälp av numreringen på ställagen, var ordern är placerad. När en order skall lagerföras scannar operatören orderpappret och datorsystemet talar om var ordern skall placeras. Värt att tillägg är att ett sådant system har en betydligt högre investeringskostnad.

5.6 Standardiserat arbetssätt

I dagsläget i fabriken finns det processer som kräver god kunskap för att kunna utföra de ingående arbetsmomenten. Detta leder till att de operatörer som besitter kunskapen binds till de processer och möjligheten till arbetsrotation minskar. Enligt Fribergs modell får det en negativ effekt på arbetsmotivationen hos arbetarna (Linder, 2015). Det leder även till att när en operatör slutar på fabriken lämnar kunskapen fabriken och en ny upplärningsprocess med en ny person måste påbörjas (Olsson, 2015).

Om SOB (standardiserat operationsblad) för processerna inrättas medför det att upplärningsfasen blir kortare (Olsson, 2015). Det leder även enligt Bicheno et al., (2013) till att processtider och arbetsinsatser minskas och en maximering av säkerhet, kvalitet och produktivitet. Under framtagandet av standardiserat arbetssätt är det

viktigt att engagera operatörerna i processen då de har bäst kunskap om processerna. Bicheno et al., (2013) menar även att det är viktigt att engagera operatörerna, och inte påtvinga ett standardiserat arbetssätt uppifrån, för att undvika industrisabotage och frånvaro. Enligt Linder (2015) ökar även motivationen hos arbetarna när möjlighet ges till rotation bland arbetsuppgifter och ansvarsområden. SOB möjliggör ett införande av arbetsrotation i Gunnebos fabrik i Växjö då kunskapen om processen inte längre binds till ett fåtal operatörer. Gunnebo har idag variation och defekta produkter och, enligt Andersson (2013) kan, en korrekt implementering av SOB leda till minskad variation och minskat antal defekta produkter.

5.7 Inköp av verktygsstål

I Lascon där RLP, både bygel och hus, smids finns det utrymme för ett större verktyg. I dagsläget används ett verktyg som är 102mm tjockt. Verktyget kan omgraveras totalt 44mm och varje omgraving kräver cirka 1,5mm av materialet vilket medför att ett verktyg kan omgraveras totalt 30 ggr innan det måste bytas ut. Under 2015 genomfördes totalt 3st omgravingar för båda verktygen som används för smide av bygel och hus. Detta innebär att verktygen för RLP har en livslängd på 10 år förutsatt att produktionen av RLP alltid är densamma som för 2015. Leverantören av verktygsstål erbjuder ett verktygsstål på 125mm. Om ett byte till verktygsstålet på 125mm sker ökar livslängden till 15 år då fler omarbetningar per verktyg kan genomföras och därmed kan fler detaljer per verktyg smidas. Bytet medför en ökning med 5 år. Den extra kostnad och kostnaden för det kapital som binds genom att köpa tjockare verktygsstål är marginell gentemot den besparing som sker på grund av ökat antal detaljer som kan smidas per verktyg. Vid ett eventuellt byte till tjockare stål bör dock Gunnebo ha i åtanke att om 15 år kan RLP M8/M10-10 vara en utgången produkt samt möjligheten att investeringar i nya maskiner och tillverkningsmetoder kan ha gjorts.

Länken smids i Smeralen och maskinens begränsningar möjliggör utrymme för ett tjockare verktygsstål för att kunna smida fler detaljer per verktyg och därmed öka livslängden för verktyget.



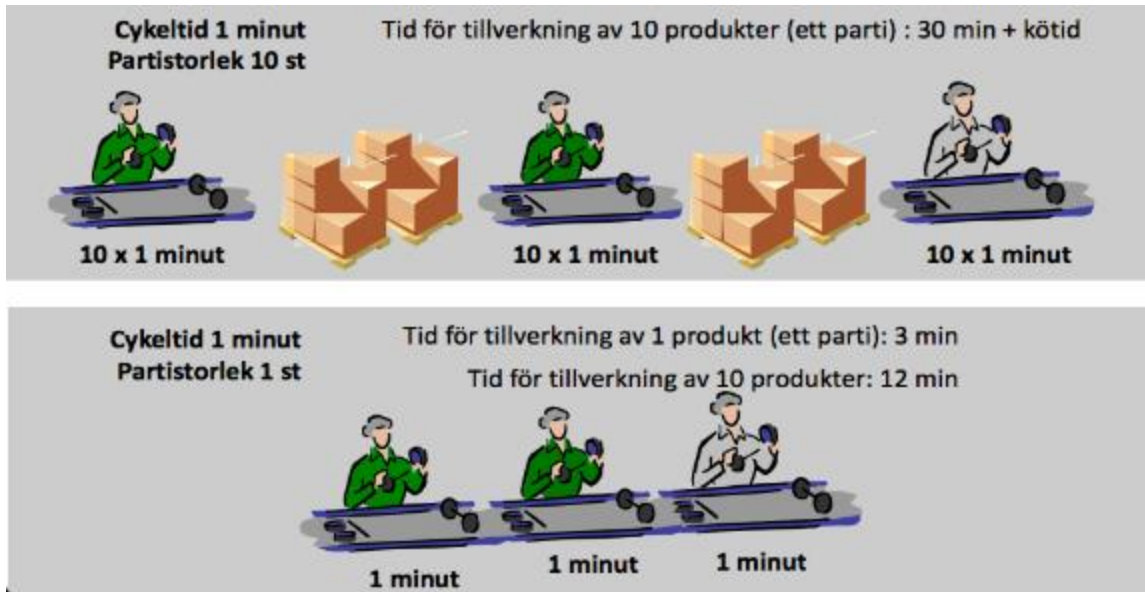
Figur 5.7. Bilden illustrerar en genomförd omgraving för de verktyg som används för smidet av Länk G-13-10

