

Förord

Detta examensarbete är den avslutande delen i civilingenjörsutbildningen vid Lunds Tekniska högskola. Examensarbetet har utförts vid avdelningen för Produktionsekonomi på uppdrag av Kemira Kemi AB.

Vi vill härmed tacka alla de som möjliggjort detta examensarbete. Först och främst vill vi tacka vår mentor Carl Rietz för sitt engagemang och förmedlingen av sina breda kunskaper. Vi vill även tacka vår handledare på Kemira, Håkan Wiktorsson som tillsammans med sin personal har gjort sitt yttersta för att förklara produktionsprocesser och rutiner på företaget.

Slutligen vill vi tacka vår handledare på Lunds Tekniska Högskola, Håkan Nordahl som har hjälpt oss att arbeta organiserat och målinriktat. Utan denna hjälp hade vägen blivit lång och krokig.

Lund i april 2005

Edward Frenander

Rickard Kågö

Sammanfattning

Kemwater är en affärsenhet under Kemira Kemi AB som ägs av den finska kemikoncernen Kemira Oy. Kemwater tillverkar och säljer vattenreningskemikalier samt skräddarsydda helhetslösningar för optimal vattenvård. I Helsingborg ligger Kemwaters huvudkontor samt VA-fabriken som är den största produktionsanläggningen inom Kemwater.

Produktionsanläggningen har under senare tid märkt av en nedgång i orderingången. Detta har lett till en lägre produktionstakt som har medfört att företaget upplever att betydelsen av god planering och optimal batchkörning minskat. På grund av detta förbrukas stora delar av den tillgängliga produktionstiden av oplanerade stopp. Företaget ser problem i att möta eventuella krav på full kapacitetsutnyttjning på grund av frånvaro av utarbetade rutiner för prognostisering, uppföljning och planering.

För att komma till rätta med ovanstående problem måste planeringsarbetet förändras så att ledig produktionskapacitet omvandlas till tillgänglig produktionskapacitet samtidigt som rådande marknadskrav uppfylls.

För att uppnå syftet med studien kombineras kvalitativ och kvantitativ metod. Kvalitativ data insamlas genom intervjuer och styrker insamlad kvantitativ data. För att analysera helhetsperspektivet används Terry Hills modell och för planeringsproblematiken används vedertagen teori inom produktionslogisk.

Vid en inledande analys visar det sig att infrastrukturen är felaktigt konfigurerad för att tillmötesgå företagets processval och rådande marknadskrav. De problem som visar sig i infrastrukturen har sitt ursprung i produktionslogistiken. Framförallt är det avsaknaden av lämpligt IT-stöd, vilket automatiserar planering och prognostisering, som skapar avvikelserna. En allt för kort planeringshorisont har lett till dålig överblick över kapacitetsbehovet. Detta tillsammans med stora antal oplanerade stopp visar sig ha lett till en fragmentering av den tillgängliga produktionskapaciteten.

Det visar sig att genom en förändrad produktionslogistik sänks kostnaderna och infrastrukturen konfigureras så att den bättre stödjer företagets processval och rådande marknadskrav. Detta leder till att det blir lättare för alla delar av företaget att arbeta mot samma mål. Den förändrade produktionslogistiken medför även att organisationen står bättre rustad för förändringar i kapacitetskrav samt blir mer adaptiv för framtida förändringar. Gemensamt för hela planeringskedjan är att införandet av IT-stöd underlättar arbetet genom att det automatiseras. IT-stödet medför även pålitliga prognoser, som är en av de viktigaste delarna för en fungerande produktionslogistik, och länkar samman samtliga planeringsnivåer.

Företaget bör utnyttja de befintliga planeringsmoduler och verktyg för prognostisering som finns i affärssystemet. Förändringsarbetet bör initialt koncentreras till de högre planeringsnivåerna, då dessa ligger till grund för en fungerande planering på lägre nivåer. En person som ansvarar för planeringsarbetet bör tillsättas. Det är viktigt att se produktionslogistiken som en helhet och inte som flera separata delar.

Abstract

Kemwater is a business unit in Kemira Kemi AB which is owned by the Finnish chemical-corporation Kemira Oy. Kemwater manufactures and sells water treatment chemicals and offers custom made water-treatment-solutions. Kemwaters headquarters and largest production plant (VA) is situated in Helsingborg, Sweden.

The production plant has lately been affected by a decrease in customer order volume. This has led to a lower production pace and the company experiences that the importance of good planning and optimal batch processing has decreased. As a consequence, a large part of the available production time is consumed by unplanned stops. The company sees problems in meeting a future demand for full capacity utilization due to lack of prepared forecasting, follow-up and planning routines.

To solve the problems stated above, the planning procedure must be rearranged so that vacant production capacity is transformed to available production capacity at the same time as customer demand is obliged.

To meet the purpose of the thesis, a qualitative and quantitative method is combined. Qualitative data is collected through interviews and supports the quantitative data collected. To analyze the overall perspective Terry Hill's model is used and to analyze the planning problem, well-recognized theories in manufacturing planning and control systems are used.

In a prefatory analysis it shows that the infrastructure is incorrectly configured to meet the process choice and present customer demands. The problems which show in the infrastructure are closely linked to the manufacturing planning and control systems (MPC-systems). Above all, it is the lack of relevant system support, which automates planning and forecasting, that creates the discrepancies. An all too short planning horizon has led to a bad general view over the capacity requirements. This, together with a large number of unplanned stops, has led to a fragmentation of the available production capacity.

It turns out, that by changing the MPC-system, manufacturing costs are reduced and the infrastructure is configured so that it better support the company's process choice and present customer demand. The changed MPC-system also leads to an organization that is better prepared for changes in capacity demand and becomes more adaptive for future changes. Jointly for the planning chain as a whole, is that the introduction of system support automates the work. The system support also involves reliable forecasting, which is one of the most crucial parts in good MPC practice, and links all the planning levels together.

The company should use the existing planning modules and forecasting tools in the ERP-system. The changes should initially be concentrated to the higher planning levels as they form the foundation on which functioning planning on the lower planning levels can be built. A person responsible for the planning procedures should be appointed. It is important to see the MPC as a whole and not as separate parts.

1 Inledning.....	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 PROBLEMFÖRMULERING	1
1.3 SYFTE.....	1
1.4 AVGRÄNSNINGAR.....	2
1.5 MÅLGRUPP.....	2
1.6 DISPOSITION AV ARBETET	2
1.7 FÖRETAGSPRESENTATION	2
1.7.1 Kemwater.....	3
1.7.2 VA-fabriken.....	3
2 Metod	5
2.1 GRUNDLÄGGANDE SYNSÄTT	5
2.1.1 Kvalitativ och kvantitativ metod	5
2.2 ANGREPPSSÄTT	6
2.2.1 Deduktiv och induktiv ansats	6
2.3 METODDISKUSSION	6
2.3.1 Validitet	6
2.3.2 Reliabilitet	6
2.3.3 Primär- och sekundärdata.....	7
2.4 EXAMENSARBETETS TROVÄRDIGHET	8
2.4.1 Källkritik.....	8
2.4.2 Självkritik.....	8
3 Teoretiskt ramverk	9
3.1 TILLVERKNINGSSTRATEGI ENLIGT HILL	9
3.1.1 Utveckling av tillverkningsstrategi.....	9
3.1.2 Hills modell	9
3.1.3 Ordervinnare och kvalificerare	11
3.1.4 Processval	11
3.1.5 Infrastruktur	12
3.1.6 Produktprofilering.....	13
3.2 PRODUKTIONSLOGISTIK	15
3.2.1 Sälj- och verksamhetsplanering.....	16
3.2.2 Huvudplanering	18
3.2.3 Materialplanering.....	23
3.2.4 Kapacitetsplanering.....	28
3.2.5 Verkstadsplanering.....	30
3.3 PROGNOTISERING	34
3.3.1 Tidsserier och efterfrågemönster.....	34
3.3.2 Prognosmetoder	35
3.3.3 Prognosfel och prognoskontroll	37
4 Nulägesbeskrivning.....	39
4.1 MARKNAD OCH PROCESSVAL	39
4.1.1 Marknad och kunder.....	39
4.1.2 Ordervinnare och kvalificerare	39
4.1.3 Processval	41
4.2 SÄLJ- OCH VERKSAMHETSPLANERING OCH HUVUDPLANERING	43
4.2.1 Form och struktur.....	43
4.2.2 Planeringsprocessen.....	43
4.3 ORDER- OCH VERKSTADSPLANERING	44
4.3.1 Planeringsprocessen.....	44
4.3.2 Planering av råvaror och produktion.....	45
4.3.3 Kommunikation.....	46
4.3.4 Kapacitetsbehov	46
4.3.5 Kapacitetsutnyttjande	46

5 Analys.....	49
5.1 HELHETSPERSPEKTIVET	49
5.1.1 Hills modell	49
5.1.2 Produktprofilering.....	50
5.2 INFRASTRUKTUR – PRODUKTIONSLOGISTIK.....	52
5.2.1 Sälj- och verksamhetsplanering.....	52
5.2.2 Huvudplanering	52
5.2.3 Order- och verkstadsplanering.....	56
5.3 FÖRÄNDRINGARNAS IMPLIKATIONER	59
5.3.1 Produktprofilering.....	59
5.3.2 Implikationernas potential.....	61
6 Slutsatser och rekommendationer	63
Referenslista	67
Bilagor.....	69

1 Inledning

Kapitlet ger en bakgrund till problemet. De problem som skall utredas specificeras och syftet med rapporten fastställs. Nödvändiga avgränsningar, målgrupp och företagsbeskrivning tas också upp i kapitlet.

1.1 Bakgrund

Kemwater är en affärsenhet under Kemira Kemi AB som producerar vattenreningsprodukter. VA-fabriken är Kemwaters produktionsanläggning i Helsingborg. VA-fabriken har under senare tid märkt av en nedgång i orderingången, med lägre produktionstakt som följd. Den lägre produktionstakten har resulterat i att företaget upplever att betydelsen av planering och optimal batchkörning minskat. På grund av detta konsumeras stora delar av den tillgängliga produktionstiden av oplanerade stopp av varierande slag. I takt med lägre efterfrågan, effektiviseringar och ständigt ökande lönsamhetskrav har antalet personer per skift reducerats från 5 till 3, vilket även detta resulterar i en lägre kapacitet i produktionen.

Företaget upplever orderingången som mycket svår att förutbestämma, vilket leder till svårigheter i produktionsplaneringen. Företaget ser problem i att möta ett eventuellt krav på full kapacitetsutnyttjning på grund av avsaknaden av väl utarbetade rutiner för prognostisering, uppföljning och planering.

1.2 Problemformulering

Bakgrunden ger oss följande:

- Hur kan planeringsarbetet utvecklas för att omvandla ledig produktionskapacitet till tillgänglig produktionskapacitet och samtidigt möta gällande marknadskrav?
- Vilka blir de ekonomiska och arbetsmässiga implikationerna för företaget när ledig kapacitet blir tillgänglig?

1.3 Syfte

Syftet med rapporten är att:

- Beskriva förutsättningarna för organisationens planeringsarbete.
- Rekommendera företaget en teoretiskt grundad arbetsmetodik inom huvud-, order- och verkstadsplanering för att öka kapacitetsutnyttjandet i produktionsanläggningen.
- Beskriva ekonomiska potentialer och arbetsmässiga förändringar av förbättrad produktionslogistik.

1.4 Avgränsningar

Högre beslutsnivåer såsom företagets mål och marknadsstrategier kommer ej att behandlas och planeringsproblemet kommer att begränsas till att behandla planeringskedjan, där yttre påverkande faktorer kommer behandlas kursivt. Studien avser inte att leverera ett planeringsverktyg som löser specifika problem och kommer ej heller att behandla rent processtekniska förbättringar, då detta ligger utanför ramen för arbetet.

1.5 Målgrupp

Målgruppen för det här examensarbetet är i första hand berörda parter på Kemira Kemi AB. I andra hand riktar sig rapporten till institutionen för produktionsekonomi vid Lunds Tekniska Högskola samt till studenter med kunskaper inom industriell ekonomi.

1.6 Disposition av arbetet

Kapitel 1 (Inledning)

I detta kapitel presenteras bakgrund och problemformulering för examensarbetet. Vidare följer en redogörelse av syftet och nödvändiga avgränsningar för examensarbetet. Rapportens målgrupp samt en kort företagsbeskrivning avslutar kapitlet.

Kapitel 2 (Metod)

I detta kapitel beskrivs den vetenskapliga metodik som författarna valt att arbeta utifrån för att uppnå syftet med examensarbetet.

Kapitel 3 (Teoretiskt ramverk)

I kapitlet presenteras det teoretiska ramverk som används i nulägesbeskrivningskapitlet och analyskapitlet.

Kapitel 4 (Nulägesbeskrivning)

I detta kapitel presenteras en nulägesbeskrivning för affärs- och produktionsenheten.

Kapitel 5 (Analys)

I detta kapitel analyseras problembakgrunden och nuläget samt de konsekvenser som införda förändringar ger.

Kapitel 6 (Slutsatser och rekommendationer)

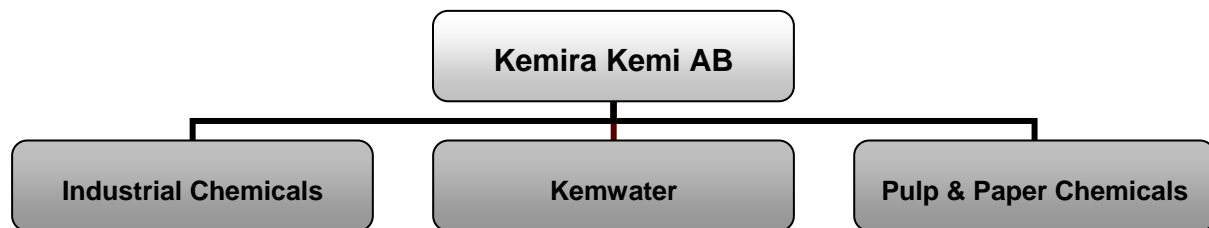
I detta kapitel presenteras de slutsatser som kan dras av analyskapitlet, slutligen ges författarnas rekommendationer till företaget.

1.7 Företagspresentation

Kemira Kemi AB grundades 1875 av Nils Persson, då under namnet Skånska Superfosfat- och Svafvelsyrefabriksaktiebolaget. Sedan dess har företaget haft ett flertal olika ägare. 1989 förvärvades företaget av den finska kemikoncernen Kemira Oy och fick sitt nuvarande namn.

Kemira Oy är börsnoterat sedan 1994 och huvudägare är finska staten med cirka 53 % aktieinnehav. Kemira Kemi AB har cirka 650 anställda och omsätter 2,1 miljarder svenska kronor.¹ Globalt har Kemira-koncernen cirka 10 000 anställda och omsätter cirka 2,7 miljarder euro. Kemiras vision är att erbjuda kunderna heltäckande service och fungera som deras primära samarbetspartner.²

Verksamheten på Kemira Kemi AB är indelad i tre affärsområden: Industrial Chemicals, Kemwater och Pulp & Paper Chemicals, se figur 1.1.



Figur 1.1 Kemira Kemi AB och dess affärsenheter.

1.7.1 Kemwater

Affärsenheten Kemwater tillverkar och säljer vattenreningskemikalier och är världsledande inom området. Kemwater levererar skräddarsydda helhetslösningar för optimal vattenvård och har produktion i samtliga världsdelar utom Afrika och Oceanien. Globalt har Kemwater cirka 1000 anställda varav cirka 50 i Helsingborg och omsätter 219 miljoner euro.³

Huvudkontoret ligger i Helsingborg och där finns också den största produktionsanläggningen (VA-fabriken).

1.7.2 VA-fabriken

VA-fabriken är den största produktionsenheten inom Kemwater. På fabriken produceras ett flertal produkter för vattenrening (se bilaga 2) för såväl den svenska marknaden som den europeiska, sydamerikanska och afrikanska marknaden.

I fabriken finns tre produktionslinjer. Dessa linjer kontrolleras av processoperatörer bestående av fem skiftlag med tre personer i varje skiftlag.

¹ <http://www.kemirakemi.se>, 2004-11-03

² *Annual Report 2003 (2004)*. Kemira Oy. sid. 2.

³ *Annual Report 2003 (2004)*. Kemira Oy.

2 Metod

Kapitlet beskriver den vetenskapliga metodik som författarna valt att använda för att uppnå syftet med rapporten. Inledningsvis görs en redogörelse för de vetenskapliga metodinstrumenten och hur de används för att höja kvaliteten på studien. Avslutningsvis riktas kritik mot de metoder som används, med avsikt att öka tillförlitligheten för läsaren.

2.1 Grundläggande synsätt

Metod är ett vittomfattande begrepp. Det omfattar både organisering och tolkning av information som hjälper oss att få bättre förståelse. En metod är alltså ett redskap, ett sätt att lösa problem och komma fram till ny kunskap. Allt som kan bidra till att uppnå syftet med studien är en metod. Det betyder inte att alla är lika hållbara eller tål en kritisk granskning lika bra. Om en metod ska kunna användas i ett vetenskapligt forskningsarbete måste följande grundkrav vara uppfyllda:

- En överensstämmelse med den verklighet som undersöks måste finnas.
- Ett systematiskt urval av information måste göras.
- Resultaten ska presenteras på ett sådant sätt att andra kan kontrollera och granska hållbarheten.

2.1.1 Kvalitativ och kvantitativ metod

När det gäller att studera problem står vi inför en komplex och mångfaldig verklighet. För att uppfylla dessa ovanstående krav står två tillvägagångssätt till vårt förfogande, nämligen kvalitativa och kvantitativa metoder. De hjälper oss att studera de problem vi ställs inför.

I *kvalitativa* metoder är det forskarens uppfattning eller tolkning av informationen som står i förgrunden. Det är viktigt att forskaren har en närhet till forskningsobjektet, det vill säga, om vi skall förstå den situation som är grunden till problemställningen måste vi komma den nära.

Kvantitativa metoder omvandlar information till siffror och mängder. Själva begreppet kvantitativ metod understryker det faktum att informationen ska kunna kvantifieras. Det kan också leda till att vi måste göra vissa förändringar i den frågeställning vi har som utgångspunkt. Vi låter därmed inte det teoretiskt intressanta, utan det tekniskt möjliga, vara styrande i undersökningen.⁴

Vi använder oss av en kombination av kvalitativ och kvantitativ metod. Kvantitativ data har används för att bygga upp grunduppfattningen av problemställningen. Genom intervjuer, gruppmöten och studiebesök har kvalitativ data samlats in för att underbygga kvantitativ data. Studien är av sådan karaktär att den inte enbart kan bygga på antingen kvalitativ eller kvantitativ metod. I vårt fall bekräftas kvantitativ data av kvalitativ data. Utan denna

⁴ Holme, Idar. Krohn Solvang, Bernt. (2001) *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Studentlitteratur. Lund.

bekräftelse går helhetsperspektivet förlorat och slutsatserna kommer enbart att grunda sig på författarnas uppfattning eller tolkning av informationen.

2.2 Angreppssätt

2.2.1 Deduktiv och induktiv ansats

Ofta talas det om två angreppssätt, *deduktiv* och *induktiv* ansats eller bevisandets respektive upptäckts väg, när det gäller den företeelse som skall studeras. Deduktion innebär att genom påståenden härleda nya hypoteser som senare prövas med empiriska undersökningar. Induktion grundar sig i verkligheten, vilken man ämnar förklara med teorier och modeller.⁵

Nulägesbeskrivningen bygger på en induktiv ansats där kvalitativ data presenteras. Med hjälp av befintlig teori skapar vi en bild av företagets situation i nuläget och fastslår de problem som är förestående. Då företagets nuvarande situation är beskrivet kan sedan en analys genomföras enligt ett deduktivt angreppssätt. Analysen syftar till att ge förslag till lösningar på de problem som återfinns i organisationen samt verifiera förslagets effekter.

2.3 Metoddiskussion

2.3.1 Validitet

Information som används vid en undersökning måste ha en definitionsmässig validitet. Detta innebär att valet av de teoretiska variablerna måste ha gjorts på sådant sätt att den teoretiskt definierade variabeln och den empiriska variabeln sammanfaller i så stor utsträckning som möjligt. Mer precist kan sägas att informationen endast har god validitet under förutsättning att vi mäter det vi skall mäta.⁶

För att säkerställa validiteten i rapporten har en kontinuerlig dialog förts med handledaren på LTH. Flera personer inom organisationen på Kemwater har löpande fått kommentera de resultat vi kommit fram till. Vidare har vi gjort jämförelser med studier som använt samma teoretiska modeller för att tillse att modellerna mäter det de avser att mäta.

2.3.2 Reliabilitet

Det är naturligt nog en målsättning för varje undersökning att ha trovärdig information. Hög reliabilitet har vi om olika och oberoende mätningar av samma fenomen ger samma eller ungefär samma resultat. Forskarens uppgift måste därför vara att undvika fel. En tillräckligt

⁵ Holme, Idar. Krohn Solvang, Bernt. (2001) *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Studentlitteratur. Lund.

⁶ Holme, Idar. Krohn Solvang, Bernt. (2001) *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Studentlitteratur. Lund.

hög grad av reliabilitet är därför en nödvändig förutsättning för att vi skall kunna pröva de påståenden som frågeställningen rymmer.⁷

Vid de intervjuer som genomförts har vi försökt ställa så öppna frågor som möjligt och inte ställt ledande frågor. Genom att ställa samma frågor till flera respondenter kan vi se om svaren avviker eller inte. Dessutom ställs vid senare tillfälle liknande frågor till samma respondenter för att se om svaren överensstämmer med vad de tidigare sagt. Förutom detta görs jämförelser med befintlig statistik på företaget för att inte dra felaktiga slutsatser.

2.3.3 Primär- och sekundärdata

Sekundärdata är sådana data som tidigare har samlats in av någon annan för ett annat ändamål, till exempel statistik eller andra rapporter. Skulle inte sekundärdata räcka till, får den kompletteras med primärdata. Med primärdata menas sådan information som undersökaren själv samlar in.⁸

Stora mängder av sekundärdata har behandlats under arbetets gång. I det inledande arbetet skedde en noggrann datainsamling från företagets affärssystem och processdata. Information från affärssystemet bestod bland annat av ordervolymer, produktkalkyler, råvarukostnader och lagersaldon. Information rörande produktionsvolymer, kapacitetsutnyttjande, batchlängder och dylikt hämtades från processdata. För att skapa sig bättre förståelse för insamlad sekundärdata, samt väga in personalens objektiva och subjektiva uppfattningar insamlades primärdata genom främst intervjuer men även genom gruppmöten och frågeenkäter.

Intervjuer

Intervjuerna har genomförts i form av samtal. Vid samtalsintervjuer är det möjligt att gå på djupet och penetrera ett specifikt område om detta visar sig givande under intervjun. Dessutom kan det vid samtalsintervjuer uppkomma sådant som inte eftersökts från början.⁹

Som respondenter har valts i princip alla personer med nyckelbefattning inom organisationen för att få en omfattande bild av problemet och kunna jämföra svar i så stor utsträckning som möjligt. Vi valde att inte ge ut frågorna till respondenterna i förväg eftersom det föreligger en risk att respondenten tillrättalägger svaren. En annan fördel med att inte dela ut frågorna i förväg är att spontana och oftast ärliga svar erhålls samtidigt som respondentens direkta reaktion på frågorna kan iakttagas.

⁷ Holme, Idar. Krohn Solvang, Bernt. (2001) *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Studentlitteratur. Lund.

⁸ Eriksson, L.T. Wiedersheim-Paul, F. (1997) *Att utreda, forska och rapportera*. Liber-Hermods AB. Malmö.

⁹ Ander, I. Karlsson, R. (1999) *Bättre projekt!* Studentlitteratur. Lund.

2.4 Examensarbetets trovärdighet

2.4.1 Källkritik

För att säkerställa en hög tillförlitlighet på insamlad data har stor vikt lagts på informationens validitet och reliabilitet. Vid insamling av sekundärdata har information, i så stor utsträckning som möjligt, inhämtats från olika system och sedan jämförts för att kontrollera överensstämmelsen mellan dessa. Det föreligger en risk att fel förekommer i de data som hämtas från företagets affärssystem. Dock är det delvis denna information som företaget använder sig utav för att fatta beslut, vilket medför att informationen ändå blir relevant.

För att uppnå trovärdighet i de primära data som insamlats har information som kan uppfattas som en persons subjektiva bedömning verifierats med andra personer, samt i möjligaste mån med sekundärdata. En kritisk hållning till den insamlade informationen har eftersträvats och i den mån informationen framstått som oklar, har kontaktpersoner kontaktats igen.

2.4.2 Självkritik

Hänsyn måste tas till att personer tolkar data utifrån en subjektiv bedömning, vilket medför att flera tolkningar är möjliga. Det är därför viktigt att veta att andra personer kanske hade tolkat den insamlade datamängden på ett annorlunda sätt. Det är svårt att undvika subjektiva bedömningar då det är en studie på ett företag och inte en generell studie. Vid användandet av teoretiska modeller för att analysera information har författarna försökt att behålla sin objektivitet. Genom att motivera de subjektiva analyser och slutsatser som författarna framlägger har de gjort det på ett sådant sätt att de av läsaren kan anses som rimliga.

