

**CODEN: LUTFD2/(TFRT-5348)/1-48/(1985)**

# **Produktionsplanering i livsmedelsindustrin**

**Peter Lundgren**

**Institutionen för Reglerteknik  
Lunds Tekniska Högskola  
December 1985**

<b>Department of Automatic Control</b> <b>Lund Institute of Technology</b> P.O. Box 118 S-221 00 Lund Sweden	<i>Document name</i> <b>Master Thesis</b>	
	<i>Date of issue</i> <b>April 1986</b>	
	<i>Document Number</i> <b>CODEN: LUTFD2/(TFRT-5348)/1-48/(1986)</b>	
<i>Author(s)</i> <b>Peter Lundgren</b>	<i>Supervisor</i> <b>Björn Wittenmark</b>	
	<i>Sponsoring organisation</i>	
<i>Title and subtitle</i> <b>Produktionsplanering i livsmedelsindustrin</b> <b>(Production planning in the foodprocessing industry).</b>		
<i>Abstract</i> <p>This report is the result of a market research for a major Swedish automation supplier. The Swedish foodprocessing industry is investigated and a general model is developed to describe the flow of decisions and information during the production planning.</p> <p>The specific problems in production planning are penetrated and some suggestions are made how to improve the planning process.</p> <p>The advantages of operations research are shown with some simple examples. An investigation of the possible use of computerized production planning is also performed and the conclusion is that a number of small systems is a much better choice than one totally integrated big system covering all aspects of production.</p> <p>The result is presented as a concept for a small processoriented production planning system.</p>		
<i>Key words</i>		
<i>Classification system and/or index terms (if any)</i>		
<i>Supplementary bibliographical information</i>		
<i>ISSN and key title</i>		<i>ISBN</i>
<i>Language</i> <b>Swedish</b>	<i>Number of pages</i> <b>48</b>	<i>Recipient's notes</i>
<i>Security classification</i>		

The report may be ordered from the Department of Automatic Control or borrowed through the University Library 2, Box 1010, S-221 03 Lund, Sweden, Telex: 33248 lubbis hund.

PRODUKTIONSPLANERING

I

LIVSMEDELSINDUSTRIN

Peter Lundgren

Examensarbete vid  
Lunds Tekniska Högskola  
HT 1985

## Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultatet av ett examensarbete vid Lunds Tekniska Högskola utfört vid Alfa-laval Food & Dairy Engineering AB.

Rapporten har fyra delar:

1. Redovisning av hur produktionsplaneringen inom svensk livsmedelsindustri utförs idag. En generell modell utvecklas som visar informations- och beslutsflödet vid produktionsplanering i en typisk svensk livsmedelsindustri.
2. Hur de datorhjälpmedel, som finns på marknaden ser ut.
3. Redovisning av den planeringsnivå som marknadsmässigt passar Alfa-Laval.
4. Riktlinjer och förslag till ett processnära produktionsplaneringssystem.

Produktionsplanering inom livsmedelsindustrin är ett mycket komplext område och kräver mycket specialistkunskaper.

De slutsatser som redovisas i rapporten är följande:

1. Svensk livsmedelsindustri har stora problem vid sin produktionsplanering. Osäkra försäljningsprognoser, korta hållbarheter på råvaror och produkter samt en stagnerande marknad bidrar till dessa problem.
2. Produktionsplaneringen kan effektiviseras mycket hos de flesta företag.
3. De stora heltäckande ADB-baserade systemen tenderar att bli för tungrodda och komplicerade, det finns därför en önskan till flera små system istället för ett heltäckande.
4. Produktionsutfallet är det bästa måttet på hur effektiv planeringen varit, detta faktum är väl känt, men utnyttjas i dagsläget mycket bristfälligt.

Det produktionsplaneringssystem som Alfa-Laval bör tillhandahålla blir till hjälp vid utvärdering av produktionsutfallet samt även en hjälp vid de hastigt påkomna beslutssituationer som är dagligt förekommande.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Planering och genomförande	2
1.3 Rapportens uppläggning	3
2. Produktionsplanering	4
2.1 Definitioner	4
2.2 Planeringsnivåer	5
2.3 Behovet av produktionsplanering	6
3. Produktionsplanering med OA	7
3.1 Varför OA?	7
3.2 Vad är OA?	8
3.2.1 Linjär programmering	10
3.2.2. Dynamisk programmering	13
3.3 OA's möjligheter	18
4. Livsmedelsproduktion	19
4.1 Branschspecifika egenskaper	19
4.2 Besökta företag	21
4.3 Produktionsplanering	26
4.3.1 En generell modell	27
4.3.2 Konkreta exempel	31
5. Marknadsanalys	32
5.1 Aktuell situation	32
5.2 Planeringssystem på marknaden	33
5.2.1 Ett MPS-system	34
5.3 Framtiden	35

6.	Alfa-Laval's förutsättningar	36
6.1	Interna synpunkter	36
6.2	Produktionsplaneringssystem	36
6.2.1	Måltalsuppföljning	37
6.2.2	Kassationsloggning	38
6.2.3	Alternativa produktionsval	39
6.2.4	Simulering	39
7.	Resultatdiskussion	40
8.	Litteraturförteckning	42

## 1. INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

Alfa-Laval tillverkar styr- och reglersystemet Alert för livsmedelsindustrin.

På senare tid har intresset för övergripande management-system ökat inom denna bransch. Alfa-Laval har därför utvecklat ett sådant system, Alcom, som samlar in, lagrar och bearbetar processinformation. Systemet är generellt och kan konfigureras för olika applikationer.

Alcom utgör länken mellan beslutsfattarna och styrsystemet och underlättar därigenom olika beslut. En möjlig applikation av Alcom är produktionsplanering och syftet med detta examensarbete är:

1. Undersöka hur produktionsplanering görs inom svensk livsmedelsindustri idag.
2. Utredda om ett behov av datorhjälpmedel för planeringsarbetet föreligger.
3. Om ett behov enligt 2. föreligger, fastställa hur detta behov ser ut d v s åstadkomma en kravspecifikation för ett sådant system.
4. Undersöka förekomsten av produktionsplaneringssystem, för att söka fastställa om dessa system möter kraven enligt 3.

## 1.2 Planering och genomförande

För att fånga upp internkunskaper och synpunkter rörande produktionsplanering, har ett stort antal intervjuer bland Alfa-Laval's egen personal utförts. Nödvändigt faktaunderlag har införskaffats genom litteratursökning på Lunds Universitetsbibliotek och kontakter med Institutionen för industriell organisation.

En heltäckande marknadsundersökning hade varit omöjlig inom ramarna för detta arbete. Målsättningen har istället varit att med hjälp av stickprov upptäcka likheter och skillnader mellan olika livsmedelsbranscher. Av praktiska skäl har undersökningen fått begränsas till svenska förhållanden, urvalet av lämpliga företag att besöka, har skett med hjälp av försäljningsavdelningarna vid Alfa-Laval Livsmedelsteknik Norden AB.

Undersökningen har avsevärt komplicerats av det faktum att den genomförts under sommaren med åtföljande semestrar bland sökta befattningshavare både inom Alfa-Laval och ute bland livsmedelsproducenterna. I stort sett har dock samtliga personer kunnat nås och det är min förhoppning att här redovisade intervjuresultat och synpunkter skall utgöra ett tillräckligt underlag för mina uppdragsgivare.

Jag vill tacka alla personer som hjälpt mig på olika sätt i detta arbete.

- Mina handledare som stött mig och ständigt kommit med nya ideer:
  - Lars-Göran Hallström - Alfa-Laval Food & Dairy Eng, F1-A
  - Göran Roos - Alfa-Laval Food & Dairy Eng, F2
  - Björn Wittenmark - LTH, avd för reglerteknik
- De intervjuade personer inom Alfa-Laval som tagit sig tid för att ge synpunkter, visa på problem och möjligheter samt förmedlat kontakter:

### Alfa-Laval Food & Dairy Engineering AB

Carl-Bertil Ahlgren	- FDI-MP
Kjell Andersson	- FL
Bengt Belfrage	- FPD
Gösta Bylund	- FD
Dierk Feldmann	- F3-T
Bo Femtvik	- F2
Lars Jarnebrant	- F1-A
Gösta Larsen	- F3-2
Ewa Malmquist	- FPD
Lars-Eric Nilsson	- FB
Rolf Nordquist	- F3
Reidar Strömberg	- FDI-S



Alfa-Laval Livsmedelsteknik Norden AB

Gösta Brantestam  
Lars Hammar  
Bo Ljung  
Jan-Gunnar Pettersson  
Torsten Roos  
Per Sjölin  
Lennart Svensson  
Ulf Wickman

De intervjuade personer på ett flertal livsmedelsproducerande företag, som tagit emot mig, tillhandahållit värdefullt material och varit upphov till de flesta slutsatser i denna rapport, finns namngivna under avsnitt 3.2 - Besökta företag. Utan dessa personer hade denna rapport haft föga eller intet värde.

- Personalen vid avdelningen för industriell organisation vid LTH, som get mig tillgång till det egna biblioteket:

Leo Hagberg  
Eva Lange

- samt det kanske allra största tacket till Helga Stenzel som förvandlat ett svårläsligt manuskript till en prydlig rapport.

### 1.3 Rapportens uppläggning

I kapitel 2 definieras begreppet produktionsplanering, olika planeringsnivåer samt nyttan av en väl fungerande planering.

Operationsanalysens möjligheter inom produktionsplaneringen belyses kortfattat i kapitel 3.

I kapitel 4 belyses de speciella problem och egenskaper livsmedelsproducenter har och en generell modell för produktionsplaneringen framtages. Marknaden för PP-system kartläggs i kapitel 5 och en beskrivning av tillgängliga datorsystem ges i form av en generell modell.

I kapitel 6 diskuteras resultatet och en lucka i befintliga PP-system påvisas. En rekommendation till Alfa-Laval ges också.

## 2. PRODUKTIONSPLANERING

### 2.1 Definitioner

Begreppsförvirringen är i det närmaste total inom litteraturen. De närbesläktade termerna produktionsplanering, produktionsstyrning och materialstyrning används ofta i samma betydelse.