5.9 Flöde

Gunnebos enda kund är Central Warehouse (CW). CW beställer från Gunnebo när en beställningspunkt understigits vilket medför att Gunnebo enbart producerar när det finns ett uttalat behov. Enligt Bicheno et al. eliminerar det risken för överproduktion och möjliggör att snabbt och effektivt kunna förse kunden med efterfrågad kvantitet, kvalitet och vid rätt tidpunkt. När CW lagt en beställning startar en order från mellanlagret hos Gunnebo vilket innebär att mellan fabriken och CW är det ett pull-system. Internt på Gunnebos fabrik är det en kombination av pull-system och push-system, se bilagor A och C.

När en beställning placerats hos Gunnebo förädlas produkterna från mellanlagret och framåt. Produkterna *dras* alltså från mellanlagret men *trycks* sedan genom processerna. På analogt sätt fungerar det mellan råvarulager och mellanlager. På grund av den stora variantflora Gunnebo har är ett dragande system mellan samtliga processer inte att föredra. Ett genomgående pull-system medför att en buffert mellan processerna behövs och på grund av variantfloran skulle dessa buffertlager bli så stora att för stort kapital binds och för stora yta ockuperas.

Flöde är ett centralt begrepp inom lean och innebär strävan efter ett kontinuerligt flöde där produkter rör sig i jämn takt med efterfrågan och skall helst produceras en-styck. Ett enstycksflöde är dock omöjligt att implementera för Gunnebo då det finns maskiner som har för långa ställtider och är placerade för långt ifrån varandra. Vissa maskiner, så som hårdningen, tillåter enbart att en ny order förädlas då den pågående är klar. Produkter kan inte fyllas på kontinuerligt vilket omöjliggör införandet av ett enstycksflöde. Gunnebo bör sträva efter att nå ett mer kontinuerligt flöde då detta medför ett jämnare produktionsflöde, förbättrad kvalitet och minskad kostnad (Bicheno et al., 2013). Genom att arbeta med ställtidsreducering kan mer omställningar genomföras vilket innebär att mindre batchstorlekar kan användas. Att möjliggöra för produktion av mindre batchstorlekar för Gunnebo närmare ett kontinuerligt flöde vilket medför tidigare presenterade fördelar. Införandet av ett FIFO-system bidrar ytterligare till ett mer kontinuerligt flöde (Bicheno et al., 2013). Att skapa en FIFO-bana för processer istället för att ha en mellanliggande buffertpunkt medför reduceringar av ledtiden och en förenkling av produktionen.



Figur 5.8. Bilden illustrerar skillnaden i ledtider vid batchtillverkning vs. enstyckstillverkning (Olsson, 2015)

6 Slutsatser och rekommendation

På grund av att 5S är ett grundläggande och nödvändigt verktyg för att kunna dra nytta av fördelarna av andra lean-verktyg rekommenderar författarna att Gunnebo bör fortsätta att implementera 5S.

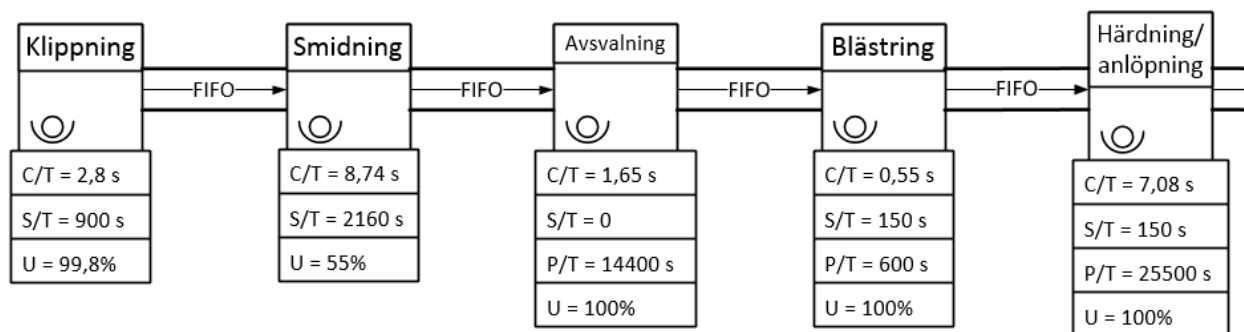
När ett fungerande 5S-system har implementerats kan övriga lean-verktyg så som standardiserat arbetssätt införas. Standardiserat arbetssätt rekommenderar författarna att Gunnebo inför då detta leder till minimerad processtid och arbetsinsats samt en maximering av säkerhet, kvalitet och produktivitet. Det eliminerar också risken att operatörerna skapar dåliga vanor. Vidare fördelar är att kunskapen om arbetssättet för en process inte försvinner om en operatör slutar och upplärningsprocessen vid nyanställning reduceras. SOB möjliggör även arbetsrotation vilket ökar arbetsmotivationen hos arbetarna.

