



**INSTITUTIONEN FÖR TEKNIK OCH BYGGD MILJÖ**

Effektiv Planering enligt Lean Production  
– *En fallstudie på Sandvik Mining Construction*

*Anna-Lena Karls*

*Linda Höglund*

Juni 2008

**Industriell Ekonomi**  
**Examinator: John Lindgren**





## Förord

Detta arbete är utfört under våren 2008, på Sandvik Mining Construction i Sandviken, på skarvborrsverkstaden. Uppsatsen motsvarar 10 veckors arbete och utgör vårt examensarbete som motsvarar 15 poäng på C-nivå för kandidatexamen inom Industriell Ekonomi på Högskolan i Gävle.

Vi vill med detta förord även passa på att tacka alla de som på ett eller annat sätt stöttat oss och tålmodigt svarat på våra, många gånger, oräkneliga frågor. Framförallt vill vi tacka Otto Montell som varit vår handledare på företaget. Även Roland Östblom, Ronald Robles, Bo Gällstedt, Jani Kuja-Halkola och Bertil Norgren på Sandvik Mining and Construction har varit till mycket stor hjälp under denna studie. Vidare vill vi även tacka John Lindgren från United Logistics Group som tagit sig tid att coacha oss genom hela den process som detta varit.

Anna-Lena Karls

Linda Höglund

## **Abstract**

Due to a constantly increasing competitive pressure it is of great importance to constantly strive for improvements in order to gain competitive advantages. Lean Production is a concept that has been introduced with the aim to minimize waste and increase profitability. The purpose of this report is therefore to investigate how to perform effective planning according to the principles of Lean Production, in companies with customer exclusive products, through a case study at Sandvik Mining and Construction (SMC), and to investigate how SMC can improve their planning of drifting rods at the production unit in Sandviken.

The study started by creating a theoretical framework, to describe the subject planning and planning based on Lean Production. This framework constituted the base for the case study which took place at Sandvik Mining and Construction, and also for the model and planning tool that has been introduced.

The result of the study is partly a general model with factors that contribute to a more effective planning. These factors have been identified as SMED, which focuses on reducing set up times and in the end to facilitate the planning. With the assistance of the Pareto rule the amount of items can be grouped together and by that simplify production planning. By using the EOQ, optimized order quantities can be calculated, and thereby simplify for production planning. Even the degree of customer order management is something that affects how the planning can be managed as a high degree of customer order management can simplify for the decision making regarding which product should be produced, however the time through production can increase. Sequencing is another method that simplifies the planning, as an already predetermined production order shall be produced. The most essential factor is however the motivation of the employees, as this forms the base to be able to make other changes and implement them. Altogether these factors are closely connected to each other and working actively with these can contribute with a simplified planning procedure.

From without this a tool has been presented in order to simplify the planning of drifting rods at Sandvik Mining and Construction. Through this tool SMC can create a smoother flow through production, a smoother work load, a smoother machine load in the different assembly lines, and in the end reduced adjustment times within the forging press.

## Sammanfattning

I dagens allt mer konkurrensutsatta samhälle är det av största vikt att hela tiden sträva efter förbättringar för att på så sätt vinna konkurrensfördelar. Lean Production är ett koncept som tagits fram med syftet att minimera slöseri och på så sätt öka lönsamheten. Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur en effektiv planering enligt Lean's principer kan bedrivas och tillämpas för verksamheter med kundunika produkter genom en fallstudie på Sandvik Mining and Construction (SMC), samt undersöka hur SMC kan förbättra sin planering av drifterstänger vid produktionsenheten i Sandviken.

Studien startade med att skapa en teoretisk referensram, för att beskriva ämnet planering och planering utifrån Lean Production. Denna referensram låg sedan tillgrund för den fallstudie som utfördes på Sandvik Mining Construction samt även för den modell och det verktyg som tagits fram.

Resultatet av studien är dels en generell modell med faktorer som bidrar till en effektivare planering. Dessa faktorer har identifierats som SMED, vilken fokuserar på att minimera ställtider och på så sätt underlätta för planeringen. Med hjälp av paretoregeln kan antalet artiklar grupperas och genom detta förenkla produktionsplaneringen. Genom att räkna ut ekonomiska orderkvantiteter kan optimala orderstorlekar tas fram och därmed underlätta för planeringen. Även graden av kundorderstyrning är något som påverkar hur planeringen kan hanteras, då hög grad av kundorderstyrning underlättar för beslutsfattande gällande vilken produkt som skall produceras, däremot kan genomloppstiden öka. Sekvensering är en annan metod som underlättar för planeringen, då en redan förutbestämd produktionsordning skall köras. Den mest väsentliga faktorn är dock medarbetarnas motivation, då denna ligger till grund för att kunna genomföra de övriga. Samtliga faktorer har starka samband och ett aktivt arbete med dessa kan bidra till att planeringsarbetet förenklas.

Utifrån detta har ett verktyg tagits fram för att underlätta för planeringen av drifterstänger hos Sandvik Mining Construction, i Sandviken. Genom detta verktyg kan SMC skapa ett jämnare flöde genom produktionen, en jämnare arbetsbelastning, de får en jämnare beläggning på de olika tillverkningslinjerna, samt färre omställ inom smidespressen.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	2
1.3	UPPSATSENS FORTSATTAS DISPOSITION	2
<b>2</b>	<b>TEORETISK REFERENS RAM</b>	<b>4</b>
2.1	VAD ÄR LEAN PRODUCTION?	4
2.2	HUVUDPRINCIPER INOM LEAN	6
2.2.1	<i>Filosofi</i>	6
2.2.2	<i>Processer</i>	6
2.2.3	<i>Anställda och partners</i>	9
2.2.4	<i>Problemlösning</i>	9
2.3	METODER INOM LEAN KONCEPTET	11
2.3.1	<i>5 S</i>	11
2.3.2	<i>SMED</i>	11
2.4	PLANERING OCH STYRNING	12
2.4.1	<i>Principer för Produktionsplanering</i>	13
2.4.1.1	Arbetsledarstyrd körplanering	13
2.4.1.2	Generella prioriteringsregler	13
2.4.1.3	Planeringsbaserade prioriteringsregler	14
2.4.2	<i>Traditionell planering</i>	14
2.4.3	<i>Cyklisk planering</i>	15
2.4.3.1	Paretoregeln	15
2.4.4	<i>Sekvensering</i>	16
2.4.5	<i>OPT/TOC</i>	16
2.4.6	<i>Planering enligt Lean</i>	17
2.4.6.1	Kanban	19
2.5	FLÖDESANALYS	20
<b>3</b>	<b>MODELL FÖR EFFEKTIV PLANERING</b>	<b>22</b>
3.1	FAKTORER INOM MODELLEN	23
<b>4</b>	<b>METOD</b>	<b>25</b>
4.1	FALLSTUDIE OCH JÄMFÖRELSE MED LITTERATUR	25
4.2	SYNSÄTT I STUDIEN	26
4.2.1	<i>Genomförande</i>	26
4.2.1.1	Observationer	27
4.2.1.2	Intervjuer	28
4.2.1.3	Dokument	29
4.3	KVANTITATIV ELLER KVALITATIV STUDIE	30

4.4	RELIABILITET, VALIDITET, GENERALISERBARHET .....	31
<b>5</b>	<b>EMPIRISK PRESENTATION.....</b>	<b>33</b>
5.1	SANDVIK MINING CONSTRUCTION.....	33
5.1.1	<i>Produkter</i> .....	34
5.1.2	<i>Nuläge</i> .....	35
5.1.2.1	Produkternas flöde.....	37
5.1.2.2	Informationsflöde .....	41
<b>6</b>	<b>DISKUSSION OCH ANALYS .....</b>	<b>44</b>
6.1	LEAN PRODUCTION.....	44
6.1.1	<i>Filosofi</i> .....	45
6.1.2	<i>Processer</i> .....	45
6.1.3	<i>Pull istället för Push</i> .....	47
6.1.4	<i>5 S</i> .....	47
6.2	MODELL FÖR ATT EFFEKTIVISERA PLANERINGEN.....	48
6.2.1	<i>Planering</i> .....	49
6.2.1.1	Planering enligt Lean Production .....	49
6.2.1.2	Traditionell planering .....	50
6.2.1.3	Cyklisk planering.....	50
6.2.1.4	OPT/TOC .....	51
6.2.1.5	Principer för produktionsplanering.....	51
6.2.2	<i>SMED</i> .....	52
6.2.3	<i>Grad av kundorderstyrning</i> .....	52
6.2.4	<i>Sekvensering</i> .....	53
6.2.5	<i>Ekonomiska orderkvantiteter</i> .....	54
6.2.6	<i>Paretoregeln</i> .....	54
6.2.7	<i>Personlig motivering</i> .....	54
6.3	VERKTYGET FÖR FÖRENKLING AV PLANERINGEN .....	57
6.3.1	<i>Räkneexempel</i> .....	58
6.3.2	<i>Användningsområde</i> .....	60
<b>7</b>	<b>SLUTSATS.....</b>	<b>63</b>
7.1	EFFEKTIV PLANERING ENLIGT LEAN PRODUKTION .....	63
7.2	FÖRBÄTTRING AV PLANERINGEN FÖR DRIFTERSTÄNGER.....	65
7.3	FÖRSLAG TILL FÖRBÄTTRINGAR HOS SMC .....	66
7.4	FÖRSLAG TILL FORTSATTA STUDIER .....	66



## FIGURFÖRTECKNING

Figur 1, Egen bearbetning av produktionsplanen i Toyotasystemet (Shingo, S., 1984 s 119).....	18
Figur 2, Produktionsbeordring i ett Kanbansystem jämfört med traditionell beordring. Källa: Egen bearbetning av Bonney, M. C. <i>et al</i> (1999) .....	19
Figur 3, Modell för effektiva omställ. Källa: Egen bearbetning .....	22
Figur 4, forskningsprocessens olika faser. Källa: Egen bearbetning från Remenyi et al (2005) .....	25
Figur 5, Affärsområden inom Sandvik-koncernen, Källa: egen bearbetning från <a href="http://www.sandvik.se">www.sandvik.se</a> .....	33
Figur 6, organisationsschema. Källa egen bearbetning av information från Sandviks intranät.....	34
Figur 7, drifterstång. Källa: Presentationsmaterial från SMC .....	34
Figur 8, Skarvstång. Källa: Presentationsmaterial från SMC.....	35
Figur 9, MF-stång. Källa: Presentationsmaterial från SMC.....	35
Figur 10, Flödesschema enligt kartläggning utförd av SMC. Källa: Internt presentationsmaterial från Otto Montell.....	37
Figur 11, Flödeskartläggning av produktflödet inom de olika T-linjerna. Källa: Egen tolkning av verkligt flöde .....	39
Figur 12, Underlag för körschema. Källa: Flödeschef för värmebehandlingen. ....	40
Figur 13, Produktionssekvenser för värmebehandlingen. Källa: Verktyg framtaget av Otto Montell, Projektledare, SMC.....	41
Figur 14, Informationsflödet kring orderhantering. Källa: Egen tolkning av verkligt flöde .....	41
Figur 15, egen tolkning av planeringen av order genom smidespressen. Källa: Intern orderhistorik .....	43
Figur 16, Modell för effektiva omställ. Källa: Egen bearbetning .....	48
Figur 17, Verktyg för planering av smidespressen. Källa: Egen bearbetning.....	61

# 1 Inledning

*I detta kapitel kommer vi att presentera bakgrunden till denna studie samt dess syfte. Vidare kommer även en kort beskrivning av studiens fortsatta disposition att lämnas.*

## 1.1 Bakgrund

I dagens allt mer konkurrensutsatta samhälle är det av största vikt att hela tiden sträva efter förbättringar för att på så sätt vinna fördelar gentemot sina konkurrenter. Lean Production är ett koncept som tagits fram med syftet att minimera slöseri och på så sätt öka lönsamheten. Konceptet härstammar från Toyota i Japan och har funnits sedan andra världskrigets slut då Toyotas grundare Kiichiro Toyoda, gav sin fabrikschef Taiichi Ohno i uppdrag att förbättra företagets produktivitet. Den senare nämnda upptäckte vid ett studiebesök på Ford i USA att löpandebandet principen hade stora brister, och utvecklade därefter Toyota Production System (Womack, J., *et al*, 1990). Trots att flera japanska företag använder sig av liknande principer, är det Toyotas produktionssystem som blivit känt i västvärlden, främst under namnet Lean Production eller resurssnål produktion (Sandkull, B., och Johansson, J., 2000, Womack, J., *et al* 1990).

Konceptet Lean Production utvecklas ständigt och allt fler företag och organisationer väljer att starta en implementering i hopp om att uppnå bättre kvalitet, resultat och motivation bland medarbetarna. Martínez Sánchez och Pérez Pérez (2001) hävdar att anledningen till konceptets popularitet är de empiriska bevis som pekar på den ökade konkurrenskraft ett produktionssystem enligt Lean Production medför. De hävdar vidare att de huvudsakliga anledningarna till att implementera Lean Production är att öka produktiviteten, korta ledtider<sup>1</sup>, minska kostnader samt förbättra kvaliteten.

Ett företag som på olika sätt har arbetat med Lean Production är Sandvik Mining Construction (SMC). SMC har tidigare varit organiserat utefter produktion/produkt och för att stå sig starkare i den allt hårdare konkurrensen ska man nu organiseras för att ha fokus på kunden. Det är inte längre en produkt som skall säljas, utan lösningar, därför ställs allt högre krav på ökad produktivitet, större flexibilitet samt högre kompetens.

---

<sup>1</sup> Ledtid – Tiden från order till leverans. (Aronsson, H *et al*, 2004)

För att lyckas med detta, krävs att företaget utnyttjar sina resurser på ett effektivt sätt. Utifrån detta är Lean Production ett mycket intressant koncept för SMC.

## **1.2 Syfte**

Det övergripande syftet med denna rapport är därför att undersöka hur en effektiv planering enligt Lean's principer kan bedrivas och tillämpas för verksamheter med kundunika produkter, genom en fallstudie på SMC. Ett delsyfte är även att undersöka hur SMC kan förbättra sin planering av drifterstänger vid produktionsenheten i Sandviken.

## **1.3 Uppsatsens fortsatta disposition**

Kapitel 2,

**Teoretisk referensram:** I detta kapitel ges en översiktlig presentation av Lean Production och dess innebörd. En genomgång görs även gällande de verktyg och hjälpmedel som kan användas för en enklare produktionsplanering för att åstadkomma en effektivare produktion. En presentation kommer även att göras av ett mer traditionellt sätt att planera produktionen, för att senare kunna jämföras med en planering enligt Lean Production.

Kapitel 3,

**Modell för effektiva omställ:** I detta kapitel presenteras den modell som tagits fram utifrån den teori som studerats.

Kapitel 4,

**Metod:** I detta kapitel kommer en redogörelse av den valda metoden lämnas. En utförlig beskrivning av studiens genomförande presenteras samt även olika kvalitetskriterier och hur de har påverkat studien.

Kapitel 5,

**Empiri:** Detta kapitel inleds med en översiktlig presentation av Sandvik Mining Construction. Därefter lämnas en nulägesrapport, där deras nuvarande planeringsarbete samt material- och informationsflöde presenteras.

Kapitel 6,

Analys och diskussion: I detta kapitel kommer rapportens empiriska och teoretiska material att diskuteras och jämföras med varandra. Ett förslag till planeringsverktyg kommer även lämnas.

Kapitel 7,

Slutsats: Detta kapitel innehåller de slutsatser som dragits utifrån det material som presenterats i kapitel sex. Kapitlet avslutas med förslag till fortsatta studier.

Källförteckning: Här anges de referenser som använts i studien.

## 2 Teoretisk referensram

*I detta kapitel presenteras konceptet Lean Production. En presentation görs även av de principer Lean Production är uppbyggt kring samt grundläggande filosofier. En genomgång kommer även att ske av hur planering kan genomföras på olika sätt samt de vanligaste verktygen och metoderna för en effektivisering av denna.*

### 2.1 Vad är Lean Production?

I bakgrunden diskuterade vi både Toyota Production System och Lean Production. Shah och Ward (2007) har identifierat flera likheter mellan Lean Production och Toyota Production System, och därmed funnit att dessa två kan likställas med varandra. Vi kommer därför att använda benämningen Lean Production i fortsättningen, för att minska risken för sammanblandning.

Enligt Shah och Ward (2007) beskrivs Lean Production vanligen utifrån två synsätt, det filosofiska och det praktiska. Det filosofiska synsättet beskriver guidande principer samt övergripande mål, medan det praktiska synsättet fokuserar på sättet att styra verksamheten samt verktyg eller tekniker för detta. Utifrån detta kan Martínez Sánchez och Pérez Pérez (2001) synsätt tolkas som både filosofiskt och praktiskt, då de hävdar att Lean Production är ett konceptuellt ramverk som baseras på ett antal principer och tekniker. Womack *et al* (1990) och Shingo (1984) rör sig inom det praktiska synsättet då de beskriver teamarbete, bättre kommunikation samt arbetet med ständiga förbättringar som huvudprinciper inom konceptet, där själva grundtanken är att eliminera allt slöseri.

Bhasin och Burcher (2006), Aronsson *et al* (2004) och Shingo (1984) har alla definierat källor till slöseri på samma sätt, det vill säga överproduktion, väntan, transporter, felaktig tillverkning, onödiga lager, onödiga rörelser samt felaktiga produkter. Liker (2004) har dessutom definierat outnyttjad kreativitet som en källa till slöseri. Det vill säga, slöseri är allt som kräver resurser men inte genererar något värde för kunden. Aronsson, *et al.* (2004) definierar värdet som hur mycket kunden är beredd att betala för en vara och låta detta vara ett riktmärke för hur mycket kostnader varan max kan bära. Att skapa värde genom hela kedjan samt att ha helhetssyn och ett processororienterat arbetssätt är även något som poängteras av Womack, J., *et al* (2004).

För att eliminera slöseri i största möjliga mån har filosofin JIT – *Just In Time* vuxit fram. JIT kan beskrivas som en filosofi vilken går ut på att tillhandahålla rätt produkt i rätt antal vid rätt tidpunkt, varken för tidigt eller för sent (Olhager, J. 2000). Shingo (1984) hävdar även att all tillverkning skall vara tidsmässigt välplanerat. Med detta menar han att:

*”Produktionen skall ske exakt i rätt tid och varje process skall försörjas med rätt detalj i rätt kvantitet, vid exakt rätt tidpunkt.”*

Buckley (1993) beskriver JIT som ett produktionssystem som erbjuder stor kontroll med relativt enkla medel. Syftet är enligt honom att producera produkter alldeles innan de säljs, samt delmonteras exakt i rätt tid för att monteras till en slutprodukt, detta för att produkten skall vara aktiv så länge som möjligt inom processen. Sandkull och Johansson (2000) beskriver JIT som en princip där flödet skall vara så effektivt att mellanlager blir onödiga. PIA – produkter i arbete, definieras av Aronsson et al, (2004) som det material som befinner sig inne i en produktionsprocess, det vill säga det material som antingen bearbetas eller befinner sig i produktionens buffertlager. Inom JIT är idealet enligt Sandkull och Johansson (2000) att ha ett så aktivt PIA som möjligt, det vill säga, produkterna skall befinna sig i produktionen och inte i buffertlagren. Ett sätt att uppnå denna princip är att använda sig av Kanban, vilket beskrivs ytterligare i avsnitt 2.1.12.1, på sidan 26.

Då en central del inom Leankonceptet är att arbeta kundfokuserat, innebär detta bland annat att endast färdigställa de produkter som det finns ett faktiskt behov av. Genom att skapa ett effektivt sug efter produkter inom flödet, ska processen starta med en verklig kundorder. Därefter sker ett ”sug” bakåt i processen, och ett behov skapas vartefter hos de övriga stationerna, vilket även kan benämnas som *Pull*. Detta resulterar i att inga onödiga överlager bildas och därmed elimineras även slöseriet. Att arbeta enligt denna princip kan benämnas som att ha ett flödesorienterat arbetssätt. Motsatsen till detta sätt är att producera efter prognoser som baserats på historiska fakta, vilket kan benämnas som ett funktionsorienterat arbetssätt (Aronsson, H., *et al.* 2004).

Den grundläggande tanken som hela konceptet baseras på är enligt Liker (2004), att basera besluten på ett långsiktigt tänkande oavsett om de kortsiktiga ekonomiska målen påverkas negativt.

## 2.2 Huvudprinciper inom Lean

För en lyckad implementering av konceptet krävs en medvetenhet om de olika huvudprinciper som ligger till grund för det. Enligt Liker (2004) är antalet principer tretton, och kan delas in i fyra olika kategorier: filosofi, processer, anställda och partners, problemlösning, vilka förklaras närmare under nästkommande rubriker.

### 2.2.1 Filosofi

1. *Basera beslut på långsiktigt tänkande, även om det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål.*

Den första principen syftar till att både tjäna pengar i närtid men även för att kunna investera för framtiden och på så sätt bidra till samhället. Detta generar i sin tur att personalen känner ett större engagemang för sina arbetsuppgifter i och med detta, då de bidrar till en förbättring i samhället och därför inte enbart arbetar för att tjäna pengar. Toyota är mycket kostnadseffektiva men strävar däremot inte enbart med att ständigt sänka sina kostnader. De vill i stället uppnå en anställningstrygghet bland sina anställda eftersom deras filosofi är att ta ett så stort samhällsansvar som möjligt (Liker, J., 2004).