För att försöka bringa någon ordning bland begreppen lånas definitioner av J Andersson et al. (1) och APICS (2)

"Produktionsplanering" - Fastställandet av gränser och nivåer för produktionen i framtiden med hänsyn tagen till försäljningsprognoser och behov och tillgång på arbetskraft, maskiner, råmaterial och pengar. Produktionsplanen är vanligtvis formulerad inom ganska vida termer och specificerar ej i detalj produktionen men vanligtvis specificeras kapacitetsbehovet.

"Produktionsstyrning" - Styrningen och regleringen av produktflödet genom hela produktionskedjan från uppköp av råmaterial till leverans av färdig produkt för att möta kraven på kundservice, minimal lagerhållning och maximal produktions effektivitet. Således inbegripes även lagerstyrning i begreppet produktionsstyrning.

"Materialstyrning" - Styrning av det fysiska materialflödet från leverantör till kund, således även inköp, transporter och delvis försäljning.

Med risk för att förvillra läsaren ytterligare används i fortsättningen en delvis annorlunda definition på produktionsplanering (PP) nämligen den i svensk livsmedelsindustri förhärskande:

PP innebär uppgörandet av planer med hänsyn till prognoser, kapaciteter och budget samt dessa planers nedbrytning och förverkligande.

I princip en sammanslutning av produktionsplanering och produktionsstyrning enligt ovan. Denna vidare definition motiveras av att även om planeringsarbetet inom olika nivåer görs av olika personer måste samverkan mellan olika nivåer vara mycket stor för att produktionen skall nå de i förväg uppställda målen med ett minimum av uppoffringar.

## 2.2 Planeringsnivåer

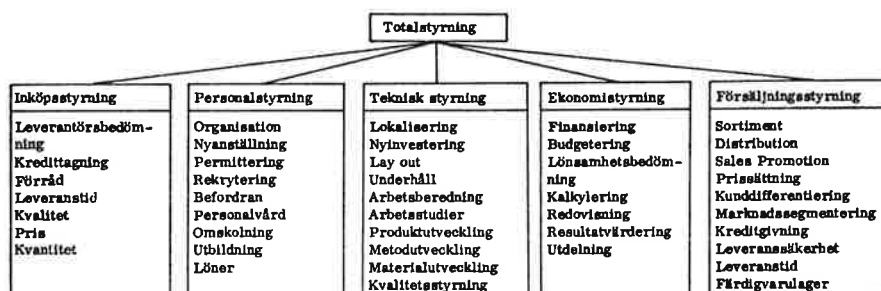
Inom produktionsplaneringen kan fyra i princip olika nivåer utskiljas:

- Totalplanering
- Huvudplanering
- Detaljplanering
- Beordring

Totalplanering inom ett företag faller egentligen utanför produktionsplaneringen men måste ändå nämnas då den styr företagets långsiktiga utveckling, genom långsiktig resursplanering, produktutveckling, forskning m m. Denna funktion sätter också ramarna för produktionen genom princip genom princip- och policybeslut, se fig 1.

De viktigaste besluten torde vara de som rör

- Sortimentpolitik
- Leveranspolitik
- Kapitalpolitik
- Sysselsättningspolitik



Figur 1. Några områden för vilka totalstyrningen bör fatta långsiktiga beslut, ur (1).

Huvudplanering är den funktion, som möjliggör att man i varje ögonblick, i stort, har en överblick över företagets resurser ifråga om såväl personal- och maskinkapacitet, som material och halvfabrikat. Huvudplaneringen ombesörjer också den långsiktiga beläggningsutjämnningen.

Försäljningsprognosernas och inkomna orders omvandling till en grovplan eller ett produktionsförslag kan också hänföras till huvudplaneringen.

Detaljplaneringen bryter, som namnet antyder, ner grovplanen till en tidplan och/eller en körplan. Denna planering behövs enär inget företag har obegränsade resurser. De reella kapacitetsbegränsningarna och råvarulagret tas med i beräkningen och produktionen optimeras så långt som möjligt med hänsyn till företagets policybeslut m m.

Beordringen slutligen sköter startandet av olika operationer m h av tid- eller körplan. Denna funktion kan antingen ombesörjas av förmännen eller vara direktkopplad till detaljplaneringen. Beordringen löser de hastigt uppkomna problem som hör ihop med all produktion, sjukdom och maskinstopp m m med åtföljande produktionsomläggningar.

### 2.3 Behovet av produktionsplanering

All seriös företagsverksamhet syftar till att uppnå bästa möjliga resultat genom en förnuftig hushållning med knappa resurser.

Den ökande företagsstorleken genom fusioner, uppköp m m har inneburit att planeringsarbetet blivit alltmer komplext. Detta faktum samt en ökad rationaliseringssträvan beroende på stagnerande marknader har inneburit ett ökat intresse för att sköta planeringen bättre än vad som tidigare varit fallet.

Med en välskött och välstrukturerad produktionsplanering kan väsentliga effektivitetsökningar uppnås bl a genom

- att minska råvaruåtgång genom t ex optimering av recepten.
- att minska personal- och maskinåtgång genom en ökning av produktiviteten.
- att öka leveranssäkerheten genom att minska antalet kassationer och driftsstopp.
- att minska lagerstorleken p g a ett förbättrat prognosystem.
- att minska planeringsarbetets tidsåtgång och personberoende.
- att minska administrationsarbetet och mängden av dokument.

### 3. PRODUKTIONSPLANERING MED OA

#### 3.1 Varför OA?

Operationsanalys, OA, vad är det?

OA är ett kraftfullt hjälpmedel som varit sorgligt förbiset tidigare.

Inom produktionsplanering i allmänhet och MPS-system i synnerhet är det hela tiden endast en fråga om enkla aritmetiska beräkningar och ett stort antal data som "skyfflas" från ett register till ett annat. Någon optimering i egentlig mening är det aldrig fråga om, endast en bättre fungerande planeringsfunktion och de fördelar det för med sig.

Att MPS-systemen ej inbegriper OA är ej så underligt eftersom ett generellt OA-system ställer sig mycket svårt, för att inte säga omöjligt, att utforma.

Inom japansk och även amerikansk verkstadsindustri har man utarbetat en metod för produktionsplanering innehållande sådana begrepp som: Kanban och Just-in-time, innebärande att man skall eliminera alla väntetider för produkter i arbete, PIA, denna metod är svår att applicera på process- och livsmedelsindustri.

Den store profeten inom produktionsplanering japanen Shiego Shingo (3) säger t o m att enda undantaget där Toyota systemet ej går att använda är processindustrin.

Toyota-systemet är världsberömt för sin effektiva produktionsplanering. Genom att nedbringa köer och väntetider för produkter i arbete, har man nedbringat lagerkostnaderna till ett absolut minimum. Man kan även leverera en specialbeställd bil på endast en vecka, medan det i Sverige och USA t ex tar månader.

För att uppnå en totaloptimering inom livsmedelsindustrin måste man söka sig andra vägar och den i nuläget bästa och utomlands kanske vanligaste torde vara OA, varför detta kapitel väl försvarar sin plats i denna rapport.

### 3.2 Vad är OA?

Berglund et al (4) förklarar OA så här:

"En vetenskaplig metod att förse verkställande organ med kvantitativa underlag för beslut rörande de operationer som står under deras kontroll".

OA är till stor del född ur krigsvetenskap, som så många andra vetenskaper och användes i begynnelsen huvudsakligen för att med minsta möjliga resursinsats åsamka fienden största möjliga skada.

Problemet inom produktionsplaneringen är mycket likartat, att med minsta möjliga resursinsats åstadkomma största möjliga vinst. För att kunna applicera OA finns det tre grundregler som måste gälla (4):

1. Åtgärderna inom ett företag eller ute på marknaden skall återkomma gång på gång och skall kunna studeras och beskrivas på i stort sett samma sätt som fysikaliska fenomen.

Man är alltså intresserad av sannolikheten i de samband som uppträder och ej de direkta sambanden mellan orsak och verkan.

2. Beslutsfattandet skall vara en rationell och definierbar procedur, på vilka systematiska discipliner kan tillämpas i syfte att nå en mer koncentrerad och tillförlitlig information.
3. Det komplex som ett företag eller en avdelning utgör, skall kunna beskrivas i steg och studeras som om det vore ett system i likhet med matematikens eller teknikens system.

Här faller ett generellt OA-system redan, då modellbyggnadet måste utföras för varje specifikt företag, enhet eller marknad.

OA är en stor vetenskap med många inslag och enbart modellbyggnadet och strategivalet är en hel vetenskap.

Vid användning av OA för produktionsplanering finns följande tre steg:

1. Noggrant studium av problemet följt av en modelluppbyggnad.
2. Applicering av lämplig metod på problemet.
3. Ofta modifiering av metoden för att bättre passa modellen.

Därigenom lämpar sig OA kanske bäst för konsultarbete, men här skall ändå en orientering ges, för att bättre inse möjligheterna med OA:

Att strängt deklarerat vilka metoder som ingår i OA låter sig svårligen göras, men följande områden räknas vanligtvis till OA:

Köteori - Matematiska metoder för att nedbringa alla onödiga köer och väntetider och undvika överdimensioneringar för att den vägen lösa köproblemet.

Monte-Carlo-simulering - en metod för att erhålla sannolikhetsfunktioner med medelvärde och standardavvikelse för något resultat genom att åsätta alla ingående variabler medelvärden och standardavvikelser. Med hjälp av ett stort antal försök erhålls resultatets sannolikhetsfunktion.

Nätverksplanering - en metod att planera, koordinera och följa upp olika projekt, projekt i mycket vid betydelse. Här märks två olika metoder CPM (Critical Path Method) och PERT (Program Evaluation and Review Technique). Resultatet av nätverksmetoderna är att tidsbestämmande aktiviteter upptäcks med påföljd att extra kraft kan läggas på dessa avsnitt för att skynda på projektet.

Linjär och dynamisk programmering - behandlas utförligare i nästa avsnitt.

Övriga metoder som räknas in under OA's tak är t ex spelteori, lagerteori, investeringskalkylering och kvalitetskontroll.

Som framgår av denna summariska genomgång, kan operationsanalysen användas på alla nivåer i planeringsarbetet. Från att lägga upp planeringsrutinerna med nätverksmetoder, undvika att produkterna fastnar någonstans med köteori, producera optimalt med linjär eller dynamisk programmering till att simulera resultatet med Monte-Carlo-metoden.

### 3.2.1 Linjär programmering

Linjär programmering, LP, är den OA-metod som haft den största betydelsen för produktionsplanering inom processindustrin, varför denna metod skall utredas lite utförligare än de tidigare nämnda metoderna.