Härddningen identifierades som en flaskhals men i dagsläget planeras inte produktionen efter denna vilket leder till överproduktion hos processer som inte är flaskhalsar. Genom att styra produktionen utifrån flaskhalsen kan smedjan minska sin produktionstakt. Den frigjorda kapaciteten kan användas till att genomföra fler omställningar vilket möjliggör produktion i mindre batchstorlekar. En minskning av batchstorlekar skapar ett mer kontinuerligt flöde vilket är önskvärt då det medför jämnare produktionsflöde, förbättrad kvalitet och minskad kostnad.

Författarna rekommenderar att smideskontrollen placeras före härddningen även för Länk G-13-10 så att omfattningen för ett eventuellt omarbete reduceras samt för att inte riskera att produktionens flaskhals, härddningen, kapacitet används för att producera detaljer som redan är defekta. Författarna anser att den regelbundna smideskontrollen bör genomföras oftare för att minimera antalet produkter som eventuellt måste genomgå omarbete om en defekt detalj skulle påträffas under produktion. Genom att genomföra denna kontroll var 10:e minut istället för var 30:e reduceras antalet möjliga produkter som måste genomgå omarbete från 180-360st till 60-120st.

De långa ställtiderna i smedjan i dagsläget tvingar Gunnebo att producera i stora batcher. Författarna anser därför att Gunnebo bör fokusera på att arbeta med SMED i smedjan då samtliga produkter som tillverkas i fabriken genomgår smide och smedjan har långa omställningstider. Vidare bör arbetet med SMED fortlöpa för samtliga processer men initialt bör fokus läggas på att minimera ställtiderna i smedjan. Ett framgångsrikt SMED-projekt, med kortare omställningstider som resultat, medför flexibilitet, kortare ledtid mot kund, lägre tillverkningskostnad, minskad kapitalbindning samt reducerade lagernivåer. Tillsammans med 5S och genom att planera produktionen efter flaskhalsar möjliggör både den frigjorda tiden och den minimerade ställtiden produktion i mindre batchstorlekar och fördelarna som det medför kan erhållas.

Före smedjan finns i dagsläget ett lager där produkter medvetet lagerhålls i drygt en vecka innan de planeras att genomgå smide. Förkapning av råmaterial finns det tre olika maskiner som kan nyttjas för analyserade produkter. Det medför en stabil och pålitlig försörjning av ämnen till smedjan. Smedjan är inte en flaskhals varför det inte är kritiskt att den, om det är materialbrist i buffertlagret, körs och framförhållningen kan därför reduceras. Författarna föreslår att Gunnebo redan i dagsläget minimerar denna framförhållning så att kapitalbindningen kan reduceras och yta frigöras. För att underlätta planeringen av smedjan kan lagret styras utifrån FIFO-principen. Det innebär att smedjan smider de detaljer som legat i buffertlagret längst. Ett sådant system medför att en order inte kan ligga i buffertlagret orimligt lång tid.



Figur 6.1. Figuren illustrerar hur rekommenderat FIFO-system ser ut för Länk G-13-10

I dagsläget har Gunnebo inte något effektivt lagerhållningssystem, pallställage saknar ID-nummer och när ett uttag från en pall tas registreras inte det. Det medför att operatörer ibland spenderar väldigt mycket tid till att leta efter en eftersökt pall och de vet inte heller hur många detaljer som faktiskt ligger i en pall. Författarna föreslår tre olika lagerhållningssystem där vardera kräver olika investeringskostnader. Det första och det som kräver minst investering är att upprätthålla ett excel-dokument som sedan skrivs ut och när ett uttag har skett skriver operatören det på arket. Ett liknande system fast med datorer som är uppkopplade mot affärssystemet kan implementeras, dock än mer kostsamt. En dator placeras vid varje process som operatören kan använda för att uppdatera kvantiteten i en pall. Det tredje, mest effektiva men samtidigt det med högst investeringskostnad, är ett system där operatören scannar en streckkod på en pall och sedan registrerar uttaget direkt i scannern eller en enhet som är kopplat till scannern. Oavsett vilken lagerhållningssystem Gunnebo föredrar så rekommenderar författarna att Gunnebo uppdaterar sitt nuvarande lagerhållningssystem. Det som bör styra valet är den investeringskostnad som Gunnebo är villiga att lägga på ett nytt lagerhållningssystem.

