

# **Produktstrukturens betydelse för Planering & Styrning av produktionsprocessen**

**- En fallstudie vid Getinge Sterilization AB -**

**Carl Brinkefors  
Tobias Johansson**



## Sammanfattning

- Titel:** Produktstrukturens betydelse för Planering och Styrning av produktionsprocessen. – En fallstudie vid Getinge Sterilization AB
- Författare:** Carl Brinkefors och Tobias Johansson
- Handledare:** Ingela Elofsson, Lunds tekniska högskola  
Martin J Fager, Getinge Sterilization AB
- Problemdiskussion:** Getinge Sterilization AB har krav på sig att reducera leveranstider för kolonner till kunden Getinge Watersystem A/S.
- Syfte:** Syftet med arbetet är att kartlägga kolonntillverkningen och kolonnernas produktstrukturer i standardsortimentet. Utifrån denna kartläggning skall förändringar föreslås i syfte att förenkla tillverkningen och reducera produktionsledtiden.
- Metod:** Arbetet är en fallstudie av kvalitativ karaktär med kvantitativa inslag.
- Slutsatser:** Många av dagens problem är relaterade till produktstrukturens utformning. Denna måste möjliggöra en effektiv planering och styrning av kolonntillverkningen om kortare leveranstider skall uppnås.
- Nyckelord:** Produktstruktur, kolonner, produktionsstyrning, produktionsplanering



## Summary

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Title:</b>              | The Bill of Materials' effect on the Planning and Control of the Manufacturing Process – A case study at Getinge Sterilization Inc.   |
| <b>Authors:</b>            | Carl Brinkefors and Tobias Johansson  |
| <b>Supervisors:</b>        | Ingela Elofsson, Lund Institute of Technology<br>Martin J Fager, Getinge Sterilization AB.  |
| <b>Problem discussion:</b> | Getinge Sterilization AB is the supplier of columns to the customer Getinge Watersystem A/S. For Getinge Watersystem to be competitive on the market, Getinge Sterilization has agreed to shorten their delivery times.                             |
| <b>Objectives:</b>         | The main objectives of this master thesis is to map the manufacturing of columns and the construction of the bill of materials (BOM). From these mappings, suggestions are made of how to improve, and meet the demands for shorter delivery times. |
| <b>Method:</b>             | In this master thesis methods of qualitative character, combined with some quantitative analyses, are used.   |
| <b>Conclusions:</b>        | Many problems are related to the construction of the BOM. To achieve shorter delivery times, the use of BOM have to improve. The authors believe that a better BOM will improve the possibilities to shorten delivery times.                        |
| <b>Keywords:</b>           | Bill of Materials (BOM), material planning, columns, production planning  |



## Förord

Detta examensarbete utgör slutfasen på vår civilingenjörsutbildning med inriktning produktionsekonomi och logistik. Arbetet omfattar totalt 20 akademiska poäng och är utfört på uppdrag av Getinge Sterilization AB i Getinge, med handledning från avdelningen för Produktionsekonomi vid Lunds Tekniska Högskola.

Vi vill börja med att tacka vår handledare på Getinge Sterilization AB, Martin J Fager, för det engagemang han har visat under examensarbetets gång. Dessutom vill vi rikta ett stort tack till övriga personer på företaget som har tagit sig tid att svara på frågor, där ett extra stort tack går till svetsarna Tommy Ericsson och Mattias Nordgren. Vår handledare på LTH, Ingela Elofsson, är också värd en stor eloge. Hennes konstruktiva kritik, goda idéer och positiva inställning har varit till stor hjälp vid författandet av denna rapport.

Lund, april 2005

-----  
Carl Brinkefors

-----  
Tobias Johansson





# Innehållsförteckning

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INLEDNING.....</b>                    | <b>11</b> |
| 1.1 GETINGE AB .....                       | 11        |
| 1.1.1 Medical System.....                  | 12        |
| 1.1.2 Extended Care .....                  | 12        |
| 1.1.3 Infection Control.....               | 13        |
| 1.2 GETINGE STERILIZATION AB .....         | 13        |
| 1.3 GETINGE WATERSYSTEM A/S .....          | 15        |
| 1.4 PRODUKTEN .....                        | 15        |
| 1.4.1 Slutkundens valmöjligheter.....      | 15        |
| 1.4.2 Rensningsprocessen .....             | 17        |
| <b>2 PROBLEMDISKUSSION .....</b>           | <b>19</b> |
| 2.1 BAKGRUND .....                         | 19        |
| 2.2 AVGRÄNSNINGAR.....                     | 20        |
| 2.3 SYFTE.....                             | 21        |
| 2.4 MÅLGRUPP .....                         | 21        |
| 2.5 RAPPORTENS STRUKTUR.....               | 21        |
| <b>3 METOD.....</b>                        | <b>23</b> |
| 3.1 FALLSTUDIE .....                       | 23        |
| 3.2 DATAINSAMLING.....                     | 24        |
| 3.2.1 Primärdata.....                      | 24        |
| 3.2.2. Sekundärdata .....                  | 25        |
| 3.3 TILLFÖRLITLIGHET .....                 | 25        |
| 3.4 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT.....                 | 26        |
| <b>4 TEORETISK REFERENSRAM.....</b>        | <b>27</b> |
| 4.1 LEVERANSTIDER.....                     | 27        |
| 4.1.1 Standardleveranstider.....           | 28        |
| 4.1.2 Ledtider.....                        | 28        |
| 4.1.3 Tidsreduktion .....                  | 28        |
| 4.2 PLANERING OCH STYRNING .....           | 30        |
| 4.2.1 Sälj- och verksamhetsplanering.....  | 31        |
| 4.2.2 Huvudplanering .....                 | 31        |
| 4.2.3 Orderplanering.....                  | 32        |
| 4.2.4 Verkstadsplanering .....             | 32        |
| 4.2.5 Materialplaneringsmetoder .....      | 33        |
| 4.2.6 Återrapportering.....                | 36        |
| 4.3 GRUNDDATA .....                        | 36        |
| 4.4 PRODUKTSTRUKTUR.....                   | 37        |
| 4.4.1 Operationshänvisning.....            | 39        |
| 4.5 TILLVERKNINGSVÄNLIG KONSTRUKTION ..... | 40        |
| 4.5.1 Standardisering .....                | 40        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5 EMPIRI.....</b>                                 | <b>41</b> |
| 5.1 PLANERING OCH STYRNING .....                     | 41        |
| 5.1.1 Huvudplanering.....                            | 41        |
| 5.1.2 Detaljplanering.....                           | 42        |
| 5.1.3 Verkstadsplanering.....                        | 43        |
| 5.2 PRODUKTSTRUKTUR.....                             | 43        |
| 5.2.1 Kolonnernas produktstrukturer .....            | 44        |
| 5.2.2 Artikelvarianter .....                         | 48        |
| 5.3 KOLONNTILLVERKNING.....                          | 49        |
| 5.3.1 Detaljtillverkning.....                        | 49        |
| 5.3.2 Sammansvetsning.....                           | 49        |
| <b>6 ANALYS .....</b>                                | <b>57</b> |
| 6.1 PLANERING OCH STYRNING .....                     | 57        |
| 6.1.1 Dubbelt planeringsarbete .....                 | 58        |
| 6.1.2 Godtycklig överstyrning av tillverkning.....   | 58        |
| 6.1.3 Antalet tillverkningsorder.....                | 59        |
| 6.1.4 Samordning av elektropolering .....            | 60        |
| 6.2 PRODUKTSTRUKTUR.....                             | 62        |
| 6.2.1 Produktstrukturens utformning.....             | 62        |
| 6.2.2 Långa produktionsledtider.....                 | 62        |
| 6.2.3 Produktstrukturens komplexitet .....           | 63        |
| 6.2.4 Många varianter av ingående artiklar.....      | 63        |
| 6.3 KOLONNTILLVERKNING.....                          | 64        |
| 6.3.1 Avsaknaden av återrapportering .....           | 64        |
| 6.3.2 Beroendet av övrig produktionsutrustning ..... | 64        |
| <b>7 FÖRÄNDRINGSFÖRSLAG.....</b>                     | <b>66</b> |
| 7.1 UPPDATERA MPS-SYSTEM .....                       | 66        |
| 7.2 MINSKA PRODUKTSTRUKTURENS KOMPLEXITET .....      | 69        |
| 7.2.1 Variantreduceringar.....                       | 70        |
| 7.2.2 Tillverka mot lager .....                      | 71        |
| 7.3 ÅTERRAPPORTERING .....                           | 73        |
| <b>8 DISKUSSION .....</b>                            | <b>75</b> |
| 8.1 GENERELLT BIDRAG .....                           | 75        |
| 8.2 BIDRAG TILL GETINGE.....                         | 76        |
| 8.3 FÖRSLAG TILL FORTSATT STUDIER .....              | 77        |
| <b>REFERENSER.....</b>                               | <b>79</b> |
| <b>BILAGOR.....</b>                                  | <b>81</b> |

# 1 Inledning

*I detta kapitel ges inledningsvis en allmän företagspresentation. Företagets historiska utveckling beskrivs, och de produktionsbolag som berörs av detta examensarbete presenteras kort. Kapitlet avslutas med en beskrivning av produkten arbetet berör.*

## 1.1 Getinge AB<sup>1</sup>

Getinge AB grundades 1904 av Olander Larsson och tillverkade då diverse jordbruksredskap. 1932 tillverkades den första sterilisationsapparaten. Detta var första steget mot dagens inriktning mot medicinteknisk utrustning. 1964 köptes Getinge upp av Electrolux och var i deras ägo fram till 1989 då Rune Andersson och Carl Bennet köpte upp företaget. Under åren därpå, expanderade företaget genom organisk tillväxt och uppköp. 1993 bör noterades Getinge AB och företagets tillväxtstrategi har fortsatt.

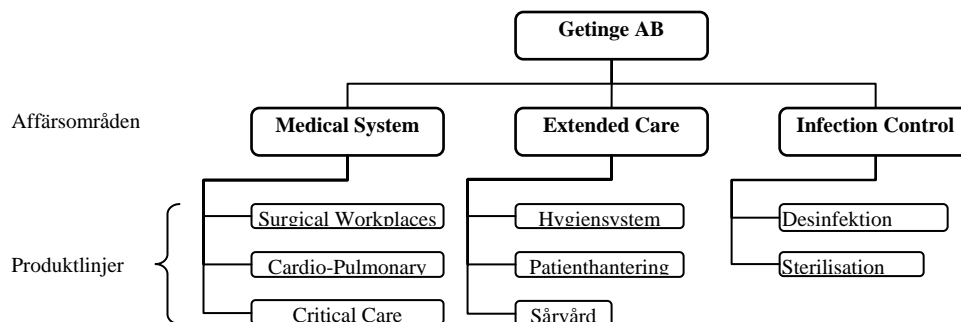
Getinge AB är idag en global medicinteknisk koncern som genom sina produkter och tjänster är en kompetent problemlösare åt kunder inom sjukvård, äldrevård och farmaceutisk industri. Koncernens produkter, tjänster och kompetens ska mätbart bidra till en ökad kvalitet och effektivitet för företagets kunder.

Koncernen finns representerad i 30 länder världen över och omsättningen uppgick år 2003 till 9.2 miljarder SEK. Getinge AB har cirka 6 600 anställda fördelade på cirka 90 företag. Koncernens huvudkontor ligger i samhället Getinge, norr om Halmstad. Förutom huvudkontoret finns här också produktionsbolaget Getinge Sterilization AB samt de två marknadsbolagen Getinge Sverige AB och Getinge International AB.

Getinge AB har under de senaste 10 åren expanderat genom flera viktiga företagsförvärv och är idag en bred koncern uppdelad på tre affärsområden. *Medical System*, *Extended Care* och *Infection Control*, inom vilka koncernen har starka marknadspositioner. Varje affärsområde är uppdelat i olika produktlinjer, vilket illustreras i figur 1.

---

<sup>1</sup> Årsredovisning 2003 Getinge AB



**Figur 1. Illustration av koncernens uppdelning i affärsområden och produktlinjer.**  
 Källa: Fritt producerad från Getinges årsredovisning 2003.

Alla affärsområden är enskilt ansvariga för produktutveckling, produktion och distribution av sina produktlinjer. Alla affärsområdena har även enskilda marknadsorganisationer. I kommande avsnitt ges en presentation av de tre affärsområdena.

### 1.1.1 Medical System

Medical Systems övergripande syfte, är att leverera ergonomisk medicinteknisk utrustning för snabbare, mer effektiv och säkrare behandling av patienter.

Affärsområdet är uppdelat på tre produktlinjer: Surgical Workplaces, Cardio-Pulmonary och Critical Care, se figur 1. Till produktlinjen Surgical Workplaces hör produkter som operationsbord, operationslampor och takkonsoler. Cardio-Pulmonary innefattar hjärt-lungmaskiner, konstgjorda lungor och tillhörande förbrukningsmaterial till hjärtkirurgi och produktlinjen Critical Care består av respiratorer. Alla affärsområdets produkter och tjänster marknadsförs under varumärket MAQUET.

### 1.1.2 Extended Care

Extended Care:s övergripande syfte, är att erbjuda produkter och tjänster som förbättrar vårdgivares arbetsmiljö samt vårdens kvalitet och effektivitet.

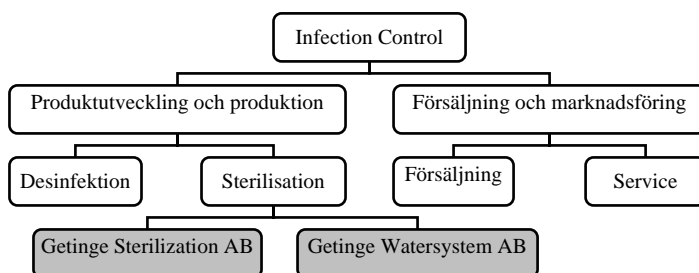
Affärsområdet är uppdelat på tre produktlinjer: Hygiensystem, Patienthantering och Sårvård, se figur 1. Till produktlinjen Hygiensystem hör specialanpassade bad- och duschlösningar för personer med nedsatt rörlighet. Produktlinjen Patienthantering innefattar lyft- och förflyttingsanordningar för den institutionella vårdsektorn. Sårvård erbjuder specialmadrasser utformade för att undvika liggsår. Det dominerande varumärket inom affärsområdet är ARJO.

### 1.1.3 Infection Control

Infection Control:s övergripande syfte, är att erbjuda integrerade lösningar som på ett kostnadseffektivt sätt motverkar spridning av infektioner och bakterier. Kunderna finns inom hälso-, sjuk-, och äldreomsorg samt inom läkemedelsindustrin.

Affärsområdets produktutbud består av sterilisatorer, desinfektorer samt tillhörande hanteringsutrustning. Till utbudet hör också IT-stöd för dokumentation och kvalitetssäkring. Det dominerande varumärket inom affärsområdet är GETINGE.

Figur 2 illustrerar en förenklad organisationsstruktur av affärsområdet. De gråmarkerade produktionsenheterna i figuren, Getinge Sterilization AB och Getinge Watersystem AB, är de produktionsenheter som berörs i detta arbete och kommer i kommande avsnitt att presenteras.



**Figur 2.** Figuren illustrerar Getinge Sterilization AB och Getinge Watersystem AB plats i organisationsstrukturen inom affärsområdet Infection Control. *Källa: Fritt producerad utifrån information i Getinges årsredovisning 2003.*

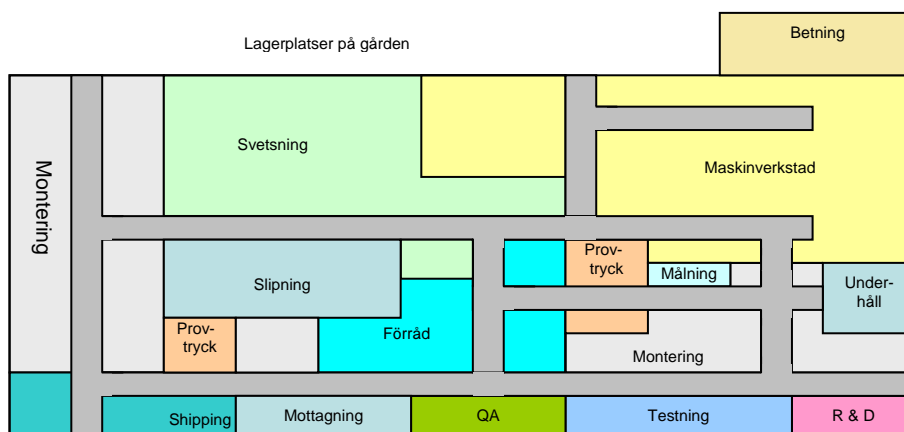
### 1.2 Getinge Sterilization AB

Getinge Sterilization AB (GS) är ett produktionsbolag i samhället Getinge som verkar inom affärsområdet *Infection control*. Antalet anställda vid företaget är cirka 400 personer.

GS produktion är fokuserad på tillverkning och montering av tryckkärl. Den största delen av affärsområdets tryckkärl tillverkas på fabriken i Getinge. Årligen tillverkas cirka 2500 tryckkärl, varav hälften monteras på fabriken i Getinge och resterande monteras på andra produktionsenheter i USA, Danmark, Tyskland, Storbritannien och Sydafrika.

Den huvudsakliga produkten som GS tillverkar är sterilisatorer, vilka på fackspråk kallas autoklaver. En autoklav används för att genom ångsterilisering ta död på mikroorganismer. GS distribuerar både färdigmonterade autoklaver till slutkund, och omonterade tryckkärl till andra produktionsbolag, vilka sedan färdigställer dessa. Förutom dessa autoklaver består produktutbudet av andra tryckkärl såsom proppsterilisatorer och kolonner, samt styrsystem och reservdelar till tryckkärlen. I detta arbete studeras GS kolonntillverkning. Kolonnen kommer att beskrivas mer ingående i avsnitt 1.4 *Produkten*.

Produktionsprocessen på GS är utformad som en funktionell verkstad, uppdelad efter vilken typ av bearbetning som görs, se figur 3. Förutom denna uppdelning i funktioner är tillverkningen uppdelad i olika planeringsgrupper. En planeringsgrupp kan bestå av en maskin och/eller personal. Till exempel finns det en planeringsgrupp avsatt för kolonntillverkningen, *Plasma rundsvets*, med en rundsvetsmaskin och två svetsare.



**Figur 3. Illustration av den funktionella verkstadslayouten på GS. Källa: Fritt producerad.**

Layouten gör att produktionsprocessen är flexibel vad det gäller operationsföljden på en produkt, men den innebär också att det sker mycket transporter av material mellan de olika produktionsgrupperna. Detta kan innebära att det skapas komplexa materialflöden, vilket kan leda till köbildningar, långa genomloppstider och hög kapitalbindning i produkter i arbete.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Olhager, Jan, (2000)

### **1.3 Getinge Watersystem A/S**

Getinge Watersystem A/S (GW) ingår i affärsområdet Infection Control och har sedan 1998 varit en del i Getingekoncernen. Antalet anställda vid företaget är cirka 50 stycken.

GW är beläget i Lyngby, strax norr om Köpenhamn. Företaget utvecklar system till förbehandling, rening och förvaring av vatten. Deras produkter är riktade till företag inom läkemedelsindustrin, där produktionsprocesser kräver jämn tillgång till kvalitetskontrollerat vatten. Två produkter som ingår i systemen är renångealstrare (PFS) och vattendestillationsanläggningar (MS). Dessa produkter monteras och färdigställs av GW, och GS verkar som leverantör av de kolonner som ingår i antal PFS och MS.

### **1.4 Produkten**

Produkterna som arbetet berör är två olika vattenreningsystem, PFS och MS. Produkterna används till att rena vatten. I detta avsnitt kommer produkten att presenteras för att ge läsaren en bild av de produkter som arbetet berör. I figur 4 illustreras en MS bestående av sex kolonner.



Figur 4. En MS bestående av sex kolonner. Källa: Produktinformationsblad.

#### **1.4.1 Slutkundens valmöjligheter**

De val en slutkund ställs inför när de köper en vattenreningsanläggning är:

- *Val av anläggning*
- *Val av kapacitet*
- *Val av antal kolonner*
- *Val mellan opolerad och elektrolyserad anläggning*

### Val av anläggning

En PFS och en MS producerar rent vatten i olika form. En PFS genererar ren ånga. Ångan har flera användningsområden, och används bland annat i farmaceutiska produktionsprocesser och i autoklaver. En MS genererar vatten för injektion. Vattnet används också det i farmaceutiska produktionsprocesser, till exempel som en bas i droppvätskor.

### Val av kapacitet

I GS standardsortiment finns tre olika typer av kolonner, typ 2-5, typ 1 och typ 2. Det som i stora drag skiljer sig åt mellan de olika typerna är storleken på kolonnen. Storleken på kolonnen och antalet ingående förångningsrör bestämmer vilken kapacitet den har. Med kapacitet avses hur mycket ren ånga/vatten som kolonnen kan producera per timme.

De kolonner som ingår i standardsortimentet är dimensionerade för 3-8 bars ångtryck. I standardsortimentet anges den kapacitet som fås vid 3 bars ångtryck. Kapaciteten på kolonnerna i standardsortimentet varierar mellan 200-3000 kg/h. Har kunden tillgång till högre sekundärångtryck, kan kapaciteten för en viss kolonnstorlek höjas med upp till 2,2 gånger den angivna kapaciteten i standardsortimentet.<sup>3</sup>

### Val av antal kolonner

En PFS består av en kolonn, och en MS består av flera seriekopplade kolonner. Antal kolonner har betydelse för hur mycket energi som behöver tillföras under drift. Ju fler kolonner som ingår i en MS, desto mindre värmeenergi och kylmedium krävs. Tabell 1 illustrerar detta förhållande.

**Tabell 1. Betydelsen av antalet kolonner för andelen tillförd värmeenergi och kylmedium. Källa: Fritt producerad från Produktinformationsblad.**

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Antal kolonner       | X         |
| Destillerat vatten   | 100 %     |
| Tillförd värmeenergi | 100 / X % |
| Tillfört kylmedium   | 100 / X % |

### Val av opolerad eller elektropolerad anläggning

Kunderna kan välja mellan opolerade och elektropolerade anläggningar. I en elektropolerad anläggning är de delar som kommer i kontakt med den rena ångan elektropolerade och har högre korrosionsbeständighet än opolerade.