Ett bra exempel på när LP kan användas är inom oljeindustrin. I stort sett alla oljeraffinaderier baserar sin produktion på LP.

LP innebär att man söker optimum av en linjär funktion, där de ingående variablerna är begränsade till linjära likheter och olikheter.

Trots att många samband i verkligheten ej är strikt linjära, kan LP användas framgångsrikt genom införande av linjära approximationer.

De vanligaste användningsområdena för LP är följande:

- Produktionsplanering

Man vill bestämma vilka produkter och i vilka mängder produkterna ska framställas med hänsyn till efterfrågan och givna kapaciteter så att största vinst uppnås.

- Blandningsprocesser

Man vill bestämma det recept som ger lägsta råvarukostnad med hänsyn till angivna specifikationer.

- Transporter

Man vill bestämma från vilka depåer som transporter ska ske till olika leverantörer för att ge lägsta transportkostnad.

LP förklaras bäst med ett exempel:

En produktionsenhet har att välja på 2 olika produkter, A och B. Till dessa åtgår olika mängder av de tre råvarorna X, Y och Z. Vinsten per producerat enhet varierar också enligt:

1 kg produkt	kg X	kg Y	kg Z	Vinst (kr)
A	0.2	0.4	0.4	30
B	0.4	0.4	0.2	20

Maximal tillgång på X är 60 kg, Y 70 kg och Z 50 kg.



Problemet kan nu formuleras matematiskt enligt:

$$\text{Maximera vinsten } Z = 30 A + 20B$$

med bivillkoren	$0.2A + 0.4B$	60	(1)
	$0.4A + 0.4B$	70	(2)
	$0.4A + 0.2B$	50	(3)

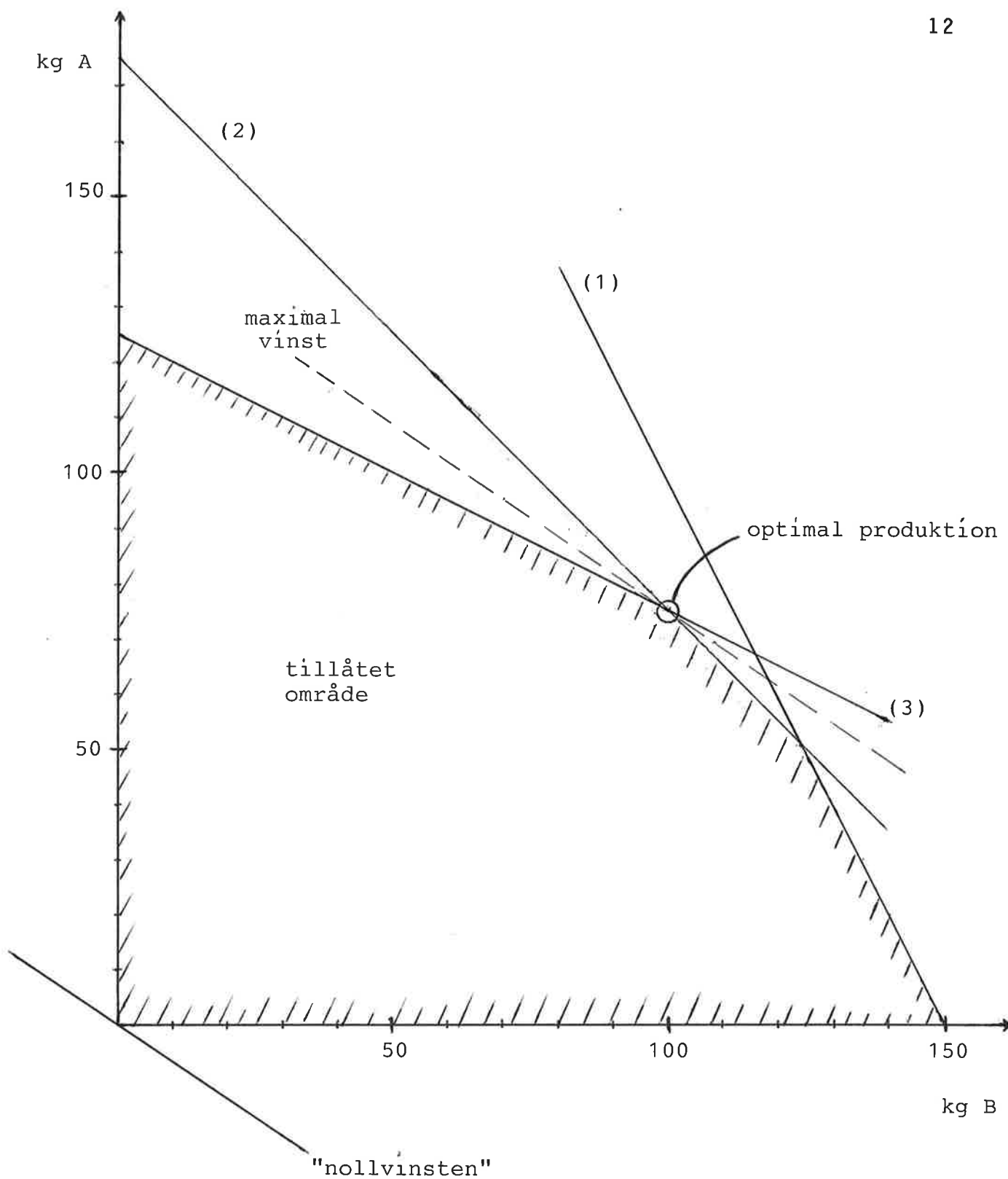
Restriktionerna (1), (2) och (3) läggs in i diagrammet i figur 2 varvid vi får ett "tillåtet område" vari produktionsvalet måste ligga.

För att sen maximera vinsten läggs "nollvinsten" in.

Denna linje parallellförskjuts sedan så långt det går utan att hamna utanför det tillåtna området, dock med den begränsningen i det här fallet, att vi endast kan producera hela enheter av A och B.

Av diagrammet utläses  $A = 75$  och  $B = 100$ .

Lösningen kan också fås analytiskt.



Figur 2.

75 kg A och 100 kg B konsumerar 55 kg X, 70 kg Y och 50 kg Produktmixen ger en vinst av 4.250 kr.

Detta problem kunde lösas grafiskt eftersom det endast var i två dimensioner, två produkter, berör problemet fler dimensioner krävs datorhjälp.

Metoden är dock lätt att applicera och förhållandevis enkel att programmera.

Vid skärskådning av figur 2 framgår också att den optimala lösningen alltid ligger på gränslinjen till det tillåtna området. Lösningen utgörs alltid av skärningspunkterna till gränsvillkoren eller i det fall att något av dessa är parallell med nollvinsten utgörs lösningen av den gränslinjen till det tillåtna området.

### 3.2.2. Dynamisk programmering

Dynamisk programmering, DP, bygger på den av R Bellman utvecklade optimalitetsprincipen:

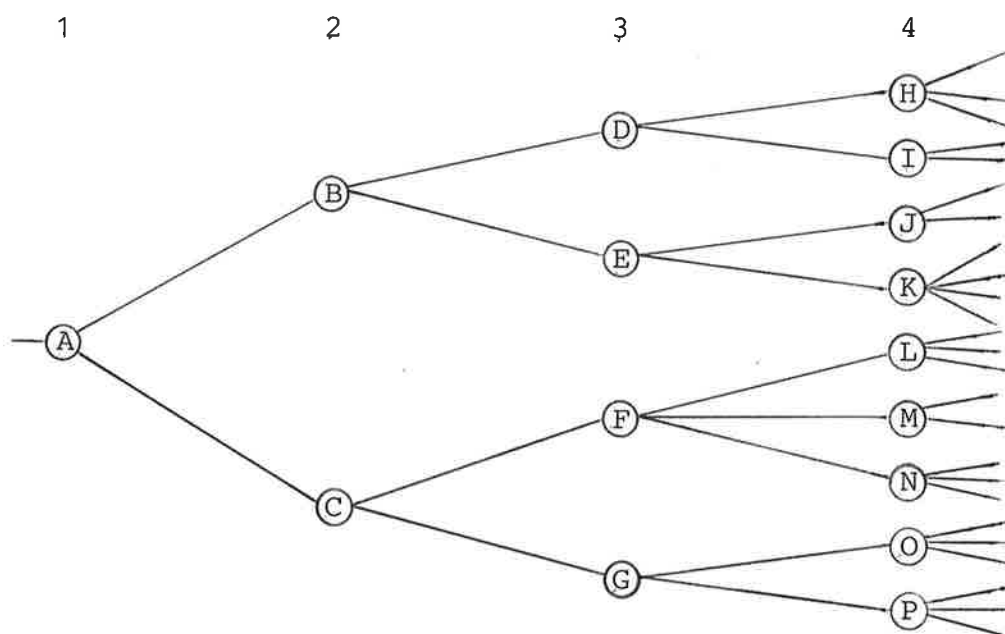
"En optimal politik har den egenskapen att oavsett utgångsbelut, måste de följande besluten vara optimala med avseende på det läge som uppkommit efter tidigare beslut".

DP är en optimeringsprincip för att reducera antalet dimensioner. Optimeringen av en N-stegs beslutsprocess ersätts med optimering av N en-stegs beslutsprocesser. Hur optimeringen i varje steg utförs är valfritt och får bestämmas från fall till fall. Följande krav på problemet måste vara uppfyllda för att DP skall kunna tillämpas.

1. Totalproblemet skall stegvis kunna delas upp i delproblem.
2. Förhållandet mellan stegen skall kunna formuleras.
3. Vid varje enskilt steg beskrivs problemet av ett litet antal parametrar.
4. Resultatet av ett beslut vid något steg skall bli en överföring av detta stegs parametrar till parametrarna vid ett annat steg.

Tillvägagångssättet är att optimera bakifrån, För det sista steget väljs det bästa alternativet som följer på alla tänkbara inkommande beslut.