3 Teoretiskt ramverk

Kapitlet inleds med en övergripande förklaring av tillverkningsstrategi enligt Hills synsätt för att beskriva överensstämmelse mellan marknad, produktion och infrastruktur. Därefter följer en generell beskrivning av produktionslogistik. Vidare följer en mer ingående beskrivning av produktionslogistiken och dess beståndsdelar. Avslutningsvis behandlas prognostiseringsbegreppet. Syftet med kapitlet är att ge läsaren en god teoretisk bakgrund till produktionslogistik samt teori för de resonemang som förs i analyskapitlet.

3.1 Tillverkningsstrategi enligt Hill

3.1.1 Utveckling av tillverkningsstrategi

Företag behöver en strategi som inte enbart baseras på information från marknadsavdelningen eller produktionen, utan en som tillgodoser relationen mellan alla företagets marknader och funktioner. För att erhålla transparens mellan olika nivåer i företaget är det viktigt att kommunikationen mellan olika avdelningar och förståelsen för respektive avdelnings arbete är god. Det är därför viktigt att varje avdelning förmedlar nödvändig information inom företaget oavsett om det gäller information om tillverkningskapacitet eller nya kunder.¹⁰

3.1.2 Hills modell

Syftet med att använda denna modell, som är utvecklad av Terry Hill, är att utveckla en tillverkningsstrategi för ett företag. Detta kommer att innebära en genomgång av såväl befintliga produkter som planerade produktintroduktioner. Genomgången kommer att baseras på befintliga och framtida marknadsförväntningar. Detta görs för att företaget måste stödja sina produkter (med till exempel kundsupport och reservdelar) genom hela livscykeln och inte bara genom en del av den, vilket leder till att helheten måste beaktas. I takt med att förutsättningarna för produkterna förändras kommer även tillverkningens uppgift att förändras. Behovet av stödfunktioner kommer därför att påverka processvalet och infrastrukturen.¹¹

Det finns inga genvägar till utveckling, menar Terry Hill. Det finns dock fem grundläggande steg som ger en analytisk och objektiv struktur för diskussioner kring företagets utvecklingsarbete.

1. Definiera företagets mål.
2. Ta fram marknadsstrategier för att möta dessa mål.
3. Bedöma hur olika produkter kvalificerar sig på respektive marknad och hur de vinner order mot konkurrenter.

¹⁰ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 30.

¹¹ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 33.

4. Upprätta nödvändiga processer för att tillverka dessa produkter.
5. Etablera en infrastruktur för att stödja produktionen.

Det föreslagna synsättet att sammankoppla tillverkningen med organisationens marknadsbeslut åskådliggörs tydligare i figur 3.1. Figuren har till syfte att ge en klarare bild över de fem punkterna ovan.¹²

Företagets mål	Marknadsstrategi	Ordervinnare & Kvalificerare	Tillverkningsstrategi	
			Processval	Infrastruktur
Tillväxt	Produktmarknader och segment	Pris	Val av alternativa processer	Funktionell support
Överlevnad	Bredd	Kvalitetsöverensstämmelse	Kompromisser	MPS-system
Vinst	Mix	Leveransprecision	Användande av lager	Tillverknings-tekniska system
Avkastning	Volym	Produktbredd	Köpa eller tillverka	Administrativa system
Andra finansiella mått	Standard eller skräddarsydd	Design	Kapacitet	Bonussystem
	Grad av förnyelse	Varumärke		Organisationsstruktur
	Ledande eller följande	Eftermarknadsstöd		

Figur 3.1 Hills modell. (Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 32)

För att undersöka hur väl tillverkningen stödjer marknadens krav finns det ett behov av att uppskatta överensstämmelsen mellan processvalet, infrastrukturen samt marknadens ordervinnare och kvalificerare. Dessa undersökningar bör genomföras regelbundet för att upptäcka avvikelser i överensstämmelsen och korrigera dessa.

När en tillverkningsstrategi med god överensstämmelse mellan företagets olika delar är framtagen bildar den tillsammans med investeringsplaner en del av företagets strategiska utvecklingsarbete. Arbetet skall syfta till att skapa en gemensam förståelse för företagets mål och marknads- och tillverkningsstrategi.¹³

¹² Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 30-32.

¹³ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 44-45.

3.1.3 Ordervinnare och kvalificerare

För att skapa ett gränssnitt mellan *marknadskrav* och *tillverkning* måste företaget förstå sina marknader med utgångspunkt från ordervinnare och kvalificerare. Ett vanligt antagande är att marknaden ser ut så som marknadsavdelningen ser den, men så är dock inte alltid fallet.

Ett viktigt steg vid utveckling av en tillverkningsstrategi är identifiering av relevanta ordervinnare för olika produkter eller kunder. Detta hjälper företaget att förstå sina marknader och hur order vinnas. Företag begår ofta misstaget att de delar in sin affärsverksamhet i relativt stora segment. Med detta följer antagandet att alla produkter inom samma segment har samma ordervinnare och kvalificerare på grund av att de har liknande namn, säljs till liknande kunder eller tillhör samma segment sett ur ett marknadsperspektiv. Det är dock så att produkter vinner order på olika sätt, varje produkt har oftast mer än en ordervinnare och dessa förändras över tiden.¹⁴

Definition

Kvalificerare är de kriterier som företaget måste uppfylla för att konkurrera på en given marknad. Ett exempel på detta är kunders ökande krav på att leverantörer skall vara certifierade under ISO 9000-standarden. För att övervägas i ett anbudsförfarande måste en leverantör uppfylla dessa krav och kontinuerligt arbeta med att behålla certifieringen för att behålla en konkurrensmässig ställning på marknaden. Däremot vinner detta inga order. Vissa kvalificerare kan vara av större betydelse för att möta kundernas och marknadens krav och dessa utmärks genom att benämnas som *kritiska kvalificerare*.

Ordervinnare å andra sidan, är de kriterier som faktiskt leder till att kunden väljer företagets produkter. Varje ordervinnande kriterium, för exempelvis en produktgrupp, brukar förknippas med en vikt, med totalsumma 100, som anger dess inbördes relevans.

Ordervinnare och kvalificerare är både tid- och marknadsspecifika. Detta innebär att ordervinnare och kvalificerare för en given marknad kommer att förändras över tiden och karakteristika för dessa är endast relevanta för denna marknad och kan inte ses som relevanta för någon annan marknad.¹⁵

3.1.4 Processval

Processvalet innefattar ett teknologiskt och ett affärsmässigt perspektiv. Det teknologiska perspektivet innebär att produkterna skall tillverkas enligt de tekniska specifikationerna medan det affärsmässiga perspektivet innebär att produkterna skall tillverkas på ett sådant sätt att de kan vinna order på marknaden.¹⁶ Den underliggande faktorn vid processvalet är volymaspekten (kvantitet \times arbetsinnehåll). Företag med stora tillverkningsvolymerna kräver en flödesorienterad tillverkning medan företag med mindre volymer bör ha en mer funktionsorienterad tillverkning.

¹⁴ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 41.

¹⁵ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 36-38.

¹⁶ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 111.

När processvalet väl är genomfört får det flera tillverknings- och affärsmässiga implikationer. För kontinuerliga batchprocesser innebär detta bland annat att en typisk ordervinnare är *pris*, typiska kvalificerare är leveranssäkerhet och kvalitet. Andra implikationer är hög kapitalbindning, låg flexibilitet i tillverkningen och att produktionsenheten måste fokusera på att hålla kostnaderna nere.¹⁷

3.1.5 Infrastruktur

Det är viktigt för företaget att förstå vilka tillverkningsprocesser som stödjer marknadens krav och hur olika avdelningar bidrar till att leverera ordervinnare och kvalificerare för produkter och kundsegment. Det är även viktigt att strukturen och sammansättningen av organisationen och sättet som den kommunicerar, utvecklas i linje med tillverkningsstrategin. Processval innefattar val av maskinsammansättning och de konkreta sätt som produkter tillverkas på, medan infrastruktur behandlar arbetsrutiner, organisationsstruktur, kommunikation och styrfunktioner, som alla är viktiga för framgång och konkurrenskraft på marknaden.

Tillverkningsstrategi inkluderar både processval och infrastruktur vilket illustreras i *Hills modell*. Att koordinera den ena med marknadens behov, men inte den andra, leder till inkonsekvens. Vikten av investeringar i infrastruktur för god tillverkningsstrategi är minst lika viktigt som processvalet.

Utveckling av infrastruktur

En lyckad utveckling av infrastrukturen inom företaget kräver omsorg. På grund av den komplexitet som ofta föreligger krävs det en systematiskt prioriterad process där område för område behandlas. Istället för att investera pengar, tid och engagemang i att lösa komplexiteten bör företaget välja den komplexitetsnivå som det önskar hantera. Det är då företaget kan bestämma hur det skall hantera den valda nivån. Endast då kan företaget bestämma vilken infrastruktur som är lämplig för att uppnå sina mål. Det är när ett företag förstår sin strategiska tillverkningsuppgift och organisationens karaktär som riktningen och innehållet av infrastrukturen blir begriplig.

Viktiga frågor

Ett företag som misslyckas med att utveckla sin infrastruktur för att möta marknadens behov riskerar, enligt Hill, att erfara två samhörande konsekvenser:

- Företagets position försämras, bland annat kan system och styrfunktioner falla i att leverera tillförlitliga och tidsenliga indikatorer till ledningsgruppen för att hjälpa dem att leda företaget och initiera nödvändig utveckling.
- Avsaknad av viktiga nyckelelement inom infrastrukturen, till hjälp att omforma eller i värsta fall återuppbbygga affärsverksamheten om detta skulle behövas.

Tillvägagångssättet för att utveckla det tillverkande företags separata infrastruktur innefattar två steg. Det första är att fastställa marknadens krav, det vill säga, varje aspekt av infrastrukturen måste formas med utgångspunkt från hur produkter vinner order. Styrorgan,

¹⁷ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 119-123.

tillvägagångssätt och andra system kommer då att orienteras mot de tillverkningsuppgifter som är relevanta för ordervinnare och kvalificerare för olika produkter eller kunder. Det andra är att säkerställa att en nödvändig nivå av sammanhang och koordination existerar i de olika, men samhörande, delarna av infrastrukturen. På detta sätt drar alla företagens delar i samma riktning och företaget frigör den inneboende synergin i dessa omfattande investeringar.¹⁸

3.1.6 Produktprofilering

Företag måste ha en god förståelse för hur väl tillverkningen kan stödja dess affärsverksamhet. Produktprofilering ger företaget möjlighet att undersöka överensstämmelsen mellan dess marknad, tillverkning och infrastruktur. Syftet med profileringen är att åskådliggöra avvikelser mellan marknadens krav och tillverkningens förmåga att stödja dessa. Profileringen syftar även till att arbetet skall ske utifrån vad som är bäst för företaget som helhet och inte enbart vara baserad på tillverkningens eller marknadsavdelningens förutsättningar.

Produktprofilering är ett sätt att säkerställa graden av överensstämmelse mellan processvalet, föreslagna eller genomförda investeringar i infrastruktur samt marknadens ordervinnare och kvalificerare.

Produktprofilering kan genomföras på antingen företags- eller processnivå. Applicering på företagsnivå ger en överblick av graden av överensstämmelse mellan alla eller signifikanta delar av affärsverksamheten och föreslagna investeringar i tillverkningen. Applicering på processnivå medför en kontroll av överensstämmelsen mellan de olika produkter som utrustningen avser leverera.¹⁹

Framtagande av produktprofiler

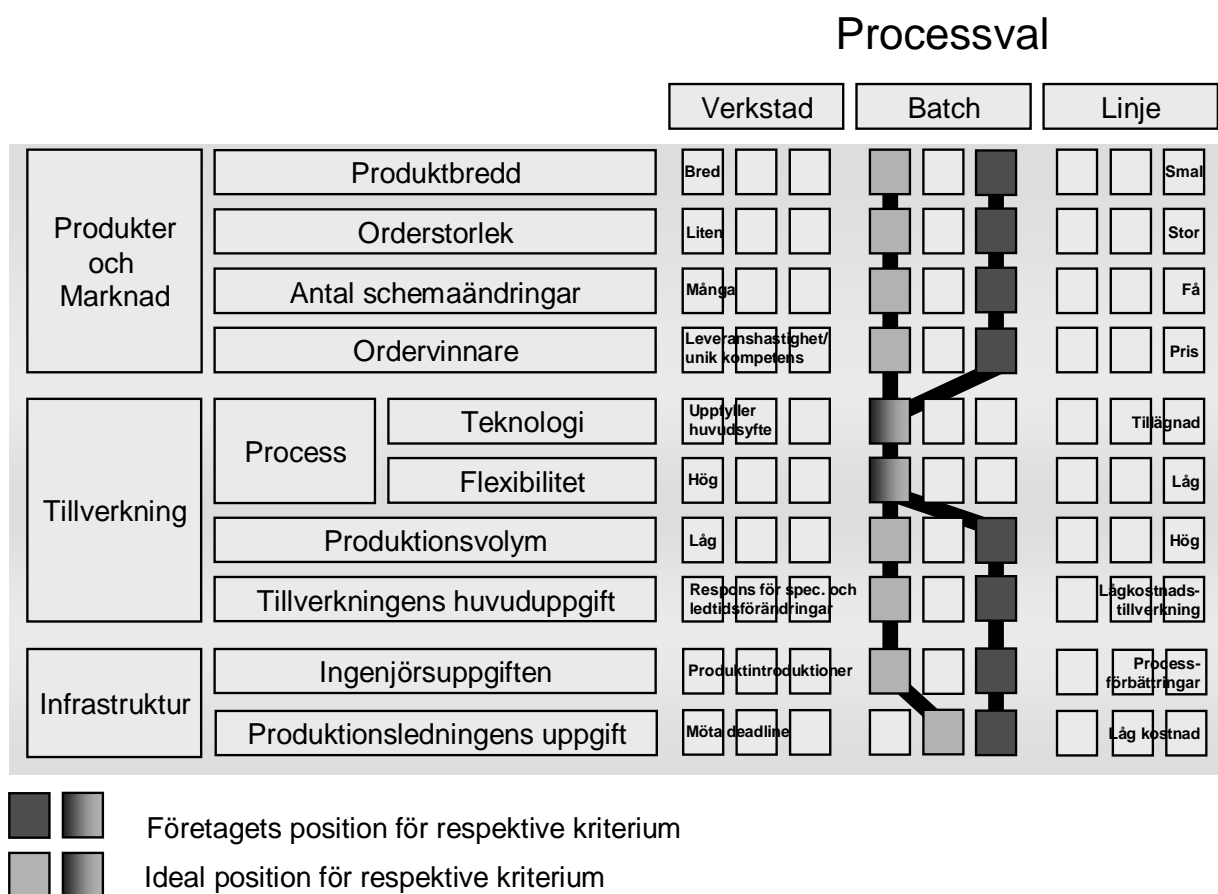
Syftet med produktprofilering är att ge en bild av aktuella eller potentiella problem och följaktligen leda till en diskussion om vilka steg som skall tas för att förbättra företagets strategiska position. Arbetsgången vid produktprofilering beskrivs nedan i fyra punkter.

1. Välj ut relevanta aspekter för produkter/marknad, tillverkning, investeringar/kostnader och infrastruktur. Valet måste möta två övergripande kriterier:
 - De utvalda kriterierna måste skildra gällande frågeställning och reflektera relevanta marknadens strategiska dimensioner.
 - Antalet kriterier skall hållas på en relativt låg nivå för att ge en enkel och analyserbar bild. Ett för stort antal kriterier medför en allt för komplex bild och motverkar tillvägagångssättets syfte.
2. Ange de kompromisser som följer av processvalet för varje kriterium som valts i steg ett. Det är denna skala som ger bakgrunden mot vilken produkter eller kunder kan profileras.

¹⁸ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 235-241.

¹⁹ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 149-151.

3. Profilera produkter, produktgrupper, kunder eller företag. Detta görs genom att positionera de valda produkterna, produktgrupperna eller företagen efter varje valt kriterium. Produktprofilering är en jämförande procedur, det vill säga att det som eftersträvas är att visa relationer mellan produkter eller kunder, eller ett företags situation före och efter en föreslagen förändring eller investering. Syftet är att testa korrelationen mellan marknadens krav och tillverkningens nuvarande eller föreslagna reaktion på dessa.
4. Den resulterande profilen, se figur 3.2, skall illustrera överensstämmelsen mellan karakteristika för marknaden och den relativa positionen av processer och infrastruktur inom tillverkningen. En hög överensstämmelse medför en rak profil medan en lägre grad av överensstämmelse medför avvikelser.²⁰



Figur 3.2 Produktprofilering som illustrerar överensstämmelsen mellan marknad och tillverkning till följd av en processinvestering. (Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 153)

²⁰ Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 151-152.

3.2 Produktionslogistik

Ämnet har traditionellt kallats material- och produktionsstyrning. Termen består av två delar som vardera kan definieras på följande sätt:

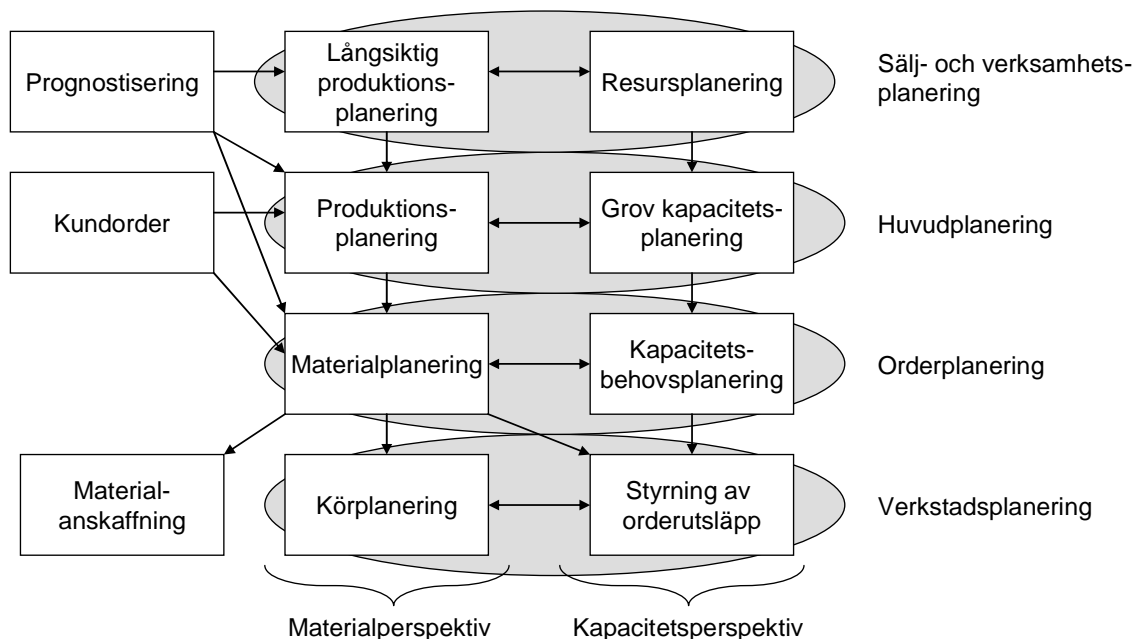
- *Materialstyrning* som avser planering, kontroll och uppföljning av materialflöden från leverantör till kund.
- *Produktionsstyrning* som avser planering, kontroll och uppföljning av resursanvändning för produktion.

Begreppet materialstyrning knyter an till materialflödesaspekten och produktionsstyrning till resursflödesaspekten. Eftersom materialflödesprocesserna och förädlingsprocesserna i ett tillverkande företag är intimt förknippade med varandra, är oftast de båda begreppen sammankopplade till ett gemensamt begrepp, material- och produktionsstyrning, vilket är en del av begreppet produktionslogistik. Produktionslogistik kan definieras på följande sätt:

*”Med produktionslogistik menas planering, utveckling, samordning, organisation, styrning och kontroll av det tillverkande företags materialflöden och resursflöden med utgångspunkt från dess produktionssystem.”*²¹

Planeringsarbetet på företaget kan göras utifrån två olika perspektiv. Det första är materialperspektivet som innebär att fastställa vilka produkter som behöver levereras och när. Det andra är kapacitetsperspektivet som innebär att fastställa vilken kapacitet som krävs för att producera de önskade kvantiteterna samt vilken kapacitet som finns till förfogande. Både planering med material- och kapacitetsbehov är aktuella på samtliga planeringsnivåer. Planering av materialflöden och produktion i tillverkande företag är alltid en fråga om en avvägning mellan behov av att kunna leverera och möjligheten att kunna producera. Vanliga benämningar på de olika nivåerna för planering med ett kapacitetsperspektiv och deras motsvarande nivåer för planering med ett materialperspektiv framgår av figur 3.3.

²¹ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 19.



Figur 3.3 Planering med material- och kapacitetsbehov. (Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 63)

Planering med ett materialperspektiv respektive med ett kapacitetsperspektiv har relativt sett olika stor betydelse över planeringshorisonten. Materialperspektivfrågor av typen ”Vad skall produceras när?” och ”I vilken ordningsföljd skall produktionen ske?” är av avgörande betydelse i närtid. I ett längre perspektiv är det ofta tillräckligt att fastställa kvantiteter per grova tidsperioder utan att behöva precisera någon detaljerad turordning. I stället är det desto väsentligare att säkerställa tillgång på kapacitet. På motsvarande sätt är handlingsutrymmet för att variera kapacitetstillgången och kapacitetsutnyttjandet i närtid liten och det är mer en fråga om hur den kapacitet som finns skall användas på bästa sätt, det vill säga att prioritera i materialplaneringen. Kapacitetsplaneringsproblematiken har därigenom en relativt sett mindre betydelse i det korta perspektivet.²²

3.2.1 Sälj- och verksamhetsplanering

Sälj- och verksamhetsplanering är troligtvis den minst förstådda delen av produktionslogistiken. Emellertid är vinsterna från en väl planerad och utförd sälj- och verksamhetsplanering stor.²³ I ett tillverkande företag måste planeringen ske på både kort och lång sikt. Desto längre planeringshorisonten är, desto större blir även osäkerheten och värdet av planerna minskar. Ett annat problem med långsiktiga planer är risken att begränsa sina handlingsalternativ och företagets förmåga att möta förändrade produktionsteknologier och marknadsförutsättningar. Det som bör avgöra prognoslängden är den tid det tar att anpassa

²² Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 18-63.

²³ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 54.

företagets produktionskapacitet till rådande efterfrågan på marknaden. Den mest långsiktiga men också minst detaljerade planeringsnivån är *sälj- och verksamhetsplaneringen*. Denna övergripande planeringsnivå behandlar problemställningar som berör exempelvis tillgänglig produktionskapacitet, tillverkningskapacitet med avseende på råvarutillgång, köpta produkter och halvfabrikat samt finansiell kapacitet.²⁴

Funktioner och samband

Sälj- och verksamhetsplanering är en process på företagets ledningsnivå. Arbetet syftar till att ta fram och fastställa övergripande planer för företagets olika avdelningar samt skapa balans mellan tillgångar och efterfrågan för att gynna företagets effektivitet och konkurrensförmåga. Processen syftar även till att samordna mål och planer inom företaget samt att samordna de aktiviteter som berörs av eller påverkar resursutnyttjande och materialflöden.

En av de mest grundläggande förutsättningarna för driva en framgångsrik verksamhet är att kontinuerligt skapa en skälig balans mellan tillgång och efterfrågan i företaget. Produktionskapacitet och råvaru- och färdigvarulager härrör sig från tillgångar medan efterfrågan utgörs av ineliggande kundorder och försäljningsprognoser.²⁵

Det finns fyra fundamentala delar i sälj- och verksamhetsplanering: Tillgång, efterfrågan, volym och mix. Låt oss först se på balansen mellan tillgång och efterfrågan. När efterfrågan är större än tillgången sjunker servicenivån på grund av att det inte är möjligt att producera de volymer som efterfrågas av kunderna. Ökande kostnader på grund av overtid och expressleveranser samt sjunkande produktkvalitet på grund av brådskan att leverera produkterna är effekter som inte är önskvärda för företaget. Detsamma gäller för effekterna när förhållandena är omvända så att tillgången är större än efterfrågan. Lagren ökar och personalnedskärningar blir aktuella på grund av minskad produktion vilket leder till minskad effektivitet och arbetsmoral hos personalen. Hjälpande insatser så som prissänkningar och rabatter leder till minskade vinstmarginaler. Det är därför viktigt att bibehålla en god balans mellan tillgång och efterfrågan samt att företaget har goda rutiner för att tidigt upptäcka annalkande förskjutningar mellan tillgång och efterfrågan. Sälj- och verksamhetsplaneringens syfte är just detta och det kan åstadkommas genom effektiv koordination mellan olika funktionella områden inom företaget genom aktivt engagemang från ledningsgruppen.²⁶

Företagets övergripande mål och strategier ligger till grund för detta planeringsarbete. Lönsamhetsmål eller tillväxtnål är vanliga mål som påverkar sälj- och verksamhetsplaneringen. Vanliga strategier kan vara leveransförmåga, prioriterade marknader, kapacitetsförändringar, produktintroduktioner eller reducering av produktbredden. Det primära resultatet av sälj- och verksamhetsplaneringen är en produktionsplan och en leveransplan. Produktionsplanen avser volymer att leverera till kund medan leveransplanen avser grovt planerade utleveransvolymer ofta på produktgruppsnivå. Mellan de olika planerna finns ofta ett ganska enkelt samband. För företag som tillverkar mot och levererar från lager ser sambandet under en period ut på följande sätt.