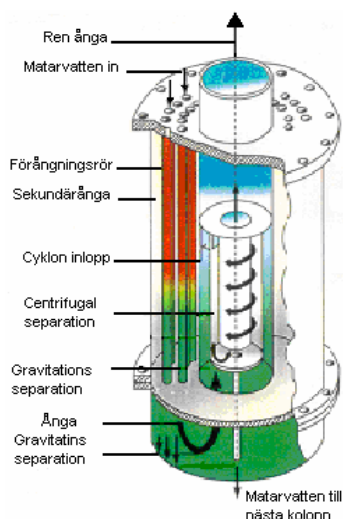
---

<sup>3</sup> Ghassemian, Mohammad, okt-04



## 1.4.2 Reningsprocessen<sup>4</sup>

Vatten förångas och renas i kolonnen genom tvåstegsgravitation och acceleration. Figur 5 illustrerar reningsprocessen och en principiell kolonn i genomskärning.



**Figur 5. En kolonn i genomskärning som visar hur matarvatten transformeras till ren ånga. Källa: Produktinformationsblad.**

Processen startar med att matarvatten förvärmis via förvärmningsrör som löper inne i kolonnen (ej synliga i figuren). Därefter finfördelas vattnet in i förångningsrören (matarvatten in). I förångningsrören sker den första reningen genom gravitation. Stora droppar och vatten som inte har förångats faller ner i bottensektionen och används som matarvatten till efterföljande kolonn.

Ångan fortsätter ner i bottensektionen, där den vänder och stiger upp i centralenheten. Under denna stigning sker nästa rening, också den genom gravitation. De lätta dropparna tar sig uppåt medan de allt för tunga dropparna kondenseras och faller ner i bottensektionen.

Överst i centralenheten finns en tangentiell öppning som leder ångan in i en cyklon (cyklon inlopp). Genom öppningen accelereras ångan runt utloppsröret. Här sker den accelererande reningen. Centrifugalkraften gör att vattendroppar och föroreningar trycks mot cyklonväggen och endast ren ånga tar sig upp i utloppsröret. Slutprodukten är ren ånga.

---

<sup>4</sup> Produktinformationsblad.



## 2 Problemdiskussion

*I detta kapitel ges bakgrunden till examensarbetets uppkomst. Avgränsningar görs för att reducera uppgiftens omfattning, och rapportens syfte formuleras. Avslutningsvis presenteras rapportens målgrupp och struktur.*

### 2.1 Bakgrund

Marknadsstrategin inom affärsområdet Infection Control, var under nittioalet att affärsområdet skulle växa genom förvärv. Flera företag köptes upp i syfte att bredda produktutbudet och för att nå nya marknader. Ett av många företagsförvärv som gjordes var förvärvet av GW 1998. Uppköpet gjordes för att utvidga och komplettera det existerande produktutbudet.

Efter denna fas av tillväxt genom förvärv har strategin inom affärsområdet övergått till att förstärka positionen på marknaden genom förbättrade marknads- och produktionsstrukturer. En förändring som gjorts är att tillverkning av sterilisationsutrustning har centraliserats till GS, där tillverkning och montering har fokuserats till tryckkärl. Denna förändring innebar att de tryckkärl som ingick i GW:s produktutbud flyttades från Danmark till Sverige 2001. GS verkar idag som underleverantör av kolonner till GW.

Kolonntillverkningen står idag för en liten del av det totala antalet tryckkärl som tillverkas i GS funktionella verkstad. Årligen levereras knappt hundra stycken kolonner till GW (se bilaga 4), vilket kan jämföras med den totalt producerade volymen på runt 2500 tryckkärl. Stora ansträngningar har gjorts för att förenkla kolonntillverkningen, och reducera leveranstiderna för kolonner till GW. Bland annat har produktfloran reviderats, vilket har inneburit att antal kolonnvarianter har reducerats. Dessutom har konstruktionsavdelningen arbetat för en ökad standardisering av ingående artiklar. Ett lager av halvfabrikat har även byggts upp för att uppfylla dagens krav på leveranstider.

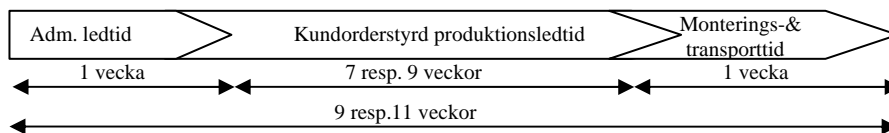
Idag är standardleveranstiderna för kolonner 9 veckor för opolerade och 11 veckor för elektropolerade. Dessa leveranstider gäller för de kolonner som ingår i standardsortimentet och är oberoende av antalet kolonner som beställs.

GW upplever standardleveranstiderna som för långa. Vid flytten av tillverkningen av kolonner, från Danmark till Sverige, fanns förhoppningar om att GS skulle klara av att leverera kolonnerna snabbare, på grund av sin produktionskapacitet.

Om GS skulle kunna reducera leveranstiden skulle GW förutom att kunna erbjuda sina kunder en kortare leveranstid, kunna undvika dyra transportkostnader vid leverans till slutkunder i till exempel Asien. Detta är ett av skälen till att GS har åtagit sig att standardleveranstiderna för standardsortimentet av kolonner skall reduceras med 3 veckor från och med januari 2005.

## 2.2 Avgränsningar

Leveranstiden för kolonner kan delas in i tre delar, se figur 6.



**Figur 6. Leveranstiden delas in i tre delar, administrativ ledtid, kundorderstyrd produktionsledtid och monterings- & transporttid. Källa: Fritt producerad.**

*Administrativ ledtid:* Tiden från beställning av kolonner till dess att detaljplaneringen är utförd. Den administrativa ledtiden är 1 vecka.

*Kundorderstyrd produktionsledtid:* Tiden det tar att utföra den kundorderstyrda tillverkningen. Till denna del av produktionsledtiden räknas alltså inte tiden det tar att tillverka lagerförda artiklar. Den tillgängliga produktionsledtiden är idag 7 veckor för opolerade kolonner och 9 veckor för elektropolerade.

*Monterings- och transporttid:* Tiden det tar att montera, provtrycka och leverera kolonnerna till GW. Denna tid är 1 vecka.

På grund av att den största delen av den totala leveranstiden är produktionsledtid kommer endast denna del av den totala leveranstiden att studeras.

Tillverkningen av kolonner delas in i två delar, detaljtillverkning och sammansvetsning. I MPS-systemet framgår det att sammansvetsningen är den del som upptar störst del av den kritiska produktionsledtiden. Därför fokuserar arbetet på att kartlägga och analysera denna del av tillverkningen.

## **2.3 Syfte**

Syftet med arbetet är att kartlägga kolonntillverkningen och produktstrukturen av kolonnerna i standardsortimentet. Utifrån denna kartläggning skall förändringar föreslås i syfte att förenkla tillverkningen och reducera produktionsledtiden för kolonnerna.

## **2.4 Målgrupp**

Examensarbetet riktar sig i första hand till de anställda vid Getinge Sterilization AB som berörs av kolonntillverkningen, men också till avdelningen för *Produktionsekonomi* vid Lunds Tekniska Högskola. Författarna hoppas också att teknologer med intresse för planering och styrning av produktion kan nyttja rapporten som inspiration för liknande arbeten.

## **2.5 Rapportens struktur**

Detta avsnitt är avsett för att underlätta för läsaren, genom att ge en överblick av rapportens uppbyggnad.

### **1 Inledning**

I detta kapitel ges inledningsvis en allmän företagspresentation. Företagets historiska utveckling beskrivs, och de produktionsbolag som berörs av detta examensarbete presenteras kort. Kapitlet avslutas med en beskrivning av produkten arbetet berör.

### **2 Problemdiskussion**

I detta kapitel ges bakgrunden till examensarbetets uppkomst. Avgränsningar görs för att reducera uppgiftens omfattning, och rapportens syfte formuleras. Avslutningsvis presenteras rapportens målgrupp och struktur.

### **3 Metod**

I detta kapitel beskrivs inledningsvis vilket angreppssätt som valts för examensarbetet och vilka metoder som använts vid datainsamlingen. Vidare förs en diskussion om arbetets tillförlitlighet.

### **4 Teoretisk referensram**

Detta kapitel sammanfattar och presenterar den teori som används för att analysera och beskriva kolonntillverkningen på GS.

### ***5 Empiri***

I detta kapitel kartläggs kolonntillverkningen och produktstrukturen av kolonnerna. Inledningsvis beskrivs hur tillverkningen planeras och styrs. Därefter beskrivs kolonnernas produktstrukturer. Avslutningsvis beskrivs tillverkningen med fokus på sammansvetsningen.

### ***6 Analys***

I detta kapitel har den teoretiska referensramen tillsammans med den kunskap som införskaffats om tillverkningen under de empiriska studierna använts för att analysera nuläget av kolonntillverkningen för GS. I avsnitt 6.1-6.3 diskuteras de identifierade problemen i kolonntillverkningen.

### ***7 Förändringsförslag***

I detta kapitel kommer förändringsförslag och den förväntade effekten av dessa att presenteras. Förslagen syftar till att förenkla den kundorderstyrda tillverkningen och reducera produktionsledtiden för kolonnerna. Förändringsförslagen innefattar en uppdatering av MPS-systemet, en reduktion av produktstrukturens komplexitet, samt en beskrivning av hur återrapportering kan ske.

### ***8 Diskussion***

I detta kapitel kommer arbetets bidrag att diskuteras samt förslag till fortsatta studier att ges.

### ***9 Referenser***

Skriftliga och muntliga referenser

### ***Bilagor***

## 3 Metod

*I detta kapitel beskrivs inledningsvis vilket angreppssätt som valts för examensarbetet och vilka metoder som använts vid datainsamlingen. Vidare förs en diskussion om arbetets tillförlitlighet.*

### 3.1 Fallstudie

Fallstudier har som undersökningsstrategi blivit en samlingsterm för undersökningar som inte är entydigt experimentella, surveyinriktade eller historiska till sin karaktär.<sup>5</sup> Det som kännetecknar en fallstudie är dess inriktning på endast en undersökningsenhet.<sup>6</sup>

En fallstudie fokuserar till att studera relationer och processer och lämpar sig därför bra då en tillverkningsprocess skall kartläggas, vilket har varit vårt syfte. Genom att inrikta studien på endast en undersökningsenhet kan saker studeras i detalj vilket andra tillvägagångssätt inte i samma utsträckning stödjer.

Fallstudien som tillvägagångssätt är ofta den bästa metoden för att tackla problem där förståelse först måste införskaffas innan man kan förbättra verkligheten.<sup>7</sup> Detta är helt i linje med arbetets syfte som är att; utifrån kartläggningen föreslå förändringar i syfte att förenkla tillverkningen och reducera produktionsledtiden. En av fallstudiens fördelar är att den tillåter utredaren att använda olika metoder i undersökningen. Den inbjuder och uppmuntrar faktiskt undersökaren till detta.<sup>8</sup>

Den punkt där fallstudien är mest känslig för kritik är trovärdigheten i de generaliseringar som ibland görs utifrån fallstudiens resultat.<sup>9</sup> Att dra generella slutsatser utifrån ett specifikt fall är svårt. Syftet med detta arbete är *inte* att generalisera ett resultat, utan att studera en specifik situation i detalj, nämligen kolonntillverkningen på GS.

---

<sup>5</sup> Merriam, Sheran B. (1994), s 9

<sup>6</sup> Denscome, Martyn. (2000), s 41

<sup>7</sup> Merriam, Sheran B. (1994), s 10

<sup>8</sup> Denscome, Martyn. (2000), s 43

<sup>9</sup> Denscome, Martyn. (2000), s 53

## **3.2 Datainsamling**

Insamlad data kan delas in i primärdata och sekundärdata. Primärdata är sådana data forskaren själv samlar in genom exempelvis observationer, intervjuer eller experiment. Data som är skriven av någon annan än forskaren kallas sekundärdata. Beroende på vilken metod man använder sig av vid datainsamlingen kan data skilja sig åt.

### **3.2.1 Primärdata**

Vi har använt oss av tre olika metoder för att samla in primär data om kolonntillverkningens olika delar.

- Skriftliga källor
- Ostrukturerade intervjuer
- Observationer

Att vi i datainsamlingen har använt oss av ovan nämnda metoder gör att vi har fått flera vinklingar och flera perspektiv på kolonntillverkningens olika delar.

#### **Skriftliga källor**

Till de skriftliga källorna som används vid insamling av primärdata räknas den information som hämtats om produktstruktur och tillverkningsprocess från GS affärs- och MPS-system.

#### **Ostrukturerade intervjuer<sup>10</sup>**

Ostrukturerade intervjuer har använts för att få en förståelse för hur tillverkningen ute i verkstaden går till. Vi har under hela projektets gång haft kontinuerlig kontakt med de svetsare och produktionsledare som är huvudansvariga för kolonntillverkningen. I projektets inledande fas kombinerades ostrukturerade intervjuer tillsammans med observationer av planering och styrning, beredning, konstruktion och tillverkning. De som arbetar med de olika delarna har den största kunskapen om det de gör, varför vi ville ta del av denna kunskap och skapa oss en holistisk syn på kolonntillverkningen.

---

<sup>10</sup> Denscombe, Martyn (2000), s 135



Eftersom intervjuerna främst har använts i syfte att förstå och kartlägga kolonntillverkningen har endast enkla fältanteckningar använts för att dokumentera dessa. Risken med detta sätt att dokumentera är att feltolkningar kan uppstå. Vi tror oss ha motverkat detta, genom att vi kontinuerligt haft kontakt med informatörerna.

### **Observationer**

Inledande observationer användes för att få inblick i produktionen, samt för att knyta personalkontakter. Detta underlättade genomförandet av kommande intervjuer och riktade observationer.

### **3.2.2. Sekundärdata**

Omfattande litteraturstudier har genomförts, dels för att aktualisera tidigare införskaffade kunskaper kring styrning av produktion och tillverkningsprocesser och dels för att hitta teorier för ledtidsreduktion.

## **3.3 Tillförlitlighet**

All forskning syftar till att producera giltiga och hållbara resultat på ett etiskt och godtagbart sätt, och en kvalitativ fallstudie är inget undantag.<sup>11</sup>

När man i forskningssammanhang talar om tillförlitlighet kommer ofta en undersöknings validitet och reliabilitet att omnämnas. Validitet betecknas i nationalencyklopedin som *frånvaro av systematiska mätfel*, och reliabilitet som *frånvaro av slumpmässiga mätfel*.

Validiteten av en undersökning betecknar alltså att man mäter det man avser mäta. För att säkerställa reliabiliteten av denna fallstudie har vi haft två olika strategier. Dels har vi använt flera källor för att samla in information om de olika delarna av tillverkningen och dels har de inblandade informatörerna kontinuerligt varit informerade om hur vi tolkat olika svar.

Reliabilitet av en undersökning betecknar i vilken utsträckning samma resultat uppnås om man upprepar studien. Eftersom tillvägagångssättet under en kvalitativ fallstudie utvecklas efter hand och därmed inte kan fastställas i förväg, kan begreppet reliabilitet inte tillämpas på något meningsfullt sätt. Kvalitativ forskning strävar inte efter att isolera lagar för människors beteende och processer utan försöker snarare beskriva och förklara världen utifrån hur de människor som lever i den uppfattar den.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Denscome, Martyn. (2000), s 41

<sup>12</sup> Merriam, Sheran B. (1994), s 180-181

Däremot är reliabiliteten och validiteten förknippade med varandra under en undersöknings gång. Detta medför att om validiteten stärks kommer också reliabiliteten att öka.

### **3.4 Tillvägagångssätt**

Inledningsvis genomfördes observationer av de delar på GS som berörs av kolonntillverkningen. Observationerna genomfördes dels för att skapa en grundläggande förståelse för hur kolonnerna verkstadsplaneras och tillverkas och dels för att komma i kontakt med ansvariga inom de olika funktionerna.

Innan vi började med kartläggning av produktstruktur och tillverkningsprocess skapade vi oss en förståelse för kolonner genom att studera konstruktionsunderlag. Kartläggning av produktstruktur gjordes därefter utifrån MPS-system.

För att kartlägga tillverkningen av kolonnerna började vi med att studera informationen om tillverkningen i MPS-systemet, då denna information används till att planera och styra tillverkningen. Efter att ha kartlagt tillverkningen av de olika kolonn typerna i MPS-systemet, jämfördes dessa och skillnader lyftes fram. För att ta reda på orsaken till skillnaderna använde vi oss av ostrukturerade intervjuer med beredaren, som kopplar material och operationer. När orsakerna till skillnaderna utretts, upptäckte vi att informationen om tillverkningen i MPS-systemet inte alltid överensstämde med hur tillverkningen i verkstaden gick till. För att kunna gå vidare och analysera hur produktionsledtiden kunde reduceras, bestämde vi oss för att hjälpa GS med att uppdatera MPS-systemet. Ostrukturerade intervjuer med produktionspersonal och observationer av tillverkningen genomfördes för att öka tillförlitligheten av informationen i MPS-systemet. När kartläggningen och uppdateringarna i tillverkningen var genomförd, kartlade vi den kritiska produktionsledtiden. Detta gjordes utifrån information om ledtider och kolonnernas upplägg i MPS-systemet.

Både under och efter datainsamlingsfasen arbetades analyser och förändringsförslag fram. Under analysarbetet uppmärksammades många problem med dagens planering och styrning av tillverkningen, och förändringsförslagen har arbetats fram för att förenkla situationen för GS. Vi har också insett att datainsamling och analys av information är en process som kan pågå under mycket lång tid.

## 4 Teoretisk referensram

*Detta kapitel sammanfattar och presenterar den teori som används för att analysera och beskriva kolonnstillverkningen på GS.*

### 4.1 Leveranstider

Med leveranstid menas den tid det tar från det att en kundorder erhållits tills leverans kan ske. En leveranstid till kund kan sägas innefatta två delar, en del som har med den aktuella kundorden att göra och en del som är beroende av aktuell beläggning i tillverkningen.<sup>13</sup>

Den del som har med den aktuella kundorden att göra består av administrations- och orderbehandlingstider, väntetider av olika slag, eventuella tider för konstruktion och produktionsförberedelser, genomloppstider i produktionen samt utleverans- och transporttider. Leveranstiden för en produkt är till stor del beroende av produkttegenskaper och produktionssätt. Den kan emellertid också påverkas av logistiksystemet och på vilket sätt produktionen planeras. Genomloppstiden i produktionen kan påverkas av en effektiv planering och av lämpliga planeringsmetoder. Ändamålsenlig placering av lagringspunkter i materialflödet kan också bidra till möjligheter att sänka produktionsledningstiderna.<sup>14</sup>

Den del av leveranstiden som har med aktuell beläggning att göra kan också påverkas av logistiksystemet. Genom tillgång till en tillförlitlig beläggningsredovisning från inliggande order och därmed ha kontroll över aktuell disponibel kapacitet, kan onödiga säkerhetsmarginaler vid leveranstidsättning undvikas. Logistiksystemet kan också bidra till högre produktionsflexibilitet, så att möjligheterna att tillfälligt öka tillgänglig kapacitet vid överbeläggning förbättras.<sup>15</sup>

Utvecklingen går idag mot mer produktion mot kundorder. Denna utveckling har fört med sig att många företag använder sig av externa leverantörer under produktion och distribution mot kundorder.

---

<sup>13</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 77

<sup>14</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 77

<sup>15</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 77

Leveranstiden kommer då även att påverkas av de relationer som finns till de externa företag som är inkluderade i värdekedjan. Ju fler leverantörer som är inblandade i den värdedeförädlade kedjan, desto fler osäkerhetsmoment uppstår som kan påverka leveranstiderna.<sup>16</sup>

#### **4.1.1 Standardleveranstider**

En del företag använder sig av standardleveranstider för sina produkter. Då man använder sig av standardleveranstider tas inte hänsyn till aktuell beläggings- eller materialsituation. De fasta leveranstiderna revideras vid större förändringar i aktuell orderingång och kapacitetsutnyttjande. Detta sätt uppfattas av många som praktiskt, men kan innebära att man behöver ta till onödigt stora säkerhetsmarginaler för att gardera sig mot beläggingsfluktuationer.<sup>17</sup>

#### **4.1.2 Ledtider<sup>18</sup>**

En artikels ledtid beror på hur många operationer som skall utföras och bestäms av summan av de enskilda operationernas ledtid, som är uppdelade i fem olika delar.

- Transporttid
- Kötid (innan operation)
- Ställtid
- Operationstid
- Väntetid (efter operation, i väntan på transport)

Transporttid, kötid och väntetid är glapp mellan operationer, vilket ofta utgör mer än 90 % av den totala produktionsledtiden. Att ha kontroll över kötiden är väsentligt för att kunna utföra en tidsriktig planering. Det är dessutom viktigt att kontinuerligt följa upp hela produktionsledtiden med någon form av återrapportering.

#### **4.1.3 Tidsreduktion<sup>19</sup>**

Aronsson, Ekdahl och Oskarsson menar att det inte går att ge några generella tips om hur man kan reducera genomloppstider och ledtider. Däremot presenterar de sju åtgärder som går att applicera på ett materialflöde eller en process. Dessa sju åtgärder är:

---

<sup>16</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (1999), s.33

<sup>17</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (1999), s 135

<sup>18</sup> Olhager, Jan. (2000), s 271

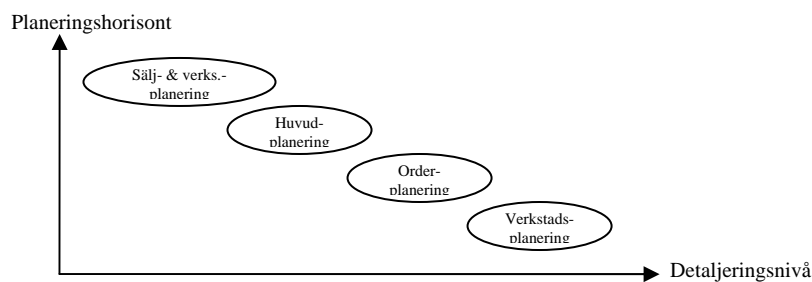
<sup>19</sup> Aronsson, Håkan & Ekdahl, Bengt & Oskarsson, Björn. (2003), s 210-211

- **Eliminera:** Ta bort aktiviteter som inte tillför företaget eller kunden något värde. Det kan till exempel handla om att eliminera dubbelarbete som sker i ett materialflöde eller process.
- **Förenkla:** Förenkla de aktiviteter som är nödvändiga för processen. Det kan till exempel handla om att använda snabbkopplingar på verktyg för att underlätta verktygsbyten eller att ha ett bättre användargränssnitt i ett datorprogram så att användaren kan utnyttja programmets funktioner.
- **Integrera:** Knyt samman aktiviteter som utförs var för sig utan att det skapar mervärde. Det kan till exempel handla om att montören vid en produktionsgrupp själv kontrollerar produktkvaliteten istället för att ha en separat kontrollfunktion.
- **Parallellisera:** Utför oberoende processer eller operationer parallellt istället för i sekvens. Ett exempel på detta är att två artiklar som ska monteras samman kan tillverkas parallellt istället för efter varandra.
- **Synkronisera:** Styr flödet så att en aktivitet kan påbörjas direkt efter en annan utan eller med mindre väntetid. Detta innebär att man försöker ta bort eller minska den passiva tiden mellan två aktiviteter. Det kan till exempel innebära att man reducerar kö- och transporttiden mellan två operationer.
- **Förbered:** Ta fram allt nödvändigt material i förväg så att huvudarbetet kan påbörjas utan att flödet behöver stanna eller bromsas upp. Det kan handla om att man vid en arbetsstation har nödvändiga verktyg på plats innan produkterna kommer dit.
- **Kommunicera:** Genom att effektivisera kommunikationen genom till exempel snabbare, säkrare, mer korrekt eller mer ändamålsenlig information. Till exempel skall alla inblandade i en process tydligt delge sina behov och krav för att slippa returerna och omarbetningar.