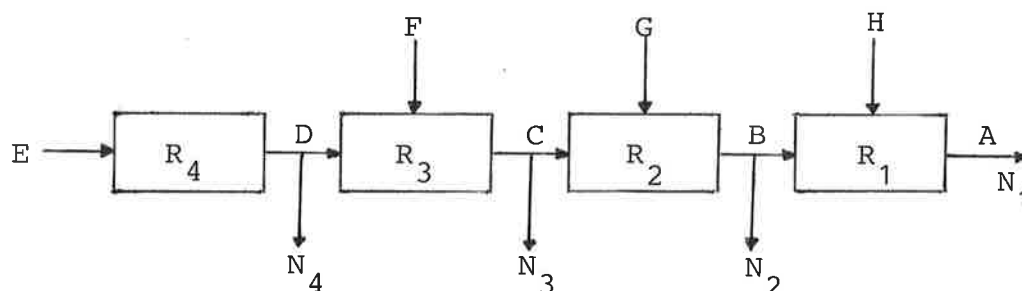
## En beslutsprocess av formen



löses genom att vid punkt 4 bestämma det bästa alternativet om man väl hmanat i respektive situation (H-P), därefter jämförs H och I, J och K o s v i punkt 4 (D-G) och vidare framåt i kedjan, detta förfarande minskar kraftigt antalet alternativ vid varje beslutspunkt.

För att åskådliggöra metoden visas även här ett exempel.

I en fabrik finns fyra satsvisa reaktorer där ämnena A, B, C och D framställs enligt



Figur 3.

Alla tre produkterna kan säljas direkt eller vidareförädlas. Vinsten av att försälja produkten från reaktor  $i$  är

$$25 \cdot N_i - i \cdot N_i^2 \text{ kkr/dygn,}$$

där  $N_i$  är antalet sålda satser. Man vill maximera vinsten och kör alltid 5 satser i reaktor 3.

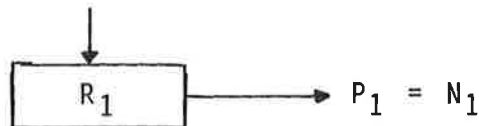
$P_i$  = antalet satser som produceras i  $R_i$

$N_i$  = antalet satser som säljs från  $R_i$

$V_i$  = vinst (kkr/dygn) från undersystem  $i$

För att optimera produktionen börjar vi bakifrån och optimerar först  $R_1$ , därefter  $R_2$  och  $R_3$  och slutligen  $R_4$ .

Undersystem 1

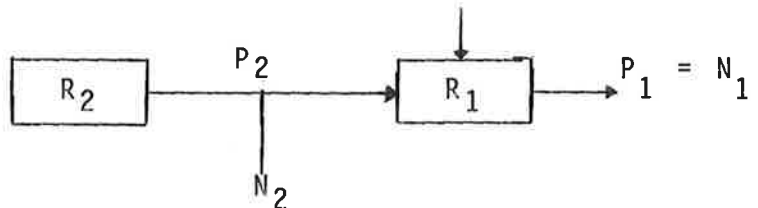


$$P_1 \quad 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad V_1 = 25 N_1 - N_1^2$$

$$N_1 \quad 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5$$

$$V_1 \quad 0 \quad 24 \quad 46 \quad 66 \quad 84 \quad 100$$

Dessa värden, som i detta fall är enda alternativet i respektive fall, används som underlag för undersystem 2 (1+2).



$P_2$

$$V_2 \quad 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5$$

$$0^2 \quad 0 \quad 24 \quad 46 \quad 66 \quad 84 \quad 100$$

$$P_1 = P_2 - N_2$$

$$1 \quad 23 \quad 47 \quad 69 \quad 89 \quad 107$$

$$V_2 = (25N_2 - 2N_2^2) + V_1$$

$$N_2 \quad 2 \quad 42 \quad 66 \quad 88 \quad 108$$

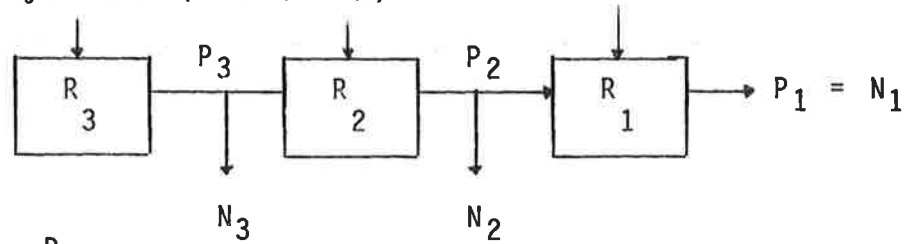
$$3 \quad 57 \quad 81 \quad 103$$

$$4 \quad 68 \quad 92$$

$$5 \quad 75$$

För varje kombination  $P_2 - N_2$  beräknas  $P_1$  och maximal  $V_2$  väljs ut

Undersystem 3 (1 + 2 + 3)



$V_3$	$P_3$	1	2	3	4	5	
0	0	24	47	69	89	108	$P_2 = P_3 - N_3$
1		22	46	69	91	111	
$N_3$	2		38	62	85	107	$V_3 = (25 N_3 - 3N_3^2) + V_2$
	3			48	72	95	
	4				52	76	
	5					50	

På samma sätt väljs maximal  $V_3$  ut för  $P_3$

Undersystem 4 (1 + 2 + 3 + 4)

$$\begin{aligned} P_3 &= P_4 - N_4 \\ V_4 &= (25N_4 - 4N_4^2) + V_3 \end{aligned}$$

$P_4$	5	5	5	5	5	5
$N_4$	0	1	2	3	4	5
$V_4$	111	112	103	86	60	25
	( $P_3=5$ )	(91+21)	(69+34)	(47+39)	(24+36)	( $P_3=0$ )

Optimal vinst är alltså 112.000 kr/dygn och uppnås genom att sälja

1 sats D, 1 sats C, 1 sats B och 2 satser A.

Antalet satser i varje reaktor beräknas enligt:

$$N_4 = 1 \Rightarrow P_3 = 4$$

$V_3$  (max) för  $P_3 = 4$  är 91 då  $N_3 = 1$

$$N_3 = 1 \Rightarrow P_2 = 3$$

$V_2$  (max) för  $P_2 = 3$  är 69 då  $N_2 = 1$

$$N_2 = 1 \Rightarrow P_1 = 2$$

$$P_1 = N_1 \Rightarrow N_1 = 2$$

Dynamisk programmering finner sin största tillämpning vid problem med ett stort antal förhållandevis enkla valmöjligheter i serie.

Med hjälp av DP erhålls alltid den optimala lösningen, dock kan den lagrade informationsmängden bli mycket stor då antalet steg och parametrar växer. Praktisk användning av dynamisk programmering kräver följaktligen stora datorer.

### 3.3 OA's möjligheter

För ytterligare fördjupning inom operationsanalysen rekommenderas den periodiska tidskriften "Operational Research Quarterly" samt referenserna 4, 5 och 6.

Här skall OA ej utredas vidare, endast visa på lite av det arbete som utförts inom området produktionsplanering.

Bestwick (7) har tagit fram en enkel metod för att göra försäljningsprognoserna bättre, med endast ett fåtal revideringar per år. Metoden baserar sig på medelvärden och standardavvikelser på historiska försäljningsdata och lämpar sig både för manuell och datoriserad applicering. Metoden ger valfritt konfidensintervall, 80 eller 90 procent t ex.

Kingsman (8) har visat hur man kan minska kostnaderna för råvaruinköp då behovet är känt men råvarupriset fluktuerar. Han har också utvidgat modellen till en situation med utbytbara råvaror.

Steuer (9) använder LP för att minimera råvarukostnaderna i kornproduktionen med villkor angående innehållet rörande fett, kött, protein, nitrat m m. Denna metod torde fungera även på andra likartade problem med restriktioner inom recepthantering.

Stainton (10) har anpassat LP till utnyttjande av existerande resurser istället för kostnadsminimering.

Jones & Rope (11) slutligen visar att LP kan appliceras på alla nivåer av produktionsplanering med bara små modifieringar.



## 4. LIVSMEDELSPRODUKTION

### 4.1 Branschspecifika egenskaper

Det finns fyra egenskaper av betydelse för PP som skiljer livsmedelsindustrin från tillverkningsindustrin, nämligen lagerinitierad produktion, hållbarheten, leddiden och det fysiska flödet.

Livsmedelsproduktion sker i stor utsträckning lagerinitierat d v s all produktion sker för att ha en viss lagerhållning. Leverans efter order sker sedan genom plockning från lagret. Jämförelse med övrig tillverkningsindustri visar att man där ofta finner orderinitierad produktion, vilket innebär att man före produktionsstart vet kvantitet och kvalitet på produkterna.

Då råvaror och produkter inom livsmedelsindustrin som regel är färskvaror har man en starkt begränsad hållbarhet. Lagringstiden måste därför hållas nere till ett minimum, vilket komplicerar produktionsvalet ytterligare. Anledningen till att man arbetar lagerinitierat trots den korta hållbarheten är att de flesta order expedieras omedelbart och att man eftersträvar en leveranssäkerhet på upp mot 100%. För att klara leveranserna har man en mycket flexibel maskinpark med korta ställtider, tid för att ställa om produktionen till en annan produkt. Man har också maskinell och personell överkapacitet för att med kort varsel kunna öka produktionstakten.

Ledtiderna, tiden från produktionsstart till färdig produkt är mycket korta om man jämför med t ex verkstadsindustrin, minuter istället för veckor i extrema fall. De korta ledtiderna innebär att det ofta är omöjligt att processa samma produkt en hel dag.

Det fysiska produktflödet är ofta flytande eller åtminstone kontinuerligt medan övrig tillverkningsindustri (processindustrin undantaget) oftast har diskreta komponenter som skall bearbetas eller monteras.

Dessa fyra markanta skillnader innebär att produktionsplaneringen av tvång måste ske något annorlunda än vad som är gängse inom övrig tillverkningsindustri.

Eftersom den svenska livsmedelsmarknaden är tämligen stagnant, finns det ofta ej utrymme för kapacitetsökningar. Detta innebär att det finns en stark vilja till rationaliseringar och produktionsplanering är en funktion man försöker förbättra på många håll.

Mejerierna intar en särställning när det gäller produktionen och därmed även planeringen.

Den monopolliknande situationen i Sverige gör att man kan ställa krav på sina kunder om korrekta order.

Produktionen är orderstyrd men ej orderinitierad. Produktionen måste starta innan orderna inkommit. Exceptionellt korta hållbarheter gör lagerhållning nästan omöjlig.

Vid osttillverkning är kvalitet och kvantitet faställt i förväg av Riksost.

