

# Styrning av hierarkiska lager i ett distributionssystem

*- Metoder och förbättringsförslag för Alfa Laval Separations  
reservdelsdistribution i ett system med centrallager och regionallager -*

Terje Klyver

Ulrika Uhlman

**Examensarbete utfört vid Alfa Laval Separation AB  
Service Operations Division i Tumba**

# Förord

Detta examensarbete utgör det avslutande momentet i vår utbildning till civilingenjörer på linjen för industriell ekonomi, vid Tekniska Högskolan i Luleå. Arbetet är utfört vid den avdelning som ansvarar för reservdelsdistribution, Service Operations Division (SR), inom Alfa Laval Separation AB i Tumba. Uppdragsgivare tillika handledare inom Alfa Laval har varit SR:s chef, Lars Wijkström. Handledare vid LuTH har varit Svante Edzén vid avdelningen för industriell logistik.

Vi tackar Lars för den möjlighet till fördjupade kunskaper och den arbetslivserfarenhet, i Sverige och utomlands, som vi har erhållit under examensarbetets gång. Svante vill vi tacka för att han, i en tid då alla andra flyr fältet, tålmodigt har hållit avdelningens fana högt och givit oss hjälp och handledning. Ett stort tack vill vi även ge till alla andra inom SR, särskilt Sven-Arne Lindblom, som har svarat på många frågor. Speciellt skulle vi också vilja tacka Gilbert Debecker vid Caterpillar Logistics Services i Bryssel, för trevligt bemötande och värdefull information.

Tumba i december 1996

Terje Klyver

Ulrika Uhlman

# Abstract

Within Alfa Laval Separation AB spare parts for separators and decanters are distributed from one central warehouse and two distribution centers. Today routines and decision rules are worked out only to a certain degree for the management of the distribution centers. The aim of the master thesis has therefore been to work out and develop suggestions for the control of these distribution centers in order to improve the inventory management of the whole system. To find possibilities of improvement an analysis of the present situation has been made. Thereafter thorough theoretical studies and benchmarking of the logistic and distribution enterprises of six companies have been performed. Out of these two studies as well as an analysis of the problems several improvements have been recommended.

The distribution system ought to be regarded as an echelon stock with a master stock balance and forecasts based on customer demand. When applying this approach a global system of accessibility ought to be established. The forecasts and the system of forecasts of the distribution centers as well as of the central warehouse should be improved by using other initial values in the forecasts, by using the forecast programs more efficiently, by application of new forecast models as well as extending the field of application of the forecast system.

Various methods and modes of procedures to raise the service level and to improve methods of measurements are recommended. By refinement of already existing methods and the introduction of a new method, the assortment of the distribution centers can be better chosen than today. The management of the distribution centers can also be improved considerably by classification of the assortment.

Concerning inventory levels we suggest methods and elements that are to be taken into consideration at the determination of safety stock and cycle stock. The stock is then shared between the different stock points according to proposed strategies and principles. Estimated order quantities should also be adjusted in accordance with proposed methods.

The responsibility for inventory control and quality assurance ought to be defined according to given suggestions. The same is applicable to information and education. Finally general improvements for the central warehouse and the distribution centers are recommended.

# Sammanfattning

Inom Alfa Laval Separation AB sker distribution av reservdelar till separatorer och dekantrar från ett centrallager och två regionallager. Idag finns det endast i viss mån utarbetade rutiner och beslutsregler för styrning av regionallagren. Målsättningen med examensarbetet har således varit att utarbeta och utveckla förslag för styrning av dessa regionallager, i syfte att förbättra hela systemets lagerhållning. För att finna förbättringsmöjligheter har först en nulägesanalys gjorts. Därefter har grundliga litteraturstudier och en marknadsstudie av sex företags logistik- och distributionsverksamheter genomförts. Utifrån dessa två studier samt problemanalys rekommenderas ett flertal förbättringar.

Lagersystemet bör betraktas som ett flödeslager, med ett gemensamt lagersaldo och prognoser som baseras på kundefterfrågan. Vid tillämpning av detta synsätt bör ett globalt tillgänglighetssystem inrättas. Regionallagrens såväl som centrallagrets prognoser och prognosystem bör förbättras genom användning av andra ingångsvärden i prognoserna, effektivare användning av prognosprogrammen, tillämpning av nya prognosmodeller samt utökning av prognossystemets användningsområde.

Diverse metoder och tillvägagångssätt för att höja servicenivån samt förbättra mått och mätmetoder rekommenderas. Genom förfining av redan befintliga metoder samt införande av en ny metod kan regionallagrens sortiment väljas bättre än idag. Styrningen av regionallagren kan dessutom förbättras avsevärt genom klassificering av sortimentet.

Beträffande lagernivåer föreslås metoder och faktorer som bör tas i beaktande vid bestämning av säkerhetslager och omloppslager. Dessa lagernivåer fördelas sedan mellan lagren enligt föreslagna strategier och principer. Beräknade orderkvantiteter bör också justeras enligt föreslagna metoder.

Ansvar för lagerstyrning och kvalitetssäkring bör definieras och fördelas enligt angivna förslag. Detsamma gäller beträffande information och utbildning. Slutligen rekommenderas allmänna förbättringar för centrallagret och regionallagren.

# Innehållsförteckning

1 Inledning.....	10
1.1 Bakgrund .....	10
1.2 Syfte .....	12
1.3 Problemformulering .....	12
1.4 Metod och upplägg .....	13
1.5 Avgränsningar.....	14
2 Företagspresentation .....	15
2.1 Alfa Laval.....	15
2.1.1 Alfa Laval Separation AB .....	17
2.1.2 Service Operations Division.....	18
2.2 Historik.....	19
2.3 Produkter .....	20
3 Nulägesbeskrivning.....	22
3.1 Distributions- och informationsflöde .....	22
3.2 Centrallagret .....	25
3.2.1 Struktur.....	25
3.2.2 Inköp .....	28
3.2.3 Försäljning .....	29
3.2.4 Transporter .....	32
3.2.5 Konkurrens .....	33
3.2.6 Lagerstyrning .....	33
3.3 European Distribution Center, EDC .....	36
3.3.1 Struktur.....	37
3.3.2 Orderhantering.....	38
3.3.3 Transporter .....	40
3.3.4 Förhållande till marknadsbolagen .....	40
3.3.5 Konkurrens .....	41
3.3.6 Lagerstyrning .....	41
3.4 Asian Pacific Distribution Center, APDC .....	46
3.4.1 Struktur.....	46
3.4.2 Orderhantering.....	47
3.4.3 Transporter .....	47
3.4.4 Förhållande till marknadsbolagen .....	48
3.4.5 Konkurrens .....	48
3.4.6 Lagerstyrning .....	49

3.5	Sammanfattning av nuläget.....	51
4	Teorier inom lagerstyrning .....	52
4.1	Verktyg för lagerstyrning .....	53
4.1.1	Logistikkostnader.....	53
4.1.2	ABC-klassificering.....	55
4.1.3	Prognoser.....	58
4.1.4	Servicenivå .....	68
4.2	Enkla lager.....	70
4.2.1	Sortiment .....	70
4.2.2	Beordringssystem.....	72
4.2.3	Orderkvantiteter .....	73
4.2.4	Säkerhetslager.....	78
4.3	Hierarkiska lager.....	89
4.3.1	System av lager.....	89
4.3.2	Sortiment .....	92
4.3.3	Beordringssystem.....	93
4.3.4	Orderkvantiteter .....	99
4.3.5	Säkerhetslager.....	99
4.3.6	Dynamiska effekter .....	102
5	Sammanfattning av praktikfall.....	104
5.1	Lagersystemsinsätt .....	105
5.2	Prognoser.....	105
5.3	Servicenivå .....	106
5.4	Sortiment .....	107
5.5	Lagernivå.....	108
5.6	Fördelning.....	109
5.7	Allmänna lösningar .....	109
6	Analys av problem och rekommendationer.....	111
6.1	Lagersystemsinsätt .....	111
6.2	Prognoser.....	113
6.2.1	Prognostisering för regionallagren .....	114
6.2.2	Central prognostisering .....	117
6.3	Servicenivå .....	119
6.3.1	Åtgärder för att uppnå och bibehålla servicenivåmålet.....	119
6.3.2	Mätning av servicenivå .....	125
6.4	Sortiment .....	128
6.4.1	Upplägg .....	128
6.4.2	ABC-klassificering.....	130
6.5	Lagernivå.....	131

6.5.1	Säkerhetslager.....	131
6.5.2	Orderkvantiteter.....	133
6.6	Fördelning.....	136
6.6.1	Centralt kontra regionalt säkerhetslager.....	136
6.6.2	Push-principen för högfrekventa artiklar.....	137
6.6.3	Pull-principen för lågfrekventa och dyra artiklar.....	139
6.6.4	Regional lagring av unika artiklar.....	139
6.6.5	Höga lagernivåer av billiga artiklar vid regionallagren.....	140
6.7	Övriga förbättringsförslag.....	141
6.7.1	Ansvar för lagerstyrning.....	141
6.7.2	Information och utbildning.....	143
6.7.3	Kvalitetsansvar.....	143
7	Rekommendationer.....	146
7.1	Lagersystemsinsätt.....	146
7.2	Prognoser.....	147
7.3	Servicenivå.....	148
7.4	Sortiment.....	149
7.5	Lagernivå.....	150
7.6	Fördelning.....	151
7.7	Övriga förbättringsförslag.....	152
8	Implementering av rekommendationer.....	153
8.1	Information.....	153
8.2	Lagerplanerare.....	154
8.3	Flödeslager.....	154
8.3.1	Amase för APDC.....	154
8.3.2	Prognoser i Murco.....	155
8.3.3	Globalt tillgänglighetssystem.....	155
8.4	Modell enligt Volvo Truck Parts.....	155
8.5	Amase.....	156
8.5.1	Utbildning i Amase.....	156
8.5.2	ABC-klassificering.....	156
8.5.3	Verklighetsbaserade parametrar i Amase.....	157
8.5.4	Inköp av StockAnalyst.....	157
8.5.5	Manuella prognoser.....	157
8.5.6	Regel för upplägg av artiklar.....	158
8.5.7	Avrundning av EOQ.....	158
8.6	Utbildning.....	158
8.7	Lagernivå.....	159
8.8	BAS-principen och prognosmodell enligt Croston.....	159

8.9 Fördelning.....	160
8.9.1 Regionspecifika artiklar .....	160
8.9.2 Införande av push- och pull-principen .....	160
8.10 Servicenivå .....	161
8.10.1 Servicenivåmått.....	161
8.10.2 Servicenivåkrav.....	162
8.10.3 Servicenivåklasser.....	162
8.10.4 Bristuppföljning .....	163
8.10.5 Begränsning av utleveranser.....	163
8.10.6 Utökad kundservice .....	163
8.10.7 Meddelande i ALGO.....	164
8.10.8 Ökad servicenivå vid APDC.....	164
8.11 Upplägg av artiklar vid NADC.....	166
8.12 Kvalitetsansvar .....	166
9 Allmänna förbättringsförslag.....	167
9.1 Centrallagret .....	167
9.2 EDC .....	169
9.3 APDC.....	171
9.4 Övergripande .....	171
Källförteckning.....	172
Litteratur.....	172
Artiklar .....	173
Personliga referenser.....	174
ABB Logistics Center .....	174
Alfa Laval Separation AB - Service Operations Division (SR) .....	174
Caterpillar Logistics Services, Inc.....	175
Engson Maskin AB .....	175
Sandvik Coromant AB .....	175
SKF Distribution.....	175
Volvo Truck Parts Corporation .....	176
Tekniska Högskolan i Luleå.....	176



## Bilagor

A	Praktikfall .....	1(38)
A.1	Caterpillar Inc .....	1(38)
A.1.1	Caterpillar Logistics Services .....	2(38)
A.1.2	Engson Maskin AB .....	9(38)
A.2	Volvo Truck Parts Corporation .....	12(38)
A.2.1	Distributionsstruktur i Europa.....	12(38)
A.2.2	Orderhantering .....	13(38)
A.2.3	Lagerstyrning .....	14(38)
A.3	ABB Logistics Center .....	18(38)
A.3.1	ABB Logistics Center Sverige.....	18(38)
A.3.2	Struktur .....	20(38)
A.3.3	Tekniskt stöd.....	22(38)
A.3.4	Kontrakt.....	22(38)
A.3.5	Lagerstyrning .....	23(38)
A.4	SKF Distribution .....	26(38)
A.4.1	Distributionsstruktur.....	26(38)
A.4.2	Lagerstyrning .....	29(38)
A.5	Sandvik Coromant.....	32(38)
A.5.1	Struktur .....	32(38)
A.5.2	Lagerstyrning .....	34(38)
B	Fördelning av logistikkostnad.....	1(1)
C	Härledning av Wilsonformeln.....	1(1)
D	Kvantitetsrabatter i Wilsonformeln.....	1(1)
E	Begränsat lagerutrymme .....	1(2)
F	Kundklagomål som mått på kundtillfredsställelse .....	1(1)
G	Normalfördelningstabell.....	1(2)
H	Ett kontrollsystem enligt push-principen.....	1(3)
I	Centraliseringssatsen .....	1(2)

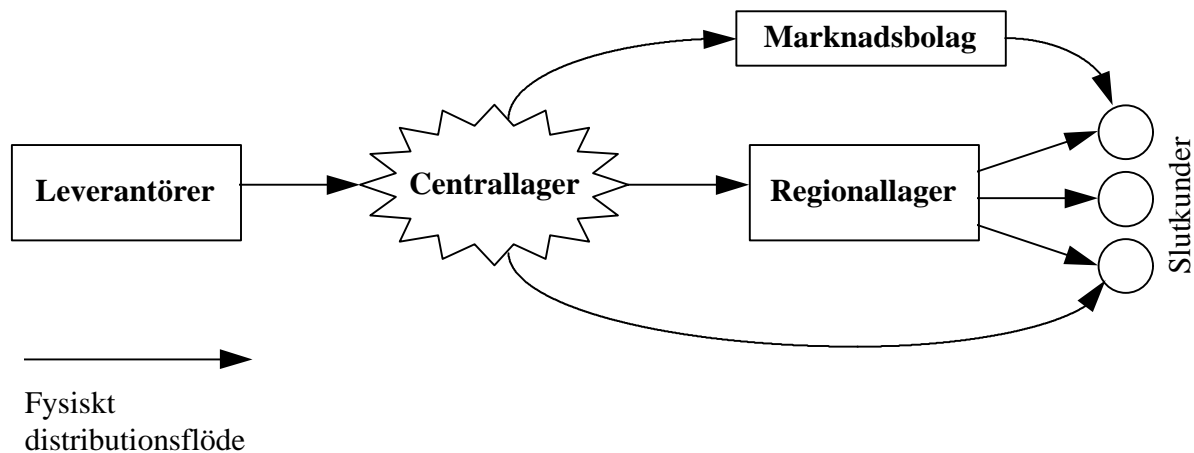
# 1 Inledning

I en tid då konkurrensen tilltar och kundernas krav på företagen blir allt högre är det viktigt att kunna leverera varor snabbt och med stor säkerhet. Detta gäller speciellt inom reservdelsförsörjning, där snabba leveranser är ett måste. För att lyckas krävs hög lagertillgänglighet, effektiv lagerhantering och hög leveranssäkerhet i kombination med ett väl fungerande distributionssystem. Detta kan uppnås genom skicklig styrning av lager och andra i distributionssystemet ingående element.

Ovanstående situation har lett till att företag såsom Alfa Laval aktivt arbetar med logistik och lagerstyrning, vilket i sin tur ligger till grund för uppkomsten av detta examensarbete. Nedan ges en kort beskrivning av examensarbetets bakgrund, problemformulering, syfte, metod samt avgränsningar.

## 1.1 Bakgrund

Inom det studerade företaget, Alfa Laval Separation AB, bedrivs reservdelsdistribution för separatorer och dekantrar av enheten Service Operations Division, SR. 1993 påbörjades införandet av den distributionsstruktur som idag innefattar ett centrallager i Tumba, Sverige, och regionallager i Holland och Singapore. Systemet beskrivs schematiskt i figur 1.1.



Figur 1.1: Schematisk beskrivning av SR:s distributionsstruktur (se även figur 3.1)

Den vanliga ordergången är att marknadsbolagen beställer material från regionallagren, vilka dagligen får lagerpåfyllnader från centrallagret. Sedan skickas materialet ifrån regionallager till kund. Vid leverans till kunder i Norden och Amerika (där det inte finns regionallager) distribueras materialet via ett marknadsbolag eller direkt till kund. I examensarbetet kommer främst regionallagren och styrningen av dessa att behandlas. Regionallagren ägs och styrs centralt av SR i Sverige, som även ansvarar för funktioner såsom inköp, lagerstyrning och strategiskt beslutsfattande. Vad gäller regionallagret i Holland har styrningen, under examensarbetets gång, förbättrats avsevärt i och med införandet av ett datoriserat prognos- och lagerstyrningsprogram. I detta program är beslutsregler och i viss utsträckning strategier inlagda i syfte att optimera regionallagrets lagerhållning. För regionallagret i Singapore sker styrningen fortfarande manuellt. Även i detta fall finns vissa regler och rutiner, som efterföljs i syfte att optimera lagerhållningen.

## 1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att lagerhållningen i systemet skall kunna förbättras. Detta skall i sin tur leda till att hela lagersystemets ekonomi förbättras, vilket i slutändan skall ge en kostnadsminskning för företaget. Ett delsyfte har varit att ge berörda personer inom SR ökad kunskap om hur andra företag arbetar med distribution och lagerstyrning samt ge dem en inblick i delar av den teori som finns inom detta område.

## 1.3 Problemformulering

### *Problem*

Som tidigare nämnts finns det idag i viss mån utarbetade rutiner och beslutsregler för styrning av regionallagren. Till stor del, speciellt vad gäller regionallagret i Singapo- re, saknas dock en genomtänkt strategi. Många beslut angående sortiment, lagerni- våer, anskaffningskvantiteter etc fattas baserade på erfarenhet och känsla. Problemet som skall lösas i examensarbetet är således att utarbeta förbättringsförslag för styr- ning av regionallagren.

### *Mål*

Målsättningen är att detta skall resultera i rekommendationer, tillämpbara regler samt implementeringsförslag vad gäller lagersystemsinsätt, prognostisering, servicenivå, sortiment, fördelning och lagernivåer\*. Dessutom kommer allmänna förslag ges för områden med förbättringspotential.

---

\* I begreppet lagernivåer innefattas här lagerstyrningsprinciper för bestämning av säkerhetslager, beställningspunkt och orderkvantiteter.

## 1.4 Metod och upplägg

Arbetet har i huvudsak utförts enligt en kvalitativ forskningsmetod. Tillvägagångssättet har varit följande.

1. *Företags- och nulägesbeskrivning* - Insamling av primärdata<sup>1</sup> har skett genom utbildning, personliga intervjuer och informella samtal med de anställda inom företaget samt andra personer med anknytning till verksamheten, till exempel konsulter. Sekundärdata<sup>2</sup> har samlats in genom studier av, inom företaget befintlig, dokumentation. Den erhållna informationen har sammanställts i form av minnesanteckningar och intervjureferat, vilka i sin tur har legat till grund för kapitel två (Företagspresentation) och tre (Nulägesbeskrivning). Dessa avsnitt är huvudsakligen av deskriptiv karaktär<sup>3</sup>. Revidering och uppdatering av det insamlade materialet har gjorts kontinuerligt.
2. *Teori* - Efter en grundlig litteratursökning inom området har ämnesspecifik litteratur valts ut och studerats. Därefter har en deskriptiv analys<sup>3</sup> av vissa relevanta teorier gjorts, vilken har sammanställts i kapitel fyra (Teorier inom lagerstyrning). Under arbetets gång har delar av denna teori reviderats, beroende på hur arbetet har utvecklats och vad som har behandlats i övriga avsnitt.
3. *Marknadundersökning* - Som ett led i arbetet har kvalitativa fallstudier<sup>4</sup> gjorts av andra företags logistik- och distributionsverksamhet. De studerade företagen har valts ut med hjälp av en bedömande/ändamålsenlig urvalsmetod<sup>5</sup>, där sannolikheten att ett visst företag väljs är okänd. Kriteria vid urvalet har huvudsakligen varit att de studerade företagens distributionsstruktur och produkter någorlunda skall likna SR:s. Primärdata har samlats in genom personliga intervjuer, telefonsamtal och brev. Dessutom har sekundärdata studerats i form av företagsdokumentation.

---

<sup>1</sup>Zikmund, William G. (1994). *Exploring Marketing Research*. Forth Worth: The Dryden Press, s 56.

<sup>2</sup>Ibid., s 162-205.

<sup>3</sup>Ibid., s 565-583.

<sup>4</sup>Ibid., s 132-134.

<sup>5</sup>Ibid., s 455-466.

De deskriptiva fallstudierna återfinns i bilaga A (Praktikfall) och en kort sammanfattning ges i kapitel fem (Sammanfattning av praktikfall).

4. *Analys och resultat* - Efter sammanställning av det insamlade materialet (kapitel två, tre, fyra och bilaga A) har de delar som ansetts kunna ligga till grund för förbättringar, och därmed är värdefulla för problemlösningen, analyserats närmare. Materialet har i första hand analyserats utgående från den för arbetet relevanta teorin samt den, genom marknadsundersökningen, erhållna informationen. Dock har även andra, mer allmänna, kunskaper, erfarenheter och sunt förnuft använts vid analysen. Detta har resulterat i rekommendationer till förbättringar samt beslutsregler, vilka kan implementeras och användas vid styrning av regionallagren. Dessa delar återfinns i kapitel sex (Problemanalys) och sju (Rekommendationer), vilka närmast är av kausal<sup>6</sup> karaktär. I kapitel åtta (Implementering av rekommendationer) vidareutvecklas och beskrivs införandet av förbättringsförslagen.

## 1.5 Avgränsningar

I enlighet med problemformuleringen skall arbetet främst behandla regionallagren och styrningen av dessa. Under arbetets gång har dock förbättringsmöjligheter för systemet, som ej direkt berör regionallagren, diskuterats. Dessa tankegångar redovisas separat i kapitel nio (Allmänna förbättringsförslag).

Dessutom har följande avgränsningar gjorts:

- ◆ Det befintliga distributionssystemet och dess lagerlokalisering antas vara givna faktorer
- ◆ Den fysiska lagerhanteringen i respektive lager antas vara given
- ◆ Eventuellt beroende mellan artiklar bortses från
- ◆ Noggrann ekonomisk utvärdering av rekommenderade förslag görs ej.

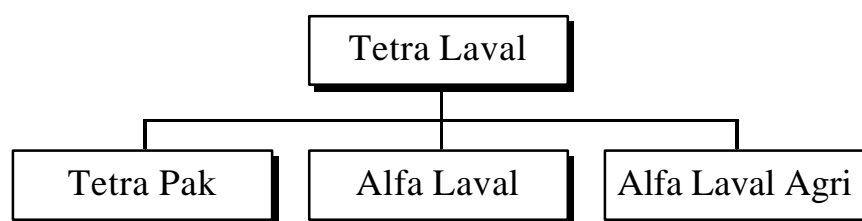
---

<sup>6</sup>Ibid., s 50-52.

## 2 Företagspresentation

I detta kapitel beskrivs det studerade företags organisation, historia och produkter.

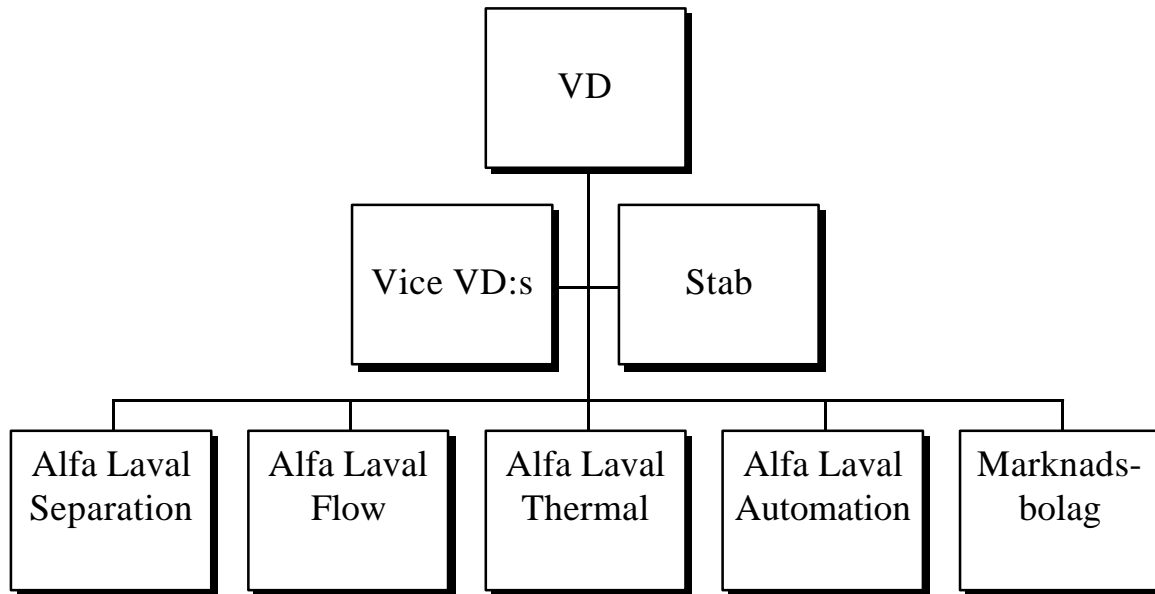
Alfa Laval är en av tre koncerner inom Tetra Laval. De andra två är Tetra Pak och Alfa Laval Agri. Inom Tetra Laval finns totalt 44.300 anställda, varav 13.500 inom Alfa Laval.



*Figur 2.1: Tetra Lavals organisation. Källa: internt material*

### 2.1 Alfa Laval

Alfa Laval är uppdelat i fyra affärsområden: Alfa Laval Separation, Alfa Laval Thermal, Alfa Laval Flow och Alfa Laval Automation. Av dessa enheter är Alfa Laval Separation, med 5.100 anställda, i särklass störst och står för 44 procent av försäljningen (1995).