Det finns fler principer för att reducera tiden för en process, men de flesta går att placera in under någon av de ovan sju nämnda åtgärderna.

## 4.2 Planering och styrning

Hur planering och styrning sker har, som i föregående avsnitt nämnts, inverkan på leveranstiden för en produkt. Att planera innebär förenklat att man fattar beslut om framtida aktiviteter och händelser. Planering av tillverkning sker vanligtvis i företag mot olika tidshorisonter och på olika detaljeringsnivåer. Planering delas ofta in i sälj- och verksamhetsplanering, huvudplanering, orderplanering och verkstadsplanering, se figur 7.



**Figur 7. Samband mellan planeringsnivåer. Källa: Fritt producerad från produktionslogistik, Mattson.**

De primära planeringsbesluten rörande material och produktion, på alla planeringsnivåerna, rör följande frågor:<sup>20</sup>

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

Till de olika planeringsnivåerna finns en rad olika metoder som kan användas för att fatta beslut angående de olika frågorna ovan. Några av dessa metoder kommer att presenteras i avsnitt 4.2.1 *Materialplaneringsmetoder*. För att planeringsnivåerna skall fungera på ett effektivt sätt, måste två villkor vara uppfyllda. Det ena villkoret är att beslut som fattas på en nivå måste ligga inom ramen för beslut tagna på överliggande nivå. Det andra villkoret innebär att de planeringsmetoder som används måste vara sådana att besluten som fattas på en nivå kan överföras till underliggande nivå. Om dessa villkor inte är uppfyllda, kommer beslut tagna på en planeringsnivå att bli mer eller mindre meningslösa.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 175-176

<sup>21</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 58-59

### 4.2.1 Sälj- och verksamhetsplanering<sup>22</sup>

Sälj- och verksamhetsplaneringen är den planeringsnivån som har den längsta planeringshorisonten. Den är den mest översiktliga planeringen av produktion, material och resurser. Ramarna för sälj- och verksamhetsplaneringen sätts av företagets affärsplan. Man utgår vanligtvis från försäljningsprognoser för en viss period. För att kunna bryta ner en försäljningsprognos till prognoser för aggregerade enheter är det ofta nödvändigt att dela in ett företags produkter i produktgrupper.

### 4.2.2 Huvudplanering<sup>23</sup>

Huvudplaneringen specificerar den planerade produktionen av konfigurerade produkter. På denna planeringsnivå görs leveransplaner och produktionsplaner utifrån inneliggande kundorder och prognoser och utifrån inneliggande lager. Huvudplanens ramar sätts utifrån sälj- och verksamhetsplaneringen.

Huvudplanen specificerar kvantiteter av enskilda produkter som skall tillverkas under en tidsperiod. Huvudplanen syftar till att balansera tillgångar och efterfrågan så att företagets effektivitet och konkurrensförmåga främjas. Tillgångarna utgörs av aktuell produktionskapacitet samt inestående lager och efterfrågan utgörs av inkomna kundorder eller prognoser över den förväntade efterfrågan.

Mattson & Jonsson delar in huvudplaneringsprocessen i följande steg:

1. Prognostisera framtida efterfrågan.
2. Generera en preliminär leveransplan med utgångspunkt från prognoser och inneliggande kundorder.
3. Generera en preliminär produktionsplan med utgångspunkt från den preliminära leveransplanen samt aktuella lagernivåer respektive orderstockstorlekar.
4. Göra en avstämning mellan framtagna planer och de förutsättningar som finns för att förverkliga dem.
5. Fastställa de framtagna planerna.

---

<sup>22</sup> Olhager, Jan. (2000), s 179-181

<sup>23</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 203-208

### 4.2.3 Orderplanering

Orderplaneringens uppgift är att utifrån huvudplanen bestämma när tillverkning på artikelnivå skall ske. Det främsta syftet är att se till att de ramar som ges av huvudplanen hålls. I uppgifterna ingår att för varje produkt och annan artikel fastställa kvantiteter och tidpunkter, så effektivt som möjligt med avseende på kapitalbindning i materialflöden, presterad leveransservice till kund och resursutnyttjandet i den egna verksamheten.<sup>24</sup>

### 4.2.4 Verkstadsplanering<sup>25</sup>

Verkstadsplanering innefattar detaljerad planering samt verkställande och uppföljning av de tillverkningsorder som skapats på de överliggande planeringsnivåerna. Inom ramen för varje tillverkningsorder skall operationer planeras in. Verkstadsplaneringen kan sägas vara den planeringsnivån som ligger omedelbart före det direkta verkställandet av upprättade planer. För att kunna säkerställa sambanden från överliggande planeringsnivåer bör därför tillverkningsorder specificera kvantitet samt tidigaste startdatum och senaste färdigdatum. Med andra ord skall operationerna på en tillverkningsorder utföras under den utsatta tiden.

Verkstadsplaneringens tre huvuduppgifter är enligt Mattsson:

1. Att släppa ut order i takt med att det finns kapacitetsmässiga förutsättningar för att utföra dem inom rimliga genomloppstider.
2. Att säkerställa att utgångsmaterial finns disponibelt när respektive order är planerad att starta.
3. Att de order som släpps ut för tillverkning i verkstaden utförs i en med tanke på leveranstidshållning och genomloppstider ändamålsenlig operationsföljd.

Att tillverkningsorder och operationer planerats in i tiden innebär inte automatiskt att de kommer att starta respektive bli färdiga på utsatta tider. Vid planeringen kan aldrig fullt ut hänsyn tas till tillgänglig kapacitet och tillgång till material. Det är därför av stor vikt att någon form av återrapportering finns mellan tillverkning och de olika planeringsnivåerna. Planeringshorisonten för verkstadsplanering är vanligtvis enstaka veckor eller dagar.

---

<sup>24</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 233

<sup>25</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 323-324



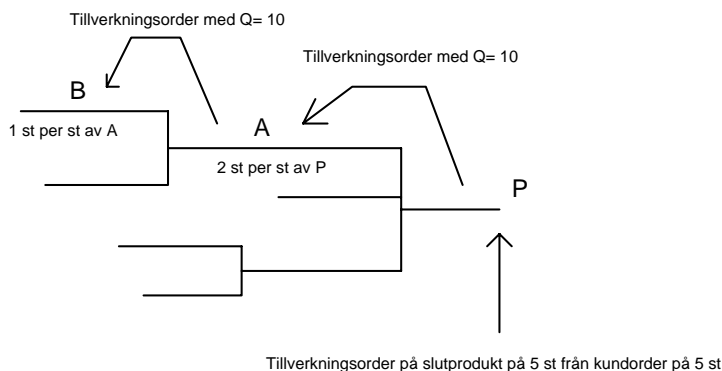
## 4.2.5 Materialplaneringsmetoder

Det finns en rad olika metoder för och teorier kring hur materialplanering skall ske. Beroende på vilken planeringsnivå planeringen sker på, är det av olika stor vikt hur precis och detaljerad den är.

Vi ska nu presentera tre vanliga materialplaneringsmetoder, orderbunden materialförsörjning, materialbehovsplanering och beställningpunktsystem.

### Orderbunden materialförsörjning<sup>26</sup>

Orderbunden materialförsörjning innebär att tillverkningsorder skapas som en direkt konsekvens av en kundorder. Vid denna metod utnyttjas produktstrukturen för att generera tillverkningsorder eller inköpsorder för alla de artiklar som ingår i produktstrukturen. Kvantiteten sätts lika med kundorderkvantiteten och leveranstidpunkten lika med leveranstidpunkten för kundordern. Starttidpunkterna för de ingående artiklarna beräknas genom ledtidförskjutning från leveranstidpunkten. Detta illustreras i figur 8. Tillvägagångssättet innebär sålunda att inköp alternativt tillverkning sker direkt för leverans till kund.



**Figur 8. Orderbunden materialförsörjning. Källa: Fritt producerad från Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003)**

Planeringsmetoden möjliggör inte samtidig tillverkning eller inköp av artiklar som ingår i olika kundorder, då olika tillverkningsorder genereras för dessa artiklar. Detta innebär att metoden inte stöder samtidig tillverkning av motsvarande produkt på en senare tillverkningsorder eller tillverkning av andra produkter som innehåller samma material. Orderbunden materialförsörjning kompletteras därför ofta med någon materialplaneringsmetod av typen beställningpunktsystem för artiklar på låga produktstrukturnivåer.

<sup>26</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 431-434

Möjligheter till planeringsframförhållning hänger samman med i vilken utsträckning den ackumulerade ledtiden för de artiklar som skall direktbeordras är längre än leveranstiden för den behovsinitierade kundordern. Ju större denna skillnad är, desto längre planeringsframförhållning krävs.

Planeringsmetoden är främst användbar i företag där det upparbetade värdet innan orderingång är litet, och där tillverkningsordern på den högsta nivån i produktstrukturen motsvaras av en specifik kundorder. För att fördelarna med att tillverka och köpa in artiklar direkt mot kundorder skall erhållas krävs planeringsmiljöer med låga ordersärkostnader. Om så är fallet kan artiklar på underliggande produktstruktursnivåer tillverkas i de kvantiteter som motsvarar kundorderkvantiteten. För artiklar som inte uppfyller dessa krav kan kompletterande materialplaneringsmetoder, som till exempel beställnings- punktsystem användas för att styra dessa artiklar.

### **Materialbehovsplanering<sup>27</sup>**

Materialbehovsplanering eller MRP, är en planeringsmetod som principiellt bygger på att nya inleveranser sker genom att beräkna när i tiden ett ytterligare materialbehov (nettobehov) kommer att uppstå. Grundprincipen är att planera in nya order när första nettobehov uppstår, och tidpunkten för frisläppning av order beräknas genom ledtidsförskjutning av artikelns ledtid från leveranstidpunkt.

Detta innebär att vid materialbehovsplanering måste planeringshorisonten som minst motsvara den längsta ackumulerade tiden för tillverkning och inköp av alla artiklar som ingår i slutprodukten, det vill säga den kritiska linjen i en produktstruktur.

Då metoden används för artiklar med härledda behov, det vill säga när efterfrågan kan härledas från andra artiklar, utförs en behovsnedbrytning med hjälp av produktstrukturer. Utgångspunkten är en produktionsplan som anger när slutprodukt skall levereras till lager eller direkt till kund. Från denna plan genereras bruttobehov av artiklar på lägre produktstrukturnivåer, och ett nettobehov uppstår om inte det befintliga lagret tillsammans med planerade inleveranser kan täcka efterfrågan. Från dessa order fortsätter nedbrytningen av produktstrukturen ner till lägsta produktstrukturnivå. För varje artikel beräknas nettobehov och nya order planeras in.

---

<sup>27</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), 415-420

Materialbehovsplanering är principiellt sett den mest korrekta metoden att använda för artiklar med härledda behov och i en miljö med standardprodukter. Nya leveranser planeras in så sent som möjligt, och metoden är produkt- och marknadsorienterad, då behov genereras från kundorder eller av slutprodukters produktionsplaner.

### **Beställningspunktsystem<sup>28</sup>**

Beställningspunktsystem är en samlingsterm för några materialplaneringsmetoder som bygger på samma princip. Denna metod bygger på en jämförelse mellan tillgänglig kvantitet och en referenskvantitet som ofta kallas beställningspunkt. När lager styrs på detta sätt planeras nya order in då tillgänglig kvantitet och planerade inleveranser till lagret underskrider beställningspunkten. Leveranstidpunkten sätts till dagens datum plus artikelns ledtid.

Beställningspunktsystem används för styrning av produkter i färdigvarulager och reservdelar. Ett annat användningsområde är styrning av lågvärdesartiklar som skruvar och muttrar för vilka förbrukningen är relativt jämn och där ledtiderna för återanskaffning är relativt kort.

Metodens användbarhet hänger samman med variationer i efterfråga och ledtider. Om variationen är låg kan en fast beställningspunkt användas. Vid säongs- och trendvariationer krävs en justering av beställningspunkten. Vid stora variationer är beställningspunktsystem sällan den mest lämpliga planeringsmetoden.

Beställningspunktsmetoder är i princip inte avsedda för artiklar med härledda behov, men är dock möjliga att använda för att styra sådana artiklar. Speciellt i de fall då artiklarna ingår i så många produktstrukturer att behoven tenderar att jämnas ut. Metoden är också speciellt användbar i planeringsmiljöer där litet produktvärde har arbetats upp vid orderingång, och stor andel specialtillverkning sker mot kundorder och antalet produktvarianter är stort och svårprognostiserat.

---

<sup>28</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 393-401

#### 4.2.6 Återrapportering<sup>29</sup>

Återrapportering omfattar information om utförda aktiviteter och rör till exempel ställtider, operationstider och bearbetad kvantitet. Syftet är att återkoppla information till de olika planeringsnivåerna. Det största kravet på återrapportering har detaljplaneringen, för att alltid ha en aktuell bild av beläggningen i de olika produktionsgrupperna. Återrapportering kan omfatta olika mycket, det kan omfatta alla tider och det kan omfatta avvikelser från planeringen. Vid långa produktionsledtider kan det finnas behov av att delåterrapportera varje operation för att en uppföljning av den aktuella beläggningssituationen skall kunna ge en riktig bild av situationen. Man kan i vissa fall nöja sig med att återrapportera enskilda men viktiga operationer. Det kan exempelvis gälla flaskhalsar, det vill säga resurser som är kritiska ur beläggningshänseende. Återrapportering innebär en del merarbete, men innebär ett mervärde i att ha en ständigt uppdaterad produktionssituation.

#### 4.3 Grunddata<sup>30</sup>

Allt rationellt beslutsfattande kännetecknas av tillgång till information. Tillgången till information är därför i högsta grad väsentligt för att kunna fatta goda beslut vid styrning av materialflöden och produktionsprocesser. En del av den information som är nödvändig vid användning inom området produktionslogistik brukar kallas grunddata. Grunddata definieras som basinformation om företagets produkter, inklusive vad de består av och hur de tillverkas samt om dess produktionsresurser, det vill säga om de resurser som finns till förfogande för att framställa produkterna. Det finns fyra olika grunddatatyper:

- *Artikeldata* med information som identifierar och karakteriserar artiklarna. Exempelvis innefattas artikelnummer, benämning, enhet, vikt och dylikt.
- *Strukturdata* med information som beskriver hur produkter och andra sammansatta artiklar är uppbyggda, d.v.s. av vilka råmaterial och komponenter de är uppbyggda.
- *Operationsdata* med information som beskriver hur produkterna och andra egentillverkade artiklar framställs, samt vilken resursåtgång som krävs för denna framställning.

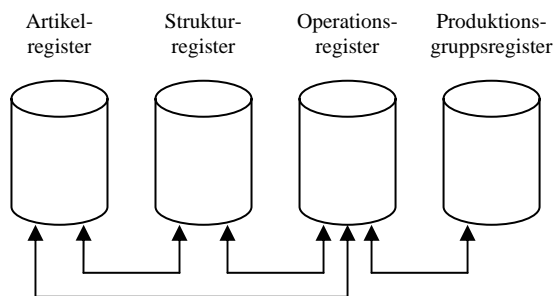
---

<sup>29</sup> Olhager, Jan. (2000), s. 279

<sup>30</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 91-92

- *Produktionsgruppsdata* med information som beskriver vilka produktionsresurser som finns till förfogande samt vilken kapacitet och prestanda dessa resurser har.

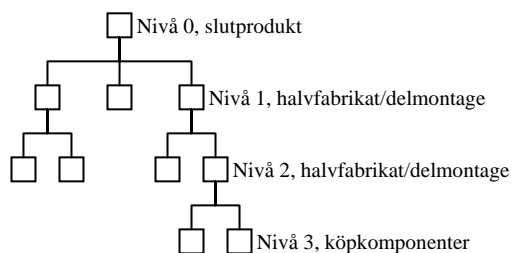
För att denna information skall vara möjlig att praktiskt underhålla och använda lagras den vanligtvis i en databas i datoriserade planeringssystem. Man talar då om fyra strukturregister med ovan nämnda datatyper. Informationen från de olika registren kan samköras för att nödvändig information skall erhållas, se figur 9.



Figur 9. Sambanden mellan de fyra olika strukturregistren. Källa: *Fritt producerad från Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003).*

#### 4.4 Produktstruktur<sup>31</sup>

En produktstruktur visar en produkts beståndsdelar i form av material, som är uppdelade i olika nivåer. På den översta nivån anges slutprodukten. På lägre nivåer visas halvfabrikat och delmontage, som är möjliga att lagerföra. Dessa har kopplingar uppåt och nedåt i strukturen. Artiklar på lägsta nivån i förgreningar i strukturen, är köpartiklar i form av råvara eller andra köpkomponenter. Ett exempel på en produktstruktur visas i figur 10.



Figur 10. Exempel på en produktstruktur. Källa: *Fritt producerad från Olhager, Jan. (2000).*

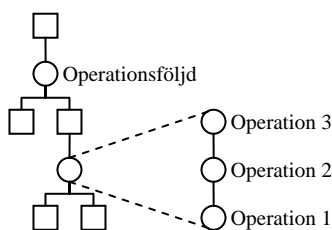
<sup>31</sup> Olhager, Jan. (2000), s 31-32

Produktstrukturen ses alltid utifrån slutprodukten. Slutprodukten har oberoende behov, det vill säga att åtgången bestäms av faktorer som ligger utanför företagets ramar, med avseende på kvantitet och behovstillfälle. Övriga artiklars behov kan härledas från behovet av artiklar på överställd strukturnivå, och dessa artiklar har därmed härledd efterfrågan.

Bredden och djupet på produktstrukturen visar på produktens komplexitet. Med en djup produktstruktur menas antalet strukturnivåer och med en bred struktur menas antalet ingående artiklar per strukturnivå. En djup struktur uppstår om man har ett stort antal på varandra följande delmontage. Djupet ökar problemen kring samordning av materialflödet och man får ofta lång total ledtid som följd. Vid breda strukturer blir sannolikheten större att man får brist på material vid slutmonteringen. Slutsatsen blir därför att sträva efter grunda och smala strukturer för att få en enkel material- och produktionsstyrning.

Det finns ett flertal analyser som man kan utföra för att utnyttja den information som ges av produktstrukturen, där två av de vanligaste är *består av-* och *ingår i-analyser*. Dessa analyser kan utnyttjas för att kartlägga en produktstruktur. Vid en består av- analys fås en förteckning över ingående artiklar i den artikel eller produkt man vill analysera. Vid en ingår i- analys fås en förteckning över vilka artiklar den artikel eller produkt, man vill analysera, ingår i.<sup>32</sup>

I en produktstruktur kan man också illustrera vilka operationer som utförs mellan varje produktstruktursnivå. Den innehåller då även information från operationsregistret och produktionsgruppsregistret. Figur 11 illustrerar en sådan produktstruktur.

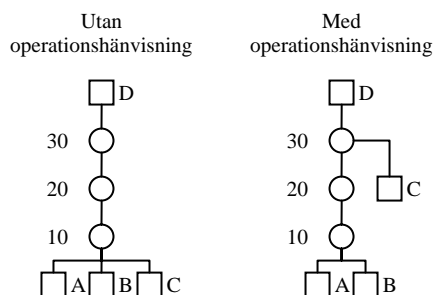


**Figur 11.** Figuren visar hur operationsföljder kan illustreras mellan de olika nivåerna i en produktstruktur. *Källa: Fritt producerad från Olhager, Jan. (2000).*

<sup>32</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003), s 112

#### 4.4.1 Operationshänvisning<sup>33</sup>

En metod som kan användas för att effektivisera produktstrukturen med avseende på planering och styrning av produktion är operationshänvisning. Alla tillverkade artiklar passerar ett antal operationer eller operationssteg. Vid varje sådan operation kan material tillföras utifrån. Material tillförs alltid vid den första operationen i en operationsföljd, men kan även ske i de därpå följande operationsstegen. I produktstrukturer finns alltså en naturlig knytning mellan ingående artiklar och operationer. Man kan för varje artikel i en struktur specificera en operationshänvisning enligt figur 12.



**Figur 12. Illustration av en operationshänvisning. Artiklarna A-C ingår i artikel D. A och B behövs i första operationen, men C behövs inte förrän vid tredje operationen. Källa: Fritt producerad från Mattson, Stig-Arne. (1990).**

Att använda sig av operationshänvisningar skapar en rad möjligheter som kan vara av stor betydelse för att effektivisera material- och produktionsstyrningen. Genom att artiklarna i strukturen kopplas till de operationer där de skall användas kan de också tidsmässigt planeras in mot operationsstarttidpunkter. Om ledtiderna för den tillverkade artikeln inte är försumbar, kan denna metod innebära en avsevärd påverkan på kapitalbindningen genom att material kan tillverkas eller anskaffas senare i materialflödet.

<sup>33</sup> Mattsson, Stig-Arne. (1990), s 177

## **4.5 Tillverkningsvänlig konstruktion<sup>34</sup>**

Vid konstruktion av produkt är det viktigt att man tar hänsyn till hur tillverkningsvänlig denna blir. Metoden bygger på ett tvärfunktionellt deltagande i produktutvecklingsprocessen och kan ses som ett systematiserat sätt att skapa en tillverkningsvänlig konstruktion. Ett antal vägledande regler finns för att en konstruktion skall vara tillverkningsvänlig, där några är:

- Minimera antal artikelnummer i en produkt.
- Minimera antal artikelnummer totalt sett.
- Använd ett modulariserat produktupplägg.

### **4.5.1 Standardisering<sup>35</sup>**

Standardisering innebär att man försöker skapa en enhetlighet. Exempelvis kan samma material användas i olika produkter och samma artikel ingå i många varianter. Ett exempel är artikelstandardisering som syftar till att reducera onödig variantrikedom av ingående halvfabrikat, köpkomponenter och råmaterial. Målet med denna standardisering är att erbjuda slutkunden ett stort antal slutprodukter utifrån en begränsad variantflora. Fördelarna med standardisering kan sammanfattas i ett antal punkter:

- Förenklad planering och styrning med färre artikelnummer.
- Bättre utnyttjande av lageryta, produktionsutrustning och verktyg.
- Förenklat inköp med färre artikelnummer i större kvantiteter till bättre priser.
- Minskad kapitalbindning i förråd, mellanlager och färdigvarulager.