Även Stewart, P., (1998) poängterar Toyotas arbetssätt att skapa ett större samhällsansvar, genom att förespråka ett arbete som skall ske mer effektivt, inte hårdare. Därmed blir uppsägningar automatiskt ej nödvändiga. Detta genererar en anställningstrygghet som är något som alltid eftersträvas inom konceptet. Individen känner sig säker i sin anställning och jobbar mer effektivt vilket i slutändan genererar högre kvalitet, lägre priser för kunden samt ökad lönsamhet för företaget. Vilket i sin tur leder till ännu mer motiverade medarbetare genom ökade resurser och en god cirkel har startat (Stewart, P., 1998). Sandkull och Johansson (2000) påpekar att detta sätt att ta samhällsansvar är något som skiljer företag i Japan åt från företag i övriga världen.

### 2.2.2 Processer

2. *Skapa processflöden som för upp problem till ytan.*

Liker, J., (2004) anser att för att arbeta så resurssnålt som möjligt, är ett steg på vägen att eliminera allt onödigt slöseri. Detta sker främst genom att anpassa produktionen

och tillverka en produkt det vill säga ha ett enstycksflöde, överallt där det är möjligt då detta kortar produktionsledtiden, höjer kvaliteten samt sänker kostnaderna. Fördelen med att arbeta på detta sätt är att fel och brister snabbt kan uppdagas och åtgärdas. Även Womack, J., *et al* (2004) hävdar att det är mycket väsentligt att kartlägga flöden för att synliggöra eventuella flaskhalsar och problem samt eliminera dessa.

Detta arbetssätt skapar även delaktighet bland de anställda då det kräver att alla berörda löser de problem som uppstår. Målet är att producera små serier, processteg placerade i anslutning till varandra samt små strategiska buffertlager. I och med att alla fel och brister genast visualiseras och åtgärdas sker automatiskt ett ständigt förbättringsarbete (Liker, J., 2004).

### *3. Låt efterfrågan styra, undvik överproduktion.*

Den tredje principen strävar efter att eliminera lager så att de blir så små som möjligt och tillverkning skall ske efter vilka behov kunden har, det vill säga kundens behov styr produktionen. Detta medför att inga onödiga överlager genereras då lager anses som slöseri. Att helt reducera bort alla lager är inte realistiskt då det alltid sker oförutsedda händelser i en produktion. Därför bör små förråd finnas mellan varje processteg för att enkelt kunna fyllas på då behov uppstår hos nästa processteg, till exempel genom ett Kanbansystem (Liker, J., 2004). Att skapa ett ”sug” efter produkten i nästa förädlingssteg är även något som Blücher, D., (2004) förespråkar. Detta förklaras närmare under avsnitt 2.4.1.

### *4. Jämna ut arbetsbelastningen.*

Kundernas behov kan variera stort och för att undvika hög och låg arbetsbelastning är en utjämning av denna mycket viktig och är därmed även en grundläggande princip. För att lyckas jämna ut arbetsbelastningen krävs ett snitt över alla order under en viss period för att veta hur mycket som bör produceras varje dag. På så sätt undviks både uppgångar och nedgångar i efterfrågan eftersom produktionsmixen ser lika ut varje dag. Genom att arbeta på detta sätt blir både kvaliteten högre samtidigt som leveranstiderna kortas (Liker, J., 2004). Även Womack *et al* (1990) menar att en sådan utjämning är något som kännetecknar Lean Production.

### *5. Stoppa processen om så behövs för att lösa problem, så att kvaliteten blir rätt från början.*



Enligt denna princip är det mycket viktigt att lösa problem direkt när de uppstår. Detta görs genom att en signal ges, vilket tyder på att ett problem finns och behöver lösas. Processen stoppas och de små buffertlagren mellan stationerna används under tiden problemet blir löst. Att förenkla produktionen så mycket som möjligt är också något som ständigt ligger i fokus. Detta för att i största möjliga mån undvika att operatören gör fel. När ett fel uppstår används även frågan ”varför?” fem gånger, för att på så sätt hitta en rotorsak till problemet. Det är även viktigt att alla tar ansvar för kvaliteten då detta är det som genererar ett värde för kunden, och i och med detta även intäkter för företaget, vilket på sikt gör att de anställda kan behålla jobben (Liker, J., 2004). Även Blücher, D., (2004) poängterar vikten av att fokusera på kvalitet och ständiga förbättringar. Också han hävdar att produktionen skall stoppas omedelbart om ett fel uppstår och problemet åtgärdas från grunden innan produktionen får fortsätta.

6. *Standardiserade uppgifter är en bas för ständiga förbättringar och för personalens delaktighet.*

Ständiga förbättringar det vill säga *kaizen* har hög prioritet inom Leankonceptet. För att främja detta krävs standardisering av arbetssätt vilket anses som en förutsättning för att de skall kunna förbättras. För att utveckla en så bra standard som möjligt är den anställda med och utformar nya samt förbättrar de redan befintliga. Detta på grund av att de anställda är de som har mest kunskap om hur arbetet fungerar och hur man förbättrar på bästa sätt (Liker, J., 2004).

7. *Kontrollera visuellt så att inga problem förblir dolda.*

För att synliggöra eventuella problem förespråkar Lean metoden 5S, vilken vi kommer att förklara närmare under avsnitt 2.4.2 . Metoden delas in i fem olika steg och går i princip ut på att hålla ordning på sin arbetsplats samt utveckla regler och system för att hantera detta. Metoden bidrar till att göra arbetsplatsen mer lättöverskådlig och därmed även en förenkling av hur arbetsuppgiften skall lösas (Liker, J., 2004).

8. *Använd bara pålitlig, väl utprovad teknik som passar personalen och processerna.*

När det gäller ny teknik bör utrustningen prövas för att se om den tillför något värde till processen samt stödjer konceptets grundläggande principer. En utvärdering sker där alla berörda parter medverkar för att på så sätt ta del av allas synpunkter och

samtidigt skapa engagemang. Genom att engagera de anställda minskar även motståndet när förändringar skall genomföras (Liker, J., 2004).

### 2.2.3 Anställda och partners

9. *Odlad ledare som verkligen förstår arbetet, lever efter Toyotas filosofi och lär andra göra det samma.*

Rekrytering av ledare bör ske internt då det krävs att personen i fråga följer filosofin samt är mycket insatta i hur arbetet ser ut i produktionen. Ledaren skall även ansvara för att sprida företagets kultur vidare i organisationen samtidigt som fokus även ligger på de anställdas säkerhet och hälsa. Vidare skall ledaren uppmuntra eget beslutsfattande, engagemang och utveckling hos medarbetarna samtidigt som han/hon stödjer och guidar dem genom sina egna förkunskaper om arbetet (Liker, J., 2004).

10. *Utveckla människor och grupper som följer företagets filosofi.*

Genom att arbeta i grupper ökar individen sin motivation, detta på grund av att alla inom gruppen har sin egen kompetens som de bidrar med. Kompetensen och individens egenskaper är därför något som värdesätts mycket högt hos Toyota. För att kunna stödja sina medarbetare vid eventuella problem är det av största vikt att chefen är närvarande så mycket möjligt i största möjliga mån (Liker, J., 2004).

11. *Respektera partners och leverantörer genom att utmana dem och hjälpa dem att bli bättre.*

När det gäller samarbetspartners är målet att exempelvis leverantörer till Toyota skall bli lika resurssnåla som dem själva. Detta sker genom att arbeta mot gemensamma mål samtidigt som relationen dem emellan är mycket god. När en ny leverantör introduceras hos Toyota får de endast små volymer till dess att de bevisat att de kan producera effektivt och den kvalitet som förväntas av dem (Liker, J., 2004).

### 2.2.4 Problemlösning

12. *Gå och se med egna ögon för att förstå situationen ordentligt.*

För att lösa de problem som uppstår på bästa sätt är det en oskriven lag att alltid gå ut i produktionen för att se med egna ögon vad problemet är. Att vara prestigelös som ledare är mycket viktigt, att ta av sig kavajen och själv gå ut i produktionen hör till vardagen och är naturligt. Dock behöver inte alltid chefen vara den som går ut i

produktionen då det ibland kan vara en tidsfråga. Vid sådana situationer bör underliggande personal rapportera dagligen de händelser som kan anses vara viktiga (Liker, J., 2004).

*13. Fatta beslut långsamt och i samförstånd, genomför dem snabbt.*

Att fatta rätt beslut på rätt sätt, är något som är mycket viktigt och därför även får ta den tid som krävs. Alla synpunkter tas med i beräkningarna både från externa och interna intressenter, en situation där alla vinner på beslutet eftersträvas i största möjliga mån (Liker, J., 2004).

*14. Bli en lärande organisation genom att oförtröttligt reflektera och ständigt förbättra.*

För att bygga en lärande organisation krävs ständiga små förbättringar. Dessa små förbättringar baseras på självkritik, reflektion och viljan att alltid bli bättre vilket också är roten till ständiga förbättringar - Kaizen. Kaizen är det japanska uttrycket för ständiga förbättringar och är ett centralt inslag i Lean Production. Synsättet innebär att många små ständiga förbättringar oftast leder till en sammanslagen större förbättring. Genomförandet av en enskild stor förbättring kräver en viss förankring innan den kan anses som lyckad vilket medför att det i slutändan krävs mer resurser samt är betydligt svårare än vid små förbättringar (Olhager, J., 2000). Bergman & Klefsjö (1995) beskriver Kaizen som en filosofi där kunden alltid står i fokus med hjälp av ett processorienterat arbetssätt. Även de enskilda individernas engagemang har mycket högt fokus inom ständiga förbättringar och genom att ta tillvara på den kunskap och erfarenhet som de besitter underlättas förbättringsarbetet. Även Imai (1991) betonar vikten av allas engagemang i Kaizen inom en organisation. Det är lika viktigt att högsta ledningen som övriga medarbetare är insatta i förbättringsarbetet och bidrar till den ständigt pågående processen. Ett steg på vägen med ständiga förbättringar är som även tidigare nämnts, metoden att fem gånger ställa frågan varför?, för att på så sätt komma till rätta med rotorsaken till problemet (Liker, J., 2004).

## 2.3 Metoder inom Lean konceptet

För att lyckas med konceptet Lean, krävs engagemang och lagarbete. Detta tillsammans med standardiseringar och stabilitet fungerar som en plattform till JIT- just in time, som tillsammans med kvalitet är grundstenarna inom Lean. (Shingo, S., 1984), (Aronsson, H., *et. al.* 2004).

### 2.3.1 5 S

Även 5S kan beskrivas som en metod som fokuserar på att eliminera slöseri genom att hålla ordning och reda på sin arbetsplats. De 5S: en är japanska och står för: Disciplin, organisera, var sak på sin plats, städa, standardisera. Syftet med dessa fem S är att genom enkla regler uppmuntra individer till en mer välstädd och organiserad arbetsplats för att på så sätt synliggöra problem och eliminera dem från början. (Takashi, O., 2003). Även Liker, J., (2004) definierar 5S som ett system för att skapa ordning och reda på sin arbetsplats för att därigenom eliminera slöseri. Han delar in dessa i följande ordning:

1. Seiri (sortering) – Genomgång av arbetsplatsen bör ske och allt som inte behövs bör man göra sig av med. Detta för att enklare kunna sortera och skapa ordning.
2. Seiton (ordning) – Allt bör ha sin egen plats.
3. Seiso (renlighet) – Genom att hålla rent kan problem lättare synliggöras och därmed undviks kvalitetsbrister och maskinhaverier.
4. Seiketsu (regler) - System och metoder bör utvecklas för att steg 1-3 skall kunna övervakas.
5. Shitsuke (självdisciplin) – Låt ordningen på arbetsplatsen vara en löpande process av ständiga förbättringar (Liker, J., 2004).

### 2.3.2 SMED

SMED – ("single digit-minute Exchange of Die") utvecklades av Shigeo Shingo i Japan (Shingo, S., 1984) som en metod vilken kan användas för att reducera ställtider<sup>2</sup> inom produktionsprocessen. Shingo (1984) tar även upp två typer av ställtid: IED det vill säga inre – den tid det tar att utföra ett arbete som måste göras medan maskinen står still, samt

---

<sup>2</sup> Ställtid – Den tid det tar att ställa om en maskin från en produkt till en annan (Olhager, J., 2000)

OED det vill säga yttre – det som kan utföras under tiden maskinen är i gång. Han anser även att metodens utveckling kan delas in i fyra olika steg:

*Steg 1.* Innebär utgångsläget där både IED och OED förekommer och tiden då maskinen står stilla är lång.

*Steg 2.* Identifiera och separera IED och OED genom att införa checklistor för förberedelser. OED skall alltid genomföras när maskinen går, vilket bör resultera i en reduktion av den totala ställtiden med upp till 50 %.

*Steg 3.* Omvandla IED till OED genom att förändra det som utförs medan maskinen står stilla till att kunna utföras medan den går.

*Steg 4.* Eliminera justering, infästning genom att förbättra justeringsoperationerna samt standardisera processerna.

Något som även poängteras är att göra verkstadsarbetarna medvetna och visualisera förslaget på hur ställtiden kan reduceras. Detta förslag presenteras av Shingo (1984) och Segerstedt (1999) som en detaljerad checklista, *se bilaga 2*, där konkreta tips på hur ställtider kan reduceras ges. Detta för att skapa en större förståelse samt minska motståndet mot de förändringar som SMED medför (S., 1984) (Liker, J., 2004).

## **2.4 Planering och styrning**

Enligt Olhager (2000) kan planering beskrivas som att de övergripande målen med planering och styrning av ett företags verksamhet bör vara:

- Hög leveransservice genom korta och säkra leveranstider.
- Låga tillverkningskostnader genom högt och jämnt resursutnyttjande.
- Låga kostnader för kapitalbindning i förråd, produkter i arbete och färdigvarulager genom kort genomloppstid eller liggtid i förråd, produktion och lager.

Dock är sällan verkligheten anpassad för dessa mål, utan avvägningar måste ständigt göras gällande vad som är viktigast för stunden. De grundläggande besluten gällande planering av material och produktion blir därför gällande:

- Vad skall tillverkas?
- Hur mycket skall tillverkas?
- När skall tillverkning ske?
- Vilka resurser skall utnyttjas?

Ett sätt att förenkla dessa beslut är att bland annat använda sig av uträkningen för optimal orderkvantitet även kallad *Wilsonformeln*, vilken kan illustreras som  $\sqrt{\frac{2KD}{H}}$  där,  
K = Efterfrågan per enhet,  
O = Ordersärkostnad per ordertillfälle,  
H = Lagerhållningssärkostnad per tidsenhet och enhet.

Dock kräver denna formel att leverans av hela orderkvantiteten sker på en gång och att priset per enhet inte påverkas av antalet samt att brister ej förekommer. Denna formel är vanligt förekommande inom industrin idag och kan med fördel lagras i affärssystem vilket gör det enkelt att uppdatera orderkvantiteter beroende på om till exempel behoven ökar eller minskar (Jonsson & Mattson 2005)

## 2.4.1 Principer för Produktionsplanering

Ett av de största problemen med produktionsplanering är att de order som skall omsättas till produkter skall hanteras i en lämplig följd, med hänsyn taget till leveranstider och genomloppstider. För att underlätta för detta har Mattsson och Jonsson (2003) presenterat tre olika principiella planeringsmetoder.

### 2.4.1.1 Arbetsledarstyrd körplanering

Denna planering innebär att operatören eller arbetsledaren på den aktuella verkstaden själva sköter all prioritering av utsläppta order. Detta innebär att verkstadsnära faktorer såsom hänsyn till ställtider och prestationslöner kan bli avgörande för hur den operativa personalen väljer att prioritera i vilken följd de olika produkterna ska produceras. Nackdelen med att planera på detta sätt kan vara att produktionsordningen kan brista i kopplingen till hur det verkliga materialbehovet ser ut. (Mattsson, S-A., Jonsson, P., 2003).

### 2.4.1.2 Generella prioriteringsregler

Även denna typ av planering innebär att operatören eller arbetsledaren, med hjälp av generella prioriteringsregler, själva prioriterar i vilken följd de olika produkterna ska tillverkas. Skillnaden ligger i att inom denna typ av planering har den enskilde operatören eller arbetsledaren ett antal generella prioriteringsregler att följa. Med sådana prioriteringsregler menas regler som kan utnyttjas genom orderbunden information.

Exempel på sådan information kan vara störst ordervärde, kortast operationstid, först in – först ut och lägst ordernummer först. Planering enligt denna typ är enkel att använda och ställer inga krav på att planeringsinformation ska överföras till verkstaden då endast orderbunden information används. (Mattsson, S-A., Jonsson, P., 2003)

#### 2.4.1.3 Planeringsbaserade prioriteringsregler

Även inom denna typ av planering är det operatör eller arbetsledare som gör den slutliga prioriteringen gällande i vilken följd de olika produkterna ska tillverkas. Däremot används andra prioriteringsregler inom denna typ, jämfört med de tidigare nämnda. Här styr regler gällande den aktuella planeringssituationen, så som planerade start-/färdigtidpunkter för order respektive operationer. Då denna planeringstyp styrs av förutsättningarna för det aktuella läget vid tillfället då verkstaden får kännedom om ordern, finns en större likhet mellan vad som tillverkas och vad som behöver utföras enligt den föreliggande materialplaneringen. Ytterligare en fördel med denna typ av planering är att informationen endast behöver kommuniceras till verkstaden vid orderutsläpp<sup>3</sup>. (Mattsson, S-A., Jonsson, P., 2003)

### 2.4.2 Traditionell planering

Att planera produktionen enligt traditionella västerländska metoder, betyder ofta att planeringen utgår från historiska data, där prognoser sätts upp för kommande perioder. Denna typ av planering sker ofta i tre steg (Aronsson *et al*, 2004):

- **Huvudplanering:** Har som syfte att säkerställa att tillräcklig kapacitet finns tillgänglig, för att lyckas med detta krävs det i regel en planeringshorisont som sträcker sig lite längre framåt i tiden. Här sker endast en övergripande planering gällande kommande produktionsvolymen.
- **Behovsplanering:** Under denna planering skall material för kommande behov beställas, när detta måste göras beror till stor del på den leveranstid de olika materialen har från leverantör.
- **Detaljplaneringen:** Avser att jämna ut produktionen för att undvika onödiga toppar och dalar inom produktionen. Denna planering sker därför på kortare sikt, det vill säga vid timmar eller dagar kvar till produktionstillfället.  
Frågeställningar inom denna typ av planering blir därför *Vilka maskiner skall*

---

<sup>3</sup> Orderutsläpp – inträffar när planering släpper en order till verkstaden, för tillverkning (Jonsson, P., Mattsson S-A., 2005).

*användas, när ska produktionen starta, vilken personal behövs.* I och med att varje order måste planeras i detalj för att få så högt utnyttjande som möjligt måste även ett beslut fattas gällande i vilken ordning olika order skall produceras.

Det som beskrivits ovan kan även kallas för tryckstyrning eller Push, vilket innebär att samtliga stationer inom ett flöde producerar mot prognoser. *Se figur 2.* (Aronsson *et al*, 2004).

### 2.4.3 Cyklisk planering

Segerstedt (1999) beskriver cyklisk planering som en planeringsmetod där både material och produktion kombineras. Det som kännetecknar denna typ av planering är främst att produktionen sker efter ett förutbestämt tidsintervall. Vanligtvis delas året in i olika perioder så kallade produktionscykler och alla produkter som är inplanerade i detta intervall återkommer ständigt med samma ordning och intervall. Vidare hävdar han även att de artiklar som har högt volymvärde bör tillverkas med en högre frekvens än de som har en låg total volym. De fördelar en cyklisk produktion för med sig är främst att genomloppstiden kortas, ställtider minskar samt att planeringsarbetet blir mer effektivt. Genom en cyklisk planering jämnas även materialflödet vid de olika arbetsstationerna ut vilket även innebär kortare kötider. Då ställtider ofta är beroende av vilken ordning produkter tillverkas är det mest logiskt att producera de med kort ställtid efter varandra (Segerstedt 1999).

Även Olhager (2000) benämner cyklisk planering på liknande vis och poängterar även vikten av att utgå från kapaciteten hos den begränsande operationen. Vidare hävdar även han att syftet med att planera på detta vis är att kontrollera och styra köbildningar genom att skapa konstanta ankomstintervall av produkter vid varje operation. Detta genererar även större kontroll över kapitalbindning, lagernivåer samt PIA. För att kunna använda sig av cyklisk planering krävs dock att artiklarna grupperas och som grund till detta kan Paretoregeln användas.

#### 2.4.3.1 Paretoregeln

Olhager (2000) benämner Paretoregeln som ett verktyg som kan användas vid analysering av en produktflora. Analysen kan innefatta volymer, volymvärde, täcktid, behovsfrekvens eller någon annan faktor som kan anses intressant att klassificera utefter. Meningen med



att klassificera produkter är att identifiera likheter och på så sätt gruppera ihop artiklar för att kunna behandla dem mest effektivt. Vanligast är dock att en gruppering efter volymvärde sker, vilket innebär att förbrukningen multipliceras med värdet. Detta brukar visa att en liten del av ett företags produkter står för en stor del av omsättningen och att ett stort antal produkter står för en liten del av omsättningen. Denna regel brukar även benämnas som 80/20 regeln vilket till exempel innebär att 80 % av artiklarna står för 20 % av omsättningen (Olhager 2000) (Jonsson & Mattsson 2005).

#### 2.4.4 Sekvensering

Enligt Olhager (2000) är sekvensering, det sätt ett företag väljer producera sina produkter utifrån förutbestämda sekvenser/ordningsföljd. Sekvensering av order sker i regel vid köbildning i en specifik maskin och prioriteringsordningen kan därför variera beroende på vilka kriterier som är avgörande. Sådana kriterier kan till exempel vara att minimera ordarnas genomsnittliga genomloppstid, minimera maximal genomloppstid och minimera total produktionstid. För att kunna uppfylla kriteriet om att minimera den totala produktionstiden uppfylls även alla andra kriterier, så länge det inte förekommer så kallade sekvensberoende ställtider. Detta innebär att ställtiden mellan order beror på i vilken följd de bearbetas.