## 4.2 Besökta företag

Avsikten har varit att skapa en någorlunda heltäckande bild av hur planeringsarbetet sköts idag, hur framtiden kan tänkas se ut samt problem och förhoppningar inför en förbättring och effektivisering av planeringsarbetet eventuellt med tekniska hjälpmedel.

Här följer en kortfattad presentation av de företag som ingått i undersökningen (12).

### Skånemejerier, Malmö

Skånemejerier består av 4 mejerier och en viss diversifiering av produktsortimentet har gjorts. I Malmö produceras konsumtionsmjölk, grädde, filprodukter och gräddfil. Mejeriet invigdes 1984 och är ett av de modernaste i Sverige.

Kontaktperson: Knut Persson, Driftschef.

### ARLA, Götenemejeriet

Det mest komplexa och ett av de största mejerierna i Sverige.

Förutom konsumtionsmjölkprodukter tillverkas ost, smör, Lätt & Lagom, smörolja samt skummjolk. Man tar hand om överskottet av mjölk och grädde från i stort sett hela Sverige.

Kontaktperson: Bo Skatt, Produktionsplanerare

### Aktiebolaget Svenskt Mjölksocker, Mjölby

ASM är ett helägt dotterbolag till ARLA och består av två divisioner: mjölksocker samt choklad- och fruktprodukter.

ASM saluför industrichoklad och fruktprodukter för glassindustrin, mejerier och bagerier.

Utveckling av nya smaker och konsistenser ligger oftast hos ASM.

Kontaktperson: Leif Larsson, Produktionschef choklad o sylt

### Glace-Bolaget AB

-----

GB är marknadsledande i Sverige med drygt hälften av försäljningen av glass. Fyra fabriker finns och produktionsplaneringen sköts centralt på huvudkontoret i Stockholm.

Produktionssortimentet är till viss del uppdelat mellan fabrikerna med transporter som följd.

GB ägs till 60% av ARLA.

Kontaktperson: Stig Martinsson, Produktionsplanerare

### Scan Väst, Göteborg

-----

Scan Väst är en ekonomisk förening och ägs av bönderna i västra Sverige. Fabriken i Göteborg är en av Europas modernaste anläggning för produktion och distribution av charkuterivaror.

Anläggningen uppfördes 1980 och är helautomatiserad.

Scan Väst har tre fabriker och de har specialiserat sig på var sitt produktregister. I Göteborg produceras korvprodukter.

Kontaktpersoner: Claes Wåhländer, Produktionschef  
Lars-Göran Pettersson, Produktionsassistent

### Foodia AB, Staffanstorp

-----

Foodia AB är en kooperativt ägd livsmedelsindustri och ingår i Kooperativa Förbundets livsmedelssektor.

Foodia AB i Staffanstorp svarar för tillverkning av konserver och djupfryst.

Övriga produktionsenheter är Foodia i Bohuslän, AB Gotlandsprodukter och AB Nordhav. Foodia svarar även för import och inköp av konserver och djupfryst för hela den kooperativa detaljhandeln.

Kontaktperson: Anders Trönell, Produktionsplanerare (detalj)

Karlshamns oljefabriker

-----  
Företaget ingår i Kooperationen och tillverkar glass, smör, margarin och mandelmassa samt olika oljeprodukter till övrig livsmedelsindustri.

K.O. är uppdelad i två divisioner: en för glass, margarin och mandelmassa och en för oljor.

K.O. producerar all glass, smör och margarin till Kooperationen i hela Sverige samt ungefär hälften av all mandelmassa i landet.

Kontaktperson: Ingemar Folkesson, konsumentansvarig för  
glass, margarin och  
mandelmassa

Ekströms Livsmedels Produkter AB, Örebrö

-----  
Ekströms ägs av Procordia och ingår därmed i Statsföretagsgruppen. Ekströms tillverkar huvudsakligen torkade produkter såsom soppor, krämer, såser m m.

Ekströms är marknadsledande på flera av sina produkter bl a på blåbärs- och nyponsoppa.

Kontaktperson: Sören Gyhlenius, Produktionschef

Önos Gruppen AB, Tollarp

-----  
Önos ägs till 40% av Procordia Food AB och tillverkar saft, sylt, marmelad m m.

Önos har på senare år expanderat kraftigt och satsar nu på exportsidan.

Önos har inköpt Ölandskonserver, Godings och Skånedelikatesser och producerar därigenom även grönsaks- och sillinläggningar.

Kontaktperson: Leif Persson, Controller

Malaco AB, Malmö  
-----

Malaco är ett helägt dotterbolag till Delfa International A/S, Danmark.

Malaco tillverkar främst lakrits- och "sega" produkter. Man är marknadsledande på flera produkter och har tillverkning även i Danmark och Kanada och säljer ungefär 30% på export.

Kontaktperson: John-Erik Andersson, Produktionsplanerare

Hemglass, Strängnäs  
-----

Hemglass ägs till 75,7% av Hexagon. All produktion för Sverige sker i Strängnäs och all försäljning på de "egna" Hemglassbilarna.

Hemglass har på senare tid expanderat utomlands och har verksamhet även i Danmark, Norge och Västtyskland.

Hemglass har drygt 10% av marknaden i Sverige och Danmark.

Man saluför även vissa andra frysprodukter såsom räkor m m.

Kontaktperson: Ulf Källåker, Fabrikschef

CPC Svenska Livsmedel AB, Kristianstad  
-----

CPC Sverige tillhör CPC International - ett multinationellt företag och en av världens tio största livsmedelskoncerner.

CPC tillverkar och saluför Knorr, Winborgs, Maizena, Dextrosol, Mazola och Caterplan.

CPC är marknadsledare på ett antal produkter över hela världen.

I Sverige finns utöver huvudkontoret i Kristianstad, ett centrallager i Simrishamn varifrån all distribution sker, en fabrik i Simrishamn för produktion av fiskinläggningar, krämer och kompotter samt en fabrik i Mörbylånga för framställning av ättikssprit.

Övriga produkter importeras från CPC's fabriker utomlands.

Kontaktpersoner: Jan Eng, Prod.chef  
Knut Ahlbeck, Prod.planerare  
Tord Kronstrand, Datachef

AB Pripps Bryggerier, Bromma  
-----

Pripps är det i särklass största bryggeriföretag i Sverige med fyra produktionsställen, Bromma, Göteborg, Malmö och Sundsvall.

Pripps är ett helägt dotterbolag till AB Gambrinius.

Förutom öl och läsk tillverkar man sportdryker, juice, nektar och saft. Pripps har 24 depåer för sina produkter.

Kontaktpersoner: Lars Allhammar, Projektchef  
Sven Romander, Planeringschef

Nämnda företag har naturligtvis många skillnader men planeringsarbetet är mycket likartat. Det finns dock stora skillnader i automatiseringsgrad. Extremfallen utgörs i ena ändan av ett företag med helt manuellt planeringsarbete. Med hjälp av veckoscheman där produktionen per maskinlinje specificeras räknas alla produktionsalternativ ut manuellt. Följden blir ett mycket flexibelt system där varje ändring direkt överförs i de konsekvenser det ger för övrig produktion. Överblicken blir total men den manuella tidsåtgången mycket stor.

I andra ändan finns ett företag med helt datoriserad planering. Ett ADB-system som sköter hela planeringskedjan från framtagning av försäljningsprognos till detaljplanering av enskild maskinlinje. Systemet är totalintegrerat med övriga beräkningsrutiner såsom order och fakturakontroll m. m. Resultatet blir ett tungrovt svår överskådligt system som ger mycket bra resultat så länge som inget oförsett inträffar eftersom ändringar ej kan införas utan vidare.

Det är inte utan att "den gyllene medelvägen" framstår som en mycket god idé.

### 4.3 Produktionsplanering

För att särskilja olika angreppsmetoder i sin produktionsplanering är det enligt Andersson et al. (1) fruktbart att klassificera produktionen efter processen och dess kontinuitet, dessa tillverkningstyper återfinns i figur 2.

Styck- tillverkning	en gång
	upprepade gånger, kända eller icke kända intervall
Serie- tillverkning	en gång
	upprepade gånger, kända eller icke kända intervall
Kontinuerlig tillverkning	Masstillverkningar
	Löpande band tillverkning
	Processtillverkning

Fig 4 Tillverkningstyper (1)

#### A. Stycktillverkning (Job Production)

-----  
Ett mindre antal enheter tillverkas:

1. endast en gång
2. upprepade gånger med kända eller icke kända tidsintervaller.

#### B. Serietillverkning (Batch Production)

-----  
En serie tillverkas:

1. endast en gång
2. upprepade gånger med oregelbundna intervaller för att täcka en kontinuerlig efterfrågan.

#### C. Kontinuerlig tillverkning (Continuous Production)

- 
1. Masstillverkning
  2. Löpande band tillverkning
  3. Processtillverkning



Med denna klassificering kan livsmedelsproduktionen hänföras till kategori B2, C1 eller C3, något varierande beroende på vilket företag man undersöker.

Här måste man dock hålla i minnet att klassificeringen är gjord för att passa främst verkstadsindustrin, varför man ej kan följa riktlinjerna strikt.

Inom livsmedelsindustrin kan man särskilja två huvudproblem vid sin planering.

- 1) Dåligt underlag, försäljningsprognoser o dyl kan slå flera hundra procent.
- 2) Den stora tidsåtgång, som är följderna av det manuella arbete som hittills varit den dominerande formen av planering.

Dessa problem har gett upphov till två olika tendenser hos planeringspersonal och företagsledning.

1. En strävan efter datorisering av produktionsplaneringsarbetet för att minska tidsåtgången och höja effektiviteten.
2. En önskan att förbättra försäljningsprognoserna genom att kräva (eller önska) säkrare förhandsbesked eller order från sina kunder alternativt datorisera prognosarbetet.

#### 4.3.1 En generell modell

Med många grova generaliseringar kan man säga att planeringsarbetet inom svensk livsmedelsindustrin följer flödesplanen i figur 5. Mycket av arbetet sker manuellt och många urvalsparametrar existerar enbart som erfarenhetsbas hos respektive planerare.

I figur 5 kan man identifiera de tidigare nämnda nivåerna i planeringsarbetet. A, B, C och D motsvarar total-, huvud- och detaljplanering och beordring respektive.

##### A. Totalplanering

Företagsledningen fastställer princip- och policybeslut samt tar en budget. Här planeras också vilket produktsortiment respektive produktionsenhet skall producera. Består företaget av en enda fabrik fastställs likafullt sortimentet här.