---

<sup>34</sup> Olhager, Jan. (2000), s 77

<sup>35</sup> Olhager, Jan. (2000) , s 80-81



## 5 Empiri

*I detta kapitel kartläggs kolonntillverkningen och produktstrukturen av kolonnerna. Inledningsvis beskrivs hur tillverkningen planeras och styrs. Därefter beskrivs kolonnernas produktstrukturer. Avslutningsvis beskrivs tillverkningen med fokus på sammansvetsningen.*

För att planera och styra kolonntillverkningen använder GS ett MPS-system där produktstrukturen ligger till grund för hur tillverkningen planeras och styrs. Planering och styrning samt produktstrukturen sätter alltså förutsättningarna för hur tillverkningen går till. De tre delarna kommer i kommande avsnitt att beskrivas.

### 5.1 Planering och styrning

Likt många andra företag sker planering på olika detaljeringsnivåer. Idag använder GS standardleveranstider för kolonner. Leveranstiderna för kolonner är 9 resp. 11 veckor. I dagsläget innebär detta att den tillgängliga produktionsledtiden för en beställd anläggning är 7 respektive 9 veckor, oavsett hur många kolonner som ingår.

Planering och styrning av kolonntillverkningen kan delas in i tre delar, huvud-, detalj- och verkstadsplanering. Först upprättas en huvudplan för när tillverkningen skall vara klar för leverans till kund. Därefter upprättas en detaljplan för när tillverkningen av de ingående artiklarna skall ske. Verkstadsplaneringen styr därefter tillverkningen med hjälp av tillverkningsorder.

#### 5.1.1 Huvudplanering

Huvudplaneringen för kolonner utförs av logistikchefen. Logistikchefen planerar tillverkningen utefter det leveransdatum marknadsavdelningen utlovat. Detta leveransdatum är beräknat utifrån den överenskommelse om standardleveranstider som finns mellan GS och GW.

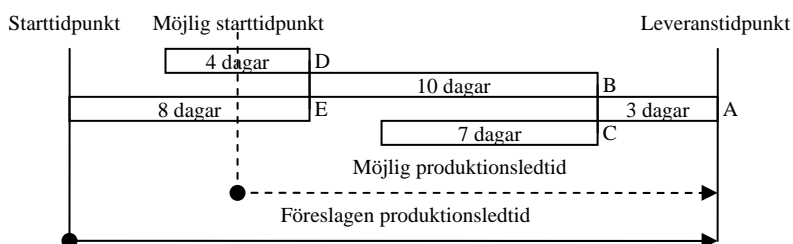
Utifrån utlovat leveransdatum planeras tillverkningen i grova drag. Huvudplanen är uppdelad i två delar, detaljtillverkning och sammansvetsning och anger när dessa delar skall vara avslutade.

### 5.1.2 Detaljplanering

Detaljplaneringen utförs av en person vid logistikavdelningen. Dennes uppgift är att planera in tillverkningen av de artiklar som ingår i de beställda kolonnerna. Detaljplanen utgår från det leveransdatum som huvudplanen anger.

Detaljplaneraren använder sig av två olika sätt att styra kolonntillverkningen, dels orderbunden materialförsörjning och dels en form av beställningspunktsystem. Orderbunden materialförsörjning används för att planera och styra den kundorderinitierade tillverkningen och beställningspunktsystem används för att planera och styra tillverkningen av lagerförda artiklar.

Orderbunden materialförsörjning innebär att när en ny kundorder registreras i MPS-systemet skapas tillverkningsorder utefter produktstrukturen för de ingående orderinitierade artiklarna. Starttidpunkten för tillverkningen beräknas av systemet genom ledtidförskjutning från leveranstidpunkt (bakåtplanering). Figur 13 illustrerar hur MPS-systemet föreslår starttidpunkter för de artiklar som ingår i en produktstruktur.

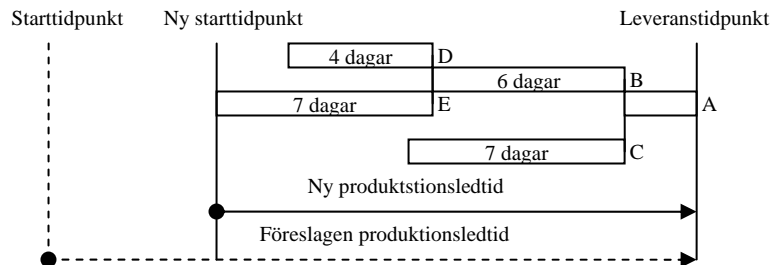


**Figur 13. Orderbunden materialförsörjning. Slutprodukten A sätts samman av artikel B och C och artikel B sätts samman av artikel D och E. Utifrån leveranstidpunkt och produktstruktur planeras tillverkningen av de ingående artiklarna. Källa: Fritt producerad.**

Den av MPS-systemet föreslagna produktionsledtiden är ofta längre än den tid som finns tillgodo för att klara av att leverera på utsatt tid, se figur 13. Detaljplaneraren måste därför reducera ledtiden för de ingående artiklarna. Detta sker godtyckligt genom att ändra på kapacitet och köddagar i MPS-systemet.<sup>36</sup> Genom att höja kapaciteten av en planeringsgrupp, förkortas den planerade operationstiden och genom att reducera antal köddagar till en planeringsgrupp, minskas glappet mellan två planeringsgrupper. På detta sätt reduceras produktionsledtiden för slutprodukten i MPS-systemet.

<sup>36</sup> Observation av detaljplanering, okt- 04

Ledtiderna för de ingående artiklarna justeras tills dess att MPS-systemet föreslår ett startdatum för tillverkning som ligger längre fram i tiden än det datum då planering utförs, se figur 14.



**Figur 14. Illustration av hur produktionsledtiden ser ut efter det att detaljplaneraren har reducerat ledtiden på ingående artiklar. Källa: Fritt producerad.**

När detaljplaneringen är slutförd skrivs tillverkningsorderna ut och tillhörande arbetskort och ritningar läggs i plastfickor. Dessa arbetsordersatser används sedan i verkstadsplaneringen för att styra tillverkningen.

### 5.1.3 Verkstadsplanering

Produktionsledarna distribuerar tillverkningsorder till den planeringsgrupp som utför den första operationen. En stor del av planeringen utförs av produktionsledarna, då de anser att detaljplanen inte stämmer väl överens med hur man i verkstaden vill tillverka kolonnerna.<sup>37</sup> Det är framförallt vid samman- svetsningen av kolonner som detaljplanering och verkstadsplanering skiljer sig åt, vilket kommer visas i avsnitt 5.3.2 *Sammansvetsning*.

## 5.2 Produktstruktur

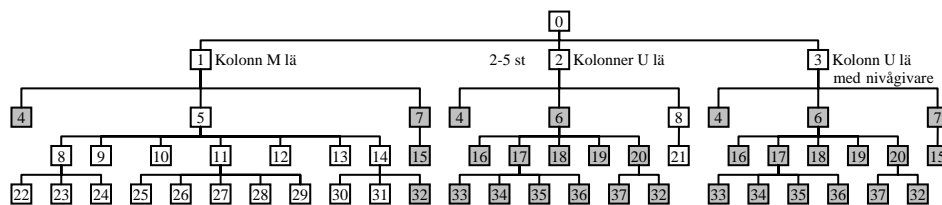
Produktstrukturerna används vid planering och styrning av kolonn-tillverkningen. De register som finns kopplade till produktstrukturerna specificerar vilka artiklar som ingår i en viss kolonn samt artiklarnas operationsföljder.

I operationsföljderna finns information om operationstider samt kö- och transporttider mellan de inblandade planeringsgrupperna. Denna information används av MPS-systemet vid beräkning av produktionsledtiden för en viss artikel.

<sup>37</sup> Intervjuer med produktionsledarna.

Då flera planeringsgrupper är inblandade vid bearbetningen av en artikel, sker många transporter mellan de inblandade planeringsgrupperna. GS använder sig av generella kö- och transportdagar mellan de olika planeringsgrupperna.

GS levererar kolonner till tre olika anläggningar, PFS, MS utan nivågivare och MS med nivågivare. Figur 15 illustrerar en fullständig produktstruktur av de orderinitierade artiklarna i en MS med nivågivare. Likadana artiklar som ingår i olika kolonner är markerade med grått och har samma nummer. Delar av denna produktstruktur är också representativ för PFS och MS utan nivågivare. Produktstrukturen för en PFS motsvaras av artikel 1 (kolonn M lä) och produktstrukturen för en MS utan nivågivare motsvaras av artiklarna 1 och 2 (kolonn M lä samt 2-5 kolonner U lä).



**Figur 15. Fullständig produktstruktur av en MS med nivågivare. Likadana artiklar som ingår i olika kolonner, är markerade med grått och har samma nummer. Källa: Fritt producerad.**

Som nämnts i avsnitt 5.1.2 *Detaljplanering* genererar alla ingående artiklar i produktstrukturen tillverkningsorder. Detta innebär att det kan genereras upp till 55 stycken tillverkningsorder av en kundorder.

Den tillverkning som sker mellan de översta nivåerna i produktstrukturen är att kolonnerna monteras ihop och provtrycks. I kommande avsnitt kommer kolonnernas produktstruktur och ledtider i MPS-systemet att presenteras.

### 5.2.1 Kolonnernas produktstrukturer

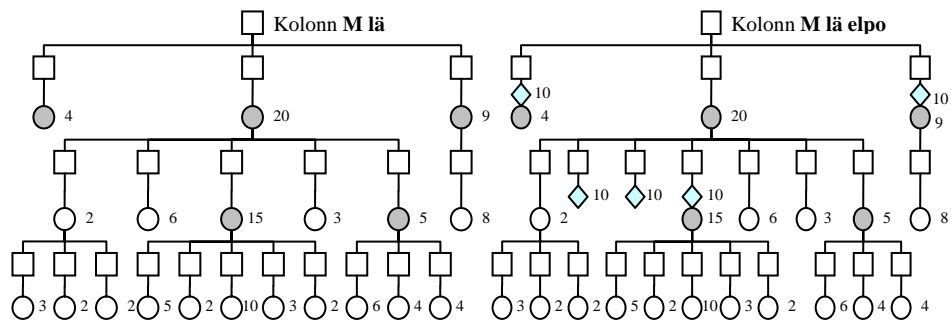
Som nämnts ovan så finns det tre olika kolonner, kolonner M lä, kolonner U lä utan nivågivare och kolonner U lä med nivågivare. Kolonnerna U lä (med och utan nivågivare) är i princip samma kolonner, det enda som skiljer dem åt är bottensektionen. Dessa kommer därför presenteras på samma sätt i fortsättningen.

Alla kolonner finns också i ett elektropolerat utförande, vilket innebär att ytor som kommer i kontakt med ren ånga är elektropolerade. Elektropoleringen utförs av en legoleverantör i Avesta.

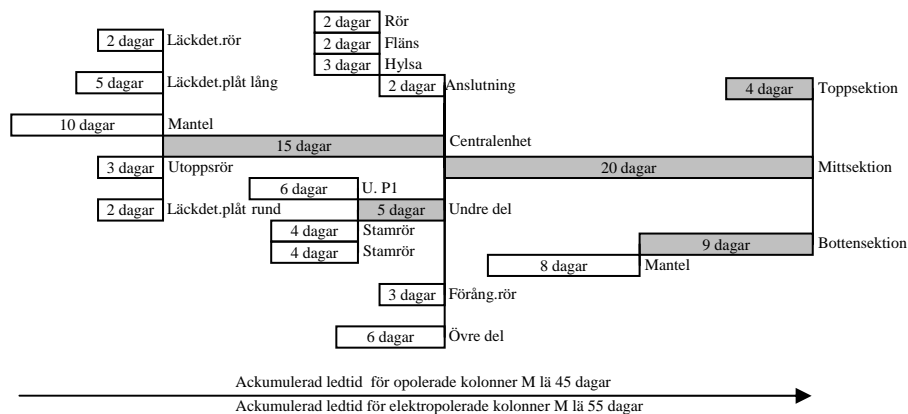
I figur 16 respektive 17 illustreras produktstrukturen för kolonner M lä resp. U lä. Ringarna i figurerna representerar olika artiklars operationsföljder. Den ungefärliga produktionsledtiden för operationsföljden visas i figurerna under produktstrukturerna. En grå ring representerar en operationsföljd i sammansvetsningen och en vit ring en operationsföljd i detaljtillverkningen. En romb illustrerar att artikeln skall elektroteras. Som visas i figurerna tillkommer det 10 dagars produktions- ledtid på de artiklar som skall elektroteras.

För att illustrera skillnader och likheter i operationsföljder mellan MPS-systemet och verkstaden, presenteras operationsföljderna för de olika artiklarna i avsnitt 5.3 *Kolonntillverkning*.

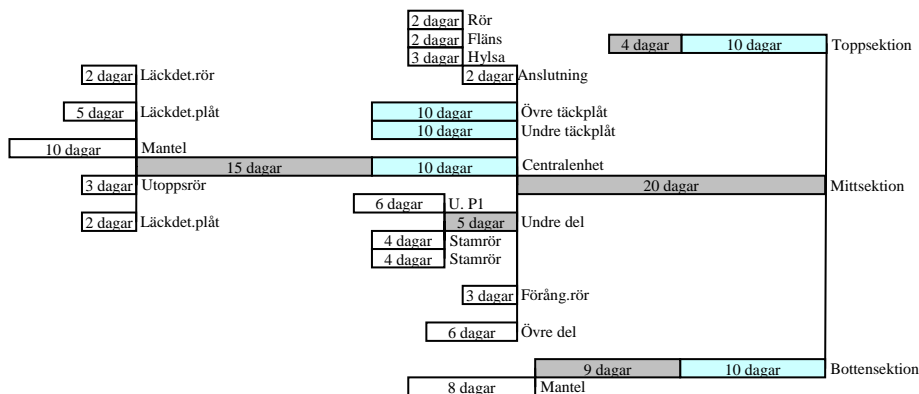
Under produktstrukturerna visas produktionsledtiden för motsvarande produktstrukturer. Dessa visar hur de ingående artiklarna planeras in i tiden och i vilken ordningsföljd de skall tillverkas enligt produktstrukturen.



### Kolonn M lä

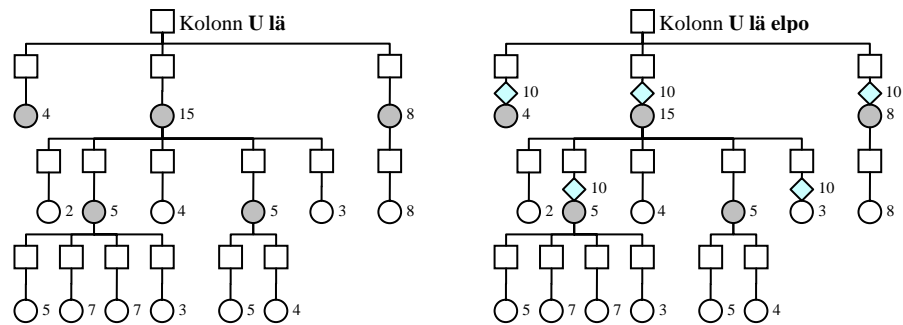


### Kolonn M lä elpo

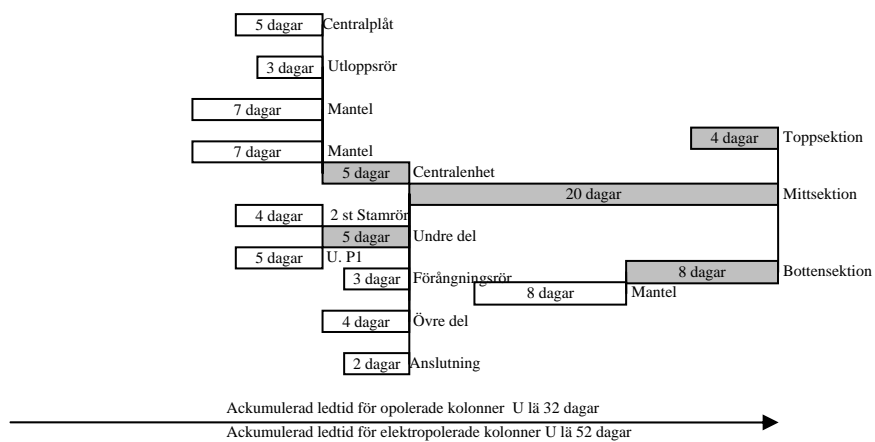


**Figur 16. Produktstruktur för opolerade och elektroperade kolonner M lä samt ungefärliga ledtider. Källa: Fritt producerad utifrån information i MPS-system.**

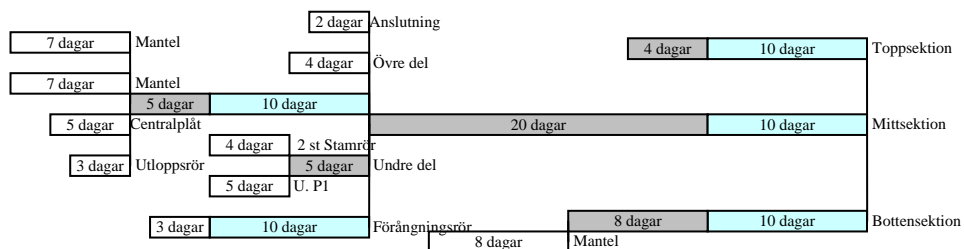
I figur 16 visas att den längsta produktionsledtiden för kolonner M lä, kommer att utgöras av tillverkningssekvensen mantel, centralenhet och mittsektion. Detta innebär att MPS-systemet kommer att föreslå att tillverkningen av en mantel till en centralenhet skall påbörjas först av alla artiklar.



### Kolonn U lä



### Kolonn U lä elpo



**Figur 17. Produktstruktur för opolerade och elektroolerade kolonner U lä samt ungefärliga ledtider. Källa: Fritt producerad utifrån information i MPS-system.**

I figur 17 visas att den längsta produktionsledtiden för kolonner U lä, kommer att utgöras av tillverkningssekvensen mantel, centralenhet och mittsektion. Detta innebär att MPS-systemet kommer att föreslå att tillverkningen av en mantel till en centralenhet skall påbörjas först av alla artiklar. När flera opolerade kolonner U lä skall tillverkas, kommer den längsta produktionsledtiden utgöras av tillverkningssekvensen U.P1, undre del och mittsektionen.

I tabell 2 visas de ungefärliga produktionsledningstiderna i MPS-systemet för de olika kolonnerna.

**Tabell 2. Produktionsledningstiden i MPS-systemet för de olika kolonnerna.**

| Typ 2-5      | 1 kolonn M lä | 1-5 kolonner U lä | 1 elpo kolonn M lä | 1-5 elpo kolonner U lä |
|--------------|---------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| Ledtid       | 45 dagar      | 35-42 dagar       | 55 dagar           | 48-59 dagar            |
| <b>Typ 1</b> |               |                   |                    |                        |
| Ledtid       | 40 dagar      | 24-35 dagar       | 50 dagar           | 45-59 dagar            |
| <b>Typ 2</b> |               |                   |                    |                        |
| Ledtid       | 50 dagar      | 33-48 dagar       | 54 dagar           | 46-61 dagar            |

### 5.2.2 Artikelvarianter

I detta avsnitt kommer orsakerna till att artikelvarianter finns presenteras. I samband med kartläggningen av produktstrukturen upprättades en lista med orsakerna till varianterna, vilken återfinns i bilaga 1.

Varianter av ingående artiklar finns på grund av tre anledningar, läckagedetektering, kapacitet och elektroplering. Dessa ska nu beskrivas.

#### Varianter på grund av läckagedetektering

Kolonner med och utan läckagedetektering är i stor utsträckning två helt olika kolonner vad det gäller ingående orderinitierade artiklar.

#### Varianter på grund av kapacitet

I stora drag skiljer de tre typerna (typ 2-5, 1 och 2) sig åt när det gäller storlek och vilket kapacitetsspann de innefattar, och därmed är dimensionerna på de ingående artiklarna skilda mellan typerna.

En orsak till att det finns artikelvarianter inom de tre olika typerna är kapacitetsskillnader på kolonnerna. Antalet förångningsrör och längden på mittsektionen varierar inom typerna och har betydelse för vilken kapacitet kolonnen har.

#### Varianter på grund av elektroplering

Kolonnerna i standardsortimentet kan fås i två olika utföranden, antingen elektroplerade eller opolerade. På delar som ska elektropleras finns krav på en bättre ytjämnhet för att elektropleringen ska ge ett bra resultat och därför slipas en del artiklar innan elektroplering.



## 5.3 Kolontillverkning

Kolontillverkningen står för en mycket liten del av tillverkningen i GS funktionella verkstad. Tillverkningen av kolonner delas in i två delar, detaljtillverkning och sammansvetsning. Dessa delar kommer i kommande avsnitt att beskrivas.

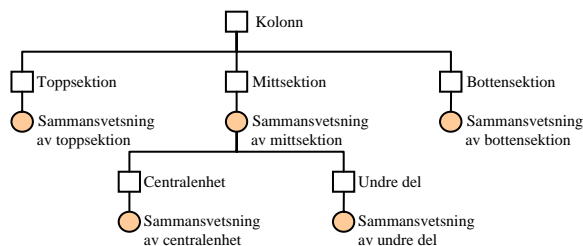
### 5.3.1 Detaljtillverkning

Detaljtillverkning kan delas in i två delar, tillverkning av lagerförda halvfabrikat och tillverkning av kundorderinitierade artiklar. De delar som hör till denna del av detaljtillverkningen illustrerades i figurerna 16 och 17 i avsnitt 5.2.1 *Kolonnernas produktstrukturer*.

Vilka operationer och vilka planeringsgrupper som är inblandade i detaljtillverkningen är olika beroende på vilken del som ska tillverkas. Gemensamt för all detaljtillverkning är att resurser delas med övrig tillverkning på GS. Dessutom är detaljtillverkningen beroende av resurser utanför GS, till exempel rullas mantlar till centralenheten av *Getinge Sliperi och Svets AB* i Getinge.

### 5.3.2 Sammansvetsning

Sammansvetsning består i att svetsa samman ingående delar i centralenheter, undre delar, topp-, botten- och mittsektioner. GS har avsatt en planeringsgrupp till sammansvetsning av kolonner. De resurser denna planeringsgrupp består av är två svetsare och en rundsvetsrobot. Figur 18 visar de operationsföljder i en kolonns produktstruktur som hör till sammansvetsningen.