#### 2.4.5 OPT/TOC

OPT/TOC *Optimized Production Technology* kan benämnas som en metod för att styra en kritisk resurs<sup>4</sup>. Enligt Olhager (2000) skall detta dock inte förväxlas med flaskhalsar som kan vara flera eller inga alls och en kritisk resurs är en resurs som ej behöver vara överbelagd i en produktionskedja. I systemet OPT/TOC ingår två komponenter, principer för hur flaskhalsar bör hanteras samt nio regler för OPT/TOC (*se bilaga 3*). Tankesättet går ut på att flaskhalsarna begränsar produktionsflödet och bör därför utnyttjas till 100 %. När det gäller omställningstiderna i maskinerna blir det dock mycket kostsamt för de som utnyttjas till 100 %, då tanken är att maskinen aldrig skall stå stilla. Enligt tankesättet är varje timme som går förlorad i en flaskhals omöjlig att hämta igen. Däremot i de maskiner som ej anses som flaskhalsar kan omställningar utföras gratis då de i vilket fall

---

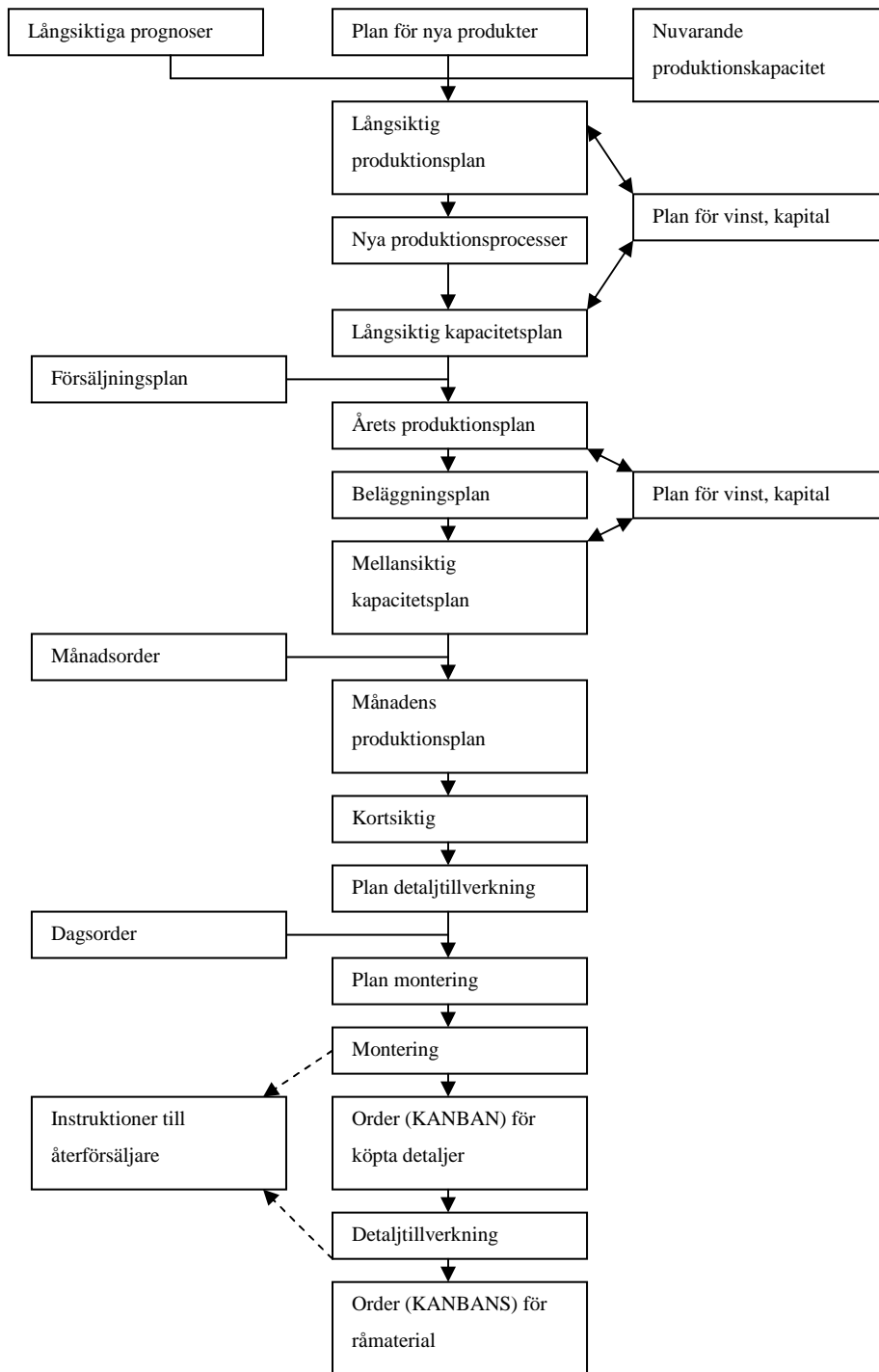
<sup>4</sup> Kritisk resurs kan definieras som den resurs som är begränsande i en produktionskedja och därmed stoppar upp materialflödet (Olhager 2000).

står stilla. Det optimala är därför att producera många produkter med samma operationer i flaskhalsarna medan det i de övriga maskinerna kan ställas om mellan flera produkter.

## 2.4.6 Planering enligt Lean

Enligt Shingo (1984) är nyckelord inom Lean Production *lagerfri tillverkning* vilket förutsätter *just-in-time*, låga ställkostnader, nollfel och så vidare. För att lyckas med planeringen krävs därför att ha en väl utformad tid- och beläggningsplan. Tidplanen syftar till när den specifika operationen ska göras och beläggningsplanen syftar till kapaciteten. Är det möjligt att genomföra den specifika operationen, finns tillgänglig kapacitet?

En produktionsplan enligt Lean Production's principer liknar till stor del, det västvärlden traditionellt kallat för prognosstyrd tillverkningsplan. Med den skillnaden att det är endast planeringen som bygger på prognoser, när dessa sedan ska förverkligas sker även en anpassning till verkligheten, genom en stegvis uppdatering mot efterfrågan. Detta innebär att de produkter som lämnar verkstaden på ett företag som arbetar enligt Lean Production, är kundorderstyrda (Shingo, S., 1984), *se figur 1*.



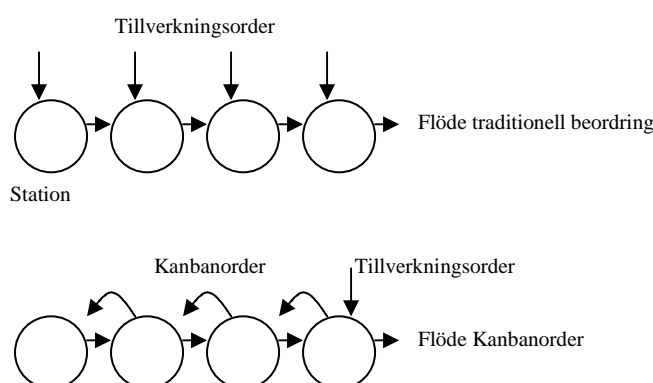
Figur 1, Egen bearbetning av produktionsplanen i Toyotasystemet (Shingo, S., 1984 s 119)

Detta kan förklaras med följande exempel (Shingo, S., 1984 s 117-118):

- Planeringsarbetet startar med att ett tillverkningsantal för året bestäms, baserat på marknadsundersökningar.
- Därefter byggs månadsplanerna stegvis upp, till exempel ser arbetet med planen för mars ut enligt följande:
  - I januari bestäms ett preliminärt tillverkningsantal per dag och tillverkningsavsnitt. Därefter görs en belastningsutjämning för att få ett så jämnt flöde som möjligt.
  - I februari fastställs detaljerna i planen. Nu informeras även leverantörerna om beslutet som tagits i januari samt det slutliga beslutet i februari.
  - Under slutet av februari informeras de olika tillverkningslinjerna om produktionsmålet gällande antal produkter per typ och dag.
  - En slutlig belastningsutjämning och sekvensering utförs och en detaljerad produktionsplan går därefter ut till ansvarig för slutmontering.
  - Vid produktionsstart beordras detaljer i tillverkningen samt från externa leverantörer med hjälp av Kanban.

#### 2.4.6.1 Kanban

Kanban kan beskrivas som ett enkelt visuellt kortsystem som ger en signal till nästa station att ett behov uppstått och på så sätt minimeras risken för att bygga upp onödiga buffertlager. För att denna teknik skall vara så effektiv som möjligt krävs ett "sug" i flödet (Sandkull, B., Johansson, J., 2000).



**Figur 2, Produktionsbeordring i ett Kanbansystem jämfört med traditionell beordring.**





**Källa: Egen bearbetning av Bonney, M. C. et al (1999)**

Anledningen till att en produktion enligt dessa principer kan anses vara kundorderstyrd, är det faktum att den sekvenserade detaljplanen endast når ansvarig för slutmonteringen, liksom alla successiva förändringar som sker i den slutliga planen. De stationer i tillverkningsprocessen, liksom underleverantörerna, som ligger före slutmonteringen i flödet informeras av eventuella ändringar med hjälp av Kanban, *se figur 1*, vilken utlöses av den verkliga förbrukningen i slutmonteringen. För att göra detta möjligt, bör den färdiga produkten bestå av ett antal standardiserade moduler, vilka kan kombineras till en mängd olika kundunika produkter.

Martínez Sánchez och Pérez Pérez (2001) hävdar att anledningen till konceptets popularitet är de empiriska bevis som pekar på den ökade konkurrenskraft ett produktions system enligt Lean Production medför. De hävdar vidare att de huvudsakliga anledningarna till att implementera Lean Production är att öka produktiviteten, korta ledtider, minska kostnader och förbättra kvalitet.

## 2.5 Flödesanalys

Enligt Olhager (2000) kan en flödesanalys användas främst för att tydliggöra vart i processen eventuella förbättringar är möjliga att genomföra. Analysen bygger på att hela flödet inom en process kartläggs med enkla symboler, för att på ett visuellt och enkelt sätt synliggöra alla aktiviteter. Genom att studera hela flödet möjliggörs även en helhetssyn, vilket är en förutsättning för Lean Production, för att suboptimeringar<sup>5</sup> skall undvikas. (Womack, J., & Jones, D., 2004). De vanligaste symbolerna ser ut enligt följande:

-  = Operation, vilket innebär att en produkts egenskaper förändras på något vis.
-  = Transport, innefattar förflyttning från en plats till en annan utan att förändra produktens egenskaper.
-  = Kontroll, här sker en verifiering av resultatet av en annan aktivitet.
-  = Lagring, produkten ligger i förråd eller lager i väntan på nästa aktivitet.

---

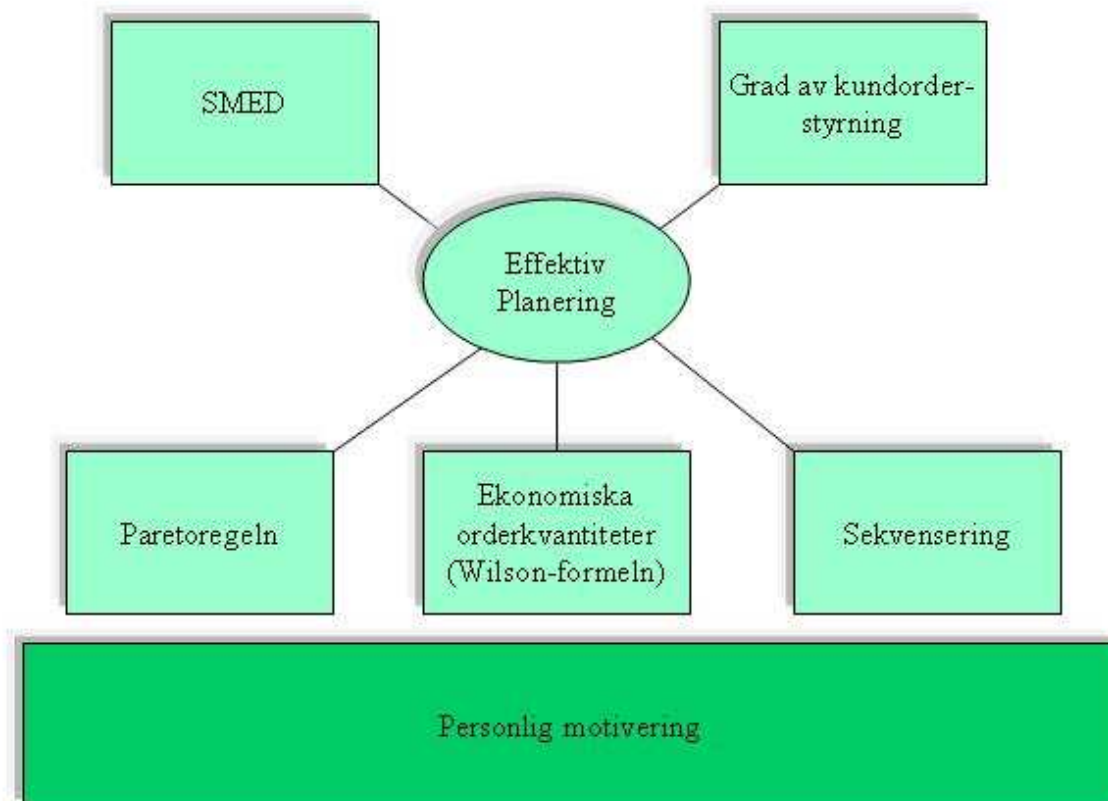
<sup>5</sup> Suboptimering – En funktion optimeras på bekostnad av den totala verksamhetens lönsamhet. (Aronsson *et al*, 2004)

Vidare har Olhager (2000) presenterat en metod för att genomföra en flödesanalys, vilken kan delas in fem steg:

1. Identifiera och kategorisera processaktiviteterna.
2. Dokumentera hela processen.
3. Analysera processen och identifiera möjliga förbättringar.
4. Rekommendera lämpliga förändringar inom processen.
5. Genomför de förändringar som beslutats.

### 3 Modell för effektiv planering

Utifrån den teori som studerats har författarna kunnat identifiera ett antal faktorer som på olika sätt påverkar omställningstider inom produktionen vilket även är en viktig del för syftet med studien, då uppdraget från SMC går ut på att ta fram ett verktyg som effektiviserar omställningar främst inom smidesmaskinen. Denna modell kommer därför att ligga till grund för det verktyg gruppmedlemmarna tagit fram.



Figur 3, Modell för effektiva omställ. Källa: Egen bearbetning

Denna modell är anpassad för att kunna användas i vilken typ av verksamhet som helst, som berörs av omställningar och kan därmed ses som en form av kontroll över vad som kan förbättras när det gäller att effektivisera planeringen. Något som dock är viktigt att tänka på är att flera av dessa faktorer samverkar, och därmed ger olika resultat beroende på hur väl företaget uppfyller de olika faktorerna.

### 3.1 **Faktorer inom modellen**

*Effektiv Planering* – Genom att planera en verksamhet så effektivt som möjligt underlättas måluppfyllelsen gällande leveransservice, tillverkningskostnader samt kapitalbindning. Beroende på vilken typ av verksamhet som organisationen har, kan olika typer av planering passa olika bra. Några exempel på olika typer av planering är: planering enligt Leans principer, traditionell planering, cyklisk planering, sekvensiering samt OPT/TOC (Olhager 2000). Underlättas av:

*SMED* – Att tillämpa metoden SMED som tidigare nämnts (s. 19), kan generera reducerade ställtider, främst genom de konkreta förändringar som poängteras gällande omställningar av maskiner vid produktbyten (Shingo 1984).

*Grad av kundorderstyrning* – För att uppnå en hög grad av kundfokus kan ett sätt vara att arbeta flödesorienterat och därmed tillämpa principen *Pull* – ett sugande flöde. Detta då den genererar reduktion av mellanlager samt en minskning av suboptimeringar då fokus ligger på att se helheten (Aronsson 2004).

*Paretoregeln* – Används enligt Olhager (2000) för att klassificera och analysera en produktflora. Syftet med analysen är att identifiera likheter och på så sätt gruppera ihop artiklar för att kunna behandla dem mest effektivt. Denna regel brukar även benämnas som 80/20 regeln vilket till exempel innebär att 80 % av artiklarna står för 20 % av omsättningen (Olhager 2000) (Jonsson & Mattsson 2005). Genom att använda sig av denna regel, underlättas arbetet med att prioritera rätt saker och därmed minska risken för onödigt arbete, det vill säga reduktion av slöseri som är en huvudprincip inom Lean.

*Ekonomiska orderkvantiteter* – Är en matematisk formel där den mest lönsamma orderkvantiteten kan räknas fram och på så sätt optimera både inköpskvantiteter samt storleken på produktionsordrar (Jonsson & Mattson 2005). Denna formel kan vara en god hjälp för företag i dess strävan att bli mer Lean. Allt eftersom ställtider reduceras och möjligheter till enstycksflöde ökar, kommer även vikten av ekonomiska orderkvantiteter att minska.

*Sekvensering* - Olhager (2000) benämner sekvensering som ett sätt där företag väljer producera sina produkter utifrån förutbestämda ordningsföljder. Sekvensering av order sker i regel vid köbildning i en specifik maskin och prioriteringsordningen kan därför variera beroende på vilka kriterier som är avgörande. I likhet med ekonomiska



orderkvantiteter minskar betydelsen av denna typ av planering, ju högre grad av enstycksflöde som kan hanteras.

*Personlig motivering* – Inom Lean konceptet är personlig motivering och engagemang en mycket viktig del för att organisationen på sikt, skall bli framgångsrik och kunna uppfylla sina mål. Detta gäller dock inte bara inom Lean utan är även en viktig faktor även utanför konceptet.

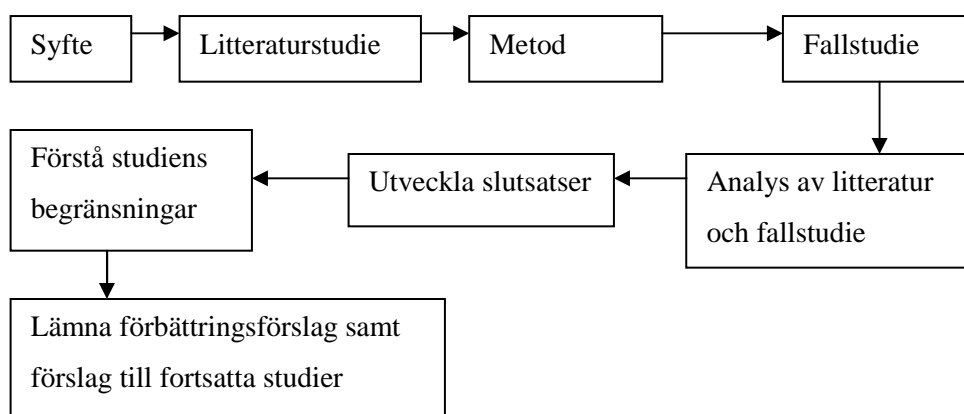
Denna modell och dess faktorer kommer även att diskuteras närmare under avsnittet med analys i kapitel 6.

## 4 Metod

I detta avsnitt kommer vi att ge en närmare presentation av vilken metod vi valt samt hur studien genomförts. Vi kommer även att kritiskt granska den valda metoden.

### 4.1 Fallstudie och jämförelse med litteratur

För att kunna svara på studiens frågeställningar har vi valt att använda oss av fallstudie i form av djupintervjuer, observationer samt insamling av företagsintern dokumentation, som metod. Detta då en beskrivning av ett befintligt arbetssätt skall utföras, för att därefter kunna presentera förbättringsförslag. Enligt Yin (2006) är fallstudie en lämplig metod när frågor som hur eller varför ställs, samt när fokus ligger på aktuella händelser i ett konkret sammanhang. Enligt Remenyi *et al* (1998) kan en fallstudie användas som hjälpmedel för att beskriva den studerade verkligheten. En fallstudie kan enligt Olsson & Sörensen (2007) benämnas som ett gemensamt namn för de metoder som använts för att studera, följt eller deltagit i ett händelseförlopp. Något som utmärker en fallstudie är att den rör sig i nutid, framtid och förfluten tid på grund av att det som sker under studiens nutid hinner bli dåtid och framtiden blir nutid. Då en av förutsättningarna för att lyckas med syftet i fallstudien är att kartlägga ett flöde, har vi agerat i enlighet med Rother och Shook (2001) som menar att det bästa sättet att kartlägga ett flöde är att själv vara ute i verkstaden, och med hjälp av papper och penna rita upp flödet. De menar även att syftet med att kartlägga företagets nuvarande tillstånd är att samla in informationen för att kunna skapa kartan över det framtida tillståndet. Genom att förstå hur verkstaden fungerar just nu underlättas detta arbete. Resultatet av fallstudien diskuteras och jämförs med teori, för att sedan ligga till grund för förbättringsförslag samt planeringsverktyget.



Figur 4, forskningsprocessens olika faser. Källa: Egen bearbetning från Remenyi *et al* (2005)

## 4.2 *Synsätt i studien*

Då syftet med denna studie är att undersöka hur en effektiv planering enligt Lean's principer kan bedrivas och tillämpas samt hur SMC kan förbättra sin planering av drifterstänger vid produktionsenheten i Sandviken, har vi valt att anta ett systemsynsätt. Thurén (1991) beskriver system som dynamiska helheter, där en förändring inom en del av systemet även kan orsaka ytterligare förändringar inom andra delar. Genom att använda oss av ett systemsynsätt har vi därför burit med oss att de olika delarna påverkar varandra samt helheten. Helhetssyn är även något som framställs som en viktig och grundläggande del inom Leankonceptet då de förespråkar en medvetenhet om hela systemet. Därför känns det naturligt att arbeta enligt systemsynsättet då detta arbetssätt i förlängningen även kan leda till att de förbättringar som görs i enlighet med systemsynsättet även kan bidra till förbättringar inom alla systemets delar. De problem som kan uppstå genom detta arbetssätt är att arbetet till exempel kräver ett mer noggrant kartlagt flöde, vilket i dagsläget inte är möjligt att genomföra. Detta beror på den begränsade tid vi har för detta arbete samt det komplexa systemet som SMC berörs av.