Figur 2.2: Alfa Laval's organisation. Källa: internt material

Alfa Laval försöker arbeta nära kunderna i hela världen och har således 110 dotterbolag i 46 länder. Förutom i de länder med dotterbolag säljs Alfa Laval's produkter, av lokala representanter, i ytterligare 45 länder. Alfa Laval har 38 produktionsenheter samt 20 forskningscentra runt om i världen.

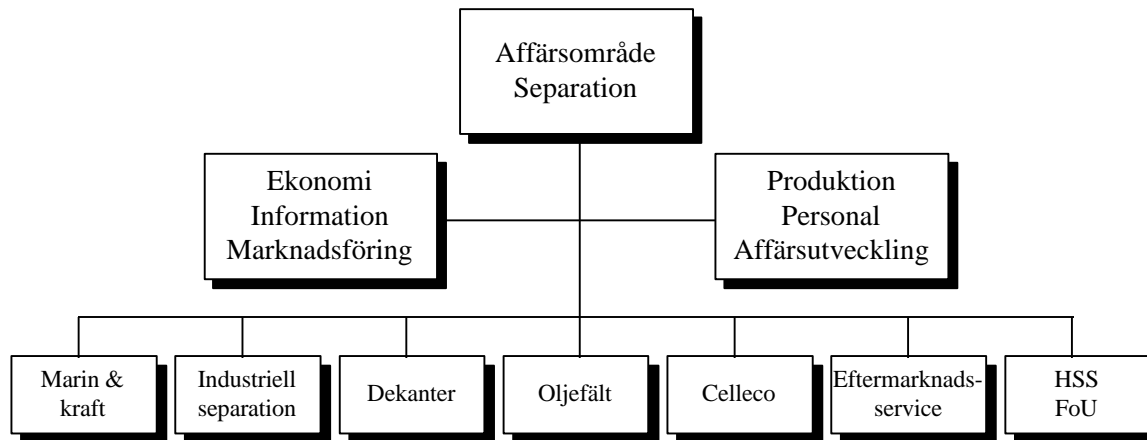
Respektive affärsområde säljer sina produkter. Ett nära samarbete inom koncernen har även gjort det möjligt för Alfa Laval att kunna erbjuda hela systemlösningar innehållande separatorer, värmeväxlare, styrsystem och flödesutrustning. Koncernspråket är engelska och affärsidén lyder då:

*"Alfa Laval offers its vital technologies, Separation, Heat Transfer, Flow Technology and Automation, as key components and systems which help to make industry more efficient, to save natural resources and to protect the environment."*



### 2.1.1 Alfa Laval Separation AB

Affärsområdet Separation är uppdelat i applikationsenheterna marin och kraft, industriell separering, oljefält, papper och cellulosa (Celleco), eftermarknadsservice samt forskning och utveckling. Alfa Laval Separations organisation illustreras nedan i figur 2.3.



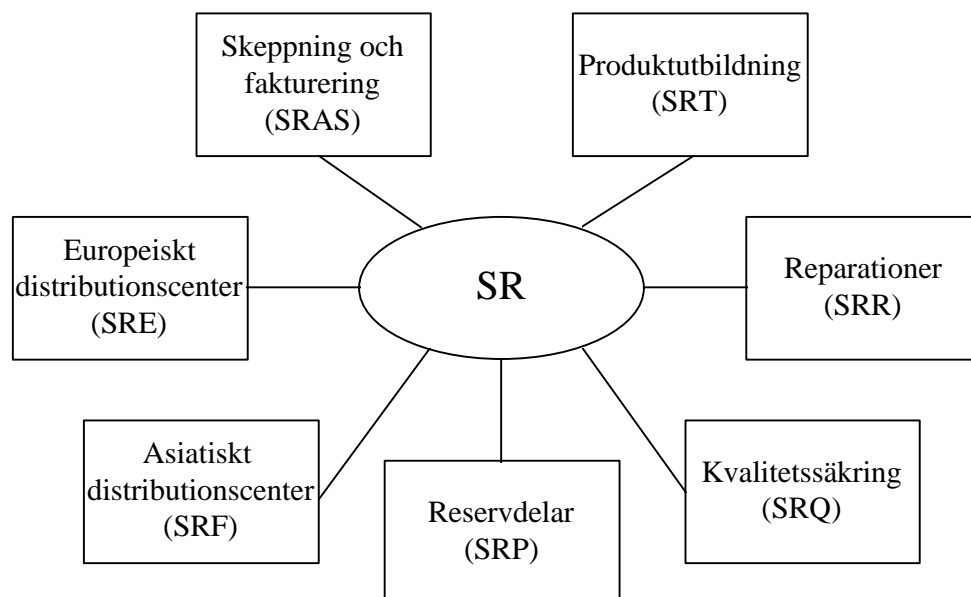
Figur 2.3: Alfa Laval Separations organisation. Källa: internt material

De två största affärsenheterna inom Alfa Laval Separation är marin och kraft samt industriell separation, vilka står för 37 respektive 36 procent av försäljningen. De kundgrupper som Alfa Laval Separation framförallt betjänar finns inom marin-, kraft-, process-, verkstads- och livsmedelsindustrin. Andra stora kundgrupper är oljeindustrin, reningsverk samt pappers- och cellulosaindustrin. Inom sjöfartsindustrin är Alfa Laval marknadsledande på separatorer, med en marknadsandel på 60 procent av alla separatorer som säljs i världen.

### 2.1.2 Service Operations Division

Service Operations Division (SR) har som främsta funktion att hantera, sälja och distribuera reservdelar. SR ansvarar även för andra funktioner, till exempel produktutbildning, tillverkning av unika reservdelar samt vissa repa-

rationer. Examensarbetet är utfört inom SR, vars organisation illustreras i figur 2.4.



Figur 2.4: SR:s organisation. Källa: internt material

SR, med 139 anställda, har klart uttalade verksamhetsmål:

Full kundservice skall uppnås genom att

- vara marknadsbolagens bästa val för eftermarknadsservice
- öka den egna produktiviteten
- förkorta ledtiderna
- finnas så nära marknaden som möjligt

Inom SR har avdelningen för reservdelshantering (SRP) följande mål:

- Hög servicenivå ( $\geq 96$  procent)
- Optimal prissättning
- Väl fungerande administration
- Verka för ökad försäljning av servicesatser
- Verka för att konkurrenter inom piratindustrin bekämpas

## 2.2 Historik

I linje med många rationaliseringsförsök inom jordbruket under slutet av 1800-talet intresserade sig den svenske ingenjören Dr Gustav de Laval 1877 för problemet att med centrifugalseparering ersätta den långsamma sedimenteringsprocessen mellan mjölk och grädde. Efter att ha läst en artikel, i "Die Milchzeitung" (18 april 1877), om en mjölkseparator konstruerad av tysken Wilhelm Lefeldt kunde Gustav de Laval konstruera en separator som var både mindre och effektivare.

I februari 1878 bildade de Laval tillsammans med en studiekamrat, Oscar Lamm, företaget Oscar Lamm Jr i syfte att utveckla och sälja uppfinningen. Detta samarbete resulterade i en första presentationen av separatorn den 14 januari 1879, i Stockholm. Försäljningen blev en succé och 1883 startades företaget AB Separator för att kunna tillgodose den ökande efterfrågan. Under detta namn utvecklades företaget till ett multinationellt företag och sortimentet utökades kraftigt. Den första mjölkmaskinen som arbetade med vakuum togs i bruk 1917 och 1931 utvecklades plattvärmeväxlare för att förbättra pastöriseringsprocessen.

1963 ändrade AB Separator namn till Alfa-Laval AB och sedan 1991 är Alfa Laval en självständig koncern inom Tetra Laval. En omstrukturering skedde inom Tetra Laval den 1 januari 1993, varvid dagens struktur tog form. Koncernen kom att bestå av fyra självständiga industrigrupper: Alfa Laval, Alfa Laval Agri, Tetra Laval Food och Tetra Pak samt en finansgrupp som skapades ur de fyra organisationerna. Syftet med de strukturella förändringarna var att erhålla mer renodlade verksamheter, där varje industrigrupp ges möjlighet till specialisering inom respektive område. Från och med den 1 april 1996 upphörde Tetra Laval Food i sin dåvarande form som en självständig industrigrupp. Den största delen av verksamheten inlemmades i Tetra Pak, och andra delar flyttades över till Alfa Laval.

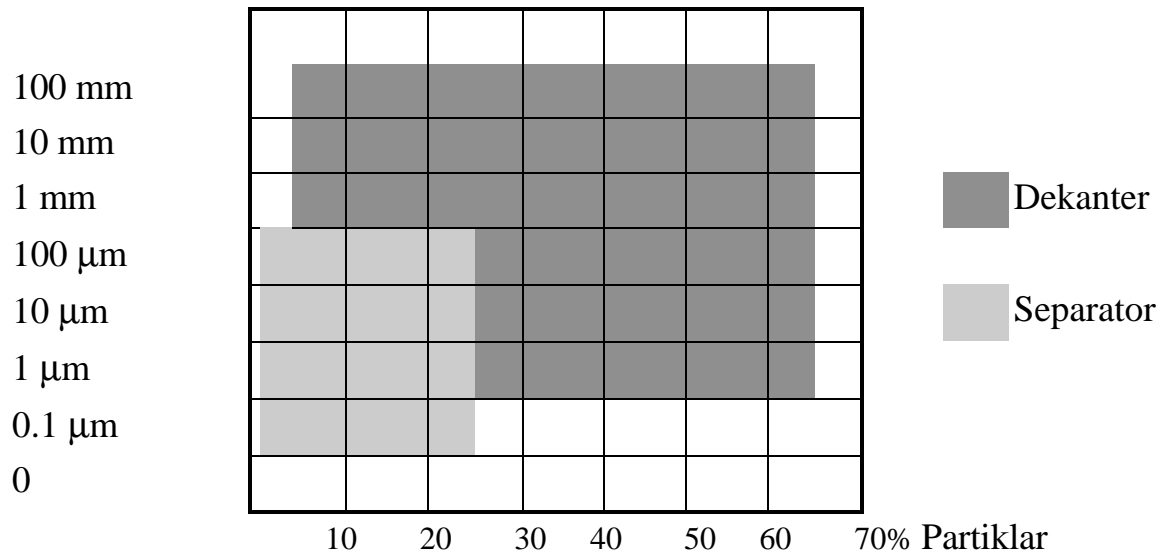
## 2.3 Produkter

De produkter som tillhandahålls av Alfa Laval Separation är bland andra centrifugalseparatorer, dekantercentrifuger, avsaltningssystem, oljereiningssystem samt skivfilter och virvelrenare. Företagets kärnprodukter är separatorer. Det finns fyra grundtyper av centrifugalseparatorer: helväggsseparatorer, munstyckeseparatorer, självrenande separatorer samt dekantrar. Användningsområdena för dessa centrifugalseparatorer varierar.

Helväggsseparatorer används för vätskor med mindre än en procent fasta partiklar, till exempel matolja, tvål och sprängämnen. Dessa separatorer måste med jämna intervall stannas, plockas isär och rengöras från partiklar eftersom de inte har automatisk rening. När slamhalten är högre, upp till tio procent, används självrenande separatorer, bland annat för separering av bränsle, mjölk, öl och vin. I dessa separatorer samlas de fasta partiklarna i separatorkulans slamrum och töms under gång genom en spalt i kulans periferi som öppnas under en mycket kort tid (0,1 sekund). Om slamhalten är ännu högre används munstyckeseparatorer, vilka alltid har en öppning i separatorkulans periferi, där utsläppet av slam justeras genom öppningens storlek. Denna separator används främst för jäst, alkohol och stärkelse. Dekantern är den separator som klarar högst slamhalter, upp till 65 procent. Separeringen sker här i en horisontellt liggande trumma där slampartiklarna kontinuerligt matas ut med hjälp av en skruvformad slamtransportör. Dekantern används främst för separering av avloppsvatten, slakteriprodukter och plaster.

Användningsområdet för en separator i jämförelse med en dekanter illustreras i figur 2.5. Jämförelsen sker både med avseende på partiklarnas mängd och storlek. Av i diagrammet i figur 2.5 framgår det tydligt att dekantern används för högre koncentrationer av slam och även för större partikelstorlekar.

Partikelstorlek



Figur 2.5: Jämförelse av användningsområde för dekanter och separator med avseende på partikelstorlek och volymprocent partiklar i inloppsvätskan. Källa: internt material, fritt

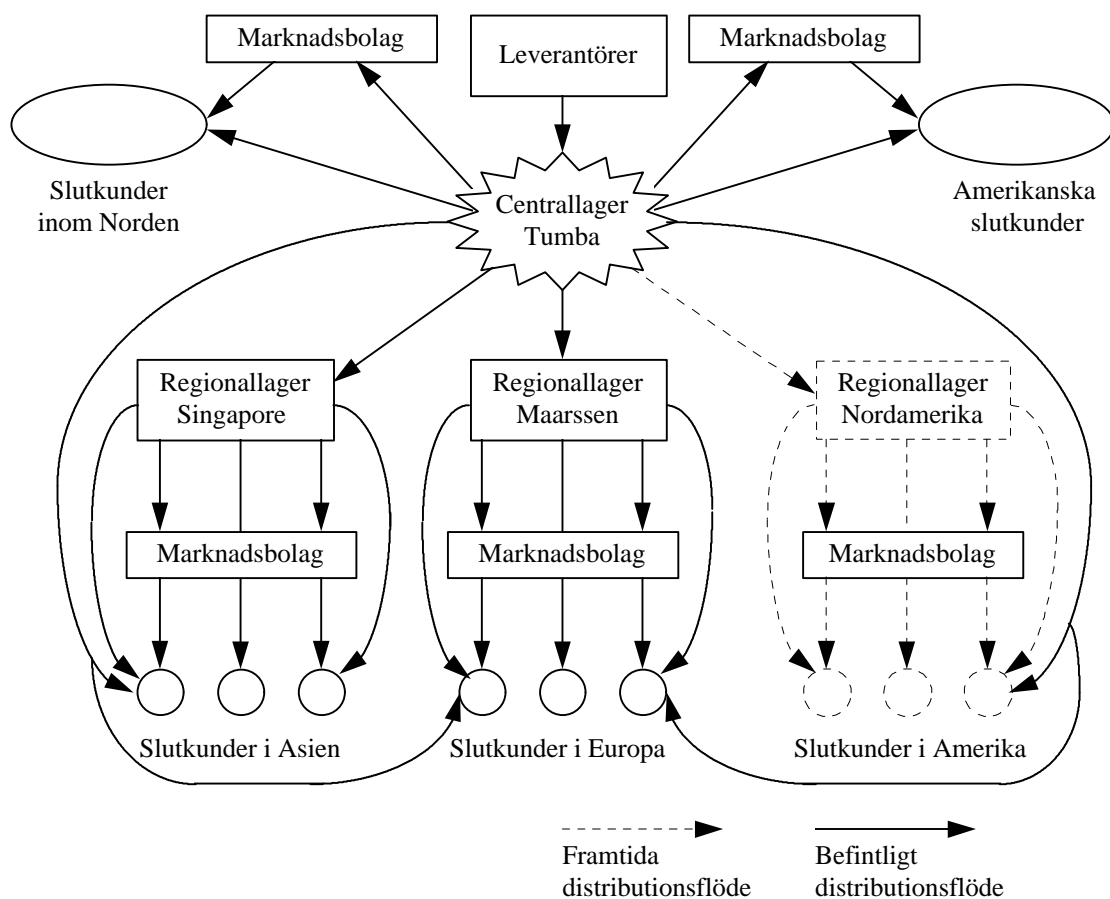
## **3 Nulägesbeskrivning**

I detta kapitel beskrivs SR och dess verksamhet. Först beskrivs hela lagersystemets struktur med distributionsflöde och informationsflöde. Därefter följer en beskrivning av verksamheten vid centrallagret och regionallagren.

### **3.1 Distributions- och informationsflöde**

Sedan 1993 tillämpar och utvecklar SR en distributionsstruktur med centrallager i Sverige och regionallager runt om i världen (se figur 3.1). Idag finns det ett regionallager i Holland, European Distribution Center (EDC), och ett i Singapore, Asian Pacific Distribution Center (APDC). Under 1997 planerar man att starta upp ett regionallager i USA, North American Distribution Center (NADC), vilket skall betjäna den amerikanska marknaden.

Huvudtanken med detta distributionssystem är att Alfa Laval's marknadsbolag skall beställa reservdelar genom regionallagren, vilka levererar direkt till slutkunderna. Påfyllning av regionallagren skall ske från centrallagret i Tumba. Genom detta system önskar man jämfört med det tidigare distributionssystemet, då varje marknadsbolag hade ett eget lager, uppnå positiva synergieffekter. Tanken är att centrallagret som lagerför många artiklar och har ett stort säkerhetslager, skall ta upp de stora variationerna i efterfrågan. Eftersom regionallagren har små säkerhetslager och marknadsbolagen inga lager alls, blir kapitalbindningen följaktligen lägre än för det tidigare systemet.

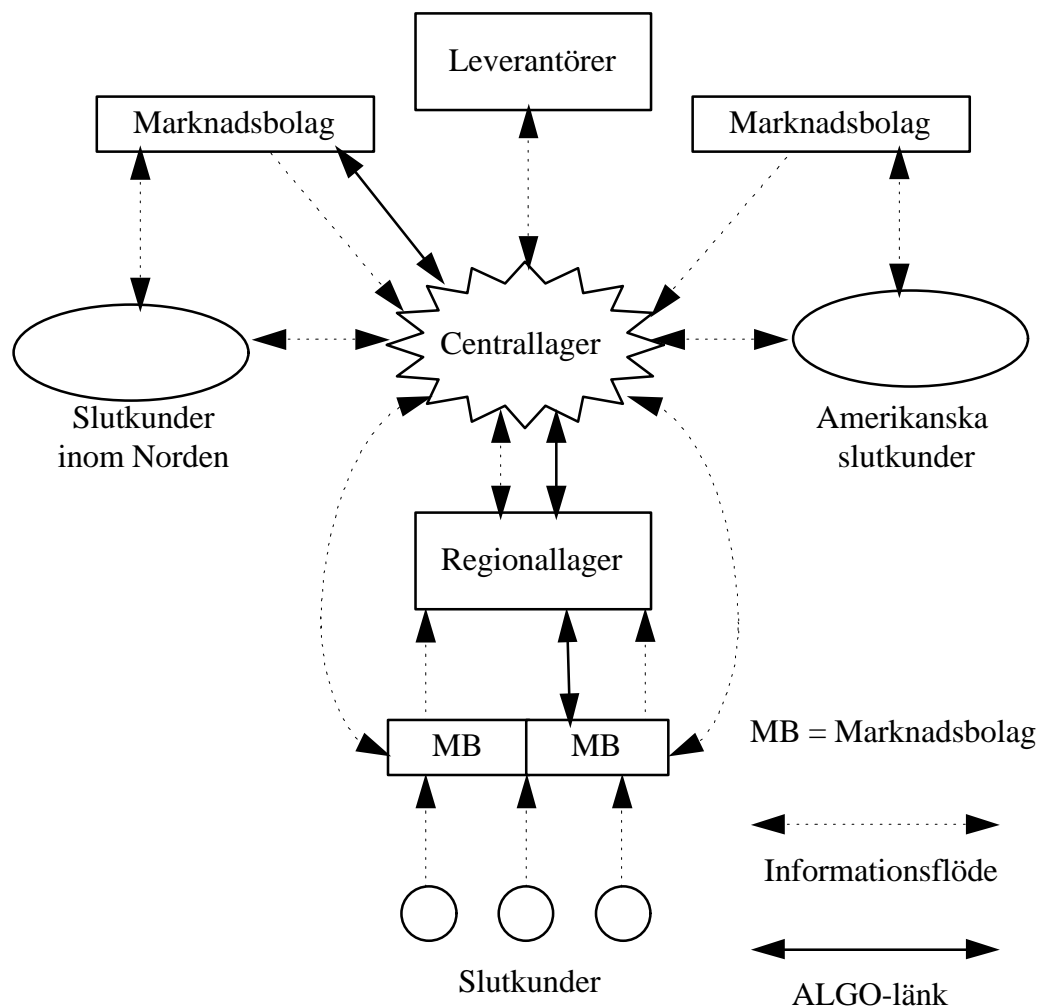


Figur 3.1: SR:s fysiska distributionsflöde

Undantag görs dock från detta distributionsschema. De marknadsbolag som bedriver reparationsverksamhet har i viss utsträckning egna, mindre, lager. För dessa sker distributionen antingen via ett regionallager eller direkt från centrallagret till respektive marknadsbolag. När det gäller distributionen i Asien har man inte riktigt kommit in i de ovan beskrivna rutinerna ännu, eftersom APDC startades upp så sent som i maj 1995. De asiatiska marknadsbolagen beställer i stor utsträckning direkt från centrallagret och håller relativt stora egna lager.

Informationsutbytet - vad gäller order etc - mellan de i systemet agerande parterna sker i enlighet med figur 3.2. Mycket av den data som behövs för SR:s verksamhet finns lagrad och uppdateras kontinuerligt i Alfa Laval Group Order System (ALGO).

ALGO är ett datorsystem för inköp, order, spedition, fakturering, lagerrutiner med mera. De flesta AL\* - bolag runt om i världen har tillgång till någon slags applikation av ALGO. Som framgår av figur 3.2 har centrallagret tillgång till regionallagrens ALGO-system och vice versa. Detsamma gäller för centrallagret och marknadsbolagen inom Norden. I övriga Europa och i Asien finns det bara i vissa fall ALGO-länkar mellan regionallagren och marknadsbolagen. Med dessa länkar kan uppkoppling ske så att lagerinformation kan studeras vid ett annat lager. Det är dock bara från centrallagret som det via länk går att göra ändringar i regionallagrens system. De marknadsbolag som idag inte använder ALGO skall på sikt använda en ny programvara för informationssystem (Scala för PC och BPCS för AS/400).



Figur 3.2: Informationsflöde inom SR

\* AL = Alfa Laval



För att beräkna prognoser, säkerhetslager, beställningspunkter och ekonomiska orderkvantiteter används idag prognos- och lagerstyrningsprogram. Det finns ett datorprogram, Murco, som används för prognostisering för centrallagret. För EDC används datorprogrammet Amase. Vid APDC görs prognoser och bedömning av lagernivåer manuellt.

## **3.2 Centrallagret**

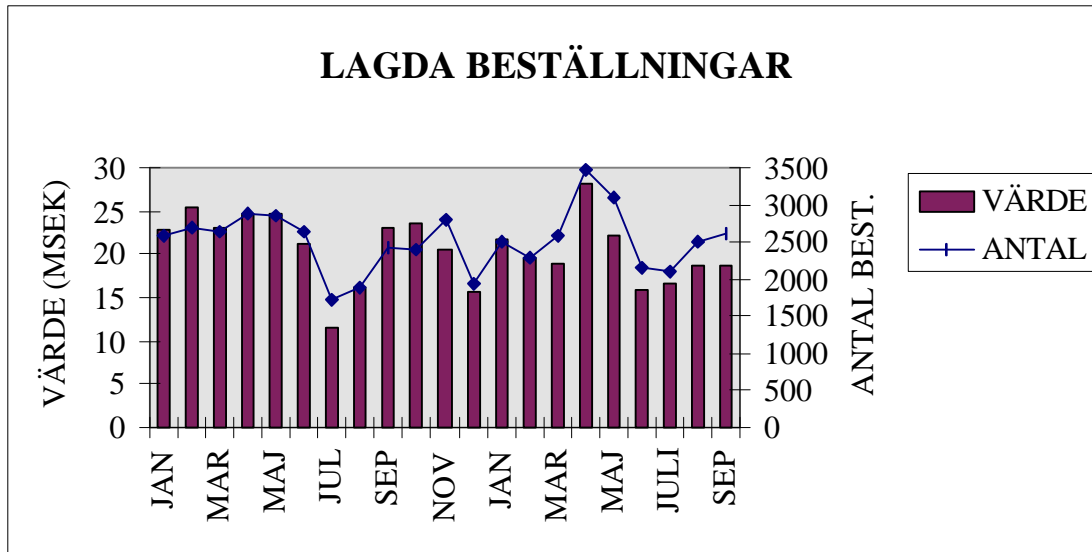
Centrallagret är placerat i Tumba och dit anländer alla systemets inleveranser från interna och externa leverantörer. Centrallagret är sedan utgångspunkten för all vidare distribution inom systemet. Av totalt 70.000 artikelnummer lagerhålls cirka 21.000 vid centrallagret. Den totala lagerytan i centrallagret är 8.000 m<sup>2</sup>.

### **3.2.1 Struktur**

Reservdelarna tillverkas av interna AL-bolag i Sverige och Europa samt av externa tillverkare. Cirka 150 orderrader\* levereras dagligen till centrallagret, som i sin tur expedierar i genomsnitt 1.400 orderrader per dag. Variationerna är dock stora och antalet utlevererade orderrader ligger i intervallet 900 - 2.500 stycken per dag. Cirka 120 stycken order kommer dagligen in till centrallagret (se figur 3.3).