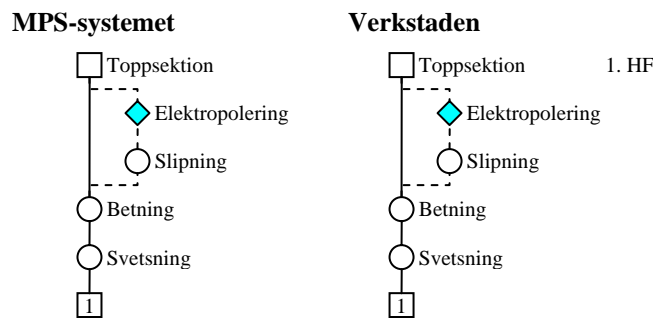


**Figur 18. Figuren illustrerar vilka operationsföljder som hör till sammansvetsningen. Källa: Fritt producerad.**

Operationsföljderna i sammansvetsningen skiljer sig åt mellan olika varianter. I kommande avsnitt beskrivs operationsföljderna i MPS-systemet och i verkstaden.

### Samman svetsning av toppsektioner

Figur 19 illustrerar en toppsektionens operationsföljd. Samman svetsningen startar med att ingående delar svetsas samman och betas. Om toppsektionen ingår i en elektropolerad kolonn slipas den därefter och skickas till Avesta för elektropolering innan den är klar för montering.



Figur 19. Operationsföljden för sammansvetsningen av en toppsektion. Streckade linjer illustrerar att operationerna utförs på toppsektioner till elektropolerade kolonner. Källa: Fritt producerad.

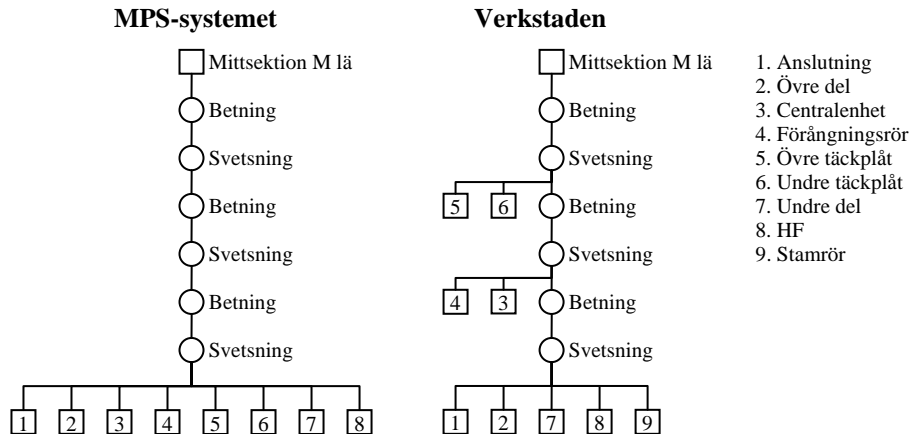
Som figur 19 visar finns inga skillnader mellan hur tillverkningen av en toppsektion går till och hur den är beredd i MPS-systemet.

### Samman svetsning av mittsektioner

När de ingående delarna i en mittsektion ska svetsas samman skiljer ordningsföljden sig åt beroende på om mittsektionen ingår i en kolonn med eller utan läckagedetektering. Därför kommer sammansvetsning av mittsektioner M lä och U lä att beskrivas var för sig.

Samman svetsningen av en mittsektion M lä illustreras i figur 20. Det finns inga skillnader i sammansvetsningen av en mittsektion som ingår i en opolerad och en elektropolerad kolonn, däremot skiljer sig vissa ingående artiklar åt. En del av de ingående artiklarna är elektropolerade.

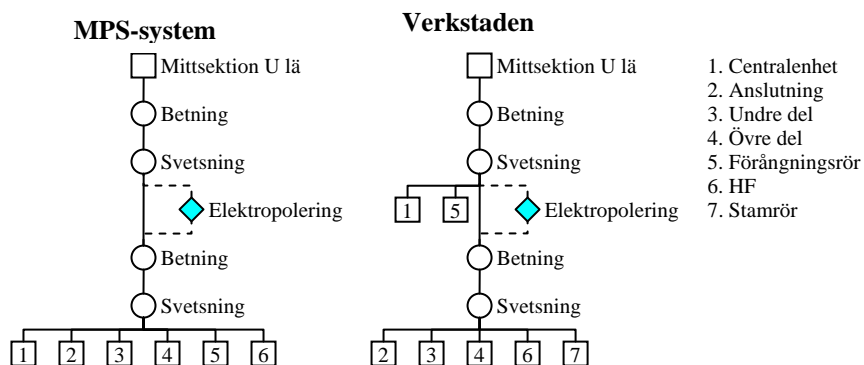
Sammansvetsningen startar med att undre och övre delen svetsas fast på mittsektionsmanteln (HF). Därefter svetsas svetsflänsanslutningen, stamrören och diverse smådetaljer (HF) fast innan svetsar betas. I nästa steg svetsas centralenhet och förångningsrör in i mittsektionen och svetsarna betas. Sammansvetsningen avslutas med att den övre och undre täckplåten svetsas fast och även dessa svetsar betas innan mittsektionen är klar för montering.



**Figur 20. Illustration av operationsföljden för en mittsektion M lä. Figuren visar när i operationsföljden behoven av de orderinitierade artiklarna uppstår. Källa: Fritt producerad.**

Som figur 20 visar skiljer MPS-systemet och verkstaden sig åt med avseende på när materialbehov uppstår. Centralenhet och förångningsrör behövs först vid den andra svetsoperationen. Materialbehovet av övre och undre täckplåt uppstår först vid den tredje svetsoperationen. Figuren visar också att materialbehov av stamrör uppstår vid första operationen på mittsektionen i verkstaden, men inte i MPS-systemet.

Sammansvetsningen av en mittsektion U lä illustreras i figur 21. Denna inleds med att undre och övre del svetsas fast på mittsektionsmanteln (HF). Därefter svetsas ånganslutning, stamrör och diverse smådetaljer (HF) fast innan utförda svetsar betas. Om mittsektionen ingår i en kolonn som ska elektroteras skickas den härefter till Avesta för elektrotering. Sammansvetsningen avslutas med att centralenhet och förångningsrör svetsas in i mittsektionen och dessa svetsar betas innan mittsektionen är klar för montering.

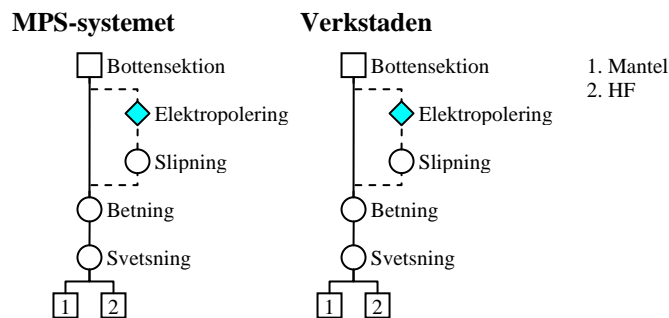


**Figur 21. Illustration av operationsföljden för en mittsektion U lä. Figuren visa när i operationsföljden behoven av de orderinitierade artiklarna uppstår. Källa: Fritt producerad.**

Figur 21 visar att det skiljer sig mellan MPS-system och verkstad när materialbehoven av centralenheten och förångningsrör uppstår. Materialbehovet av centralenheten och förångningsrören uppstår vid den sista svetsoperationen i operationsföljden. Dessutom uppstår behovet av stamrör i verkstaden vid första operationen av mittsektionen men inte i MPS-systemet.

### Sammansvetsning av bottensektioner

Figur 22 illustrerar bottensektionens operationsföljd. Sammansvetsningen startar med att ingående delar svetsas samman och betas. Om bottensektionen ingår i en elektropolerad kolonn slipas den därefter och skickas till Avesta för elektropolering innan den är klar för montering.



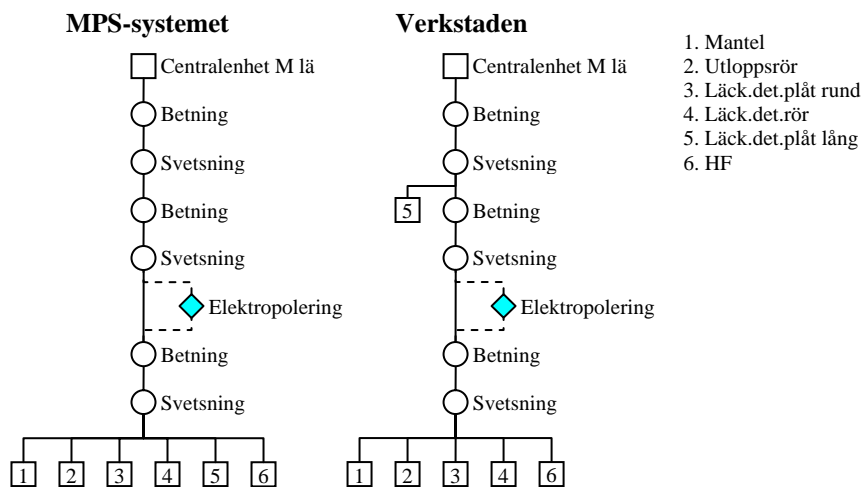
Figur 22. Figuren illustrerar operationsföljden för en bottensektion. Streckade linjer innebär att operationerna endast utförs på bottensektioner till elektropolerade kolonner. Källa: Fritt producerad.

Figur 22 visar att tillverkningen inte skiljer sig mellan MPS-system och verkstad.

### Sammansvetsning av centralenheter

Beroende på vad det är för en centralenhet som skall svetsas samman är ingående delar olika och operationsföljden skiljer sig åt. Därför kommer centralenheter som ingår i kolonner M lä och U lä att beskrivas separat.

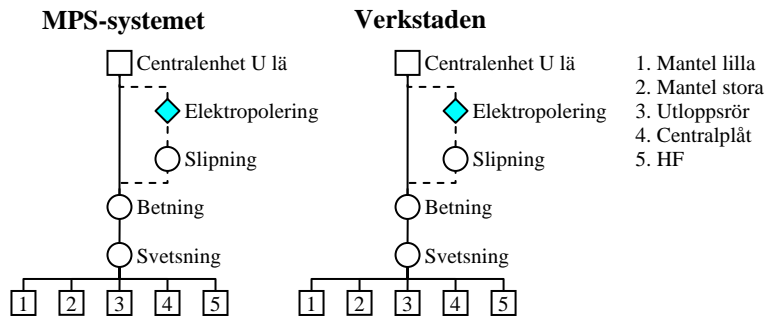
I figur 23 illustreras operationsföljden för en centralenhet som ingår i en kolonn M lä. Sammansvetsning börjar med att mantel, utloppsrör och en rund läckagedetekteringsplåt svetsas samman, i samma svetsoperation svetsas också ett läckagedetekteringsrör samman med en centralplåt. Därefter betas dessa delar. Om centralenheten skall ingå i en elektropolerad kolonn skickas delen bestående av mantel, utloppsrör och läckagedetekteringsplåt iväg till Avesta för elektropolering. I nästa steg av sammansvetsningen svetsas de två delarna samman innan de betas. Avslutningsvis svetsas den långa läckagedetekteringsplåten fast längs med manteln. Därefter betas denna svets innan centralenheten är färdig att svetsas in i mittsektionen.



**Figur 23.** Figuren visar operationsföljden för en centralenhet M lä samt när materialbehovet av ingående delar uppstår. Streckad linje innebär att operationen endast utförs på centralenheter som ingår i elektropolerade kolonner. *Källa: Fritt producerad.*

Figur 23 visar att materialbehovet av den långa läckagedetekteringsplåten uppstår senare i operationsföljden än vad MPS-systemet visar. Behovet finns inte förrän i den sista svetsoperationen i operationsföljden.

I figur 24 illustreras operationsföljden för en centralenhet som ingår i kolonner U lä. Det första som utförs är att alla ingående delar svetsas samman. Därefter betas dessa svetsar. Om centralenheten ingår i en opolerad kolonn är centralenheten färdig för att svetsas in i mittsektionen efter betningen. Ingår den i en elektropolerad kolonn slipas den efter betningen för att därefter skickas till Avesta för elektropolering.

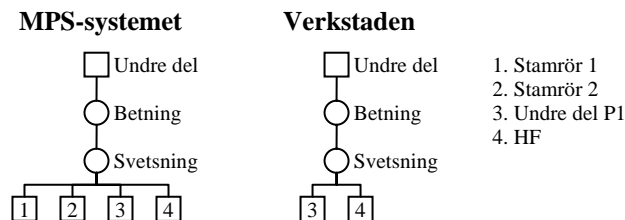


**Figur 24. Illustration av operationsföljden för en centralenhet U lä. Figuren visar när materialbehoven av de ingående delarna uppstår. Streckade linjer innebär att operationerna endast utförs på centralenheter som ingår i elektropolerade kolonner. Källa: Fritt producerad.**

Figur 24 ovan visar att operationsföljden i verkstaden inte skiljer sig från operationsföljden i MPS-systemet.

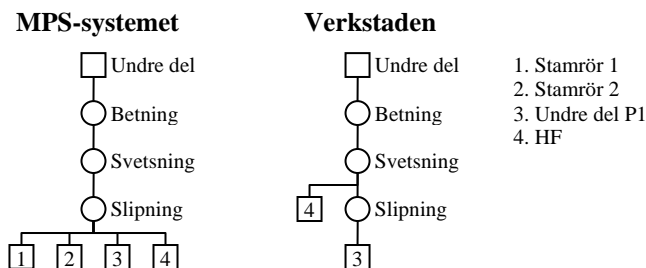
### Sammansvetsning av undre delar

Sammansvetsning av undre delar till kolonner M lä och U lä går till på samma sätt. Däremot startar sammansvetsningen av undre delar till elektropolerade kolonner med att delen som benämns *undre del P1* slipas, detta illustreras i figur 25 och 26. Svetsoperationerna i figurerna består i att alla delarna svetsas samman. Därefter betas dessa svetsar innan de undre delarna är färdiga att svetsas i mittsektionsmanteln.



Figur 25. Figuren illustrerar operationsföljden för en undre del som ingår i opolerade kolonner med och utan läckagedetektering. *Källa: Fritt producerad.*

Figur 25 visar att materialbehovet av stamrören uppstår vid sammansvetsningen av undre delar vilket i verkstaden uppstår i samband med att mittsektionen svetsas samman enligt figur 20 och 21.



Figur 26. Figuren illustrerar operationsföljden för undre delar som ingår i elektropolerade kolonner med och utan läckagedetektering. *Källa: Fritt producerad.*

Figur 26 visar att materialbehovet av stamrören uppstår vid sammansvetsningen av undre delar vilket i verkstaden uppstår i samband med att mittsektionen svetsas samman enligt figur 20 och 21. Dessutom uppstår materialbehovet av halvfabrikat inte förrän undre del P1 har slipats i verkstaden.

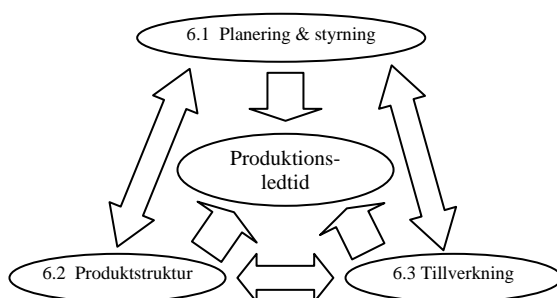


## 6 Analys

I detta kapitel har den teoretiska referensramen tillsammans med den kunskap som införskaffats om tillverkningen under de empiriska studierna använts för att analysera nuläget av kolonntillverkningen för GS. I avsnitt 6.1-6.3 diskuteras de identifierade problemen med kolonntillverkningen.

Detta arbete syftar till att ge förslag till hur kolonntillverkningen kan förenklas och hur produktionsledtiden för kolonnerna kan förkortas. Under de empiriska studierna har många problem med dagens tillverkning identifierats. En förutsättning för att produktionsledningstiderna skall kunna reduceras är att dessa åtgärdas.

Det är av stor vikt att de tre delarna planering och styrning, produktstruktur och tillverkning samverkar för att kolonntillverkningen skall fungera väl. Idag samverkar inte dessa delar fullt ut och förutsättningarna för att på ett effektivt sätt planera och styra tillverkningen, motverkas till viss del av produktstrukturens uppbyggnad. Analyserna kommer att fokuseras på hur produktstrukturen kan förändras, för att förbättra förutsättningarna för GS att planera och styra tillverkningen på ett effektivt sätt.



**Figur 27. Produktstruktur, planering & styrning och tillverkning påverkar ledtiderna, och hur de är relaterade till varandra. Källa: Fritt producerad.**

I avsnitt 6.1- 6.3 analyseras dagens problem i de olika delarna.

### 6.1 Planering och styrning

Planering och styrning skall fungera som ett stöd åt tillverkningen. Vid detaljplanering av tillverkning används produktstrukturen i MPS-systemet. I detta avsnitt diskuteras ett antal identifierade problem i planering och styrning av tillverkningen.

### **6.1.1 Dubbelt planeringsarbete**

Ett problem vi identifierat i planering och styrning av tillverkningen är att det utförs dubbelt planeringsarbete. Den detaljplan som upprättas efter produktstrukturen efterföljs inte av produktionsledarna som har hand om verkstadsplaneringen. De start- och färdigdatum som detaljplanen anger för de ingående artiklarna efterföljs inte i verkstaden<sup>38</sup>.

Att detaljplanen inte efterföljs medför flera problem och risker. Dels medför det att detaljplaneraren inte har korrekt information om beläggning i de olika planeringsgrupperna, vilket kan medföra att planeringsgrupper blir överbelagda. Det kan också innebära att förseningar uppstår i tillverkningen, då det är många tillverkningsorder att hålla reda på. När produktionsledarna frångår detaljplanen finns det risk att artiklar glöms bort och inte blir påbörjade i tid. Slutligen är det också ett problem i sig att planeringen utförs två gånger, då detta genererar onödigt merarbete.

Anledningen till att det utförs dubbelt planeringsarbete är att informationen om tillverkningsprocessen i produktstrukturen inte motsvarar sättet produktionsledarna vill tillverka kolonnerna på. Dessutom är artiklarnas ledtider i många fall väl tilltagna, då en stor del av ledtiden är kötid mellan olika planeringsgrupper. Produktionsledarna är medvetna om detta och vet att de inte behöver följa detaljplanen för att uppfylla bestämt leveransdatum.

### **6.1.2 Godtycklig överstyrning av tillverkning**

Ett annat problem vi ser i planering och styrning av tillverkningen är att detaljplaneraren godtyckligt reducerar kö- och transportdagar och/eller höjer kapaciteten i vissa planeringsgrupper för att uppfylla det i huvudplanen utlovade leveransdatumet.

För att möta dagens leveranstider måste detaljplaneraren reducera produktionsledtiderna för flera av de artiklar som ingår i kolonnerna. Att detta sker godtyckligt ser vi som ett stort problem som medför flera risker. Risken för att artiklar blir försenade ökar i och med att dessa justeringar inte efterföljs i produktionen. Eftersom överstyrningen inte efterföljs i tillverkningen, kan detta medföra att ledtider på enskilda artiklar blir för korta. Det är i och med detta upplagt för att tillverkningen inte skall klara av att tillverka kundordern utefter detaljplanen.

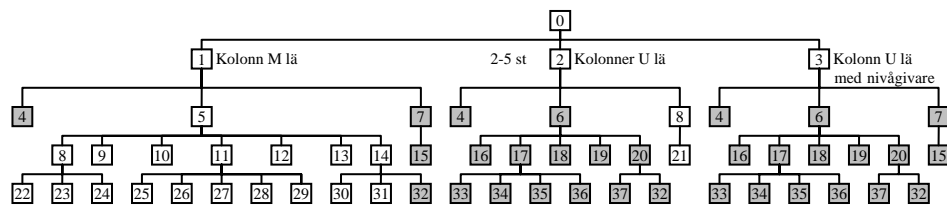
---

<sup>38</sup> Intervjuer med produktionspersonal och egna observationer

Orsaken till detta problem är antingen att GS lovar GW för korta leveranstider eller att artiklarnas produktionsledtider i MPS-systemet inte motsvarar de verkliga. Eftersom GS idag klarar av att hålla de utlovade leveranstiderna är orsaken förmodligen att ledtiderna i MPS-systemet är väl tilltagna. Att produktionsledtiderna för kolonner i MPS-systemet är längre än vad som utlovas visades i avsnitt 5.2.1 och kommer diskuteras i avsnitt 6.2 *Produktstrukturen*.

### 6.1.3 Antalet tillverkningsorder

Ett stort problem i planering och styrning av kolontillverkningen är att det genereras många tillverkningsorder av en kundorder. Som figur 28 visar kan en kundorder generera upp till 55 tillverkningsorder. Artiklar som det finns fler än en av, är markerade med grått och har samma nummer.



**Figur 28. Illustration av alla ingående orderinitierade artiklar i en MS-anläggning med nivågivare. Gråmarkerade artiklar finns det fler än en av i produktstrukturen.**

*Källa: Fritt producerad.*

Eftersom detaljplaneraren använder sig av orderbunden materialförsörjning får artiklarna start- och färdigdatum utefter produktstrukturen i MPS-systemet. Att planera start- och färdigdatum för alla dessa artiklar på ett effektivt sätt är mycket svårt. Det är inte heller lätt att se vilka artiklar som är lika och bör planeras in samtidigt för att underlätta samproducering.

En kundorder kan bestå av upp till 17 lika artiklar som på grund av produktstrukturens utformning och planeringsmetoden får olika tillverkningsorder, se figur 28. Produktionsledarna upplever att det är svårt att samproducera lika artiklar som har olika tillverkningsorder med olika startdatum. Dessutom gör det stora antalet tillverkningsorder att det är svårt att överblicka tillverkningen för produktionsledarna och därmed styra tillverkningen på ett effektivt sätt. Orsaken till detta problem är produktstrukturens utformning samt att man använder sig av orderbunden materialförsörjning för att planera tillverkningen. Orderbunden materialförsörjning möjliggör nämligen inte samtidig tillverkning av artiklar avsedda för tillverkning av motsvarande produkt på en senare tillverkningsorder eller tillverkning av andra produkter som innehåller samma material<sup>39</sup>.