Utgående lager = Produktionsvolym + Ingående lager – Utleveransvolym

²⁴ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 185.

²⁵ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 186-187.

²⁶ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 55.

Denna formel kallas ibland logistikens grundekvation. Leveransplanen hör samman med företagets planerade försäljning och säljbudgetar medan produktionsplanen hör samman med företagets kapacitetsplanering och den långsiktiga materialplaneringen.²⁷

3.2.2 Huvudplanering

På en konceptuell nivå har huvudplaneringen till syfte att översätta sälj- och verksamhetsplaneringen till en plan för tillverkning av specifika artiklar i framtiden. I den dagliga verksamheten förser huvudplaneringen företaget med information som används till koordinering av försäljning och tillverkning. Huvudplaneringen visar när produkter är tillgängliga i framtiden och utgör grunden för marknadsavdelningens leveranslöften till kunderna.

Huvudplaneringen skall representera vad som skall produceras och inte vad som efterfrågas, huvudplaneringen är alltså inte att betrakta som en prognos utan en tillverkningsplan. Tillverkningsavdelningen är ansvarig för att möta huvudplaneringens behov. Prognostisering är dock ett viktigt verktyg när tillverkningsplanen utformas men huvudplaneringen skiljer sig från prognosen på flera betydande sätt. Huvudplaneringen tar förutom efterfrågan även hänsyn till kapacitetsbegränsningar, produktionskostnader och sälj- och verksamhetsplaneringen.²⁸

Funktioner och samband

Arbetet i huvudplaneringsprocessen involverar framställning och fixering av leverans- och produktionsplaner. Huvudplanering syftar, på samma sätt som sälj- och verksamhetsplanering, till att finna balans mellan tillgångar och efterfrågan så att företagets effektivitet och konkurrensförmåga gynnas. Tillgång och efterfrågan definieras på samma sätt som vid sälj- och verksamhetsplanering men detaljeringsgraden är högre och planernas längd kortare. Huvudplanering utförs betydligt oftare än sälj- och verksamhetsplanering, vanligtvis en eller flera gånger per månad.

Huvudplaneringen närmar sig ett automatiserat beräkningsarbete för företag som tillverkar standardprodukter mot lager. Arbetsgången skiljer sig inte mycket från det vid sälj- och verksamhetsplaneringen förutom att det inte kräver samma engagemang från företagsledningen.

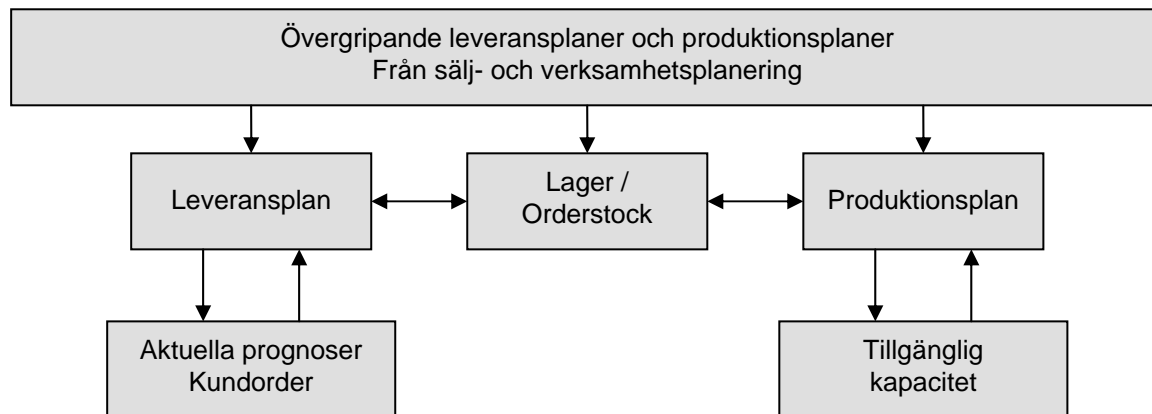
Huvudplaneringen skall följa de ramar som sälj- och verksamhetsplaneringen sätter upp för leverans- och produktionsplaner. En enkel tolkning av detta är att summan av volymerna i produktionsplanerna skall överrensstämma med volymerna i den övergripande produktionsplanen som sätts upp på sälj- och verksamhetsplaneringsnivån. Detsamma gäller även för leveransplanerna. För att hantera avvikelser mellan planerna på de olika nivåerna är det önskvärt att ha en policy som fastslår tillåtna avvikelser i procent.²⁹

Sambandet mellan leveransplaner och produktionsplaner framgår av figur 3.4 och logistikens grundekvation gäller även här.

²⁷ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 186-189.

²⁸ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 149-150.

²⁹ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 205-206.



Figur 3.4 Vanliga samband vid huvudplanering. (Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 206)

Tillgänglig produktionskapacitet begränsar möjligheterna att förändra produktionsplanen. På grund av att planeringshorisonten vid huvudplaneringen är kortare än vid sälj- och verksamhetsplaneringen begränsas handlingsalternativen till justeringar såsom övertid eller omfördelning av personal i produktionen. För företag som tillverkar mot lager och mot leveransplan är det även möjligt att använda sig av kapacitetsbehovsplanering som behandlas i kapitel 3.2.4.

Huvudplaneringens leveransplan måste vara mer dynamisk än sälj- och verksamhetsplaneringens då inkommande kundorder och annullering av desamma måste beaktas. När nya order inkommer måste dessa avräknas mot prognosen. Detta förfarande kallas prognoskonsumtion.

Huvudplaneringsprocessen består av följande generella steg:

1. Prognostisera framtida efterfrågan.
2. Generera en preliminär leveransplan med utgångspunkt från prognos och inliggande kundorder.
3. Generera en preliminär produktionsplan med utgångspunkt från den preliminära leveransplanen samt aktuella och målsatta lagernivåer respektive orderstockstorlekar.
4. Gör avstämning mellan de framtagna planerna och de förutsättningar som finns för att förverkliga dem (materialtillgång och kapacitet). Anpassa planerna vid behov.
5. Fastställ de framtagna planerna.³⁰

³⁰ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 206-207.

Huvudplanering vid tillverkning mot lager

Företagsmiljön påverkar utformningen av huvudplaneringen, primärt genom valet av enhet som anges i planeringen. Valet av planeringsenhet är ganska rättframt. För företag som tillverkar mot lager avses lagerförd enhet av slutprodukt som planeringsenhet. Företag som tillverkar mot lager producerar i batcher och har färdigvarulager för i princip alla sina produkter. Huvudplanering är förklaringen till hur mycket och när produktionen skall tillverka.³¹

Planeringen för tillverkning mot lager kan delas in i fyra steg. Med undantag för det första steget är processen likadan som för tillverkning mot produktionsplan.

Steg 1: Prognostisera framtida efterfrågan

Prognostiseringen sker på produktnivå och kan mycket väl vara automatiserad. Om antalet produkter är många och manuell prognostisering är önskvärd, kan produkterna delas in i produktgrupper med struktur som kan brytas ned i enskilda produkter. Prognoser för leveransplan måste ha en planeringshorisont som sträcker sig lika långt som den för huvudplaneringen. Det är därför nödvändigt att ta hänsyn till förekommande trender och effekter av planerade marknadsföringsinsatser.

Steg 2: Generera en preliminär leveransplan

Med de framtagna prognoserna och inneliggande kundorder kan en leveransplan genereras. Finns ett ERP-system (Enterprise Resource Planning) kan leveransplanerna oftast skapas automatiskt, men det kan även göras manuellt. Eftersom leverans, vid tillverkning mot lager, normalt alltid sker i anslutning till orderingång vållar sammanslagningen av prognos och order inga problem. Prognoser kan överföras direkt till leveransplan. Företag som tillverkar mot leveransplan upplever inte heller sammanslagingsproblematik, då leveransplaner fås från kunderna och det inte finns några prognoser att stämma av mot. Förutom att generera en leveransplan fastställs i detta steg även mål för lagerutveckling inom planeringshorisonten.

Steg 3: Generera en preliminär produktionsplan

Leveransplanen från föregående steg samt aktuella och målsatta lagernivåer är utgångspunkten för att generera en preliminär produktionsplan. Även detta kan oftast skapas automatiskt i ett ERP-system. Tekniker för att generera produktionsplaner behandlas i nästa avsnitt. I detta steg ingår även att beräkna det kapacitetsbehov som produktionsplanen ger upphov till. De beräknade kapacitetsbehoven jämförs med tillgänglig kapacitet och eventuella justeringar av produktionsplan eller kapacitet görs.

Steg 4: Avstämning och fastställa de framtagna planerna

I detta steg görs en avstämning av planerna mot de övergripande planerna i sälj- och verksamhetsplaneringen. Om avvikelserna är större än de som är fastställda av den interna policyn, justeras kvantiteterna. Ytterligare justeringar görs om även leveransplan, produktionsplan och lagerförändring inte överensstämmer. Likaså analyseras och åtgärdas övriga konsekvenser som planerna kan ge, innan de slutligen fastställs. När produktionsplanen är fastställd, används den som underlag till materialplaneringen som styr och samordnar materialflöden och tillverkningsaktiviteter.³²

³¹ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 149-150.

³² Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 217-220.

Tekniker för huvudplanering

Det finns ett antal grundläggande tekniker för huvudplanering. I tabell 3.1 följer ett förenklat exempel på en produktionsplan för en produkt med 20 enheter i *ingående lager*, *leveransplan* efter försäljningsprognos på 10 enheter per vecka och *produktionsplan* på 10 enheter per vecka.

Tabell 3.1 Exempel på produktionsplan.

	Vecka											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Leveransplan	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Utgående lager	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Produktionsplan	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ingående lager	20											

Över planeringshorisonten på 12 veckor är den totala leveransplanen 120 enheter och den totala produktionsplanen 120 enheter. Utgående lager representerar den förväntade lagernivån vid veckans slut. Denna räknas ut genom att addera *ingående lager* och *produktionsplan* samt subtrahera med *leveransplan*. Alla negativa värden på raden *utgående lager* representerar förväntade eftersläpande order. Det finns flera anledningar till att hålla värdet på utgående lager positivt, prognoser innehåller en viss grad av fel och produktionsplanen uppnås inte alltid exakt. Utgående lager behöver en toleransnivå för att buffra produktion från försäljningsvariationer. Raden för produktionsplan indikerar kvantiteten och tiden för färdigtillverkad produkt. Detaljer när produktionen startas behandlas av materialplaneringen, detta gör att huvudplaneringen driver materialplaneringen, vilket illustreras i figur 3.3.³³

Huvudplanering för säsongsvariationer i försäljning

Tabell 3.2 och 3.3 visar två produktionsplaner för att möta förekommande säsongsvariationer i försäljningen.

Tabell 3.2 Produktionsplan med utjämningsstrategi för att möta säsongsvariationer i försäljning.

	Vecka											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Leveransplan	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
Utgående lager	25	30	35	40	45	50	45	40	35	30	25	20
Produktionsplan	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ingående lager	20											

Tabell 3.3 Produktionsplan med anpassningsstrategi för att möta säsongsvariationer i försäljning.

	Vecka											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Leveransplan	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
Utgående lager	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Produktionsplan	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
Ingående lager	20											

³³ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 153-154.

Produktionsplanen i tabell 3.2 representerar en jämn produktion över hela planeringshorisonten medan produktionsplaneringen i tabell 3.3 justeras för att ligga i nivå med försäljningsprognosen. Dessa två produktionsplaner representerar två extrema strategier. Produktionsplaneringen i tabell 3.2 kallas *utjämningsstrategi* medan produktionsplaneringen i tabell 3.3 kallas *anpassningsstrategi*. Utjämningsstrategin kräver inga kapacitetsjusteringar i produktion och arbetsstyrka. Anpassningsstrategin däremot, kräver justeringar av produktionskapaciteten för att kunna jaga efterfrågan på marknaden.

En tredje strategi för att möta säsongsvariationer i efterfrågan kallas *partiformning* och illustreras i tabell 3.4.

Tabell 3.4 Produktionsplan med partiformning för att möta säsongsvariationer i försäljning.

	Vecka											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Leveransplan	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
Utgående lager	15	10	5	30	25	20	5	20	5	20	5	20
Produktionsplan				30				30		30		30
Ingående lager	20											

En viss partistorlek tillverkas när den utgående lagernivån sjunker under en viss nivå, i detta exempel tillverkas 30 enheter när lagernivån sjunker under utlösningnivån 5 enheter. Denna utlösningnivå speglar en kompromiss mellan att hålla lager och att ådra sig eventuella eftersläpande order.³⁴

Förfrågan om leveranstid

Den kvantitet som vid en given tidpunkt kan levereras direkt från lager utan att några andra kunder berörs kallas *möjligt att lova*. Beräkningen av detta illustreras av tabell 3.5.

Tabell 3.5 Exempel på möjligt att lova beräkning.

	Vecka					
	1	2	3	4	5	6
Summa reserverat	60	25	40	15	5	0
Produktionsplan			100			100
Utgående lager	30	5	65	50	45	145
Ingående lager	90					
Möjligt att lova	5	5	45	45	45	145

Även om utgående lager är 30 enheter i vecka 1, så kan dessa inte lovas bort då de kunder som lovats leverans av sammanlagt 25 enheter i vecka 2 skulle drabbas. *Möjligt att lova* är alltså *utgående lager* subtraherat med *summa reserverat* till och med veckan före nästa planerade tillverkning.³⁵

Huvudplanerarens roll

Huvudplaneraren har det primära ansvaret för att göra tillägg eller ändringar i huvudplanen. Huvudplaneraren har även primärt ansvar för att bryta ned produktionsplanerna för att skapa en huvudplan och säkerställa att huvudplaneringens produktionsbeslut överensstämmer med

³⁴ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 154-155.

³⁵ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 168-169.

produktionsplanerna. Detta innefattar bland annat att analysera ”trade-offs” och varsko företagsledningen om beslut som måste fattas på en högre nivå. Som en del av den allmänna återkopplingen i planeringsarbetet skall huvudplaneraren övervaka det faktiska utfallet mot huvudplanen och ta fram det väsentliga ur driftsresultaten till ledningsgruppen. Andra uppgifter för huvudplaneraren är att övervaka orderingången och ha en kontinuerlig kontakt med produktionsledningen för att kunna utvärdera nyttan av eventuella ändringar i huvudplanen.

Mycket av arbetet handlar om att fördela konkurrerande behov över en begränsad kapacitet. Givetvis måste det göras kompromisser om utgående lager blir negativt mot slutet av planeringshorisonten. Inplanering av order måste alltid ske inom de gränser som produktions-, lager- och utleveranskapaciteten tillåter. Planeringsarbetet är en balansgång mellan kundernas behov och behovet av stabilitet i produktionen.³⁶

3.2.3 Materialplanering

För att på operativ nivå kunna styra företagets materialflöden, i en given struktur, behövs olika administrativa aktiviteter. Dessa aktiviteter kallas orderplanering och skall genomföras inom ramen för den övergripande huvudplaneringen. Orderplaneringen är den funktion som skall verkställa de planer som fastställts på strategisk och taktisk nivå i företaget.

Flöden av material definieras av de kvantiteter som skall överföras mellan en försörjande enhet och en förbrukande enhet samt av tidpunkten då de skall vara tillgängliga för den förbrukande enheten. Utifrån detta kan orderplaneringens huvuduppgift sägas vara att fastställa dessa kvantiteter och tidpunkter för varje produkt så effektivt som möjligt med avseende på kapitalbindning, resursutnyttjande och servicenivå. Orderplaneringen måste upprätthålla balans mellan tillgångar och efterfrågan på material och kapacitet. Det vill säga att orderplaneringen måste genomföras ur både ett materialperspektiv och ett kapacitetsperspektiv. Orderplanering ur ett materialperspektiv kallas materialplanering och kommer att behandlas i detta kapitel.

Processer och materialflöden

Materialflöden genom det tillverkande företaget påbörjas alltid av en planeringsprocess, kundorderprocess eller en tillverkningsprocess. Det är alltid ett behov som ligger till grund för initieringen av ett flöde. En orderplanering måste alltid genomföras oavsett om tillverkning eller materialanskaffning initieras av en orderprocess eller en tillverkningsprocess. Sålunda måste beslut om leveranstidpunkter och volymer alltid tas för de order som skapas.

Oberoende och härledd efterfrågan

Uppdelningen i *oberoende* och *härledd* efterfrågan är av grundläggande betydelse för materialplaneringen. *Oberoende efterfrågan* innebär en efterfrågan som inte är direkt kopplad till efterfrågan på andra produkter. Produkter som lagerförs för leverans till kund har oftast en oberoende efterfrågan.

³⁶ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 173.

Härledd efterfrågan innebär att produktens efterfrågan kan härledas till efterfrågan på andra produkter. Produkter som ingår som råmaterial i andra produkter sägs ha en härledd efterfrågan. Vid härledd efterfrågan finns det inte något behov av att prognostisera efterfrågan, eftersom den kan beräknas från den överordnade produktens efterfrågan. Om ett företag exempelvis producerar två produkter, A och B, där A är basen för B, är det möjligt att räkna ut behovet av A från behovet av B. Detta exempel beskriver en situation med både härledd och oberoende efterfrågan för samma produkt. A är både en lagerförd slutprodukt som säljs till kund, samt basen för produkt B. Oberoende efterfrågan kan även uppstå på grund av andra skäl, till exempel kassationer, detta på grund av att en viss andel av produktionen inte kan användas utan måste kasseras. Detsamma gäller för avvikelser i lagernivåer, lagerredovisningen kan säga att en produkt finns i en viss kvantitet i lager men inventering säger att det i själva verket är brist.

Information om behov och tillgångar

Materialplaneringen syftar till att på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt balansera materialbehov mot materialtillgång i flödet. För att upprätthålla denna balans måste materialflödet ökas genom inplanering av nya inköpsorder om tillgången är mindre än efterfrågan. Om situationen är motsatt måste inleveranser senareläggas eller efterfrågan stimuleras. Om balansen inte upprätthålls leder detta till stora lager eller brist i flödet.

För att inte erhålla ett oacceptabelt kostnadskrävande beroendeförhållande mellan tillverkning och marknad är det viktigt med lager. På lång sikt skall det alltid eftersträvas en balans mellan tillgång och behov, medan det på kort sikt kan tillåtas att dessa avviker från varandra. Behov utgörs av reservationer till kund och tillverkningsorder, nedbrutna behov samt prognoser. Prognoser är den minst tillförlitliga av dessa medan reservationer är den säkraste.³⁷

Materialplaneringsmetoder

Beställningspunktssystem

Beställningspunktssystem är samlingsnamnet för ett flertal olika metoder för materialplanering. Gemensamt för dessa är att de bygger på en jämförelse mellan inestående lagerkvantitet och den så kallade beställningspunkten. Då lagret underskrider beställningspunkten initieras påfyllning av lagret. I enkelhet innebär detta att påfyllning av lagret skall ske om *redovisat lagersaldo plus planerade inleveranser* underskrider beställningspunkten. Leveranspunkten bestäms av artikelns ledtid. För dimensionering av beställningspunkten används följande samband, vilket tydliggörs i figur 3.5:

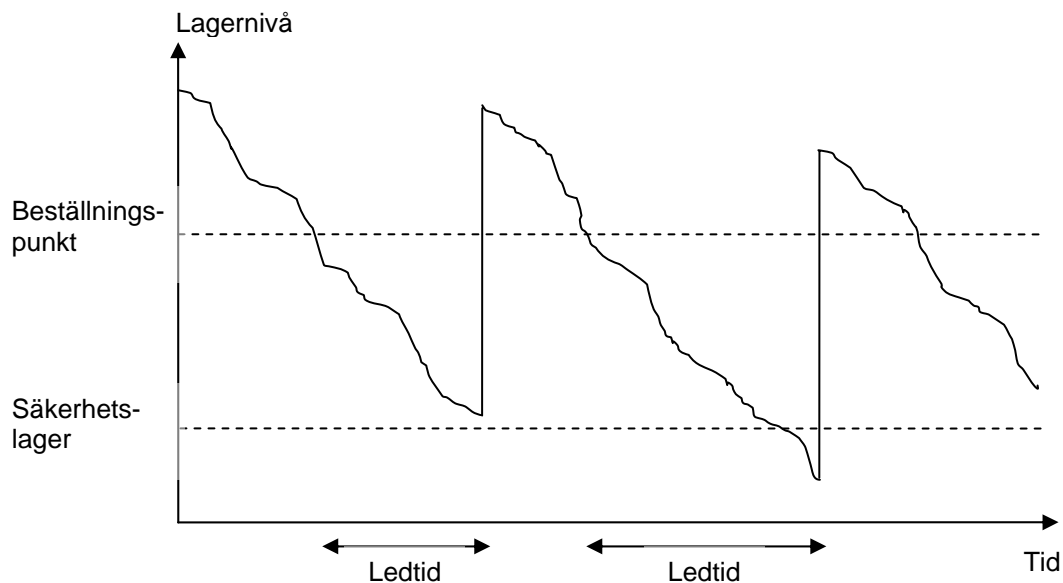
$$BP = SL + D \times L$$

där BP = beställningspunktssystem
SL = säkerhetslager
D = Efterfrågan per period
L = Ledtiden

Beställningspunkten skall följaktligen vara summan av säkerhetslagret och förbrukningen under ledtiden. Genom denna uppdelning av beställningspunkten är det möjligt att

³⁷ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 233-242.

upprätthålla optimal kapitalbindning och servicenivå genom att justera säkerhetslager eller ledtidförbrukning.



Figur 3.5 Grundprinciper för beställningspunktssystem. (Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 394)

Det krävs att beställningspunkten förändras i takt med efterfrågan om beställningspunktssystem används för att styra artiklar med säsong- eller trendvariationer. Om beställningspunkten inte förändras kommer det att uppstå lagerbrist eller onödigt hög kapitalbindning, på grund av detta används beställningspunktssystem sällan då det förekommer kraftiga variationer i efterfrågan.

Materialplanering genom beställningspunktssystem karakteriseras av att det är en enkel metod att förstå, vilket har lett till att det är en av de mest använda metoderna. Metoden lämpar sig bäst för produkter med oberoende efterfrågan. Då metoden inte genererar orderförslag förrän beställningspunkten är nådd, ges det inte möjlighet till framförhållning i planering och generering av leveransplaner då beställningspunktssystem används.

Förbrukningsersättande system

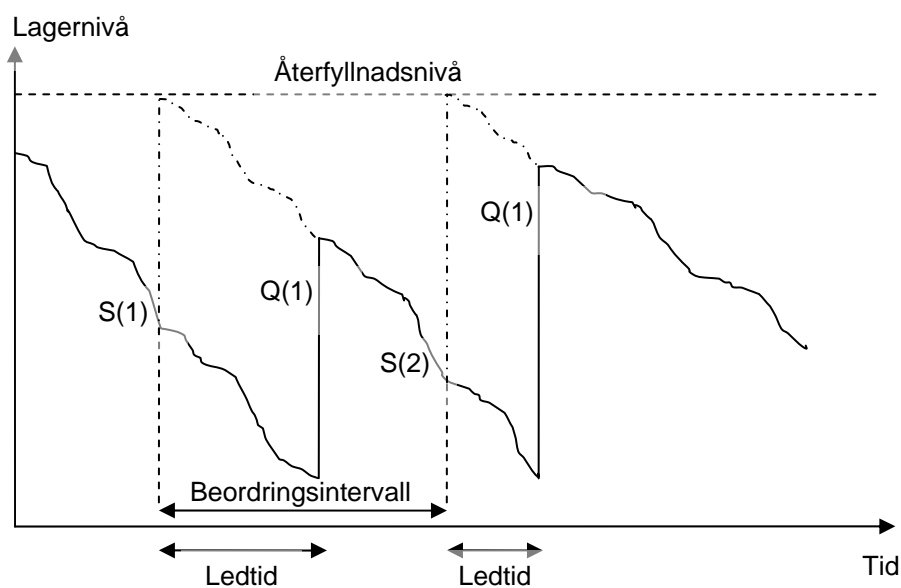
Till skillnad från beställningspunktssystem sker det vid användande av förbrukningsersättande system inleveranser med konstanta intervall men med varierande orderkvantitet. Metoden syftar till att planera in en ny order motsvarande den volym som skiljer mellan återfyllnadsnivån och redovisat lagersaldo. Leveranstidpunkten för artikeln sätts till sluttidpunkten för nästa lagerpåfyllnad. För beräkning av återfyllnadsnivå och orderkvantitet kan följande formler användas:

$$\dot{A} = D \times (B + L) + SL$$

$$Q = \dot{A} - S$$

där Q = orderkvantitet
 Å = återfyllnadsnivå
 D = efterfrågan per period
 B = beordringsintervall
 L = ledtid
 S = lagersaldo
 SL = säkerhetslager

För att använda förbrukningsersättande system istället för beställningspunktssystem behövs endast information om beordringsintervallens längd. På grund av de båda systemens likheter är även deras karakteristiska egenskaper lika. Figur 3.6 illustrerar grundprinciperna för förbrukningsersättande system.