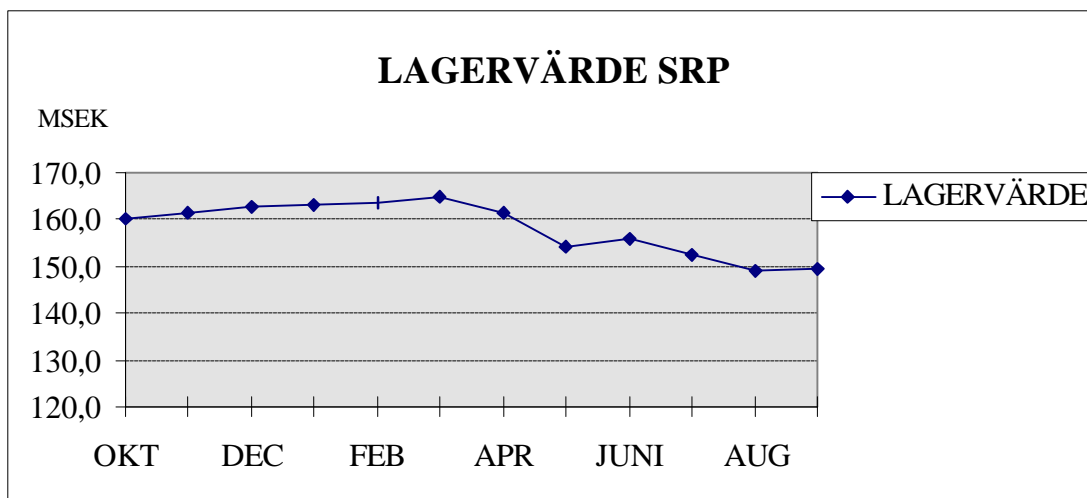
---

\*orderrad = ett artikelnummer vid ett plocktillfälle

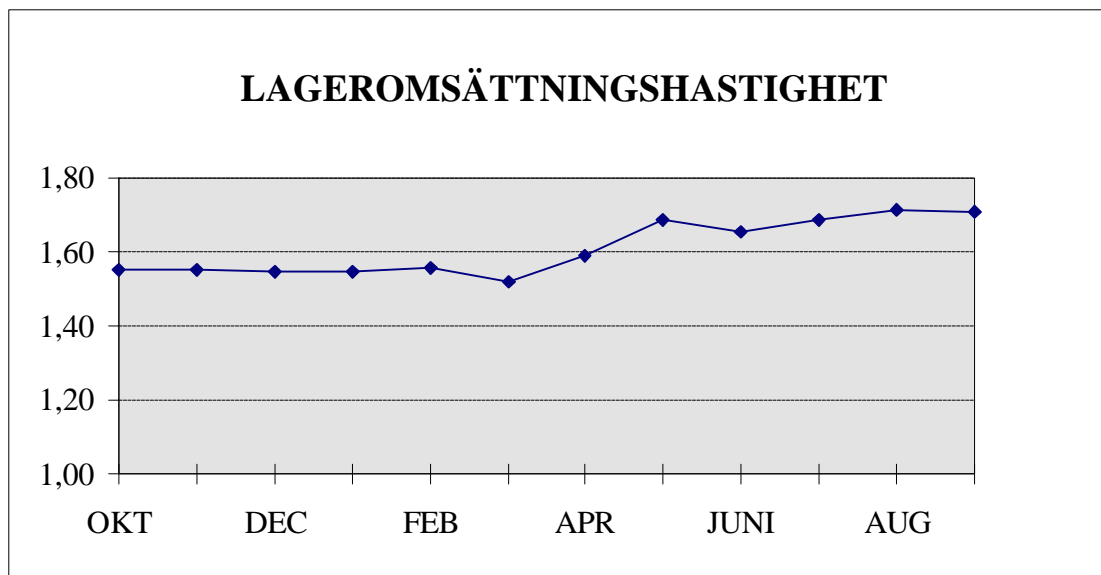


Figur 3.3: Lagda beställningar vid centrallagret under perioden januari 1995 till september 1996. Källa: Sven-Arne Lindblom, SRPP

Centrallagrets totala lagervärde uppgick i juni 1996 till 156 MSEK (se figur 3.4). Den genomsnittliga lageromsättningshastigheten var vid samma tidpunkt 1,65 gånger per år (se figur 3.5). Målet för 1997 är att höja lageromsättningshastigheten till 2,1 gånger per år. Lageromsättningshastigheten mäts som summan av standardpriset för de senaste tolv månadernas ackumulerade försäljning dividerat med lagervärdet i slutet av varje månad.



Figur 3.4: Lagervärde vid centrallagret under tiden oktober 1995 till september 1996. Källa: Sven-Arne Lindblom, SRPP



*Figur 3.5: Lageromsättningshastighet vid centrallagret under perioden oktober 1995 till september 1996. Källa: Sven-Arne Lindblom, SRPP*

Vid centrallagret finns även en reparationsverkstad för reservdelar samt en liten verkstad för tillverkning av nya artiklar. Dessa verkstäder betjänar SRP med artiklar som är utgångna, eller av andra skäl inte lagerförs.

Centrallagret bär kvalitetsansvaret för alla artiklar som distribueras i systemet och såväl externt som internt tillverkade artiklar kontrolleras vid ankomsten till centrallagret. Leverantörerna är indelade i fyra grupper som är baserade på hur noggrann kvalitetskontroll som görs. I den första gruppen ingår leverantörer inom koncernen och dessa artiklar kontrolleras endast till antalet. Till den andra gruppen hör välrenommerade externa leverantörer och för dessa sker provning av ett mindre provuttag. För mindre kända externa leverantörer sker en normal kontroll, definierad av Alfa Laval. I den sista gruppen återfinns leverantörer med vilka problem har uppstått tidigare samt förstagångsleverantörer. Dessa leverantörer kontrolleras genom allkontroll respektive utfallsprov. Andelen fel som upptäcks vid ankomstkontrollen har ett ackumulerat medelvärde på omkring 2,5 procent av antalet inleveranser.

Av SR:s 350 leverantörer är det endast med nyckelleverantörerna som någon form av kvalitetskontrakt har upprättats. Detta kontrakt ingår i ett större leveranskontrakt och förbinder leverantören att leverera fullgoda produkter i rätt kvantiteter och i rätt tid. Tillsammans med övriga leverantörer sker ett kontinuerligt kvalitetsarbete, där SR arbetar för att förmå de viktigaste leverantörerna att höja kvaliteten på produkter och leveranser.

### **3.2.2 Inköp**

Det finns idag sex inköpare inom SRPP (SR/Purchasing and Inventory Control), vilka ansvarar för inköp av material till centrallagret. Inköpen görs per inköpare för olika produktgrupper såsom bearbetat-, plåt-, gummi-, plast- eller elektronikmaterial. Baserat på prognoser i Murco görs en nettobehovsberäkning, som inköparna får ut i form av inköpsförslag två gånger i veckan. Minst fem av dessa inköpsförslag justeras manuellt av inköparna, som har fria händer att efter eget huvud bestämma hur mycket och vad som skall köpas in. Ofta köps andra orderkvantiteter än de rekommenderade ekonomiska orderkvantiteterna in, i syfte att minska kapitalbindningen. För artiklar som är lågfrekventa och dyra brukar inköparna dessutom avvakta en tid innan inköp görs. När inköparna har gått igenom och gjort justeringar i inköpsförslaget, frisläpps det och en kvittens erhålls. Detta genererar en skriftlig beställning, till vilken inköparen bifogar erforderliga dokument (till exempel ritningar), varpå beställningen skickas till leverantören via telefax eller post. Varje beställning ordererkänns av leverantören vad gäller kvantitet och leveransdatum. Det är inte alla leverantörer som kan hålla de utlovade leveranstiderna. Därför görs en genomgång av brister en gång per vecka då möjligheterna att påskynda leveranser studeras.

Av SRP:s cirka 350 leverantörer är fabriken i Eskilstuna den i särklass största. 1995 utgjordes 17 procent (av totalt 296 MSEK inköpt material) av artiklar från Eskilstuna. Fabriken i Eskilstuna levererar dagligen till centrallagret. Leveranstiden kan vara upp till 15 veckor, men man strävar efter att förkorta den till sex veckor. SKF är den största externa leverantören. SRP köper kullager från SKF för 15 MSEK per år. SKF

och de andra stora externa samt interna leverantörerna, såsom fabrikerna i Monza och Madrid, levererar material till centrallagret varje vecka.

Inom SR delas leverantörerna in i tre kategorier:

1. *Nyckelleverantörer* - De leverantörer från vilka Alfa Laval köper stora volymer (många bolag inom Alfa Laval använder samma ingående artiklar i sina produkter). Med dessa sluts inköpsavtal för hela koncernen.
2. *Specifika SR-leverantörer* - Dessa består av stora eller medelstora leverantörer till SR, med vilka SR sluter inköpsavtal, oftast i form av en prislista.
3. *Allmänna leverantörer* - Från dessa leverantörer köper SR vanliga katalogvaror till fasta priser som leverantören bestämmer.

### **3.2.3 Försäljning**

Inom SRP är försäljningsarbetet indelat i tre ordergrupper:

1. *SRPE - Sales Euro/Africa*, som betjänar Afrika (främst Sydafrika), Norden och övriga Europa. Med övriga Europa avses europeiska länder som inte ingår i den europeiska unionen.
2. *SRPA - Sales America*, som betjänar hela den amerikanska kontinenten
3. *SRPF - Sales Asia/Pacific*, som betjänar Asien.

I varje ordergrupp har en försäljare huvudansvaret för ett antal länder. Denna person hanterar hela försäljningsprocessen, från offert till skeppning, för alla kunder i respektive land. De huvudsakliga fördelarna med detta system är att kunskaperna breddas, uppsikten över en order ökar samt arbetsbelastningen fördelas jämnt under dagen. Inom varje grupp finns också en tekniskt ansvarig person.

Det finns två typer av order som levereras från centrallagret till regionallagren. Den vanligaste typen är lagerpåfyllnadsorder. Då en artikel i ett regionallager når beställningspunkten, genereras en påfyllnadsorder i ALGO som länkas till centrallagret. Den andra typen av order är bristorder. En sådan order uppstår då ett regionallager får in en order av en artikel som lagerförs, men är slut för tillfället, eller som överhu-

vudtaget inte finns i regionallagrets sortiment. Orderna kommer via telefon, telefax eller länkas genom ALGO (se figur 3.2 för informationsflöde).

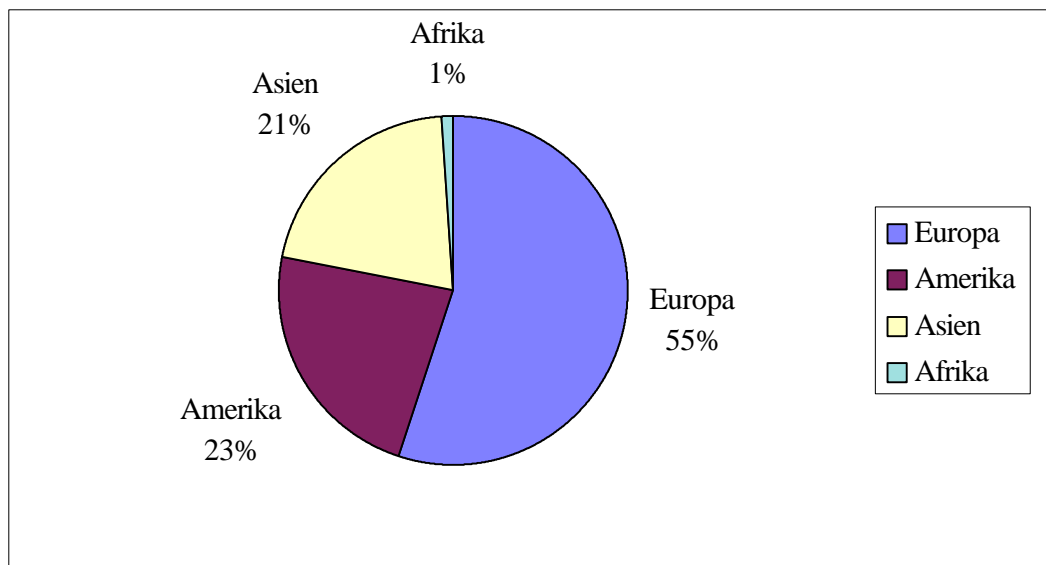
Centrallagret tar dagligen emot bristorder från regionallagren. Idag utgörs cirka 10 procent av alla orderrader från EDC till centrallagret av bristorder. Totalt tar centrallagret varje dag emot cirka 1.100 orderrader som är fördelade enligt följande.

Region	Antal orderrader per dag	Andel (%)
EDC	250	23
APDC	100	9
Amerika	450	41
Norden	300	27

*Tabell 3.1: Antal orderrader per dag, inkomna till SRP från de olika regionerna.*

*Källa: Gunnar Rydberg, SRPL*

Utöver dessa 1.100 orderrader plockas och packas internorder motsvarande ungefär 200 orderrader per dag. Dessa order utgörs av servicesatser som läggs i lager för framtida behov. Observera att antalet orderrader ej är proportionellt mot varken vikt, volym eller pris. I figur 3.6 illustreras fördelningen av den totala försäljningen under 1995, 428 MSEK.



Figur 3.6: Fördelning av total försäljning 1995. Källa: Sinikka Saviaro, SRPE

Lagerpåfyllnadsorder från regionallagren som kommer in till centrallagret innan klockan 13.30 plockas, packas och sänds iväg samma dag. Vid akutfall kan en order skickas samma dag ifall den har kommit in före klockan 15.00. De order som kommer in under dagen, men ej skickas samma dag, samt de påfyllnadsorder som kommer in efter klockan 13.30, läggs in i en nattbatch. Under natten samkörs dessa order i ett datorprogram och efterföljande morgon får lagerpersonalen ut de cirka 400 orderraderna, ordnade i optimala plockslingor.

Förutom reservdelar till separatorer säljs också reservdelar till kringutrustning. Dessa tillverkas oftast inte av Alfa Laval, men för enkelhetens skull distribueras de genom SR.

De flesta marknadsbolag är anslutna till ett internt finanssystem, genom vilket debitering sker. Följande prisgrupper används.

- ◆ *Pi-pris* är det prognostiserade inköpspriset som ligger till grund för standardpriset.
- ◆ *Standardpris* är  $\text{pi-pris} \cdot \text{MO-pålägg}$  (materialomkostnadspålägg), det vill säga det pris som marknadsbolagen betalar.
- ◆ *EPPL-pris* är det pris som kunden slutligen betalar för artikeln.

Om SRP säljer direkt till kund, erhåller det marknadsbolag som kontakterna har förmedlats genom en viss provision. Oftast motsvarar denna provision differensen mellan EPPL-pris och standardpris.

Inom försäljningsavdelningen finns också en funktion som kallas ”Emergency Service”, som mot en avgift betjänar kunder efter kontorstid och under helger.

### **3.2.4 Transporter**

Två gånger per dag skeppas material från centrallagret till EDC. Klockan 14.00 avgår en lastbil, från Scansped, med lagerpåfyllnad (det vill säga det som har bokats dagen innan eller under natten). SR föranmäler varje dag till Scansped hur mycket som skall skickas. Transporten till EDC tar två till tre dagar. Klockan 17.30 avgår en DHL-transport med brådskande gods som skall vara framme efterföljande dag. Material till APDC skeppas en gång per dag med samlastningsflyg. Allt gods med destination utanför Europa sänds med flyg, genom speditören Melair. Ledtiden till Asien skall vara fyra dagar, men blir ofta längre på grund av tullar och dylikt.

Vid inrikes transporter kan försäljarna välja mellan företagspaket, företagspaket express, jetpak, tåg, bil, budbil eller DHL. Det som avgör transportsätt är oftast hur brådskande leveransen är, hur skrymmande godset är samt priset. I slutändan är det alltid kunden som bestämmer vilket transportsätt som skall användas. Detta gäller även utländska kunder, vilket betyder att de ovan nämnda rutinerna inte alltid följs. När material skeppas direkt till kund skiljer sig transportsätten ofta från fall till fall.

Både EDC och SR är direkt uppkopplade mot DHL, vilket gör skeppningen väldigt effektiv. All skeppning av farligt gods sker direkt från centrallagret. Farligt gods får inte sändas med företagspaket och vid flygtransport måste mycket strikta regler efterföljas.



### **3.2.5 Konkurrens**

Utanför Tetra Laval-koncernen kommer den enda konkurrensen, vad gäller reservdelar till separatorer, från piratindustrin. Givetvis kan en kund också välja att köpa standardprodukter, såsom standardkullager och o-ringar, från andra leverantörer. Inom Tetra Laval skall ingen konkurrens finnas. SR säljer reservdelar till alla AL Separations separatorer medan Tetra Pak endast säljer reservdelar till separatorer inom mejeribranschen (vilka dock är inköpta från AL Separation).

### **3.2.6 Lagerstyrning**

Distributionssystemets lagerstyrning sker ifrån centrallagret. Här försöker man styra systemet så att lagerhållningen blir så ekonomisk som möjligt. Olika beräkningssystem och metoder för de olika lagren används dock. Således tillämpas en kombination av lagerstyrning för enkla lager - som optimerar respektive lagers ekonomi - och lagerstyrning för kopplade lager - som försöker optimera hela lagersystemets (SR:s) ekonomi.

#### ***Prognoser***

Idag använder SRP och EDC datorprogrammen Murco respektive Amase för prognostisering och lagerstyrning. Dessa program använder sig av algoritmer för styrning av enkla lager, det vill säga i Murco bestäms storheterna så att SRP:s lagerhållning optimeras och i Amase optimeras EDC:s lagerhållning.

Vad det gäller de olika prognosprogrammen har chefen för SRPP ansvaret för att sätta och justera de övergripande parametrarna. Dessa parametrar kan användas för styrning enligt företagets strategier. Exempelvis har en hög lagerhållningsränta samt en mycket låg ordersärkostnad satts för att erhålla prognoser med lagernivåer och orderkvantiteter på önskat sätt. Övriga parametrar såsom ledtid, inköpspris och orderkvantiteter kan inköparna justera individuellt.

För att uppnå effektiv lagerstyrning är artiklarna i Murco indelade i olika grupper, baserade på värde och frekvens. Det finns låg-, medel- hög- och extremt högfrekventa artiklar, se tabell 3.1.

Frekvens	Antal plock per år
Låg	$\leq 4$
Medel	5-24
Hög	25-89
Extrem	$\geq 90$

Tabell 3.2: Frekvensindelning av artiklar. Källa: Sven-Arne Lindblom, SRPP

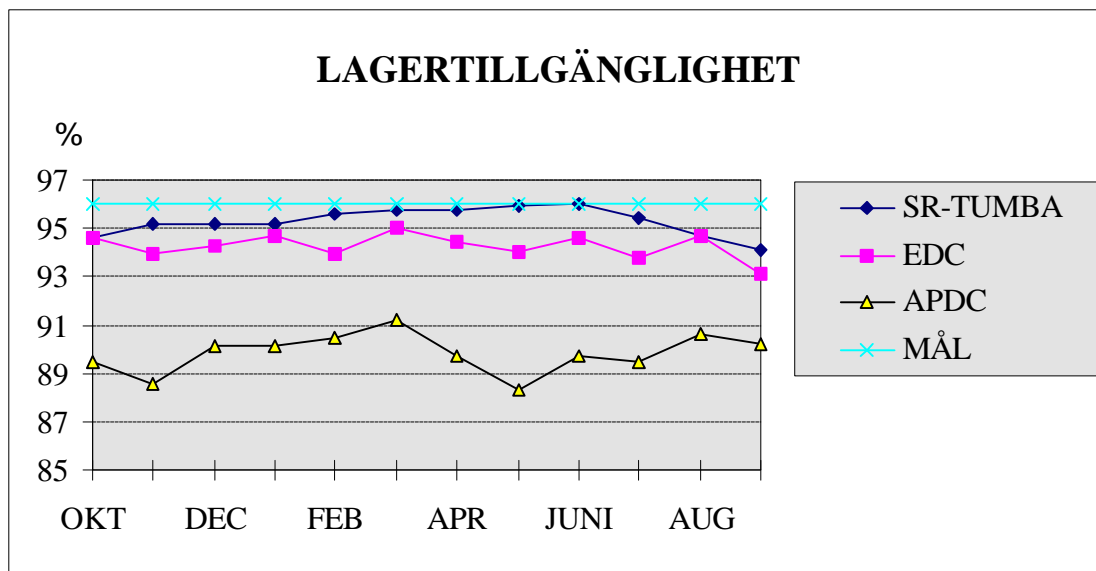
Förutom denna gruppering delas artiklarna också in i tolv olika volymvärdesgrupper, vilket totalt ger 48 artikelgrupper. Följande samband gäller för beräkning av en artikels volymvärde:

Volymvärde = årsprognosstandardpris

(se avsnitt 3.2.3 för förklaring av standardpris).

### ***Servicenivå***

Servicenivåmålet är satt till 96 procent och skall gälla i alla led i systemet. Med servicenivå avses lagertillgänglighet, vilken mäts genom att jämföra varje inkommen orderrad med om de beställda artiklarna finns i lager i den mängd att orderraden kan levereras komplett och i tid. Lagertillgängligheten i centrallagret är omkring 95 procent och för regionallagren är den något lägre (se figur 3.7).



Figur 3.7: Lagertillgänglighet; mål samt utfall för centrallagret, EDC och APDC under perioden oktober 1995 till september 1996. Källa: Sven-Arne Lindblom, SRPP

För att effektivt styra de 48 artikelgrupperna i Murco tilldelas varje grupp ett specifikt servicenivåmål. Detta innebär att de högfrekventa men volymvärdeslåga grupperna har ett servicenivåmål på över 99 procent. Servicenivåmålet avtar sedan för lägre frekvens och högre volymvärde. Dessa grupper skall trimmas så att den totala genomsnittliga lagertillgängligheten uppgår till 96 procent.

#### **Sortiment**

SR:s policy är att samtliga reservdelar till en separator skall gå att uppbringa i 10 år efter att produktionen av separatorn i fråga har upphört. I verkligheten är denna tid närmare 20 år. Vid produktion och försäljning av en ny typ av separator läggs de strategiskt viktigaste delarna i lager direkt, trots att det i vanliga fall tar flera år innan de efterfrågas. Artiklarna finns oftast kvar i lager tills dess utskrotning görs av de artiklar som inte har efterfrågats under en längre tid.

Prognosprogrammet känner av och ger signaler när det är dags att fylla på lagret, men reagerar inte över att en artikel som finns i systemet inte omsätts. Varje år ex-

ekveras därför en programsnurra som läser av när artiklarna senast plockades. Artiklar som inte har efterfrågats under de senaste fem åren registreras på en lista. Denna lista delas upp för respektive inköparens sortimentansvar. Inköparna studerar sedan listan för att avgöra vilka artiklar som skall skrotas ut. Vanligtvis uppgår värdet av dessa artiklar till cirka tolv MSEK, varav artiklar motsvarande tre MSEK skrotas. Under 1996 har ett stort utskrotningsprojekt påbörjats, vilket omfattar ett lagervärde av omkring 25 MSEK.

### ***Lagernivå***

Vid centrallagret används ett beställningspunktsystem för bestämning av lagerpåfyllnad. Parametrar för bestämning av säkerhetslager och lagernivåer är inlagda i Murco. Dessa parametrars värden bestäms och justeras av chefen för SRPP.

I prognosystemet har två till tre veckor (för transport och hantering) lagts till de av leverantörerna angivna ledtiderna. Idag mäts leveranssäkerheten per leverantör på så sätt att tidpunkten för en inkommen leverans jämförs med den av leverantören utlovade leveranstidpunkten. Utfallet för olika leverantörer varierar mycket. Vissa leverantörer levererar det mesta före utsatt tid och andra har svårt att leverera någonting i tid. Denna statistik används av inköparna vid besök hos respektive leverantör.

## **3.3 European Distribution Center, EDC**

European Distribution Center, EDC, startades upp i september 1991 och var då det första satellitlagret i SR:s nya distributionssystem. EDC etablerades framförallt för att kunna höja servicenivån till slutkunderna. Det fanns dock andra faktorer som låg bakom det slutliga beslutet att starta upp EDC. En av dessa faktorer var att man ville etablera ett distributionscenter inom EU för att komma runt hinder, i form av tullar och kontroller, som fanns då Sverige inte var medlem i EU. En annan anledning var att SR ville lösa de problem som uppstod i samband med de svåra strejker som drabbade Sverige under 1980-talet. Det fanns under denna tid planer på att placera ett vilande lager någonstans i Europa, för att kunna använda det vid tillfällen som

dessas. Denna tanke utvecklades senare till att lagret inte behövde vara vilande utan kunde vara aktivt.

### **3.3.1 Struktur**

I och med etablerandet av EDC kopplades åtta medelstora lager hos de europeiska marknadsbolagen samman, vilka alla hade egna distributionssystem. Det skapades således ett enda regionalt europalager med ett distributionssystem. Idag är 28 marknadsbolag i 17 europeiska länder knutna till EDC. Anledningarna till att EDC placerades i Maarssen, Holland, var dels närheten till de stora hamnarna i Holland, dels infrastrukturen. En viktig anledning var också att skattesystemet i Holland är gynnsamt för drift av ett distributionscenter.

Vid EDC arbetar totalt sju personer. Fyra personer arbetar i lagret, med plockning och packning. Två personer arbetar med ordermottagning och övrig administration och en person arbetar som lagerchef. Chefen för EDC ansvarar för lagret, vad gäller lagerhantering, personal, försäljning och kundkontakter. Dessutom hyrs administrativa tjänster ut, motsvarande 1,3 årstjänster. Idag har EDC cirka 5.200 artiklar i lager, till ett värde av drygt sju MSEK. Lageromsättningen är cirka sju gånger per år. Antalet utlevererade order ökar för varje år. Prognosen för 1996 är att EDC skall leverera 25.000 order till ett värde av 110 MSEK, se tabell 3.3.

	1994	1995	1996 (prognos)
Order (st)	20.000	23.000	25.000
Orderrader (st)	142.000	168.000	175.000
Vikt (kg)	144.000	168.000	183.000
Fakturering (kkr)	110.000	110.000	110.000

*Tabell 3.3: Orderfakta för EDC. Källa: internt material*

### **3.3.2 Orderhantering**

Av de order som kommer in till EDC kommer den största delen via datalänk. Ett visst antal order kommer också via telefax eller telefon. I systemet för orderhantering (EDiN, European Distribution Network) garanteras kunden en orderbekräftelse, med pris och leveransinformation, inom fem minuter. I verkligheten handlar det i de flesta fall om betydligt kortare tid, cirka 20 sekunder. Det är inte alla marknadsbolag som vill ha denna tjänst. Alfa Laval Demori i Italien anser sig inte behöva någon länk för beställning. De beställer idag via telefax. Detta fungerar också bra, men det medför mycket mer arbete vid EDC eftersom ordern måste behandlas manuellt. När en order länkas till EDC uppträder den inte ”fysiskt” förrän den kommer ut som en plocklista.