#### **6.1.4 Samordning av elektropolering**

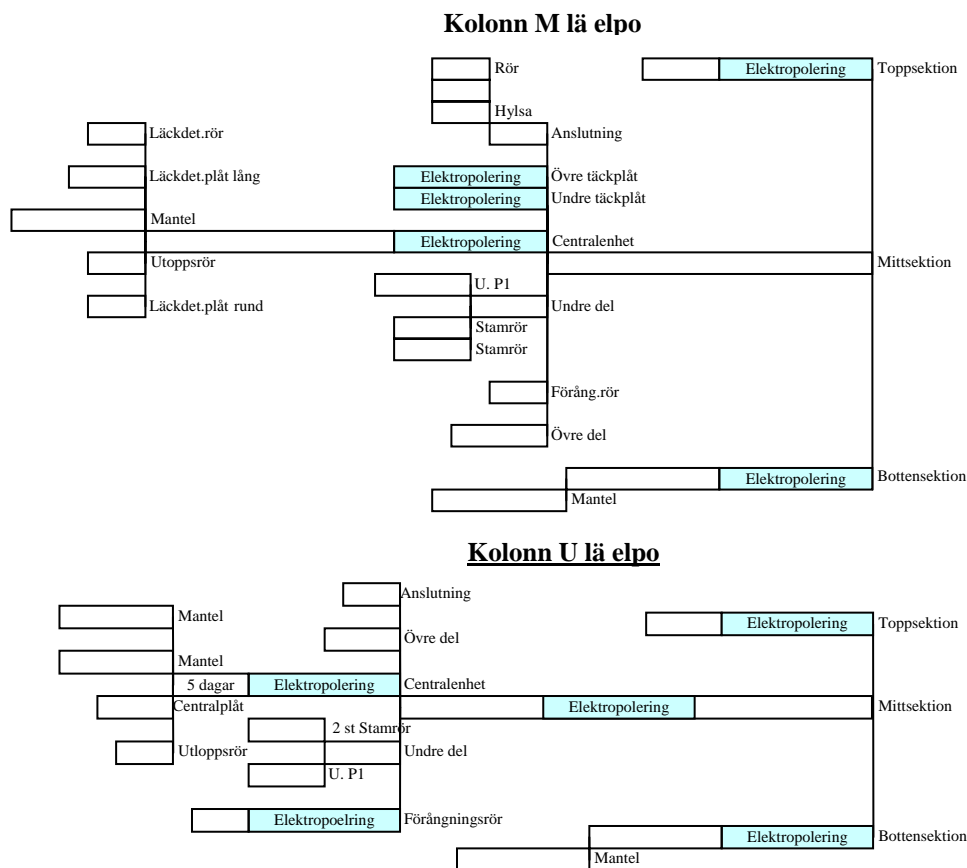
Ett annat problem med planeringen och styrningen av tillverkningen är att det är svårt att samordna elektropolering av artiklar.

Detaljplaneraren som planerar in start- och färdigdatum ser inte vilka delar som ska elektropoleras och kan därför inte planera in dessa artiklar så att samordning av elektropolering underlättas. Figur 29 illustrerar hur elektropoleringarna planeras in i tiden utefter produktstrukturen. Överst i figuren visas en elektropolerad kolonn M lä och under denna visas en elektropolerad kolonn U lä. GS vill ha möjligheten att samordna tillverkningen av dessa artiklar, så att de kan elektropoleras samtidigt. Som visas i figuren gynnar inte dagens produktstruktur och planeringsmetod denna samordning, vilket innebär att man sällan lyckas med detta.

Ett annat problem med anknytning till elektropolering är att den inte beställs förrän artiklarna/delarna är redo att skickas, och tar 10 arbetsdagar oavsett del. Det händer också att det tar ännu längre tid.

---

<sup>39</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003)



**Figur 29. Illustration av hur elektropleringar av de ingående artiklarna i elektroplerade kolonner med och utan läckagedetektering planeras in i tiden. Källa: Fritt producerad.**

### Summering

Som vi i detta avsnitt visat kan flera problem med planering och styrning hänföras till produktstrukturens utformning. När man använder sig av produktstrukturen för att planera och styra tillverkningen av en produkt är det av stor vikt att informationen om tillverkningen stämmer väl överens med hur tillverkningen går till och möjliggör en effektiv planering och styrning. I kapitel 7 *Förändringsförslag* ges förslag till hur produktstrukturen kan ändras för att komma till rätta med problemen i planering och styrning.

## **6.2 Produktstruktur**

Produktstrukturen innehåller information om produkt och tillverkningsprocess. Den ger information om vilka artiklar som ingår i produkten, hur dessa skall tillverkas, och används vid beräkning av produktionsledtider i MPS-systemet. Produktstrukturen skall fungera som ett gränssnitt mellan planering och styrning och tillverkning. Nedan kommer ett antal problem med produktstrukturen att diskuteras.

### **6.2.1 Produktstrukturens utformning**

Produktstrukturens utformning motsvarar inte helt hur sammansvetsningen går till. Produktstrukturen skall utgöra en modell av hur produktionen är upplagd och hur materialflödena är utformade.<sup>40</sup> En del artiklar planeras in att tillverkas tidigare än nödvändigt. De skillnader som identifierats har presenterats i figurerna i avsnitt 5.3.2 *Sammansvetsning*. Att artiklar planeras in tidigare än nödvändigt skapar flera följdproblem.

Artiklar på den kritiska linjen som planeras in för tidigt, medför att produktionsledtiden i MPS-systemet blir onödigt lång. Detta innebär i sin tur att detaljplaneraren genom överstyrning måste reducera produktionsledtiden för att uppfylla standardleveranstiderna. Att artiklar tillverkas för tidigt medför också att kapitalbindningen i produkter i arbete ökar. Problemet med dubbelarbete vid planering av tillverkning kan också hänföras till produktstrukturens utformning, då produktionsledare är medvetna om att vissa artiklar planeras in för tidigt.

Den främsta orsaken till att produktstrukturen inte motsvarar tillverkningen är förmodligen bristen på återkoppling mellan produktion och planering.

### **6.2.2 Långa produktionsledtider**

Produktionsledningarna i MPS-systemet för kolonner är längre än vad som utlovas. Idag lovar GS att leverera alla anläggningar i standardsortimentet på 9 respektive 11 veckor. Detta medför att produktionsledtiden som finns tillgodo är cirka 35 respektive 45 arbetsdagar. Dessa tider skall jämföras med produktionsledningarna i MPS-systemet för de olika kolonn typerna vilka visas i tabell 4.

---

<sup>40</sup> Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003)

**Tabell 4. Ledtiderna för de olika kolonnvarianterna i MPS-systemet.**

| Typ 2-5      | 1 kolonn M lä | 1-5 kolonner U lä | 1 elpo kolonn M lä | 1-5 elpo kolonner U lä |
|--------------|---------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| Ledtid       | 45 dagar      | 35-42 dagar       | 55 dagar           | 48-59 dagar            |
| <b>Typ 1</b> |               |                   |                    |                        |
| Ledtid       | 40 dagar      | 24-35 dagar       | 50 dagar           | 45-59 dagar            |
| <b>Typ 2</b> |               |                   |                    |                        |
| Ledtid       | 50 dagar      | 33-48 dagar       | 54 dagar           | 46-61 dagar            |

Eftersom det i alla anläggningar ingår en opolerad eller elektropolerad kolonn M lä och produktionsledtiden för dessa är längre än 35 respektive 45 dagar, innebär detta att detaljplaneraren alltid måste överstyra MPS-systemets ledtider oavsett vilken anläggning som beställs. Att detaljplaneraren alltid måste överstyra tillverkningen skapar problem i tillverkningen vilket vi har diskuterat i avsnitt 6.1.

### 6.2.3 Produktstrukturens komplexitet

Produktstrukturens komplexitet är en av orsakerna till att det är svårt att planera och styra kolonntillverkningen på ett effektivt sätt. Bredden på och djupet av en produktstruktur betecknar dess komplexitet. Med en djup produktstruktur menas att antalet strukturnivåer är många och med en bred struktur menas att antalet ingående artiklar per strukturnivå är stort.

Med djupet i en produktstruktur ökar problemen kring samordning av materialflödet och man får ofta lång total produktionsledtid som följd. Vid breda strukturer blir sannolikheten större att man får brist på material vid slutmonteringen.

Som bland annat har visats i figur 28 är kolonnernas produktstruktur både djup och bred. Detta medför att det är svårt att överblicka alla ingående artiklar som ska tillverkas både för detaljplanerare och för produktionsledarna som styr tillverkningen. Man bör därför sträva efter att minska djupet och bredden på kolonnernas produktstrukturer.

### 6.2.4 Många varianter av ingående artiklar

I bilaga 1 visas antalet artikelvarianter för de ingående artiklarna. Att det finns många varianter av flera av de ingående artiklarna gör det svårt att förproducera dessa. Eftersom antalet slutprodukter är stort och prognoserna bristfälliga är det svårt att styra tillverkning mot lager. En artikel som ingår i många slutprodukter har en förväntad högre och jämnare efterfrågan än en artikel som ingår i färre slutprodukter. En artikel som ingår i många slutprodukter är därför bättre lämpad att styra med någon form av beställningssystem.

## **Summering**

Som vi i detta avsnitt visat orsakas många problem av produktstrukturens utformning och att informationen den ger inte kan användas till en effektiv planering och styrning av tillverkningen. En orsak till detta tros vara avsaknaden av någon form av återkoppling mellan planering och styrning och tillverkning. I kapitel 7 *Förändringsförslag* ges förslag till hur produktstrukturen kan ändras för att komma till rätta med de identifierade problemen samt ett förslag på hur en återkoppling mellan planering och styrning och tillverkning skulle kunna fungera.

## **6.3 Kolonntillverkning**

Flera av de problem som diskuterats i de ovanstående avsnitten blir synliga i tillverkningen och vi har inte identifierat lika många problem direkt kopplade till tillverkningen. Nedan kommer två problem vi identifierat att diskuteras.

### **6.3.1 Avsaknaden av återrapportering**

Att det saknas någon form av återrapportering mellan tillverkning och planering har orsakat och kommer att orsaka problem i framtiden. Förändringar som genomförs i tillverkningen slår inte igenom i MPS-systemet och förändringar som man från planeringens håll vill genomföra, kommer utan återrapportering inte slå igenom i tillverkningen.

Att återrapportering saknas innebär också att detaljplaneraren aldrig får någon feedback på hur väl dennes planering är utförd. De tillverkningsorder som planerats in startas eller färdigställs sällan vid rätt tidpunkt, vilket leder till skillnader mellan planering och tillverkning. Skillnader mellan planering och hur tillverkningen utförs är därför oundvikligt, men systematiska fel kan och bör undvikas. Detta är en anledning till att återrapportering från produktion måste bli bättre.

### **6.3.2 Beroendet av övrig produktionsutrustning**

I tillverkningen har en fokusering genomförts för att förenkla tillverkningen. Till kolonntillverkningen har en planeringsgrupp bestående av två svetsare och en rundsvetsrobot avsatts. Denna planeringsgrupp har enbart hand om sammansvetsningen av kolonner.



Tillverkningen idag är trots denna fokusering fortfarande beroende av stora delar av den övriga produktionsutrustningen på GS. Ett problem med detta är att kolonnorder har en tendens att vara lägre prioriterade i denna del av tillverkningen. Detta kan få till följd att kolonnorder blir försenade på grund av att de prioriteras lägre än andra produkter.

### **Summering**

Problemen som upptäckts blir synliga i tillverkningen och då framförallt i sammansvetsningen. I kapitel 7 *Förändringsförslag* ges förslag till hur produktstrukturen kan ändras för att komma till rätta med de identifierade problemen samt ett förslag på hur en återkoppling mellan planering och styrning och tillverkning skulle kunna fungera.

## 7 Förändringsförslag

*I detta kapitel kommer förändringsförslag och den förväntade effekten att presenteras. Förslagen syftar till att förenkla tillverkningen och reducera produktionsledtiden för kolonnerna. Förändringsförslagen innefattar en uppdatering av MPS-systemet, en reduktion av produktstrukturens komplexitet, samt hur återrapportering kan ske.*

Vi har i detta arbete strävat efter att komma fram med konkreta och genomförbara förändringsförslag på upplevda och identifierade problem. Förändringsförslagen är uppdelade i tre delar, uppdatering av MPS-system, reduktion av produktstrukturens komplexitet, samt återrapportering. De förslag som ges, syftar till att förenkla den kundorderstyrda tillverkningen, och reducera produktionsledtiden. Flera av de problem som beskrivs i avsnitt 6.1-6.3, kommer att påverkas om dessa förändringar genomförs. För att förändringarna skall ge den önskade effekten är det viktigt att en uppdatering av MPS-systemet görs. Sedan kan man arbeta för att minska produktstrukturens komplexitet, och en förbättrad återrapportering.

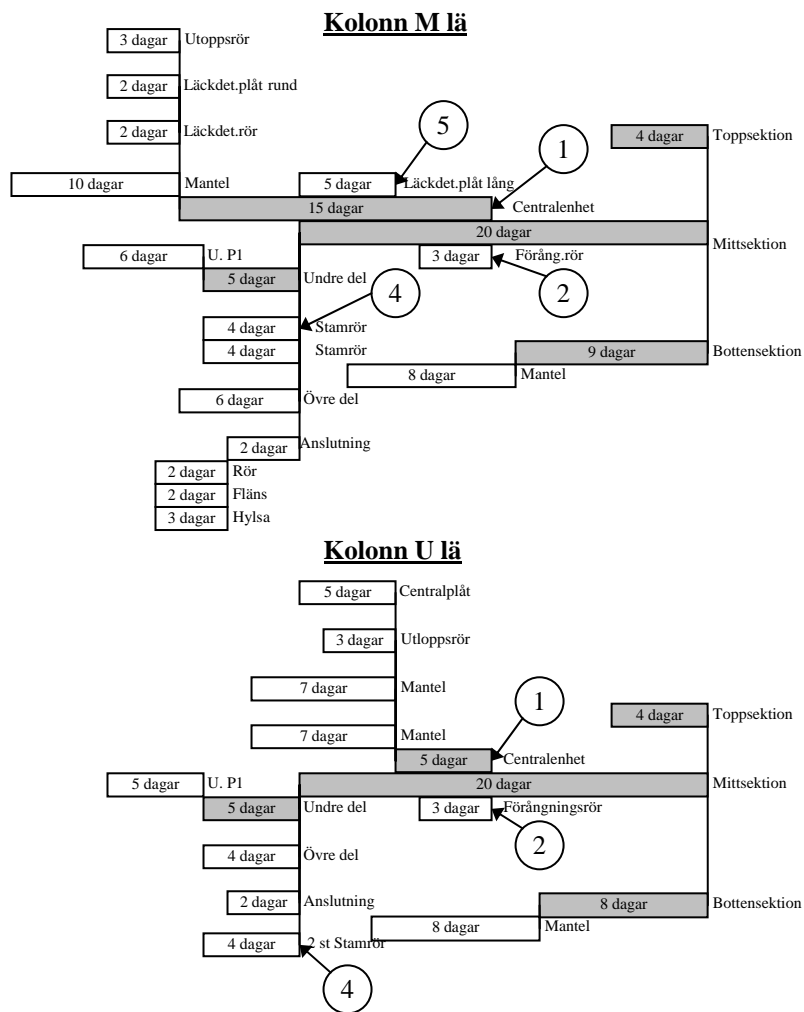
### 7.1 Uppdatera MPS-system

Det finns en rad anledningar till att strukturändringar bör genomföras. Om produktstrukturen ändras till att bättre motsvara tillverkningen kommer produktionsledtiden i systemet reduceras och förutsättningarna för en effektiv planering och styrning förbättras. Detta skulle också innebära att detaljplaneraren erhåller mer rättvisande information om tillverkningen, med avseende på ledtider och beläggning.

Först och främst bör produktstrukturen ändras, så att den bättre motsvarar när materialbehov i verkstaden uppstår. Detta kan göras genom att utföra operationshänvisningar i MPS-systemet, vilket innebär att man kopplar artikeln till operationen där materialbehovet uppstår. Att genomföra detta kommer att påverka flera av de problem som diskuterades i avsnitt 6.1- 6.3. De artiklar som bör hänvisas till den operation där materialbehovet finns är:

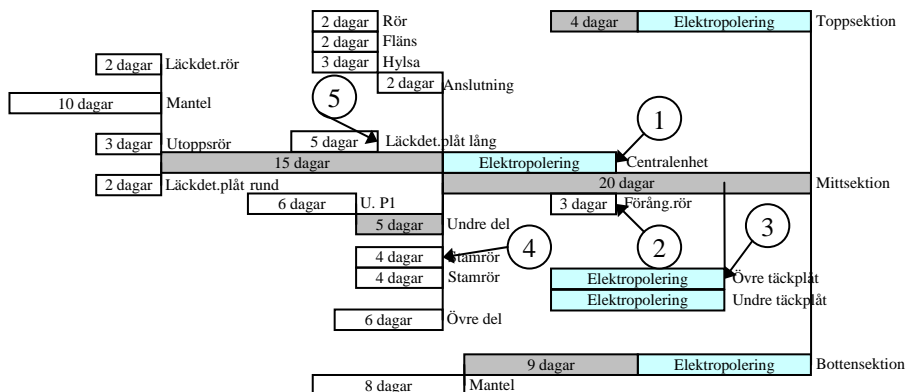
1. Centralenhet
2. Förångningsrör
3. Täckplåtar
4. Stamrören
5. Läckagedetekteringsplåten

I figur 30 och 31 visas hur den planerade tillverkningen skulle se ut med ovanstående operationshänvisningar. I figurerna är kopplingarna utmärkta med siffrorna ovan. Dessa kan jämföras med figur 16 och 17.

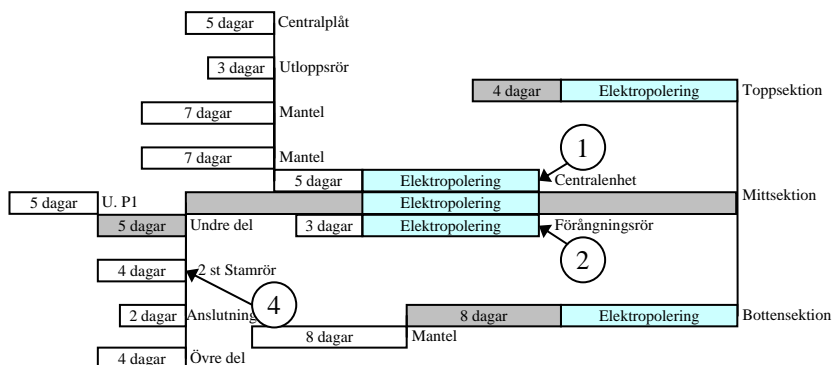


**Figur 30.** Figuren visar hur planeringen av opolerade kolonner skulle se ut med de nämnda operationshänvisningarna. *Källa: Fritt producerad.*

### Kolonn M lä elpo



### Kolonn U lä elpo



**Figur 31.** Figuren visar hur planeringen av elektropolerade kolonner skulle se ut med de nämnda operationshänvisningarna. *Källa: Fritt producerad.*

Att genomföra dessa hänvisningar kommer att medföra att detaljplaneringen bättre överensstämmer med tillverkningen. Produktionsledningens behov av att planera om tillverkningen kommer i och med detta att minska och leder till att mindre dubbelarbete utförs.

Dessutom kommer operationshänvisningen av centralenheten ha en positiv inverkan på produktionsledtiden. Produktionsledtiden för opolerade kolonner och elektropolerade kolonner M lä skulle reduceras med knappt 2 veckor och för elektropolerade kolonner U lä skulle produktionsledtiden i MPS-systemet reduceras med nästan 3 veckor. Att ledtiden i systemet skulle bli kortare, skulle medföra att detaljplaneraren inte godtyckligt behöver reducera ledtiderna på de ingående artiklarna i produktstrukturen.

Figur 31 visar också att operationshänvisningarna skulle leda till att elektropoleringarna ligger mer parallellt med varandra, vilket skulle underlätta samordning av dessa. För att ytterligare underlätta en samordning av elektropolering, kan topp- och bottensektion planeras in tidigare än vad MPS-systemet föreslår. Detta skulle inte påverka produktionsledtiden och skulle dessutom reducera risken för förseningar av dessa två delar.

I följande avsnitt kommer problemet med den komplexa produktstrukturen behandlas.

## **7.2 Minska produktstrukturens komplexitet**

De komplexa produktstrukturerna uppfattas av alla inblandade på GS som ett stort problem. Detta för att de genererar många tillverkningsorder och den kundorderinitierade tillverkningen är svår att planera och styra på ett effektivt sätt. Därför vill logistikavdelningen på företaget att förslag ges på artiklar som kan styras med beställningspunktsystem.

Att GS använder sig av orderbunden materialförsörjning för den kundorderstyrda tillverkningen, medför problem som är relaterade till materialplaneringsmetoden. Orderbunden materialförsörjning stöder inte samproduktion av likadana artiklar som ingår i olika produktstrukturer. Därför kan metoden kompletteras med någon form av beställningspunktsystem. Eftersom flera lika artiklar ingår i olika produktstrukturer som tillverkas samtidigt, vill GS att planeringen stödjer samproduktion av dessa artiklar. Förutom att samproduktion av dessa artiklar kommer att stödas av beställningspunktsystem skulle också den kundorderinitierade tillverkningen förenklas.

Artiklar som ingår i många slutprodukter, med litet upparbetat värde vid orderingång, kan styras med beställningspunktsystem, då efterfrågan på dessa artiklar tenderar att bli jämnare än för artiklar som ingår i få slutprodukter.

I kommande avsnitt ges förslag till hur den kundorderinitierade tillverkningen kan förenklas genom att frikoppla artiklar från produktstrukturen och styra dessa med beställningspunktsystem. Den fördel detta ger är att gemensamma tillverkningsorder skapas för likadana artiklar som ingår i olika produktstrukturer samt att den kundorderinitierade tillverkningen förenklas.

Genom att förproducera artiklar har man också möjligheten att jämna ut beläggningsen i tillverkningen. De lagerförda artiklarna kan tillverkas under tider då beläggningsen i tillverkningen är låg. Om artiklar lagerförs, kommer dessutom beroendet av produktionsutrustning som är gemensam med övrig tillverkning att minska och om artiklar som är kritiska för produktionsledtiden lagerförs, kommer kundorderpunkten flyttas fram och den kundorderstyrda produktionsledtiden kan reduceras.

Det finns dock nackdelar och svårigheter med att förproducera artiklar mot lager. En nackdel med att tillverka mot lager, är att man kommer att binda mer kapital i lager. Svårigheterna är relaterade till efterfrågans variation, och därför är det svårt att styra dessa artiklar på ett effektivt sätt om efterfrågan är låg och ojämn.

Innan vi analyserar vilka artiklar som är lämpliga att tillverka mot lager ges förslag till möjliga variantreduceringar. Genom att reducera antal varianter av en artikel kommer den förväntade efterfrågan av återstående varianter att öka och bli jämnare.