### 4.2.1 *Genomförande*

Studien startade med att båda gruppmedlemmarna individuellt samt tillsammans studerade litteratur, samt ett antal vetenskapliga artiklar inom området. Att vetenskapliga artiklar är något som är mycket väsentligt för att styrka arbetets trovärdighet är något gruppens medlemmar tagit fasta på då både Olsson & Sörensen (2007) och Patel & Davidson (1994) poängterar detta. Den författare vi i huvudsak grundar den teoretiska referensramen på är Liker (2004) vilken beskriver de principer Lean Production grundar sig på och därmed känns som en bra grund för arbetet.

Även studier av andra författare har genomförts, för att se om även dessa styrker de principer Liker (2004) presenterat. Detta, tillsammans med den information om ämnet som erhållits under studietiden, sammanställdes och har fått utgöra den teoretiska referensram arbetet grundar sig på. För att sammanfatta det vi läst har stödanteckningar via datorn gjorts vartefter informationen gått igenom, för att sedan bearbetas och kompletteras. Rubriksättningen har valts både med syfte att snabbt kunna ge en överskådlig blick över vad Lean Production är samt med hänsyn till att lätt kunna identifiera den teori som svarar på det syfte vi har med arbetet.

För att kunna identifiera om SMC arbetar enligt Leans principer har vi i ett första steg tagit reda på hur flödet är tänkt att fungera, för att därefter jämföra med hur det fungerar idag. Detta för att få en bild över verksamheten samt hur de olika produkterna rör sig i flödet för att senare kunna genomföra eventuella förbättringar samt utveckla det verktyg vi fått till uppgift att ta fram. Under denna del av arbetet har ett antal frågeställningar varit centrala: Vilka kriterier gäller för respektive flöde, vad begränsar dem och vad är målet? För att få kunskap om detta har främst intervjuer använts, men även intern dokumentation har utgjort underlaget.

Därefter har fokus riktats mot den maskin, vars flöde vi ska presentera ett sekvenseringsverktyg för. Anledningen till varför just denna maskin valts beror på att det i dagsläget är den maskin som enligt SMC har det största slöseriet när det gäller omställningstider för olika produkter samt att företaget tillfrågat oss om en lösning för just denna maskin. Där har båda gruppmedlemmarna genom intervjuer, observationer samt genom att studera intern dokumentation bildat sig en uppfattning om hur de olika produkterna hänger ihop och därmed skulle kunna delas in i grupper och på så sätt sekvenseras. De kriterier som använts vid grupperingen är då: Vilka produkter har liknande operation, vilka produkter bör undvikas att hantera efter varandra samt hur påverkar de olika produkterna det efterföljande flödet?

För att underlätta arbetet med den empiriska delen skrevs all text ihop och därefter delades den in under samma rubriker som den teoretiska referensramen.

#### 4.2.1.1 Observationer

Inom ramen för studien har observationer genomförts. Enligt Widerberg (2002) innebär observationer att en studie, registrering och tolkning av en annans kroppsliga, språkliga uttryck och agerande sker. När det gäller fallstudiens observationer har båda författarna gemensamt utfört flera olika observationer. Med hänsyn till att människor uppfattar olika saker och på olika sätt har vi undvikit att observera ensamma då situationer kan missuppfattas och därmed minska fallstudiens trovärdighet. De observationer som genomförts har främst skett ute i produktionen genom att medlemmarna rört sig ute bland maskiner och operatörer för att skapa sig en uppfattning om hur deras arbete går till vilket skulle kunna klassas som en direkt observation Olsson & Sörensen (2007). Vidare har även lager och produkter observerats, för att medlemmarna på så sätt skulle få en uppfattning om hur layouten i produktionen och därmed hur flödet ser ut. Även hur produkterna som hanteras i de olika operationerna förändras beroende på var de befinner

sig i processen, har studerats för att få en bättre känsla för hur de olika produkterna ser ut. Denna typ av observation kan enligt Olsson & Sörensen (2007) till viss del klassas som indirekt då till exempel lagrens nivåer redan är givna och därmed inte kontrollräknats.

Observationen kan också till viss del enligt Olsson & Sörensen (2007) klassas som deltagande främst genom den egna kartläggning av produktionen som utförts tillsammans med fältanteckningar där både det fysiska flödet och informationsflödet ritats av. Detta för att få större insikt i verksamheten och dess produkter samt identifiera specifika flöden och vad som skiljer mot den redan färdiga kartläggning som SMC tagit fram. Utifrån denna information kan därmed på sikt det verktyg som efterfrågas av SMC för smidespressen börja ta form.

De observationer som genomförts har varit strukturerade och planerade samt att hänsyn tagits till att i största möjliga mån försöka svara på Olsson & Sörensens (2007) tre frågeställningar:

1. *Vad ska observeras?*
2. *Hur ska observationerna registreras?*
3. *Hur ska observatören förhålla sig vid observationstillfället?*

Patel & Davidson (1991) hävdar att en observation skall vara systematiskt planerad och registrerad för att den vetenskapliga tekniken skall bli så bra som möjligt.

#### 4.2.1.2 Intervjuer

För att få fram andras muntliga uppgifter, berättelser, och kunskap kan enligt Widerberg (2002) intervjuer användas. Detta är något som gruppens båda medlemmar tagit fasta på då ett flertal intervjuer genomförts. De intervjuer som genomförts på SMC har skett med flera olika respondenter som har olika ansvarsområden och arbetsuppgifter. De författarna valt att intervjua arbetar med planering av produktionsorder, teamledare, operatörer och beredare, förändringsledare, produktchef samt flödeschefer. Dessa personer har valts ut för att de ingår i det flödet som studeras samt att de innehar kunskap och erfarenhet inom relevanta områden. Intervjuerna har utförts på Sandvik av båda gruppmedlemmarna, i de rum vi blivit tilldelade. Vissa av dem har även utförts hos respektive respondent vilket har lett till att en del av intervjuerna har skett ute i produktionen där ljudnivån är mycket hög och många störande moment kan uppkomma. Att platsen för intervjun är av betydelse för studiens resultat är något som poängteras av Olsson & Sörensen (2007), som även hävdar att vissa störande moment också kan påverka resultatet negativt. En av

anledningarna till varför intervjuerna skett på plats i produktionen trots den höga ljudnivån, är att intervjuerna krävt att gruppens medlemmar samtidigt observerar det som berättas för att underlätta förståelsen då processen är mycket komplex och svår att förstå för en utomstående person.

Olsson & Sörensen (2007) hävdar även att för att genomföra en så givande och öppen intervju som möjligt är främst tre kategorier viktiga att ta hänsyn till:

- 1. Då det är en dialog mellan två parter är det viktigt att ett samarbetsvilligt klimat skapas, låt intervjupersonen tala till punkt och känna sig viktig.*
- 2. Intervjupersonens upplysningar måste vara pålitliga och skall inte påverkas av andra faktorer i dess omvärld.*
- 3. Frågorna skall vara ställda på så sätt att den intervjuade inte kan missuppfatta frågorna och på så sätt svara fel*

Dessa kategorier har gruppmedlemmarna tagit hänsyn till i den mån det varit möjligt för att resultatet skall bli så rättvist som möjligt.

De frågor som ställts under intervjuerna har rört flödet, hur produkterna förflyttar sig genom flödet, likheter mellan olika produkter, ställtider, genomloppstider, hur planeringsarbetet fungerar från kund till produktion, produkternas användningsområde, hur hanteringen i VBH fungerar. Vid intervjuerna har båda gruppmedlemmarna deltagit och stödord har antecknats löpande. Intervjuerna har varit kvalitativa och uteslutande varit öppna, vilket även kan benämnas som låg grad av strukturering. Frågorna har varit av diskuterande art för att på så sätt kunna fånga upp så mycket information som möjligt från respondenterna. Genom dessa intervjuer har även en tydligare bild över vilka produkter som bör vara lämpliga att tillverka i följd skapats, med hänsyn till omställningstider i den aktuella maskinen.

#### 4.2.1.3 Dokument

De dokument som vi valt att använda oss av är interna dokument, såsom ritningar, ordersedlar, prognoser, artikelregister och planeringsverktyg. Dessa dokument har valts ut med tanke på deras betydelse för resultatet och syftet med studien. Till exempel har ritningar varit nödvändiga för att kunna gruppera artiklarna efter operationer, prognoser för att få ett grepp om hur stor del av den totala volymen var och en av produkterna står för, ett artikelregister för att få grepp om vilka artiklar det rör sig om samt planeringsverktyg för att förstå hur planeringen utförs idag. Dokumenten har studerats för

att få en så rättvis bild som möjligt över hur verksamheten styrs idag. Dessa har även legat till grund för de uträkningar vi gjort i samband med framtagandet av planeringsverktyget. Dokument kan enligt både Patel & Davidson (1991) och Olsson & Sörensen (2007) innefattas av flera olika typer, till exempel traditionell information som antecknats kring ett ämne, dagboksanteckningar och statistik samt register av olika slag. Avgörande för vilken typ av dokumentation som bör användas är studiens syfte.

### **4.3 Kvantitativ eller kvalitativ studie**

En *kvantitativ* studie innebär att mätningar vid olika datainsamlingar analyseras med statistiska metoder. En *kvalitativ* studie baseras däremot på kvalitativa intervjuer med en tolkande analys (Patel m.fl. 2003). Samma författare förklarar att om svar önskas på frågor som ”Var? Hur? Vilka är skillnaderna? Vilka är relationerna?” Bör statistiska bearbetnings- och analysmetoder användas. Önskas däremot svar på frågor som ”Vad är detta?” ”Vilka är det underliggande mönstren?” d.v.s. vi vill ha förståelse för olika upplevelser, bör verbala analysmetoder användas. Enligt Patel m.fl. (2001) är syftet med en kvalitativ intervju att upptäcka nyanser inom valt område, vilket ligger till grund för hur vi valt ut våra respondenter. Framst har de valts ut med hänsyn till arbetsuppgifter och kunskap för att kunna ge oss en så bra och nyanserad bild av situationen som möjligt. De intervjuer som genomförts med olika operatörer och andra berörda om förutsättningarna i den aktuella maskinen, tillsammans med de observationer över flödet vi gjort, utgör den kvalitativa delen i vår studie. Den kvantitativa delen består av information gällande prognoser, ritningar samt tillverkningsantal av de produkter som passerar genom den aktuella maskinen. För att få bästa möjliga resultat av denna studie, anser vi att en kombination av de båda analyskaraktärerna är en förutsättning för en så nyanserad bild som möjligt.

De metoder vi har använt oss av kan därför kategoriseras som både kvalitativa och kvantitativa, vilket även Lekvall och Wahlbin (2001) styrker, då de anser att denna analyskaraktär är vanligt förekommande inom undersökningar. Detta då vårt syfte är dels att undersöka hur en effektiv planering enligt Lean’s principer kan bedrivas och tillämpas samt hur planeringen av drifterstänger vid smidespressen i Sandviken kan förbättras. Genom att utgå från både kvantitativa och kvalitativa data har vi andra förutsättningar att se olika nyanser i det insamlade materialet, jämfört med om endast en av metoderna skulle ha använts. Detta då enbart kvantitativa eller kvalitativa data ej ger en rättvisande bild över verksamheten. Vidare har även en anpassning av teorin även skett med hänsyn

till vad som framkommit under intervjuerna för att arbetet skall bli mer lättläst och relevant.

#### **4.4 Reliabilitet, validitet, generaliserbarhet**

*Reliabilitet* beskriver tillförlitligheten i studien, vilket innebär att materialet i studien är korrekt och pålitligt. I denna studie betyder detta att författarna intervjuat de aktuella respondenterna om det aktuella syftet, studerat det aktuella flödet och inget annat samt analyserat rätt siffror. Då respondenterna valts ut med hänsyn till deras goda kunskap och erfarenhet om maskinen och flödet, bör därför denna information vara tillförlitlig. När det gäller de siffror gällande prognoser och tillverkningsantal, bör även de vara pålitliga då de inhämtats från organisationens eget affärssystem. Dock kan prognoserna vara något missvisande då de endast är en uppskattning över vad som kommer att ske i framtiden. När det gäller tillverkningsantal har detta dubbelkontrollerats då vi tagit reda på hur stor maxkapacitet den aktuella smidespressen har samt hur hög produktionstakten är. Genom våra egna observationer har vi även haft möjlighet att styrka det som berättats för oss, samt tillsammans skapat en egen bild över verksamheten. Då observationerna utförts tillsammans bör det höja pålitligheten på grund av att jämförelser kunnat göras för att på så sätt undvika missuppfattningar. Dock bör även en återkoppling ske för att undvika att data som samlats in i början av studien, hunnit bli inaktuell genom att förutsättningarna förändrats.

*Validitet* innebär att studien är poängfull, vilket innebär att det finns ett intresse i frågeställningen samt det presenterade materialet. Detta innebär att validiteten i denna studie bör vara hög, då denna studie utförs på uppdrag av företaget och de har mycket stort intresse av en effektivisering i den aktuella maskinen. Även andra organisationer bör ha intresse av studien då Lean Production idag är något som många strävar efter.

*Generaliserbarhet* innebär att det resultat man kommit fram till, även skall kunna uppnås vid andra liknande studier. I denna studie innebär det att de slutsatser vi dragit, även gäller för andra organisationer och inte endast SMC. Detta innebär att det generella resultat vi presenterat, gällande effektiv planering enligt Lean Production bör vara applicerbart även på andra organisationer. Framförallt den modell som presenteras bör vara applicerbar på andra verksamheter då den kan ses som ett kontrollverktyg över vad som bör beaktas när det gäller effektiva omställningar. Vad det gäller det specifika resultat gällande en effektivisering i smidespressen, baseras verktyget som tagits fram, på



företagets unika förutsättningar inom flödet och dess aktuella siffror, vilket gör att verktyget kan vara svårt att applicera då andra företag har andra förutsättningar. Dock bör de grundläggande tankegångarna bakom verktyget vara applicerbara på andra verksamheter.

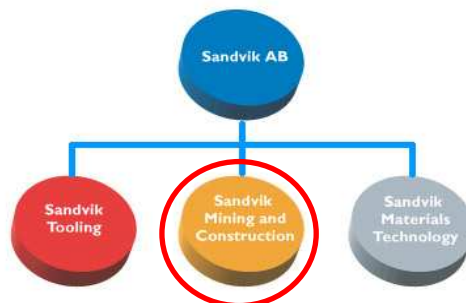
## 5 Empirisk presentation

Detta kapitel innehåller en beskrivning över fallföretaget och dess verksamhet. En beskrivning lämnas även över företagets nuvarande arbetssätt.

### 5.1 Sandvik Mining Construction

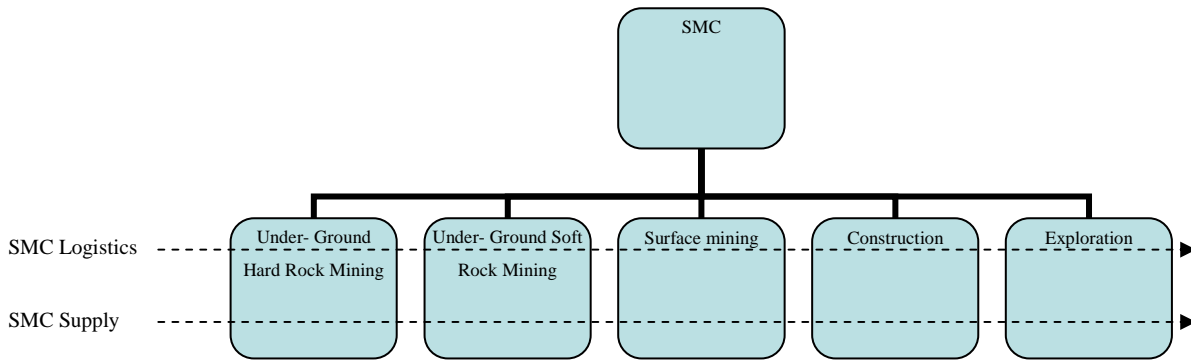
Sandvik grundades 1862 av konsul Göran Fredrik Göransson och är idag en högteknologisk verkstadskoncern med avancerade produkter. Koncernen finns representerad i 130 länder med cirka 47 000 anställda och en omsättning på cirka 86 miljarder kronor. Verksamheten baseras på ett unikt kunnande inom materialteknik, vilket har gett koncernen en världsledande position inom tre affärsområden:

- Affärsområdet *Tooling* är i huvudsak inriktat på verktyg och verktygssystem för metallbearbetning.
- Inom *Materials Technology* utvecklas främst produkter i rostfria stål, speciallegeringar samt värmematerial och processsystem
- *Mining and Construction* är specialiserat på maskiner och verktyg för bergbearbetning. Vilka används i gruvor och på anläggningsarbeten över hela världen.



Figur 5, Affärsområden inom Sandvik-koncernen, Källa: egen bearbetning från [www.sandvik.se](http://www.sandvik.se)

Sandvik Mining Construction (SMC) är en världsledande leverantör av utrustning samt lösningar för framtagning av mineraler, underjordisk gruvdrift i hårda och mjuka bergarter, gruvdrift ovan jord samt förbrukningsmaterial för byggindustrin så som utvinning av malm, tunnelbyggen, rivningar samt återvinning. SMC är ett multinationellt företag inom Sandvik-koncernen med verksamhet i 18 länder och cirka 15000 anställda. Organisationen är uppbyggd utefter de olika kundsegment som finns, där Logistics och Supply agerar som stödfunktioner till kundsegmenten.



**Figur 6, organisationsschema. Källa egen bearbetning av information från Sandviks intranät**

### 5.1.1 Produkter

Ett av de produktområden som återfinns i SMC: s produktprogram är Rock Tools and systems, vilket innebär verktyg och system för bergborrning. Inom detta produktområde återfinns en rad olika produkter, några exempel på sådana är:

- Tunneldrivning.
- Bergförstärkning.
- Produktionsborrning i underjordsgruvor.
- Pallborrning i dagbrott det vill säga i ovanjordsgruvor eller stenbrott.

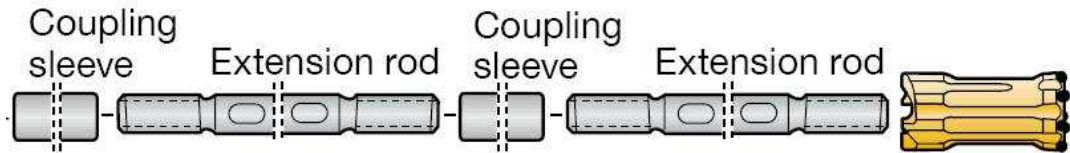
Vad som är gemensamt för dessa produkter är att de alla innefattar en typ av stång, vilken används för att antingen skarva borrstänger eller för att förlänga borren. De olika stänger som tillverkas på SMC är:

- **Drifterstänger:** Används vid så kallad ”enstångsbörning”, det vill säga borren skarvas ej. Denna används endast underjord där antingen en bergbult eller sprängmedel ska placeras i hålet vid tunnel- eller ortdrivning. Vad som kännetecknar en drifterstång är två olika gängor i de olika ändarna på stången. Med en kraftigare gänga där bormaskinen skall sitta och på den andra sidan placeras borrkronan. I regel har alla drifterstänger hexagonal form, och då den bakre gängan är grövre än stången, krävs att denna smids på stången.



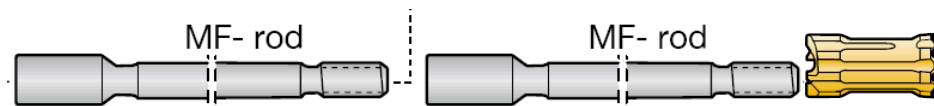
**Figur 7, drifterstång. Källa: Presentationsmaterial från SMC**

- **Skarvstånger:** Används för att skarva borren, det vill säga för att göra den så lång som operationen för tillfället kräver. Denna stång har en dimension som är anpassad till gänsan och är därför relativt okomplicerad att tillverka. Användningsområdet är näst intill uteslutande för borrhning ovanjord.



Figur 8, Skarvstång. Källa: Presentationsmaterial från SMC

- **MF-stänger:** Male-Female-stänger, används även de för att skarva borren, med den skillnaden att då ena gänsan är en hongänga behövs inga hylsor.



Figur 9, MF-stång. Källa: Presentationsmaterial från SMC

### 5.1.2 Nuläge

Ett stort antal produkter hanteras i dagsläget inom skarvborrverkstaden. Produkterna kan skilja sig väsentligt från varandra då de har olika dimensioner, längder och funktioner. Inom smidespressen skiljer sig de olika produkterna åt genom olika längder och dimensioner på själva smidet. Se förklaring i nästa avsnitt. Processen för smidet innehåller även produkter som ska smidas i båda ändar av stången. Detta innebär att processtiden blir mer än dubbelt så lång för dessa produkter. Anledningen till detta är att det kan komma att krävas omställningar i maskinen, för att kunna genomföra smiden av olika typ på olika ändar av stången.