En orsak till att inte alla marknadsbolag är uppkopplade via länk är att de är så pass små kunder hos EDC. Till exempel anser det tjeckiska marknadsbolaget att den investeringskostnad som uppkoppling via länk skulle medföra, inte är motiverad utifrån den lilla mängd som köps. Det portugisiska marknadsbolaget beställer genom det spanska marknadsbolaget, som är uppkopplat till EDC via länk, för att erhålla samma snabba service.

Ordergången går i regel till så att en kund beställer en reservdel av sin agent som i sin tur beställer av sitt marknadsbolag. Marknadsbolaget lägger in den kompletta ordern (med leveransadress) i EDiN. Marknadsbolaget erhåller en orderbekräftelse när EDC har registrerat ordern och kontrollerat att den går att leverera inom utsatt

tid. Samtidigt som marknadsbolaget får orderbekräftelsen kommer denna order upp på datorskärmen i EDC:s lager. När turen har kommit till denna order skriver lagerarbetarna ut en plocklista och plockar och packar ordern. Artiklarna på plocklistan är sorterade i den mest effektiva plockordningen, i syfte att minimera plocktiden. 75 procent av artiklarna vid EDC är placerade i två paternosterverk. Med dessa paternosterverk besparas mycket lagerutrymme. Det är endast de minst frekventa artiklarna samt skrymmande artiklar som inte är placerade i paternosterverk.

Även EDC tillhandahåller jourservice dygnet runt. Personalen vid EDC har jourtjänst en vecka i taget och får då ta hand om eventuella akuta beställningar. Den jourhavande tar sig till lagret, packar ordern och skickar iväg den på snabbaste sätt. Denna service erbjuds mot en viss avgift.

EDC använder sig av tre tekniskt avancerade hjälpmedel för orderhantering.

1. Automatiskt ordersystem, EDiN
2. Sträckkod, on-line
3. Direktlänk till DHL

Dessa hjälpmedel har effektiviserat administrationen samt minskat risken för fel på grund av den mänskliga faktorn. Pappersexercisen är idag minimal för de order där alla tre hjälpmedel utnyttjas. De enda pappersformulär som används är plocklistor i form av etiketter med streckkod, vilka fästes på förpackningarna.

Avstämning av lagret sker varje natt vid EDC. När centrallagret öppnar morgonen efter finns en påfyllnadsorder klar för att plockas och packas. Artiklarna är då framme på förmiddagen två dagar senare. Denna lagerpåfyllning utförs dagligen av Scansped.

### **3.3.3 Transporter**

Alla order som kommer in till EDC före klockan 15.00 (för marknadsbolagen lokal tid) skickas med DHL samma dag klockan 16.30. Artiklarna levereras till slutkunden

dagen efter mellan klockan 08.00 och 17.00, beroende på var i Europa kunden befinner sig. Kommer en order in senare läggs den i en nattbatch, vilken plockas nästa morgon och sänds med den ordinarie DHL-transporten. Fördelningen av transporter till och från EDC kan studeras nedan i tabell 3.4.

1996 (uppskattat)	KNLG	%	% av order
Utgående DHL	767	63	95
Inkommande DHL	183	15	-
Inkommande Scansped	134	11	-
Utgående förpackningsmaterial	6	0,5	-
Bud	98	8	3
Flygfrakt	23	2	2
Övrigt	4	0,5	-
Totalt	1.215	100	100

Tabell 3.4: Prognostiserade fraktkostnader för 1996. Källa: internt material

### 3.3.4 Förhållande till marknadsbolagen

När EDC startades upp togs flera funktioner över som tidigare fanns inom marknadsbolagen. Det var lagerhållning, packning, distribution och fysisk besittning av artiklar. Det ansvar som marknadsbolagen tidigare hade för lagernivåer och sortiment, övergick till centrallagret (i och med central styrning av EDC).

Det är svårt att förändra det gamla systemet över en natt och övergången skedde succesivt. Marknadsbolagens lager avvecklades i takt med att förtroendet för EDC ökade och de kände att leveranserna var tillförlitliga. För att bygga upp marknadsbolagens förtroende måste EDC till en början skicka allt paketerat gods via marknadsbolagen så att de kunde packa upp artiklarna, räkna dem och packa ned dem för att sedan skicka dem till slutkunden. Efter ett par veckor insåg marknadsbolagen att EDC klarade av arbetet och att det nya distributionssystemet fungerade bra. Det to-



tala sortimentet och därmed servicenivån ökade samtidigt som marknadsbolagen kunde minska sina kostnader betydligt. Kostnadsminskningen berodde framförallt på att lagerkapitalet minskade och mindre personal behövdes för att utföra arbetet. Från 1990 till 1993 minskade lagerkapitalet i Europa med 28 MSEK.

### **3.3.5 Konkurrens**

EDC utsätts endast för försumbar konkurrens från piratindustrin, men på grund av sin goda service har en form av konkurrens uppstått inom koncernen. EDC har högre servicenivå och kortare leveranstid än Tetra Pak Parts som distribuerar reservdelar till separatorer för mejeribranschen. Tetra Pak Parts levererar dessutom endast två gånger i veckan. Detta har lett till att exempelvis Tetra Paks marknadsbolag i Tyskland, Tetra Pak Hochheim, har börjat beställa reservdelar från EDC. Det gör de för att kunna erbjuda sina kunder högre servicenivå. Alla order från detta samt andra Tetra Pak marknadsbolag sänds via telefax till EDC, vilket skapar extra arbete. EDC har försökt förmå dessa marknadsbolag att ansluta sig till EDC via länk, men det går inte eftersom Tetra Pak anser att deras marknadsbolag skall beställa reservdelar från Tetra Pak Parts.

### **3.3.6 Lagerstyrning**

Lagerstyrningen är mer eller mindre centraliserad och storheter såsom orderkvantiteter, beställningspunkter, säkerhetslager, och sortiment för regionallagren bestäms centralt av SRP. Vid uppstarten av regionallagren har ingångsvärden på lagerstyrningsparametrar bestämts enligt traditionell lagerteori för enkla lager, det vill säga huvudsakligen med hjälp av Wilsonformeln, så att orderkvantiteter etc blir optimala med avseende på regionallagrets ekonomi. Baserat på historiska data och erfarenhet har dessa värden sedan justerats manuellt. Detta innebär att plocklistor och andra listor, som till exempel beskriver vilka varor det har uppstått brist av, dagligen har analyserats. Beroende på vad som har plockats, hur mycket som har plockats samt om brist har uppstått eller ej, har sedan värden såsom orderkvantitet och beställningspunkt justerats för hand, grundat på erfarenhet och känsla. Under hösten 1996

har dock ett prognos- och lagerstyrningsprogram, Amase, införts för styrning av EDC:s lager. Detta innebär att mycket av det ovan beskrivna (manuella) arbetet idag utförs i Amase.

### **Prognoser**

I Amase finns det ett antal parametrar som kan justeras. Dessa är bland andra lagerhållningsränta, normalt och tillfälligt alfavärde samt alfavärde för MAD. Artiklar kan delas in i klasserna S, A, B och C. S-gruppen är avsedd för strategiskt viktiga artiklar och A-, B- och C-grupperna är volymvärdesgrupper. För dessa grupper kan olika värden sättas för mål på servicenivån. Dessutom kan olika säkerhetslagermodeller samt värden för extrem orderingång väljas för varje klass. Idag har ingen klassindelning gjorts, eftersom SR anser att alla artiklar som skickas från centrallagret till EDC skall ha samma prioritet.

På artikelnivå kan olika prognosmodeller användas i Amase. Modellerna är baserade på grundmodeller som tillverkaren, 2\*PRO, har vidareutvecklat och anpassat, framförallt genom bearbetning ingående historik. De grundmodeller som finns i Amase är:

1. Växtmodell (Den logistiska kurvan<sup>7</sup>)
2. Medelvärde (Enkel exponentiell utjämning<sup>8</sup>)
3. Trend (Exponentiell utjämning med trend<sup>9</sup>)
4. Säsong (Winters säsongsmetod<sup>10</sup>)
5. Trögrörliga artiklar (Modell enligt Croston<sup>11</sup>)
6. Manuell konstant prognos
7. Utgående artiklar (Geometriskt avtagande metod<sup>12</sup>)
8. ”Linjal” metod (Minsta-kvadrat-metoden)

---

<sup>7</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc, s143-144.

<sup>8</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 19-23.

<sup>9</sup>Ibid., s 23-25.

<sup>10</sup>Ibid., s 25-28.

<sup>11</sup>Croston, J D, Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands, *Operational Research Quarterly*, 23, 3, 1972, s 289-303 och Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 30.

<sup>12</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc, s 149-150.

Prognosprogrammet körs en gång per månad. För artiklar, där differensen mellan prognos och utfall är för stor, föreslås manuell granskning. Denna granskning berör omkring 200 till 300 artiklar varje månad. Granskningen innebär även att beslut om prognosmodell med tillhörande parametrar fattas. Detta arbete kräver omkring två till tre timmars effektivt arbete och utförs av chefen för SRPP.

### ***Servicenivå***

EDC skall fungera som ett distributionscenter och endast ha högfrekventa artiklar i lager för att kunna tillgodose den närmaste tidens behov. Målet är att ha en lagertillgänglighet på 96 procent, det vill säga 96 procent av alla inkomna orderrader skall kunna hämtas direkt från EDC:s lager. Servicenivåmålet är i skrivande stund inte uppnått. Utfallet ligger på cirka 94 procent (se figur 3.7).

Den leveranstid som utlovas, från det att en order har lagts tills dess att kunden har produkterna, är 24 timmar. EDC betjänar de tidigare nämnda marknadsbolagens kunder samt vissa andra kunder som vill beställa via EDC. Exempelvis har det norska marknadsbolaget en ALGO-länk både till centrallagret, EDC och APDC. Denna uppkoppling har gjorts för att möjliggöra beställningar direkt från det lager som ligger närmast den plats där de norska fartygen för tillfället befinner sig. Även Storbritannien har en sådan länk för att snabbt kunna betjäna sina fartyg och därmed erbjuda en hög servicenivå.

### ***Sortiment***

Vad gäller sortimentet har man som tumregel att en artikel som har ett visst värde och har efterfrågats ett visst antal gånger inom ett regionallagers region, skall lagrföras i det regionallagret. Upplägg av nya artiklar sker när en artikel har uppnått respektive gräns, se tabell 3.5.

Plock per år	Artikelvärde SEK
$\geq 2$	$\leq 10.000$

$\geq 3$	$> 10.000$
----------	------------

Tabell 3.5: Sortimentstrategi för upplägg av artiklar vid EDC. Källa: internt material

Artiklar som inte efterfrågas vid EDC eller APDC skall returneras till centrallagret. Detta har endast gjorts en gång hittills och det var i samband med införandet av Amase för EDC. Vid införandet av Amase visade det sig nämligen att 900 av de artiklar som fanns i EDC:s sortiment inte uppfyllde villkoren för att vara lagerförda. Dessutom var det en lika stor mängd artiklar som skulle ingå i sortimentet men inte gjorde det.

### **Lagernivå**

Inventering av lagernivån görs kontinuerligt utifrån en lista (över artiklar som skall inventeras) som skrivs ut en gång i veckan.

Säkerhetslagret kan bestämmas med hjälp av två olika modeller. Den ena modellen baseras på en konstant sannolikhet (vald servicenivå) att brist (på grund av otillräcklig lagertillgänglighet) inte uppstår under en ordercykel. Den andra metoden baseras också på en konstant sannolikhet (vald servicenivå/tillgänglighet), i detta fall lagertillgänglighet. Den senare metoden ger i regel ett större säkerhetslager än den första. I ett kompletterande datorprogram, StockAnalyst (som tillhandahålls av 2\*PRO), kan de båda metoderna analyseras. I detta program kan även andra parametrar än de ovan nämnda justeras och utvärderas. SR innehar för närvarande inte Stock Analyst. Detta innebär att man idag varken analyserar eller justerar parametervärden utifrån lagerutveckling eller annat utfall. De parametervärden som används i Amase idag, är de som initialt sattes av tillverkaren (2\*PRO).

De värden som erhålls för beställningspunkt och ekonomisk orderkvantitet överförs till ALGO en gång per månad. Dessa värden ligger sedan till grund för nästkommande månads leveranser från centrallagret till EDC. SR har som princip att inte lagerföra mer än en månads prognostiserade behov vid regionallagren. Över huvud taget undviks stora lageruttag från centrallagret till regionallagren, eftersom dessa genererar en för hög prognos i Murco och därmed höjer lagernivån vid centrallagret.

## **3.4 Asian Pacific Distribution Center, APDC**

För att vidare utveckla strukturen med centrallager och satellitlager invigdes APDC i maj 1995. Detta är det andra och det senast etablerade satellitlagret inom SR. APDC är placerat i Singapore. Regionallagret lades där för att öka tillgängligheten av reservdelar till separatorer i Asien och då framförallt till fartyg som kommer till de stora hamnarna i Singapore. Regionallagret är liksom EDC tänkt att vara ett lager för marknadsbolagen, vilka direkt skall beställa från regionallagret när en produkt efterfrågas och därmed inte ha egna lager. Således skall marknadsbolagen endast beställa små kvantiteter vid varje tillfälle. Idag befinner man sig i en övergångsperiod mellan det gamla och det nya systemet.

### **3.4.1 Struktur**

Vid APDC arbetar sju personer. Inom administrationen arbetar två personer med kundkontakter och orderförmedling samt lagerchefen. På lagret finns fyra anställda, som arbetar med materialhantering. Förutom distribution av SR:s artiklar handhar APDC även distribution av vissa AL Thermal produkter och reservdelar. Nästa år kommer APDC även att börja distribuera AL Flows artiklar i Asien.

Reservdelar för separatorer levereras den normala vägen, från centrallagret i Sverige. Produkter och reservdelar från AL Thermal levereras däremot från Sverige (Lund), Italien, Japan och Kina. Samtliga leverantörer skickar produkterna direkt till APDC. Vad gäller reservdelar från SR:s centrallager läses endast en streckkod på artiklarna av för att ändra statusen i datorsystemet och det registreras att artiklarna finns i APDC. Dessa artiklar varken räknas eller kvalitetskontrolleras, eftersom de tillhör samma lagersystem. För AL Thermal artiklar krävs betydligt mer arbete eftersom dessa artiklar inte har streckkod och datorn inte är uppkopplad till alla leverantörer. När artiklarna anländer till APDC måste de således både räknas och kontrolleras. Dessutom sköter APDC fakturering (till kund) för dessa artiklar.

### **3.4.2 Orderhantering**

De marknadsbolag som beställer från APDC utgörs av AL-marknadsbolag och beställer således både Thermal-artiklar och artiklar till separatorer. Liksom för EDC används datalänk i stor utsträckning när marknadsbolagen beställer av APDC.

Vid APDC behandlas alla order på samma sätt, oavsett om det gäller artiklar som tillhör SR eller AL Thermal. Den enda skillnaden består i hur betalningarna för dessa artiklar sköts. APDC ägs av AL Separation och AL Thermals administration och ekonomiska ansvar ligger hos AL Singapore. Betalningar från marknadsbolagen för Thermal artiklar sker till AL Singapore, medan betalningar för separatorer går direkt in i systemet. APDC tar alltså inte emot betalning för de artiklar som levereras därifrån. Strategin för SR:s satellitlager är nämligen att de skall koncentrera sig på distribution av reservdelar och ha så liten administration som möjligt.

En förbättring som har gjorts vid APDC är att man inte använder några fraktsedlar. När adressetiketten till respektive kolli skrivs ut står det på denna vad paketet innehåller. Således behöver DHL inte göra något annat än att räkna antalet kollin som avhämtas. På detta sätt spar APDC och DHL både pengar och tid.

### **3.4.3 Transporter**

Transporterna från APDC genomförs till största delen av DHL. APDC utlovar dock inte samma snabba distribution som EDC. Detta beror framförallt på att det kan vara problematiskt att skicka och transportera material över gränserna i Asien.

Alla försändelser till Filippinerna, som har ett värde över 500 USD, måste inspekteras innan de skickas från Singapore. Denna procedur brukar i allmänhet förlänga leveranstiden med upp till fyra dagar. Order med lägre värde än 500 USD kan levereras över natten. Leveranstiderna inom regionen kan dock variera mycket från gång till gång. Ett annat problem i denna region är betalningar och penningtransaktioner,

till exempel i Thailand, där betalning måste ske samtidigt som produkterna överlämnas till kunden (på grund av att det inte finns något väl fungerande banksystem).

#### **3.4.4 Förhållande till marknadsbolagen**

Marknadsbolagen har ännu inte fullt förtroende för APDC. Detta förtroende måste byggas upp genom att visa marknadsbolagen att de får artiklarna när de behövs. APDC är för ungt för att kunna ge marknadsbolagen direktiv om inköp. APDC satsar på att bygga upp marknadsbolagens förtroende genom att visa att systemet fungerar bra, att kundernas resultat förbättras samt att marknadsbolagens kostnader minskar.

För att uppnå detta måste dock den ”onda cirkel”, som råder i systemet idag, brytas. Eftersom marknadsbolagen ännu inte har förtroende för att det nya distributionssystemet skall fungera, håller de egna lager. Detta innebär att lagerpåfyllnadsorder läggs, både vid centrallagret och APDC. Det här labila köpbeteendet orsakar brist vid APDC samt leder till att prognoserna blir väldigt osäkra, eftersom det statistiska underlaget är så dåligt. På grund av dessa två faktorer sjunker servicenivån för APDC kraftigt och marknadsbolagens förtroende för det nya distributionssystemet minskar ytterligare, och så vidare (se även avsnitt 3.4.6, Prognoser respektive Servicnivå).

#### **3.4.5 Konkurrens**

Piratindustrin är ett betydligt större problem i Asien än i Europa. Vissa av AL Separations produkter kopieras och säljs så billigt som för halva priset. SR försöker dock konkurrera med högre kvalitet och tillgänglighet.

### 3.4.6 Lagerstyrning

Liksom för EDC styrs prognoser, servicenivå, sortiment och lagernivåer centralt av SR. Hur de styrs mer i detalj återges nedan.

#### *Prognoser*

För APDC sköts prognostisering och lagerstyrning fortfarande manuellt av SRP, eftersom det ännu ej finns tillräckligt relevant statistik att använda som ingångsvärden i ett datorprogram. Detta beror på att nya marknadsbolag kontinuerligt kopplas till regionallagret. Många marknadsbolag har fortsatt att hålla egna lager, vilka de har fyllt på antingen via APDC eller direkt ifrån centrallagret. Således ändras efterfrågan mycket från period till period och det blir väldigt svårt att göra prognoser och därmed bestämma optimala orderkvantiteter etc. Ett exempel på detta är marknadsbolaget i Japan som är det största marknadsbolaget i Asien och som ännu ej beställer fullt ut genom APDC. För att kunna ta fram en prognos krävs att marknaden har varit stabil under en längre tid. Eftersom lagret bara har varit i gång drygt ett år är det också svårt att veta den exakta efterfrågan för varje period. Detta faktum samt det, jämfört med Europa, något annorlunda efterfrågemönstret har gjort att APDC:s servicenivå är mycket låg.

#### *Servicenivå*

Som framgår ovan ligger APDC:s servicenivå på en för SRP otillfredsställande nivå, vilket det arbetas aktivt med för att förbättra (se figur 3.7). En av orsakerna till den låga lagertillgängligheten i Singapore är bland annat de ovan nämnda problemen med att upprätta säkra prognoser.

Vid APDC mäts servicenivån på samma sätt som inom SR i övrigt, förutom att den mäts per affärsområde. AL Separation mäter servicenivån för sina reservdelar och AL Thermal mäter servicenivån för sina produkter och reservdelar. Servicenivån för SR:s artiklar är högre än för AL Thermals artiklar.



Ett annat problem vid APDC är att det finns vissa industrier i regionen som har speciella separatorer med unika komponenter. Eftersom det finns många udda komponenter och samma komponent inte efterfrågas så ofta sänker dessa servicenivån för APDC. För reservdelar till marinseparatorer ligger däremot servicenivån på närmare 95 procent. Vad som även anses vara problematiskt är att när det uppstår brist av dessa artiklar vid APDC, finns de ofta tillgängliga i centrallagret.

### ***Sortiment***

I skrivande stund har APDC ett sortiment bestående av cirka 5.400 artiklar tillhörande AL Separation. Styrning av sortiment och lagernivåer för APDC sköts helt och hållet från centrallagret. Sortimentet är ännu inte optimalt. Idag finns det vid APDC 900 artikelnummer som inte har efterfrågats under det senaste året. Dessa motsvarar knappt 20 procent av hela sortimentet. Dessutom saknas ofta de artiklar som efterfrågas.

### ***Lagernivå***

Automatisk lagerpåfyllning sker från centrallagret till APDC. När lagersaldot når beställningspunkten överförs (under natten) automatiskt en order för påfyllning från centrallagret. APDC skall erhålla dagliga lagerpåfyllningar. Detta är dock inte fallet, då lagerpåfyllnader i praktiken endast anländer två gånger per vecka till APDC. Det anses inte vara mycket dyrare att skicka lagerpåfyllnader varje dag eftersom priset är baserat på vikt och inte antalet transporter. Det skall dock påpekas att kilopriset för lätta förpackningar är dyrare än för tunga förpackningar. Datorsystemet känner också automatiskt av när det är dags att beställa AL Thermal-artiklar. Dessa beställningslistor måste dock skrivas ut för att sedan sändas via telefax till leverantörerna.

### **3.5 Sammanfattning av nuläget**

Vid studie av nuläget inom SR har flera problem och problemområden upptäckts. Några av dessa problem sammanfattas i detta avsnitt.

Vad det gäller prognoser för centrallagret baseras de på vad som efterfrågas av regionallager och slutkunder (från centrallagret). I det prognosprogram som används för prognostisering vid centrallagret, finns inga lämpliga modeller för prognostisering av lågfrekventa artiklar. Detta har lett till att många inköpare gör egna bedömningar och avvägningar beträffande dessa artiklar, vilket i vissa fall kan vara oekonomiskt för SR. För regionallagren finns det ett prognos- och lagerstyrningsprogram, Amase, som endast används för EDC. För APDC görs manuella bedömningar. Dessutom utnyttjas inte Amase fullt ut för EDC.

Idag är SR:s servicenivåmål inte uppnått. Servicenivån vid APDC ligger långt under det uppsatta målet. Definitionen av servicenivå kan också ifrågasättas, eftersom den endast mäts som lagertillgänglighet. Idag görs inte heller någon tillfredsställande uppföljning av varför servicenivåmålet inte uppnås.

Ett problem som SR har vad gäller styrningen av regionallagren är att lägga upp rätt sortiment i lagren. Efterfrågade artiklar finns oftast tillgängliga inom systemet, men inte där de efterfrågas.

Vad det gäller lagerstyrningen suboptimeras idag alla lager inom systemet. Detta tar sig bland annat uttryck i dubbellagring och styrregler för beräkning av orderkvantiteter i syfte att minska orderkvantiteterna till regionallagren samt att prognoser för centrallagret inte skall bli felaktiga på grund av uttagen till regionallagren.

Inom SR har vi även sett att arbetsbelastningen är hög för de personer som ansvarar för lagerstyrning, vilket medför att tiden inte räcker till för att utveckla lagerstyrningen. De teoretiska kunskaperna inom lagerstyrningsområdet är i vissa fall bristande och informationsspridningen är också bristfällig. Alla till systemet inkommande artiklar kvalitetskontrolleras idag vid ankomst till centrallagret, vilket leder till ett stelt och opraktiskt distributionsförfarande.

## 4 Teorier inom lagerstyrning

Med lagerstyrning avses oftast de metoder och verktyg som används för att styra fysiska parametrar såsom orderkvantiteter, lagernivåer och sortiment. I detta fall motsvaras det svenska ordet lagerstyrning av engelskans ”inventory control”. Ordet lagerstyrning har även en annan - vidare - betydelse, nämligen det som på engelska benämns ”inventory management”. I begreppet ”inventory management” innefattas bland annat ”inventory control”.

Syftet med ”inventory management” är att öka lönsamheten, försöka förutsäga inverkan av policies etc på lagernivåer och lönsamhet samt minimera logistikkostnaderna. Inom ”inventory management” bör huvudsakligen följande fem frågor behandlas, innan och om lagring skall ske.

1. Motiv för lagring
2. Lagerlokalisering
3. Vad som skall lagras
4. Hur mycket som skall beställas
5. När skall detta beställas

Några vanliga motiv för lagring kan vara att ett företag vill: erhålla stordriftsfördelar, klara av efterfrågevariationer, låta olika tillverkningsenheter specialisera sig, skydda sig mot osäkerheter eller ha en buffert.<sup>13</sup>

Lokaliseringsfrågan kan behandlas både ur ett mikro- och makroperspektiv. Utifrån makroperspektivet bestäms var lager skall ligga geografiskt, i syfte att uppnå bästa

---

<sup>13</sup>Lambert, Douglas M. och Stock, James R. (1993). *Strategic Logistics Management*. USA: Richard D. Irwin, Inc, s 398-407.

möjliga lönsamhet för systemet. Några vanliga lokaliseringsstrategier är: marknadsstrategi (lagret placeras nära kunderna), produktionsstrategi (lagret placeras nära produktionsenheterna), intermediär strategi (lagren placeras mellan kunderna och produktionsenheterna), produktstrategi (en produkt eller produktgrupp lagerhålls i ett lager) och marknadssegmentstrategi (hela produktfloran eller produktlinjen lagerhålls i ett lager som betjänar en viss marknad). Ur ett mikroperspektiv måste sedan specifika faktorer såsom transporter, arbetskraft, markkostnader, expansionspotential, skatter, byggkostnader etc beaktas, innan beslut om lokalisering tas.<sup>14</sup>

I avsnitt 4.1 nedan behandlas generella verktyg som kan vara användbara vid styrning av enkla och hierarkiska lager. Bland annat behandlas metoder och begrepp såsom prognoser, servicenivå och klassificering av sortiment. I avsnitt 4.2 och 4.3 redogörs för teorier inom de tre sista problemområdena inom ”inventory control” - för enkla respektive hierarkiska lager. Dessa frågeställningar (3-5 ovan) har valts att studeras med avseende på sortiment, lagernivå och fördelning.