### **7.2.1 Variantreduceringar**

Under pågående examensarbete har en revidering av konstruktionsunderlaget skett, för att förenkla tillverkningen av kolonner. En del förändringar har skett på vårt initiativ, men förändringar har också skett utan vår vetskap. Alla förändringar som har utförts har haft samma syfte, nämligen att förenkla kolonntillverkningen. Små förändringar på topp- och bottensektion har lett till färre varianter. En konstruktionsgranskning har gjorts, vilket har inneburit att inaktuella artiklar har ersatts av nya, aktuella artiklar.

I avsnitt 5.2.2 *Artikelvarianter* nämndes att artikelvarianter finns på grund av tre anledningar: läckagedetektering, kapacitet och elektropolering. Eftersom man vill behålla nuvarande utbud av kolonner, kan man endast reducera varianter orsakade av elektropolering. Denna reduktion kan åstadkommas genom att man använder de slipade alternativt elektropolerade varianterna i opolerade kolonner.

Eftersom efterfrågan på kolonner är låg och ojämn och det inte finns några tillförlitliga prognoser för åtgången, är det av extra stor vikt att reducera antalet varianter, så att en artikel kan användas i så många slutprodukter som möjligt.

Att reducera antal varianter av artiklar har två syften. Dels för att man skall minimera antalet artikelnummer totalt sett för att förenkla tillverkningen och dels för att underlätta planering och styrning. Genom att reducera varianterna ingår varje återstående artikel i fler slutprodukter och efterfrågan kommer att bli högre och jämnare. De artiklar vi funnit anledning att reducera antalet varianter av är:

- Mantlar till centralenheter
- Centralplåtar till centralenheter
- Täckplåtar till mittsektioner

Diskussioner kring anledningarna till att reducera varianterna av ovan nämnda artiklar finns i bilaga 2. I kommande avsnitt kommer förslag ges på artiklar som är lämpliga att tillverka mot lager.

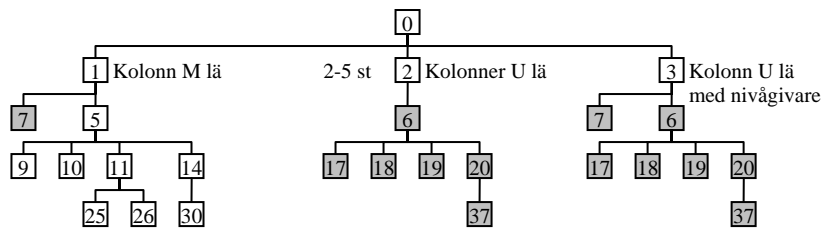
### **7.2.2 Tillverka mot lager**

Artiklarna som föreslås har alla gemensamt att de ingår i många slutprodukter. Artiklarna är:

- Toppsektion
- Bottensektion
- Mantlar till centralenhet
- Stamrör till mittsektion
- Centralplåt till centralenhet
- Utloppsrör till centralenhet
- Täckplåtar till mittsektion
- Anslutningar till mittsektion

En diskussion om varför ovan nämnda artiklar är lämpliga att tillverka mot lager finns i bilaga 3.

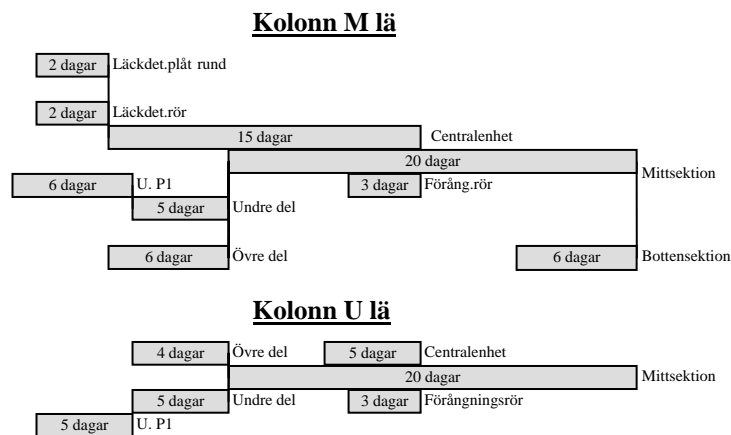
Om ovanstående artiklar lagerförs kommer både djupet och bredden av produktstrukturen över kundorderinitierade artiklar att minska, och därmed bli avsevärt enklare att överskåda. Den fullständiga produktstrukturen av en MS med nivågivare visas i figur 32. Denna figur skall jämföras med figur 15 som visar den nuvarande produktstrukturen för kundorderinitierade artiklar.



**Figur 32. Illustration av hur produktstrukturen för den mest komplicerade anläggningen (MS med nivågivare) kommer att se ut om man frikopplar ovan nämnda artiklar. Källa: Fritt producerad.**

Antalet tillverkningsorder som genereras av MS med nivågivare har reducerats från 55 till 25 stycken och antalet onödiga tillverkningsorder har reducerats från 17 till 7 stycken. Dessa 7 bör med denna produktstruktur, och de operationshänvisningar som föreslagits, bli lättare att samproducera.

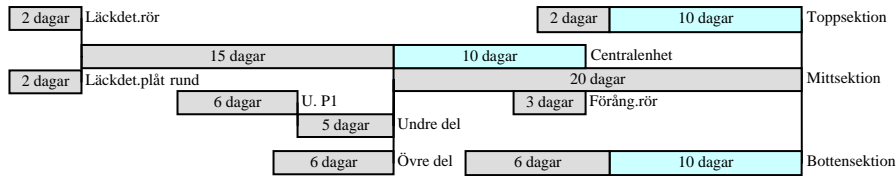
Även produktionsledtiden för kolonnerna kommer att reduceras med de föreslagna åtgärderna. Hur den planerade tillverkningen kommer att se ut för opolerade kolonner visas i figur 33 och för elektropolerade kolonner i figur 34.



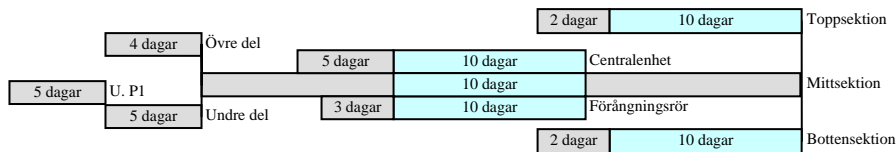
**Figur 33. Illustration av hur opolerade kolonner kommer att planeras om föreslagna förändringar genomförs. Källa: Fritt producerad.**



### Kolonn M lä elpo



### Kolonn U lä elpo



**Figur 34. Illustration av hur planeringen av elektropolerade kolonner kommer se ut om föreslagna förändringar genomförs. Källa: Fritt producerad.**

Produktionsledtiderna i MPS-systemet för kolonner M lä kommer att reduceras med cirka 1 vecka, kolonner U lä blir oförändrad, elektropolerade kolonner M lä reduceras med cirka 2 veckor och produktionsledtiden för elektropolerade kolonner U lä blir oförändrad.

## 7.3 Återrapportering

En del av de förändringar som genomförts i tillverkningen har inte slagit igenom i det beredda materialet. Att det saknas någon form av återrapportering mellan tillverkningen och planeringen är för oss tydligt med tanke på alla de skillnader som upptäckts, då vi jämfört informationen om tillverkningen i MPS-systemet med hur tillverkningen i verkstaden går till.

Om man kan återkoppla information från tillverkningen till planeringen kommer inte bara detaljplaneraren ha bättre underlag för att planera in nästa kundorder, utan felaktigheter i det beredda materialet kommer också att kunna undvikas.

Återkopplingen skulle kunna fungera så enkelt som att då produktionspersonal upptäcker att något planerats in på ett sätt som inte stöder hur de vill tillverka, markerar de detta på tillverkningsordern och tar en kopia och lämnar till detaljplaneraren. På så sätt kommer han att öka sin kunskap om hur tillverkningen går till och förutsättningarna för en effektiv planering förbättras.



## 8 Diskussion

*I detta kapitel kommer arbetets bidrag att diskuteras samt förslag till fortsatta studier att ges.*

### 8.1 Generellt bidrag

I detta projekt har en specifik tillverkning studerats, nämligen kolonntillverkningen på GS. Att dra några generella slutsatser och peka på vilket generellt bidrag till vetenskapen resultatet av denna rapport ger, är därför svårt och var heller inte syftet med arbetet. Däremot är förmodligen flera av de problem som har identifierats representativa för många andra organisationer.

Arbetet har visat på vikten av att produkt, tillverkningsprocess och stödjande funktioner är utformade på ett entydigt sätt, för att möta de krav som finns på marknaden. Tillverkningsprocessen skall vara lämplig för produkten, tillverkningsprocessen skall vara lämplig med avseende på vilka krav kunderna ställer på leveranstider, kvalitet och pris etc. och alla inblandade funktioner skall arbeta mot ett entydigt mål.

Dessutom visar arbetet på svårigheterna med att förena olika krav i en funktionell organisation. Riskerna är stora att funktionerna arbetar för att förbättra och förenkla sin egen del av verksamheten, utan att ta hänsyn till hela processen inom och utanför verksamheten. Det är lätt att se problemen utifrån den påverkan de har på ens eget dagliga arbete. Förändringar genomförs, och beslut fattas, för att förbättra ens egen situation, vilket inte nödvändigtvis gynnar helheten.

Vikten av ett tvärfunktionellt deltagande i olika beslutssituationer är stor för att allt förändringsarbete, skall få en positiv effekt för helheten.

## **8.2 Bidrag till Getinge**

Vi har i arbetet strävat efter att komma fram till genomförbara lösningar på upplevda och identifierade problem. För att arbetet inte bara skall bli en pappersprodukt har vi också strävat efter att lösningarna inte skall kräva alltför stort merarbete vid ett genomförande. De lösningar och förväntade effekter vi har kommit fram till, har presenterats i kapitel 7 *Förändringsförslag*.

Genom relativt små förändringar kommer förutsättningarna för en effektivare planering och styrning på GS att förbättras. Förändringsförslagen som har givits kommer att minska glappet mellan hur tillverkningen verkligen går till och hur den idag planeras. Detta bör innebära att GS kommer att kunna reducera kolonnernas produktionsledtider.

Förhoppningen är att de personer som arbetar med kolonntillverkningen insett att de har ett gemensamt ansvar för att möta kundernas krav. Därför krävs att de arbetar för en förbättrad kommunikation mellan de olika avdelningarna och att entydiga mål sätts upp. Hade det funnits entydiga mål och en bättre kommunikation mellan de olika funktionerna, hade flera av de identifierade problemen inte funnits och detta arbete hade kunnat angripa andra problem.

Vi hoppas att vi med denna rapport har bidragit till att kolonntillverkningen kommer att fungera bättre, och att leveranstiderna för kolonner kan reduceras.

### **8.3 Förslag till fortsatta studier**

Vårt arbete har främst varit inriktat på hur planering och styrning av kolonntillverkningen kan förenklas och förändras för att erhålla kortare produktionsledtider. Angränsande till detta arbete finns det flera intressanta frågeställningar. Huvudfrågan vi ställt oss är:

*Har Getinge AB genom att flytta tillverkningen av kolonner från GW till GS uppnått de förväntade stordriftsfördelarna?*

Några relevanta frågeställningar kopplade till denna fråga är:

*Arbetar GW och GS mot samma mål? Det har framkommit att GW efter övertagandet tillverkat kolonner i fabriken i Danmark.*

*Kan GS fokusera kolonntillverkningen ytterligare? Fabrik i fabriken? Är det värt detta med tanke på den vikande efterfrågan?*

*När GW nya kunder eller marknader? Vid övertagandet trodde man efterfrågan på kolonner skulle vara cirka 200 stycken/år. Det har visat sig bli knappt 100 stycken/år.*

*Har de totala kostnaderna minskat? Vi har en uppfattning av att många kostnader för kolonntillverkningen belastar övriga produkter på GS. Är nuvarande produktkalkyl för kolonnerna lämplig att använda?*



## Referenser

### Skriftliga referenser

Aronsson, Håkan, Ekdahl, Bengt & Oskarsson, Björn. (2003). *Modern Logistik – för ökad lönsamhet*. Lund: Liber AB

Denscombe, Martyn. (2000). *Forskningshandboken – för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. Lund: Studentlitteratur

Mattsson, Stig-Arne. (1990). *Grunddata för material och produktionsstyrning*. Malmö: Permatron

Mattsson, Stig-Arne. (1999). *Effektivisering av materialflöden i Supply Chains*. Växjö: Institutet för transportekonomi och logistik

Mattsson, Stig-Arne & Jonsson, Patrik. (2003). *Produktionslogistik*. Lund: Studentlitteratur

Merriam, Sharan B. (1994). *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur

Olhager, Jan. (2000). *Produktionsekonomi*. Lund: Studentlitteratur.

### Muntliga referenser under perioden 040905-041210

Axelsson, Bengt. Logistikchef, Getinge Sterilization

Bjärekull, Carl. Projektledare, Getinge Sterilization

Fager J, Martin. Detalj- och huvudplanerare, Getinge Sterilization

Ghassemian, Mohammad. Team leader, Getinge Watersystem

Hulander, Kenneth. Detaljplanerare, Getinge Sterilization

Sjögren, Joachim. Produktionsledare, Getinge Sterilization

Tommy Ericsson, Svetsare, Getinge Sterilization

Mattias Nordgren, Svetsare, Getinge Sterilization

### Elektroniska referenser

*Getinge AB:s hemsida* URL: <http://www.getinge.com> (2005-01-20)

*Getinge AB:s årsredovisning 2003* URL:<http://www.bolagsfakta.se> (2005-02-15)

*Nationalencyklopedin* URL: <http://www.ne.se> (2005-03-21)





# Bilagor

## Bilaga 1. Variantbilaga

| Artikel                    | Antal varianter | Orsaker till varianter |           |                  |
|----------------------------|-----------------|------------------------|-----------|------------------|
|                            |                 | Kapacitet              | Elpo      | Annat            |
| <b>Nivå 2</b>              |                 |                        |           |                  |
| <b>Toppsektioner</b>       |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 2               | Nej                    | Ja        | ---              |
| Typ 1                      | 2               | Nej                    | Ja        | ---              |
| Typ 2                      | 2               | Nej                    | Ja        | ---              |
| <b>Mittsektioner M lä</b>  |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 8               | Ja (4 olika)           | Ja (ing.) | ---              |
| Typ 1                      | 4               | Ja (2 olika)           | Ja (ing.) | ---              |
| Typ 2                      | 10              | Ja (5 olika)           | Ja (ing.) | ---              |
| <b>Mittsektioner U lä</b>  |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 12              | Ja (3 olika)           | Ja        | Nivågivare       |
| Typ 1                      | 8               | Ja (2 olika)           | Ja        | Nivågivare       |
| Typ 2                      | 8               | Ja (2 olika)           | Ja        | Nivågivare       |
| <b>Bottensektioner</b>     |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 4               | Nej                    | Ja        | 2-3 anslutningar |
| Typ 1                      | 4               | Nej                    | Ja        | 2-3 anslutningar |
| Typ 2                      | 4               | Nej                    | Ja        | 2-3 anslutningar |
| <b>Nivå 3</b>              |                 |                        |           |                  |
| <b>Centralenheter M lä</b> |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 4               | Ja (1 längre)          | Ja        | ---              |
| Typ 1                      | 2               | Nej                    | Ja        | ---              |
| Typ 2                      | 4               | Ja (1 längre)          | Ja        | ---              |
| <b>Centralenheter U lä</b> |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 4               | Ja (1 längre)          | Ja        | ---              |
| Typ 1                      | 2               | Nej                    | Ja        | ---              |
| Typ 2                      | 2               | Nej                    | Ja        | ---              |
| <b>Övre delar M lä</b>     |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 3               | Ja (3 hålbilder)       | Nej       | ---              |
| Typ 1                      | 2               | Ja (2 hålbilder)       | Nej       | ---              |
| Typ 2                      | 4               | Ja (4 hålbilder)       | Nej       | ---              |
| <b>Övre delar U lä</b>     |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 4               | Ja (2 hålbilder)       | Ja (slip) | ---              |
| Typ 1                      | 4               | Ja (2 hålbilder)       | Ja (slip) | ---              |
| Typ 2                      | 4               | Ja (2 hålbilder)       | Ja (slip) | ---              |
| <b>Undre delar M lä</b>    |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 4               | Ja (3 hålbilder)       | Nej       | Längre förv.rör  |
| Typ 1                      | 2               | Ja (2 hålbilder)       | Nej       | ---              |
| Typ 2                      | 5               | Ja (4 hålbilder)       | Nej       | Längre förv.rör  |
| <b>Undre delar U lä</b>    |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 6               | Ja (2 hålbilder)       | Ja (slip) | Längre förv.rör  |
| Typ 1                      | 4               | Ja (2 hålbilder)       | Ja (slip) | ---              |
| Typ 2                      | 4               | Ja (2 hålbilder)       | Ja (slip) | ---              |
| <b>Ö. Täckplåtar M lä</b>  |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 8               | Ja (4 hålbilder)       | Ja        | ---              |
| Typ 1                      | 4               | Ja (2 hålbilder)       | Ja        | ---              |
| Typ 2                      | 6               | Ja (3 hålbilder)       | Ja        | ---              |
| <b>U. Täckplåtar M lä</b>  |                 |                        |           |                  |
| Typ 2-5                    | 8               | Ja (4 hålbilder)       | Ja        | ---              |
| Typ 1                      | 4               | Ja (2 hålbilder)       | Ja        | ---              |
| Typ 2                      | 6               | Ja (3 hålbilder)       | Ja        | ---              |

| Artikel                          | Antal varianter | Orsaker till varianter |           |               |
|----------------------------------|-----------------|------------------------|-----------|---------------|
|                                  |                 | Kapacitet              | Elpo      | Annat         |
| <b>Forts. nivå 3</b>             |                 |                        |           |               |
| <b>Svetsflänsanslutning</b>      |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 1                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 2                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| <b>Ånganslutning</b>             |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 1                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 2                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| <b>Förångningsrör M lä</b>       |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Ja (2 längder)         | Nej       | ---           |
| Typ 1                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 2                            | 2               | Ja (2 längder)         | Nej       | ---           |
| <b>Förångningsrör U lä</b>       |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 4               | Ja (2 längder)         | Ja        | ---           |
| Typ 1                            | 2               | Nej                    | Ja        | ---           |
| Typ 2                            | 2               | Nej                    | Ja        | ---           |
| <b>Nivå 4</b>                    |                 |                        |           |               |
| <b>Läckdet.plåt (lång)</b>       |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 1                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 2                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| <b>Utloppsrör M lä</b>           |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Ja (2 längder)         | Nej       | ---           |
| Typ 1                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 2                            | 2               | Ja (2 längder)         | Nej       | ---           |
| <b>Utloppsrör U lä</b>           |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Ja (2 längder)         | Nej       | ---           |
| Typ 1                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| Typ 2                            | 1               | Nej                    | Nej       | ---           |
| <b>Mantlar M lä</b>              |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 1                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 2                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| <b>Mantlar (lilla) U lä</b>      |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 1                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 2                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| <b>Mantlar (stora) U lä</b>      |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 1                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 2                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| <b>Centralplåt U lä</b>          |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 1                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 2                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| <b>Läckdet.plåt (rund)</b>       |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 1                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| Typ 2                            | 2               | Nej                    | Ja (slip) | ---           |
| <b>Förv.stamrör M &amp; U lä</b> |                 |                        |           |               |
| Typ 2-5                          | 2               | Nej                    | Nej       | Huv till U lä |
| Typ 1                            | 2               | Nej                    | Nej       | Huv till U lä |
| Typ 2                            | 2               | Nej                    | Nej       | Huv till U lä |

## **Bilaga 2. Variantanalys**

### *Mantlar*

Mantlarna finns idag i fyra varianter till varje kolonntyp. En mantel till opolerade kolonner M lä, en mantel till elektropolerade kolonner M lä. Till kolonner U lä är manteln tvådelad för att man skall komma åt att lägga en svets från insidan. Dessa mantlar finns på samma sätt som för kolonner M lä i en variant till opolerade och en till elektropolerade. Det som skiljer mantlar som ingår i elektropolerade kolonner från de som ingår i opolerade är att plåtarna slipas innan de rullas.

Mantlarna ligger, som visades i figur 16 och 17, på den kritiska linjen. Om man vill reducera produktionsledtiden för kolonner genom att förproducera, är mantlarna de artiklar som bör förproduceras. För att lättare kunna styra produktionen av mantlarna är det bra om varianterna av dessa kan reduceras.

Tillsammans med Carl Bjärekull kom vi fram till att slipningen av mantlarna till elektropolerade kolonner U lä kan slopas. Vid tester av oslipade mantlar upptäcktes att dessa hade tillräckligt fin ytjämnhet för att elektropoleringen skall ge det önskade resultatet. Detta innebär att oslipade mantlar kan användas i såväl elektropolerade som opolerade kolonner U lä.

För mantlarna till kolonner M lä gick inte denna slipning att slopa. Istället kom vi fram till att alla mantlar till kolonner M lä skall slipas. Att man genom detta tillför onödigt värde i mantlarna som ingår i opolerade kolonner, anser vi man uppväger med de sänkta tillverkningskostnaderna som uppnås genom att tillverka flera åt gången. Plåtarna till mantlarna laserskärs nämligen och ställkostnaden för denna maskin är stor.

### *Centralplåtar*

Det är olika centralplåtar i kolonner M lä och U lä. Centralplåten till kolonner M lä är idag halvfabrikat och tillverkas mot lager. Till kolonner U lä finns det en slipad variant som går till elektropolerade kolonner och en oslipad som går till opolerade. Vårt förslag är att ersätta den oslipade centralplåten med den slipade varianten. Detta skulle innebära att antalet varianter halveras.

Att man kommer att tillföra mer värde än nödvändigt på de centralplåtar som går till opolerade kolonner, tror vi kommer att vägas upp av att tillverkningskostnaden kommer att minska i och med att man tillverkar flera åt gången. Centralplåtarna laserskärs och detta medför höga ställkostnader som skulle slås ut om man ökar orderkvantiteten.

### *Täckplåtar*

Täckplåtarna ingår endast i kolonner M lä. Den förändring som föreslås är att de opolerade täckplåtarna skall utgå. Istället bör GS använda sig av de elektropolerade täckplåtarna oavsett om kolonnen de ingår i är elektropolerad eller inte. Detta skulle innebära att antalet varianter på täckplåtar skulle halveras.

Motivet till att genomföra denna förändring är att vi uppskattar att den totala kostnaden för täckplåtar skulle reduceras. Denna uppskattning är gjord mot bakgrunden att då en elektropolerad täckplåt idag skall elektropoleras skickas de oftast en och en och ett grundpris, för behandlingen, på 700 kr tas ut av företaget i Avesta.