Figur 3.6 Grundprinciper för förbrukningsersättande system.

Förbrukningsersättande system är primärt användbart för produkter med oberoende efterfrågan. Metoden är huvudsakligen användbar i miljöer med kontinuerliga materialbehov och där tillgången till kapacitet är god.

Täcktidplanering

Täcktidplanering är en metod som uttrycker behov i form av tid i stället för kvantitet. Grundprincipen för metoden är att planera in en ny order om *täcktiden* minus *säkerhetstiden* är mindre än *återanskaffningstiden*. Leveranstidpunkten sätts till *dagens datum* plus *täcktiden* och frisläppningspunkten sätts till *leveranstidpunkten* minus *artikelns ledtid*. Beslutsregeln kan även uttryckas med hjälp av följande formel:

$$\text{Beordra om täcktiden} < \text{säkerhetstiden} + \text{återanskaffningstiden}$$

Metoden är snarlik beställningspunktssystem och har liknande karakteristiska egenskaper och användningsområden. Eftersom metoden fokuserar på tidsjämförelser, ger den en bättre förståelse än beställningspunktssystem om när behov föreligger och hur angeläget behovet är.

Cyklisk planering

Denna form av planering utgår från en relativt liten förändring i efterfrågan. De olika produkter som skall produceras planeras in i ett cykliskt produktionsmönster. Varje produkt har därmed ett förutbestämt antal produktionstillfällen per år med förutbestämda start- och stopptider. Det enda som förändras under årets gång är därmed volymen som skall produceras vid varje tillfälle. Det är inte nödvändigt att alla produkter planeras i det cykliska mönstret. Det är möjligt att reservera kapacitet i planeringen som kan användas av de produkter som inte ingår i den cykliska planeringen eller av produkter som under en kortare tidshorisont har en större efterfrågan. För att planeringsmetodens skall ge ett gott resultat är det önskvärt att förändringar i det cykliska planeringsmönstret sker sällan. På grund av metodens karakteristika är det den vanligast förekommande materialplaneringsmetoden inom processindustrin.³⁸

Materialbehovsplanering – MRP

Då materialbehovsplanering används för artiklar med härledda behov utnyttjar metoden behovsnedbrytning med hjälp av produktstrukturer. En produktionsplan är utgångspunkten för materialbehovsplaneringen och anger i vilka kvantiteter och vid vilka tidpunkter slutprodukter skall tillverkas och levereras till lager eller kund. Från produktionsplanen bryts materialbehoven ner till underliggande strukturnivåer och behoven räknas av mot ineliggande lager och planerare inleveranser. För att täcka de resterande nettobehoven planeras nya order in. Nedbrytningen fortsätter till råmaterial och halvfabrikat på den lägsta strukturnivån.

För att genomföra en materialbehovsplanering behövs information om produktionsplaner, produktstrukturer, lagersaldon, partiformningsmetoder och ledtider. Utgångspunkten för planeringen utgörs av prognoser av framtida efterfrågan och produktionsplaner. Produktionsplanerna avser volymer för respektive produkt, vanligtvis per vecka eller dag. För att fastställa behoven av ingående komponenter i de tillverkade slutprodukterna krävs det att varje produktionsplan bryts ner. I tabell 3.6 ges ett exempel på hur en materialbehovsplanering kan se ut.

Tabell 3.6 Materialbehovsberäkning för en artikel B som ingår i produkterna S och R.

	Månad											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingår i S (3 st)	600		900	900		600	300		900		1500	
Ingår i R (4 st)		1600		1200		1600		2000		800		2400
Summa bruttobehov	600	1600	900	2100	0	2200	300	2000	900	800	1500	2400
<i>Frisläppta order</i>												
Planerad lagerutveckling	800	1700	800	1200	1200	1500	1200	1700	800	0	1000	1100
Nettobehov	0	800	0	1300	0	1000	0	800	0	0	1500	1400
Planerad inleverans		2500		2500		2500		2500			2500	2500
Planerad orderstart	2500		2500		2500		2500			2500	2500	

³⁸ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 262-263.

Metoden för materialbehovsplanering är svårare att använda, förstå och behärska än de tidigare nämnda metoderna. I miljöer med standardprodukter och härledd efterfrågan är materialbehovsplanering den mest lämpliga planeringsmetoden.

Metoden genererar endast beordringar utifrån kundorderbehov eller från fastställda produktionsplaner på slutproduktsnivå och planeringen sker så att inleverans sker så sent som möjligt. Metoden syftar till att skapa ideala materialflöden och tar inte hänsyn till tillgänglig produktionskapacitet. Genom kapacitetsbehovsplanering avgörs sedan vilket kapacitetsbehov som föreligger för att förverkliga dessa ideala materialflöden.

Materialbehovsplanering är primärt användbar i miljöer mer härledd efterfrågan men är även användbar för artiklar med oberoende efterfrågan och utgör då ett alternativ till beställningspunktsystem. Speciellt har metoden fördelar i miljöer med säsongsvariationer i efterfrågan. Metoden lämpar sig inte för miljöer med oplanerbar efterfrågan eller specialtillverkning.³⁹

3.2.4 Kapacitetsplanering

Produktionslogistik omfattar två olika perspektiv, materialperspektivet och kapacitetsperspektivet, se figur 3.3. Dessa två måste koordineras för att på ett så optimalt sätt som möjligt kunna tillgodose marknadens krav. Kapacitetsplaneringsmetoder har till primärt syfte att estimerar kapacitetskrav tillräckligt långt in i framtiden för att kunna tillgodose kraven. Otillräcklig kapacitet leder snabbt till försämrade leveransförmåga. Å andra sidan, kan överkapacitet vara en onödig utgift som kan minskas.⁴⁰ Att i ett företag ha produktionsresurser tillgängliga för värdeförädling är förknippat med kostnader vare sig de används eller inte.

Det finns två typer av kapacitet: volymkapacitet och genomloppskapacitet. Volymkapacitet definieras som *hur många kapacitetsenheter som kan presteras under en viss tidsperiod*, till exempel ton per timme. Genomloppskapacitet är ett mått på hur många timmar per tidsperiod som kan avsättas för att genomföra en viss tillverkningsoperation i en resursenhet. När tillverkning sker i endast ett steg eller en maskin får genomloppskapacitet samma betydelse som volymkapacitet.⁴¹

Kapacitetsplanering berör alla planeringsnivåer inom produktionslogistiken. Dock skiljer det mycket i detaljeringsgrad mellan nivåerna. Vid sälj- och verksamhetsplanering är kapacitetsplaneringen övergripande och har lång tidshorisont, den konverterar månads-, kvartals- och årliga data från sälj- och verksamhetsplanen till samlade resurser av totala arbetstimmar, verkstadsutrymme och maskintimmar. Vid huvudplanering syftar kapacitetsplaneringen till att bryta ner resurserna för att säkra verkställandet av huvudplanen. På lägre nivåer får kapacitetsplaneringen betydligt kortare planeringshorisont och berör mestadels anpassning till tillgänglig kapacitet. Det är mestadels en fråga om en förändring av

³⁹ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 393-430.

⁴⁰ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 280.

⁴¹ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 300.

marginalerna på den kapacitet som redan finns genom omfördelning av arbetskraft eller användning av övertid.⁴²

Kapacitetsplaneringsmetoder

Kapacitetsbehov med produktionsenheter

Enklaste sättet att uttrycka kapacitetsbehov från en produktionsplan eller ett antal tillverkningsorder är att använda samma enhet som de producerade volymerna uttrycks i. Produktionsplanen blir då ett direkt mått på kapacitetsbehovet. Det totala kapacitetsbehovet erhålls genom att addera samtliga aktuella produkter för en produktionslinje. Metoden lämpar sig bäst för resursplanering med lång planeringshorisont och låg detaljeringsgrad. Syftet är att skapa underlag för att balansera investeringar i maskinpark, lagerutrymme och personalstyrka mot det förväntade behovet. I exemplet i tabell 3.7 framgår att företaget kommer att ha en underkapacitet från och med månad 5. Om underkapaciteten bedöms vara kontinuerlig kan en rimlig strategi vara att öka arbetsstyrkan eller lagerkapaciteten. Bedöms underkapaciteten vara temporär kan andra strategier som till exempel övertid vara en möjlighet.

Tabell 3.7 Produktionsplan för produkt A och B samt kapacitetsbehov och tillgänglig kapacitet.

	Månad											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Produkt A	170	160	150	150	150	180	200	200	200	200	200	200
Produkt B	70	100	100	100	120	120	120	120	120	120	120	120
<i>Totalt kapacitetsbehov</i>	240	260	250	250	270	300	320	320	320	320	320	320
Tillgänglig kapacitet	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Differens	+10	-10	0	0	-20	-50	-70	-70	-70	-70	-70	-70

Primärt är metoden avsedd att användas i planeringsmiljöer utan detaljerad produktionsberedning. Metoden lämpar sig speciellt för företag med likartad tillverkning och låg förädlingsgrad i produktionen.⁴³

Kapacitetsbehov med kapacitetsplaneringsfaktorer

En utvidgning av föregående metod är att använda kapacitetsplaneringsfaktorer vid beräkning av kapacitetsbehovet. Metoden bygger på användning av två olika typer av faktorer. De första faktorerna anger totalt kapacitetsbehov i timmar per produkt. Dessa timmar summeras för att få ett totalt kapacitetsbehov i produktionstimmar för alla produkter. De andra faktorerna används sedan för att fördela detta totala behov av produktionstimmar på respektive produktionslinje eller avdelning. Detta görs utifrån historiskt utfall av hur stor andel av den totala mängden producerade timmar som respektive produktionslinje eller avdelning svarat för. Fördelningsfaktorerna uttrycks i procent. Med hjälp av kapaciteten och utnyttjandegraden för respektive produktionslinje eller avdelning kan sedan differensen från tillgänglig kapacitet räknas ut per produktionslinje eller avdelning.

Metoden lämpar sig för sälj- och verksamhetsplanering samt huvudplanering och möjliggör simulering av alternativa produktionsplaner, den är primärt avsedd för företag med låg beredningsgrad, likartad tillverkning och låg förädlingsgrad i produktionen.⁴⁴

⁴² Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 281-282.

⁴³ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 492-496.

Kapacitetsbehovsnycklar

Om det föreligger behov av en mer detaljerad beräkning av kapacitetsbehov och det inte är möjligt att utgå från att produkterna belastar tillverkningsresurserna i proportion till sina respektive volymer kan kapacitetsbehovsnycklar användas. En kapacitetsbehovsnyckel anger det samlade kapacitetsbehovet per enhet, uttryckt i mantimmar eller maskintimmar, för en slutprodukt. Timbehovet i nycklarna kan erhållas antingen genom erfarenhetsbaserade uppskattningar eller genom beräkning av driftsloggar. Vilket av dessa sätt som bör användas beror på kvantiteten av det som skall produceras. För att få det totala kapacitetsbehovet multipliceras nycklarna med de kvantiteter som skall produceras.

Trots att metoden används på produktnivå lämpar den sig bäst för sälj- och verksamhetsplanering samt huvudplanering. Kraven på likartad tillverkning är betydligt mindre än för de båda föregående metoderna eftersom nyckeln tar hänsyn till olika kapacitetsbehov för olika produkter.⁴⁵

Kapacitetsbehovsplanering

Om huvudsyftet är att beräkna kapacitetsbehov med utgångspunkt från planerade och frisläppta tillverkningsorder är kapacitetsbehovsplanering en lämplig metod. Den möjliggör mer detaljerade beräkningar ner på produktnivå och bygger på att det finns tillgänglig information om operationsföljder och operationstider för varje tillverkad produkt.⁴⁶ En annan viktig skillnad jämfört med tidigare metoder är att kapacitetsbehovsplanering tar hänsyn till kapacitet som redan är lagrad i form av PIA (produkt i arbete) och färdigvarulager.⁴⁷ Ett exempel på kapacitetsbehov följer i tabell 3.8.

Tabell 3.8 Beräknade kapacitetsbehov från frisläppta och planerade tillverkningsorder.

	Vecka				
	Släp	1	2	3	4
Frisläppta order	25	35	10	5	0
Planerade order		0	24	32	38
<i>Kapacitetsbehov</i>		35	34	37	38
Kapacitet		45	45	45	45
Utnyttjningsgrad (%)		78	76	82	84
Ack. tillg. kapacitet		-15	-4	4	11

Metoden är främst avsedd att användas för kapacitetsplanering på orderplaneringsnivån för företag med hög komplexitet i tillverkningen.

3.2.5 Verkstadsplanering

För att skapa en effektiv produktion och ett effektivt kapacitetsutnyttjande samt att åstadkomma korta genomloppstider krävs en balans mellan tillgänglig produktionskapacitet, aktuella order och produktionens kapacitetsbehov. Verkstadsplanering har till uppgift att styra denna balans och dess tre huvuduppgifter kan sammanfattas som:

⁴⁴ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 496-502.

⁴⁵ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 318-320.

⁴⁶ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 321.

⁴⁷ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 288-289.

1. Att släppa ut order i takt med att det finns tillgänglig produktionskapacitet så att de utförs inom rimliga genomloppstider.
2. Säkerställa att det finns råmaterial när respektive order är planerad att starta.
3. Att de order som släppts för tillverkning avslutas i en lämplig ordningsföljd för att klara leveranstiderna.

Förutom dessa tre huvuduppgifter omfattar verkstadsplanering även återrapportering och slutrapportering av färdiga tillverkningsorder.

Generella aktiviteter

Verkstadsplaneringen består av ett antal aktiviteter. Dessa skiljer sig åt mellan olika företag beroende på vilken typ av planeringsmiljö som valts. Nedan följer dock de generella aktiviteterna och den ordning de bör utföras i.

Orderinitiering

Tillverkningsorder initieras på överliggande planeringsnivåer, ofta materialplaneringen. Ordern bör då innehålla startdatum, kvantitet och färdig- eller leveransdatum.

Styrning av orderutsläpp

Det måste säkerställas att det finns ledig kapacitet i produktionsenheten att genomföra ordern. Den mängd som släpps ut bör kontrolleras så att inte överbeläggning uppstår.

Materialklarering

Tillse att alla resurser som krävs för att genomföra en tillverkningsorder finns tillgängliga. Speciellt avser detta att tillse att råvaror finns tillgängliga i lager.

Utskrift av arbetsordersats

Arbetsordersats är den dokumentation som följer ordern och krävs för att genomföra densamma. Den innehåller bland annat ordernummer, recept, standardtider och råmaterial. Produktionsenheten måste informeras om denna dokumentation och detta kan ske antingen genom pappersdokument eller via arbetsterminaler.

Orderutsläpp

När ovanstående aktiviteter är genomförda och tillverkningsordern är tidplanerad släpps ordern ut i produktionsenheten. Per definition övergår då ordern från att vara frisläppt till att vara utsläppt.

Körplanering

När ordern är utsläppt gäller det att prioritera ordningsföljden gentemot andra utsläppta order som skall produceras i samma maskiner inom samma tidsperiod.

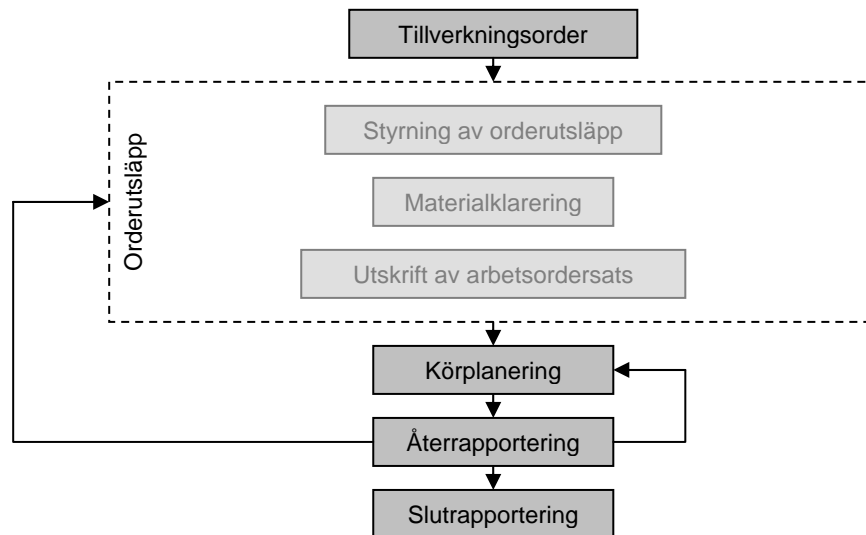
Återrapportering

För att kunna följa arbetet för en tillverkningsorder och eventuellt kunna vidta korrigerande åtgärder krävs återrapportering. Detta krävs också för att kunna genomföra uppföljning av verkliga operationstider, kapacitetsutnyttjandet och boka av beläggning.

Slutrapportering

När ordern är genomförd levereras färdig produkt till lager och ordern slutrapporteras.⁴⁸

Arbetsgången för aktiviteterna illustreras i figur 3.7.



Figur 3.7 Verkstadsplaneringsprocessens huvudaktiviteter. (Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 326)

Genomloppstid och sekvenseringsproblem

Några av de viktigaste parametrarna för verkstadsplaneringssystem är genomloppstid och schemaläggning av produktion.

Många företag ser genomloppstid som en konstant. I själva verket är det en av de parametrar som är mest påverkbar inom verkstadsplaneringen. Genomloppstid består av fyra delar:

- *Produktionstid* (operations- eller maskintid per enhet × orderkvantitet)
- *Omställningstid* (tid för att påbörja och avsluta en order, oberoende av orderkvantitet)
- *Transporttid* (väntetid för tillverkat material som skall flyttas till en annan maskin eller till kvalitetskontroll och lager)
- *Kötid* (tid en utsläppt order väntar på att bli påbörjad, beror av beläggningen och schemaläggning)

De två senare är påverkbara utifrån ett verkstadsplaneringsperspektiv. Kötid är det mest kritiska elementet av genomloppstiden och det är inte ovanligt att den står för över 80 % av den totala tiden. En reducering av kötiden leder till minskad genomloppstid och därigenom även lägre PIA-lager. Denna reducering kräver dock bättre schemaläggning av produktionen.

⁴⁸ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 323-327.

Sekvenseringsregler avgör i vilken ordning tillverkningsorder skall ske i produktionen. Den order som skall behandlas härnäst avgörs i nära anslutning till när den föregående ordern är avslutad. Det finns många olika typer av sekvenseringsregler, några av de vanligaste är:

- *Först-in-först-ut:* Den order med tidigast ankomsttid bearbetas först. Denna regel lämpar sig i situationer med få köande order, exempelvis vid linjeorienterad tillverkning.
- *Kritisk kvot:* En regel baserad på följande kvot:

$$\frac{\text{Återstående tid}}{\text{Återstående arbete}}$$

Vid beräkning är regeln uttryckt som

$$\frac{\text{Leveransdatum} - \text{Dagens datum}}{\text{Återstående genomloppstid}}$$

Om kvoten är 1.0, är ordern i tid. Kvoter under 1.0 indikerar att ordern är efter tidsschemat medan kvoter över 1.0 indikerar att ordern är före tidsschemat. Regeln är att alltid välja den order med lägst kritisk kvot först.

- *Kortast operationstid först:* Denna regel ignorerar all information om leveransdatum såväl som information om återstående arbete. Den säger att nästa order är den som kan bli färdigställd på kortast tid. Regeln maximerar antalet pågående tillverkningsorder och minimerar antalet i kö. Den genomsnittliga genomloppstiden och kapitalbindningen hålls nere.
- *Störst ordervärde först:* Regel som håller nere kapitalbindningen. En del beräkningar och tillgång till självkostnaden krävs.
- *Minsta skillnad mellan lagrets täcktid och återstående genomloppstid:* Regel som fokuserar på risk för brist i lager. En order med lång återstående genomloppstid och kort täcktid av färdig produkt i lager prioriteras högt då det är hög risk för lagerbrist. Regeln lämpar sig för situationer med tillverkning mot lager.
- *Slumpvis turordning:* Regel som kan tillämpas om inga särskilda skäl föreligger att välja en order före en annan.

I ett MRP-system är varje tillverkningsorder en schemalagd kvittens och har därav en förfallodag. Om det behövs för att skapa en prioriterad sekvensering, kan det utifrån denna förfallodag skapas starttider för tillverkning. Den stora fördelen med datorbaserade system är att när en förfallodag ändras, ändras starttid för tillverkning simultant. Dessa ändringar leder i sin tur till prioritetsändringar i verkstadsplaneringen som resulterar i ett system som bearbetar den viktigaste tillverkningsordern först. Syftet är att prioriterade arbeten går igenom

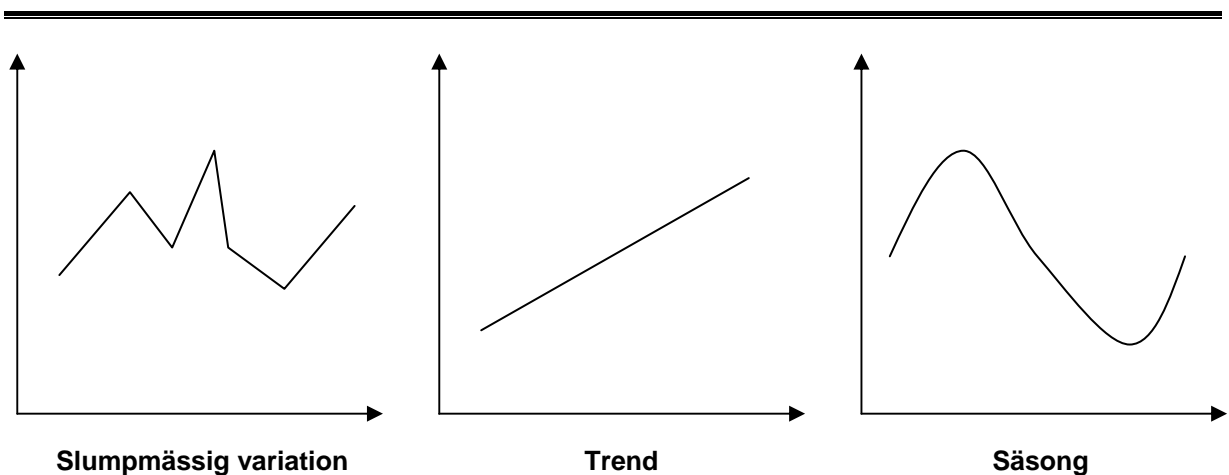
produktionen mycket snabbt, medan lågprioriterade arbeten åsidosätts. På detta sätt kan verkstadsplaneringssystemet verkställa materialplaneringen.⁴⁹

3.3 Prognostisering

Begreppet prognos avser en bedömd framtida efterfrågan på företagets produkter. De produkter som behöver prognostiseras är i princip alla de som måste levereras på kortare tid än de kan tillverkas. Eftersom en prognos bygger på bedömningar kan den aldrig helt överensstämja med verklig efterfrågan, en prognos är alltså per definition felaktig. Det gäller dock vid prognostisering att minimera felet i en prognos.⁵⁰

3.3.1 Tidsserier och efterfrågemönster

En tidsserie är en följd av kronologiskt ordnade historiska efterfrågedata med en konstant periodicitet. I tidsserier är det viktigt att kunna urskilja eventuella efterfrågemönster som döljer sig i följderna av efterfrågedata. Vanliga typer av efterfrågemönster är *slumpmässiga variationer* kring en i huvudsak oföränderlig efterfrågan, *trendförändring* (efterfrågan ökar eller minskar period för period) och *säsongvariation* som innebär att efterfrågan varierar med årstiderna, dessa tre efterfrågemönster illustreras i figur 3.8. Görs prognostisering över flera år kan även *cyklisk efterfrågevariation* förekomma, denna beror på allmänna konjunktursvängningar.⁵¹



Figur 3.8 Illustration av tre vanliga efterfrågemönster. (Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 142)

Prognosunderlag

En av de viktigaste faktorerna för att få ett prognossystem att fungera är att relevant data används. Relevant data bör vara tidsmässigt aktuell. De historiska data som normalt finns

⁴⁹ Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. sid. 312-317.

⁵⁰ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 137-139.