## **4.1        Verktyg för lagerstyrning**

Nedan beskrivs logistikverktygen total kostnadsanalys, ABC-klassificering, prognoser och servicenivå. Dessa verktyg tillämpas även i problemanalysen i kapitel sex.

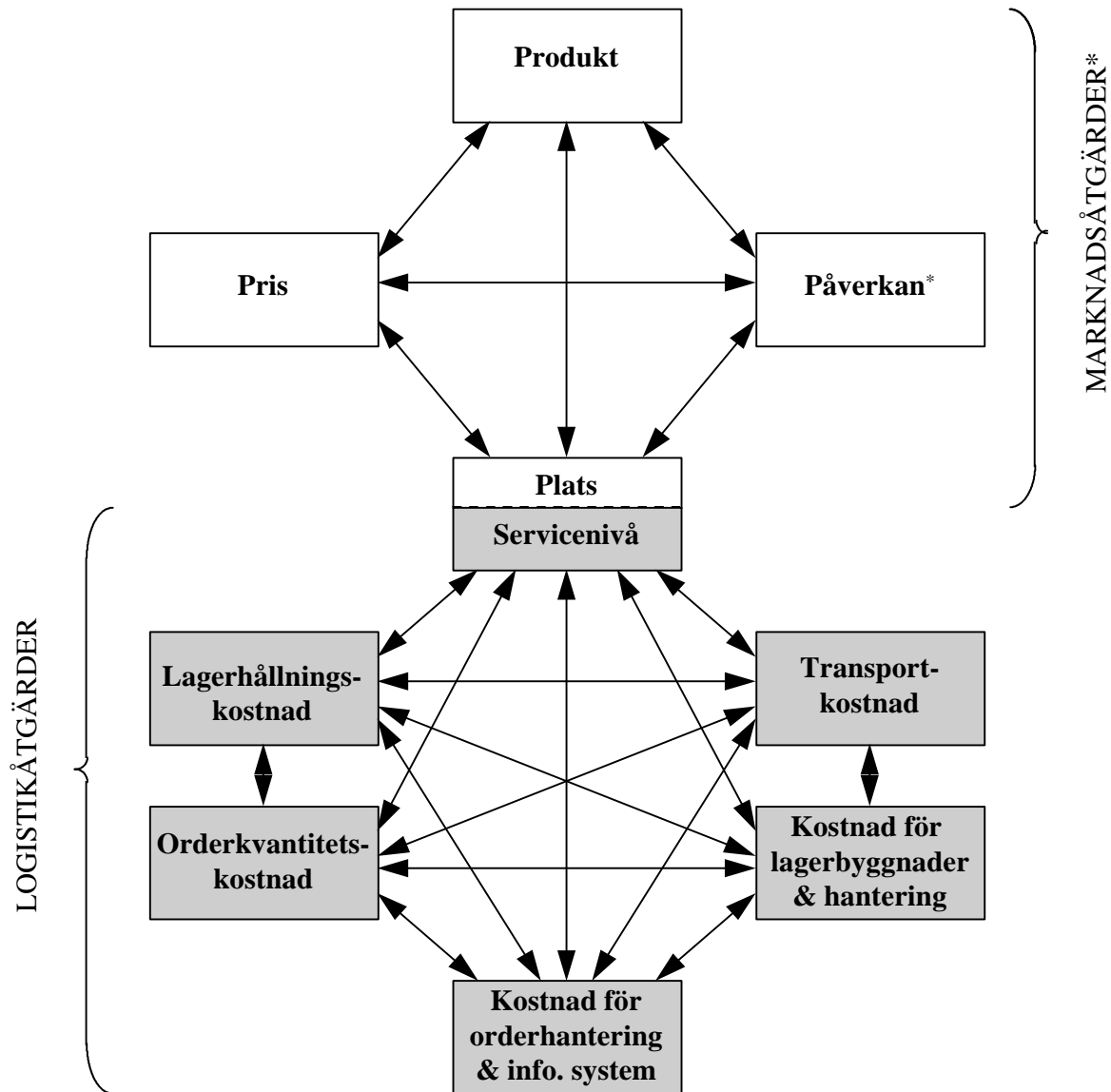
### **4.1.1      Logistikkostnader**

En förutsättning för att ett företags logistikverksamhet skall vara kostnadseffektiv är att en total kostnadsanalys görs. Total kostnadsanalys innebär att logistikkostnaderna inom företaget minimeras, samtidigt som ett givet servicenivåmål bibehålls. Företaget bör sträva efter att minimera hela systemets logistikkostnader och inte kostna-

---

<sup>14</sup>Ibid., s 311-318.

dena för enskilda logistikaktiviteter, eftersom en minskad kostnad av en viss aktivitet kan leda till en ökad kostnad av en annan aktivitet inom systemet.



Figur 4.1: Nödvändiga kostnadsavvägningar mellan marknads- och logistikåtgärder. Mål för marknadsåtgärder: Allokering av resurser till marknadsmixen så att företagets vinst maximeras. Logistikmål: Minimering av logistikkostnader för ett givet servicenivåmål. \*) Med marknadsåtgärder och påverkan avses här engelskans ord för "marketing" respektive "promotion". Källa: Douglas M. Lambert, *The Development of an Inventory Costing Methodology: A Study of the Costs Associated with Holding Inventory*. Chicago: National Council of Physical Distribution Management, 1976, s 7, fritt.

I figur 4.1 illustreras de vanligaste logistikkostnaderna och dess samverkan. Av denna figur framgår också att logistikverksamheten med tillhörande kostnader utgör en

viktig del av ett företags totala marknadsmix. Eftersom servicenivån beror av hur effektivt logistikverksamheten sköts och vice versa (logistikkostnaderna är beroende av en given servicenivå), kommer framförallt den del av marknadsmixen som i figur 4.1 benämns ”plats” att påverkas av logistikverksamhetens prestanda. Mer konkret innebär detta att om servicenivån är för låg, kommer de på marknaden efterfrågade produkterna inte att finnas på rätt plats vid rätt tillfälle och kunden blir missnöjd.<sup>15</sup> I detta samt liknande fall uppstår med stor sannolikhet en bristkostnad<sup>16</sup>. Denna kostnad är ej beaktad i figuren ovan, eftersom den beskriver kostnaderna för att undvika brist - det vill säga bibehålla en viss servicenivå.

#### 4.1.2 ABC-klassificering

Många lagerstyrningssystem kan förbättras avsevärt enbart genom införandet av beslutsregler som särbehandlar artiklar utgående från någon slags klassificering. En vanlig klassificering av artiklar är ABC-klassificering. Denna klassificering utgår från att det i företagets produktflora finns vissa grupper av artiklar som kräver mer respektive mindre uppmärksamhet än andra artiklar. Enligt Paretoprincipen<sup>17</sup>, mer känd under namnet ”20-80-regeln”, är det dessutom vanligt att 20 procent av ett företags artiklar (här: artikelnummer) svarar för 80 procent av volymvärdet.

Ovanstående faktum samt antagandet att en artikels volymvärde är proportionellt mot dess bidrag till den totala vinsten, har lett till följande vedertagna ABC-klassificering, vilken illustreras grafiskt i figur 4.2.

- ◆ *A-artiklar*: Artiklar med högt volymvärde. Dessa artiklar är viktigast och skall uppmärksammas mest, till exempel genom mycket hög servicenivå. A-artiklarna återfinns vanligtvis bland de första fem till tio procenten av det totala antalet artiklar (i figur 4.2) och de svarar för cirka 50 procent av det totala volymvärdet.

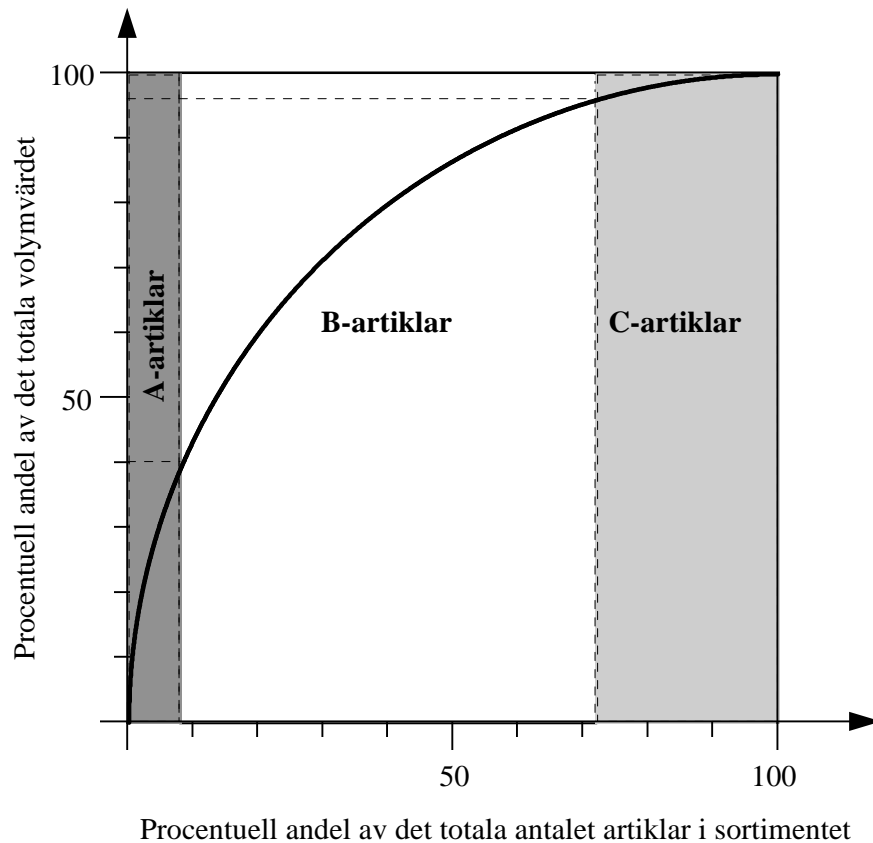
---

<sup>15</sup>Ibid., 184-186.

<sup>16</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 64.

<sup>17</sup>Lambert, Douglas M. och Stock, James R. (1993). *Strategic Logistics Management*. USA: Richard D. Irwin, Inc., s 426.

- ◆ *B-artiklar*: Artiklar med volymvärde mellan A- och C-artiklarnas volymvärde. Dessa artiklar är av mellanliggande vikt, det vill säga de kräver mindre uppmärksamhet än A-artiklarna, men de är ändå viktiga. Den största andelen av ett företags artiklar, cirka 50 procent av alla artiklar, brukar hamna i denna kategori och de svarar vanligtvis mer eller mindre för de resterande 50 procenten av det totala volymvärdet.
- ◆ *C-artiklar*: Artiklar med lågt volymvärde. C-artiklarna brukar vara ganska många till antalet och betingar var och en ett lågt värde. Företaget bör se till att hanteringen av dessa artiklar hålls så enkel som möjligt. Ett syfte med ABC-klassificering brukar vara att identifiera denna tredje stora grupp, vars hantering ofta kan ta mycket av företagets tid, pengar och övriga resurser. Generellt sett bör man ha relativt höga lagernivåer, så nära marknaden som möjligt, av dessa artiklar. Eftersom de är billiga att införskaffa blir lagerhållningskostnaden följaktligen låg. Det finns därför ingen anledning att riskera brist eller avsätta mer resurser än nödvändigt för hantering av dessa artiklar. Av samma anledning bör även beslutsfattandet för denna grupp av artiklar i största möjliga mån automatiseras. Till exempel kan man ha som regel att så fort en C-artikel når beställningspunkten, beställs även en viss kvantitet av de andra C-artiklarna, i syfte att minska antalet beslutstillfällen.



Figur 4.2: Fördelning av artiklars volymvärde. Källa: Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 67, fritt

Fördelningskurvan för artiklar i figur 4.2, som är en lognormalfördelning, återfinns i de flesta företag. Förhållandet mellan klasserna varierar givetvis från företag till företag och det behöver inte vara just 80/20 för A- respektive C-artiklar. Fördelningen är dock oftast mycket ojämn och kurvans utseende är i stora drag detsamma för alla företag.<sup>18</sup> Antal klasser och kategorier varierar också mellan företag, beroende på de specifika omständigheter som råder och den önskade detaljnivån. Dock brukar minst tre klasser användas, för att klassificeringen skall vara meningsfull. Strategiskt viktiga artiklar, eller av andra anledningar viktiga artiklar, brukar ”handplockas” till klass A. Alternativt skapas en speciell klass, S, för dessa artiklar, vilken tilldelas

<sup>18</sup>Ibid., s 427.



högsta prioritet. Ibland baseras klassificeringen på andra faktorer än volym och värde, till exempel omsättningshastighet, plockfrekvens eller lageryta per artikel. Det är också vanligt att göra ABC-klassificeringen utgående från vinst och volym, i syfte att identifiera de lönsammaste artiklarna.<sup>19</sup>

### 4.1.3 Prognoser

Som nämnts ovan skall ett bra lagerstyrningssystem bland annat tala om när och med hur stora kvantiteter lagret behöver fyllas på, så att efterfrågan kan tillgodoses utan alltför stora brister, samtidigt som beordrings- och kapitalbindningskostnaderna hålls nere. Nästan alltid är ledtiden - det vill säga tiden från beställning till leverans - så lång att beställningarna måste baseras på en framtida beräknad efterfrågan. Eftersom denna tänkta efterfrågan är okänd görs en bedömning av hur stor efterfrågan beräknas bli, det vill säga en prognos.

Som verktyg vid prognosberäkning kan även någon slags statistisk fördelning användas för att beskriva efterfrågan eller ledtid. Man kan visa att de flesta slumpmässiga händelser följer en Poissonfördelning. Poissonfördelningen är en diskret sannolikhetsfördelning för antalet händelser per tidsperiod. Inom lagerstyrning antas således händelser såsom efterfrågan och ledtid vara stokastiska variabler som tillhör en Poissonfördelning eller en sammansatt Poissonfördelning.

I samband med bestämning av prognoser måste även prognosfelet beräknas, vilket i sin tur är styrande vid bestämning av säkerhetslager. Nedan beskrivs några prognosmetoder som förekommer i examensarbetet, Poissonfördelningar samt en metod för uppskattning av prognosfel.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 67-70.

<sup>20</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 13-37, och Edlund, Per-Olov. och Högberg, Olle. (1993). *Beslutsmodeller i praktisk tillämpning*. Lund: Studentlitteratur, s 272.

### ***Enkel exponentiell utjämning***

Vid enkel exponentiell utjämning uppdateras prognosen med hjälp av den tidigare prognosen och det senast erhållna efterfrågevärdet enligt

$$\hat{a}_t = \hat{a}_{t-1} + \alpha \cdot (x_t - \hat{a}_{t-1}) = (1 - \alpha) \cdot \hat{a}_{t-1} + \alpha \cdot x_t \quad (4.1)$$

där

- $\hat{a}_t$  = Den aktuella periodens prognostiserade efterfrågan
- $\hat{a}_{t-1}$  = Föregående periods prognostiserade efterfrågan
- $x_t$  = Verklig efterfrågan under föregående period
- $\alpha$  = Utjämningskonstant med värde mellan noll och ett

Genom att utveckla ekvation 4.1 erhålls följande samband

$$\hat{a}_t = \alpha \cdot x_t + \alpha \cdot (1 - \alpha) \cdot x_{t-1} + \alpha \cdot (1 - \alpha)^2 \cdot x_{t-2} + \dots + \alpha \cdot (1 - \alpha)^n \cdot x_{t-n} + (1 - \alpha)^{n+1} \cdot \hat{a}_{t-n-1} \quad (4.2)$$

Av ekvation 4.2 framgår att de historiska värdena viktas samt att vikterna avtar exponentiellt. Summan av vikterna är alltid ett. Vi ser också att ett högt värde på  $\alpha$  ger en känsligare prognos eftersom störst vikt då läggs vid de senaste efterfrågevärdena. Ett lågt värde på  $\alpha$  ger följaktligen en stabilare prognos och tidigare efterfrågevärden viktas tyngre än för fallet med högt värde på  $\alpha$ . Vid månadsvis uppdatering väljs  $\alpha$  vanligtvis till ett värde mellan 0,1 och 0,3. Om prognoserna uppdateras oftare, till exempel varje vecka, måste  $\alpha$  minskas så att prognosen inte blir alltför känslig. I tabell 4.1 ges vikterna för olika efterfrågedata då  $\alpha$  är 0,1 respektive 0,3.

Period	Vikt	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,3$
--------	------	----------------	----------------

t	$\alpha$	0,100	0,300
t-1	$\alpha(1-\alpha)$	0,090	0,210
t-2	$\alpha(1-\alpha)^2$	0,081	0,147
t-3	$\alpha(1-\alpha)^3$	0,073	0,099
t-4	$\alpha(1-\alpha)^4$	0,066	0,069

Tabell 4.1: Viktning av efterfrågedata för olika perioder, vid enkel exponentiell utjämning. Källa: Axsäter, Sven. (1991). Lagerstyrning. Lund: Studentlitteratur, s 21.

Som initialprognos sätts ofta medelvärdet av efterfrågan per period, under den tid som har valts att studera (till exempel ett år), förutsatt att dessa data finns tillgängliga. Prognosen påverkas för det mesta bara kortsiktigt av initialprognosen, men vid små värden på  $\alpha$  kan det ta lång tid innan prognoserna blir tillförlitliga ifall initialvärdet är dåligt. Om ett prognosystem, på grund av bristfälligt dataunderlag, startas med dåliga initialprognoser kan det således vara lämpligt att i ett inledande skede utnyttja en extra hög utjämningskonstant,  $\alpha$ , för att erhålla en snabb insvängning.

### **Exponentiell utjämning med trend**

Enkel exponentiell utjämning brukar vara en lämplig prognosmetod för de flesta artiklar. För vissa mindre grupper av artiklar finns det dock ett behov av alternativa metoder, beroende på önskemål om uppföljning av trender\* eller säsongvariationer. För dessa fall kan en generaliserad metod av enkel exponentiell utjämning användas, till exempel den nedan:<sup>21</sup>

$$\hat{a}_t = (1 - a) \cdot (\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) + a \cdot x_t \quad (4.3)$$

$$\hat{b}_t = (1 - b) \cdot \hat{b}_{t-1} + b \cdot (\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) \quad (4.4)$$

---

\* Trend = den systematiska ökning eller minskning per tidsenhet som förutsätts variera långsamt i förhållande till de slumpmässiga avvikelserna

<sup>21</sup>Hot, C C, Forecasting Seasonals and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages, ONR Memorandum No. 52, Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, Pennsylvania, 1957.

där  $\hat{b}_t =$  den prognostiserade trenden för den aktuella perioden  
 $\hat{b}_{t-1} =$  föregående periods prognostiserade trend  
 $\beta =$  utjämningskonstant mellan noll och ett

Övriga variabler beskriver detsamma som i ekvation 4.1 och 4.2. I ekvation 4.3 vägs, precis som för enkel exponentiell utjämning, den tidigare prognosen för period  $t$  (det vill säga  $\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}$ ) ihop med den verkliga efterfrågan under föregående period ( $x_t$ ). I ekvation 4.4 ses  $\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}$  som ett mått på den aktuella trenden ( $b_t$ ), vilken även den - genom exponentiell utjämning - vägs ihop med den tidigare trendprognosen ( $\hat{b}_{t-1}$ ).

Jämfört med enkel exponentiell utjämning, följer exponentiell utjämning med trend snabbare en växande eller avtagande efterfrågan. Hur känslig prognosen är beror på värdet av utjämningskonstanterna. Större värden på  $\alpha$  och  $\beta$  ger snabbare reaktion på efterfrågeförändringar, men också större känslighet för slumpmässiga störningar. Vid val av utjämningskonstanterna bör stor försiktighet vidtagas, speciellt vid valet av  $\beta$ . Eftersom en felaktig trend kan ge kraftiga fel i långsiktiga prognoser sätts  $\beta$  ofta till ett relativt lågt värde (till exempel  $\beta = 0,05$ ). Det är lätt hänt att rent slumpmässiga variationer misstolkas som trend. När osäkerhet råder beträffande variationens art, kan det vara rimligt att sätta trenden ( $\hat{b}$ ) till noll. Ifall initialvärdena är osäkra, kan det liksom vid enkel exponentiell utjämning vara rimligt att till en början välja höga värden på utjämningskonstanterna. Normalt sett tar dock insvängningen mot korrekta prognosvärden mycket lång tid då exponentiell utjämning med trend används. Detta brukar bero på att trendens initialvärde är dåligt.

Exponentiell utjämning med trend kan följa med en trendutveckling bättre än enkel exponentiell utjämning. För lågfrekventa artiklar är dock inte denna prognosberäkningsmetod att rekommendera, eftersom de slumpmässiga avvikelserna blir relativt stora i förhållande till den genomsnittliga efterfrågan. Anses efterfrågan utöver trendvariationerna även ha säsongsvängningar erfordras ytterligare utveckling av

prognosmetodiken. Winters har, bland andra, föreslagit en säsongsmetod för prognostisering av säsongsberoende artiklars efterfrågan.<sup>22</sup> Vi skall inte gå in närmare på den modellen här, men den kan kortfattat beskrivas som en utveckling av exponentiell utjämning med trend, där föregående periods efterfrågan ( $x_t$ ) multipliceras med ett säsongsindex.

---

<sup>22</sup>Winters, P R, Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages, Management Science, 6, 1960, 324-342.

### ***Prognoser för lågfrekventa artiklar***

Exponentiell utjämning lämpar sig inte för prognostisering av lågfrekventa artiklar. Beräknas prognosen till exempel med enkel exponentiell utjämning, kommer prognosen förmodligen bli för hög just efter ett efterfrågetillfälle och för låg alldeles innan efterfrågetillfället. Denna effekt kan reduceras genom användning av en mycket liten utjämningskonstant. Nackdelen med det förfarandet är dock att prognosen kommer att reagera långsamt på förändringar i efterfrågan.

För lågfrekventa artiklar finns det dock en annan bättre metod enligt Croston,<sup>23</sup> vilken innebär att prognosen endast uppdateras i perioder med positiv efterfrågan. Förutom medelvärdet av efterfrågan beräknas även det genomsnittliga antalet perioder mellan två perioder med positiv efterfrågan. Båda dessa storheter kan uppskattas med hjälp av enkel exponentiell utjämning.

### ***Manuella prognoser***

De ovan beskrivna prognosmetoderna har som syfte att extrapolera den tidigare efterfrågan så bra som möjligt. I vissa fall lämpar det sig dock inte att bestämma prognoser på detta sätt. Det kan bero på att man känner till viktiga faktorer, vilka kommer att påverka den framtida efterfrågan men vilka inte har haft inverkan på efterfrågan tidigare. Sådana påverkande faktorer kan uppstå på grund av till exempel prisförändringar, annonskampanjer, arbetskonflikter, lagstiftning eller införande av nya produkter. I ett datorbaserat prognosystem (vilket är vanligast för de tidigare beskrivna prognosberäkningarna) är det svårt att ta hänsyn till sådana faktorer. Således kan det vara nödvändigt att göra manuella prognoser, som ersätter, de genom datorsystemet erhållna, prognoserna. Företagets prognosystem bör utformas så att manuella prognoser lätt kan läggas in. Dessa prognoser gäller oftast under begränsad tid.

---

<sup>23</sup>Croston, J D, Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands, *Operational Research Quarterly*, 23, 3, 289-303,1972.

### ***Enkel Poissonfördelning***

Betrakta händelser som inträffar slumpmässigt och oberoende av varandra i tiden. Händelsen kan här vara att en artikel efterfrågas vid ett lager eller avvikelser från en förutbestämda ledtid. Låt  $\xi$  vara antalet händelser som inträffar under ett tidsintervall av given längd. Då kan man visa att:

$$P(X = x) = e^{-\lambda} \cdot \frac{\lambda^x}{x!} \quad (4.5)$$

där  $P(\xi = x)$  anger sannolikheten att  $\xi$  antar värdet  $x$  och där  $x = 0, 1, 2, \dots$

Vi säger att  $\xi$  är Poissonfördelad med parametern  $\lambda$ , vilket skrivs  $\xi \in \text{Po}(\lambda)$ .<sup>24</sup> Som framgår av ekvation (4.13) och (4.14) anger parametern  $\lambda$  det genomsnittliga antalet händelser,  $E(\xi)$ , under tidsintervallet och  $\sqrt{\lambda}$  är lika med fördelningens standardavvikelse,  $\sigma$ .

$$E(\xi) = \lambda \quad (4.6)$$

$$\sigma^2 = E(\xi - \lambda)^2 = \lambda \quad (4.7)$$

Poissonfördelningen är en lämplig efterfrågemodell då efterfrågan är liten, då en enhet i taget efterfrågas och då ledtiden är kort. Följande villkor brukar gälla för att Poissonfördelningen skall kunna användas.

$$E(\xi) < 10 \quad (4.8)$$

$$0,8 \cdot \sqrt{E(x)} < s_x < 1,2 \cdot \sqrt{E(x)} \quad (4.9)$$

---

<sup>24</sup>Vännman, Kerstin. (1990). *Matematisk statistik*. Lund: Studentlitteratur, s 78-81

En tumregel är dock att Poissonfördelning kan användas när medelefterfrågan under ledtiden är mindre än 20 och att normalfördelning kan användas när medelefterfrågan under ledtiden är större än tolv.<sup>25</sup>

### ***Sammansatt Poissonfördelning***

Då en låg efterfrågan inte på ett bra sätt kan beskrivas med en Poissonfördelning, utnyttjas vanligtvis en normalfördelning. Ett annat alternativ är dock att beskriva efterfrågan med en sammansatt Poissonfördelning. I en sådan efterfrågemodell inträffar efterfrågetidpunkterna, liksom för enkel Poissonfördelning, helt slumpartat. Antal efterfrågade artiklar per efterfrågetillfälle behöver dock inte vara precis en, utan kan beskrivas med hjälp av en annan sannolikhetsfördelning, till exempel en normalfördelning eller en triangelfördelning. I praktiken används ofta ett medelvärde.<sup>26</sup>

### ***Prognosfel***

Framförallt i syfte att kunna dimensionera säkerhetslager är det viktigt att ha en bild av prognososäkerheten, det vill säga prognosfelet. Vid beräkning av prognosfel används traditionellt prognosavvikelsens förväntade absolutvärde, MAD (Mean Absolute Deviation), vilket beräknas enligt ekvation 4.10. Sambandet används generellt vid beräkning av avvikelser i efterfrågan, ledtid etc.<sup>27</sup>

$$\text{MAD} = E|x - m| \quad (4.10)$$

där  $E$  = Väntevärdet av MAD

$\xi$  = Diskret stokastisk variabel som antar observationsvärden  $x_i$

$\mu$  = Väntevärdet av  $\xi$  (här: medelvärdet av  $\xi$ )

---

<sup>25</sup>Tersine, Richard J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., s 193.