I och med implementeringen av Lean Production har en kartläggning av flödet utförts och för att göra produktflödet mer hanterbart har även SMC delat in de olika produkterna i huvudgrupper, beroende på typ av produkt, samt vilket användningsområde de olika produkterna har. Dessa olika produktgrupper är:

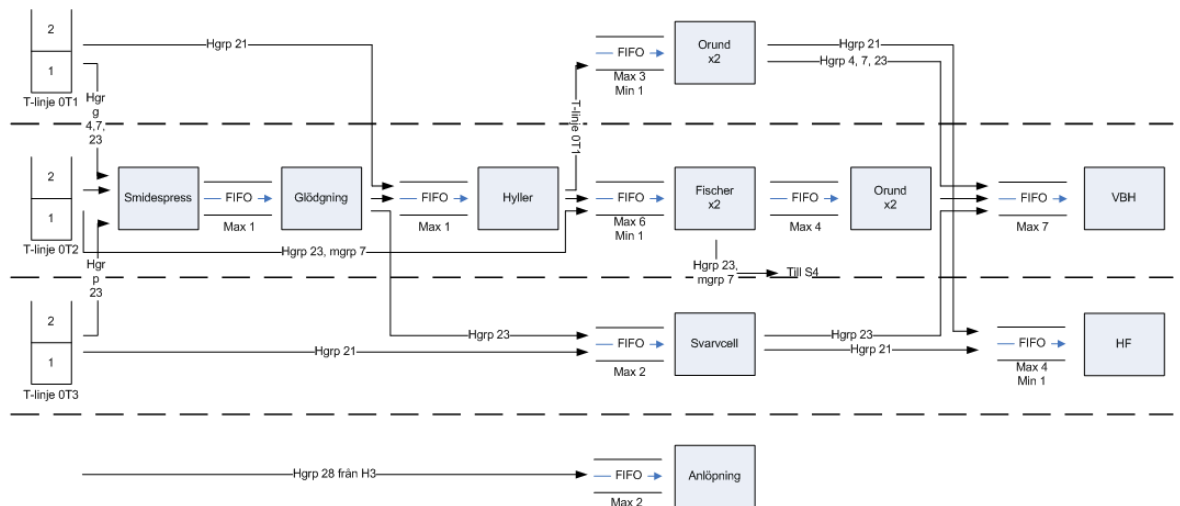
Grupp 4 & 7 Uppkolad skarvstång, kan beskrivas som produkter som är lika förutom längden som kan variera. De har även samma gänga i båda sidor av stången och är sexkantiga.

- Grupp 21 Dessa stänger har samma gänga men stången är rund, inget smide sker och inte heller någon värmebehandling, endast HF härdning. Då inget smide sker på dessa produkter går de direkt in i efterföljande operation.
- Grupp 22 MF (male och female) stänger, han och hon ändan svetsas eller smids beroende på tjocklek. Svåra omställningar på smidet.
- Grupp 23 Drifterstänger som smids, har alltid olika gängor i ändarna.
- Grupp 27 Gängad konstång med krage och kona i varsin ända alternativt kona och gänga, som ej har smidespressen som startande operation.
- Grupp 05 En gängad helstångsborr med krage och gänga, som ej har smidespressen som startande operation.
- Grupp 08 En gängad nackstång med krage och gänga i varsin ända, som ej har smidespressen som startande operation.

Grupp 27, 05 och 08 är produkter som inte tillhör det ordinarie flödet och därför att den startande operationen befinner sig i en annan verkstad, verkstad 65.

Flödet är även indelat i tre olika tillverkningslinjer så kallade T-linjer, T1, T2 och T3 där smidespressen är bland de första operationerna för flera av produkterna. *Se figur 9.*

- T1 Inom denna tillverkningslinje hanteras korta skarv- och drifterstänger, det vill säga stänger under 2,5 meter. En av anledningarna till varför indelning efter längd har gjorts beror på svårigheter att hantera korta stänger i automatiska utrustningar och denna T-linje är därför bättre anpassad för detta.
- T2 Endast drifterstänger hanteras inom denna tillverkningslinje på grund av att produkterna har många olika typer av smiden och därmed långa omställningstider.
- T3 Skarv- och drifterstänger som är över 2,5 meter hanteras i denna T-linje.



**Figur 10, Flödesschema enligt kartläggning utförd av SMC. Källa: Internt presentationsmaterial från Otto Montell**

### 5.1.2.1 Produkternas flöde

Den egna kartläggning, vilken utförts av författarna, har visat att produktflödet ser ut enligt följande, *se figur 10*:

Allt ingående råmaterial från SMT lagras på speciella platser och sorteras med hänsyn till vilken T-linje de tillhör. *Se figur 10*. Därefter skall allt material gå till operationen för blästring vilket tar mellan 15-30 minuter. Även om detta är något som alltid skall ske så händer det ändå enligt vår respondent att operationen hoppas över, på grund av tidsbrist. Blästringsmaskinen är automatisk men på grund av diverse fel krävs att en operatör övervakar och hjälper till med handkraft. Maskinen anses dock inte vara någon flaskhals utan extra personal kan lätt sättas in vid behov. Nästa operation är hyller där fasning och kantning sker för att stängerna skall få rätt form i ändarna, inte heller denna operation anses vara någon flaskhals.

Smidespressen är nästa operation och i denna maskin smids en grövre ”klump” fast på stångens ena ända för att därefter kunna svarva gängor som är grövre än vad stången är. Maxkapaciteten i denna maskin är mellan 240-300 stänger per skift då varje stång tar ca 60 sekunder att smida. Hur stort antal smidda stänger som produceras under ett skift beror på vilken dimension stängerna har, ju tyngre och grövre stänger desto färre blir smidda. Omställningstiderna i denna maskin är mycket varierande då vissa är svårare än andra och kan ta från en timme upp till ett skift att ställa om. Detta beror både på hur stor erfarenhet

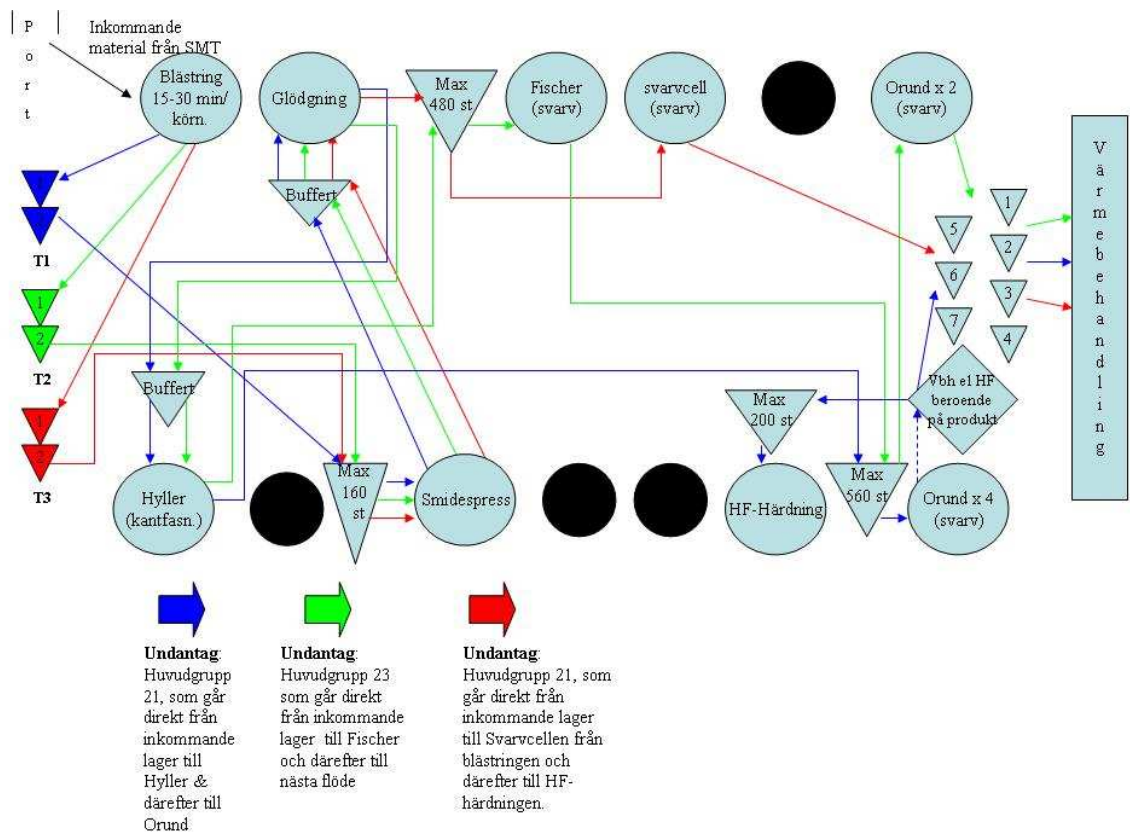
operatören har, och enligt vår respondent, även hur stor motivationen är hos den enskilde operatören då alla inte arbetar lika snabbt. Före smidespressen finns även ett mellanlager i där grupp 08 och 27 lagras. *Se figur 10*. Eftersom dessa produkter startas i ett annat flöde och därmed är svårare att planera, är ett mellanlager nödvändigt för att undvika omställningar som stör de ”ordinarie” produkterna vilka går genom smidespressen. Därefter går produkterna vidare till glödning för att få en mjukare yta innan svarvning. Denna glödning tar ca 45 min per lyft (lyft kommer att beskrivas längre ner i texten) och ände.

Beroende på vilken typ av stång som skall tillverkas sprids de färdigsmidda stängerna ut till respektive T-linje. Där går de sedan vidare, beroende på produkt, till svarvcell eller Fischer för att svarvas. Fischer är en äldre manuellt styrd svarv som hanterar drift eller skarvstänger över 2.5 meter. Även i denna maskin varierar omställningstiderna beroende på mellan vilka produkter omstället sker. Även cykeltiden varierar beroende på vilken typ av gänga som skall svarvas.

Svarvcellen är en helautomatisk och nyare variant av Fischer som endast hanterar drifterstänger där varje operation tar ca 4 minuter per gänga. Liksom Fischer är även här omställningstiderna olika, oberoende av mellan vilka produkter omställningen sker. Svarvcellen har även den en buffert av färdiga produkter som får innehålla max två lyft.

De produkter som passerat Fischer går vidare till någon av de sex Orund, som är en annan typ av svarvar, för att kompletteras. Produktionsledtiden i Orund är ca 70 sek per stång och även där finns en buffert av färdiga produkter som max får uppgå till 560 st. stänger. Produkterna i T1 går dock direkt till Orund utan att passera varken svarvcell eller Fischer på grund av att de är för korta för att kunna hanteras i helautomatiska operationer.

Produkterna går därefter vidare till värmebehandlingen (VBH) eller till HF-härdning beroende på vilken produkt som tillverkas. Här finns även den största flaskhalsen, värmebehandlingen. Den är begränsande såtillvida att den endast kan hantera 3 ton material fördelat på sju ugnar åt gången.



**Figur 11, Flödeskartläggning av produktflödet inom de olika T-linjerna. Källa: Egen tolkning av verkligt flöde**

Ett planeringsverktyg för VBH är framtagen och löper för tre månader åt gången, därefter kan produktionstakten ändras och verktyget får därmed även räknas om beroende på hur den nya produktionstakten blir. *Se figur 12.*

I detta underlag går att utläsa att de huvudgrupper som innehåller produkter, vilka passerar genom smidespressen, har olika tider att passa, för att VBH skall kunna köra enligt sina framtagna sekvenser. Anledningen till de olika start- och därmed även stopptiderna, är att det endast finns tre blåstrummor för avkylning av materialet och sedan tre separata ugnar för en ytterligare snabbuppvärmning. Då de produkter som passerar genom smidespressen i regel kräver åtta timmars hårdning i värmebehandlingen, krävs att starttiderna för dessa operationer, samt VBH för övriga huvudgrupper, inte ligger så att flera ugnar än tre blir klar samtidigt. Då det skulle resultera i köbildning framför blåstrummorna. Med den planering som ligger idag, har detta tagits hänsyn till och flödet inom processen för VBH flyter på utan onödiga köbildningar framför enskilda stationer.

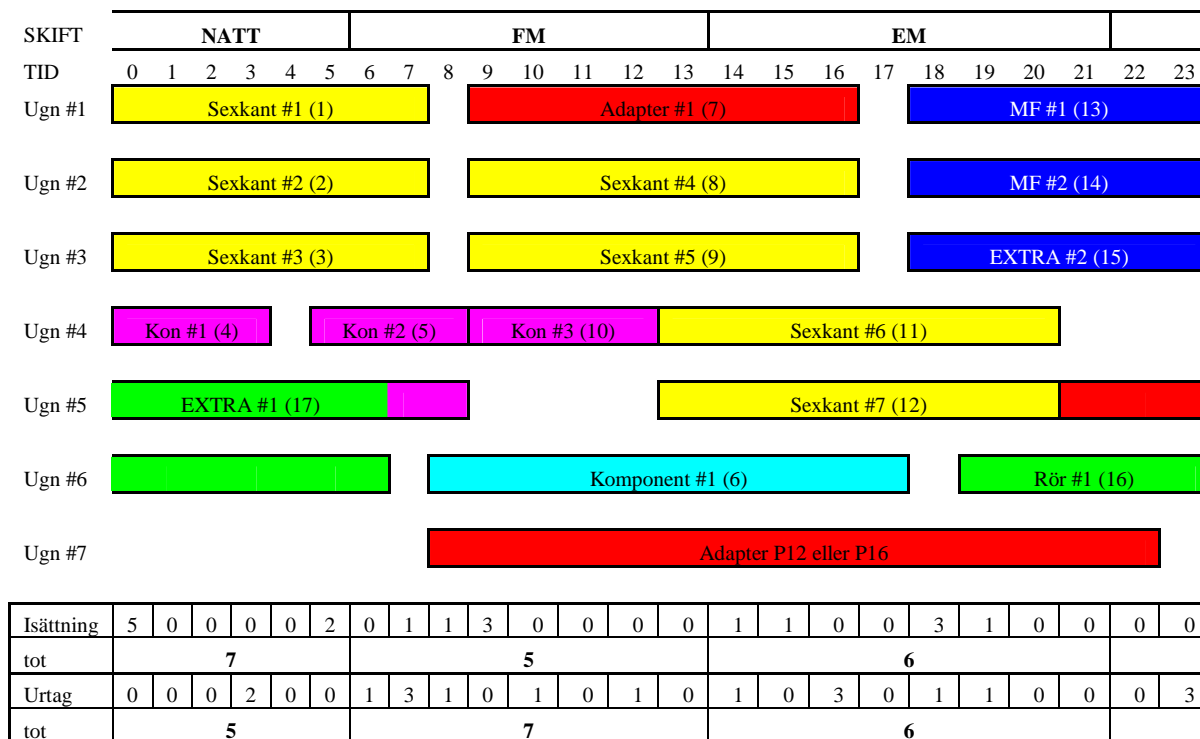


	Ca:tider	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag	Leverans till VBH
Hgrp 27	00:00								17:00
	00:00								
Hgrp 22+28	04:30								19:00
	04:30								
	04:30								
Hgrp 04+07+08+23	09:00								20:00
	09:00								
	09:00								
Hgrp 27	11:00								05:00
	11:00								
Hgrp 04+07+08+23	12:30								07:00
	12:30								
Adap. P11	16:00								
Hgrp 04+07+08+23	16:00								11:00
	16:00								
Adap. P16-12	18:00-21:00								
Hgrp 25+26	20:00								16:00
	20:00								
Hgrp 94	21:00								
Adap. P 12-16	23:00								
Adap. P 11	23:30								

**Figur 12, Underlag för körschema. Källa: Flödeschef för värmebehandlingen.**

De största posterna i detta schema är huvudgrupp 04+07+08+23, vilka samtliga passerar smidespressen. Andra produkter som även passerar genom smidespressen är några produkter ur huvudgrupp 27 samt 22. För att kunna hantera de begränsningar som finns inom VBH vad gäller ugnarnas kapacitet, har så kallade poststorlekar tagits fram. Dessa poststorlekar kallas i folkmun på SMC för lyft och anger hur många av en specifik produkt som ska köras i respektive maskin. I figur 12 visas hur fördelningen av de olika produkterna ser ut inom VBH, där visas även hur lång tid de olika produkterna tar att härda.

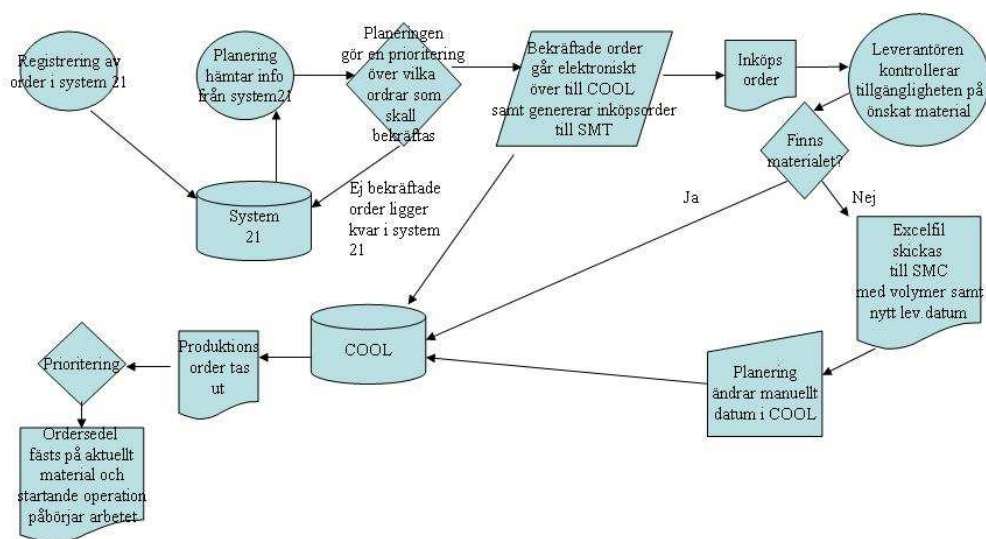
ALLA DAGAR



Figur 13, Produktionssekvenser för värmebehandlingen. Källa: Verktyg framtaget av Otto Montell, Projektledare, SMC

5.1.2.2 Informationsflöde

En kartläggning av informationsflödet har utförts av gruppmedlemmarna och ser ut enligt följande, se figur 14:



Figur 14, Informationsflödet kring orderhantering. Källa: Egen tolkning av verkligt flöde

När SMC skall planera sina order för produktion, sker en registrering av ett behov i säljsystem 21 från någon av de PU: n (product unit) som finns belägna i hela världen. Vår respondent som arbetar med behovsplanering för skarvborrverkstaden, hämtar upp behoven som skapats i system 21 för att prioritera vilka order som skall bekräftas. Prioriteringen är beroende av om orderna har liknande operationer för att minimera ställtiderna ute i produktionen. Därefter går en signal till systemet COOL som är det affärssystem produktionen använder sig av för att hämta upp sin körplan vilken sträcker sig så långt det finns bekräftat material. I samma stund som vår respondent bekräftat vilka order som skall köras går en inköpsorder till leverantören, där en specificering av vilket material samt mängd som krävs för att kunna starta körningen behövs. Med automatik läggs en ledtid på fem dagar in i COOL för att operatören skall veta vilken dag materialet kommer att finnas tillgängligt.

Varje morgon tar en orderberedare ut dagens produktionsorder, vilka baseras på den information som orderplaneraren angivit i inköpsordern. Därefter fattas beslut över i vilken ordning de aktuella orderna skall produceras, samt om alternativ finns fattas även beslut om i vilken maskin de olika produkterna skall köras.

I dagsläget är det stora materialbrister och leveransprecisionen uppgår som mest till cirka 85 % från leverantören, vilket innebär att leveransdatumet många gånger kan senareläggas. Detta sker manuellt genom att respondenten får ett meddelande där aktuella volymer för varje artikel finns specificerade tillsammans med leveransdatum. I dagsläget finns ett stort antal order som inte hunnit producerats på grund av de materialbrister som råder hos leverantören. Detta resulterar i att planeringen idag sker mot faktiska kundorder men att ledtiden ut till kund ligger på cirka 12 veckor. Om denna orderstock skulle ”betas av” skulle dock planeringen, enligt vår respondent, istället ske mot prognos och tillverkningen ske mot lager.

Då planeringen idag sker mot en kö av faktiska kundorder har en kartläggning även skett över vilken ordning orderna, baserade på ritningsnummer, planeras in under en tvåveckorsperiod. Detta för att på så sätt kunna identifiera eventuella olikheter mot det planeringsverktyg som författarna på uppdrag av SMC skall ta fram. *Se figur 15.* Indelning i figuren baseras på de olika ritningsnummer vi identifierat samt indelningen i de olika tillverkningslinjerna, där gul står för T1, rosa för T2 och orange för T3.



## 6 Diskussion och analys

*I detta avsnitt följer en diskussion över hur företaget tillämpar Leans principer när det gäller planering men även generellt sett då tanken med Lean är att hela organisationen bör genomsyras av dess principer. Vidare diskuteras även den modell med faktorer som arbetats fram för att effektivisera omställningar i produktionen. Slutligen presenteras det verktyg författarna tagit fram utifrån modellen samt på uppdrag av SMC för att optimera planeringen och därmed ställtiderna av smidespressen.*

### 6.1 Lean Production

Enligt Shah och Ward (2007) kan Lean Production beskrivas utifrån två synsätt, ett praktiskt som innefattar verktyg, tekniker och sätt att styra verksamheten medan det filosofiska som innefattar mer guidande principer och övergripande mål. När det gäller SMC anser vi att det praktiska synsättet kan tolkas som det arbete de lagt ner på ledtider, 5 S, samt effektivitet. Det filosofiska synsättet kan tolkas inom Sandviks arbetssätt som det arbete som lagts ner på att förändra ledarskapet. Detta är något som endast till viss del lyckats, då vi genom våra intervjuer kommit fram till att det endast förekommer ett fåtal ledare som ser till individen och dess känsla för företaget. Det stora flertalet ledare är fortfarande av den starkt kontrollerande typen.