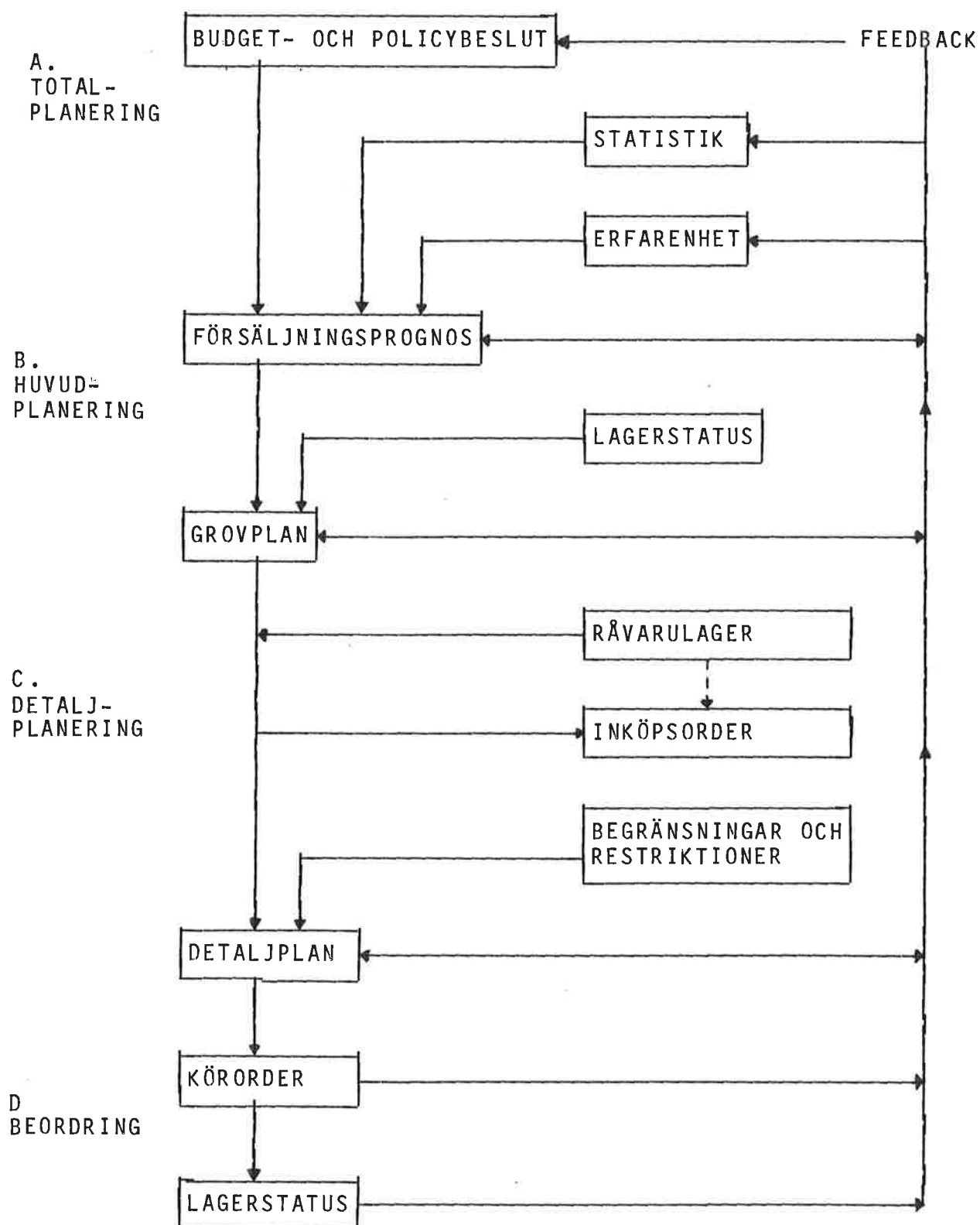


Fig 5 Informations- och beslutsflöde i en typisk svensk livsmedelsindustri med lagerstyrd produktion

## B. Huvudplanering

-----  
Budget, försäljningsstatistik och personlig erfarenhet utgör grunderna för en försäljningsprognos. Då många svår-förutsägbara faktorer spelar in, t ex vädret, blir de flesta prognoser mycket osäkra och visar ofta fel med över hundra procent för en enskild artikel, även om en produkt-grupp oftast håller sig inom små felmarignaler.

Fösäljningsprognoserna täcker vanligtvis en månad och visar förväntat leveransbehov per vecka. I hopp om att förbättra tillförlitligheten i prognoserna hålls dessa ofta rullande med revidering var eller varannan vecka.

Gäller prognosen en ny och oprövad produkt finns inga historiska data att jämföra med och prognosen blir följakt-ligen endast en (förhoppningsvis) kvalificerad gissning.

Med vetskap om disponibelt lager omvandlas prognoserna till en grov produktionsplan. Denna grovplan är uppbyggd på samma sätt som prognosen och visar förväntad produktion per vecka.

Framtagningen av grovplanen är inte besvärlig matematisk sett, men med de stora sortiment de flesta fabriker har blir tidsåtgången mycket stor vid manuell planering, många företag använder därför datorhjälp vid omräkningen. här finns dock på de flesta håll mycket att göra för att ytter-ligare minska tidsåtgången.

## C. Detaljplanering

-----  
Grovplanens råvaruåtgång beräknas, med hjälp av dator van-ligtvis, och jämförs med befintligt råvarulager för att generera en inköpsorder. Denna funktion måste skötas med stor framförhållning, beroende på att leveranstiden på råvaror, främst emballage kan vara mycket lång. Någon kopp-ling till grovplanen är dock önskvärd, om ej alltid möjlig. På emballage och vissa lagringståliga råvaror håller man vanligtvis ett ansenligt buffertlager.

Nedbrytningen av grovplanen till en detaljplan kräver pro-cesskunnande, erfarenhet samt kunskap om kapacitetsbegräns-ningar och restriktioner. Nedbrytningen är också mycket tidskrävande då det i de flesta företag finns ett stort antal restriktioner. Detaljplanen specificerar produktionen per dag och linje och hålls som regel rullande med t ex två veckor fast och två veckor med något lösare planering. Den fasta delen är tänkt att vara helt definitiv.

#### D. Beordring

I önskesituationen skall beordringen endast genomföra detaljplanen (tid- eller körplan) men då maskiner går sönder, personal blir sjuk, befintliga råvaror befinns otillräckliga och sista-minuten-åtgärder är mycket vanliga, krävs alltid ändringar, ofta med mycket kort varsel och ibland med overtid som följd.

Genom hela planeringsarbetet finns, som framgår av figur 3, ett stort behov av feedback. De två viktigaste formerna är verklig försäljning och verklig produktion. Försäljningen utgör grunden för budget- och prognosarbetet och påverkar därigenom hela planeringskedjan. Produktionsutfallet är den bästa måttstocken på hur effektiv planering och produktionen är, genom att införa s k måltal, d v s hur mycket produkt skall produceras på viss tid, viss mängd råvara etc, och noggrant analysera avvikelser, upptäcks flaskhalsar och andra problem med produktionen. Upptäckten av dessa problem är naturligtvis första steget mot en effektivitetshöjning.

Även om måltal ej har införts på alla industrier utgör produktionsutfallet beslutsunderlaget för rationaliseringar och andra effektivitetshöjande åtgärder.

Ovanstående generella beskrivning passar inte in på alla företag, kanske inte en något enskilt företag i alla delar heller, men i stora drag följer planeringsarbetet ovanstående modell.

Den totala tidsåtgången för produktionsplaneringen varierar naturligtvis mycket från företag till företag, men den understiger aldrig en heltidstjänst trots en del tekniska hjälpmedel såsom persondatorer o dyl.

Eftersom mycket erfarenhet ligger bakom alla beslut är planeringspersonalen dessutom mycket svår att ersätta. En produktionsplanerare som deltog i undersökningen menade att man endast skulle jobba "det tredje året". Det tar två år av misstag för att lära sig vilka faktorer som spelar in och hur mycket. Året därpå (det tredje) gör man ett bra arbete med få misstag och åren därefter blir arbetet rutin och man börjar slarva.

#### 4.3.2 Konkreta exempel

Ett företag har fyra produktionsenheter och till dessa är anslutna centrallager. Produktionsdiversifieringen, d v s vilka produkter som skall produceras på en, två tre resp fyra produktionsenheter, kräver noggrann planering med hänsyn till kapaciteter, regional försäljning, produktionskostnader samt transportkostnader. Detta arbete hänförs till nivå B - huvudplaneringen.

En produktionsenhet har inga maskinlinjer utan har maskinparken uppbyggd enligt blockprincipen där olika block kan hopfogas till en linje. Här måste man planera och besluta vilka block som under aktuell dag skall utgöra en linje, för att möta grovplanens krav på produktionen och klara kapaciteterna utan att slösa. Detta utgör exempel på nivå C - detaljplaneringen.

Vid en processlinje upptäcks, när produktionen skall starta på morgonen att en maskin har gått sönder. Ersättningsmaskin finns men den har ej samma kapacitet och här måste prioriteringar göras i den tänkta produktionen, alternativt kan man kanske överföra en del av produktionen till en annan linje. Här är vi på nivå D - beordringen.

Av hänsyn till de företag som ingår i undersökningen kan exemplen ej bli mer konkreta än så här.

Flera företag uttryckte en önskan att produktionsplaneringen av sekretesskäl ej skulle beskrivas alltför detaljerat.

## 5. MARKNADSANALYS

### 5.1 Aktuell situation

Hos företagsledning och planeringspersonal finns en vilja till effektivisering av planeringsarbetet för att minska personal- och personberoendet. Samtidigt finns en rädsla för att flexibiliteten i tillverkningen skall gå förlorad beroende på att man blir för låst vid den datorframtagna produktionsplanen och ej ändrar den i den utsträckning man borde.

Dessa motverkande tankegångar leder till att de flesta företag är intresserade av ett ADB-baserat system som kan utföra det tidskrävande, rutinmässiga räknearbete som förekommer i stor utsträckning inom planeringen.

En sak som bedöms som mycket viktig av producenterna är att datorn endast har en rådgivande funktion, den får alltså ej vara totalintegrerad med processens styrsystem och automatiskt starta och stoppa operationer efter framtagen körplan.