De nuvarande verktygen som smider RLP-bygel och RLP-hus är 102 mm tjockt och kan smida 2500 detaljer innan det måste genomgå omgravning. I Lascon finns det möjlighet att smida med ett tjockare verktyg varför författarna rekommenderar att

Gunnebo köper in det tjockare verktygsstålet, på 125 mm, som leverantören erbjuder. En sådan förändring leder till 50% ökad livslängd. Den extra kostnad och kostnaden för det kapital som binds genom att köpa tjockare verktygsstål är marginell gentemot den besparing som sker på grund av ökat antal detaljer som kan smidas per verktyg.

Gunnebo har en avtalad leveranstid på 28 kalenderdagar till kund vilket motsvarar 20-22 arbetsdagar. Mellanlagret måste placeras så att den avtalade leveranstiden kan hållas men för att minska lagernivåerna och kapitalbindningen bör mellanlagret placeras så långt bak i förädlingskedjan som möjligt. I dagsläget är hårdningen en flaskhals och för att alltid utnyttja dess kapacitet måste mellanlagret placeras efter denna process. För Länk G-13-10 möjliggör dess avropskvantitet en eliminering av mellanlagret då hårdningens kapacitet utnyttjas maximalt vid en sådan orderstorlek och den totala ledtiden är lägre än den avtalade leveranstiden. För RLP-bygeln anser författarna att mellanlagret, som är placerat efter lackering, kan förflyttas så att det är placerat efter hårdningen. För RLP-hus finner författarna ingen förbättringsmöjlighet på grund av den långa och varierande ledtid vid extern bearbetning.

Mellanlagren har flyttats så långt bak i flödet som författarna anser vara möjligt och från dessa mellanlager görs uttag av operatörer vid behov. Att material endast plockas från mellanlagret vid ett uttalat behov gör mellanlagret till en supermarket och ett dragande system erhålls.

Med hjälp av rekommendationerna ovan har ett framtida tillstånd konstruerats, se figur 7.1 och figur 7.2. För att enkelt få en uppfattning om vad som har förändrats kan en jämförelse göras mellan kartan för det nuvarande tillståndet, se bilagor B och D, och kartan för det framtida flödet, se bilagor C och E. Med hjälp av dessa förbättringsförslag har ledtiden reducerats för Länk G-13-10 från 36,5 dagar till 15 dagar och för RLP M8/M10-10 reducerats från 118,5 dagar till 16 dagar. Värt att poängteras är att för RLP ligger, i dagsläget, materialet i råvarulager i 71 dagar. Tiden som produkterna ligger i råvarulager anser författarna kunna minimeras till 5 dagar med ett ändrat avtal med leverantör där möjlighet finns att köpa mindre batcher. De långa ledtiderna består nästan uteslutande av kötid. Denna kötid är något som kan minimeras genom god planering. Författarna anser att om samtliga förbättringsförslag som presenteras i detta ex-jobb implementeras kommer planeringen kunna skötas på sådant sätt att kötiden framför en process maximalt behöver vara två dagar. Vid processer som idag har överkapacitet har författarna gjort ett antagande om att ordrar maximalt behöver köa en dag eller inte alls.

7 Diskussion

I det framtida tillståndet finns det inte en kötid, bortsett från råvarulagret, som är över två dagar. Det bygger på att samtliga produkter körs enligt FIFO och produkter ska därför inte behöva köa längre än nödvändigt. Att börja styra lager och buffertar enligt FIFO-principen är något som Gunnebo kan implementera i dagsläget utan påverka den pågående driften avsevärt.

I slutsatser och rekommendation rekommenderar författarna att inhandla råmaterial i mindre batcher. Innan en sådan förändring sker bör Gunnebo beräkna ekonomisk orderkvantitet för samtliga råmaterial så att rätt lagernivåer hålls.

Gunnebo köper in råmaterial som kan användas till flera olika produkter. Det gjorde det problematiskt att veta hur ledtiden i råvarulagret skulle beräknas. Efter diskussion valdes den ledtid från det att material levererats till lagret till det att ett uttag för vår produkt skett. Det kan bli missvisande eftersom materialet som levererades kan ha används till andra produkter. För att beräkna hur mycket råmaterial det fanns till produkterna som detta ex-jobb behandlar beräknades den andel av det befintliga råmaterialet som användes till produkterna föregående år. En annan metod för att erhålla ledtiden i råvarulagret hade varit att dividera detta antal produkter med genomsnittlig efterfrågan. Författarna anser att den första metoden är mest korrekt eftersom det är den tid materialet faktiskt ligger i råvarulagret.

Ställtidsreduceringen som författarna presenterar i kartorna över de framtida tillstånden, se bilagor B och C, bygger på att Gunnebo har arbetat med 5S och SMED ett längre tag och framgångsrikt. En ställtid på enbart minuter i smedjan kan kännas orimligt låg i dagsläget men det skall inte glömmas bort att målet med SMED är att erhålla en ställtid på under 10 minuter samt att detta framtida tillstånd inte är aktuellt om någon månad utan snarare om några år. Utöver SMED bidrar 5S med ställtidsreducering och om Gunnebo fortsätter sin 5S-implementering och gör det framgångsrikt kommer de se att även utan något SMED-projekt så kommer ställtiderna att reduceras. Sådana små förändringar bidrar med att en ställtid på 20 minuter i smedjan inte längre känns lika avlägsen och omöjlig.