Genom att istället skicka täckplåtarna flera åt gången, slås grundpriset ut på flera täckplåtar och tillverkningskostnaden för dessa minskar. Den beräkning som ligger bakom detta resonemang illustreras nedan. Den är inte exakt, eftersom om denna förändring genomförs kommer GS förhandla med företaget i Avesta om priset för att bearbeta flera åt gången, men storleksordningen illustreras.

### *Jämförelse av dagens kostnader mot att ersätta den opolerade med elektropolerad:*

2003 förbrukades det 3 stycken opolerade och 2 stycken polerade varianter av en viss typ av täckplåt. TVK för de opolerade är 261 kr. Till detta kommer 700 kr då den ska elektropoleras.

#### 2003

Opolerade till en kostnad av  $3 \times 260 = 780$  kr

Polerade till en kostnad av  $3 \times 260 + 2 \times 700 = 2180$

Totalt = 2960 kr

#### 2003 om alla varit elektropolerade

Om man skickar upp de 5 täckplåtarna på en gång ger det en kostnad på  $5 \times 260 + 700/5 = 1440$

Totalt = 1440 + lagerhållningskostnader

### **Bilaga 3. Förslag på halvfabrikat**

#### *Toppsektion*

Att toppsektionen är lämplig att lagerföra är för att en av varianterna ingår i alla slutprodukter inom en typ (2-5, 1, 2). Denna toppsektion kan, då en elektropolerad kolonn ska tillverkas, plockas ut och slipas innan den skickas på elektropolering.

Toppsektionen ligger inte på den kritiska produktionsledtiden, om den tillverkas när den planeras. Detta resonemang gör att säkerhetslager inte är nödvändigt att ha på toppsektionen. Istället bör man bestämma vilken orderkvantitet som är den mest lämpliga med hänsyn till ordersärkostnad och total lagerkostnad.

#### *Bottensektion*

En konstruktionsändring under arbetets gång har gjort att en bottensektion är lämplig att lagerföra. Ändringen innebär att alla bottensektioner utgår från en och samma variant. När de andra varianterna skall tillverkas bearbetar man denna bottensektion.

Detta gör att bottensektionen till opolerade kolonner U lä utan nivågivare lämpar sig bra att lagerföra som halvfabrikat, då de ingår i alla kolonner. Bottensektionen ligger inte på den kritiska produktionsledtiden, om den tillverkas när den planeras. Detta resonemang gör att säkerhetslager inte är nödvändigt att ha på bottensektionen. Istället bör man bestämma vilken orderkvantitet som är mest lämplig med hänsyn till ordersärkostnad och totala lagerkostnad.

#### *Mantlar*

Av mantlar finns det efter variantreduceringar en variant som ingår i alla kolonner M lä av en typ och en variant som ingår i alla kolonner U lä av en typ. Detta tillsammans med att mantlarna är kritiska för produktionsledtiden gör att dessa är lämpliga att lagerföra.

Att mantlarna är kritiska för produktionsledtiden gör det lämpligt att lagerhålla dessa med säkerhetslager. Säkerhetslagret för mantlarna kan sättas efter antalet ingående kolonner det som mest kan ingå i en anläggning. Detta medför att säkerhetslagret för mantlar till kolonner M lä blir ett och för mantlar till kolonner U lä fem till sex beroende på typ. Vid bestämning av orderkvantiteten bör hänsyn till ordersärkostnad och total lagerkostnad tas.

### *Stamrör*

Det finns två varianter av stamrör inom varje typ. Ett stamrör som ingår i både kolonner M lä och U lä, och ett som ingår i alla kolonner U lä. Detta gör stamrören lämpliga att tillverka mot lager.

Stamrören är inte kritiska för produktionsledtiden, vilket gör att säkerhetslager inte är nödvändigt. Vid bestämning av orderkvantiteten bör hänsyn tas till ordersärkostnad och totala lagerkostnad.

### *Centralplåt*

Efter variantreduceringar av centralplåtar till kolonner U lä finns det endast en variant som ingår i alla kolonner U lä av en typ. Detta gör denna lämplig att tillverka mot lager.

Centralplåten är inte kritisk för produktionsledtiden. Centralplåten är inte speciellt dyr och kan om man lagerför mantlarna bli kritisk för produktionsledtiden, vilket stödjer att hålla säkerhetslager av denna. Vid bestämning av orderkvantiteten bör hänsyn tas till ordersärkostnad och totala lagerkostnad.

### *Utlopps rör*

Utloppsröret är idag inte kritiskt för ledtiden. Om mantlarna till centralenheten tillverkas mot lager, kommer utloppsrören att kunna bli kritiska för produktionsledtiden. Detta motiverar att lagerföra även utloppsröret.

Säkerhetslager bör sättas till det antal som det som mest kan ingå i en anläggning och vid bestämning av orderkvantiteten bör hänsyn tas till ordersärkostnad och total lagerkostnad.

### *Täckplåtar*

Täckplåtar ingår bara i kolonner M lä. Den största anledningen till att lagerföra täckplåtarna är att man då, kan skicka flera åt gången till Avesta för elektropolering. Detta skulle som vi diskuterade i variantförslagen troligtvis innebära minskade kostnader.

Täckplåtarna är inte kritiska för produktionsledtiden, om den tillverkas när den planeras. Detta resonemang gör att säkerhetslager inte är nödvändigt att ha på täckplåtarna. Istället bör man bestämma vilken orderkvantitet som är den mest lämpliga med hänsyn till ordersärkostnad och total lagerkostnad.

### *Anslutningar*

Det är olika anslutningar på kolonner M lä och U lä. Däremot är den densamma oavsett om den ingår i en opolerad kolonn eller en elektroolerad. Detta gör att anslutningarna är lämpliga artiklar att lagerföra.

Anslutningen är inte kritisk för ledtiden och är därför inte nödvändig att lagerhålla med säkerhetslager. Vid bestämning av orderkvantiteten bör hänsyn till ordersärkostnad och totala lagerkostnad för anslutningarna tas.

#### Bilaga 4. Orderstatistik

| Benämning          | Leverans datum | T 2-5 elpo | T 2 elpo  | T 1 Elpo | T 2-5    | T 2      | T 1      | Antal kolonner |
|--------------------|----------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------------|
| T 2-5 500-4 MS     | 030113         | 1          |           |          |          |          |          | 4              |
| T 1 750 PFS        | 030127         |            |           | 1        |          |          |          | 1              |
| T 1 750 PFS        | 030127         |            |           | 1        |          |          |          | 1              |
| T 2 2000-7 MS      | 030207         |            | 1         |          |          |          |          | 7              |
| T 2-5, 200-2 MS    | 030210         |            |           |          | 1        |          |          | 2              |
| T 2 3000 PFS       | 030214         |            | 1         |          |          |          |          | 1              |
| T 2-5 200-3 MS     | 030214         | 1          |           |          |          |          |          | 3              |
| T 1 750 PFS        | 030217         |            |           |          |          |          | 1        | 1              |
| T 2 1500-6 MS      | 030228         |            |           |          |          | 1        |          | 6              |
| T 1 750 PFS        | 030416         |            |           |          |          |          | 1        | 1              |
| T 2-5 500-4 MS     | 030425         |            |           |          | 1        |          |          | 4              |
| T 2 2000-6 MS      | 030509         |            | 1         |          |          |          |          | 6              |
| T 2 1250 PFS       | 030516         |            | 1         |          |          |          |          | 1              |
| T 2 1250 PFS       | 030616         |            | 1         |          |          |          |          | 1              |
| T 1 750-4 MS       | 030616         |            |           | 1        |          |          |          | 4              |
| T 2 1500 PFS       | 030711         |            | 1         |          |          |          |          | 1              |
| T 2 2000-5 MS      | 030711         |            | 1         |          |          |          |          | 5              |
| T 2 1250 PFS       | 030825         |            |           |          |          | 1        |          | 1              |
| T 2-5 350-4 MS     | 030825         |            |           |          | 1        |          |          | 4              |
| T 2 1500 PFS       | 030922         |            | 1         |          |          |          |          | 1              |
| T 2 1250 PFS       | 031006         |            |           |          |          | 1        |          | 1              |
| T 2-5 500-5 MS     | 031013         |            |           |          | 1        |          |          | 5              |
| T 2-5 200 PFS      | 031107         |            |           |          | 1        |          |          | 1              |
| T 2-5 350-3 MS     | 031107         |            |           |          | 1        |          |          | 3              |
| T 2 2000-6 MS      | 031128         |            |           |          |          | 1        |          | 6              |
| T 2 2000-6 MS      | 031219         |            |           |          |          | 1        |          | 6              |
|                    |                | <b>2</b>   | <b>8</b>  | <b>3</b> | <b>6</b> | <b>5</b> | <b>2</b> | <b>77</b>      |
| T 2 3000 PFS       | 040130         |            |           |          |          | 1        |          | 1              |
| T 2-5 200 PFS      | 040223         | 1          |           |          |          |          |          | 1              |
| T 2-5 500 PFS      | 040329         |            |           |          | 1        |          |          | 1              |
| T 2-5 500-4 MS     | 040415         | 1          |           |          |          |          |          | 4              |
| T 1 750 PFS        | 040421         |            |           | 1        |          |          |          | 1              |
| T 2 1250 PFS       | 040507         |            | 1         |          |          |          |          | 1              |
| T 1 750-4 MS       | 040514         |            |           | 1        |          |          |          | 4              |
| T 2 1250 PFS       | 040528         |            | 1         |          |          |          |          | 1              |
| T 2 2500-6 MS      | 040528         |            |           |          |          | 1        |          | 6              |
| T 2-5 500 PFS      | 040618         |            |           |          | 1        |          |          | 1              |
| T 2 2000-5 MS      | 040623         |            | 1         |          |          |          |          | 5              |
| T 2-5 200-3 MS     | 040630         |            |           |          | 1        |          |          | 3              |
| T 1 750-4 MS       | 040705         |            |           | 1        |          |          |          | 4              |
| T1 1000-6 MS       | 040709         |            |           |          |          |          | 1        | 6              |
| T 2 2000 PFS       | 040709         |            | 1         |          |          |          |          | 1              |
| T 2 1500-8 MS      | 040820         |            |           |          |          | 1        |          | 8              |
| T 2-5 350 PFS      | 040929         | 1          |           |          |          |          |          | 1              |
|                    |                | <b>3</b>   | <b>4</b>  | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>49</b>      |
| <b>TOT (03,04)</b> |                | <b>5</b>   | <b>12</b> | <b>6</b> | <b>9</b> | <b>8</b> | <b>3</b> | <b>126</b>     |



## Bilaga 5. Standardsortiment

### *Anläggningar*

Anläggningarna PFS och MS kan tillverkas enligt tre olika tryckkärlskoder, ASME, CE och JIS. Till alla dessa anläggningar används samma kolonner. De skillnader som finns mellan tryckkärlskoderna gäller kontroller under produktion. ASME ställer de högsta kraven och därför tillverkas alla halvfabrikat enligt denna tryckkärlskod. Med dagens upplägg innebär detta att GS levererar kolonner till 378 olika anläggningsvarianter.

### *Kolonner*

Nedan följer en förenklad beskrivning av hur standardsortimentet av kolonner är uppbyggt. Totalt sett finns 50 kolonnvarianter. Dessa är uppdelade på tre typer, nämligen typ 2-5, 1 och 2. Denna indelning baserar sig på att de tre stora delarna topp-, mitt- och bottensektion inom en typ har samma dimension med avseende på diameter. Inom varje typ varierar kapaciteten genom att öka antal förångningsrör, eller genom att göra kolonnerna längre, utan att variera diametern.

**Tabell 1. Standardsortiment, kolonner M lä till PFS/MS, alla varianter finns också i ett elektropolerat utförande. Totalt sett 22 varianter (11 opolerade + 11 elektropolerade).**

| <b>PFS<br/>Kolonn M lä</b> | <b>Kapacitet<br/>(kg/h)</b> | <b>Antal<br/>förångningsrör</b> | <b>Mittsektionens<br/>höjd (mm)</b> | <b>Ingående<br/>kvantitet</b> |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Typ 2-5</b>             | 200 PFS/MS                  | 24                              | 1492                                | 1                             |
|                            | 250 PFS                     | 30                              | 1492                                | 1                             |
|                            | 350 PFS/MS                  | 42                              | 1492                                | 1                             |
|                            | 500 PFS/MS                  | 42                              | 1992                                | 1                             |
| <b>Typ 1</b>               | 750 PFS/MS                  | 60                              | 1992                                | 1                             |
|                            | 1000 PFS/MS                 | 74                              | 1992                                | 1                             |
| <b>Typ 2</b>               | 1250 PFS                    | 116                             | 1992                                | 1                             |
|                            | 1500 PFS/MS                 | 150                             | 1992                                | 1                             |
|                            | 2000 PFS/MS                 | 164                             | 1992                                | 1                             |
|                            | 2500 PFS                    | 140                             | 2992                                | 1                             |
|                            | 3000 PFS                    | 164                             | 2992                                | 1                             |

**Tabell 2. Standardsortiment, kolonner U lä till MS, alla varianter finns också i ett elektropolerat utförande. Totalt sett 28 varianter (7 opolerade + 7 elektropolerade + 14 med läck.det. bottensektion).**

| <b>MS<br/>Kolonn U lä</b> | <b>Kapacitet<br/>(kg/h)</b> | <b>Antal<br/>förångningsrör</b> | <b>Mittsektionens<br/>höjd (mm)</b> | <b>Ingående<br/>kvantitet</b> |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Typ 2-5</b>            | 200 MS                      | 24                              | 1492                                | 2-4                           |
|                           | 350 MS                      | 42                              | 1492                                | 2-4                           |
|                           | 500 MS                      | 42                              | 1992                                | 2-5                           |
| <b>Typ 1</b>              | 750 MS                      | 60                              | 1992                                | 3-6                           |
|                           | 1000 MS                     | 74                              | 1992                                | 3-6                           |
| <b>Typ 2</b>              | 1500 MS                     | 150                             | 1992                                | 3-6                           |
|                           | 2000 MS                     | 164                             | 1992                                | 3-6                           |

En PFS består av en kolonn M lä. En MS består av en kolonn M lä tillsammans med ett variabelt antal kolonner U lä med samma kapacitet enligt tabell 1 och 2.

## Bilaga 6. Ingår i analys för Typ 2-5

I denna bilaga finns tabeller över alla ingående orderinitierade artiklar i kolonner till Typ 2-5.

Antal MS-anläggningar 120  
Antal PFS-anläggningar 24

### Nivå 1

| Kolonner             | Ingår i antal MS | Ingår i antal PFS |
|----------------------|------------------|-------------------|
| M lä                 |                  |                   |
| 567548270            | 18               | 3                 |
| 567548271            | 0                | 3                 |
| 567548272            | 18               | 3                 |
| 567548273            | 24               | 3                 |
| M lä elektropolerade |                  |                   |
| 567548470            | 18               | 3                 |
| 567548471            | 0                | 3                 |
| 567548472            | 18               | 3                 |
| 567548473            | 24               | 3                 |
| U lä                 |                  |                   |
| 567548370            | 18               | 0                 |
| 567548371            | 18               | 0                 |
| 567548372            | 24               | 0                 |
| 567548373 nivå       | 9                | 0                 |
| 567548374 nivå       | 9                | 0                 |
| 567548375 nivå       | 12               | 0                 |
| U lä elektropolerade |                  |                   |
| 567548570            | 18               | 0                 |
| 567548571            | 18               | 0                 |
| 567548572            | 24               | 0                 |
| 567548573 nivå       | 9                | 0                 |
| 567548574 nivå       | 9                | 0                 |
| 567548575 nivå       | 12               | 0                 |

### Nivå 2

| Mittsektioner        | Ingår i antal MS        | Ingår i antal PFS        |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| M lä                 |                         |                          |
| 567549470            | 18                      | 3                        |
| 567549471            | 0                       | 3                        |
| 567549472            | 18                      | 3                        |
| 567549473            | 24                      | 3                        |
| M lä elektropolerade |                         |                          |
| 567549670            | 18                      | 3                        |
| 567549671            | 0                       | 3                        |
| 567549672            | 18                      | 3                        |
| 567549673            | 24                      | 3                        |
| U lä                 |                         |                          |
| 567549570            | 18                      | 0                        |
| 567549571            | 18                      | 0                        |
| 567549572            | 24                      | 0                        |
| U lä elektropolerade |                         |                          |
| 567549770            | 18                      | 0                        |
| 567549771            | 18                      | 0                        |
| 567549772            | 24                      | 0                        |
| <b>Toppensektion</b> | <b>Ingår i antal MS</b> | <b>Ingår i antal PFS</b> |
| Ooperade             |                         |                          |
| 566357370            | 120                     | 24                       |
| Elektropolerade      |                         |                          |
| 566357371            | 60                      | 12                       |
| <b>Bottensektion</b> | <b>Ingår i antal MS</b> | <b>Ingår i antal PFS</b> |
| 568170270            | 60                      | 12                       |
| 568170271            | 120                     | 24                       |
| 568170272            | 60                      | 12                       |
| 568170273            | 60                      | 0                        |

## Nivå 3

| Centralenhet                | Ingår i antal MS        | Ingår i antal PFS        |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| M lä                        |                         |                          |
| 567231570                   | 36                      | 9                        |
| 567231571                   | 24                      | 3                        |
| M lä elektropolerad         |                         |                          |
| 567231770                   | 36                      | 9                        |
| 567231771                   | 24                      | 3                        |
| U lä                        |                         |                          |
| 567231670                   | 36                      | 0                        |
| 567231671                   | 24                      | 0                        |
| U lä elektropolerad         |                         |                          |
| 567231870                   | 36                      | 0                        |
| 567231871                   | 24                      | 0                        |
|                             |                         |                          |
| <b>Undre del</b>            | <b>Ingår i antal MS</b> | <b>Ingår i antal PFS</b> |
| M lä & M lä elektropolerad  |                         |                          |
| 566359070                   | 36                      | 6                        |
| 566359071                   | 0                       | 6                        |
| 566359072                   | 36                      | 6                        |
| 566359073                   | 48                      | 6                        |
| U lä                        |                         |                          |
| 566359370                   | 18                      | 0                        |
| 566359371                   | 18                      | 0                        |
| 566359372                   | 24                      | 0                        |
| U lä elektropolerad         |                         |                          |
| 566359373                   | 18                      | 0                        |
| 566359374                   | 18                      | 0                        |
| 566359375                   | 24                      | 0                        |
|                             |                         |                          |
| <b>Övre del</b>             | <b>Ingår i antal MS</b> | <b>Ingår i antal PFS</b> |
| M lä o M lä elektropolerade |                         |                          |
| 566358970                   | 36                      | 6                        |
| 566358971                   | 0                       | 6                        |
| 566358972                   | 84                      | 12                       |
| U lä                        |                         |                          |
| 567740870                   | 18                      | 0                        |
| 567740871                   | 42                      | 0                        |
| U lä elektropolerade        |                         |                          |
| 567740872                   | 18                      | 0                        |
| 567740873                   | 42                      | 0                        |
|                             |                         |                          |
| <b>Förångningsrör</b>       | <b>Ingår i antal MS</b> | <b>Ingår i antal PFS</b> |
| 565480001                   | 72                      | 18                       |
| 565480003                   | 48                      | 6                        |
| 565480101                   | 24                      | 0                        |
| 565480103                   | 18                      | 0                        |
| 565878101                   | 24                      | 0                        |
| 565878103                   | 18                      | 0                        |
|                             |                         |                          |
| <b>Anslutningar</b>         | <b>Ingår i antal MS</b> | <b>Ingår i antal PFS</b> |
| 567550171                   | 120                     | 0                        |
| 567550071                   | 120                     | 24                       |
|                             |                         |                          |
| <b>Övre täckplåtar</b>      | <b>Ingår i antal MS</b> | <b>Ingår i antal PFS</b> |
| Opolerade                   |                         |                          |
| 566359801                   | 36                      | 6                        |
| 566359802                   | 0                       | 6                        |
| 566359803                   | 84                      | 12                       |
| Elektropolerade             |                         |                          |
| 566359804                   | 18                      | 3                        |
| 566359805                   | 0                       | 3                        |
| 566359806                   | 42                      | 6                        |
|                             |                         |                          |
| <b>Undre täckplåtar</b>     | <b>Ingår i antal MS</b> | <b>Ingår i antal PFS</b> |
| Opolerade                   |                         |                          |
| 566359901                   | 36                      | 6                        |
| 566359902                   | 0                       | 6                        |
| 566359903                   | 84                      | 12                       |
| Elektropolerade             |                         |                          |
| 566359904                   | 18                      | 3                        |
| 566359905                   | 0                       | 3                        |
| 566359906                   | 42                      | 6                        |

## Nivå 4

| Läckagedetekteringsplåt (lång)        | Ingår i antal MS | Ingår i antal PFS |
|---------------------------------------|------------------|-------------------|
| 565395903                             | 120              | 24                |
| <b>Läckagedetekteringsrör</b>         |                  |                   |
| 565834311                             | 72               | 18                |
| 565834312                             | 48               | 6                 |
| <b>Läckagedetekteringsplåt (rund)</b> |                  |                   |
| Opolerad                              |                  |                   |
| 567593370                             | 120              | 24                |
| Elektropolerad                        |                  |                   |
| 567593371                             | 60               | 12                |
| <b>Utloppsror</b>                     |                  |                   |
| M lä o M lä elektropolerad            |                  |                   |
| 567592905                             | 72               | 18                |
| 567592906                             | 48               | 6                 |
| U lä & U lä elektropolerad            |                  |                   |
| 567594271                             | 72               | 0                 |
| 567594272                             | 48               | 0                 |
| <b>Centralplåt C-enhet</b>            |                  |                   |
| M lä & M lä elektropolerad            |                  |                   |
| 566277001                             | 120              | 24                |
| U lä                                  |                  |                   |
| 567734301                             | (60)             | 0                 |
| U lä elektropolerad                   |                  |                   |
| 567734302                             | 120              | 0                 |
| <b>Mantel C-enhet</b>                 |                  |                   |
| M lä                                  |                  |                   |
| 565134501                             | 120              | 24                |
| U lä                                  |                  |                   |
| 565134502                             | (60)             | 0                 |
| 565134503                             | (60)             | 0                 |
| M lä elektropolerad                   |                  |                   |
| 565134504                             | (60)             | (12)              |
| U lä elektropolerad                   |                  |                   |
| 565134505                             | 120              | 0                 |
| 565134506                             | 120              | 0                 |
| <b>Fövärmningsstamrör</b>             |                  |                   |
| 566361370                             | 120              | 24                |
| 566361371                             | 120              | 24                |