⁵¹ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 141-142.

tillgängliga är orderingångsstatistik, utleveransstatistik och faktureringsstatistik. Ingen av dessa representerar fullt ut den verkliga efterfrågan och vilken som bör väljas som approximation av efterfrågan får avgöras från fall till fall. Generellt kan sägas att ju mer inslag av tillverkning mot kundorder som föreligger, desto lämpligare är det att välja utleveransstatistik eller faktureringsstatistik. Vid långsamma faktureringsrutiner är dock utleveransstatistik att föredra.⁵²

Prognoshorisont

Prognoshorisontens längd är beroende av vilka tillämpningar prognoserna avses för. Övergripande produktionsplaner kräver ofta något eller några års framförhållning medan prognoser för operativ materialförsörjning inskränker sig till några månader eller ett halvårs framförhållning. Prognoshorisontens längd har också betydelse för vilken precision prognosen har. Ju längre horisont, desto större risk för prognosfel.⁵³

3.3.2 Prognosmetoder

De prognosmetoder som används för efterfrågeprognostisering kan grovt delas in i bedömningsmetoder och beräkningsmetoder. Bedömningsmetoder är metoder som bygger på att prognoser tas fram med subjektiva bedömningar av personal med god kännedom och erfarenhet av marknadssituationen och marknadsutvecklingen. Användningen av kvantitativa beräkningar i denna metodkategori är obefintlig.

Motsatsen till bedömningsmetoderna är beräkningsmetoderna som i sin tur kan delas in i betingade och icke-betingade prognosmetoder. Betingade prognosmetoder kräver mer dataunderlag och ett mer omfattande prognosarbete än icke-betingade prognosmetoder. De icke-betingade beräkningsmetoderna kännetecknas av att de är uttryckta i samma variabel som de tidsserier de baseras på. Betingade beräkningsmetoder baseras istället på tidsserier som avser någon annan förklarande variabel än den som skall prognostiseras.⁵⁴

Bedömningsmetoder

Ledningsgruppsmetoden

Ledningspersonal samlas för att gemensamt ta fram en prognos. Möten förbereds genom att försäljningsstatistik och andra typer av bedömningsmaterial tas fram, bearbetas och distribueras. Metoden är lämplig när prognostiseringen avser långsiktig och övergripande försäljnings- och verksamhetsplanering. Fördelen är att det går snabbt att ta fram nya prognoser, nackdelen att det föreligger en risk för att ledningspersoner med mycket auktoritet får en alltför stor påverkan på bedömningarna i förhållande till de som besitter mest kunskap. En annan risk, som är generell för alla bedömningsmetoder, är att prognoserna tenderar att bli mer av önsketänkande än realistiska bedömningar.⁵⁵

Gräsrotsmetoden

Alla som har direkt kontakt med marknaden gör bedömningar och utarbetar förslag till prognoser var för sig. Dessa bedömningar samlas in och bearbetas centralt och en gemensam

⁵² Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 143-144.

⁵³ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 146.

⁵⁴ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 151-153.

⁵⁵ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 368-369.

prognos för hela företaget tas fram. Den största fördelen är att prognoserna byggs upp av de personer i företaget som har mest kontakt med vad som händer på marknaden. En annan fördel är att prognosansvaret läggs på de personer som har till uppgift att de förverkligas. Nackdelen är att metoden tar längre tid och kräver mer databearbetning än ledningsgruppsmetoden.⁵⁶

Pyramidprognostisering

Pyramidprognostisering är en kombination av de båda ovanstående metoderna. Den totalprognos som tagits fram av ledningsgruppen anses som den mest tillförlitliga. Om de totalprognoser som framtagits från gräsrotsmetoden avviker från ledningsprognosen, justeras alla individuella och gruppvisa prognoser proportionellt mot denna skillnad så att totalprognoserna blir desamma i båda fallen. Fördelen jämfört med att bara använda gräsrotsmetoden är att ledningen i ett företag oftast har större förutsättningar att bedöma den övergripande ekonomiska utvecklingen och konjunkturutvecklingen. En nackdel är att de olika säljarna eller produktcheferna som ligger bakom de enskilda prognoserna inte blir bundna till sina prognoser.⁵⁷

Beräkningsmetoder

Glidande medelvärde

Metoden innebär att ett medelvärde för den historiska förbrukningen eller försäljningen under ett antal perioder beräknas. Det framräknade medelvärdet används som prognos för kommande period. Vid nya prognoser byts det äldsta efterfrågevärdet ut mot det för senaste perioden. Det antal perioder som inkluderas i medelvärdesberäkningen blir avgörande för hur metoden fungerar. Väljs många perioder blir prognoserna stabila mot slumpmässiga variationer i efterfrågan men ger sämre följsamhet vid trender och systematiska förändringar. Väljs få perioder blir förhållandet vice versa.⁵⁸

Exponentiell utjämning

Metoden fungerar som glidande medelvärdemetoden med skillnaden att perioderna som medelvärdet beräknas på är exponentiellt viktade. Hur vikterna är fördelade beror på en så kallad utjämningskonstant, α , som används vid beräkningarna. Valet av utjämningskonstant har samma betydelse som valet av antal perioder i glidande medelvärdemetoden med avseende på slumpmässiga variationer och följsamhet vid systematiska förändringar. Ett högt α -värde ger bättre följsamhet vid systematiska efterfrågeförändringar men större instabilitet vid slumpfluktuationer.⁵⁹

Focus forecasting

Focus forecasting-metoden innebär att det vid varje prognostillfälle, när uppgifter om verklig efterfrågan erhållits, via simuleringskörningar avgörs vilken som är bäst av en rad olika beräkningsmetoder. Metoden utgår från att det finns stor tillgång till datorkapacitet och att denna kan utnyttjas som hjälpmedel för att åstadkomma bra prognoser. Två grundteser sammanfattar arbetssättet:

⁵⁶ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 369-370.

⁵⁷ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 370.

⁵⁸ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 371.

⁵⁹ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 372-373.

- Enkla metoder fungerar ofta lika bra som avancerade.
- Om en metod fungerat bra under föregående period är sannolikheten stor att den skall fungera väl även innevarande period.

Genom att jämföra olika metoders prognoser med det verkliga utfallet är det möjligt att välja ut den bästa av dessa för nästa periods prognostisering. I princip kan vilka prognosmetoder som helst användas i focus forecasting.⁶⁰

3.3.3 Prognosfel och prognoskontroll

Som tidigare nämnts stämmer prognoser aldrig helt överens med den verkliga efterfrågan. Därför finns det anledning att beräkna förekommande fel för att kontrollera att prognoserna håller sig inom acceptabla felmarginaler. Detta gäller speciellt automatisk prognostisering där det föreligger en risk att förlora kontrollen över prognoserna vilket kan få allvarliga konsekvenser.

Grundläggande för all prognoskontroll är prognosfelsmätning, och detta bör vara en naturlig del av alla prognossystem. Syftet är dels att identifiera enstaka slumpfel, dels att identifiera systematiska fel. Prognosfel kan användas som underlag till att dimensionera säkerhetslager.

Prognosfel mäts per period och definieras som skillnaden mellan en periods prognos och den verkliga efterfrågan. Vid löpande prognosuppföljning brukar både medelprognosfelet och medelvärdet av prognosfelen i absoluta tal beräknas, det senare kallas MAD (Mean Absolute Deviation). MAD är ett mått på prognosens spridning i relation till den verkliga efterfrågan medan medelprognosfelet ger en bild av om prognoserna ligger systematiskt fel eller ej. Båda måtten måste användas för att ge en bra bild över hur god prognoskvaliteten är, MAD skall vara så liten som möjligt och medelprognosfelet så nära noll som möjligt.⁶¹

Efterfrågetester

Efterfrågetester används för att undvika avvikande efterfrågevärden i prognosunderlaget. Testet rimlighetstestar automatiskt nytillkomna efterfrågevärden. Avvikande värden kan uppkomma i form av enstaka stora order, produktionsstörningar eller omfattande utleveranser under en period. Efterfrågetest är ett sätt att förebygga prognosfel som uppkommer av dessa skäl.

Vanligtvis jämförs efterfrågevärdena med senaste prognos. Senaste prognos fungerar som ett referensvärde och skillnaden tillåts högst vara lika med en viss faktor gånger MAD. Värden som inte uppfyller detta förkastas. För att få en rimligt låg sannolikhet att inte förkasta värden som borde ha ingått i prognosberäkningen, väljs denna faktor vanligtvis till 4, vilket innebär att man med 99,8 % sannolikhet fattar ett korrekt beslut om efterfrågevärdet utesluts.⁶²

⁶⁰ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 374-375.

⁶¹ Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 160-161.

⁶² Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. sid. 161.

4 Nulägesbeskrivning

Kapitlet inleds med en beskrivning av företagets marknad, dess ordervinnare och kvalificerare samt företagets processval. Därefter behandlas infrastrukturen som följer hierarkin i den tidigare beskrivna metodiken för produktionslogistik. Först behandlas de funktioner som ryms inom sälj- och verksamhetsplanering samt huvudplanering. Därefter följer en beskrivning av dagens order- och verkstadsplanering.

4.1 Marknad och processval

4.1.1 Marknad och kunder

Kemwater i Helsingborg agerar i huvudsak på svenska marknaden men även internationellt. Orderkvantiteterna på den svenska marknaden är låga relativt dygnsproduktionen, men orderfrekvensen är hög per vecka. Typisk utleverans per vecka är 120-150 stycken å 20-40 ton.⁶³ Den svenska marknaden är indelad i tre segment: *industri*, *avloppsvattenrening* och *dricksvatten*. Avloppsvattenrening är det i särklass största segmentet medan industri och dricksvatten är ungefär lika stora. På den internationella marknaden är antalet kunder relativt få men orderkvantiteterna från dessa kunder är ofta stora.⁶⁴

Kemwater har cirka 400 kunder indelade i nio olika kundkategorier, se bilaga 1. Syftet med kategoriseringen är att marknadsavdelningen skall kunna indela kunderna i två olika huvudsegment, jägare och vårdare. Kunder med stor ordervolym och med stor potential att öka denna benämns jägare och får mycket uppvaktning från säljorganisationen. Kunder med liten ordervolym och liten potential till ökning benämns vårdare och får mindre eller liten uppvaktning från säljorganisationen.

Kundstocken är uppbyggd av två stycken huvudgrupper av kunder, industrier och kommunala reningsverk. För dessa två huvudgrupper finns det två separata säljorganisationer. De kommunala reningsverken är många till antalet och många av dem är små eller medelstora. Dessa små och medelstora reningsverk förbrukar små mängder produkt och har svårt att planera sina inköp. Detta medför att säljorganisationen ofta får in order kort tid före önskad leveransdag, vilket i sin tur medför problem i planering av produktion och utleveranser.⁶⁵

4.1.2 Ordervinnare och kvalificerare

På marknadsavdelningen har produktchefen analyserat ordervinnare och kvalificerare på den svenska marknaden för alla produkter inom tre olika kundsegment: A, B och C som svarar mot hög, mellan och låg omsättning. De mest relevanta resultaten kan ses i tabell 4.1. Utöver ordervinnare (procentsiffra) och kvalificerare (Q) anges även de kritiska kvalificerarna (QQ). Som tillägg till dessa benämningar anges även kriteriets framtida tendens med (+) för ökning och med (-) för minskning.

⁶³ Intervju Svensson, Lena. Innesäljare Kemwater Sverige.

⁶⁴ Intervju Mattsson, Magnus. Produktchef Kemwater Sverige.

⁶⁵ Intervju Mattsson, Magnus. Produktchef Kemwater Sverige.

Tabell 4.1 Ordervinnare och kvalificerare för tre representativa produkter.

	X			Y			Z		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Pris	90+	90+	Q	100	80+	70	50	25+	Q
Marknad & försäljning	10–	10–	Q	Q	20–	20	25	50–	Q
Leveranstid	Q	Q	Q	QQ	QQ	Q	QQ	Q	Q
Teknisk support	Q+	Q+	Q	Q	Q	10	Q	Q+	Q
Produktbredd	Q	Q	Q	Q	Q	Q	QQ	QQ	QQ
Varumärke	Q–	Q–	Q	Q	QQ	QQ	Q	QQ	QQ
Leveransprecision	QQ	QQ	Q	QQ	QQ	QQ	QQ	Q	Q
Kundanpassning	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Q	Q	Q
Kemisk prestanda	QQ	Q	Q	QQ+	QQ	QQ	25	25	Q

Pris

För de flesta produkter och segment är pris en stark ordervinnare och den absolut viktigaste. För Z-produkten har priset en relativt mindre, men fortfarande avgörande betydelse.

Marknad & försäljning

Detta är en svag och avtagande ordervinnare för nästan alla produkter och segment. I övriga fall är det en kvalificerare.

Leveranstid

För att upprätthålla goda kundrelationer är leveranstiden en kvalificerare förutom i vissa fall där den har en större betydelse och är en kritisk kvalificerare.

Teknisk support

För Y är denna parameter en kvalificerare med ökande betydelse på grund av åldrande lagrings- och doseringsutrustning som Kemwater tillhandahåller kunderna.

Produktbredd

För X och Y är detta en kvalificerare. För Z-produkten är detta en kritisk kvalificerare då dessa löser specifika problem hos kunderna, dessutom saknar många av Z-produkterna ersättningsprodukter.

Varumärke

I de segmenten med medel eller låg omsättning är varumärket en kritisk kvalificerare, detta på grund av en personlig relation med produktnamnet hos kunderna. För Y som har en vikande marknad är detta en kvalificerare.

Leveransprecision

För så gott som samtliga segment och produkter är detta en kritisk kvalificerare då kunderna inte kan klara sig utan produkt. Om kunderna står utan produkt tvingas de släppa ut orenat avloppsvatten alternativt leverera smutsigt dricksvatten.

Kundanpassning

För X och Y är inte denna parameter applicerbar. För Z är detta en kvalificerare då många kunder kräver olika tillsatser i produkten.

Kemisk prestanda

För X och Y är detta oftast en kritisk kvalificerare, detta på grund av att om den kemiska prestanda är lägre än utlovat, går det åt större mängd produkt hos kunden med ökade kostnader som följd. För Z är detta en ordervinnare då produkten löser specifika problem hos kunden.

Det visar sig tydligt att det är pris som är viktigast för att vinna order på marknaden och dess betydelse förväntas öka. Då pris är den viktigaste ordervinnaren så skall organisationen fokusera på lågkostnadstillverkning och koncentrera sig på att ständigt sänka sina kostnader. När det gäller att behålla sina kunder är leveranstiden och leveransprecisionen de sammanlagt viktigaste parametrarna, detta på grund av de för kunderna miljömässiga och ekonomiska aspekter som följer av brist. Dessa resultat stämmer mycket bra överens med det faktum att tillverkningen sker som en kontinuerlig batchprocess.

4.1.3 Processval

Produktionslinje 1 och 2

Linje 1 och linje 2 är processtekniskt lika och är dedikerade till produktion av två produkter. I linje 1 produceras produkt X och i linje 2 produceras produkt Y, dessa är produkter i granulform. Det som skiljer linjerna åt är deras designkapacitet. Linje 2 har en högre volymkapacitet, men produkten i denna linje har en längre uppehållstid i processen och därför ger båda linjerna samma utflöde av produkt. Y har en fallande marknad och kan på sikt försvinna från sortimentet och ersättas med en Z-produkt.

Tillverkningsprocessen i linjerna är en kontinuerlig batchprocess. Tillverkning i linjerna sker växelvis, då nuvarande bemanning inte tillåter att båda linjerna körs samtidigt. I linje 1 körs cirka 23 batcher per år med en medellängd av cirka 11 dagar per batch och en produktion av cirka 350 ton X per dygn. I linje 2 körs cirka 17 batcher per år med en medellängd av cirka 7 dagar och en produktion av cirka 320 ton Y per dygn. Den maximala produktionsvolymen är cirka 420 ton per dygn i båda linjerna, vilket är svårt att uppnå under en längre tid på grund av bland annat oplanerade underhållsstopp av fallerande utrustning.⁶⁶

Uppstart och nedkörning av linjerna är även en källa till produktionsbortfall. För en uppstart åtgår cirka 5 timmar för att nå acceptabla produktionsvolymen medan det kan ta upp till 20 timmar att nå full kapacitet. En nedkörning tar 4 till 6 timmar. Även här begränsar bemanningen produktionen då den ena linjen måste köras ned innan nästa linje kan startas.⁶⁷

Produktionslinje 3

Linje 3 skiljer sig från de andra linjerna. Här produceras en lösning som kallas Z. Det produceras endast två olika grund-Z-produkter i reaktorsteget, en baserad på saltsyra och en baserad på aluminiumklorid. Dessa två produkter späds sedan med tillsatskemikalier vilket resulterar i 18 olika produkter varav 7 produkter finns i lager och de andra 11 blandas vid utlastningen.

⁶⁶ Intervju Wiktorsson, Håkan. Produktionschef Kemwater Sverige.

⁶⁷ Intervju Svensson, Jan. Winstedt, Göran. Processoperatörer VA-fabriken.

Tillverkningen sker som en kontinuerlig batchprocess. De olika produkterna produceras växelvis med en medellängd på 5 dagar per batch och 50 batcher per år. Omställning mellan produkterna tar cirka 12 timmar. Genomflödet i linjen är cirka 50 % högre vid produktion av Z baserad på saltsyra än vid Z baserad på aluminiumklorid. Även den här linjen har problem med att nå maximal produktionskapacitet på grund av till exempel oplanerade underhållsstopp, dock är det den linje som har högst beläggning av de tre.

Råvarulager

Produktion av vattenreningskemikalier karakteriseras av relativt få råvaror. VA-fabriken köper i huvudsak in tre typer av råvaror (bauxit, aluminiumhydroxid och aluminiumklorid) från externa leverantörer. Övriga råvaror levereras till internpriser, genom ett fast distributionsnät från andra produktionsanläggningar på fabriksområdet. Bauxit köps in från Australien, aluminiumhydroxid från Spanien och Tyskland samt aluminiumklorid från Norge.⁶⁸

För bauxit och aluminiumhydroxid är lagerkapaciteten god, bauxitlagret har lagringskapacitet för minst två års förbrukning och aluminiumhydroxidlagret för minst tre månaders förbrukning.⁶⁹ Inleverans sker vartannat år för bauxit och cirka var fjärde vecka för aluminiumhydroxid, detta motsvarar en servicenivå⁷⁰ på nära 100 %. På dessa två råvaror har brist aldrig uppstått.

Aluminiumkloriden är en restprodukt från en norsk produktionsanläggning som Kemwater köper till ett förmånligt pris. Problemet med denna är att den inte håller tillräckligt hög kvalitet för att tillverka produkter avsedda för dricksvattenrening. Det är även svårt att säkra leveranserna då de är beroende av den norska fabriken produktionsplanering. Aluminiumkloriden har relativt begränsad lagerkapacitet. Maxlager motsvarar cirka 10 dygns produktion. Inleverans sker normalt två gånger per månad men avvikelser är vanliga.⁷¹

Färdigvarulager

För lagring av färdigvara finns det två olika lager. Dessa lager består av bulklager samt säcklager. Lagring av produkt förpackad i säck sker på olika ställen på området, både under tak och utomhus. På grund av detta så finns det inga direkta begränsningar för detta lagrets storlek. Då säckarna är känsliga för starkt solljus och produkten är vattenlöslig är tiden för utomhuslagring dock begränsad. Uppbyggnad av sådana säcklager initieras endast av inkommande säckorder.

Bulklagren delas upp i två separata delar, flytande och fast produkt. Lagren för fast produkt hör samman med produktionslinje 1 och 2 medan lagren för flytande produkt hör samman med produktionslinje 3. För produktionslinje 1 finns en lagringskapacitet på 2×1800 ton produkt medan för produktionslinje 2 finns lagringskapacitet för 3×1800 ton produkt. Detta motsvarar 300 respektive 200 timmars produktion. Lagren kan inte skiftas mellan produktionslinjerna utan dyra sanerings och ombyggnadskostnader. För ett av de tre lagren som hör till produktionslinje 2 är det problem med utlastning på grund av föråldrad och sliten utlastningsutrustning vilket har lett till att detta lager ej används.

⁶⁸ Intervju Wiktorsson, Håkan. Produktionschef Kemwater Sverige.

⁶⁹ Intervju Wiktorsson, Håkan. Produktionschef Kemwater Sverige.

⁷⁰ $SERV_1$ = sannolikheten att inte få brist under en ordercykel.

⁷¹ Intervju Wiktorsson, Håkan. Produktionschef Kemwater Sverige.

De lager som hör till produktionslinje 3 är en uppsättning tankar där det är möjligt, utan större insats, att skifta lagring av de olika produkterna mellan tankarna. Lagrens kapacitet är god och utgör inga direkta begränsningar i produktionen.

4.2 Sälj- och verksamhetsplanering och huvudplanering

Högst upp i planeringshierarkin finns idag ingen sälj- och verksamhetsplan som kan ligga till grund för vidare planering. De övergripande affärsplaner som görs på ledningsnivå ingår ej heller som en del i, eller speglar det fortsatta planeringsarbetet. Den enda övergripande planering som sker idag är fastställandet av en årlig budget.

Kemira har för varje affärsområde en så kallad MPS-organisation (Master Production Scheduling). Denna organisation har till uppgift att planera produktion, lager, färdigprodukter, leveranser och råvaruhemtag och är dagens huvudplanering. Planeringen skall ske mot bakgrund av att på både kort och lång sikt optimera verksamhetens kapitalbindning.

4.2.1 Form och struktur

Ansvarig för MPS-organisationen och de övergripande produktions- och leveransplanerna är affärsområdeschefen. Densamme tillsätter en MPS-grupp som har till uppgift att ta fram produktions- och leveransplanerna och anpassa planerna efter kortsiktiga förändringar. Produktions- och leveransplanen är i omfattning en blandning mellan en sälj- och verksamhetsplan och en huvudplan. MPS-gruppen består av deltagare från produktionsledning, marknad och logistikavdelning, de sammanträder en gång i månaden och skall rapportera till affärsområdeschefen. MPS-gruppens möten saknar formell ledare, affärsområdeschefen deltar ej vid mötena, istället sammankallas och leds mötet av produktionschefen.

4.2.2 Planeringsprocessen

Vid MPS-mötena läggs varje marknadsrepresentants inbokade order från affärssystemet (SAP R/3) samman till en produktionsplan. Produktionschefen tillför information om tillgänglig produktionskapacitet och lagersaldon, logistikansvarig rapporterar om inleveranser av råvara. Allt rapporteras med volymer på månadsbasis och informationen sammanförs i Excel-ark. Viktigt att poängtera är att en separat leveransplan ej tas fram.

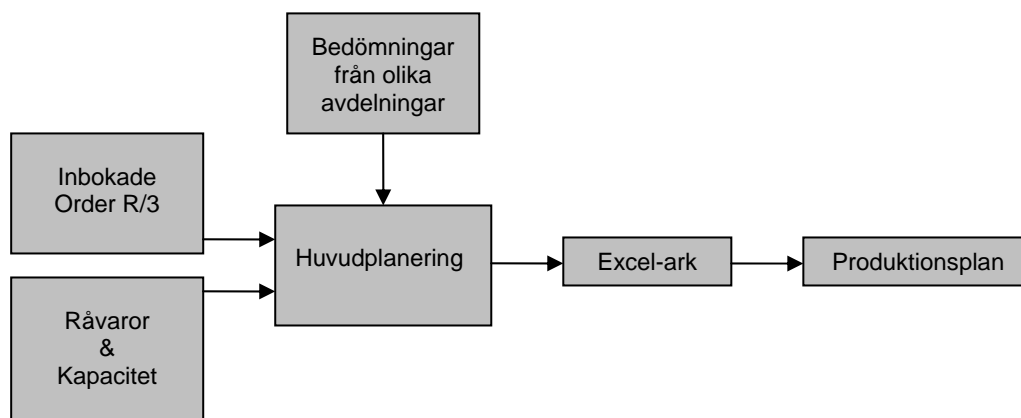
Planeringen vid mötena har en dynamisk och glidande planeringshorisont på mellan tre och sex månader, beroende på hur orderingången ser ut. Med en månads planeringshorisont består leveransplanen vanligtvis till 10 % av inbokade order från affärssystemet. Med en veckas planeringshorisont är samma siffra uppe i 85-90 %.⁷² Detta föranleder att prognostisering blir nödvändig för att ge relevans åt planeringen.

Vid mötena tillämpas, till viss del, typiska bedömningsmetoder för prognostisering. Prognostiseringen beskrivs bäst som pyramidprognostisering med dragning åt

⁷² Intervju Andersson, Ulf. Verkmästare Kemwater Sverige.

ledningsgruppsmetoden med skillnaden att ingen statistik över utleveranser tas fram, bedömningarna görs helt efter tidigare erfarenheter. Prognoser för månadsproduktion per produkt tas fram och sammanförs med inrapporterade order i Excel-arket. Eftersom en separat leveransplan ej tas fram, så tillämpas ej heller prognoskonsumtion på huvudplanen.

Organisationen upplever att efterfrågan från kund är mycket svår att prognostisera. Det befintliga prognosstöd som finns i affärssystemet används inte och den allmänna kunskapen om beräkningsmetoder för prognostisering och dess relevans för planeringsarbetet är mycket liten. Avsaknaden av bra prognoser gör det svårt att genom planering möta variationer i efterfrågan på ett effektivt sätt. Dagens huvudplaneringsprocess förtydligas i figur 4.1.