Verktygsbyte är något Gunnebo bör överse för samtliga produkter där möjlighet ges till användningen av ett tjockare verktygsstål. Leverantörens utbud bör granskas för att se vilka möjligheter som finns för varje verktyg och en kostnadskalkyl bör upprättas för att se vilken besparing detta genererar. Författarna rekommenderar alltså inte Gunnebo att enbart byta verktygsstål för RLP-hus och RLP-bygel utan Gunnebo rekommenderas att granska sitt val av verktygsstål för att se vilka kostnadsmissiga besparingar som kan genomföras.

Rekommendationerna präglas av att härdningen i dagsläget är en flaskhals i de flöden som analyserades. Mellanlagrets placering hade, sett till avtalad leveranstid, kunnat

placeras ännu tidigare i flödet om inte härdningen vore en flaskhals. Dimensioneringen av kanban hade sett annorlunda ut om inte begränsningen på minst 1000 enheter per lastbärare hade existerat för att utnyttja härdningens kapacitet maximalt. Härdningen kommer dock inte nödvändigtvis alltid vara en flaskhals i produktionen. Gunnebo bör arbeta med att effektivisera härdningen, så denna inte längre är en flaskhals, då den begränsar produktionen. Arbetet med att identifiera och eliminera flaskhalsar är något som bör ske konstant. Då härdningen inte längre är en flaskhals uppstår nya möjligheter gällande kanban och mellanlagrets placering.

Den stora variantfloran försvårar även arbetet med att ge förbättringsförslag som går att införa direkt då hänsyn måste tas till hur samtliga produktvarianter och processer påverkas av förändringen. Exempelvis FIFO fungerar inte om inte samtliga produktvarianter använder sig utav detta sätt att lagrhålla material och styra lagren mellan processerna. Före införandet av de förbättringsförslag som författarna rekommenderar bör en analys genomföras av hur övriga produkter påverkas.

På grund av de långa ledtiderna i fabriken var det omöjligt för författarna att kunna följa med en produkt genom hela flödet. Författarna försökte i bästa möjliga mån mäta cykeltider själva men där det inte fanns möjlighet valdes att kolla på den data som fanns från föregående order. Detta gjorde att en blandning av faktiskt uppmätt data och registrerad data för en annan order användes till kartan för det nuvarande och framtida tillståndet. Författarna ansåg att det mest korrekta var att blanda dessa eftersom de uppmätta cykeltiderna var de mest aktuella när ex-jobbet genomfördes. De uppmätta cykeltiderna stämde bra överens med registrerade cykeltider för senaste order i Axxos vilket ökar pålitligheten för cykeltiderna som hämtades från Axxos. Värt att poängtera är också att cykeltiderna, vare sig hämtade från Axxos eller om de är uppmätta, inte påverkar utformningen av det framtida flödet.

Arbetet med värdeflödesanalys bygger på en ögonblicksbild över hur det ser ut just nu. Det medför att värdeflödeskartan kan bli missvisande på grund av att abnormaliteter registreras istället för det som vanligtvis sker.

Författarna undersökte hur implementeringen av ett kanbansystem för RLP skulle kunna se ut. I dagsläget måste planeringsavdelningen för mellanlagret beställa 1000st produkter åt gången för att utnyttja härdningens flaskhals maximalt. Då verktyget kan smida 2500st åt gången medför en batchstorlek om 1000st att verktygets kapacitet endast utnyttjas till 80%. Införandet av ett kanbansystem med 500st enheter per lastbärare hade optimerat verktygets kapacitet men hade inneburit en buffert före flaskhalsen där material eventuellt hade lagerhållits längre perioder p.g.a den låga efterfrågan av RLP. Varför författarna valde att inte ta med detta förslag är för att en omställningsreducering som möjliggör för produktion av 500st enheter åt gången i smedjan inte anses vara rimlig i det framtida tillståndet som presenteras. I det framtida tillståndet har en ställtidsreducering på 50 % genomförts. Det anses inte vara en tillräcklig reduktion för att gå från att tillverka 2500 produkter åt gången till 500st åt

gången. I ett ännu senare framtida läge där ställtider har reducerats så kraftigt att produktion i så små batcher är möjlig kan en eventuell kanban-implementering övervägas.

Syftet med ex-jobbet var att identifiera slöserier i informations- och materialflödet för Länk G-13-10 och RLP M8/M10 - 10 och ta fram förbättringsförslag för att eliminera dessa och det anser författarna är uppfyllt.