Företagsklimatet är mycket avgörande för hur intresserade man är av en datoriserad planeringsfunktion. Konservatismen är fortfarande mycket utbredd och detta faktum gör att många företag föredrar att behålla sin manuella planering.

Vid inköp eller egen utveckling av datorhjälpmedel för produktionsplanering finns ett flertal viktiga kriterier som skall uppfyllas.

- Personberoendet bör minska, d v s mycket av den erfarenhetsbas som i dag finns hos personer och i pärmar måste till stor del finnas lättillgängligt i databaser.
- Enkelt att anpassa och ändra både i program och produktionsplaner.
- On-line arbete är önskvärt d v s att direkt se konsekvenserna av ett beslut och kunna ändra planen kontinuerligt.
- Möjliggöra produktionsoptimering. Detta är ofta ej möjligt vid manuell planering, beroende på de höga kraven på leveranssäkerhet.
- Minska lagerhållningen av råmaterial, emballage och produkter.
- Ofta finns mycket av datamaterialet redan inlagt i ett ADB-system, t ex lagerkvantiteter, En möjlighet att koppla ihop det gamla systemet med det nya är därför oftast ett krav.

## 5.2 Planeringssystem på marknaden

Alltfler tillverkande företag har insett värdet av en väl fungerande produktionsplanering och därmed har marknaden för färdiga applikationsprogram haft en närmast explosionsartad utveckling under de senaste åren.

Som vanligt har Japan och USA lett utvecklingen och den bransch där intresset varit störst är verkstadsindustrin.

I Sverige har MPS-system blivit ett begrepp för material- och produktionsstyrning och alla datorföretag med självaktning har minst ett system att erbjuda.

Systemen saluförs med argument såsom:

- ADB-baserat applikationsprogram som ej kräver ADB-vana eftersom systemet är självinstruerande.
- Moduluppbyggda system d v s varje företag kan starta med precis så mycket som bedöms nödvändigt, för att senare inhandla övriga delar.
- Stor anpassningsbarhet, med ett fåtal förändringar, gjorda av leverantören och kunden tillsammans, kan systemet anpassas till vilken produktionsform som helst.
- Högnivåspråk för att kunna gå genvägar vid programmering t ex fjärde generationens programspråk.
- Ständig nyutveckling, modifiering och förfining av systemen.

Dessa MPS-system är alla mycket lika till uppbyggnad och funktion varför det känns naturligt att i nästa avsnitt ge en generell beskrivning av ett sådant system.

Flera företag väljer i stället ett rent ADB-system och anpassar detta till sina egna rutiner, dessa system berörs ej mer i denna rapport eftersom slututförandet av ett sådant system helt beror på anpassningsarbetet i berört företag.

### 5.2.1 Ett MPS-system

De moduluppbyggda, ADB-baserade, MPS-system som saluförs idag är mycket lika varandra till uppbyggnad även om omfattningen och benämningarna växlar något varför terminologin ej är helt fastlagd. Det stora flertalet av MPS-system inrymmer även lagerbokföring, både råvaru- och färdigvarulager. I fullt utbyggt tillstånd är MPS-delen tänkt att även integreras med sådana system som orderhantering, faktureringshantering, försäljning, inköp, ekonomi, kontorsadministration m m. Lagerbokföringen kan ske med olika urvalskriterier såsom FIFO, "först in - först ut", eller prioritetsregler. Lagerbokföringen används för att möta de höga kraven på leveranssäkerhet med minimal lagerhållning på alla nivåer.

För att öka åskadligheten följer vi schemat i figur 5 för att se var MPS-systemen kan hjälpa till:

- B. Framtagandet av försäljningsprognos är införlivat i några få system och sker då uteslutande med hjälp av statistik. Erfarenhetsbasen är här åsidosatt. Men eftersom prognoserna, som nämnts tidigare, ofta slår fel med hundratals procent är det mycket tveksamt om någon exakthet går förlorad vid datoriseringen.

Farhågan, många hyser inför eventuella datoriseringar, är annars att modellen blir alltför aritmetisk och därigenom ej tar hänsyn till erfarenhetsbasen.

En del system omvandlar prognosen till en grov produktionsplan med hjälp av färdigvarulagret. Andra system förutsätter en manuellt uppgjort grovplan.

- C. Utgående från en grovplan görs en behovsberäkning som ger besked på när och hur mycket råmaterial som behövs. Ofta finns både netto- och bruttobehovsberäkning där nettot tar hänsyn till befintligt lager och pågående produktion. Två viktiga hjälpmedel här är "ingår-i-" och "består-av-registret" som direkt visar vilka råmaterial som ingår i respektive produkt.

Med hjälp av behovsberäkningen kan inköpsorder genereras förutsatt att man har även denna modul.

Detaljplaneringen sköter om nedbrytandet av grovplanen till en detaljerad kör- och tidplan med hänsyn tagen till kapacitetsbegränsningar och ev prioritetsregler.

Priskalkylberäkningar är också möjligt, för-, efter- och standardkalkyler kan man få fram.

De MPS-system som finns erbjuder ett bra hjälpmedel för produktionsplanering och rätt använt ökar detta lönsamheten genom att sänka kapitalbindningen i lagren, höja utnyttningssgraden av produktionsresurserna och sänka administrationskostnaderna för produktionsplanering.



Om en datorisering genomförs med måtta inkräktar den ej på individens beslutsrätt och frågan om planeringsarbetet skall datoriseras eller ej blir en fråga om policybeslut och företagsklimat.

En invändning man kan göra är: "Den som gapar över mycket, mister ofta hela stycket".

Eftersom MPS-systemet är tänkt att fungera tillsammans med övriga moduler för att åstadkomma en helhetsstyrning, blir resultatet ofta ett stelt och tungrott system där det ibland t o m kan vara omöjligt med on-line ändringar i uppgjorda planer.

En annan viktig aspekt är att MPS-systemen är tänkta för verkstadsindustrin med kundorderstyrd tillverkning med diskreta komponentflöden och långa ledtider.

Systemens anpassningsbarhet till trots, är det ofta besvärligt för en processindustri att applicera systemet till sin egen produktion.

En sak som oftast glöms bort i de här sammanhangen är produktionsuppföljningen d v s hur gick det, hur många man-timmar, hur många maskintimmar, hur mycket energi, hur mycket råmaterial krävdes för att producera vald kvantitet färdig produkt.

Ref: MPS-broschyr (13) samt T Mårtensson (14)

### 5.3 Framtiden

Fler och fler av de enformiga, tidsödande rutiner som finns i dag i arbetslivet datoriseras och det är rimligt att så även kommer att bli fallet inom produktionsplanering i svensk livsmedelsindustri. Tendensen är redan klar, flera företag använder datorn som hjälpmedel fullt ut, andra tar datorhjälp för vissa rutiner.

Alltfler livsmedelsproducenter utvecklar egna datorsystem, ev med konsulthjälp. Denna utveckling beror på att de flesta företag vill ha små fungerande enheter istället för ett stort övergripande system. Samtidigt sker ständigt nyutveckling och nyframtagning av MPS-system av dataföretagen och dessa system blir alltmer kundanpassade.

Den renodlade administrativa databehandlingen av de stora datamängder det är frågan om inom ADB-MPS-systemen kräver speciella tekniker, tekniker som är helt annorlunda än vid realtidssystem i processtyrningsmiljö. Detta samt det faktum att marknaden är nära nog mättad leder till att en nyetablering på MPS-området ej är tillrådlig.

Inom den processnära planeringen, d v s nivån mellan de administrativa rutinerna och processtyrningen, däremot finns möjligheter att skapa hjälpmedel för att underlätta den dagliga planeringen.

## 6. ALFA-LAVALS FÖRUTSÄTTNINGAR

### 6.1 Interna synpunkter

Alfa-Laval har gjort sig känd som en automationsleverantör med processkunnande som adelsmärke.

Under samtalen med A-L's egen personal framkom att de flesta ställde sig skeptiska till intern utveckling av ett ADB-system för produktionsplanering. A-L's övriga produkter har anknytning till processerna med processkunnande som kännetecken, varför ADB-system ej passar in i produktortimentet. Dessutom finns det ett flertal företag som i dagsläget är bättre lämpade för att utveckla ADB-system för produktionsplanering i livsmedelsindustrin.

"Skomakare bliv vid din läst".

Detta var två vanliga invändningar.

Av kapitel 5 framgick att slutsatsen måste bli att A-L ej skall utveckla ett eget ADB-baserat MPS-system. Av kapitel 3 framgick att A-L ej heller skall satsa på OA.

Återstår det något?

JA!

De två viktigaste feedback planeringsfunktionerna kan få är försäljningsstatistik och verkligt produktionsutfall. Att mäta och beräkna produktionsutfallet är ett lämpligt område för ett processnära produktionsplaneringssystem.

Den lägsta planeringsnivån, beordringen, är kanske den minst komplicerade men samtidigt den mest svårförutsägbara. Svårigheten här ligger i alla hastigt uppkomna problem: nedsatt arbetsstyrka beroende på sjukdom, mankering i maskinparken beroende på tillfälliga maskinproblem, råvaror som av någon anledning ej håller rätt kvalitet m m.

### 6.2 Produktionsplaneringssystem

Inom de flesta produktionsplaneringssystem finns problem med produktionsuppföljningen, detta gäller främst vid manuell planering, men är även framträdande vid datoriserad planering. Här är onekligen ett tillfälle för A-L att använda sin processkunskap och på ett processnära sätt presentera produktionsutfallet. Därigenom ges den nödvändiga feedbacken som bör vara utgångspunkten för ändringar längre upp i planeringskedjan.

Följande funktioner bör ingå i ett sådant system:

1. Måltalsuppföljning
2. Kassationsloggning
3. Alternativa produktionsval
4. Simulering

Dessa funktioner kan väsentligt hjälpa till vid dagliga, hastigt påkallade beslut i produktionskedjan. Vikten av att produktionsbesluten tas på rätt nivå, att detaljbeslut tas av förmän o dyl vid maskinlinjen betonas t ex av Meal (15).

Samtliga funktioner måste möjliggöra on-line-arbete med direkta resultat av förfrågningar för att ej i onödan försena produktionen.