Figur 4.1 Huvudplaneringsprocessen.

4.3 Order- och verkstadsplanering

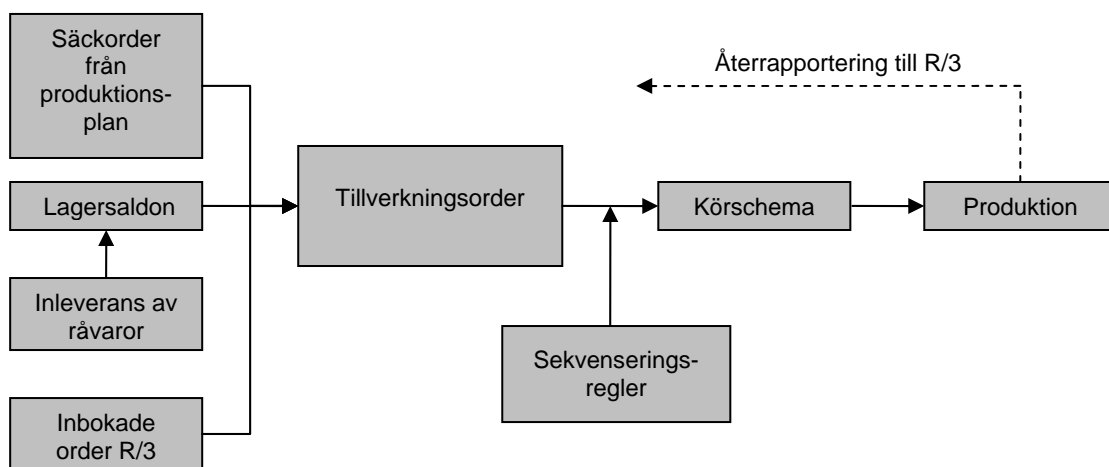
Det finns idag ingen tydlig gräns mellan orderplanering och verkstadsplanering på VA-fabriken, den kan i princip betraktas som en planeringsnivå. Antalet råvaror är få och antalet slutprodukter är också relativt få, vilket är karakteristiskt för processindustrin.

Produktionsledningen består av en produktionschef, en verkmästare, en underhållsplanerare samt en driftingenjör, tillika ställföreträdande produktionschef. Under sig har de fem skiftlag med tre personer i varje lag samt en dagtidsstyrka. Produktionschefen har det överordnade ansvaret för produktionsenheten och ansvarar bland annat för den övergripande planeringen medan verkmästaren ansvarar för veckoscheman och den dagliga driften. Den person som utför själva planeringsarbetet på denna nivå är verkmästaren.

4.3.1 Planeringsprocessen

Det som ligger till grund för *order- och verkstadsplaneringen* är produktionsplaner från MPS-mötena, lagersaldon och inbokade order från SAP R/3. Planeringen sker på veckobasis och planeringshorisonten är sällan längre än två veckor. Information från produktionsplanen används i princip endast för planering av säckorder. Till resten av planeringen används information om inbokade order från R/3. Utifrån denna information skapas kommande

tillverkningsorder. På grund av den sena orderingången (som beskrevs i avsnittet ovan) samt avsaknaden av prognoser, färdigställs den kommande veckans tillverkningsorder endast med en veckas framförhållning. Arbetet med att ta fram dessa tillverkningsorder karaktäriseras till största del av handpåläggning och någon direkt utarbetad arbetsmetodik eller tillgång till systemstöd finns ej. Planeringen kan även ses som frikopplad från ovanliggande planeringsnivå då den inte är en nedbrytning av denna. Vid framtagning av körschema för tillverkningsorder används två enkla sekvenseringsregler. I normalfallet gäller att den produkten med *kortast täcktid i färdigvarulagret* får högst prioritet vid sekvenseringen och specialfallet är *störst ordervärde först*, den senare används för hantering av stora säck- eller bulkorder. När en tillverkningsorder har lämnat produktionen sker återrapportering av förändringar i råvaru- och färdigvarulager till R/3. På grund av att processdatasystemet och affärssystemet inte är sammankopplat sker denna återrapportering manuellt. Figur 4.2 beskriver arbetsgången i order- och verkstadsplaneringsprocessen.



Figur 4.2 Order- och verkstadsplaneringsprocessen.

4.3.2 Planering av råvaror och produktion

Råvaror

Många av de råvaror som ingår i produktionen kommer från andra produktionsanläggningar på området och finns alltid tillgängliga. För de fåtal övriga råvaror som köps in från externa leverantörer ansvarar logistikansvarig. Beställningen av dessa råvaror sker enligt ett beställningspunktssystem. Lageromsättningshastigheten för dessa råvaror skiljer sig mycket från varandra, där den lägsta ligger på cirka 0,5 gånger per år (bauxit) och den bästa på cirka 24 gånger per år (aluminiumklorid).

Produktion

Ansvarig för materialplaneringen är verkmästaren. Som utgångspunkt för framtagning av produktionsplan på veckobasis ligger leveransplanen som erhålls från marknadsavdelningen genom affärssystemet. Det är dock vanligt att leveransplanen ändras med kort varsel vilket leder till ändringar i produktionsplanen. Anmärkningsvärt är att den produktionsplan som MPS-gruppen tar fram i princip endast används för planering av säckade produkter.

Produktion av bulkprodukt sker mot lager, medan produktion av säckad produkt sker mot kundorder.

I linje 1 och 2 sker produktionen endast med oberoende efterfrågan. I linje 3 är produktionen en blandning av oberoende och härledd efterfrågan. Här produceras produkter som i sin grundform säljs till kund men vilka även ingår som råvara i produktionen av ett flertal andra produkter med högre förädlingsgrad.

4.3.3 Kommunikation

Kommunikation mellan produktion, marknad och ordermottagare sker mestadels via telefon eller e-post. Vid förfrågningar från marknad till produktion kan de vända sig till både produktionschefen och verkmästaren. När förfrågan kommer till båda via e-post kan detta skapa problem genom att antingen båda svarar olika eller att de båda förutsätter att den andra svarat. Avdelningarnas respektive kunskap om de andra avdelningarna är oftast mycket liten, vilket ofta leder till missförstånd. Rena missar i kommunikationen förekommer ibland och kan leda till att produkt som inte skall produceras blir producerad och vice versa.⁷³

4.3.4 Kapacitetsbehov

På grund av minskad efterfrågan på vissa produkter har skiftstyrkan reducerats och produktionskapaciteten minskat. Produktionskapaciteten på linje 1 är stor på lång sikt men med kortare planeringshorisont är det betydligt svårare att producera några större volymer och övertid är det enda sättet att öka volymen, därför har stora order gått förlorade.

Vid en ökning av kapacitetsbehovet finns det möjlighet att öka produktionskapaciteten för linje 1 och 2 med 8760 timmar (vilket motsvarar en årsproduktion). Detta kan realiseras genom att förstärka varje skiftlag med en person och på så sätt köra linjerna oberoende av varandra.

4.3.5 Kapacitetsutnyttjande

Akuta stopp och ledig produktionstid

Det finns tre olika typer av stopp i produktionen: planstopp, lagerstopp och akutstopp. Planstopp är sedan tidigare planerade stopp för antingen produktskifte i linjen eller för förebyggande och kontinuerligt underhåll av maskinparken. Lagerstopp sker när färdigvarulagren är fulla, detta kan vara både planerat och oplanerat. En typ av stopp som inte är planerade är de akuta stoppen. Akutstopp sker till exempel när utrustning går sönder eller när man under lång tid inte får ut den kvalitet på färdig produkt som önskas. Akutstoppen leder ofta till att planerade batcher avbryts och aldrig slutförs. Utanför ordinarie arbetstid leder akutstoppen även ofta till att jourmekaniker tvingas tas in för att reparera fel.

VA-fabriken har problem med akutstopp i samtliga linjer. Linje 1 och 2 delar på grund av nuvarande personalkonfiguration på den tillgängliga årliga kapaciteten för en linje. De akuta

⁷³ Intervju Wiktorsson, Håkan. Produktionschef Kemwater Sverige.

stoppen är 830 timmar/år för linje 1 och 2 och motsvarande siffra för linje 3 är 660 timmar/år. Den ej produktiva tiden är 1400 timmar per år för linje 1 och 2 samt 2400 timmar per år för linje 3.⁷⁴

Vi definierar kostnaden för en akut stopptimme för en produktionslinje som de för produktionen *semivariabla och fasta kostnaderna* (kronor/timme) gånger *medelproduktionen i produktionslinjen* (ton/timme). Om stoppkostnaden per timme multipliceras med antalet årliga stopptimmar i produktionslinjen, erhålls en årlig stoppkostnad för produktionslinjen. Eftersom stoppkostnaden per timme är en kostnad som finns oavsett om det produceras eller ej, kan kostnaden även multipliceras med ledig produktionstid per år för att erhålla den årliga kostnaden (akuta stopptimmar ej inräknade). Resultatet av dessa beräkningar återfinns i tabell 4.2 och beräkningarna återfinns i bilaga 3.

Tabell 4.2 Årliga kostnader för akuta stopp och ej utnyttjad produktionstid.

	Ej produktiv tid (h/år)	Akuta stopp (h/år)	Ledig prod. tid (h/år)	Stoppkostn. (kr/h)	Kostnad akuta stopp (tkr/år)	Kostnad ledig prod. tid (tkr/år)
Linje 1		520		3410	1770	
Linje 2		310		4350	1350	
Linje 1+2	1400	830	570	3880*	3120	2210
Linje 3	2400	660	1740	1920	1265	3340
Totalt	3800	1490	2310		4385	5550

* Medelvärde för stoppkostnaden på linje 1 och 2

Som vi ser, är kostnaden för ej produktiv tid över 9 miljoner kronor per år, dessutom har den potentiellt användbara tiden på cirka 2300 timmar per år begränsat värde på grund av att den är så fragmenterad. Det vill säga, den lediga produktionstiden är uppdelad i små fragment som är utspridda över hela året.

Underhåll

Förebyggande underhåll sker inte i tillräckligt stor utsträckning, istället sker underhållet direkt vid de akuta stoppen. På grund av att den tid då produktionslinjerna står stilla är så fragmenterad, begränsas tiden för förebyggande underhåll. De akuta stoppen sker ofta utanför ordinarie arbetstid, vilket innebär att jourmekaniker måste tas in för att reparera fel. Kostnaden för detta är hög, men det är den enda lösningen med dagens underhållsplanering.

⁷⁴ Avser referensperioden september 2003 – augusti 2004.

5 Analys

Kapitlet inleds med att ge en översikt av de problem som skall analyseras, speciellt analyseras företagets processval. Därefter följer en djupare analys av de olika nivåerna i infrastrukturen. Slutligen analyseras vilka implikationer de föreslagna förändringarna får för helhetsperspektivet samt eventuella potentialer.

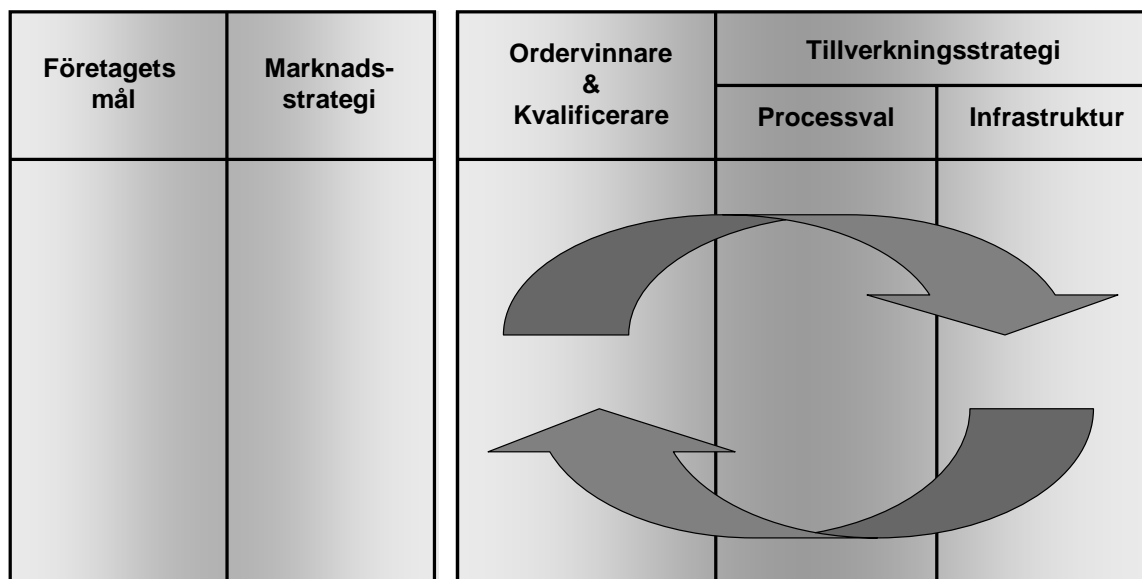
5.1 Helhetsperspektivet

Det visar sig tydligt i föregående kapitel att pris är den starkaste ordervinnaren för samtliga produkter. Detta ger en bild av en organisation som skall fokusera på kostnader i sitt arbete och sin strategiska utveckling. I dagsläget finns det dock ett flertal områden som inte går i led med denna kostnadsfokusering. Den nuvarande situationen karakteriseras av ett stort antal kostsamma stopp och ställ, samt arbetsrutiner som inte skapar värde för företaget. Dessutom finns en tillgång på kapacitet som överstiger efterfrågan.

Hills modell ger oss ett helhetsperspektiv över problemen. Speciellt kommer överensstämmelsen mellan delarna processval, infrastruktur samt ordervinnare och kvalificerare att behandlas.

5.1.1 Hills modell

Kemwaters marknadssituation analyserades i kapitel 4 och för att se hur väl processvalet stödjer företagets marknadssituation, tillverkning och infrastruktur, genomförs i nästa avsnitt en produktprofilering. Att jämföra graden av överensstämmelse mellan dessa områden är ett steg vid användande av Hills modell. Resonemanget förtydligas i figur 5.1.

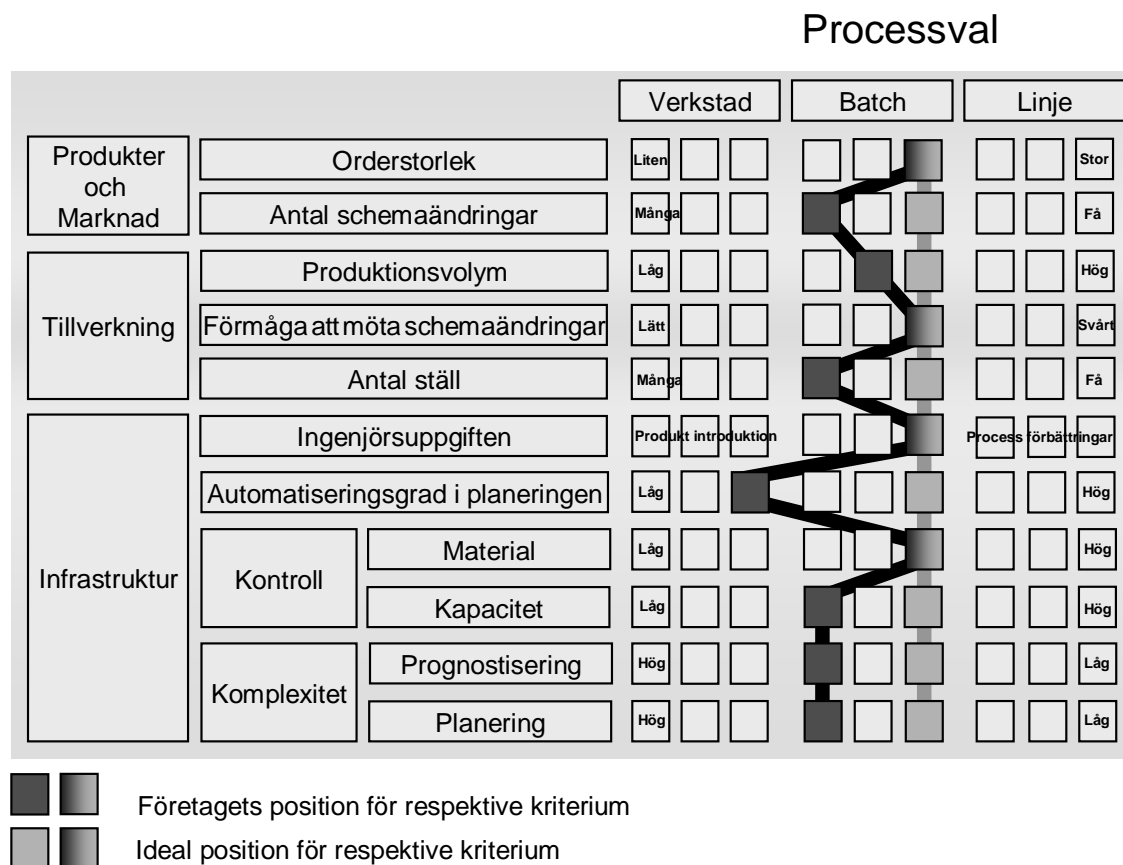


Figur 5.1 Hills modell. (Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. sid. 44)

När processvalets nuläge är fastställt, återstår att konfigurera infrastrukturen. Detta för att undersöka om föreslagna investeringar eller konfigurationer ger några förändringar, i grad av överensstämmelse, för processvalets förmåga att stödja infrastrukturen, tillverkningen samt företagets produkter och marknad.

5.1.2 Produktprofilering

För att illustrera graden av överensstämmelse mellan *processvalet* och *produkter och marknad, tillverkning* samt *infrastrukturen* genomförs en produktprofilering. De kriterier som används i profileringen har tagits fram för att ge en så rättvisande bild som möjligt av företagets nuvarande position samt för att senare illustrera föreslagna förändringars konsekvenser för graden av överensstämmelse. Analys av de olika kriterierna ger oss följande bild, se figur 5.2.



Figur 5.2 Produktprofilering som illustrerar företagets nuvarande profil kontra den ideala profilen.

Den ideala profilen speglar det faktum att produktionen sker som en kontinuerlig batchprocess och placerar sig därför i batch med dragning mot linje. Profilen för företagets nuvarande position visar tydliga avvikelser från denna ideala profil. För att lättare analysera dessa avvikelser delar vi upp profilen i tre avsnitt.

Produkter och marknad

Det framgår av nulägesbeskrivningen att ordervolymer är stora. Detta är karakteristiskt för processindustrin där produktgenomflödet i tillverkningen oftast är högt. Vidare ses att antal schemaändringar är relativt många vilket placerar detta kriteriet i batch med dragning åt verkstad. Schemaändringar uppkommer till följd av sent inkomna förändringar av order samt bristande kommunikation mellan avdelningarna.

Tillverkning

Det visar sig att det är ganska svårt att möta schemaändringar. Detta beror bland annat på att den lediga produktionstid som finns är fragmenterad samt på grund av andra processtekniska skäl. Enligt teorin borde svårigheten dock bero på faktorer baserade på den kontinuerliga batchprocessens natur.

Produktionsvolymen är stor vilket stödjer det resonemang som fördes för ordervolymer i föregående avsnitt. Den enda avvikelser i detta avsnitt är antalet ställ. Det visar sig att antalet ställ är relativt många. Detta beror på det stora antalet oplanerade stopp som diskuterades i föregående kapitel.

Infrastruktur

Ingenjörsuppgiften placerar sig i batch med dragning mot linje. Fokuseringen på processförbättringar bör vara hög, dels med tanke på den lågkostnadsprofil som företag inom processindustrin måste hålla och även det stora antalet akutstopp som drabbar produktionen.

Graden av automatisering i planeringen är mycket låg och ger en stor avvikelse i profileringen. Detta på grund av att planeringsarbetet till största del utförs utan stöd av prognostisering, vilket gör det till ett manuellt arbete med mycket handpåläggning.

Kontroll av material är god vilket följer av de få antal råvaror som ingår i tillverkningen. Kontroll av kapacitet är dock låg. Detta följer av att den lediga tiden i produktionen är fragmenterad och svår att överblicka.

Komplexiteten i prognostisering och planering är hög och de båda avviker från idealprofilen. Den höga komplexiteten i planeringen följs till stor del av den manuella prognostiseringen. Avsaknad av automatisering och systemstöd för prognostisering leder till den höga komplexiteten för detta kriterium.

Tolkning av produktprofilen

Produktprofilen som illustrerar företagets nuvarande position visar tydliga avvikelser från idealprofilen. Det idealprofilen syftar till att illustrera är den position som företaget skulle befinna sig på om alla delar hade en ideal överensstämmelse med processvalet. Det är i *infrastrukturen* som de flesta och mest påtagliga avvikande kriterierna befinner sig. De avvikande kriterierna visar sig ha en klar koppling till produktionslogistiken och det är där förändringar måste ske för att öka överensstämmelsen mellan processvalet och företagets infrastruktur. I *produkter och marknad* samt *tillverkning* framkommer två avvikande kriterier som ger upphov till stora kostnader. En förbättring av produktionslogistiken skall syfta till att minska antalet schemaändringar och ställ för att på så vis sänka de totala

tillverkningskostnaderna. Om dessa förbättringar genomförs kommer tillverkningen bättre att tillmötesgå marknadens viktigaste ordervinnare, pris.

5.2 Infrastruktur – produktionslogistik

Med utgångspunkt från vad som sagts i föregående kapitel görs en analys för att belysa dagens problem. Förslag för avhjälpan av problemen kommer att ges med utgångspunkt från teorin inom respektive område.

5.2.1 Sälj- och verksamhetsplanering

Den planering som MPS-organisationen genomför idag kan, i omfattning, sägas vara en blandning av sälj- och verksamhetsplanering och huvudplanering. Dock, är dagens planering ej konfigurerad som sälj- och verksamhetsplanering enligt teorin. För sälj- och verksamhetsplaneringens vidkommande har dagens planering en något kort tidshorisont, cirka sex månader. Längden på planeringshorisonten bör vara den tid det tar att anpassa företagets tillverkningskapacitet till den efterfrågan som råder på marknaden. För exempelvis Z-produktionen, som idag har en relativt hög beläggning, är sex månader alldeles för kort tid för att klara av större ökning i efterfrågan då detta kräver åtskilliga investeringar i processen.

Sälj- och verksamhetsplanerna bör utarbetas och utvecklas av företagsledningen för att kunna samordna mål och planer för olika affärsenheter. Detta ger även fördelar genom att kunna samordna olika avdelningars materialflöden och utnyttjande av gemensamma resurser, vilket bör vara av speciell vikt för Kemira då de olika fabriker på området är starkt beroende av varandra. För Kemwaters del gäller det att tillsammans med företagsledningen utnyttja sälj- och verksamhetsplanen som ett instrument för att tidigt kunna upptäcka annalkande förskjutningar mellan tillgång och efterfrågan. På så vis minimeras risken för kostsamma investeringar eller förlorad försäljning, till följd av felaktiga beslut. Företaget bör därför dela upp dagens högsta planeringsnivå i en långsiktig och en kortsiktig del samt engagera företagsledningen i den långsiktiga delen. Planeringshorisonten för sälj- och verksamhetsplanering bör vara minst 12 månader och uppdelad månadsvis. Företagsledningen skall ansvara för denna planeringsnivå. Den långsiktiga sälj- och verksamhetsplaneringen blir då dessutom en grund på vilken huvudplaneringen kan byggas.

Prognostisering genom bedömningsmetoder är det enda som finns att tillgå för att försöka förutse framtida tendenser på marknaden. Den typ av bedömningsmetoder som MPS-organisationen använder sig av idag lämpar sig bättre för sälj- och verksamhetsplanering än för huvudplanering då bedömningsmetoder är bättre anpassade för övergripande planering. Bedömningsmetoder kan väga in faktorer som beräkningsmetoder ej tar hänsyn till, exempelvis nya konkurrenter och ny teknologi.

5.2.2 Huvudplanering

Den planering som MPS-organisationen genomför idag kan liknas vid huvudplanering. Dock karakteriseras den av avsaknad av relevanta prognoser, adekvat IT-stöd samt riktlinjer och rutiner för arbetet. Det finns inte heller någon tydlig ansvarsroll för huvudplanen.

Prognostisering

Prognostisering vid huvudplanering bör genomföras med automatiserade beräkningsmetoder som idag finns tillgängliga i affärssystemet och prognoshorisonten skall sträcka sig minst lika långt som den för huvudplaneringen. Att prognostiseringen upplevs som svår inom organisationen beror antagligen på ren okunskap om beräkningsmetoder för prognostisering och ovanan av att använda denna typ av prognostisering. De historiska data som finns tillgängliga i affärssystemet utgör en mycket god grund för prognostiseringen och dessutom är antalet produkter relativt få. Den automatiska genereringen av prognoser bör kompletteras med bedömningsmetoder för att väga in händelser som inte hanteras av affärssystemet.