Referenser

Andersson, C. (2013). *What Is a Standard Operating Procedure?*

<https://www.bizmanualz.com/save-time-writing-procedures/what-are-policies-and-procedures-sop.html>

Hämtad: 2016-04-26

Bicheno, J., Holweg, M., Anhede, P., Hillberg, J. (2013). *Ny verktygslåda för Lean - Filosofi, transformation, metoder och verktyg*

Black, J. (2008). *Lean Production - Implementing a World-Class System*

Braun, P., Kessiakoff, R. (2005). *Utmåna dina processer! Resurseffektiva tankesätt och principer - en introduktion till Lean produktion*

Denscombe, M. 2009. *Forskningshandboken - för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*

Earlet, T. (U.D). *Creating your Ideal and Future State Value Stream Map: Why do we need an Ideal State VSM*. Hämtad från:

<http://leanmanufacturingtools.org/598/creating-your-ideal-and-future-state-value-stream-map/>

Hämtad: 2016-04-26

Forsberg, R. (2014). *Logistikprocesser för en effektiv försörjningskedja*. Hämtad från: (<http://pure.ltu.se/portal/files/157577/Logistikprocesser.pdf>).

Hämtad: 2016-04-24

Chapman, C. (2005). *Clean House With Lean 5S*. Hämtad från:

http://www.ame.org/sites/default/files/qrl_docs/Clean%20House%20with%205S%20%20ORubio_0.pdf

Hämtad: 2016-04-26

Gunneboindustries. (2009). Rotating lifting point RLP.

Hämtad från: <http://www.gunneboindustries.com/Lifting/Products/Lifting-Points/Lifting-Points/Rotating-lifting-point-RLP-GrabiQ/>

Hämtad: 2016-06-01

Gunneboindustries. (2009). Coupling link G GrabiQ

Hämtad från: <http://www.gunneboindustries.com/Lifting/Products/Lifting-Components---GrabiQ/Couplers/Coupling-link-G-GrabiQ/>

Hämtad: 2016-06-01

Henry, J. (2013). *Achieving Lean Changeover: Putting SMED to work*. Hämtad från: <http://library.books24x7.com.proxy.lib.chalmers.se/toc.aspx?site=Y7V97&bookid=51893>

Hämtad: 2016-04-24

Hoshino, S., Naka, Y., Ota, J., Seki, H. (2010). Multirobot Coordination for Flexible Batch Manufacturing Systems Experiencing Bottlenecks. *IEEE transactions on automation science and engineering*, 7(4), 887-901. Hämtad från: <http://ieeexplore.ieee.org.proxy.lib.chalmers.se/stamp/stamp.jsp?tp=&number=5471093&tag=1>

Hämtad: 2016-04-24

Jonsson, P., Mattsson, S-A. (2010). *Logistik - Läran om effektiva materialflöden*.

Kaizen Institue (n.d.). *SMED (Single Minute Exchange of Die)*. Hämtad från: <https://www.kaizen.com/knowledge-center/smed.html>

Hämtad: 2016-04-18

Lean Production (n.d.). *SMED (Single-Minute Exchange of Dies): What is SMED?*. Hämtad från: <http://www.leanproduction.com/smed.html>

Hämtad: 2016-04-18

Liker, J. K. (2004). *Toyota way: 14 Management Principles from the world's Greatest Manufacturer*.

Liker, J. K., Meier, D. (2006). *Toyota Way Fieldbook*.

Li, L., Chang, Q., Ni, J. (2009) *Data driven bottleneck detection of manufacturing systems*, International Journal of Production Research, 47:18, 5019-5036, DOI: 10.1080/00207540701881860. Hämtad från: <http://dx.doi.org/10.1080/00207540701881860>

Hämtad: 2016-04-28

Lindér, Jan. 2015. *Kompendium - Integrerad Produktionsorganisation*.

Mattsson, S-A. (2004). *Logistik - termer och begrepp*.

Mattsson, S-A. (2014). *Säkerhetslager i kanbansystem*.

Medbo, P. (2015). *Dragande system och kanban* (PowerPoint slides). Hämtad från:

<https://pingpong.chalmers.se/courseId/5522/node.do?id=2509509&ts=1442818842152&u=118711137>

Hämtad: 2016-05-10

Mälardalens Högskola. 2016. *Primära och sekundära data*. Hämtad från: <http://www.mdh.se/student/minastudier/examensarbete/omraden/metoddoktorn/soka-information/primara-och-sekundara-data-1.27203>

Hämtad: 2016-05-08

Nicholas, J., Soni, A. (2006). *The Portal to Lean Production - Principles and Practices for Doing More with Less*

Olsson, P. (2013). *Snabba omställningar* (PowerPoint slides). Hämtad från: <https://pingpong.chalmers.se/courseId/5522/node.do?id=2482930&ts=1441701034231&u=118711137>

Hämtad: 2016-05-10

Olsson, P. (2015). *Stabilitet och standard - 5S, Standardiserat arbetssätt, Visuell styrning, Daglig styrning* (PowerPoint slides). Hämtad från: <https://pingpong.chalmers.se/courseId/5522/node.do?id=2479818&ts=1441568249600&u=118711137>

Hämtad: 2016-05-10

Olsson, P. (2015). *Strategier och principer för Lean produktion* (PowerPoint slides). Hämtad från: <https://pingpong.chalmers.se/courseId/5522/node.do?id=2456052&ts=1440964391341&u=118711137>

Hämtad: 2016-05-10

Roser, C. (2013). *Measuring bottlenecks*. Av Christoph Roser på AllAboutLean.com under den fria licensen CC-BY-SA 4.0. Hämtad från: <http://www.allaboutlean.com/use-ooe/>.