<sup>26</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 67.

<sup>27</sup>Ibid., s 30.



Spridningsmättet, MAD, påminner starkt om standardavvikelsen,  $\sigma$ , vilken vanligtvis används inom statistiken för att mäta en slumpvariabels spridning kring väntevärdet.

$$s = \sqrt{E(x - m)^2} \quad (4.11)$$

där beteckningarna är desamma som för ekvation 4.10.<sup>28</sup> Att MAD används istället för standardavvikelsen vid prognosberäkningar, beror ursprungligen på beräkningstekniska skäl. De flesta datorprogram använder dock fortfarande MAD som spridningsmått vid prognosberäkning. MAD och  $\sigma$  mäter ungefär samma sak och för normalfördelade slumpvariabler kan man visa att följande samband gäller

$$s = \sqrt{\frac{p}{2}} \cdot \text{MAD} \approx 1,25 \cdot \text{MAD} \quad (4.12)$$

Detta samband används schablonmässigt i de flesta prognosprogram, även då normalfördelningsantagandet inte gäller.

Vi skall nu redogöra för hur prognosfelet per period,  $\text{MAD}_t$ , kan beräknas för en period,  $t$ . En medelvärdesriktig prognos kan tolkas som medelvärdet av efterfrågan. Låt  $x$  beteckna efterfrågan och  $m$  prognosen för den aktuella perioden, där  $x$  och  $m$  är observationer på de stokastiska variablerna  $\xi$  respektive  $\mu$ .  $\text{MAD}_t$  beskriver då prognosens genomsnittliga absolutfel för en viss period. Eftersom variationerna i prognosfelets absolutvärde kan ses som oberoende slumpavvikelser från ett medelvärde och absolutfelet således anses följa en konstant modell är det naturligt att uppdatera den genomsnittliga absolutavvikelsen efter period  $t$ ,  $\text{MAD}_t$ , med enkel exponentiell utjämning enligt ekvation 4.13.

$$\text{MAD}_t = (1 - a) \cdot \text{MAD}_{t-1} + a \cdot |x_t - m_t| \quad (4.13)$$

I ekvation 4.13 krävs ett initialvärde på MAD. Detta värde uppskattas förslagsvis utifrån historiska data. Om efterfrågan är någorlunda konstant är det rimligt att sätta

---

<sup>28</sup>Ibid., s 93.

initialvärdet på MAD till medelvärdet av prognosavvikelserna. I de fall där trend och säsongsvariationer spelar in, blir det något mer komplicerat att uppskatta ett initialvärde utifrån historiska data. En annan metod för att bestämma initialvärde på MAD är förutsätta att MAD står i en viss relation till efterfrågan, till exempel som i ekvation 4.14 nedan.

$$\text{MAD}_t \propto \sqrt{m_t} \quad (4.14)$$

Detta antagande görs utgående från det faktum att det relativa felet alltid är större för artiklar med låg efterfrågan. En lämplig proportionalitetskonstant kan bestämmas genom analys av historiska data för en mindre grupp av artiklar. Liksom vid prognosberäkning kan det vara bra att använda en hög utjämningskonstant då initialvärdet på MAD är osäkert.

Oftast är det dock prognosfelet under ledtiden som är av intresse, vilket kan beskrivas enligt följande samband.

$$\sigma(L) = \sigma \cdot L^c \quad (4.15)$$

där  $\sigma$  = standardavvikelse för prognostiden, vilken beräknas enligt ekvation 4.11

$\sigma(L)$  = standardavvikelsen under ledtiden

$c$  = konstant mellan 0,5 - 1

Det lägsta värdet på konstanten,  $c = 0,5$ , svarar mot att prognosfelet vid olika tidpunkter är statistiskt oberoende. Det högsta värdet,  $c = 1$ , svarar mot att prognosfel vid olika tider är fullständigt korrelerade.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup>Ibid., s 13-37.

#### 4.1.4 Servicenivå

Det finns många olika sätt att mäta servicenivå. Inom den akademiska världen behandlas främst fyra begrepp.

1. *Brist per ordercykel* ( $SERV_1$ ) - Detta mått på servicenivå beskriver sannolikheten att brist inte uppstår under en ordercykel. Den ordercykel som avses här är den mellan företaget och leverantören. Med brist avses däremot den brist som kan uppstå mellan företaget och kunden.<sup>30</sup> Nackdelen med detta mått är huvudsakligen att det inte tar hänsyn till orderkvantitetens storlek. För stora och lågfrekventa order (från företag till leverantör) har ett lågt värde på  $SERV_1$  inte så stor betydelse, eftersom de kundorder som kommer in under ledtiden endast kommer att utgöra en liten andel av alla order. Då orderkvantiteten är mycket liten, kan den verkliga servicen å andra sidan vara mycket dålig trots att  $SERV_1$  har ett högt värde.<sup>31</sup>

2. *Lagertillgänglighet* ( $SERV_2$ ) - Detta servicenivåmått anger den andel av kundefterfrågan som kan hämtas direkt från lager utan att brist uppstår. Vanligtvis utlovas att denna andel skall kunna levereras inom en viss tidsperiod. Man kan visa att följande samband råder mellan  $SERV_2$  och bristkostnaden,  $B_3$  (se avsnitt 4.2.4).

$$P_2 = \frac{B_3}{B_3 + r} \quad (4.16)$$

där  $r$  = lagerhållningsränta för bristperioden<sup>32</sup>

$SERV_2$  ger ett mått på den verkliga kundservicen. Efterfrågas en enhet i taget, kan  $SERV_2$  också tolkas som sannolikheten att en kund får vänta.<sup>19</sup>

---

<sup>30</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc, s 264.

<sup>31</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 68.

<sup>32</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc, s 264-265.

3. *Lagertillgänglighet per tidsenhet (SERV<sub>3</sub>)* - Detta mått beskriver den andel av tiden som lagersaldot är positivt. Då efterfrågan är Poissonfördelad är  $SERV_3 = SERV_2$ .

4. *Medeltid mellan bristtillfällen (TBS)* - Som framgår av namnet anger detta mått medeltiden mellan bristtillfällen. Analogt kan medelvärdet av bristtillfällen användas för att ange servicenivå. I de fall då varje bristtillfälle leder till en åtgärd, kan ett specifikt målvärde för TBS sättas i syfte att beräkna ett rimligt antal åtgärder som skall genomföras under en period.<sup>33</sup>

Det finns många olika sätt att mäta servicenivå och tillgänglighet. Nedan följer några vanliga mått/förhållanden.

- ◆  $\frac{\text{Antal plockade artiklar}}{\text{Totalt antal lagerförda artiklar}}$
- ◆  $\frac{\text{Antal levererade artiklar}}{\text{Antal beställda artiklar}}$
- ◆  $\frac{\text{Värdet av levererade artiklar}}{\text{Värdet av beställda artiklar}}$
- ◆  $\frac{\text{Antal komplett levererade order}}{\text{Totalt antal inkomna order}}$

## 4.2 Enkla lager

Alla lagerstyrningsproblem kan inte optimeras. Det finns dock en typ av lager där många lagerstyrningsproblem kan lösas exakt eller approximativt. Dessa lager betecknas enkla lager och karakteriseras av två egenskaper.<sup>34</sup>

---

<sup>33</sup>Ibid., s 265.

<sup>34</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 38-39.

- ◆ Artiklar styrs oberoende av varandra
- ◆ Artiklar lagerhålls endast i ett lager, det vill säga inte i ett system av kopplade lager

I detta avsnitt kommer teorier för enkla lager - såsom sortiment, beordringssystem, orderkvantiteter och säkerhetslager att behandlas. En stor del av det som här beskrivs för enkla lager, är även (ofta med viss modifikation) tillämpligt för hierarkiska lager.

### 4.2.1 Sortiment

Genom att korrekt avgöra vilka artiklar som skall lagerhållas i respektive lager kan stora besparingar göras. Den huvudsakliga beslutsregeln brukar vara att lagerhålla alla högfrekventa samt andra strategiskt viktiga artiklar, men att inte lagerhålla de mest lågfrekventa artiklarna. Det finns även ett antal andra faktorer som har betydelse för huruvida en artikel, eller en grupp av artiklar, skall lagerhållas eller ej. Några av dessa faktorer är

1. Systemkostnad (som uppstår vid lagring av en artikel)
2. Artikelvärde/-kostnad
3. Bristkostnad (som uppstår då man väljer att inte lagerhålla en artikel)
4. Ordersärkostnad
5. Lagerhållningskostnad
6. Efterfrågans frekvens och storlek
7. Återanskaffningstid (ledtid).

Det är mycket svårt att ta fram en praktiskt tillämplig modell som väger in alla dessa faktorer. Popp (1965) föreslår dock en enkel beslutsregel som gäller under följande antaganden:

1. Styckkostnaden per artikel är densamma oavsett om en artikel lagerhålls eller inte
2. Den fasta ordersärkostnaden är densamma oavsett om en artikel lagerhålls eller inte
3. Vid härledning av beslutsregeln tillåts orderkvantiteten anta icke heltalsvärden
4. Återanskaffningstiden antas vara försumbar och bristkostnaden är således noll.

Beslutsregeln råder oss att inte lagerhålla en artikel om någon av nedanstående villkor är uppfyllda.

$$c_s > \frac{A}{E(i)} \quad \text{eller} \quad (4.17)$$

$$E(t) \cdot v \cdot r > \frac{E(i)}{2 \cdot A} \cdot \left[ \frac{A}{E(i)} - c_s \right]^2 \quad (4.18)$$

där

- $c_s$  = En lagerförd artikels systemkostnad per tidsenhet
- $A$  = Fast ordersärkostnad vid påfyllning av en lagerförd artikel
- $E(i)$  = Förväntad medeltid mellan efterfrågetillfällena
- $E(t)$  = Förväntad medelefterfrågan
- $v$  = En artikels styckkostnad
- $r$  = Lagerhållningsränta

Denna beslutsregel kan användas som riktlinje även om de ovanstående förutsättningarna inte är uppfyllda.<sup>35</sup>

## 4.2.2 Beordringssystem

Ett lagerstyrningssystem skall avgöra när det är dags att lägga en inköpsorder och vilken kvantitet som skall beställas. Detta beslut grundas på lagerposition, efterfrågan och vissa kostnadsfaktorer. Efterfrågan bedöms med någon form av prognos och de intressanta kostnadsfaktorerna är framförallt lagerhållningskostnad och ordersärkostnad. Lagerpositionen kan beräknas genom nedanstående samband.<sup>36</sup>

$$\text{lagerposition} = \text{fysiskt lager} + \text{uteliggande order} - \text{restorder} \quad (4.19)$$

---

<sup>35</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc, s 383-385.

<sup>36</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 40.

### ***Inspektion av lagerposition***

Inspektion av lagerposition, som ligger till grund för beordring, kan antingen göras kontinuerligt eller periodiskt. Ett lagerstyrningssystem som kontinuerligt mäter lagerpositionen ger utsignalen att en beställning skall göras så fort en artikel når beställningspunkten. Måts lagerpositionen periodiskt sker inspektion av lagerpositionen med bestämda intervall. De artiklar som har nått eller underskridit beställningspunkten vid inspektionen beställs.

Den största fördelen med att kontinuerligt inspektera lagerpositionen är att säkerhetslagret endast behöver tillgodose efterfrågan under ledtiden. Vid periodisk inspektion behöver säkerhetslagret även vara dimensionerat för efterfrågan under intervallen mellan inspektionerna. Vid samordning av inköp är det fördelaktigt att använda periodisk inspektion. Kostnaden för lagerstyrning blir i allmänhet lägre när periodisk inspektion används. Detta gäller framförallt för artiklar som omsätts i stora kvantiteter.<sup>37</sup>

### ***Beställningsstrategier***

Vid kontinuerlig inspektion tillämpas ett beställningspunktsystem, (R,Q)-system, och vid periodisk inspektion används ett periodbeställningssystem, (s,S)-system.<sup>38</sup> När lagernivån i ett beställningspunktsystem når beställningspunkten, R, beställs påfyllningskvantiteten, Q. I periodbeställningssystemet beställs artiklar upp till lagernivån, S, när lagerpositionen vid en inspektion har nått eller underskridit beställningspunkten, s. Dessa båda grundsystem kan i praktiken tillämpas på många olika sätt.

Den kontinuerliga övervakningen kan enkelt genomföras med hjälp av beställningskort instuckna på lagerplatsen, eller genom ett tvåbingesystem.<sup>39</sup> Med ett datoriserat system kan en signal enkelt erhållas när lagernivån passerar beställningspunkten. En förutsättning är dock att alla lagertransaktioner verkligen bokförs.

---

<sup>37</sup>Ibid., s 40.

<sup>38</sup>Edlund, Per-Olov. och Högberg, Olle. (1993). *Beslutsmodeller i praktisk tillämpning*. Lund: Studentlitteratur, s 261-266.

<sup>39</sup>Andersson, John., Audell, Bert., Giertz, Eric. och Reitberger, Göran. (1994). *Produktion: Strategier och metoder för effektivare tillverkning*. Stockholm: Norstedts juridik, s 256.

Vid periodisk inspektion finns två varianter av (s,S)-system, ett S-system och ett (S-1,S)-system. Med S-systemet beordras vid varje inspektion det antal artiklar som behövs för att komma upp till den maximala nivån, S. Om efterfrågan alltid avser en enhet i taget kommer vid kontinuerlig inspektion alla beställningar i ett S-system att omfatta precis en enhet. Detta är ett (S-1,S)-system, eftersom  $s = S-1$ .

### 4.2.3 Orderkvantiteter

Den optimala påfyllningskvantiteten kan beräknas med flera olika metoder. Av dessa grundmetoder tillämpas många olika varianter inom olika företag. Vanligtvis adderas korrektionsfaktorer eller tilläggfaktorer (som tar hänsyn till rabatter etc) till en grundmodell. Om ett företag önskar hålla lagervärdet under en viss nivå eller om lagerutrymmet är begränsat kan även detta beaktas i beräkningarna. De flesta metoder begränsas dock av ett flertal faktorer. De i detta avsnitt beskrivna metoderna gäller vid deterministisk (känd) efterfrågan.

#### *Wilsonformeln*

Wilsonformeln, även kallad kvadratrotsformeln, har fått en vidsträckt tillämpning både inom manuell och datorstyrd lagerstyrning. Formeln bygger på ett antal förutsättningar.

- ◆ Efterfrågan är konstant och kontinuerlig.
- ◆ Ordersärkostnader och lagerhållningskostnader är konstanta.
- ◆ Orderkvantiteten behöver inte vara ett heltal.
- ◆ Hela orderkvantiteten levereras på en gång.
- ◆ Inga brister är tillåtna.

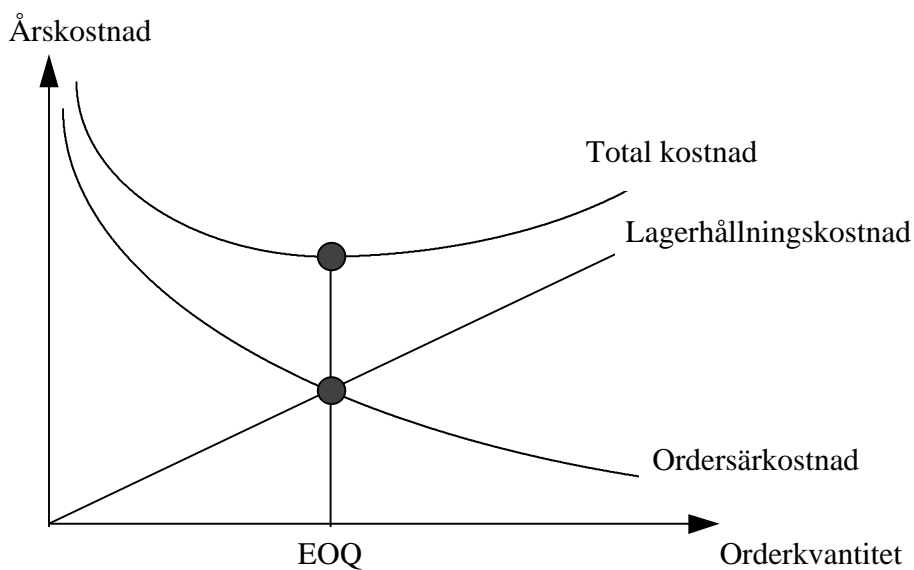
Med dessa förutsättningar ser formeln ut enligt nedan. En komplett härledning av formeln återfinns i bilaga C.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{v \cdot r}} \quad (4.20)$$



där  $EOQ$  = ekonomisk orderkvantitet  
 $A$  = ordersärkostnad  
 $D$  = efterfrågan per tidsenhet  
 $v$  = styckkostnad (artikelvärde)  
 $r$  = lagerhållningsränta

Wilsonformeln illustreras grafiskt i figur 4.3.



Figur 4.3: Grafisk illustration av den ekonomiska orderkvantiteten,  $EOQ$ , enligt Wilsonformeln. Källa: Andersson, John., Audell, Bert., Giertz, Eric. och Reitberger, Göran. (1994). Produktion: Strategier och metoder för effektivare tillverkning. Stockholm: Norstedts juridik, fritt

I figur 4.3 har kurvan som visar den totala kostnaden ett mycket flackt utseende i området kring  $EOQ$ . Genom känslighetsanalys kan man visa att kostnaden för orderkvantiteter i närheten av  $EOQ$  inte påverkar totalkostnaden nämnvärt.<sup>40</sup> Slutsatsen av detta är att även fast man i Wilsonformeln inte räknar med heltal, kan  $EOQ$

<sup>40</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 180-182.

avrundas till ett heltal för stora kvantiteter utan att kostnadsbilden förändras nämnvärt. För stora kvantiteter kan beställningar således göras i lämpliga multipler (av till exempel förpackningar) utan att kostnaden avviker alltför mycket från den optimala kostnaden vid EOQ.

### ***Kvantitetsrabatter***

I modeller som Wilsonformeln är det enkelt att lägga till villkor för kvantitetsrabatter. Om vi antar att rabatten inträder över en viss kvantitet,  $Q_0$ , och vidare förutsätter att rabatten påverkar lagerhållningskostnaden proportionellt kan EOQ modifieras enligt ekvation 4.21, där den ekonomiska orderkvantiteten blir  $Q'$ . Härledning av sambandet återges i bilaga D.

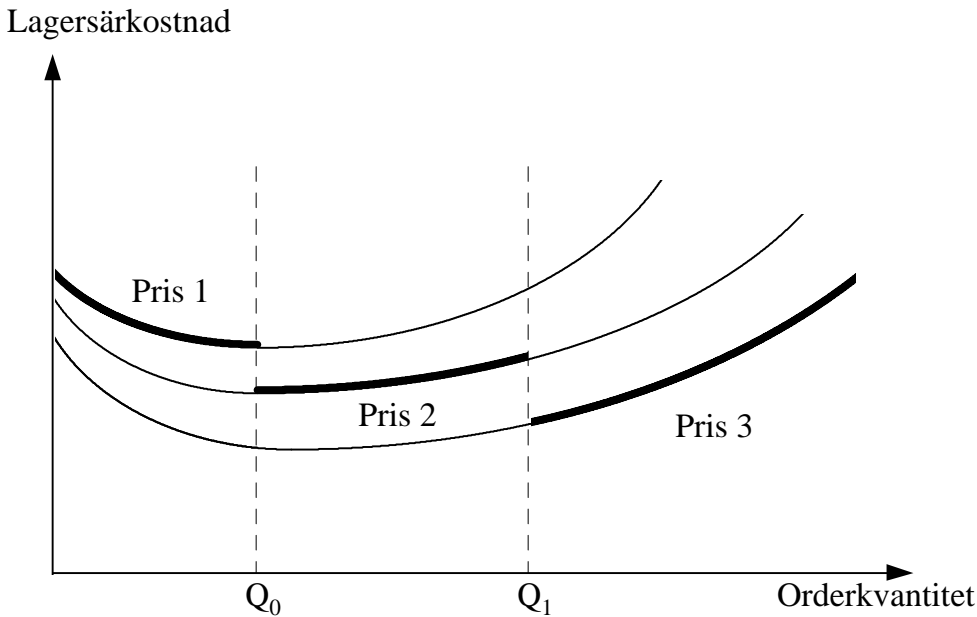
$$Q' = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{v \cdot r \cdot (1 - R)}} \quad \text{för } Q' > Q_0 \quad (4.21)$$

- där
- $Q'$  = optimal orderkvantitet vid utnyttjande av rabatt
  - $Q_0$  = lägsta kvantiteten för rabatt
  - $v$  = styckkostnad för  $Q < Q_0$
  - $r$  = lagerhållningsränta
  - $v \cdot r$  = lagerhållningskostnad,  $h$ , per artikel och tidsenhet för  $Q < Q_0$
  - $R$  = procentuell rabatt för  $Q > Q_0$
  - $h \cdot (1 - R)$  = lagerhållningskostnad per artikel och tidsenhet för  $Q > Q_0$

Om  $Q' < Q_0$  beräknas EOQ med den traditionella Wilsonformeln. Modellen kan vidareutvecklas med olika rabatter för olika kvantiteter. Den enda skillnaden blir att fler villkor tillkommer. Grafiskt illustreras principen nedan i figur 4.4, där lagersärkostnaden jämförs för tre prisgrupper.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup>Edlund, Per-Olov. och Högberg, Olle. (1993). *Beslutsmodeller i praktisk tillämpning*. Lund: Studentlitteratur, s 182-184.



Figur 4.4: Lagersärkostnad med avseende på orderkvantiteter, för tre prisgrupper (1. Normalpris, 2. Rabatterat pris vid köp av minst  $Q_0$ , 3. Rabatterat pris vid köp av minst  $Q_1$ ). Källa: Edlund, Per-Olov, och Högberg, Olle. (1993). *Beslutsmodeller i praktisk tillämpning*. Lund: Studentlitteratur, s 183, fritt

### **Begränsning av kapital**

För att förvissa sig om att kapitalbindningen inte blir för stor kan det genomsnittliga totala lagervärdet begränsas.<sup>42</sup> En kapitalrestriktion för orderkvantiteterna kan göras genom att först beräkna det genomsnittliga totala värdet av omsättningslagret,  $T_L$ , som

$$T_L = 0,5 \cdot \sum_{i=1}^n \text{EOQ}_i \cdot v_i \quad \text{där } i = \text{artikel } i \quad (4.22)$$

Om  $T_L <$  kapitalrestriktionen är EOQ-värdena fortfarande optimala. Är däremot  $T_L >$  kapitalrestriktionerna justeras EOQ till

<sup>42</sup>Ibid., s 184.

$$Q'_i = \frac{\text{kapitalrestriktion}}{T_L} \cdot \text{EOQ}_i \quad (4.23)$$

det vill säga påfyllningskvantiteterna reduceras proportionellt mot hur mycket kapitalbegränsningen har överskridits.

### ***Begränsat lagerutrymme***

Begränsat lagerutrymme<sup>43</sup> är något mer komplicerat att hantera än begränsat kapital. Varje artikel erhåller ett värde,  $F_i$ , vilket anger det utrymme (i m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> eller annat mått) artikel i kräver för lagring. Det genomsnittliga lagerutrymmet, S, kan beräknas som

$$S = 0,5 \cdot \sum_{i=1}^n \text{EOQ}_i \cdot F_i \quad (4.24)$$

I ett begränsat lager skulle varje ytterligare enhet utrymme sänka lagerhållningskostnaden med c kronor. Värdet på c kan tolkas som ett pris på den knappa resursen (här lagerutrymme) och kan bestämmas genom ”trial-and-error”. Konstanten c ingår i bestämningen av  $Q'_i$  i nedanstående uttryck.

$$Q'_i = \sqrt{\frac{2 \cdot A_i \cdot D_i}{(v \cdot r)_i + c \cdot F_i}} \quad (4.25)$$

Ett numeriskt exempel på hur den optimala inköpskvantiteten bestäms med ovanstående metod återges i bilaga E.

## **4.2.4 Säkerhetslager**

I föregående avsnitt beräknades den optimala inköpskvantiteten då efterfrågan är deterministisk och ledtiden är konstant. Väl orderkvantiteten är given enligt någon av

---

<sup>43</sup>Ibid., s 185.

ovan nämnda modeller, måste beställningspunkten bestämmas. Beställningspunkten,  $R$ , skall tillgodose det genomsnittliga efterfrågebehovet under ledtiden,  $\hat{x}_L$ , samt en extra buffert i form av ett säkerhetslager,  $SS$ . Sambandet blir då följande:<sup>44</sup>

$$R = \hat{x}_L + SS \quad (4.26)$$

Säkerhetslagret utgörs av det genomsnittliga antal artiklar som finns i lager vid inleverans av en lagerpåfyllnadsorder. Dessa artiklar måste finnas för att förhindra att brist uppstår på grund av osäkerhet i efterfrågan eller ledtid. Ett säkerhetslager påverkar ett företags kostnader så till vida att det minskar kostnaden för brist men ökar lagerhållningskostnaden. Säkerhetslagrets storlek bör således bestämmas genom att minimera summan av dessa kostnader.