Liker (2004), Womack *et al* (2004), Bhasin och Burcher (2006), Aronsson *et al* (2004) samt Shingo (1984) hävdar alla att slöseri bland annat består av onödiga hanteringar, onödiga rörelser, väntan och transporter. Genom en egen kartläggning av flödet hos SMC har vi synliggjort hur materialet rör sig genom produktionen (*se figur 11*). Denna kartläggning visar på att de sträckor materialet måste röra sig tillbaka i flödet, inte kan ses som ett flödesorienterat arbetssätt då materialet rör sig utan logisk följd. Denna kartläggning bör dock inte förväxlas med den kartläggning SMC gjort själva som synliggör hur de olika T-linjerna är utformade (*se figur 10*).

Vidare kan all den manuella hantering som måste utföras på de maskiner som i själva verket ska vara helt automatiska, även ses som slöseri. Ett exempel på detta är de manuella insatser som blåstringen kräver. Ytterligare slöseri går även att finna i de lager som kan ses som onödiga, vilka i regel uppstår framför olika operationer. Dock förespråkar Lean ett antal mindre lager för att hantera eventuella störningar i

produktionen. Vart gränsen då går mellan slöseri och nödvändiga buffertar är svår att avgöra och kräver därför vidare efterforskningar.

### 6.1.1 Filosofi

Enligt Liker (2004) är filosofin bakom Lean att beslut skall baseras på långsiktigt tänkande, även om det sker på bekostnad av kortsiktiga mål. Detta är något som ej fungerar fullt ut på SMC, då de vid omställningen till Lean Production även upplevde problem med omställningar i Smidespressen. Detta resulterade i att produktiviteten sjönk och ställtiderna ökade dramatiskt. Då ledningen ansåg att förbättring måste ske, har även en tillbakagång till den tidigare produktionsfilosofin genomförts.

Detta arbetssätt, att överge en strategi för att problem visar sig, är något vi anser talar emot de principer som Lean Production är uppbyggt av. Det optimala enligt den filosofi som allt kretsar kring, hade istället varit att finna rotorsaken till de problem som uppstår. Vidare anser vi att detta tyder på att implementeringen ej har tillräckligt med stöd från ledningen, då det är av största vikt att ledningen inser vikten av långsiktigt tänkande.

### 6.1.2 Processer

För att få en så effektiv produktion som möjligt, hävdar Liker (2004) att ett enstycksflöde skall införas. På SMC har detta lösts genom att istället för att köra en stång åt gången, har man infört så kallade lyft, där ett visst antal av samma produkt hanteras som en enhet. Genom att minimera lagren hävdar Liker(2004) att problem synliggörs och enligt Lean Production skall rotorsaken till dessa åtgärdas. Det vill säga problemet skall lösas istället för att produktionen skall anpassa sig till problemet. SMC har genom sin implementering av Lean sänkt lagernivåerna och därmed även synliggjort både flaskhalsar och problem. Både VBH och Smide kan upplevas som flaskhalsar, beroende på hur produktionen planeras. I dagsläget är grundtanken på företaget att VBH skall styra flödet, men verkligheten ser annorlunda ut då fokus just nu ligger på att producera så stora kvantiteter som möjligt inom smide. Detta har resulterat i att VBH inte hinner med att hantera de mängder som trycks genom produktionen idag. Detta problem anser vi grundar sig i upptäckten av de stora och långa omställningstider som smide drabbades av, vid körningar helt enligt Lean Production. Det vill säga den order som låg på tur i kösystemet, var även den som plockades ut och kördes, oavsett typ av produkt och ställ. Det som var styrande var det efterföljande flödet och då främst kapaciteten i VBH.

Det har även framkommit som en orsak till varför ställtiderna är varierande och i många fall väldigt långa, att engagemanget samt kunskapen brister hos vissa av operatörerna. Detta grundar vi på dels operatörernas egna berättelser men även att samma ställtid tar olika lång tid beroende på vilken av operatörerna som genomför den. För att komma till rätta med detta skulle både utbildning och motivation krävas. Detta är även något som Liker (2004) hävdar, då engagemang har en mycket viktig och central roll inom Lean Production.

Enligt Liker (2004) skall efterfrågan styra produktionstakten, det vill säga verkliga kundorder skall ligga till grund för hur mycket som skall produceras. Vidare hävdar han att små buffertlager är nödvändiga för att hantera oförutsedda händelser inom produktionen. När det gäller SMC planeras i dagsläget produktionen efter verkliga kundorder. Detta beror på att en stor mängd order ligger i kö i väntan på produktion, detta i sin tur på grund av både materialbrister och produktionstakt. När denna kö har arbetats bort kommer planering av produktion att ske utifrån aktuell prognos och buffertlager kommer att fyllas på. Shingo (1984) hävdar att planering av produktionen bör ske mot prognos men startar först vid behov från verkliga kundorder. I dagsläget är efterfrågan större än vad som kan levereras vilket gör att Leans princip att producera efter kundorder kan uppfyllas. För att fortsättningsvis även kunna arbeta efter denna princip krävs av SMC att de även tar hänsyn till, och ser till att verkliga kundorder väger tyngre än prognos vid produktion.

Både Blücher (2004) och Liker (2004) hävdar att fokus bör ligga på kvalitet och ständiga förbättringar. De poängterar vikten av att stoppa produktionen i ett tidigt skede om problem upptäcks. Detta för att åtgärda de fel som uppstår samt orsaken till dem. En av de produkter som löper genom smidespressen är så kallade MF-stänger. De problem som finns med dessa är att kvalitetsproblemen upptäcks först vid efterföljande operationer vilket innebär att ett helt lyft kan vara defekta utan att upptäckas och därmed åtgärdas. På grund av att denna operation innebär manuellt arbete och hantverk är en lösning på detta problem svår att finna, då ingen standard finns och problemen kan variera från gång till gång. Dessa produkter står dock endast för ca 5 % av det totala flödet genom smidespressen, baserat på prognos. Vi rekommenderar därför att företaget noga bör undersöka om dessa produkter skall finnas med i produktportföljen.

Då standardiserade arbetssätt enligt Liker (2004) är grunden för ständiga förbättringar, kan SMC:s arbete med färdigriggade backar för en av produkterna ses som ett steg mot

ett mer standardiserat arbetssätt och därmed mindre ställtid. Dock är smidespressen fortfarande en maskin som uteslutande sköts manuellt, och därmed är resultatet även mycket beroende av hantverksmässig kunskap hos operatören.

Liker (2004) anser att endast väl utprovad teknik som passar personalen och processerna bör användas. När det gäller utprovad teknik stämmer detta väl överens med hur smidespressen fungerar, då maskinen har funnits sedan 1950 och fungerat på samma sätt hela tiden. Vidare har även operatörerna varit med och utvecklat den nya ”backen” med verktyg för att förenkla vid omställning, vilket kan ses som en form av ny teknik. Däremot är arbetssättet ej anpassat efter personalen då olika resultat uppnås av olika individer samt att arbetet är tungt då stängerna lyfts manuellt in i maskinen. Vidare gör de redan nämnda svåra omställningarna att maskinen kan ses som direkt olämplig för hantering av många olika produkter.

### 6.1.3 Pull istället för Push

Genom att arbeta med faktiska kundorder och inte producera förrän ett behov finns, skapas ett sug bakåt i flödet (Aronsson, H., *et al* 2004). Som tidigare nämnt sker idag produktionen på SMC enbart mot kundorder då en stor kö av order finns som måste arbetas bort. Dock sker ändå inte detta ”sug” genom hela flödet, då till exempel smidespressen i dagsläget fokuserar enbart på volym och därför producerar så mycket som möjligt utan att fått signal från framförvarande operation om att behov finns. Om detta produktionssätt fortsätter när orderkön försvunnit, kommer istället överlager att bildas både i värmebehandlingen och av färdiga produkter. Det är därför viktigt att SMC arbetar flödesorienterat istället för funktionsorienterat för att minska risken för suboptimeringar.

### 6.1.4 5 S

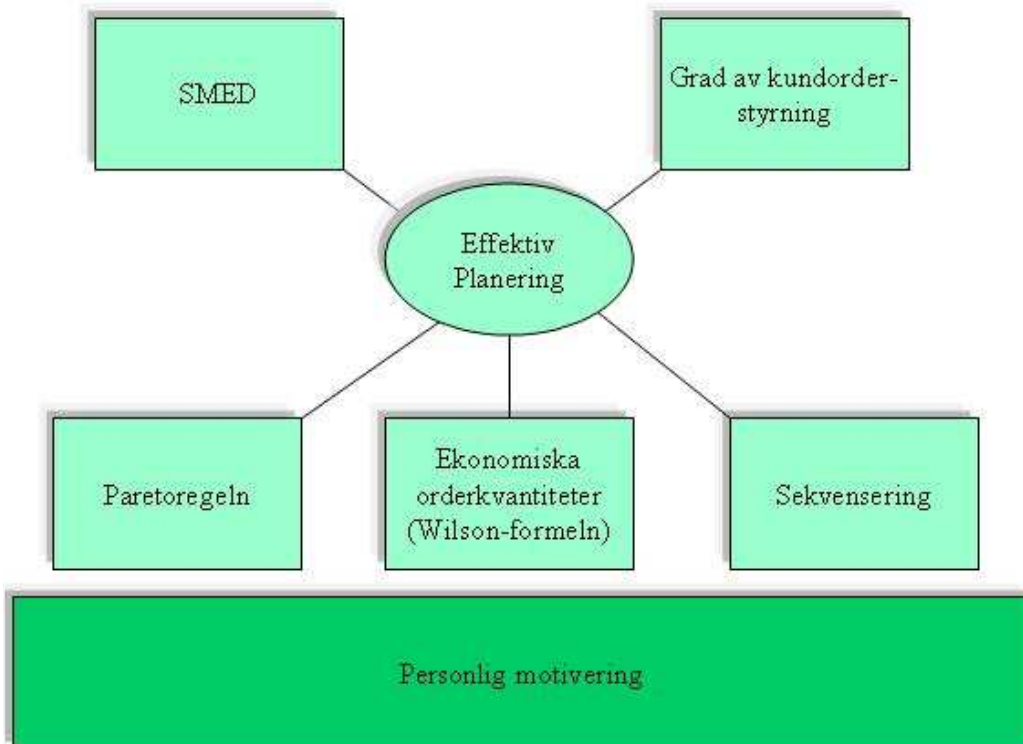
För att minimera slöseri har Liker (2004) och Takashi (2003) presenterat ett hjälpmedel som underlättar ordning och reda på sin arbetsplats. När Leankonceptet infördes på SMC var ett första steg att sortera och skapa ordning på arbetsplatsen. Detta uppnåddes genom att införa 5S. Enligt den information författarna fått genom intervjuer samt observationer verkar de flesta vara mycket nöjda och tycker att införandet av 5S har förbättrat arbetssituationen väsentligt. Det som främst har förbättrats är sorteringen av produkterna ute i produktionen, vilket gjort att det är lättare att hitta rätt råmaterial samt att onödigt



letande nu kan undvikas. För att en implementering av Leankonceptet skall anses som lyckad är det mycket viktigt att personalen har en positiv inställning till de förändringar som genomförs. Genom att 5S har haft en mycket positiv effekt på operatörerna och dess arbete kan detta även bidra till att framtida förändringar inom Lean kan genomföras med mindre motstånd då personalen sett tydliga förbättringar genom 5S. Detta anser vi därför har varit ett viktigt steg på vägen för att skapa engagemang och motivation hos de anställda när det gäller Lean Production.

## 6.2 Modell för att effektivisera planeringen

Vi har genom den referensram vi presenterat identifierat några nyckelfaktorer för vad som påverkar en effektiv planering. Dessa har sedan har fått utgöra ramarna i den modell för effektiv planering vi presenterar, vilken ligger till grund för det verktyg vi tagit fram enligt det uppdrag SMC givit oss.



**Figur 16, Modell för effektiva omställ. Källa: Egen bearbetning**

Genom att använda sig av denna modell, kan företag genom olika angreppsvinklar minimera ställtider i maskiner som kräver sådana. Denna modell bör även ses som en checklista då den kan vara användbar i vilken organisation som helst som har behov av att effektivisera sin planering.

Vi har valt att dela in modellen i två olika delar vilka alla samverkar, och på sikt även genererar effektiv planering förutsatt att de används på rätt sätt. I modellen kan planering ses som en central faktor, där de övriga faktorerna är färdiga metoder som kan tillämpas i olika grad beroende på typ av verksamhet. Den underliggande nivån innefattar personlig motivering, vilken även ligger till grund för hur väl de övriga faktorerna kan användas.

## 6.2.1 Planering

Då planering är den centrala delen i den modell som tagits fram, är även dess betydelse mycket viktig. Enligt den teoretiska referensram som tagits fram finns flera olika typer av planeringsarbete att tillämpa. Ett sätt är att använda de principer som Leankonceptet förespråkar.

### 6.2.1.1 Planering enligt Lean Production

Denna typ av planering liknar enligt Shingo (1984) till stor del prognosstyrd tillverkningsplan. Skillnaden är dock enligt honom att det endast är planeringen som bygger på prognoser, när dessa sedan ska förverkligas sker en anpassning till verkligheten, genom en stegvis uppdatering mot efterfrågan. Detta innebär att de produkter som lämnar verkstaden, på ett företag som arbetar enligt Lean Production, är kundorderstyrda och därmed undviks onödiga överlager. Detta arbetssätt kan med fördel utföras med hjälp av Kanban.

Vi tror dock att den aktuella smidespressen hos SMC kan bli svår att effektivisera i och med Leans principer på grund av att arbetet med kundorderstyrning kan orsaka fler omställningar än om planering mot prognos sker. Detta är dock något som SMC bör ta fasta på, och i största möjliga mån minimera de omställ som finns för att på så sätt kunna öka graden kundorderstyrning och överlag minska onödigt slöseri.

Dock anser vi att då maskinen befinner sig i starten av flödet är det relevant att planeringen av denna skulle kunna ske mot prognos. Därefter kan ett mindre buffertlager läggas upp för de olika T-linjerna som styrs gentemot faktiska kundorder. Detta skulle resultera i att de produkter som hanteras efter smidespressen kommer att korta den totala ledtiden, på grund av att omställningstiderna är kortare i efterföljande operationer samt att fokus ligger på att producera rätt produkter som efterfrågas.

### 6.2.1.2 Traditionell planering

Att planera produktionen enligt traditionella metoder innebär enligt Aronsson (2004) att planeringen utgår från historiska data, det vill säga prognoser som sätts upp för kommande perioder. Vidare benämner han denna metod som ett *Push-flöde*, det vill säga ett tryckande flöde där buffertlager är vanliga och även nödvändiga. Vi anser att fördelen med denna metod är att den gör det lättare att jämna ut flödet samt styra verksamheten på grund av en planering som grundar sig på vad man tror kommer att ske. Dock kan den negativa effekten bli kapitalbindningen, som ökar i och med de olika buffertlageren, samt att det kan vara svårt att parera för svängningar i efterfrågan.

I dagsläget är detta den planeringsmetod som användas av SMC. Dock gäller detta inte fullt ut, i och med den kö av order som SMC arbetar med i dagsläget. Denna kö gör att de ordrar som produceras går direkt ut till kund vilket kan liknas med en form av kunderorderstyrd planering. Så snart denna kö har arbetats av kommer dock planeringsarbetet återigen att helt baseras på prognoser vilket talar emot de principer Lean förespråkar. Vi anser att om Leankonceptet skall eftersträvas bör även planeringen ske efter dess principer. När det gäller den påverkan traditionell planering har på ställtider kan den benämnas som positiv då stora kvantiteter kan produceras av samma produkt, och på så sätt styra omställningarna för att minimera dem så mycket som möjligt.

### 6.2.1.3 Cyklisk planering

En annan metod som kan användas när det gäller planering med syfte att skapa effektivare omställningar, är så kallad cyklisk planering. Fördelarna med denna metod benämns av Segerstedt (1999) som ett sätt att uppnå minskade ställtider, genomloppstider samt för att effektivisera planeringsarbetet. Även vi anser att denna metod borde vara effektiv för att uppnå dessa kriterier då fokus inom denna typ av planering är att produktionen sker efter ett förutbestämt tidsintervall. Detta gör att både ställtiderna och genomloppstiderna lättare kan kontrolleras och anpassas efter hur den förutbestämda produktionscykeln ser ut då den är konstant och återkommande. Vi har även konstaterat att inköpsavdelningen och i förlängningen leverantören, bör dra nytta av denna typ av planering. Detta grundar vi på att vetenskapen om vad som skall produceras är känd, och därmed kan leverantören lättare förbereda sig när order från inköp väl kommer. Denna metod ligger även till grund för det verktyg vi tagit fram till SMC för att effektivisera planeringen samt omställningen i smidespressen där vi tagit fram ett förslag på en ständigt återkommande produktionscykel på två veckor.

#### 6.2.1.4 OPT/TOC

Även OPT/TOC *Optimized Production Technology/Theory Of Constraints* kan benämnas som en metod för att effektivt styra ett flöde som innehåller en kritisk resurs (Olhager 2000). Då tankesättet går ut på att flaskhalsarna bör utnyttjas till 100 % då de begränsar produktionsflödet kan detta liknas med det arbetssätt SMC använder idag. Detta då värmebehandlingen till viss del är den styrande operationen och resterande flöde anpassas efter detta. Dock sker detta inte genom hela flödet då smidespressen idag producerar så mycket som möjligt, utan att ta hänsyn till VBH. Av den anledningen att inte själva framstå som en begränsande resurs eller flaskhals, på grund av den tidigare nämnda Leanimplementeringen.

Vi anser därför att smidespressen istället borde anpassas efter VBH då det är den operationen som är den styrande operationen. Detta kommer även att uppfyllas i och med det verktyg vi presenterar där kapaciteten i smidespressen är anpassad för att passa värmebehandlingen. När det gäller omställningstiderna i maskinerna ligger den stora kostnaden enligt OPT/TOC i de omställningar som sker i begränsande operationer då varje timme som går förlorad enligt Olhager (2000) inte går att hämta igen. Dock krävs det även omställningar i den begränsande värmebehandlingen som idag styr flödet, men genom att variera produkterna kan detta lösas på ett effektivt sätt. Smidespressen har som tidigare nämnts stora omställningar, men då högre kapacitet finns i smidespressen blir detta inte något som stör flödet, då omställningar kan göras så länge VBH:s maxkapacitet uppfylls.

#### 6.2.1.5 Principer för produktionsplanering

Då samtliga tre principer som Mattsson och Jonsson (2003) presenterat innefattar att operatören eller arbetsledaren är den som fattar beslut gällande den slutliga produktionsordningen, innebär det även att möjligheten att styra verksamheten minskar. Däremot kan det ses som positivt ur den aspekten att dessa arbetssätt ger medarbetarna större inflytande på sitt eget arbete. Vad som skiljer dessa principer åt, är den typ av regler som planeringen skall utföras utifrån. Med dessa regler kan en viss grad av styrning göras, medan operatören eller arbetsledaren fortfarande är den som har det slutliga valet att avgöra prioriteringen. Då de generella prioriteringsreglerna är baserade på orderbunden information, är de visserligen enkla att kommunicera med verksamheten, i och med att ingen överföring av ytterligare information måste göras. Däremot säger den information ingenting om det aktuella läget, eller hur olika order förhåller sig till varandra, vilket kan leda till onödiga lager samt många omställ. Vid planeringsbaserade

prioriteringsregler däremot är det den aktuella statusen vid planeringstillfället som är styrande, även om den enskilde operatören eller arbetsledaren är den som gör den slutliga prioriteringen. Detta medför att marknadens behov är mer styrande i denna typ av planering, men att även vid dessa regler kan omställningen komma att öka. Då vi avser att låta Lean Production's tankesätt och filosofier ligga till grund för kommande verktyg, är det även de sistnämnda planeringsreglerna som styr, i och med det starka kundfokus vi anser Lean står för.

### 6.2.2 SMED

En av de konkreta metoder som ingår i modellen och som direkt fokuserar på reduktion av ställtider är SMED, vilket även är ett viktigt verktyg inom Lean Production (Shingo, S., 1984), (Liker, J., 2004). Genom att arbeta med SMED kan företag dra en mängd fördelar dels genom kortare genomloppstider då de enskilda maskinerna står stilla kortare perioder samt att standardiserade processer medför att problem som uppstår till följd av den mänskliga faktorn reduceras. Till viss del har SMC påbörjat arbetet med standardisering, ett exempel på detta är de standardiserade backar som de tagit fram för att underlätta omställ till en specifik produkt. Dock genererar dessa backar ej någon förflyttning från inre till yttre ställ, det vill säga de inre ställtiderna är fortfarande kvar även om de blivit något förkortade. Vi anser att genom den detaljerade checklista som presenteras av Shingo (1984) och Segerstedt (1999) bör ytterligare förbättringar kunna genomföras på smidespressen då konkreta förbättringsförslag ges. På den aktuella smidespressen kan det dock vara svårt att genomföra alla dessa förbättringar då maskinen är enbart manuellt styrd och därmed mycket hantverksmässig.