Hämtad: 2016-05-02

Rother, M., Shook, J. (2005). *Lära sig se: Att kartlägga och förbättra värdeflöden för att skapa mervärden och eliminera slöseri*. Brooklin: The Lean Enterprise Institute.

Shigeo, S. (1981). *Study of Toyota Production System*

Shigeo, S. (1984). *Den japanska produktionsfilosofin*

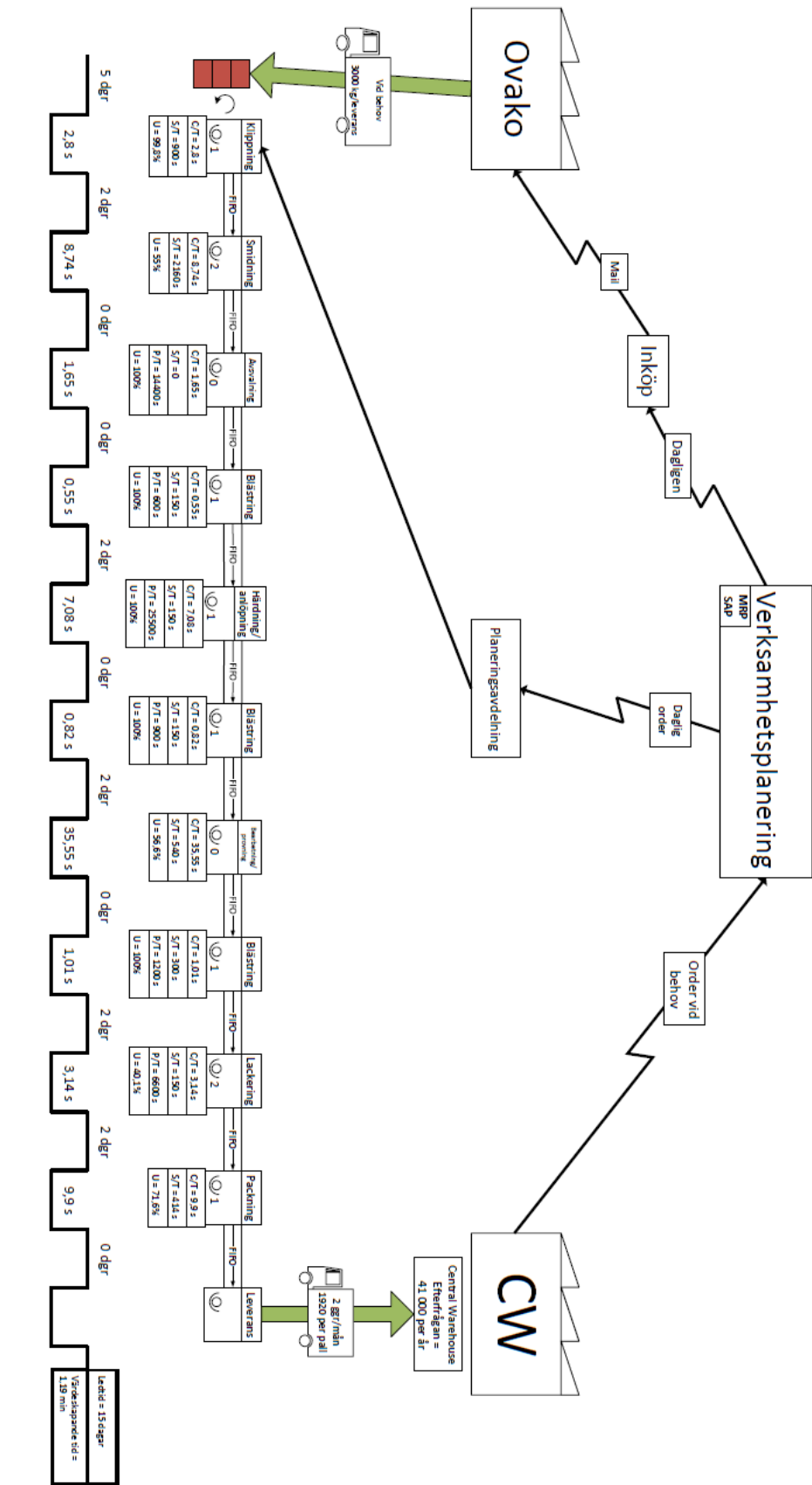
Svenska Produktionsakademien. (2008). *Svensk produktionsforskning 2020: Strategisk Forskningsagenda*. Hämtad från http://www.produktionsakademien.com/Forskningsstrategi_files/svensk_produktionsforskning_2020_2.pdf
Hämtad: 2016-05-08