### ***Osäkerhet i efterfrågan under ledtiden***

Osäkerhet i efterfrågan under ledtiden kan dels bero på slumpmässiga variationer i efterfrågan och dels på att ledtiden varierar slumpmässigt. Väntevärdet och standardavvikelsen för efterfrågan per tidsenhet,  $E_{(d)}$  respektive  $\sigma_d$ , kan bestämmas med hjälp av ett prognosprogram. För slumpmässiga variationer i ledtiden kan väntevärdet,  $E_{(L)}$ , och motsvarande standardavvikelse,  $\sigma_L$ , uppskattas. Det kan dock vara enklare att uppskatta medelvärdet av ledtidens absolutfel,  $MAD_L$ , i stället för  $\sigma_L$ .

Förutsatt att variationerna i ledtid och efterfrågan är oberoende av varandra bestäms medelvärdet av efterfrågan under ledtiden som prognosen under den genomsnittliga ledtiden.

$$E_{(x)} = \hat{x}_{E(L)} \quad (4.27)$$

Standardavvikelsen för efterfrågan under ledtiden blir då

---

<sup>44</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 63.

$$S_x = \sqrt{E_{(L)} \cdot S_d^2 + E_{(d)}^2 \cdot S_L^2} \quad (4.28)$$

Om ledtiden är konstant,  $E_{(L)} = L$  och  $\sigma_L = 0$ , kan ekvation 4.28 förenklas till

$$S_x = S_d \cdot L^{1/2} \quad (4.29)$$

det vill säga i enlighet med ekvation 4.15 är  $c = 1/2$ .

En lämplig sannolikhetsfördelning för efterfrågan måste väljas. När efterfrågan är stor är det vanligaste valet en normalfördelning, vilket ger

$$E \in N(E_x, \sigma_x) \quad (4.30)$$

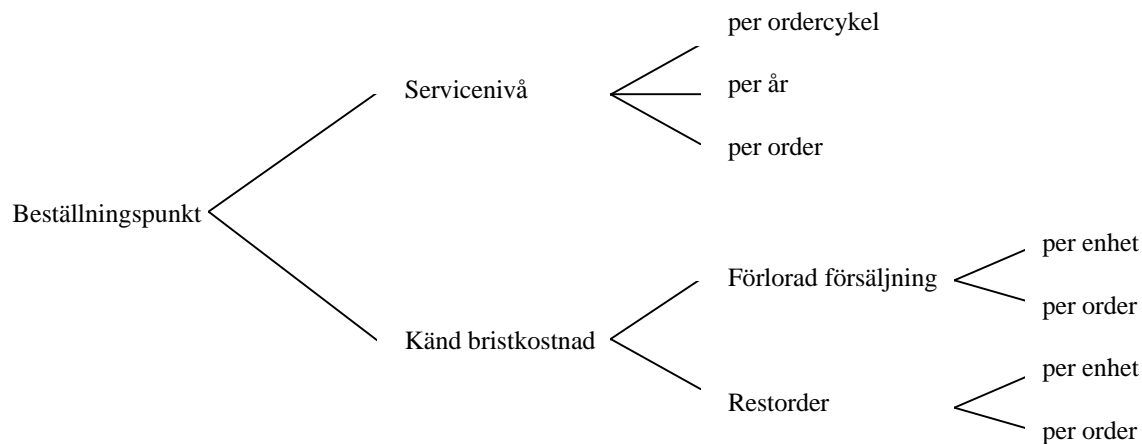
Variationen i efterfrågan under ledtiden blir då också  $N(0, \sigma_x)$ . Det finns dock en nackdel med normalfördelningen. Eftersom den är en kontinuerlig fördelning är det inte helt korrekt att approximera den med ett heltal vid låg efterfrågan. När efterfrågan är låg och avser en enhet i taget är det som framgår av avsnitt 4.1.3 bättre att använda en Poissonfördelning.

### ***Metoder för beslut om säkerhetslager***

Säkerhetslagret kan minimeras med avseende på bristkostnad eller kostnaden för att uppnå en viss servicenivå. Eftersom beställningspunkten (och därmed säkerhetslagret) är beroende av vilken säkerhet mot brist som önskas kan beslutsträdet i figur 4.3 användas vid val av strategi för bestämning av beställningspunkt.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup>Tersine, Richard J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., s 185-211.



Figur 4.5: Beslutsträd för val av beställningspunktsstrategi. Källa: Tersine, Richard J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., s 227, fritt

Det finns fem olika metoder som kan ligga till grund för beslut om säkerhetslagrets storlek.<sup>46</sup> Dessa utgörs av en allmän metod och metoder som kan placeras in i beslutsträdet i figur 4.3.

1. Säkerhetslager baserat på *allmänt gällande faktorer*
2. Säkerhetslager baserat på *bristkostnad*
3. Säkerhetslager baserat på *servicenivåmål*
4. Säkerhetslager baserat på hur *effekter av nuvarande service* påverkar framtida efterfrågan
5. Säkerhetslager baserat på *total servicenivå*

Vilken metod som väljs som utgångspunkt beror på företagets strategier för vad som prioriteras högst.

### 1. Allmänt gällande faktorer

---

<sup>46</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 260-266.

Det är vanligt att en tidsfaktor eller en säkerhetsfaktor används vid bestämning av säkerhetslager. Tidsfaktorn,  $t$ , anger hur många perioders efterfrågan,  $D$ , som säkerhetslagret skall täcka.

$$SS = t \cdot D \quad (4.31)$$

Används istället en säkerhetsfaktor bestäms denna för hela sortimentet eller sätts per artikelgrupp eller frekvensgrupp. Säkerhetsfaktorn,  $k$ , multipliceras sedan med den prognostiserade efterfrågans standardavvikelse under ledtiden,  $\sigma_L$ . Säkerhetslagret erhålls då ur följande samband:

$$SS = k \cdot \sigma_L \quad (4.32)$$

## 2. Bristkostnad

Kostnaden för brist kan i det här sammanhanget mätas på tre olika sätt. Genom det första sättet mäts bristkostnaden,  $B_1$ , per bristtillfälle.  $B_1$  tar således inte hänsyn till bristens storlek eller längd. Det andra sättet är att mäta bristkostnaden,  $B_2$ , per artikel som det uppstår brist av. Denna metod lämpar sig bäst inom produktionen där varje bristartikel kan anses motsvara en viss tids övertidsarbete. Det tredje sättet att mäta brist, är att mäta kostnaden för brist per enhet samt hur lång tid bristen varar. Denna bristkostnad,  $B_3$ , används främst för reservdelar som behövs för att hålla en maskin i drift och där en kostnad för driftstoppet kan mätas.

En fördel med att mäta bristkostnader är att möjlighet ges att väga dem mot kapitalbindningskostnaderna. Genom att väga dessa kostnader mot varandra kan säkerhetslagret bestämmas så att totalkostnaden blir så låg som möjligt. Den stora nackdelen med bristkostnaden är att det är svårt att fastställa dess storlek<sup>47</sup> samt effekterna av en brist (se bilaga F).

De tre ovan nämnda bristkostnaderna kan delas in i externa ( $B_1$ ,  $B_3$ ) och interna ( $B_2$ ) kostnader. I de externa bristkostnaderna ingår bland annat kostnad för restorder, för-



säljningsförlust och minskad goodwill. Kostnaden för restorder går att beräkna som extra hanteringskostnad, fraktkostnad och förpackningskostnad. För att kunna leverera en restorder krävs att kunderna är tålmodiga, så att inte försäljningen förloras till konkurrenter.

Vid fallet för restorder med bristkostnad per enhet ( $B_2$ ) definieras säkerhetslagret enligt ekvation 4.33.

$$SS = R - \hat{x}_L \quad (4.33)$$

Sannolikheten för brist under ledtiden kan då definieras enligt ekvation 4.34.

$$P(x_L > R) = P(SS) = \frac{v \cdot r \cdot Q}{B \cdot D} \quad (4.34)$$

där

- $v \cdot r$  = lagerhållningskostnad
- $Q$  = orderkvantitet
- $B$  = restorderkostnad
- $D$  = efterfrågan

Betraktar vi istället samma fall med avseende på bristkostnad per orderrad kan den totala årskostnaden,  $TC_s$ , bestämmas enligt ekvation 4.35.

$$TC_s = v \cdot r \cdot (R - \bar{x}_L) + \frac{B \cdot D \cdot P(x_L > R)}{Q} \quad (4.35)$$

där

- $\bar{x}_L$  = den genomsnittliga efterfrågan under ledtiden

Säkerhetslagret kan då bestämmas enligt ekvation 4.36.

---

<sup>47</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 69.

$$SS = z \cdot S = z \cdot S_D \cdot \sqrt{L} \quad (4.36)$$

$$\text{där } z = \frac{R - \hat{x}_L}{S} \quad \text{och } L = \text{ledtiden} \quad (4.37)$$

Vid bestämning av säkerhetslagret, då förlorad försäljning och bristkostnad per enhet betraktas, blir skillnaden jämfört med restorderfallet att antalet ordercykler inte är  $D/Q$  utan  $D/[Q + E(x_L > R)]$ . I de fall där  $E$  är mycket större än  $Q$  kan dock approximationen  $D/Q$  användas. Säkerhetslagret kan således bestämmas enligt ekvation 4.38.

$$SS = R - \bar{x}_L + \int_R^{\infty} (x_L - R) \cdot f_{(x)} dx \quad (4.38)$$

där  $f_{(x)}$  är frekvensfunktionen för efterfrågan under ledtiden.

Varierar både ledtid och efterfrågan kommer komplexiteten vid bestämning av säkerhetslager att öka avsevärt. Det är dock fortfarande samma problem som skall lösas, nämligen att bestämma beställningspunkten så att kostnaderna minimeras. Är ledtidens längd och efterfrågan under ledtiden oberoende av varandra erhålls ekvationerna 4.39 och 4.40 för genomsnittlig efterfrågan under ledtiden samt standardavvikelse under ledtiden.

$$\bar{x}_L = \bar{D} \cdot \bar{L} \quad (4.39)$$

$$S^2 = \bar{L} \cdot S_D^2 + \bar{D}^2 \cdot S_L^2 \quad (4.40)$$

Om användning av en kopplad sannolikhetsfördelning enligt 4.40 inte är önskvärd kan andra metoder, exempelvis Monte Carlo Simulering, användas.<sup>48</sup>

### 3, 4. Servicenivåaspekter

Det finns flera sätt att mäta servicenivån vid dimensionering av ett säkerhetslagers storlek.<sup>49</sup> Servicenivån kan alltid höjas genom ökade investeringar i säkerhetslagret, men marginalkostnaden blir högre för varje procent.<sup>50</sup> I avsnitt 4.1.4 definieras bland annat  $SERV_1$  och  $SERV_2$  som mått på servicenivå.<sup>51</sup>

Vid beräkning av  $SERV_1$  antas att efterfrågan under ledtiden är normalfördelad,  $(\phi_{(z)})$ , med standardavvikelsen  $\sigma_x$ . Sannolikheten att brist inte uppstår under en ordercykel är således lika med sannolikheten att efterfrågans avvikelse är mindre än  $SS$ . Eftersom avvikelsen har medelvärdet noll erhålls

$$SERV_1 = \phi(SS/\sigma_x) \quad (4.41)$$

För ett visst värde på servicenivån fås följande förhållande mellan säkerhetslager och standardavvikelse

$$SS = k \cdot \sigma_x \quad (4.42)$$

där  $k$  är en säkerhetsfaktor. Denna faktor kan bestämmas ur en normalfördelningstabell där faktorn svarar mot en viss servicenivå (se bilaga G). Genom att först bestämma servicenivån erhålls säkerhetsfaktorn och säkerhetslagret kan beräknas. I tabell 4.2 ges några exempel på säkerhetsfaktorns storlek vid önskad  $SERV_1$ .

---

<sup>48</sup>Tersine, Richard J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., s 176-179.

<sup>49</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 264-265.

<sup>50</sup>Tersine, Richard J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., s 188.

<sup>51</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 68-74.

SERV <sub>1</sub>	Säkerhetsfaktor, k
0,75	0,67
0,80	0,84
0,85	1,04
0,90	1,28
0,95	1,64
0,99	2,33

Tabell 4.2: Säkerhetsfaktorns storlek för olika värden på SERV. Källa: Axsäter, Sven. (1991). Lagerstyrning. Lund: Studentlitteratur, s 71, fritt

Vid beräkning av SERV<sub>2</sub> motsvaras varje orderkvantitet, Q, av en viss genomsnittlig bristkvantitet. Vi förutsätter att en eventuell brist restnoteras och levereras när inleveransen kommer. Om avvikelserna från efterfrågans medelvärde under ledtiden, u, överstiger säkerhetslagret uppstår brist. Om  $SS \leq u \leq SS + Q$  blir bristen u - SS och om  $u > SS + Q$  blir bristen Q. Den avvikelse som överstiger SS + Q tillgodoses av nästföljande orderkvantitet och hör således inte till den betraktade ordercykeln. Om efterfrågan under ledtiden är normalfördelad, har avvikelserna från medelvärdet frekvensfunktionen  $(1/\sigma_x) \cdot \phi(u/\sigma_x)$  och ordercykelns genomsnittliga bristkvantitet, BRIST, kan bestämmas som

$$\begin{aligned}
 \text{BRIST} &= \int_{SS}^{SS+Q} (u-SS) \cdot \frac{1}{\sigma_x} \cdot \phi(u/\sigma_x) du + Q \cdot \int_{SS}^{SS+Q} \frac{1}{\sigma_x} \cdot \phi(u/\sigma_x) du = \\
 &= \int_{SS}^{\infty} (u-SS) \cdot \frac{1}{\sigma_x} \cdot \phi(u/\sigma_x) du - \int_{SS}^{\infty} (u-SS-Q) \cdot \frac{1}{\sigma_x} \cdot \phi(u/\sigma_x) du
 \end{aligned} \tag{4.43}$$

Inför vi beteckningen

$$G_{(v)} = \int_v^{\infty} (x-v) \cdot f_{(x)} dx = \int_{(v)} -v(1-f_{(v)}) \tag{4.44}$$

kan 4.44 efter förenkling uttryckas som

$$\text{BRIST} = \sigma_x \cdot G(\text{SS}/\sigma_x) - \sigma_x \cdot G((\text{SS} + Q)/\sigma_x) \quad (4.45)$$

Om  $Q$  är stor är den andra termen i ekvation 4.45 nära noll och vi erhåller approximationen

$$\text{BRIST} = \sigma_x \cdot G(\text{SS}/\sigma_x) \quad (4.46)$$

$\text{BRIST}/Q$  anger andelen brist av orderkvantiteten, det vill säga

$$\text{BRIST}/Q = 1 - \text{SERV}_2 \quad (4.47)$$

Kombineras 4.45 och 4.47 erhålls

$$G(\text{SS}/\sigma_x) - G((\text{SS} + Q)/\sigma_x) = (Q/\sigma_x) \cdot (1 - \text{SERV}_2) \quad (4.48)$$

Använder vi 4.46 och 4.47 får vi istället

$$G(\text{SS}/\sigma_x) = (Q/\sigma_x) \cdot (1 - \text{SERV}_2) \quad (4.49)$$

Ovanstående samband förutsätter att eventuella brister restnoteras och levereras vid ett senare tillfälle. Görs inte detta skall den genomsnittliga efterfrågan under en ordercykel,  $Q$ , ersättas med  $Q/\text{SERV}_2$ . För funktionen  $G(\text{SS}/\sigma_x)$  är det enklast att använda tabellerade värden, där

$$\text{SS}/\sigma_x = z \quad (4.50)$$

Värdet av  $G_{(z)}$  beräknas enligt ekvationerna 4.48 eller 4.49 för ett givet värde på  $\text{SERV}_2$ , vilket bestäms utgående från företagets lagerstyrningsstrategi. För  $G_{(z)}$  fås

sedan normalfördelningens z-värde ur tabell (se bilaga G). Eftersom både  $\sigma_x$  och z-värdet nu är kända kan säkerhetslagret beräknas ur ekvation 4.50.

### 5. Total servicenivå

Det finns två vanliga metoder där säkerhetslagret kan bestämmas baserat på total servicenivå. Dessa metoder har gemensamt att de tar hänsyn till att det är viktigare att ha hög tillgänglighet för vissa artiklar än andra. Artiklarna värderas med en essentialitetsfaktor, vilket innebär att en artikel som är dubbelt så viktig att ha i lager också erhåller en dubbel essentialitetsfaktor.

Den ena metoden innebär att man begränsar sig till ett givet totalt säkerhetslager för samtliga artiklar. Detta totala säkerhetslager allokeras sedan så att de totalt förväntade bristtilfällena per år minimeras.<sup>52</sup> Den andra metoden går ut på att minimera det förväntade totala antalet bristartiklar per år.

### ***Beställningspunkt och säkerhetslager vid Poissonfördelad efterfrågan***

Är efterfrågan under leddtiden Poissonfördelad med medelvärdet  $\lambda$  kan säkerhetslagret bestämmas som

$$SS = R - x_L = R - \lambda \quad (4.51)$$

Med ett givet värde på  $SERV_2$  kan R bestämmas i analogi med ekvation 4.43.

$$\begin{aligned} BRIST &= \sum_{k=R+1}^{R+Q} (k-R) \cdot \frac{l^k}{k!} \cdot e^{-l} + Q \cdot \sum_{k=R+Q+1}^{\infty} \frac{l^k}{k!} \cdot e^{-l} = \\ &= \sum_{k=R+1}^{\infty} (k-R) \cdot \frac{l^k}{k!} \cdot e^{-l} - \sum_{k=R+Q+1}^{\infty} (k-R-Q) \cdot \frac{l^k}{k!} \cdot e^{-l} \end{aligned} \quad (4.52)$$

---

<sup>52</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 314-315.

och enligt 4.47 är

$$\text{SERV}_2 = 1 - \text{BRIST}/Q \quad (4.53)$$

Då beställningspunkten och medelvärdet av efterfrågan är bestämda kan säkerhetslagret bestämmas med hjälp av ekvation 4.51.<sup>53</sup>

## 4.3 Hierarkiska lager

Lagerstyrningsteorier för hierarkiska lager är betydligt mer komplicerade än för enkla lager. Detta beror på att de olika lagren är beroende av varandra och att ett lagers strategier påverkar de andra lagren. För att på bästa sätt kunna styra dessa lager är det viktigt att betrakta lagren som ett system.

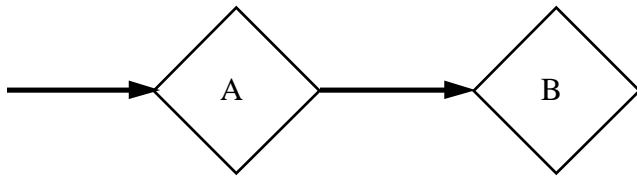
I detta kapitel kommer först olika typer av lagersystem att beskrivas. Efterföljande avsnitt behandlar i huvudsak styrning av distributionssystem men i vissa fall är teorierna tillämpbara för flera olika typer av system. Observera att mycket av det som beskrivs i avsnitt 4.2 även är tillämpligt för hierarkiska lager. Nedan behandlas huvudsakligen områden där hierarkiska lager skiljer sig från enkla lager.

### 4.3.1 System av lager

I ett system av lager är, till skillnad från enkla lager, flera lager beroende av varandra. Ett sådant system kan utgöras av olika produktionslager i en fabrik eller ett centrallager med lokala distributionslager. Kopplade lager är lager som har ett direkt beroende sinsemellan. Seriesystemet i figur 4.6 är ett specialfall av kopplade lager. I detta system har varje lager högst ett föregående respektive ett efterföljande lager.

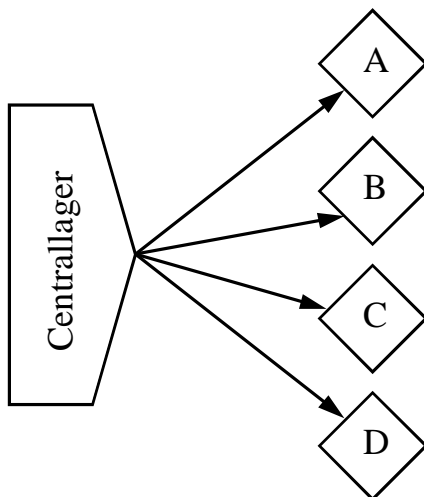
---

<sup>53</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, 74-75.



Figur 4.6: Seriesystem med två kopplade lager. Källa: Axsäter, Sven. (1991). Lagerstyrning. Lund: Studentlitteratur, s 108, fritt

Ett distributionssystem, som det i figur 4.7, är ett system som för det mesta förgrenar sig mer och mer ju längre ned i kedjan man kommer. Utmärkande för denna typ av system är också att materialflödet börjar vid ett centrallager och att varje lager endast har en föregångare i kedjan. Med ett centrallager som erbjuder hög servicenivå kan lagernivån i efterföljande lager hållas låg. Den bästa fördelningen av artiklars lagernivåer mellan olika lagerplatser i ett system beror på systemets struktur, variationer i efterfrågan, ledtider, kostnadsfaktorer samt vilken strategi företaget har för verksamheten.<sup>54</sup>

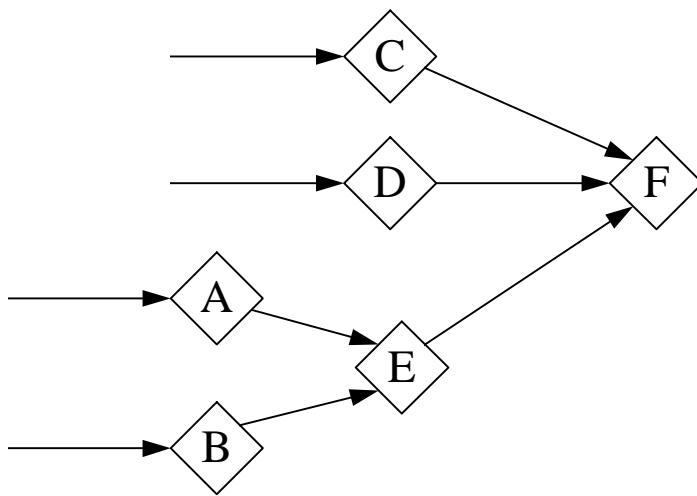


Figur 4.7 : Distributionssystem i två nivåer, med ett centrallager och fyra försäljningslager. Källa: Axsäter, Sven. (1991). Lagerstyrning. Lund: Studentlitteratur, s 108, fritt

<sup>54</sup>Ibid., s 108.



Inom produktionen talar man om en annan typ av system, monteringsystem. Dessa system karakteriseras av att det i början av produktionskedjan finns många små lager som efter montering slås samman och blir färre och färre. I ett renodlat monteringsystem har varje lager endast ett efterföljande lager.



Figur 4.8: Monteringsystem. Källa: Axsäter, Sven. (1991). Lagerstyrning. Lund: Studentlitteratur, s 109, fritt

Förutom de tre ovan nämnda systemen finns det ett generellt system där de kopplade lagren kan ha flera föregående lager och flera efterföljande lager. Denna typ av lagersystem blir mycket svåra att optimera eftersom sambanden mellan lagren blir väldigt komplexa.

### 4.3.2 Sortiment

När metoder för enkla lager används kan lagerstyrningen med fördel baseras på klasstillhörighet enligt en A-B-C-klassificering. Används istället mer komplicerade metoder för styrning, vilket är fallet för lagersystem med flera nivåer, blir gruppe-

ringen för styrning också beroende av kopplingen mellan artiklar och mellan olika lager.<sup>55</sup>

I ett system av lager brukar man generellt välja att lagerhålla de mest högfrekventa artiklarna i de lager som ligger närmast kunderna, medan de mest lågfrekventa artiklarna lagerhålls centralt. Detta innebär till exempel för ett lagersystem med tre nivåer att högfrekventa artiklar (som till stor del utgörs av A-artiklar) lagerhålls hos återförsäljare eller liknande, medelfrekventa artiklar (vilka till stor del utgörs av B-artiklar) lagerhålls vid något slags regionallager och lågfrekventa artiklar (till stor del bestående av C-artiklar) lagerhålls i centrallagret.

Ett företags transportkostnader ökar ofta när man väljer att lagerhålla lågfrekventa artiklar centralt. Dessa kostnader motsvaras dock av en minskning av lagerhållnings- och bristkostnader. Genom att prova sig fram, bör företaget kunna komma fram till den lönsammaste lagerstyrningsstrategin.<sup>56</sup>

### **4.3.3 Beordringssystem**

Inom ett system måste först och främst beslut tas huruvida beordringen skall vara centralt styrd eller decentraliserad. För att styra ett system med kopplade lager krävs att beslut grundas på information både om lagersituationen och slutefterfrågan för hela systemet. Detta innebär normalt att lagerstyrningsbesluten centraliseras och att styrningen sker med hjälp av nettobehovsplanering. Besluten kan dock decentraliseras genom användning av beordringssystem som enbart baseras på respektive lagers lagernivå och där varje lager styras individuellt med ett beställningspunktsystem. I ett decentraliserat system kan styrningen integreras med hjälp av regler för samordning av de lokala lagren.

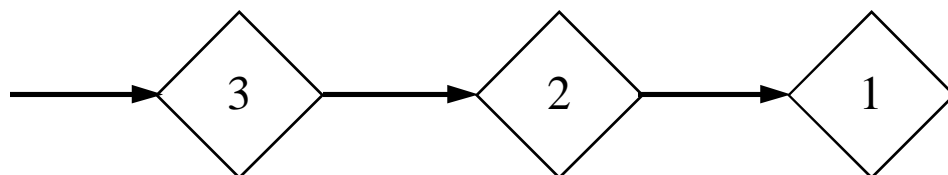
---

<sup>55</sup>Ibid., s 162.