### 6.2.3 Grad av kundorderstyrning

Genom att arbeta kundorderstyrt kan ett så kallat sugande – *Pull* flöde skapas, vilket i sin tur leder till ett flödesorienterat synsätt. Som tidigare nämnts, beskriver Aronsson (2004) fördelarna med ett sugande flöde som bland annat reduktion av mellanlager samt en minskning av suboptimeringar då fokus ligger på att se helheten. Vi anser att genom att arbeta kundorderstyrt kommer även ställtiderna att påverkas, detta genom att de till en början kan komma att öka då planeringen av produktionen sker mot fasta kundorder. Anledningen till detta beror på att det i princip är omöjligt att veta vilka produkter som kunderna beställer, vilket i sin tur genererar att både produkterna och ställtiderna varierar, och därmed även kan öka beroende på hur efterfrågan ser ut.

Allt eftersom vår modell tillämpas och därmed även de olika teknikerna, kommer dock ställtiderna att på sikt minska främst på grund av att till exempel planering av produktionen kan ske enligt Leans Principer, vilket innebär att en mix av prognos och kundorderstyrning sker som på sikt även påverkar och möjliggör en effektivare planering av omställningarna i maskinerna som även kommer att reducera ställtiderna.

När det gäller SMC har införandet av Lean Production och därmed ett mer kundorderstyrt flöde genererat längre och flera omställningar än tidigare på grund av att produktionen styrs av små orderkvantiteter samt hur ofta och vilka produkter kunderna beställer. Detta har även genererat att Leankonceptet frångåtts för att istället fokusera på volymproduktion eftersom resultatet gällande volymer försämrats i och med införandet. Leankonceptet förespråkar enligt Liker (2004) att långsiktiga resultat eftersträvas på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål, vilket är något som inte tagits hänsyn till på SMC. Vidare poängteras även att problemen som uppstår bör föras upp till ytan för att elimineras, och detta var ett av felen som begicks då resultatet försämrades. Istället för att finna rotorsaken till varför ställtiderna ökade samt finna en lösning på problemet, frångicks konceptet och ett misslyckande skedde istället genom hela flödet, då problemet förflyttades genom att skapa en ”ny” flaskhals i värmebehandlingen.

#### 6.2.4 Sekvensering

Enligt Olhager (2000) är sekvensering, det sätt ett företag väljer producera sina produkter utifrån förutbestämda sekvenser/ordningsföljd. Arbetssättet går därmed ut på att prioritera order i en viss följd efter specifika kriterier. Detta för att undvika att order genererar köbildning i en specifik maskin men även för att minimera produkternas genomloppstider. För att minimera totala genomloppstiden ställer detta arbetssätt dock krav på att ställtiderna inte är beroende av vilken ordning orderna körs. I den aktuella smidespressen vi arbetat med är tanken att skapa ett verktyg för att minimera omställningstiderna. Ställtiderna är även beroende av i vilken ordning orderna körs i den aktuella maskinen då ställtiderna mellan vissa produkter är längre än mellan andra. Detta arbetssätt kan därmed inte förkorta den totala genomloppstiden för SMC. Dock kan sekvensering underlätta planeringsarbetet med att prioritera körordningen för de ordrar som skall produceras och därmed på sikt genom en effektiv planering även en reduktion av omställningar.

## 6.2.5 Ekonomiska orderkvantiteter

Jonsson & Mattson (2005) beskriver ekonomiska orderkvantiteter – *Wilsonformeln* som ett sätt att förenkla beslut gällande vad, när, hur olika produkter skall tillverkas. Formeln kräver dock att vetskap finns om hur stor efterfrågan är per enhet, hur stor ordersärkostnaden är, lagerhållningssärkostnad per tidsenhet och stycke. Vidare kräver formeln att brister ej förekommer samt att hela orderkvantiteter levereras på en gång. De svårigheter som denna formel för med sig för SMC, är främst att tillgången av det råmaterial som köps in idag, är mycket begränsad på grund av globala brister. Vidare krävs även en identifiering av ordersärkostnader och lagerhållningssärkostnad vilket även kan vara ett förslag till fortsatta studier. Om en sådan identifiering skulle ske samt att bristerna från leverantören kan åtgärdas, kan ekonomiska orderkvantiteter vara en hjälp för att optimera de kostnader omställningar för med sig hos SMC. Däremot kan denna formel användas för att räkna ut de optimala poststorlekarna inom flödet.

## 6.2.6 Paretoregeln

Enligt Olhager (2000) är Paretoregeln ett verktyg som används för att analysera och klassificera en produktflora. Syftet med att klassificera produkter är att identifiera likheter och på så sätt gruppera ihop artiklar för att kunna behandla dem mest effektivt. Enligt det uppdrag gruppmedlemmarna fått av SMC, skall ett verktyg för att effektivisera planeringen av smidespressen tas fram främst med syfte att minska omställningar. Då de långa och många omställningstiderna anses som ett problem har en klassificering gjorts efter hur smidesoperationerna ser ut på de olika produkterna, vilket innebär att de produkter med samma ritningsnummer har grupperats ihop. Detta för att i största möjliga mån minimera omställningarna mellan de olika produkterna. Vidare har även en indelning gjorts efter hur stor andel respektive grupp står för i jämförelse med den totala volymen. Detta för att få reda på hur pass viktig produkten är enligt efterfrågan. Paretoregeln kan därför anses som ett bra hjälpmedel även för SMC i strävan efter att uppnå effektiva omställningar.

## 6.2.7 Personlig motivering

Inom konceptet för Lean Production finns tre principer vilka alla syftar till medarbetarnas samt leverantörernas trivsel och motivering (Liker, 2004). Då det även har framkommit genom våra intervjuer med olika respondenter inom olika befattningar, att arbetet inom

SMC, och då även smidespressen, starkt påverkas av den enskilde individens motivering, anser vi även att just motiveringen till arbetet är en faktor som är mycket viktig att ta under beaktande när det gäller effektiviteten inom arbetet.

För att påverka motivationen hos medarbetarna kan utbildning vara ett effektivt verktyg. Ytterligare ett effektivt verktyg kan vara att i enlighet med vad Liker (2005) hävdar, låta medarbetarna arbeta i grupper. Detta är ett arbetssätt som redan påbörjats av SMC, då operatörerna i smidespressen samarbetar genom att byta av och förbereda för varandra. Detta har lett till att produktiviteten har ökat sedan det nya arbetssättet infördes, huruvida motivationen ökat, har däremot inte framkommit. Däremot anser vi att produktivitet och motivation är tätt sammankopplade inom smidespressen i och med att den är manuell styrd, vilket även medför att vi tolkar det som att motivationen till arbetet ökat genom dessa grupparbeten.

För att ytterligare öka motivationen och för att underlätta för planeringsarbetet kan även ytterligare utbildning krävas. Om kunskapsnivån hos den enskilde individen ökar, bör även större medvetenhet möjliggöras i och med att den enskilde operatören får kunskap om hur det egna arbetet kan påverka verksamhetens resultat. Vilket i sig kan leda till en högre motivation. Genom utbildning av främst operatörerna inom smidespressen ökar även möjligheterna att jämna ut ställtider, vilka idag är mycket varierande beroende på vem som utför dem. Om en sådan utjämning kan genomföras bör även hela flödet påverkas, då detta skulle underlätta för beräkning av tillgänglig kapacitet och därmed även underlätta för produktionsplaneringen. Vilket även i förlängningen kan leda till ett effektivare flöde då mer exakta beräkningar kan utföras. Idag är beräkningarna relativt grova då ställtider varierar kraftigt beroende på vilken operatör som utför det aktuella omstället, detta medför att även den mest noggranna beräkning minskar i pålitlighet.

Liker (2004) menar att även leverantörerna behöver utmanas, vilket kan göras med gemensamma mål och genom att utbilda och informera leverantörerna så att de båda aktörerna befinner sig på samma nivå utvecklingsmässigt. Även här kan utbildning leda till att medvetandet ökar, denna gång hos leverantören, och därigenom bör medföra att SMT's leveransprecision förbättras. Då leveranser av rätt material i rätt tid medför att inte bara beräkningarna i vårt verktyg håller, utan produktionen blir lättare att planera om materialstörningar uteblir. Vilket i förlängningen även kan leda till kortare ledtider då onödiga stillestånd på grund av materialbrist kan undvikas. Om leveranserna däremot brister, brister även verktyget och nya prioriteringar måste göras, vilket leder till ökade ställtider och ökat slöseri samt längre ledtider ut till kund.



Även ledarskapet är något som kan påverka motivationen hos företagets medarbetare. Vilket även poängteras av Liker(2005), då 2 av de 14 principerna fokuserar på vad som krävs av en god ledare utifrån den filosofi som Lean grundar sig på. En ledare som uppmuntrar och litar på sina medarbetare bör även generera mer motiverade medarbetare, och som vi tidigare nämnt bör då även effektiviteten öka.

Ytterligare ett sätt att motivera sina medarbetare kan vara genom någon form av belöningsystem. Dock bör man vara aktsam så att inte ett rent ackordlönesystem utarbetas. Om ett ackordlönesystem införs, ökar även risken för att medarbetarna skall uppleva det som ett stressmoment, istället för en motivator.

### 6.3 *Verktyget för förenkling av planeringen*

För att kunna få en överblick över hur fördelningen av produkterna såg ut, började vi med att sortera dem efter ritningsnummer. Det visade sig då att det var 12 olika typer av smiden vi hade att utgå ifrån. *Se bilaga 1.* Utifrån den information vi hade fått från de intervjuade operatörerna hade vi därefter en bild över vilka smiden som var likadana, liknande, unika samt svåra att ställa till. Med likadana smiden menar vi här produkter med olika ritningsnummer, men trots det samma typ av smide. Anledningen till att vissa ritningsnummer är olika trots att smidet är likadant, beror på att produkten i övrigt inte är likvärdig. När vi diskuterar liknande produkter menar vi sådana som har en sådan typ av smide, där det kan anses vara lättare att ställa om till just den produkten om en annan specifik produkt körs. Det vill säga, de produkter som sinsemellan är relativt enkla att göra omställ emellan.

Unika produkter däremot är av den arten att det spelar ingen roll mellan vilka produkter omställningen sker, den är lika krävande oavsett. De produkter som är svåra att ställa till, är sådana där omställningstiden kan variera kraftigt beroende på vilken operatör som genomför omställningen. Att just de produkterna dessutom klassas som svåra, vad gäller omställningen, baseras även på det faktum att efter omställningstiden tillkommer en process där stället skall köras in. Just denna inkörning kan inom denna produktkategori vara det svåraste och det kan ta upp till ett helt skift innan korrekta produkter kan börja produceras. Hur indelningen av produkter ser ut efter att hänsyn tagits till ovanstående kriterier kan ses i bilaga ett.

För att i likhet med vad Olhager (2000) och Jonsson & Mattsson (2005) beskriver, kunna avgöra vilka produkter som bör prioriteras, räknade vi ut vilka produkter som procentuellt står för den största volymen och kunde konstatera att gruppen med ritningsnumret T38/03, står för 53 % av det totala flödet inom smidespressen.

För att minimera risken för suboptimeringar har vi även listat och tagit hänsyn till de begränsningar som verktyget skall anpassas efter:

- Värmebehandlingens kapacitet.
- Materialtillgången.
- Maskiner i efterföljande flöde – försöka få en ”lämplig” mix i de olika T-linjerna.
- Stålltider inom smidespressen.

Den ledtid företaget strävar efter att uppnå ut till kund är ca 14 dagar. Detta har därför legat till grund för den period verktyget sträcker sig över. Utifrån detta gjordes en beräkning av hur många lyft som bör produceras under denna period. Därefter beräknades hur stor del av de totala lyften respektive grupp motsvarar, baserat på den procentuella fördelning artiklarna står för. Även T-linjerna togs med i beräkningen för att sprida beläggningen så optimalt som möjligt. För att kunna göra en så optimal fördelning som möjligt, gjordes en procentuell fördelning inom varje grupp för respektive T-linje. Detta för att få fram hur många lyft inom varje grupp som bör produceras i de olika T-linjerna. När detta identifierats placerades lyften ut, jämt fördelade över perioden, med hänsyn till ställtiderna.

### 6.3.1 Räkneexempel

En arbetsvecka består av 2-skift mellan måndag och fredag samt två stycken 12 timmars skift under lördag och söndag. Under ett vanligt skift, måndag-fredag, hinner 4 lyft smidas. Om ett lyft består av 80 stänger innebär det att under en dag, måndag-fredag, kan 640  $[80 \times 4 \times 2]$  stänger smidas. Om ett skift smider 4 lyft (320 stänger), bör det även innebära att 40  $[320/8]$  stänger kan smidas i timmen. Detta innebär även att 960  $[40 \times 24]$  stänger kan smidas under helgskiftet. Alltså kan 4160  $[640 \times 5 + 960]$  stänger smidas i veckan. Då vi avser att utforma ett verktyg som sträcker sig två veckor framåt i tiden innebär det att 8320  $[4160 \times 2]$  stänger skall passera genom smidespressen under denna period vilket innebär 104  $[8320/80]$  lyft.

Däremot är VBH en begränsande faktor, där endast 7 lyft per dag kan hanteras, vilket innebär att istället för 104 lyft per 2 veckor skall 98  $[7 \times 7 \times 2]$  lyft passera smidespressen. Detta då VBH är den operation som styr takten i flödet, vilket innebär att oavsett vilka mängder smidespressen kan producera, begränsar VBH och endast 7 lyft per dygn kan färdigställas.

Därefter har vi räknat ut att ett ritningsnummer, det vill säga olika artiklar men med samma smide, står för 53 % av den totala prognosen och därför bör stå för 53 % av 98 lyft under en två veckors period. Samma uträkning är även utförd på de övriga grupperade ritningsnumren, detta för att få en överblick över hur stora produkterna är i jämförelse med varandra. Detta har sedan legat till grund för den prioritering vi genomfört.

1. CT38/03 är prognostiserad till 53 % av det totala flödet inom smidespressen, vilket innebär att 52 [0,53x 98] lyft ska vara av denna sort per prognosperiod.
2. CR38/03 utgör 14 % av flödet, vilket innebär att 14 [0,8x98]lyft skall härstamma från denna grupp per period.
3. CT38/02 (tillsammans med CGD1600/01 och CR38/02) utgör 11 % av flödet, vilket innebär att 11 [0,11x98] lyft ska komma från denna grupp per period.
4. CR32/03 (tillsammans med CR32/04 samt CR32/01) utgör 9 % och det innebär att 9 [0,09x98] lyft skall vara av denna typ per period.
5. CR32/06 utgör 7 % av det totala flödet vilket betyder att 7 [0,07x98] lyft skall komma ifrån denna grupp.
6. CR23/03 står för 3 % av det totala flödet och därmed 3 [0,03x98] lyft.
7. DR23/02 utgör 1,9 % av flödet och därmed innebär det att 2 [0,019x98] lyft skall härstamma från detta ritningsnummer.

CR32/05 står för 1 % av flödet genom smidespressen vilket innebär att 1 [0,01x98] lyft bör härstamma från denna grupp artiklar.

CT45/03 är beräknad att utgöra 0,3 % av det totala flödet och det betyder att 0,294 [0,003x98] lyft skall komma från detta ritningsnummer.

CR28/01 är beräknad att utgöra 0,01 % av det totala flödet vilket blir 0,098 [0,001x98] lyft.

CR38/01 utgör endast 0,008 % av flödet vilket innebär att 0,078 [0,0008x98] lyft, per prognosperiod skulle komma ifrån denna grupp artiklar.

CR 28/02 och CR28/03 utgör tillsammans 0,005 % av flödet och tillsammans 0,049 [0,0005x 98] lyft, vilket innebär att dessa ritningsnummer är relativt sällan återkommande. Fler sådana produkter, är de med ritningsnummer CR28/01, CR 28/02 och CR28/03, CT45/03 samt CR38/01. Då dessa ej utgör särskilt stor del av det totala

flödet, bör dessa därför ej heller återkomma inom varje prognosperiod utan utrymme lämnas i verktyget för att artiklar med relativt liten efterfrågan ska få plats i produktionen.

För att beräkna hur många lyft som skall produceras i respektive T-linje har en totalsumma tagits fram för respektive T-linje, för att därefter delas med den totala summan för gruppen. Detta procenttal har sedan multiplicerats med totala antalet lyft för gruppen. Detta för att identifiera hur många lyft som skall produceras i varje T-linje.

Beräkningarna för beläggningen inom de olika T-linjerna är konfidentiella och finns därför inte med i rapportens slutliga version. Dessa har däremot presenterats och kontrollerats av företaget samt oberoende opponenter.

### 6.3.2 Användningsområde

I figur 17 visas den produktionscykel som vi tagit fram med hänsyn till ovan nämnda kriterier. Denna cykel bör ses som ett ramverk för hur produktionen skall planeras under en återkommande tvåveckorsperiod. De olika ritningsnumren innehåller olika artiklar vilka planeras in utifrån det aktuella behovet. Tanken är att ritningsnumren skall vara avgörande för vilken ordning artiklarna skall produceras.

Syftet med detta verktyg är främst att underlätta vid planeringen av produktionen men även för att operatörerna lättare skall få en överblick över hur veckan ser ut. Även inköp kommer att ha nytta av detta verktyg då de lättare kan informera leverantören om när material behövs. Flödescheferna har också intresse av detta verktyg då det klart och tydligt visar beläggningen över de olika T-linjerna och därmed bör även planeringen av övriga produkter underlättas. Detta kommer dels att generera en bra mix av produkter samt ett jämnare flöde genom hela verkstaden, vilket bör minimera köer framför värmebehandlingen. Verktyget kan även ses som en rutin för den som är ovan eller ny i arbetsuppgifterna rörande planeringen samt för operatörerna vid smidespressen.

Då verktyget är baserat på prognoser samt kapacitet hos värmebehandlingen bör en uppdatering ske, om kapaciteten i VBH utökas eller om prognosen räknas om samt om artiklar tillkommer eller faller bort. De brister vi har identifierat med verktyget är främst att det är baserat på prognoser och därför kan vara bli missvisande de veckor behoven avviker från prognosen, samt att det är produktionssekvensen är återkommande oavsett hur behovet ser ut. Vidare är omställ inplanerade över hela perioden, vilket kommer att generera längre tidsåtgång då alla operatörer blir berörda och inte har likvärdig erfarenhet

gällande omställningar av smidespressen. Detta kommer dock på sikt att generera förbättringar i och med att operatörerna genom erfarenhet lär sig ställa om maskinen mer effektivt.

Nytt förslag till planeringsunderlag

Dag	1	2	3	4	5	6	7							
	T38/ 03 T3	R38/ 03 T2	R38/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 03 T3	R23/ 03 Hgrp 27	T38/0 3 T2	T38/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 03 T2	T38/ 03 T2	R32/ 06 T2	R32/ 06 T2	T38/ 03 T2
	T38/ 03 T3	R38/ 03 T2	R38/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 03 T3	R23/ 03 Hgrp 27	R23/ 02 T1	T38/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 03 T2	T38/ 03 T2	R32/ 06 T2	R32/ 06 T1	T38/ 03 T2
	T38/ 03 T3	R38/ 03 T2	R38/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 03 T3	R23/ 03 Hgrp 27	R23/ 02 T1	T38/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 03 T2	T38/ 03 T2	R32/ 06 T2	R32/ 06 T1	T38/ 03 T2
	T38/ 03 T1		R38/ 03 T2		T38/ 03 T3			T38/ 03 T2		T38/ 03 T2		R32/ 06 T2		T38/ 03 T2
Dag	8	9	10	11	12	13	14							
	T38/ 03 T3	T38/ 02 T2	T38/ 02 T2	T38/ 03 T2	T38/ 03 T2	R32/ 03 Hgrp 27	T38/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 02 T2	T38/ 02 T2	R38/ 03 T2	R38/ 03 T2	T38/ 03 T3	
	T38/ 03 T3	T38/ 02 T2	T38/ 02 T2	T38/ 03 T2	T38/ 03 T1	R32/ 03 Hgrp 27	T38/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 02 T2	T38/ 02 T2	R38/ 03 T2	R38/ 03 T2	T38/ 03 T3	
	T38/ 03 T3	T38/ 02 T2	T38/ 02 T2	T38/ 03 T2	R32/ 03 T1	R32/ 03 T1	R32/ 03 T2	T38/ 03 T3	T38/ 02 T2	R38/ 03 T2	R38/ 03 T2	?	T38/ 03 T3	
	T38/ 03 T3			T38/ 03 T2	R32/ 03 T1	R32/ 03 T2		T38/ 03 T3			R38/ 03 T2		T38/ 03 T3	

Figur 17, Verktyg för planering av smidespressen. Källa: Egen bearbetning.

Genom att jämföra vår produktionscykel med planeringen för två slumpmässigt utvalda veckor (v.18 & v.19), vilken presenteras under nulägesbeskrivningen, kan det konstateras att vår produktionscykel skapar ett väsentligt jämnare flöde genom produktionen vilket även ger en jämnare arbetsbelastning som även poängteras av Liker (2004) inom Leankonceptet. Den belägger även de olika T-linjerna mer jämnt och det blir därmed även enklare att planera in order som går direkt ut i de olika T-linjerna. Även mixen av de olika produkterna är bättre enligt vår planering då vi tagit hänsyn till de mest frekventa baserat på volymen. Även omställerna i maskinen är jämnare i det nya verktyget då vi försökt att fokusera på att ha ett omställ varje dag. Enligt planeringen v.18 & v.19 kan det vara upp till tre omställ under en och samma dag, se till exempel dag 4. Dock är det

endast totalt 10 st omställ under v.18 & v.19 medan det i vårt verktyg är totalt 14 omställ. Detta kan dock inte ses som ett riktmärke då produktionen är väsentligt lägre än de beräkningar vi använt i vårt verktyg. Det som däremot inte tagits med i beräkningarna är de materialbrister som kan ha bidragit till ett ojämnt flöde under de aktuella veckorna. För att få ett mer rättvisande resultat hade en jämförelse under en längre period kunnat göras om inte tiden varit begränsad.