Även om mycket enkla beräkningsmetoder används, är det möjligt att visa att prognostiseringen ger bra resultat. I tabell 5.1 visas en prognos med tio veckors planeringshorisont för efterfrågan av produkt X. Prognosen är beräknad med glidande medelvärdesmetoden med femton veckors historiska data.

Tabell 5.1 Prognosberäkning av produkt X med glidande medelvärdesmetoden.

	Vecka									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prognos* (ton)	1469	1474	1468	1455	1464	1496	1508	1519	1525	1530
Verkligt utfall (ton)	1504	1563	1228	1408	1540	1463	1589	1515	1640	1451
Avvikelse (ton)	-36	-89	240	48	-77	34	-82	5	-115	79
Avvikelse** (%)	-2,4	-5,7	19,5	3,4	-5,0	2,3	-5,1	0,3	-7,0	5,5

* Antal inkluderade perioder = 15 veckor

** Prognosens avvikelse från det verkliga utfallet

Vi ser att den största avvikelsen från det verkliga utfallet är 240 ton produkt på en vecka, vilket i detta fall motsvarar cirka 13 timmars produktion (cirka 8 % av en veckas produktionskapacitet). I övrigt är avvikelserna relativt små. Till detta bör även beaktas att prognoskonsumtion tillkommer i leveransplanen allteftersom order bokas in i affärssystemet.

IT-stöd

I det befintliga affärssystem som finns på Kemira idag, finns det stöd för avancerad prognostisering genom färdiga planeringsmoduler. Trots detta används inte affärssystemet i planeringsarbetet mer än för att kontrollera och stämma av med inbokade order. Aktualiteten och trovärdigheten hos Excel-arken som används vid MPS-mötena idag kan ifrågasättas. Dessutom är automatiseringsgraden för indata till arken och vidare planering på lägre nivåer i princip obefintlig. Detta är en av anledningarna till att de genererade planerna i mycket liten grad används på lägre nivåer i planeringsarbetet. Istället borde affärssystemet, med alla dess planeringsfunktioner, utnyttjas i hela planeringskedjan och integreras med övriga processnära system som till exempel VA-fabrikens processdatasystem.

Riktlinjer och rutiner

MPS-mötena saknar en formell ledare som förbereder, ansvarar och rapporterar planerna vidare. För att mötena skall bli meningsfulla måste planerna följas upp. Planeringsarbetet bör

ledas av en person vars huvudsakliga arbetsuppgift är att förbereda och leda planeringsarbetet, göra avvägningar för eventuella ändringar i huvudplanen och rapportera vidare till ledningsgruppen. Denna funktion kallas huvudplanerare. Personen bildar även en länk mellan marknads-, logistik- och produktionsavdelningarna och är den person man skall vända sig till vid förfrågningar som rör planeringsarbetet. Detta minimerar kommunikationsmissar och gör att kunskap om andra avdelningars arbete, ur ett planeringsperspektiv, blir mindre nödvändig.

För att huvudplanen lätt skall kunna brytas ned på lägre nivåer i planeringsarbetet skall den vara indelad i tidsintervall som är relevanta för produktionsenheten. Då produktionen på order- och verkstadsplaneringsnivå planeras veckovis skall även volymerna i huvudplanen vara indelade veckovis och ha en planeringshorisont på tre till sex månader. I dagens leverans- och produktionsplaner från MPS-mötena är volymerna indelade månadsvis. Detta är den andra anledningen till att de genererade planerna i mycket liten grad används på lägre nivåer i planeringsarbetet och syftet med MPS-mötena faller med dagens konfiguration.

Planeringsarbetets gång

Planeringen vid MPS-mötena följer i nuläget ingen speciell arbetsgång. För att underlätta planeringen och säkerställa att alla relevanta delar av arbetet utförs, bör de fyra steg som tas upp i teorin följas vid varje sammanträde. Det vill säga:

Steg 1: Prognostisera framtida efterfrågan

Steg 2: Generera en preliminär leveransplan

Steg 3: Generera en preliminär produktionsplan

Steg 4: Avstämma och fastställa de framtagna planerna

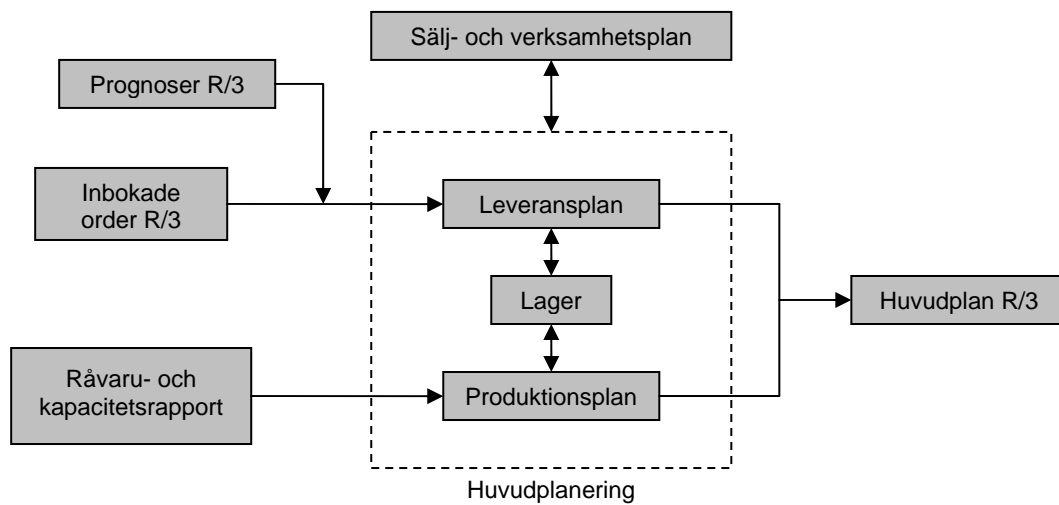
Prognoserna från steg 1 är grunden för hela det vidare planeringsarbetet samt en förutsättning för meningsfull produktionslogistik och får inte utelämnas. Prognoser skall göras för varje produkt indelat i volym per vecka. Stora order bör behandlas separat för att inte störa prognostiseringen och skall därför ej ingå i prognosunderlaget.

Prognosen läggs i steg 2 tillsammans med inbokade kundorder till leveransplanen. Används affärssystemet kan oftast en leveransplan med prognoser genereras automatiskt, dessutom bör det i steg 2 fastställas mål för lagerutveckling inom planeringshorisonten. Leveransplanen skall finnas separat och genomföras på varje produkt så att hänsyn kan tas till inkommande kundorder och att dessa kan räknas av mot liggande prognos (prognoskonsumtion). Denna prognoskonsumtion kommer i dagsläget, på grund av den sena orderingången, att bli stor först sista veckan innan produktionsstart.

Produktionsplanen i steg 3 genereras med utgångspunkt från den preliminära leveransplanen samt en avstämning mot aktuella och målsatta lagernivåer. Produktionsplanen ger upphov till ett kapacitetsbehov som måste beräknas, detta skall sedan stämmas av mot en råvaru- och kapacitetsrapport (som görs innan huvudplaneringen) för att överbeläggning ej skall ske. Råvaru- och kapacitetsrapporten görs separat och kan mycket väl göras manuellt.

När leveransplanerna och produktionsplanerna är genomförda skall de i steg 4 stämmas av mot den övergripande sälj- och verksamhetsplanen och eventuellt justeras. Innan planerna

slutligen fastställs bör övriga konsekvenser planerna kan ge analyseras. Planeringsarbetets gång förtydligas i figur 5.3.



Figur 5.3 Föreslagen huvudplaneringsprocess.

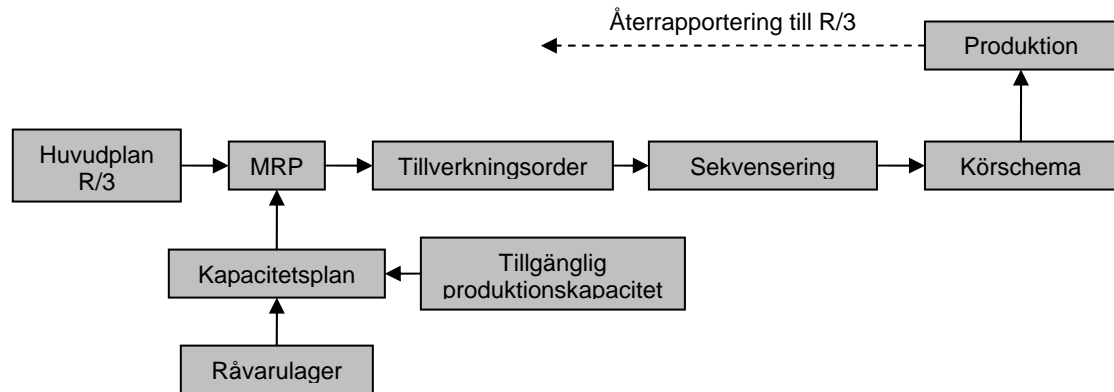
Planeringstekniker

För att kunna möta variationer i efterfrågan finns enligt teorin ett antal planeringstekniker. Den som lämpar sig bäst för Kemwater är *partiformning*. Förutom att möta variationer i efterfrågan frigör den även tid för förebyggande underhåll och tillser att färre men längre batcher körs, vilket i sin tur medför färre akutstopp. En förutsättning för att tekniken skall fungera i praktiken är god lagerkapacitet.

Det förebyggande underhållet tillsammans med färre upp- och nedkörningar medför mindre slitage på utrustningen och därmed lägre produktionskostnader. Med den ökade kontrollen och tillförlitligheten hos huvudplanen blir det enklare för marknadsavdelningen att överblicka kapaciteten och vad de i slutändan kan lova kunderna.

5.2.3 Order- och verkstadsplanering

Arbetet på order- och verkstadsplaneringsnivå är svårt att särskilja i dagens planeringsarbete, vilket diskuterades i kapitel 4. Några förbättringar genom att skilja på dessa i framtiden är ej heller att vänta, figur 5.4 nedan beskriver därför dessa som ett samlat planeringssteg.



Figur 5.4 Föreslagen order- och verkstadsplaneringsprocess.

Orderplanering

Planering på denna nivå har på VA-fabriken i nuläget ingen direkt koppling till den ovanliggande huvudplanen. Istället för att bryta ner den tillgängliga informationen från huvudplanen används nästan uteslutande orderinformation från affärssystemet. Det enda undantaget är vid planering av säckorder där information från huvudplanen används. Detta medför inga direkta problem för den närmaste veckans planering, men längre fram i planeringen ökar osäkerheten för ordergången och därmed ökar även behovet av prognoser. Att bryta ner huvudplanen skulle medföra en bättre och säkrare materialplanering och kapacitetsbehovsplanering.

Den kortsiktighet som idag speglar orderplaneringen har resulterat i att det saknas en överblick över vilket kapacitetsbehov som verkligen föreligger. Detta tillsammans med det stora antalet akutstopp som finns i produktionen har lett till att överblicken över den faktiska lediga produktionskapaciteten är liten. Produktionsenheten hinner dock producera de volymer som krävs och detta har lett till att det har spridit sig en anda av att vikten av god planering och minskade antal akutstopp inte är så stor.

Materialplaneringen sker i nuläget med beställningspunktssystem med godtyckliga säkerhetslager. För att uppnå en högre automatiseringsgrad, lägre komplexitet i planeringen samt en bättre överblick över den härledda efterfrågan för Z-produkterna, borde planeringen ske enligt materialbehovsplanering (MRP) med huvudplanen som utgångspunkt. Planeringshorisonten bör vara tre till tolv veckor och vara uppdelad veckovis. Ett syfte med denna metod är att skapa ideala materialflöden, vilket i sin tur leder till enklare kapacitetsbehovsplanering med bättre kontroll över tillgänglig kapacitet som följd. För att inte erhålla överbeläggning i produktionen måste materialbehovsplaneringen justeras av kapacitetsplanen då MRP inte tar hänsyn till tillgänglig kapacitet. En lämplig

kapacitetsplaneringsmetod för VA-fabriken, som karaktäriseras av likartad tillverkning och låg förädlingsgrad, är *kapacitetsbehov med produktionsenheter* som beskrivs i kapitel 3.2.4. Med stöd från affärssystemet ger dessa planeringsmetoder en faktabaserad och tillförlitlig utgångspunkt för det fortsatta planeringsarbetet.

Verkstadsplanering

Verkstadsplaneringen är den sista planeringsnivån i produktionslogistiken. Den baseras till stor del på resultaten av de högre planeringsnivåernas arbete. Ansvarig för arbetet skall vara verkmästaren och planeringshorisonten bör vara en till tre veckor samt vara uppdelad på dagsbasis. I dagsläget sker det inte någon verkstadsplanering så som den beskrivs i teorin. Det verkliga resultatet av arbetet på denna nivå får ändå anses som bra men inte utan problem.

Den initierade tillverkningsordern skall innehålla kvantitet och färdig- eller leveransdatum. Eftersom tillverkningen sker mot lager är startdatum inte nödvändigt om det inte behövs för att kunna skapa en prioriterad sekvensering där varje enskilt orderutsläpp behöver styras, dock kan det vara nödvändigt i enskilda fall, till exempel vid brådskande leveranser.

Materialklarering är för VA-fabriken av mindre betydelse eftersom antalet råvaror är få och lagringskapaciteten hög. Dessutom är kontrollen över råvarulagren hög redan i nuläget. Tillverkningen mot lager medför även att arbetsordersatser och orderutsläpp för enskilda order får mindre betydelse, dock är betydelsen större vid stora säckorder.

Sekvenseringsproblem som uppstår när order släpps ut behandlas nedan. När en order är genomförd skall den återrapporteras från processdatasystemet till affärssystemet för att kunna boka av beläggning samt genomföra uppföljning av verklig operationstid och kapacitetsutnyttjande. Detta sker idag manuellt men bör ske automatiskt genom en koppling mellan de båda systemen, på så vis frigörs tid för verkmästaren att ägna sig åt arbete som tillför mer värde till företaget som till exempel planering av personalbehov, säkerställande av drift samt tillse att produktion sker på billigast möjliga sätt.

Genomloppstid och sekvensering

För att minimera kötiden, som ofta är kritisk för genomloppstiden, krävs en lämplig sekvensering i produktionen. En prioriterad sekvensering kan oftast skapas automatiskt i affärssystemet och då krävs, som sagts ovan, att den av MRP-systemet initierade tillverkningsordern innehåller information om starttid. Dock är denna automatiska prioritering i vissa fall otillräcklig för att kunna detaljstyra olika situationer som kan uppstå i tillverkningen och det finns då behov av att manuellt gå in och styra sekvenseringen.

Speciellt lämpliga sekvenseringsregler för VA-fabriken är:

Minsta skillnad mellan lagrets täcktid och återstående genomloppstid, denna regel är lämplig att använda när det föreligger risk för brist i färdigvarulagren. Det är mycket viktigt att undvika brist när man på huvudplaneringsnivå använder sig av partiformning för att möta variationer i efterfrågan.

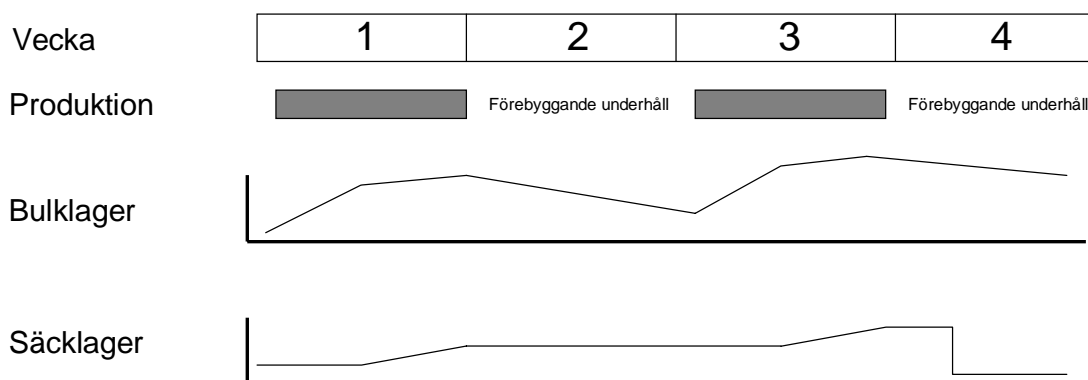
Störst ordervärde först, denna regel är speciellt användbar vid stora bulkorder. För VA-fabriken del är det dock snarare ordervolymen än ordervärdet som är viktigast. Det är viktigt att fokusera på dessa order, då stora bulkorder oftast levereras med båt och det blir mycket kostsamt att missa leveransdatumet.

De båda ovanstående sekvenseringsreglerna används redan men när inget speciellt sekvenseringsbehov föreligger så används *slumpvis turordning*. Om inget speciellt sekvenseringsbehov föreligger så bör istället marknadens ordervinnare och kvalificerare ligga till grund för sekvenseringen. På detta sätt tillgodoser produktionsprocessen marknadens krav och stärker sin konkurrenskraft.

Övriga planeringsparametrar

För att skapa bättre förutsättningar för jämnare produktion samt bättre förutsättningar för att möta större oförutsägbara order, bör nya och mer väldefinierade lagerpolicys utformas. Genom att på teoretiska grunder beräkna nya nivåer för säkerhetslager och initiera en större och mer konsekvent användning av säcklager, för utjämning av kapacitetsbehovet, skapas sådana förutsättningar. Nivån på säkerhetslagret bör tas fram med utgångspunkt från önskad servicenivå, lagerhållningskostnader skall ställas i relation till sänkta kostnader på grund av jämnare produktion. Detta skulle medföra möjlighet till förebyggande underhåll i de kluster av tillgänglig tid som skapas när batcherna blir längre och färre till antal.

Den nya lagerpolicyen skall innebära ett mer konsekvent uppbyggande av säcklager för att med kortare varsel kunna leverera säckade produkter. Detta skulle även medföra att säckning inte skulle ske kampanjvis och att ett jämnare utnyttjande av maskiner och personal skulle erhållas. Denna nya lagerpolicy skulle även bidra till längre batcher. Detta på grund av att säckning genomförs kontinuerligt med kontinuerliga uttag från bulklagret som följd. Detta förlänger även tiden till lagerstopp, på grund av fulla bulklager, i produktionen. Det nya arbetssättet stöds även av partiformningstekniken i huvudplaneringen och illustras i figur 5.5.



Figur 5.5 Illustration av jämnare batchkörning och ny lagerpolicy.

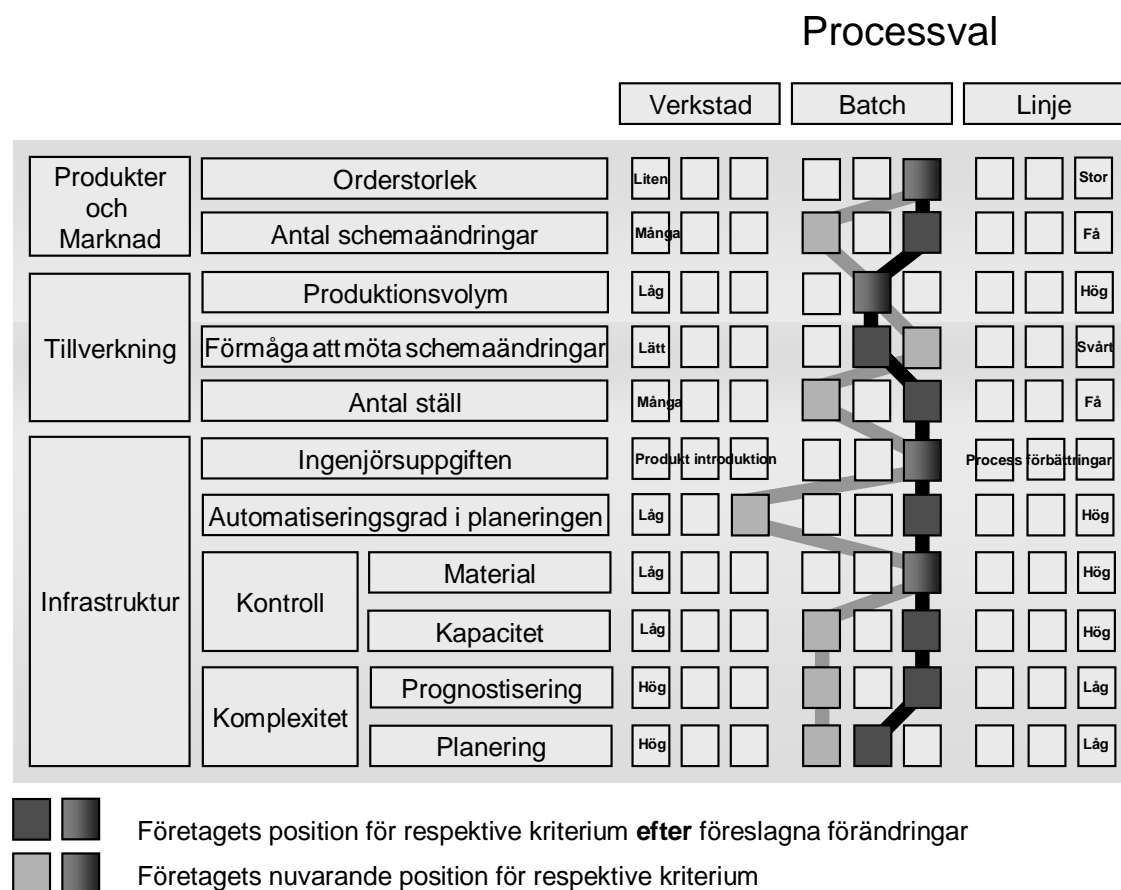
Överst i figuren illustreras resultat av jämnare beläggning i produktionen. När akutstoppen minskar och den lediga produktionstiden samlas till kluster av tillgänglig produktionstid, kan denna tid användas till bland annat förebyggande underhåll. Det skapas en bättre överblick

över vilken ledig tid som finns tillgänglig i produktionen vilket medför större möjlighet att öka orderingången. Vidare ses de olika lagren i figuren. Den nya lagerpolicyn medför att en kontinuerlig säckning håller nere nivån i bulklagret samtidigt som leveransförmågan på säckad produkt höjs. Utlastning sker sedan från säcklagret i stora poster, vilket ses under vecka 4, då leveranserna oftast sker med båt. Säcklagret bör få en lageromsättningshastighet på tre till fyra gånger per år. Som exempel kan nämnas att produkt X kan lagras i säck i cirka 3 år innan kapitalkostnaden överskridit vinstmarginalen.

5.3 Förändringarnas implikationer

5.3.1 Produktprofilering

För att illustrera de föreslagna förändringarnas implikationer utförs en ny produktprofilering med samma kriterier som tidigare. Den ideala profilen ersätts med en profil som beskriver företagets position efter föreslagna förändringar. Resultaten visas i figur 5.6.



Figur 5.6 Produktprofilering som illustrerar företagets position efter införandet av föreslagna förändringar kontra företagets nuvarande position.

Produktprofilen visar en tydlig förbättring av överensstämmelsen mellan företagets *processval* och *produkter och marknad, tillverkning* samt *infrastruktur*. För att mer ingående diskutera de förändringar som har uppstått delar vi återigen upp profilen i tre avsnitt.

Produkter och marknad

De föreslagna förändringarna har till synes inte medfört några förändringar för kriteriet *orderstorlek*. Några förändringar för dessa var heller inte väntade då de inte direkt berörs av produktionslogistiken.

Det har däremot uppstått en förändring i *antal schemaändringar*, minskningen leder till sänkta kostnader eftersom antalet ställ blir färre och batchlängderna ökar, dessutom minskar kostnaden för det administrativa arbete som schemaändringarna är förknippade med. Minskningen av antalet schemaändringar är ett resultat av införseln av systematiska prognoser, användning av befintligt (men ej tidigare använt) systemstöd samt förändringar i MPS-organisationen.

Tillverkning

Det sker inga förändringar för storleken av *produktionsvolymerna*. De föreslagna förändringarna har inte medfört att den totala ordervolymen har ökat och ej heller någon skillnad i produktionens dygnskapacitet. Förändringarna leder dock till att förmågan att möta en ökning av orderingången blir större.

Även förmågan att möta *schemaändringar* blir större. Detta baserar sig på att ledig produktionstid görs tillgänglig genom att den defragmenteras och framkommer i kluster. Detta resonemang förs dock enbart ur en tidsaspekt och eventuell påverkan på planeringen i övrigt har ej vägts in.

De föreslagna förändringarna i verkstadsplaneringen som syftar till färre men längre batcher, tillsammans med en minskning av antalet akutstopp skall resultera i en stor reducering av *antal ställ* i produktionen. Denna reducering medför en sänkning av de kostnader som är förknippade med upp- och nedkörning, det vill säga personalkostnader, slitage på utrusning, energikostnader och produktionsbortfall.

Infrastruktur

För *ingenjörsuppgiften* uppstår inga förändringar i profilen och den fokusering som i dag läggs på processförbättringar är bra. Även nivån av *kontroll av material* är i dagsläget tillfredställande och de föreslagna förändringarna kommer inte att medföra någon förändring för detta kriterium.