#### 6.2.1 Måltalsuppföljning

En av de kanske allra effektivaste produktionshöjande åtgärderna är att införa s k måltal. Ett företag ingående i undersökningen höjde effektiviteten på en förpackningslinje med 120 % genom att införa måltal och noggrant följa upp dessa. Många använder redan måltal och följer upp dessa manuellt.

En automation snabbar upp och förbättrar säkerheten på feedbacken samt möjliggör en kontinuerlig uppföljning i realtid. Man kan också utföra korrigeringar innan det är för sent.

En förutsättning för att måltalen skall ha önskvärd effekt är emellertid att företagsledningen noga förankrar nyttan av desamma hos personalen. Måltalen utgör den förväntade konsumtionen av kritiska komponenter för att uppnå planerad produktion.

Fyra olika måltal kan och bör användas:

Mantimmar, maskintimmar, råvaru- och energiåtgång

Ex.: För 100 kg produkt skall åtgå 6 mantimmar, 4 maskintimmar, 110 kg råvara (bör delas upp per aktuell råvara om fler än en används) och 12 kWh.

När produktionen är färdig bör en bild på managementsystemet finnas tillgänglig:

	Måltal	Konsumtion	Resultat (%)
Man	6	8	133
Maskin	4	5.2	130
Råvara	110	106	96
Energi	12	18	150

Resultatet kan t ex som ovan presenteras som procentuell konsumtion om önskvärt med extra kolumn för att markera för stora avvikelser. Man kan t ex välja att acceptera en avvikelse på 10% men ej mer.

Konsumtionen förutsätter kommunikation med styrsystemet samt ett tillräckligt antal mätpunkter.

Utfallet måste sedan utvärderas för att upptäcka brister, trender och flaskhalsar och för att kunna genomföra förbättringar.

#### 6.2.2 Kassationsloggning

Alla kassationer är naturligtvis av ondo och bör registreras automatiskt, oavsett var i processen, de sker.

En registrering med orsak möjliggör åtgärder för att förhindra upprepningar.

Ex.: 8541 Må 0940 Pastör 1 180 l Felställd ventil  
(år,vecka,dag,tid) (lokalitet) (mängd) (anledning)

Ti 14.32 Mott 1 320 l hög bakteriehalt  
Ti 15.05 Sep. 2 210 l maskinfel

I de fall anledningen ej är självklar måste dessa knappas in av operatören.

Kassationsloggningen tjänar som ett osvikligt hjälpmedel för att minska bortfallet.

### 6.2.3 Alternativa produktionsval

I hastigt uppkomna situationer beroende på att produktionen av olika anledningar ej kan följa uppgjord plan, måste förmannen vid aktuell maskinlinje ta ett snabbt beslut.

Beslutsunderlaget härför är som regel erfarenhet, ett hjälpmedel till denna erfarenhetsbas vore om systemet av ett fåtal alternativa produkter eller produktmixer bestämda av förmannen, väljer ut det bästa alternativet. En annan möjlighet är att, beroende på vad det är som hindrar tänkt produktion, systemet presenterar några tänkbara produkter eller produktmixer som vägledning för förmannen.

Dessa funktioner förutsätter kommunikation med befintliga databaser med t ex ingår-i-register och operationsregister. Dessa register kan t ex finnas i priskalkylsystem.

Ex 1: Följande produkter är möjliga då fyllmaskin 1 är ur drift:

4143 Mor Almas blandning  
4271 Härliga karameller  
4312 von Anka pastiller

Ex 2: Bästa produktval ur

9135, 9208, 9512 är 9208, hallonglas  
9208 kräver ej maskinändring

### 6.2.4 Simulering

Denna del kan mycket väl tänkas integrerad med den föregående. Med simulering här menas en what-if-funktion d v s att innan beslutet tas, kunna överblicka konsekvenserna. Vid en ändring av produktionsmixen ändras åtgången av man-timmar, maskintimmar, råvaror och energi.

Hur mycket ändras åtgången och i vilken riktning, kommer ändringen t ex att innebära övertid eller andra olägenheter.

Ex.: 8212 Specialkorv

	åtgång	planerad	tillgång	anm.
man	14	6	8	övertid
maskin	20	12	24	
råvara	140	120	300	
energi	12	16	-	

## 7. RESULTATDISKUSSION

En av de första sanningarna som uppdagades under arbetets gång var att produktionsplanering är en mycket komplex vetenskap.

Inom livsmedelsindustrin finns ett otal, sinsemellan väldigt olika, branscher.

Mejerierna med sina specifika problem, all inkommande mjölk måste processas samma dag och orderna inkommer inte förrän efter produktionsstart.

Problem som dock finns hos de flesta företag är bl a:

- Kort hållbarhet både på råvaror och produkter - omöjliggör några större lager.
- Höga krav på leveranssäkerhet, uppemot 100% är ej ovanligt - kräver stora buffertlager.
- Försäljningsprognoser som är väldigt osäkra beroende på konsumenternas tendens att handla efter pris och ej efter märke m m - produktionsplanerna måste revideras ofta.
- Korta ledtider, tid från produktionsstart till färdig produkt - omöjliggör ändringar i redan startad produktion.
- En stagnerande marknad - den enda möjligheten att förbättra resultatet är att rationalisera produktionen genom att ex automatisera mer.
- Gamla anläggningar med ett fåtal, om ens några mätpunkter - omöjliggör helautomatiserad produktion.
- Stor tidsåtgång för planering - en automatiserad planeringsfunktion är ofta önskvärd.
- Erfarenhetsuppbyggd planering - omöjliggör helautomatisk planering.
- Säsongsmissiga fluktuationer - önskvärt med ökad respektive minskad produktion under vissa perioder.
- Arbetsmarknadsmässiga aspekter - omöjligt att anställa och avskeda personal efter konsumtion, knappast önskvärt heller.
- Marknadsavdelningen vill helst ej specificera behovet under kortare perioder än 2-3 månader.
- Produktionsavdelningen vill helst ha dags- eller åtminstone veckobehovet specificerat.

Dessa i många fall diametralt motsatta faktorer och säkert flera andra medför att produktionsplanering inom livsmedelsindustrin är ett mycket svårlöst problem.

Tendenserna inom planeringsfunktionerna är att själva eller med hjälp av konsulenter framta egna skraddarsydda beräkningsprogram som bättre passar livsmedelsbranschens speciella krav än de totalintegrerade ADB-baserade system som finns att tillgå på marknaden idag.

Denna undersökning har av praktiska skäl varit begränsad till Sverige, men vissa slutsatser kan ändå dras.

1. De ADB-baserade MPS-system som finns, kanske ej uppfyller alla krav som kan ställas men utveckling pågår och en nyetablering inom ADB-området för Alfa-Laval är ej tillräddlig. Specialistkompetens saknas i hög grad och framtagandet av ett nytt specialanpassat MPS-system tar manår i anspråk.
2. Operationsanalysens möjligheter som upptäckts utomlands har ännu inte vunnit genomslagskraft i Sverige. Att hjälpa något enstaka företag med mindre problem som kan lösas med linjär programmering t ex kan låta sig göras, men för att tillgodogöra sig OA's fulla möjligheter krävs också mycket specialistkunskap, som Alfa-Laval i dagsläget ej förfogar över. OA lämpar sig därför bäst för konsultverksamhet av specialister.
3. Alfa-Laval besitter däremot en betydande processkunskap som kan och bör utnyttjas till att utforma ett processnära hjälpmedel för att hjälpa förmännen i deras dagliga beslutsfattande.
4. De två bästa måtten på en produktionsenhets effektivitet är försäljningsresultat och produktionsutfall. Det verkliga försäljningsresultatet jämförs noga med försäljningsprognoserna för att försöka förbättra desamma.

Produktionsutfallet däremot följs inte upp med samma noggrannhet på de flesta håll. Det här föreslagna hjälpmedlet är tänkt att även underlätta utvärderingen av produktionsutfallet. Genom att t ex införa sk måttal upptäcks brister i produktionen. Dessa brister är lättare att påvisa och åtgärda om man har ett bra underlag att presentera.

Ett förslag till ett sådant system finns i kap. 6 men det är viktigt att komma ihåg att varje kund har olika önskemål, varför flexibiliteten i ett system för produktionsplanering måste vara stor.

8. LITTERATURFÖRTECKNING

1. Andersson J., Ljungfeldt S. och Wandel S., Produktionsstyrning (2); Studentlitteratur 1970
2. Production & Inventory Control Terms, American Production & Inventory Control Society, A.P.I.C.S., Chicago 1966, ur (1)
3. Fischbach L., Affärsekonomi Management 84:8 s 58-60
4. Berglund J.E., Grubbström R.W. och Hallden L., Vad är operationsanalys? (5) Aldus 1971
5. Johnsson L.A. & Montgomery D.C., Operations Research i Production Planning, Scheduling & Inventory Control, Wiley 1974
6. Zimmerman H.-J. & Sovereign M.G., Quantitative models for Production Management, Prentice-Hall 1974
7. Bestwick P.F., A Forecast Monitoring and Revision System for Top Management  
Opl. Res. Q. 26:2 s 419-429
8. Kingsman B.G., Commodity Purchasing,  
Opl. Res. Q. 20:1 s 59-79
9. Steuer R.E., Sausage blending using Multiple Objective Linear Programming  
Mgmt. Sci. 30:11 s 1376-1384
10. Stainton R.S., Production Scheduling with Multiple Criteria Objectives  
Opl. Res. Q. 28:2 s 285-292
11. Jones W.G. & Rope C.M., Linear Programming Applied to Production Planning - A Case Study  
Opl. Res. Q. 15:4 s 293-302
12. Information hämtad från respektive företags presentationsbroschyrer och årsberättelser



13. Information hämtad från respektive leverantörs informationsmaterial

Undersökta produktionsplaneringssystem

System	Leverantör
Admins/V32	Admintec
Bravo MPS	Promax Data
Damaps	Computas
Datamas	Datorisering
JIT	Hewlett-Packard
LBPCS	LB-konsult
Mapics	IBM
Mapsam	Datapoint
MD MPS	Makrodata
Mods	Mods
Mopsy	ADB-gruppen
MPS-modul	Rakab
Primas	Honeywell Bull
Safes 25	ICL Data
VAX-ProFi	Digital Equipment

Anm: Systemen är listade i alfabetisk ordning för att undvika rangordning.

14. Mårtensson T., Balans 84:2 s 11-15
15. Meal H.C., Putting production decisions where they belong  
Harvard Business Review 84:2 s 102-111