Womack, J P. & Jones, D T. (2003). *Lean Thinking, Free Press Business, London*

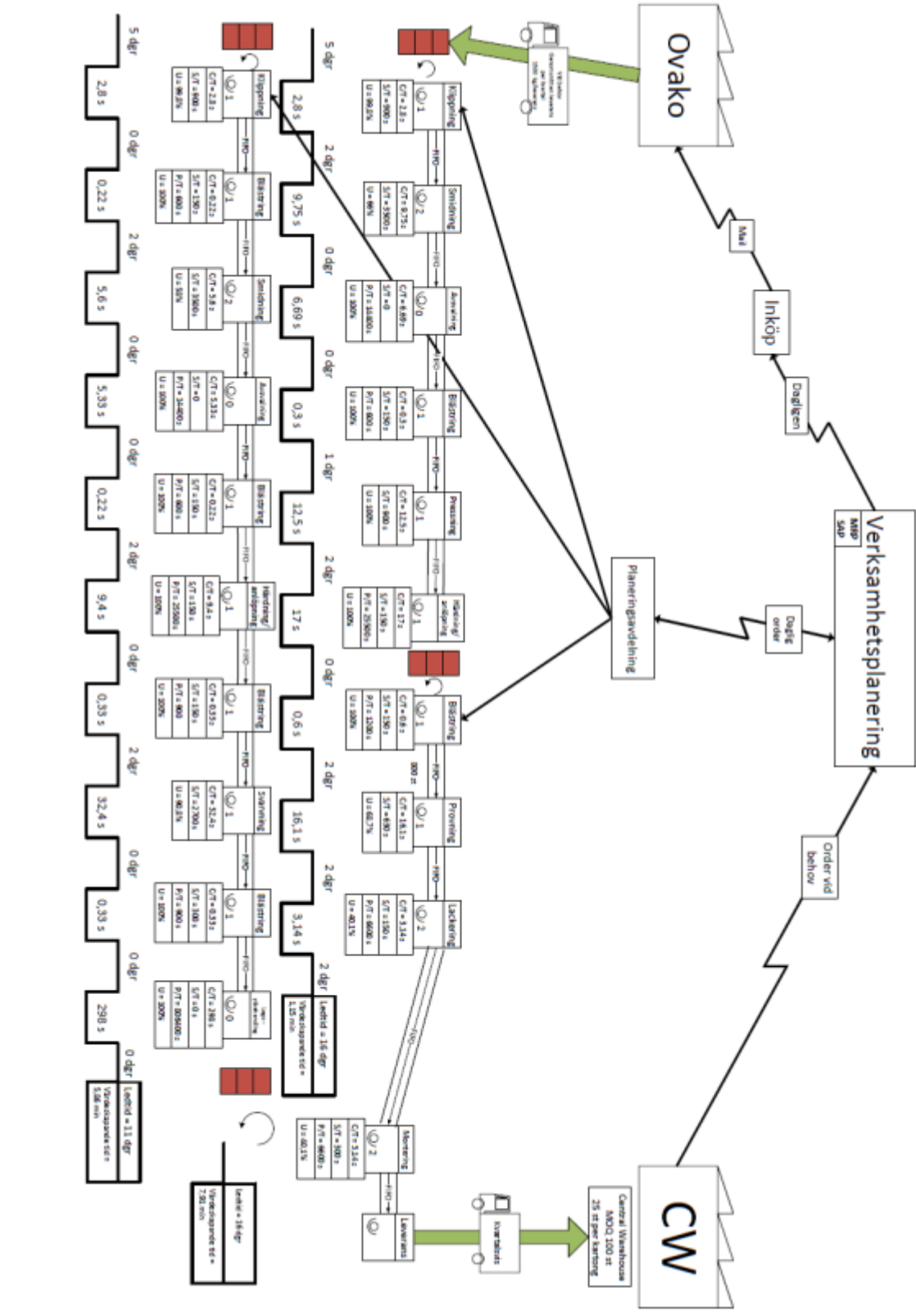
Muntliga källor

Lundkvist, Per	Arbetsledare
Sjögren, Andreas	Arbetsledare
Mattson, Peter	Planering Smide
Fredriksson, Titti	Planering berarbetning
Torstensson, Henrik	Skiftledare
Agnér, Torbjörn	Samordnare verktyg
Malmström, Max	Operatör
Grenander, Per	Operatör hård
Baard, Stefan	Operatör svarv
Ekpendu, Abraham	Operatör svarv
Flood, Therese	Planering
Borglund, Mikael	Operatör kap
Granlund, Lars-Göran	Tekniker
Johansson, Lars-Erik	Operatör lackering
Krueziu, Fevsi	Operatör packning

Bilaga B



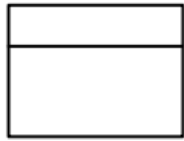
Bilaga D



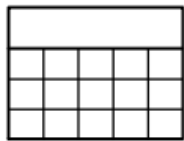
Bilaga F



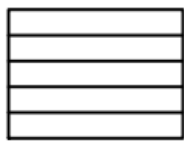
Företag



Process, aktivitet



Process i delad resurs



Faktaruta



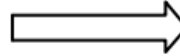
Personal
(2 personer)



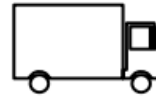
Lager, buffert



Säkerhetslager



Produktflöde



Lastbilstärnsport



Push, tryckande flöde



Pull, dragande flöde



Supermarket



Först in först ut,
Kontinuerligt flöde



Manuell info



Elektronisk info



Titta-efter-planering