Den största förändringen av alla sker för *automatiseringsgraden i planeringen*. De föreslagna förändringarna i MPS-organisationen, användning av IT-stöd samt införandet av ytterligare planeringsstöd i hela organisationen medför en stor ökning av automatiseringsgraden, samt en minskning av *komplexiteten i planeringen*. Denna ökning medför även att *planeringens komplexitet* sjunker.

De kluster av tillgänglig produktionskapacitet som nämndes ovan kommer även att leda till att *kontroll av kapacitet* kommer att öka.

Tolkning av produktprofilen

Produktprofilen ger nu en bild av en organisation som är mycket bättre konfigurerad för att möta föränderliga marknadskrav. Med denna konfiguration drar alla delar av företaget i samma riktning. Framförallt innebär förändringarna att organisationen erhåller en bättre överblick över sina resurser, underlättar informationsspridningen genom företaget och minskar komplexiteten i arbetet. Men det viktigaste av allt, är att förändringarna leder fram till en organisation som är fokuserad på låga kostnader i hela planeringskedjan och på så sätt kan tillmötesgå marknadens viktigaste ordervinnare, pris.

5.3.2 Implikationernas potential

Förändringarna skapar dels en ekonomisk potential och dels en potential i frigjorda lediga produktionstimmar. Med en tillförlitlig produktionsplan kan längre batcher köras med färre upp- och nedkörningar som följd. Detta innebär mindre slitage på utrustningen samt att tid för förebyggande underhåll frigörs. Dessa åtgärder minimerar kraftigt antalet akuta stopp.

För att kvantifiera potentialen måste vi göra ett antagande. Vi antar att totala antalet akuta stopptimmar reduceras med cirka 600 timmar per år, vilket motsvarar en minskning med cirka 40 %. Vi antar vidare att efterfrågan är oförändrad gentemot nuläget.

Beräkningsförfarandet och definitionerna är desamma som i kapitel 4.3.5. Den tillgängliga kapaciteten under ett år är oförändrad och linje 1 och 2 delar på grund av nuvarande personalkonfiguration på årlig kapacitet för en linje. De akuta stoppen minskas enligt antagandet till 500 timmar/år för linje 1 och 2 samt 400 timmar/år för linje 3. Ej produktiv tid är 1400 timmar per år för linje 1 och 2 samt 2400 timmar per år för linje 3. Resultatet av beräkningarna återfinns i tabell 5.2 och förklaringen till beräkningsgången återfinns i bilaga 3.

Tabell 5.2 Årliga kostnader för akuta stopp och potentiellt användbar tid med nuvarande efterfrågan.

	Ej produktiv tid (h/år)	Akuta stopp (h/år)	Tillgänglig prod. tid (h/år)	Stoppkostn. (kr/h)	Kostnad akuta stopp (tkr/år)
Linje 1		300		3410	1020
Linje 2		200		4350	870
Linje 1+2	1400	500	900	3880*	1890
Linje 3	2400	400	2000	1920	770
Totalt	3800	900	2900		2660

* Medelvärde för stoppkostnaden på linje 1 och 2

Den viktiga skillnaden jämfört med nuläget är att den förut *lediga* produktionstiden har omvandlats till *tillgänglig* produktionstid och har dessutom stigit från cirka 2300 timmar/år till cirka 2900 timmar/år. Det potentiella värdet av denna tid är mycket större eftersom den inte längre är fragmenterad. Anmärkningsvärt är även att kostnaden för de akuta stoppen sjunkit med cirka 1,7 miljoner kronor per år.

Kostnaden för den ej produktiva tiden bör dessutom efter genomförda förändringar sjunka, eftersom det är möjligt att planera sitt underhåll och få lägre kostnader för jourmekaniker. Det är även möjligt att anpassa produktionskapaciteten efter kapacitetsbehovet, vilket innebär en minskning av personalstyrkan och därmed de fasta kostnaderna som rör produktionen.

Om beräkningarna istället görs med antagandet att full efterfrågan råder samt att de akuta stoppen kan byggas bort kan, vid övrigt samma betingelser, två alternativ beräknas för fullt utnyttjad kapacitet. I dessa alternativ är det mycket svårt att beräkna en ekonomisk potential, dock kan en potential i frigjord tillgänglig produktionstid visas. I det första alternativet delar fortfarande linje 1 och 2 på årlig kapacitet för en linje, resultatet återfinns i tabell 5.3.

Tabell 5.3 Potentiellt användbar tid med full efterfrågan (alternativ 1).

	Ej produktiv tid (h/år)	Akuta stopp (h/år)	Schemalagt underhåll (h/år)	Tillgänglig prod. tid (h/år)	Stoppkostn. (kr/h)	Kostnad akuta stopp (tkr/år)
Linje 1		0	350		3410	0
Linje 2		0	350		4350	0
Linje 1+2	1400	0	700	1400**	3880*	0
Linje 3	2400	0	400	2000	1920	0
Totalt	3800	0		3400		0

* Medelvärde för stoppkostnaden på linje 1 och 2

** Eftersom linjerna växelkörs kan underhåll ske när respektive linje står still

Vi ser att den tillgängliga produktionstiden ökar till 3400 timmar/år. För linje 3 har de akuta stopptimmarna bytts ut mot schemalagt underhåll och eftersom linje 1 och 2 växelkörs, kan det schemalagda underhållet i detta fall utföras när respektive linje står still.

För att kunna köra linje 1 och 2 samtidigt och oberoende av varandra krävs ytterligare en person per skift.⁷⁵ På grund av att det bara körs en typ av produkt i dessa linjer blir behovet av schemalagt underhåll något mindre än för linje 3. Detta leder oss till det andra alternativet för full efterfrågan och helt bortbyggda akutstopp där den tillgängliga produktionstiden stiger till 11400 timmar/år, vilket visas i tabell 5.4.

Tabell 5.4 Potentiellt användbar tid med full efterfrågan (alternativ 2).

	Ej produktiv tid (h/år)	Akuta stopp (h/år)	Schemalagt underhåll (h/år)	Tillgänglig prod. tid (h/år)	Stoppkostn. (kr/h)	Kostnad akuta stopp (tkr/år)
Linje 1		0	350		3410	0
Linje 2		0	350		4350	0
Linje 1+2	10100**	0	700	9400	3880*	0
Linje 3	2400	0	400	2000	1920	0
Totalt	12500	0		11400		0

* Medelvärde för stoppkostnaden på linje 1 och 2

** Båda linjerna körs 8700 + 1400 h

⁷⁵ Intervju Andersson, Ulf. Verkmästare Kemwater Sverige.

6 Slutsatser och rekommendationer

Bakgrunden till examensarbetet är att en minskad orderingång lett till lägre produktionstakt, vilket i sin tur medfört att företaget upplever att betydelsen av planering och optimal körning av produktionslinjerna minskat. Tillverkningen störs dessutom av oplanerade stopp, vilket lett till att den lediga produktionstiden är fragmenterad.

De problem som stod att lösa var att tillgängliggöra ledig produktionskapacitet samt att undersöka konsekvenser av förbättrad produktionslogistik. Genom att stödja oss på en teoretisk arbetsmetodik kan vi dra härefter följande slutsatser.

Allmänna konsekvenser av förändrad produktionslogistik

Vi har visat att en förändring av dagens produktionslogistik kommer att medföra att företagets infrastruktur, det vill säga det sätt som företagets avdelningar arbetar på och hur de kommunicerar med varandra, bättre stödjer tillverkningsprocessen och de krav som marknaden ställer på företaget. Förändringarna kommer att leda till förbättrad kommunikation mellan avdelningarna och en ökad förståelse för varandras arbete samtidigt som det övergripande målet skall vara lågkostnadstillverkning. Detta kommer att leda till en medvetenhet om kostnader och kostnadsdrivare och hela företaget kommer att fokusera på att varje arbetsprocess skall skapa värde för företaget och på så sätt öka konkurrenskraften på marknaden.

Övergripande konsekvenser för planeringen

Införande av IT-stöd och prognostisering reducerar det manuella planeringsarbetet och ökar tillförlitligheten hos leverans- och produktionsplaner. Med ökad tillförlitlighet ges en större kontroll över kapacitetsbehovet (produktion och råvaror) och en kapacitetsutjämning kan genomföras för att frigöra tid för förebyggande underhåll och kunna göra anpassningar i personalbehov. Förebyggande underhåll leder i sin tur till färre akuta stopp med en jämnare produktion, detta tillsammans med en anpassning av personalbehov, sänker produktionskostnaderna. När hela planeringskedjan sammanlänkas med systemstöd blir det lättare för marknadsavdelningen att direkt överblicka tillgänglig kapacitet och vad de kan lova kunderna.

Konsekvenser för respektive planeringsnivå

Sälj- och verksamhetsplanering

Möjligheter skapas att samordna mål och planer för de olika affärsenheterna inom företaget samt samordna olika avdelningars materialflöden och utnyttjande av gemensamma resurser. Detta skapar de riktlinjer, utöver budgeten, som alla avdelningar skall arbeta efter för att uppnå övergripande ekonomiska och strategiska mål. Vidare ökar företagets förmåga att upptäcka framtida förskjutningar mellan tillgång och efterfrågan och därmed minskar risken för kostsamma investeringar eller förlorad försäljning på grund av felaktiga beslut.

Huvudplanering

Genom att tillsätta en huvudplanerare får arbetet på huvudplaneringsnivå den nödvändiga ledarroll som behövs för att leda och fördela arbetet. Huvudplaneraren blir då den centrala person som ansvarar för informationsspridning och knyter samman de olika avdelningarna

som deltar i huvudplaneringsarbetet. Huvudplaneraren ansvarar även för de prognoser som skall underlätta planeringsarbetet och som lägger grunden till att den huvudplan som tas fram alltid är uppdaterad och tillförlitlig. Detta resulterar i att det blir möjligt att ha en längre planeringshorisont på lägre planeringsnivåer vilket i sin tur medför en jämnare produktionstakt och därmed bättre förutsättningar för de lägre planeringsnivåerna att sänka sina kostnader. Om planeringstekniken *partiformning* används kan dessutom variationer i efterfrågan mötas samtidigt som en jämn beläggning i tillverkningen bibehålls. Genom att skapa en huvudplan som är användbar för de lägre planeringsnivåerna blir MPS-organisationen en nödvändig funktion i planeringsarbetet och tillför på så sätt värde till företaget.

Orderplanering

Införande av IT-stöd reducerar det manuella arbetet och kan på så vis frigöra tid för verkmästaren att ägna sig åt arbete som tillför mer värde till företaget som till exempel planering av personalbehov, säkerställande av drift samt tillse att produktion sker på billigast möjliga sätt. Användandet av MRP-system med återkoppling till huvudplanen och en separat kapacitetsplan, skapar enklare kapacitetsbehovsplanering med bättre kontroll över tillgänglig kapacitet som följd. Då den tillgängliga kapaciteten fastslås blir det även tydligt vilken överkapacitet som finns tillgänglig och vilka kostnader som är förknippade med denna. Det är då möjligt att fatta beslut om kostnaden för denna överkapacitet är acceptabel. Genom kapacitetsutjämning kan förutsättningar för jämnare drift skapas samt tid för förebyggande underhåll frigöras.

Verkstadsplanering

Förändringarna som diskuterats i ovanstående planeringsnivåer leder till att det på verkstadsplaneringsnivå frigörs tid för förebyggande underhåll och körning av längre batcher. En ny lagerpolicy, med införande av säcklager och nya nivåer på säkerhetslager, medför att det blir lättare att acceptera och administrera stora säckorder samtidigt som det, liksom ovan, skapas möjligheter för längre batcher. Längre batcher medför färre upp- och nedkörningar och därav mindre slitage på produktionsanläggningen och färre akuta stopp, vilket medför sänkta produktionskostnader och en ökning av den tillgängliga kapaciteten.

Rekommendationer

För att Kemwater skall kunna tillgängliggöra den lediga produktionskapaciteten och sänka sina kostnader måste de utveckla sin infrastruktur. Detta kommer att medföra förändringar i hela planeringskedjan. Genom att konfigurera och använda det befintliga systemstödet byggs informella kommunikationsvägar bort och man slipper förlita sig på enskilda individers kunskap. Med systemstöd integrerat i samtliga planeringsnivåer och formaliserade arbetsrutiner (vilka beskrivits i kapitel 5) kan företaget dra nytta av de konsekvenser som beskrivits ovan. Vi rekommenderar därför Kemwater följande:

- Anpassa och integrera samtliga datasystem med SAP R/3. Utnyttja de befintliga planeringsmoduler och verktyg för prognostisering som finns i SAP R/3.
- Dela upp dagens högsta planeringsnivå i två delar. Den högre planeringsnivån av de två (sälj- och verksamhetsplanering) skall ledas av företagsledningen och ha en planeringshorisont som sträcker sig minst tolv månader framåt.
- Den andra delen (huvudplanering) skall ledas av en huvudplanerare. Använd de prognoser som genereras av affärssystemet som en central del i framtagandet av huvudplanen. Planeringen bör ske enligt planeringstekniken partiformning. Leverans- och produktionsvolymerna skall anges på veckobasis (eller motsvarande tidsram som överensstämmer med lägre planeringsnivåer). Planeringshorisonten bör vara tre till sex månader.
- Orderplaneringen skall kopplas direkt till huvudplanen. För att skapa en bättre överblick över tillgänglig kapacitet bör planeringen ske enligt MRP (materialbehovsplanering) tillsammans med en separat kapacitetsplan och med stöd av de funktioner som finns i SAP R/3. Planeringshorisonten på denna nivå bör vara fyra till tolv veckor.
- På verkstadsplaneringsnivån bör föreslagna sekvenseringsregler beaktas och planeringshorisonten på denna nivå bör vara en till fyra veckor.
- Inför föreslagen lagerpolicy.
- Kemwater bör överväga om kostnaden för rådande överkapacitet är acceptabel.

Det viktiga för Kemwater är att initialt fokusera på systemintegrationen och användandet av systemstöd i produktionslogistiken. Dessutom bör förändringsarbetet initialt koncentreras till de högre planeringsnivåerna, då dessa ligger till grund för en fungerande planering på lägre nivåer. Inom processindustrin tenderar arbetet på order- och verkstadsplaneringsnivå att gå samman då detaljeringsgraden i tillverkningsprocessen är låg. Vi vill därför poängtera att dessa planeringsnivåer inte nödvändigtvis måste vara åtskilda. För att förändringarna skall ge ett gott resultat, är det viktigt att se produktionslogistiken som en helhet och inte som flera separata delar.

Sammanfattningsvis

- ✓ Ledig produktionskapacitet tillgängliggörs genom förbättrad produktionslogistik.
- ✓ Den viktigaste ordervinnaren är pris. Förbättrad produktionslogistik sänker kostnaderna och medför att infrastrukturen bättre stödjer processval och marknadskrav.
- ✓ Företaget bör tillsätta en huvudplanerarfunktion, en person som är ansvarig för planeringsarbetet.
- ✓ Företaget bör utnyttja de befintliga planeringsmoduler och verktyg för prognostisering som finns i affärssystemet.
- ✓ Ny lagerpolicy medför mer optimal batchkörning och ökad möjlighet att ta stora säckorder.

Referenslista

Skrivna källor

Ander, I. Karlsson, R. (1999) *Bättre projekt!* Studentlitteratur. Lund. ISBN 91-44-29591-X

Axsäter, Sven (2002) *Lagerstyrning*. Studentlitteratur. Lund. ISBN 91-44-33491-5

Eriksson, L.T. Wiedersheim-Paul, F. (1997) *Att utreda, forska och rapportera*. Liber-Hermods AB. Malmö.

Hill, Terry (2000) *Manufacturing strategy*. Palgrave. ISBN 0-333-76222-3

Hill, Terry (1998) *Using product profiling to illustrate manufacturing-marketing misalignment*. Interfaces magazine; July 1, 1998.

Holme, I. Krohn Solvang, B. (2001) *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Studentlitteratur. Lund. ISBN 91-44-00211-4

Jonsson, P. Mattsson, S-A. (2003) *The implications of fit between planning environments and manufacturing planning and control methods*. International Journal of Operations & Production Management Vol. 23 No. 8, 2003, pp. 872-900.

Matta de, R. Guignard, M (1994) *Dynamic production scheduling for a process industry*. Operations research Vol. 42 No. 3, 1994, pp. 492-503.

Mattson, S-A. (1994) *Materialplaneringsmetoder i svensk industri*. Institutet för transportekonomi och logistik. Växjö. ISBN 91-7636-114-4

Mattsson, S-A. Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Studentlitteratur. Lund. ISBN 91-44-02899-7

Nathan, J. Venkataraman, R. (1994) *Master production scheduling for a process industry environment – a case study*. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 14 No. 10, 1994, pp. 44-53.

Svenska skrivregler (2003). Svenska språknämnden. Sara Santesson (red.) Liber. Stockholm. ISBN 47-04974-X

Vollmann, T. Berry, W. Whybark, C. Jacobs, R. (2005) *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill. ISBN 0-07-144033-X

Företagsinterna källor

Annual Report 2003 (2004). Kemira Oy.

Muntliga källor

Andersson, Ulf. *Verkmästare Kemwater Sverige.*

Grooves, Anette. *Ordermottagare Pulp and paper chemicals Sverige.*

Johansson, Patrik. *Projektleddare kEmpower Helsingborg.*

Malm, Jan. *Controller Kemwater Sverige.*

Mattsson, Magnus. *Produktchef Kemwater Sverige.*

Maxe, Anders. *Marknadschef Kemwater Sverige.*

Rietz, Carl. *Global project manager Kemira.*

Råvik, Clemens. *Logistikansvarig Kemwater Sverige.*

Stenström, Berne. *Processingenjör och stf produktionschef VA-fabriken.*

Svensson, Jan. *Processoperatör VA-fabriken.*

Svensson, Lena. *Innesäljare Kemwater Sverige.*

Söderlund, Mårten. *kEmpower Helsingborg.*

Wiktorsson, Håkan. *Produktionschef Kemwater Sverige.*

Wilhelmsson, Kerstin. *Ordermottagare export Kemwater Sverige.*

Winstedt, Göran. *Processoperatör VA-fabriken.*

Elektroniska källor

<http://www.kemirakemi.se>, 2004-11-03

<http://www.kemwater.se>, 2004-10-15

Bilagor

Bilaga 1

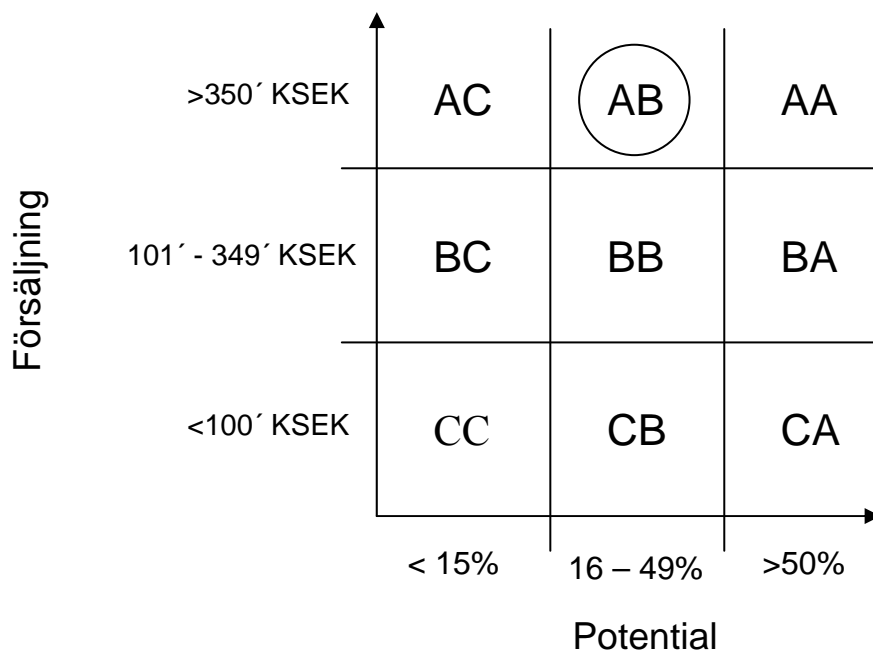
Kundkategorisering Kemira - Kemwater

- A - Kund som köper för mer än SEK 350 000 per år
- B - Kund som köper för mellan SEK 101 000 till 349 000 per år
- C - Kund som köper upp till SEK 100 000 per år

- A - Kund med potential att öka inköpen med mer än 50 % per år
- B - Kund med potential att öka inköpen med 16-49 % per år
- C - Kund med potential att öka inköpen med 15 % per år

Exempel:

AB-kund, en kund som köper för mer än SEK 350 000 per år och Kemwater skulle kunna öka försäljningen till denna kund med 16-49 % per år.



Bilaga 2

Produkt	Form	Högt aktivt innehåll	Standardprodukt	Problemlösare	Hög partikelreduktion	Låg pH-påverkan	Dricksvattenrening	Avloppsvattenrening	Recirkulerande råvaror	Svavelvätebekämpning	Kockälla
ALG	Granulat		X				X	X			
ALS	Lösning		X				X	X			
AVR	Granulat		X					X			
ALF-30	Granulat			X			X	X			
PAX-15	Lösning		X				X	X			
PAX-16	Lösning		X				X	X			
PAX-18	Lösning	X	X				X	X			
PAX-21	Lösning		X					X			
PAX-215	Lösning		X					X	X		
PAX-221	Lösning		X					X	X		
PAX-XL 36	Lösning			X	X	X		X			
PAX-XL 36A	Lösning			X	X	X		X			
PAX-XL 60	Lösning			X	X	X	X	X			
PAX-XL 100	Lösning	X		X			X	X			
PAX-XL 241	Lösning			X	X	X		X	X		
PAX-XL 260	Lösning			X	X	X		X	X		
PAX-XL 350	Lösning			X	X			X			
PAX-XL 600	Lösning			X	X	X	X	X			
PAX-XL 621	Lösning			X	X	X		X			
PIX-110	Lösning		X					X	X		
PIX-111	Lösning	X	X	X			X	X			
PIX-118	Lösning		X					X	X		
PIX-322	Lösning			X			X	X	X		
FERIX-3	Granulat	X		X				X	X		
Anaerite 260	Lösning			X				X		X	
Anaerite 264	Lösning			X				X		X	
COP	Pulver		X					X			
Socketlösning 65 %	Lösning										X

kemira

Bilaga 3

Tabell 1 Akutstopp.

	Medel- produktion (ton/h)	SVK + FK (SEK/ton)	Stoppkostnad (SEK/h)	Akutstopptimmar (h/år)	Årlig akutstopkostnad (SEK)
Linje 1	17,9	191	3 414	518	1 770 008
Linje 2	17,8	245	4 353	312	1 360 421
Linje 1 & 2	-	-	-	830	3 130 429
Linje 3	7,5	256	1 920	660	1 267 250
Summa	-	-	-	1 490	4 397 678

Tabell 2 Övrig ej utnyttjad tid.

	Medel- produktion (ton/h)	SVK + FK (SEK/ton)	Stoppkostnad (SEK/h)	Ledig produktionstid (h/år)	Årlig stoppkostnad (SEK)
Linje 1	17,9	191	3 414	570	1 945 980
Linje 2	17,8	245	4 353	570	2 481 210
Linje 1 & 2	-	-	3 884	570	2 213 880
Linje 3	7,5	256	1 920	1740	3 340 800
Summa	-	-	-	2310	5 554 680

För att skapa en så rättvisande bild som möjligt av de kostnader som uppkommer då produktionsanläggningen inte skapar värde för företaget beräknas en stoppkostnad per timme. Detta sker genom att multiplicera de fasta (FK) och semivariabla (SVK) kostnaderna med respektive linjes medelproduktion. Genom analys av produktionsloggar har antalet akutstopptimmar erhållits för respektive linje. Slutligen erhålls de kostnader som är upplupna då produktionsanläggningen står stilla på grund av akutstopp. Till dessa kostnader tillkommer sedan material och reparationskostnader.

På samma sätt är det möjligt att beräkna kostnaden för den lediga produktionstid som finns i produktionsanläggningen. Det som är skillnaden i dessa beräkningar, är att ledig produktionstid används i stället för akuta stopptimmar. Denna lediga produktionstiden beräknas som: *Totala antalet timmar per år – antalet produktionstimmar – antalet akuta stopptimmar*. På grund av att linje 1 och linje 2 inte kan köras samtidigt med nuvarande personalbemanning beräknas här kostnaden för linje 1 och 2 som ett medelvärde av dessa. Detta ger oss ett kostnadsintervall på 5 286 780 – 5 822 010 med medelvärde 5 554 680.

Det som är viktigt att poängtera i dessa beräkningar är att de kostnader som diskuteras här är kostnader som företaget har oavsett om produktion sker eller inte. Beräkningarna avser att visa värdet av tiden då anläggningen inte skapar värde. Det vill säga att skapa en medvetenhet om kostanden för förlorad produktionstid och värdet av god produktionsplanering.