## 7 Slutsats

*Det övergripande syftet med denna rapport är att undersöka hur en effektiv planering enligt Lean's principer kan bedrivas och tillämpas för verksamheter med kundunika produkter genom en fallstudie på SMC.*

### 7.1 Effektiv Planering enligt Lean Produktion

För att kunna bedriva en effektiv planering krävs att många aspekter sammanfaller, ska denna planering dessutom utföras enligt de principer Lean Production är uppbyggt av, krävs det dessutom att detta görs så resurssnålt och effektivt som möjligt. De kriterier vi har presenterat i detta arbete, som vi anser vara av stor vikt för en lyckad planering är:

*Pull-flöde* – Genom att arbeta och planera produktionen utifrån faktiska kundorder, kan ett sug i produktionen skapas och på så sätt även minimera antalet buffertlager. Dock bör några små lager finnas i produktionen, för att jämna ut eventuella svängningar i både efterfrågan och kapacitet. Då SMC har stort fokus på volym har detta arbetssätt frångåtts. Dock är det viktigt att SMC arbetar flödesorienterat istället för funktionsorienterat för att minska risken för suboptimeringar, och därmed minska risken för att överlager bildas både i värmebehandlingen och av färdiga produkter.

*5S* – Genom att skapa ordning och sortera på sin arbetsplats minskar risken för att tidsödande aktiviteter, så som att leta efter verktyg och material vid omställningar. På detta sätt blir det även lättare att planera för en jämnare produktionstakt då någon hänsyn ej behöver tas till sådana aktiviteter.

*Modellen* - I och med att ställtiderna i smidespressen idag är ett mycket stort problem, har vi presenterat en modell för hur företaget kan arbeta för att minska dessa ställtider. Den övergripande delen i modellen är planeringen, då denna skall vara den beslutsfattande funktionen för att de övriga delarna skall fungera optimalt. Enligt Lean Production skall planeringen baseras på prognoser medan produktionen sker mot kundorder. Genom att använda sig av cyklisk planering, ökar möjligheten att effektivisera planeringsarbetet, minska ställ- och genomloppstider, då det är känt i vilken ordning artiklarna skall produceras inom ett förutbestämt tidsintervall. Detta kan även i förlängningen också underlätta för företagets leverantörer, då de lättare bör kunna anpassa sin produktion efter detta mönster.



*SMED* – Då omställningstider kan vara mycket svåra att beräkna, samt ta hänsyn till, är en reduktion av dessa av största vikt för att underlätta för planeringsarbetet. Genom att använda sig av den detaljerade checklista som presenteras av Shingo (1984) och Segerstedt (1999) bör reduktion av ställtider kunna genomföras då konkreta förbättringsförslag ges.

*Paretoregeln* – Inom företag med en mängd olika artiklar att hantera, kan Paretoregeln vara mycket användbar för att analysera och klassificera en produktflora. Syftet med att klassificera produkter är att identifiera likheter och på så sätt gruppera ihop artiklar för att kunna behandla dem mest effektivt. När en sådan gruppering är genomförd, ökar hanterbarheten och det blir lättare att få en överblick över det som utgör kriteriet för gruppen.

*Ekonomisk orderkvantitet* – Är en ekonomisk formel som med fördel kan ligga till grund för beslut gällande vad, när, hur olika produkter skall tillverkas. Dock kräver denna formel vetskap om hur stor efterfrågan är per enhet, hur stor ordersärkostnaden är samt lagerhållningssärkostnad per tidsenhet och stycke. Dessutom kräver formeln att brister ej förekommer samt att hela orderkvantiteter levereras på en gång. Idagsläget är därför denna typ av materialstyrning ej aktuell för att optimera inköpskvantiteter då det råder stora råmaterialbrister hos leverantören. Däremot skulle den kunna användas för att räkna ut de optimala poststorlekarna inom flödet.

*Sekvensering* – Genom sekvensering underlättas planeringsarbetet med att prioritera körordningen, då en redan förutbestämd ordning skall följas, för de ordrar som skall produceras. Vilket även på sikt kan reducera ställtider då produktionssekvenserna kan anpassas för att generera så få omställ som möjligt.

*Graden av kundfokus och insyn i kundbehov* – Detta är en faktor som tenderar att ej underlätta för produktionsplaneringen, då det i princip är omöjligt att veta vilka produkter som kunderna beställer. Vilket i sin tur genererar att både produkterna och ställtiderna varierar och därmed även kan öka, beroende på hur efterfrågan ser ut. Men genom att tillämpa den presenterade modellen i denna rapport kan en effektivare planering av omställningarna i maskinerna genomföras, vilket även kommer att reducera ställtiderna. När dessa ställtider sedan är starkt reducerade, ökar därmed möjligheten att producera enstycksflöden utifrån aktuellt behov hos kunden.

*Personlig motivering* – Denna studie har visat att grunden för ett effektivt flöde och även effektiv planering, är motivationen hos medarbetarna. Det är därför av yttersta vikt att ta hänsyn till detta vid all typ av styrning, där medarbetarna har en framträdande roll. Resultatet av den personliga motiveringen, är något som framgått mycket tydligt vid våra undersökningar av omställningarna inom smidespressen, då ett omställ kan variera stort beroende på vem som utför arbetet.

I starten av en implementering av Lean Production är traditionella metoder så som ekonomiska orderkvantiteter, sekvenseringar samt paretoregeln mycket användbara, för att underlätta i arbetet med att effektivisera verksamheten. Dessa metoder minskar däremot i betydelse allt eftersom ställtider kan reduceras och enstycksflöden kan införas. Ekonomiska orderkvantiteter blir en inaktuell metod då det inte längre är aktuellt att hantera produkter utifrån ett förutbestämt antal, i och med att dels är omställningstiden obefintlig samt att alla produkter körs i enstycksflöden. Det samma gäller för sekvensering samt paretoregeln.

## **7.2 Förbättring av planeringen för drifterstänger**

För att underlätta för planeringen av drifterstänger har ett verktyg för detta presenterats. Detta verktyg baseras på paretoregeln, sekvenser och cyklisk planering. Där paretoregeln har fått utgöra grunden för den gruppering som utförts, därefter har de olika grupperna placerats in i olika sekvenser för att minimera ställtiderna. Därefter har dessa sekvenser placerats in i en produktionscykel om två veckor, vilken upprepas över tiden.

Genom att använda detta verktyg kan SMC skapa ett jämnare flöde genom produktionen vilket även ger en jämnare arbetsbelastning, något som även poängteras inom Leankonceptet. Den belägger även de olika T-linjerna jämnare än den beläggning som idag finns i produktionen, vilket gör att det även blir enklare att planera in de order som går direkt ut i de olika T-linjerna. Även mixen av de olika produkterna blir bättre enligt den sekvens vi presenterat då vi tagit hänsyn till de mest frekventa artiklarna baserat på volymen. Ytterligare ett förbättringsområde är omställerna som blir jämnare i det nya verktyget då vi fokuserat på att ha ett omställ varje dag. Vilket inte är fallet med dagens planering, då det kan vara upp till tre omställ per dag.

### **7.3 Förslag till förbättringar hos SMC**

För att öka genomslagskraften av implementeringen av Lean Production bör större fokus läggas på långsiktigt tänkande, oavsett om det sker på bekostnad av de kortsiktiga ekonomiska mål som finns. Fokus bör även läggas på ledarskapet för att säkerställa att alla ledare strävar mot samma mål. Detta bör även medföra att de långsiktiga målen lättare går att uppfylla då en större medvetenhet möjliggörs på organisationens alla nivåer.

En nyckelfaktor för att kunna ha en effektiv produktion är få omställ, vi föreslår därför att en noggrann undersökning genomförs huruvida omställerna i smidespressen går att förenkla. En sådan förenkling skulle medföra en ökad flexibilitet och därmed större förmåga att arbeta kundfokuserat. Även graden av slöseri skulle minska om en sådan förenkling kan genomföras, då det idag förekommer en rad olika manuella insatser för att ställa om mellan olika produkter. Ett sätt att förenkla omställerna i smidespressen kan vara att standardisera omställerna, förslagsvis med hjälp av SMED.

För att öka medarbetarnas engagemang, föreslår vi att en tavla sätts upp vid smidespressen, där prognosperiodens alla order skall sättas upp. På detta sätt kan operatörerna själva samt flödeschefer och övrig personal se hur beläggningen ser ut. De får även en tydlig bild över vilka produkter som väntar på produktion och det bör därför bli lättare för dem att förbereda för kommande omställ.

Då vissa produkter står för liten del av det totala flödet, men kräver stora resurser att tillverka, föreslår vi att en noggrann utvärdering genomförs huruvida dessa produkter skall finnas med i företagets produktportfölj eller inte. För att minska risken för suboptimeringar bör SMC fokusera på att arbeta flödesorienterat istället för funktionsorienterat. Även arbetet med 5S bör fortsätta för att minimera risken för att ramla tillbaka till gamla dåliga vanor.

### **7.4 Förslag till fortsatta studier**

Genom att studera den aktuella smidespressen på maskinteknisk nivå, bör det kontrolleras huruvida inre ställ kan omvandlas till yttre ställ genom tekniken SMED, för att på så sätt reducera ställtiderna. Ett annat alternativ för att minska ställtiderna skulle kunna vara att räkna på en nyinvestering av en smidespress med större grad av automatisering.

Ytterligare ett alternativ är att utöka med en till liknande maskin för att öka flexibiliteten samt kunna hantera svåra omställ i denna för att undvika störningar i det ordinarie flödet.

Då produktionstakten är direkt beroende av individens prestation vore det intressant att studera vad som påverkar motivationen, samt hur den kan förbättras. Då även ledarskapet med största sannolikhet har stor påverkan på motivationen, blir även detta ett intressant område att studera vidare.

Det borde även vara av intresse att undersöka om buffertlager bör finnas, i så fall hur stora dessa bör vara samt på vilka platser de skall vara placerade. Detta för att i största möjliga mån eliminera onödigt slöseri. En identifiering av de faktorer som påverkar optimal orderkvantitet kan vara intressant att genomföra då denna formel kan generera större lönsamhet.

## Litteraturförteckning

### Böcker:

Blücher, D., & Öjmertz, B., (2004), *Utmana dina processer*, Mölndal, IVF  
Industriforskning och utveckling AB

Buckley, A., (1993), *The essence of Operations management*, New York, Prentice Hall

Jonsson, P., Mattsson, S-A., (2005) *Logistik, läran om effektiva materialflöden*, Lund,  
Studentlitteratur

Jonsson, P., Mattsson, S-A., (2003) *Produktionslogistik*, Lund, Studentlitteratur

Liker, J., (2004), *The Toyota Way*, New York, McGraw-Hill

Lekvall, P., Wahlbin, C., (2001) *Information för marknadsföringsbeslut*, Göteborg, IHM  
Publishing

Takashi, O., (2003), *The 5S's*, Asian Productivity organization, Japan

Patel, R., Davidsson, B., (2001), *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra  
och rapportera en undersökning*, Lund, Studentlitteratur

Aronsson, H., Ekdahl, B., Oskarsson, B., (2004) *Modern logistik – för ökad lönsamhet*,  
Malmö, Liber Ekonomi

Olhager, J., (2000) *Produktionsekonomi*, Lund, Studentlitteratur

Olsson, H., Sörensen, S., *Forskningsprocessen, Kvalitativa och kvantitativa perspektiv*,  
Stockholm, Liber AB

Sandkull, B., Johansson, J., (2000) *Från Taylor till Toyota*, Lund, Studentlitteratur

Segerstedt, A., (1999) *Logistik med fokus på material och produktionsstyrning*, Malmö,  
Liber Ekonomi

Shingo, S., (1984) *Den nya Japanska produktions filosofin*, Lidingö, Svenska  
Managementgruppen

Womack, J., & Jones, D., (2004), *Lean Thinking*, London, Simon & Schuster UK Ltd  
Imai, M., (1991) *KAIZEN, att med kontinuerliga, stegvisa förbättringar höja produktiviteten och öka konkurrenskraften*, Uppsala, Konsultförlaget AB

Bergman, B., Klefsjö, B., (1995) *Kvalitet från behov till användning*, Lund, Studentlitteratur

Widerberg, K., (2002) *Kvalitativ forskning i praktiken*, Lund, Studentlitteratur

### **Artiklar**

Bhasin, S., Burcher, P., (2006) Lean viewed as a philosophy, *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 17, nr 1, s 56-72

Stewart, P., (1998) Out of chaos comes order: from Japanization to lean production, *Employee Relations*, vol. 20, nr 3, s 213-223

Martínez Sánchez, A., Pérez Pérez, M., (2001) Lean indicators and manufacturing strategies, *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 21, nr 11, s 1433-1451

Bonney, M.C., Zongmao, Z., Head, M.A., Tien, C.C., Barson, R.J., (1999) Are Push and pull systems really so different?, *International Journal of Production economics*, nr 59, s 53-64

### **Övrigt Material**

Rother, M., Shook, J., (2001) Träna sig se, Lean Enterprise Institute Sweden  
Sandviks Intranät, 2008-04-28

Produktkatalog från Sandvik Mining Construction, *Small hole drilling*

Produktkatalog från Sandvik Mining Construction, *Bench drilling*

Produktkatalog från Sandvik Mining Construction, *Drifting and tunneling*

Produktkatalog från Sandvik Mining Construction. *Long hole drilling*

## Bilaga 1

ritning	T-linje	Hgrp	poststorlek	
A3-CR23/03	027	08	80	
A3-CR23/03	027	08	0	
A3-CR23/03	027	08	80	Grupp 6, 3 %
A3-CR23/03	027	08	80	
A3-CR23/03	027	08	80	
A3-CR23/03	027	08	80	
A3-CR23/03	027	08	80	
A3-CR23/03	027	08	80	
A3-CR28/01	005	05	50	
A3-CR28/01	005	05	50	
A3-CR28/01	005	05	0	> 1 %
A3-CR28/01	005	05	0	
A3-CR28/01	027	27	0	
A3-CR28/02	005	05	0	> 1 %
A3-CR28/03	0T1	22	80	
A3-CR32/01	005	05	100	> 1 %
A3-CR32/03	0T1	23	100	Grupp 4, 9 %
A3-CR32/03	0T1	23	100	
A3-CR32/03	0T1	23	100	
A3-CR32/03	0T1	23	100	
A3-CR32/03	0T1	23	100	
A3-CR32/03	0T1	23	100	
A3-CR32/03	0T1	23	100	
A3-CR32/03	0T1	23	100	
A3-CR32/03	0T1	23	100	
A3-CR32/03	0T1	23	80	
A3-CR32/03	0T1	23	80	
A3-CR32/03	0T2	23	80	
A3-CR32/03	0T2	23	80	
A3-CR32/03	0T2	23	80	
A3-CR32/03	0T2	23	80	
A3-CR32/04	027	27	40	
A3-CR32/04	027	27	80	
A3-CR32/04	0T1	04	100	
A3-CR32/04	0T1	04	100	
A3-CR32/04	0T1	23	100	
A3-CR32/04	0T1	04	100	
A3-CR32/04	0T1	04	100	
A3-CR32/04	0T2	23	40	
A3-CR32/04	0T2	23	80	
A3-CR32/05	0T1	23	80	1%
A3-CR32/05	0T1	23	40	
A3-CR32/05	0T1	23	80	
A3-CR32/05	0T1	04	100	
A3-CR32/05	0T1	04	100	
A3-CR32/05	0T2	23	80	
A3-CR32/05	0T2	23	80	
A3-CR32/05	0T2	23	80	
A3-CR32/06	0T1	23	100	Grupp 5,

A3-CR32/06	OT1	23	80	7 %
A3-CR32/06	OT2	23	80	
A3-CR32/06	OT2	23	80	
A3-CR38/01	OT1	23	80	
A3-CR38/01	OT1	23	80	> 1 %
A3-CR38/01	OT2	23	80	
A3-CR38/01	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT1	23	80	
A3-CR38/02	OT1	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	40	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	40	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	Grupp 3, 11 %
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/02	OT2	23	80	
A3-CR38/03	OT2	23	80	
A3-CR38/03	OT2	23	40	
A3-CR38/03	OT2	23	80	
A3-CR38/03	OT2	23	70	
A3-CR38/03	OT2	23	80	Grupp 2 14 %
A3-CR38/03	OT2	23	80	
A3-CR38/03	OT2	23	80	
A3-CR38/03	OT2	23	80	
A3-CR38/03	OT2	23	80	
A3-CT38/02	OT2	23	40	
A3-CT38/02	OT2	23	80	Grupp 3, 11 %
A3-CT38/02	OT2	23	80	
A3-CT38/02	OT2	23	80	
A3-CT38/03	OT1	23	80	Grupp 1, 53 %
A3-CT38/03	OT1	23	60	
A3-CT38/03	OT1	23	60	
A3-CT38/03	OT2	23	80	
A3-CT38/03	OT2	23	60	
A3-CT38/03	OT2	23	60	
A3-CT38/03	OT2	23	80	
A3-CT38/03	OT2	23	80	
A3-CT38/03	OT2	23	80	
A3-CT38/03	OT2	23	70	
A3-CT38/03	OT2	23	70	
A3-CT38/03	OT2	23	80	
A3-CT38/03	OT2	23	80	
A3-CT38/03	OT2	23	80	



A3-CT38/03	0T2	23	80	
A3-CT38/03	0T2	23	80	
A3-CT38/03	0T2	23	80	
A3-CT38/03	0T3	23	80	
A3-CT38/03	0T3	23	80	
A3-CT38/03	0T3	23	80	
A3-CT38/03	0T3	23	70	
A3-CT38/03	0T3	23	80	
A3-CT38/03	0T3	23	80	
A3-CT38/03	0T3	23	80	
A3-CT38/03	0T3	23	80	
A3-CT45/03	0T1	04	48	
A3-CT45/03	0T1	04	48	>1%
A3-CT45/03	0T1	04	48	
A3-CT45/03	0T1	04	48	
A3-DR23/02	0T1	22	80	Grupp 7, 1,9 %
A3-DR23/02	0T1	22	80	
CGD1600/01	0T1	04	80	
CGD1600/01	0T1	04	80	
CGD1600/01	0T2	04	80	
CGD1600/01	0T2	04	80	Grupp 3, 11 %
CGD1600/01	0T2	04	80	
CGD1600/01	0T2	04	80	
CGD1600/01	0T2	04	80	

## Bilaga 2

### Detaljerad checklista över SMED

1. *Separera IED och OED* – Dela in omställningen i vad som kan utföras medan maskinen står stilla samt vad som kan göras när den går.
2. *Omvandla IED till OED* – Det arbete som kräver att maskinen står stilla skall i största möjliga mån omvandlas till arbete som kan göras när maskinen går.
3. *Funktionell standardisering* – Genom att standardisera verktygens form och dimensioner underlättas byten av dem
4. *Funktionella fästansordningar* – Innebär att fästansordningar skall vara så enkla som möjligt och skruvande bör undvikas. Detta för att spara både tid och ansträngning.
5. *Använd förhandsjusterade fixturer* – Ett exempel på detta är att material som skall bearbetas inte skall fästas på fixturer som sitter fast inne i maskinen då de kräver ett stopp. De bör istället justeras och fästas under tiden som maskinen går och sedan bytas i den aktuella maskinen.
6. *Parallella operationer* – En omställning kräver ofta att operatören arbetar runt om hela maskinen, vilket innebär att mycket tid går att förflytta sig. Detta kan reduceras genom att låta två operatörer arbeta parallellt då en fördubbling av kapaciteten med en parallell station ger en halvering av genomloppstiden.
7. *Eliminera justering* – Justeringsarbetet tar normalt den längsta tiden i ett omställ. Detta kan reduceras genom att införa ”stoppar” och styrcinnar för att direkt hitta rätt punkt för verktyget.
8. *Mekanisera* – Inför hydraulisk infästning av verktyget för att underlätta och förkorta ställtiden. Genom detta kan då en mer precisionsstyrd justering uppnås.

### Bilaga 3

#### Regler för OPT/TOC

1. Balansera flödet, inte kapaciteten.  
*Utgå ifrån materialflödet och säkerställ att det totala flödet är balanserat, för att undvika köbildningar vid flaskhalsar*
2. Utnyttjandegraden av icke-kritisk resurs styrs ej av dess egen potential utan av någon annan begränsning i systemet.  
*Det är de begränsande resurserna som sätter produktionstakten.*
3. Utnyttjande och aktivering av en resurs är inte samma sak.  
*Att aktivera och börja använda en resurs är inte detsamma som att utnyttja resursen fullt ut.*
4. En förlorad timme i en flaskhals, är en förlorad timme för hela systemet.  
*En operation som är en flaskhals är den som styr takten i hela flödet, tappar flaskhalsen en timme tappar även övriga flödet en timme.*
5. En sparad time i en icke-flaskhals är betydelselös.  
*Se förklaring i punkten ovan.*
6. Flaskhalsar styr både materialflöde och lager i systemet.  
*Se ovan förklaring.*
7. Försörjningspartiet bör inte – och många gånger skall inte – vara lika med produktionspartiet.  
*För att kunna uppnå högre flexibilitet i produktionen bör inleveranserna skilja sig från seriestorleken inom produktionen.*
8. Ett produktionsparti skall variera i storlek både längs dess väg genom produktionsprocessen och i tid.  
*Storleken på produktionsserien beror på hur de olika resurserna samt den aktuella beläggningssituationen ser ut. Storleken kan därför variera och skall inte vara statisk – flexibilitet eftersträvas.*
9. Prioritet kan bara sättas genom analys av systemets samtidigt verkande begränsningar. Ledtiden är en funktion av planeringen.  
*Ledtiden är en konsekvens av produktionsplanen och kan därför inte bestämmas i förväg, men kan beräknas utifrån den aktuella beläggningen.*