<sup>56</sup>Lambert, Douglas M. och Stock, James R. (1993). *Strategic Logistics Management*. USA: Richard D. Irwin, Inc., s 423-427.

### **Beställningspunktsystem**

Ett sätt att styra ett lagersystem med beställningspunktsystem är att använda ett (R,Q)-system eller ett (s,S)-system (se avsnitt 4.2.2). Antag att vi har ett seriesystem med tre kopplade lager som i figur 4.9.



*Figur 4.9: Ett seriesystem med tre kopplade lager. Källa: Axsäter, Sven. (1991). Lagerstyrning. Lund: Studentlitteratur, s 113, fritt*

Används nu ett vanligt beställningspunktsystem där lager ett beställer orderkvantiteten fem ( $Q_1 = 5$ ) kommer lager två alltid att leverera multipler om fem artiklar. Lager två i sin tur måste beställa från lager tre och beställer då i multipler om fem stycken ( $Q_2 = n \cdot 5$ ), eftersom det inte är meningsfullt att beställa ojämna multipler. Liksom för lager två beställer lager tre multipler av föregående lagrets orderkvantiteter ( $Q_3 = k \cdot n \cdot 5$ ).

Kopplingen i systemet gör att först när lager ett har beställt  $n$  gånger av lager två genereras en order från lager två till lager tre. När sedan lager tre har mottagit  $k$  beställningar från lager två har lagernivån i lager tre nått beställningspunkten och man beställer av leverantören. Vi ser här att ju högre upp i systemet vi befinner oss, desto större blir lagren. Vi ser också att lagerstyrningen baseras på lagerpositionen för det lokala lagret, som betecknas installationslager. Detta är det enda lager som levererar till slutkunden, vilket innebär att en tillfällig brist i lager två eller tre inte behöver påverka slutkundens upplevda servicenivå.

Ett Kanbansystem ger i stort sett samma styrning som ett kopplat beställningspunktsystem. Utformningen av Kanban gör att metoden är lätt att tillämpa praktiskt. Detta system baseras i princip på att när en viss enhet av en artikel är slut skickas ett be-

ställningskort ett steg uppåt i flödet, vilket genererar beställningar högre och högre upp i systemet.

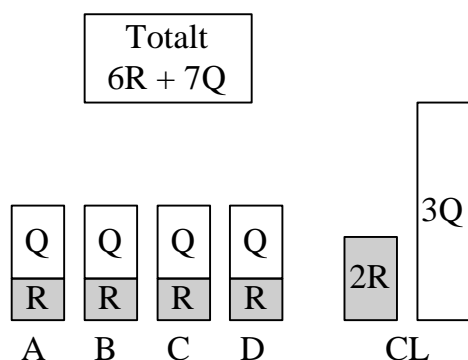
I kopplade beställningspunktsystem antas i regel att uttagen från respektive lager är relativt konstanta. Detta är dock inte fallet. Med en konstant beställningspunkt kan ett litet uttag generera beställningar genom hela systemet och lagret högst upp i hierarkin beställer artiklar flera månader innan de behövs.

### ***Flödeslager***

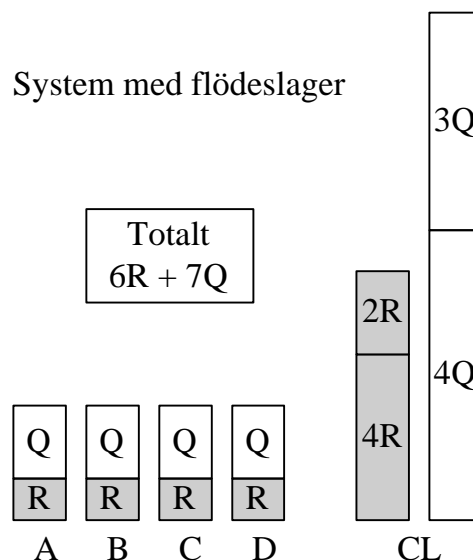
I ovanstående beskrivning av beställningspunktsystem baseras lagerstyrningen på lagerpositionen i installationslagret. Ett alternativ till detta är att se på lagret som ett så kallat flödeslager. Ett flödeslager består av det betraktade lagret samt alla till detta kopplade lager vilka finns längre ned i kedjan. I figur 4.9 är således flödeslagret för lager två summan av lager ett och två. Hade det funnits fler lager på nivå ett skulle även dessa räknas in i flödeslagret för lager två. Analogt består flödeslagret för lager tre av det egna lagret samt lager två och ett. I ett distributionssystem som det i figur 4.7 utgörs centrallagrets flödeslager av centrallagret samt alla lokala försäljningslager.

När lager i ett system betraktas som flödeslager påverkas beordringen för dessa lager av lagerpositionerna i de efterföljande lagren. I ett sådant system blir beställningspunkten för alla lager - utom de längst ned i hierarkin - högre, eftersom lagerpositionerna för alla lager längre ned i hierarkin summeras till lagren högre upp i systemet. För ett flödeslager verkar alltså höga efterföljande lagernivåer återhållsamt på anskaffningen till systemet. De lager som befinner sig längst ned i systemet får dock ingen ändrad beställningspunkt eftersom det enskilda lagrets lagerposition är densamma som för dess flödeslager. I figur 4.10 framgår det att ett centrallager sett som ett flödeslager har en betydligt högre beställningspunkt och lagernivå än ett centrallager i ett system bestående av enkla lager, detta trots att de båda systemen har samma totala lagerposition.

System med enkla lager



System med flödeslager



Figur 4.10: Exempel på beställningspunkt och lagernivå i ett distributionssystem med två nivåer (ett centrallager, CL, och fyra regionallager, A-D), baserat på enkla lager respektive flödeslager med samma lagerpositioner

I ett flödeslager krävs information om lagerpositionen för alla lager som ligger senare i flödet. Ett sätt att kontrollera lagerpositionen är att utgå från flödeslagrets initialvärde och därefter räkna ned det med slutefterfrågan. Ett flödeslagrets lagernivå minskar inte genom uttag till lager längre ned i kedjan, utan ändras endast på grund av slutefterfrågan.<sup>57</sup>

### Nettobehovsplanering

När man talar om nettobehovsplanering talar man oftast om MRP (Material Requirements Planning) och i dessa fall handlar det om materialplanering inom produktionen. Eftersom ett produktionssystem kan ses som ett system av kopplade lager kan samma princip användas inom ett distributionssystem. I detta sammanhang benämns nettobehovsplaneringen för DRP (Distribution Requirements Planning). Liksom för

<sup>57</sup>Axsäter, Sven. (1991). Lagerstyrning. Lund: Studentlitteratur, s 114.

MRP finns det två nivåer av DRP, nämligen DRP I och DRP II (Distribution Resource Planning).

DRP I kan definieras som en metod för att bestämma behov av artiklar vid olika distributionscenter. Detta görs genom att sammanföra behovsinformationen uppåt i systemet, vilken sedan blir indata för produktionssystemet. DRP II är en utveckling av DRP I och innefattar även de nödvändiga nyckelresurserna (lagerutrymme, mantimmar, transportkapacitet etc) i ett distributionssystem.<sup>58</sup>

Logiken för DRP är som följer:<sup>59</sup>

1. Utifrån de lokala distributionscentrers prognoser beräknas de tidsbaserade nettobehoven. Genom att subtrahera lagernivån med varje periods nettobehov uppstår en indikering om när lagret behöver fyllas på.
2. En order skapas med kvantitet och ordermottagningsdag för att anlända i den period då lagernivån når säkerhetslagernivån.
3. Datum för leverans av ordern till distributionscentret bestäms. Detta datum bestäms genom att subtrahera ledtiden från tidpunkten för den planerade ordermottagningen.
4. Det förväntade lagersaldot ( föregående periods lagersaldo + tidigare planerade inleveranser + nya planerade inleveranser - det prognostiserade nettobehovet för perioden) uppdateras i slutet av varje period.
5. Det planerade behovet av inleveranser blir ett nettobehov hos distributionscentret en nivå högre upp i hierarkin.

Sambandet mellan distributionscenter och centrallager i ett DRP-system illustreras i figur 4.11.

---

<sup>58</sup>Lambert, Douglas M. och Stock, James R. (1993). *Strategic Logistics Management*. USA: Richard D. Irwin, Inc., s 477-480.

<sup>59</sup>Tersine, Richard J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., s 433.

SS = 20 Q = 100	Distributionscenter A				
Vecka	1	2	3	4	5
Nettobehov	16	12	18	20	14
Inleverans			100		
Saldo	44	32	114	94	80

SS = 10 Q = 75	Distributionscenter B				
Vecka	1	2	3	4	5
Nettobehov	5	8	6	10	4
Inleverans				75	
Saldo	35	27	21	11	82

SS = 50 Q = 200	Distributionscenter C				
Vecka	1	2	3	4	5
Nettobehov	40	35	50	30	45
Inleverans			200		
Saldo	140	105	55	225	180

SS = 0 Q = 500	Centrallager				
Vecka	1	2	3	4	5
Nettobehov		100	200	75	
Inleverans				500	
Saldo	350	250	50	475	475

Figur 4.11: Exempel på en artikels planering för fem veckor i ett DRP system med tre distributionscenter och ett centrallager, där ledtiden är två veckor

För att kunna använda ett DRP-system måste mycket noggranna och korrekta prognoser över slutkundernas efterfrågan göras. Dessa prognoser fungerar sedan som planeringsunderlag för respektive distributionscenter för att bestämma när lagret måste fyllas på för att inte säkerhetslagret skall påverkas.<sup>60</sup>

Genom att införa DRP II i ett befintligt system kan både marknadsförings- och logistikaspekter förbättras. Nedan anges möjliga förbättringar inom logistikområdet.<sup>61</sup>

- ◆ Reducerade fraktkostnader på grund av färre expressleveranser
- ◆ Mindre bundet kapital
- ◆ Mindre lagringsutrymme krävs på grund av färre artiklar i lager

<sup>60</sup>Lambert, Douglas M. och Stock, James R. (1993). *Strategic Logistics Management*. USA: Richard D. Irwin, Inc., s 479.

<sup>61</sup>Ibid., s 480.

- ◆ Bättre kontroll över inkurans (inkurans kan upptäckas medan det finns tid för åtgärd)
- ◆ Förbättrad koordination mellan distributionssystemet och produktionssystemet

Uppdateringsfrekvensen för nettobehovsplanering väljs dels utifrån planeringsperiodernas längd och dels utifrån kostnaden för datorkörningar, vilka kan vara omfattande. Ett problem med att använda denna typ av planering är att efterfrågan av artiklar förändras ofta, vilket gör till att planerna måste uppdateras.<sup>62</sup>

### ***Push- och pull-principen***

I ett distributionssystem kan två alternativa planeringsprinciper tillämpas, ”push” (planeringstryck) respektive ”pull” (behovssug). Pull-principen går ut på att varje distributionscenter bestämmer sitt behov och beställer det som behövs från leverantör eller distributör. I ett beställningspunktsystem arbetar man enligt denna princip, medan nettobehovsplanering är en typ av push-system. I ett push-system bestäms de olika distributionscentrarnas behov av centrallagret, vilket ”trycker” ut artiklarna i systemet.<sup>63</sup> Ett beslutsschema för ett push-kontrollsystem kan sättas upp enligt bilaga H.<sup>64</sup>

## **4.3.4 Orderkvantiteter**

Vid bestämning av orderkvantiteter för ett lager i ett system av kopplade lager är det inte korrekt att betrakta varje lager för sig. Efterfrågestrukturen hos det föregående lagret påverkas nämligen av efterföljande lagers val av orderkvantiteter. Detta samband gör att valet av orderkvantitet blir mer komplicerat än för enkla lager.<sup>65</sup>

---

<sup>62</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 121.

<sup>63</sup>Tersine, Richard J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., s 428-430.

<sup>64</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 483-486.

<sup>65</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 125.



Att bestämma optimala orderkvantiteter för lagersystem med flera nivåer är mycket komplicerat och kan till och med för ett enkelt seriesystem ge orderkvantiteter som skall variera över tiden trots att slutefterfrågan är konstant. Det finns dock en approximativ metod, Roundys 98% approximation, som endast ger två procent högre kostnad än den optimala lösningen. Denna approximation är inte bara tillämpbar på seriesystem utan även på monteringsystem och distributionssystem.<sup>66</sup>

### 4.3.5 Säkerhetslager

I ett flernivåsystem kan inte varje lagers säkerhetslager betraktas för sig. Det som måste bestämmas i ett flernivåsystem är hur stort säkerhetslager systemet behöver totalt samt hur det skall fördelas mellan olika lagerpunkter.<sup>67</sup>

Var i systemet säkerhetslagret skall ligga beror på systemets struktur. I ett distributionssystem skall dock den största delen av säkerhetslagret vara placerat centralt. Ett centralt säkerhetslager medför att det totala antalet artiklar i systemets säkerhetslager blir mindre än om varje lokalt lager skulle ha ett eget säkerhetslager (se centraliseringsatsen bilaga I). Då varje lokalt lager har ett säkerhetslager för att ta upp variationer kan man se det som att hela systemets efterfrågan måste delas upp på de olika lagren, varefter beräkning av variationen vid varje enskilt lager görs. Summan av dessa efterfrågevariationer blir betydligt större än systemets totala efterfrågevariation. Detta beror på att en ökning av försäljningen från ett lager kan jämnas ut av en eventuell minskning vid ett annat lager i systemet samt att en stor ökning i ett lager kan betraktas som en liten ökning i systemet. På detta sätt kan de lokala lagrens efterfrågevariationer tas upp av det centrala säkerhetslagret.<sup>68</sup>

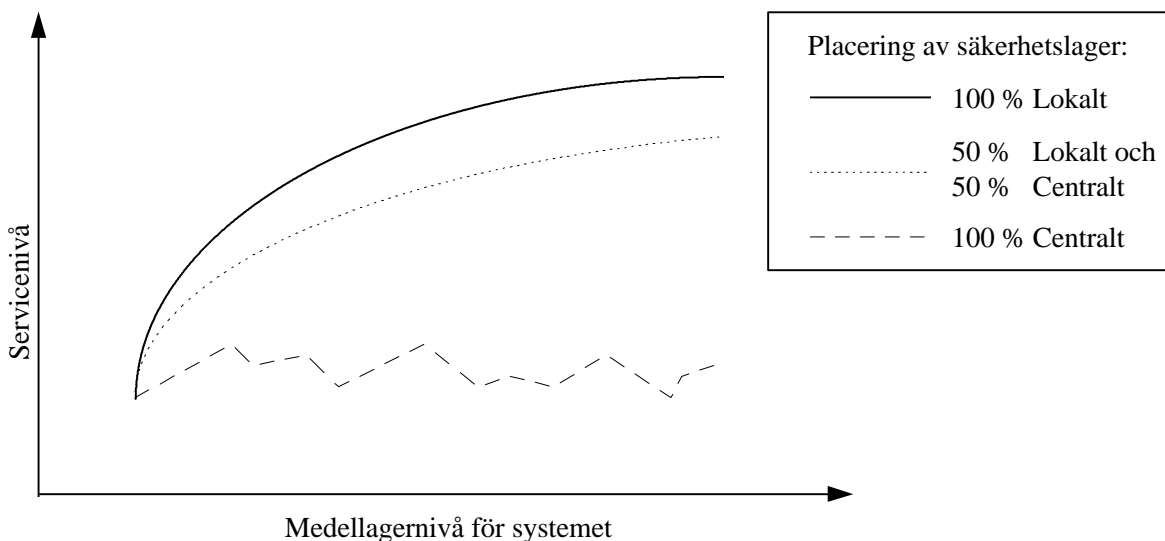
---

<sup>66</sup>Ibid, s 135.

<sup>67</sup>Ibid, s 139-140.

<sup>68</sup>Lambert, Douglas M. och Stock, James R. (1993). *Strategic Logistics Management*. USA: Richard D. Irwin, Inc., s 426.

Det finns dock en teori som motsäger ovanstående resonemang.<sup>69</sup> Denna teori är baserad på att säkerhetslagret skall vara placerat där efterfrågevariationerna förekommer, alltså så nära slutkunderna som möjligt. Detta skall göras för att kunna upprätthålla högsta möjliga servicenivå till slutkunderna. Hur servicenivån, enligt denna teori, beror av lagernivån och var säkerhetslagret är placerat illustreras nedan i figur 4.12.



Figur 4.12: Illustration av servicenivå som funktion av medellagernivå för ett system med hänsyn till säkerhetslagrets placering. Källa: Vollmann, Thomas E., Berry, William L. och Whybark, D. Clay. (1992). *Manufacturing Planning and Control Systems*. USA: Richard D. Irwin, Inc., s 769, fritt

Storleken av systemets säkerhetslager måste bestämmas genom att väga säkerhetslagrets kostnad mot ordersärkostnaden. Centrallagrets säkerhetslager är till för att klara av förändringar i efterfrågan vid de lokala distributionscentran. Säkerhetslagret i systemet skall däremot vara dimensionerat för att täcka variationen i systemets totala efterfrågan under ledtiden, det vill säga ledtiden från leverantörer och inte ledtider mellan olika nivåer inom systemet. Ett enkelt sätt att bestämma säkerhetslagret

<sup>69</sup>Vollmann, Thomas E., Berry, William L. och Whybark, D. Clay. (1992). *Manufacturing Planning and Control Systems*. USA: Richard D. Irwin, Inc., s 767-770.

är att bestämma en säkerhetsfaktor för systemet och multiplicera den med den för systemet prognostiserade efterfrågans standardavvikelse enligt ekvation 4.42. Säkerhetsfaktorn kan då bestämmas enligt följande:<sup>70</sup>

$$k = \sqrt{2 \cdot \ln \cdot \frac{D \cdot B_1}{(\sqrt{2 \cdot p}) \cdot Q \cdot v \cdot S_L \cdot r}} \quad (4.54)$$

där

- k = säkerhetsfaktor
- D = efterfrågan
- B<sub>1</sub> = bristkostnad per bristtillfälle
- Q = orderkvantitet
- v = styckkostnad
- σ<sub>L</sub> = den prognostiserade efterfrågans standardavvikelse
- r = lagerhållningsränta

Det finns även andra modeller som kan användas för att bestämma säkerhetslagren i ett flernivåsystem. En av de mest kända modellerna är Clark-Scarf modellen, vilken Clark och Scarf utarbetade 1960. I denna modell börjar man med att studera installationslagret. Merkostnaderna för en otillräcklig tillförsel där får sedan ingå i modellen för närmast föregående lager och så vidare genom hela systemet. På detta sätt kommer man i princip att kunna titta på varje lager för sig.<sup>71</sup> En annan metod som har fått praktisk användning, framförallt i militära sammanhang, är METRIC-approximationen, vilken kan användas både för att beräkna säkerhetslager och beställningspunkter i ett flernivåsystem.<sup>72</sup> Det finns även en metod för mer exakt beräkning av säkerhetslager och beställningspunkt, enligt Rolf Forsberg vid Tekniska Högskolan i Luleå.<sup>73</sup>

---

<sup>70</sup>Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., s 276-278, 485.

<sup>71</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 141-145.

<sup>72</sup>Sherbrooke, Craig C. METRIC: A Multi-Echelon Technique for Recoverable Item Control. *Operations Research*. nr 16. s 122-141. (1968).

<sup>73</sup>Forsberg, Rolf. Exact Evaluation of (R, Q)-Policies for Two-Level Inventory Systems with Poisson Demand.

### 4.3.6 Dynamiska effekter

Kopplade beställningspunktsystem kan vid små förändringar i slutefterfrågan ge oönskade dynamiska effekter längre upp i systemet. Dessa effekter kan begränsas om kännedom finns om de beslutsregler som gäller för olika lager i systemet.<sup>74</sup>

Om man för ett lager som ingår i ett kopplat beställningspunktsystem bedömer att en artikelgrupps efterfrågan har ökat med 20 procent, kommer det på lång sikt innebära att det föregående lagret får en 20 procents ökning. På kort sikt kommer däremot det föregående lagret att uppleva en betydligt större ökning, eftersom det förstnämnda lagret kommer att höja sin beställningspunkt för att klara den ökade efterfrågan. Beställningspunkten kommer nu att nå snabbare, vilket genererar en ny beställning. Den nya beställningen kommer hos det föregående lagret att motsvara en större mängd än de nämnda 20 procenten på grund av den kortare tiden mellan beställningarna. Detta kommer i det tredje ledet att leda till en ännu större kortsiktig höjning. Vid nettobehovsplanering undviks till stor del sådana kortsiktiga svängningar, eftersom man direkt kan se den långsiktiga planeringsbilden.

---

<sup>74</sup>Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur, s 123-124.

## 5 Sammanfattning av praktikfall

Ett tillvägagångssätt vid problemlösningen har varit att studera hur andra företag, svenska och utländska, distribuerar reservdelar eller produkter. Detta har främst skett genom företagsbesök som har kombinerats med personliga intervjuer med personal som verkar inom logistikområdet på respektive företag. Datainsamlingen har gått till så att de personer som har besökts har tillhandahållit allmän information om företaget och dess logistikverksamhet, vilket har kompletterats och utvecklats genom diskussioner och frågor som är relevanta för SR:s distributionssystem och det problemområde som behandlas i examensarbetet. Vid möten och intervjuer har inget enhetligt eller standardiserat frågeformulär använts.

De företag som, enligt den i avsnitt 1.4 beskrivna metoden, har valts ut för marknadsstudien är Caterpillar Logistics Services (CLS), Engson Maskin AB (Engson), Volvo Truck Parts Corporation (VTP), ABB Logistics Center (ABB LogC), SKF Distribution (SKF) och Sandvik Coromant (CPL). Nedan sammanfattas kortfattat de delar av den erhållna informationen, som har ansetts speciellt intressanta för problemställningen, per ämnesområde. I sammanfattningen beskrivs dels företags-tillämpningar av teorier som är vedertagna inom lagerstyrning, men även lösningar som är specifika eller unika för respektive företag. Ytterligare samt utförligare beskrivning av företagets logistikverksamhet, som kan vara av intresse för SR, återfinns i bilaga A.

## 5.1 Lagersystemsynsätt

### *Flödeslager*

CLS behandlar sina lager som flödeslager, där alla lagersaldon sammanförs till ett och prognoser baseras på kundefterfrågan. SKF tillämpar inte detta synsätt. Genom användningen av ett globalt tillgänglighetssystem för lokalisering av artiklar, erhålls dock fördelen att samtliga lagers lagersaldon är tillgängliga för beställningar från andra lagers kunder.

## 5.2 Prognoser

### *Komplexitet*

CLS beräknar huvudsakligen prognoser med hjälp av exponentiell utjämning och enligt antagandet att efterfrågan är sammansatt Poissonfördelad. Prognosmetoderna och prognossystemet är väldigt avancerat. VTP däremot förespråkar enkla prognosmetoder som reagerar snabbt på förändringar i efterfrågan. Mottot är att alla som arbetar med prognosystemet skall ha förståelse för vad de gör.

### *Lågfrekventa artiklar*

Inom Engson tillämpas ”buy as sold”-principen (BAS). För BAS-klassificerade artiklar (som har orderkvantitet ett, beställningspunkt noll och ett värde över 2.500 SEK) görs inköp en månad efter att beställningspunkten inträffar. ABB LogC gör manuella prognoser, baserade på erfarenhet och känsla, för alla artiklar som efterfrågas mer sällan än åtta gånger per år.

### *Extremvärden*

I Engsons prognosprogram finns en funktion som automatiskt filtrerar bort extremvärden ur historiken, så att framtida prognoser inte påverkas. VTP använder en egenutvecklad metod för dämpning av extremvärden. Dämpningens storlek är proportionell mot artikelns standardpris och orderkvantitet. Vid framtida prognosberäk-

ningar används de utjämnade värdena som historik. Inom CPL granskas alla kundorder som är större än 30 procent av månadsprognosen manuellt. Baserat på erfarenhet och känsla avgörs från fall till fall huruvida dessa värden skall användas som underlag vid framtida prognosberäkningar. För order som är större än en månads prognos sällas den del som överstiger prognosvärdet automatiskt bort ur historiken.

## 5.3 Servicenivå

### *Mätning av servicenivå*

ABB LogC mäter och följer upp servicenivå och leveranssäkerhet varje vecka. Även kurirverksamhet, akutleveranser, reklamationer och kundklagomål mäts, följs upp och utvärderas kontinuerligt. Servicenivån mäts som en kombination av tillgodosedda orderrader och tillgodosedda order för tre olika klasser:

1. Andelen order av lagerförda artiklar som har levererats inom den av kunden begärda tiden
2. Andelen order av alla artiklar (även icke lagerförda) som har levererats inom den av ABB bekräftade tiden
3. Andelen order av lagerförda artiklar som har levererats inom den av ABB bekräftade tiden.

### *Ökad servicenivå*

CLS koncentrerar förbättringsarbetet på de fall då brist har uppstått. Detta görs bland annat genom noggrann dokumentation, grundlig analys och god uppföljning av bristorsaker. Genom att prioritera orderrader med få artiklar framför orderrader med många artiklar av en sort, vid risk för brist, erhålls den högsta servicenivån. Generellt försöker CLS bibehålla en servicenivå på omkring 100 procent för A-artiklar och något lägre för B- respektive C-artiklar. Detsamma gäller för Engson.

Inom VTP har en indelning av order gjorts i fem grupper. Grupperna är rangordnade sinsemellan och kundorder prioriteras alltid framför lagerpåfyllnadsorder. Detta ger

högsta möjliga servicenivå, åtminstone på kort sikt. Genom automatisk överföring av restorder från regionallager till centrallager (som levererar direkt till kund) kan en mycket hög servicenivå uppnås. Vid inköp kan leveransadressen för ett parti, eller delar av det, läggas in i ett sent skede - mycket senare än produktionsordern läggs hos leverantören. Detta möjliggör direktleveranser från leverantörer till regionallager, vilket också ökar VTP:s servicenivå avsevärt.

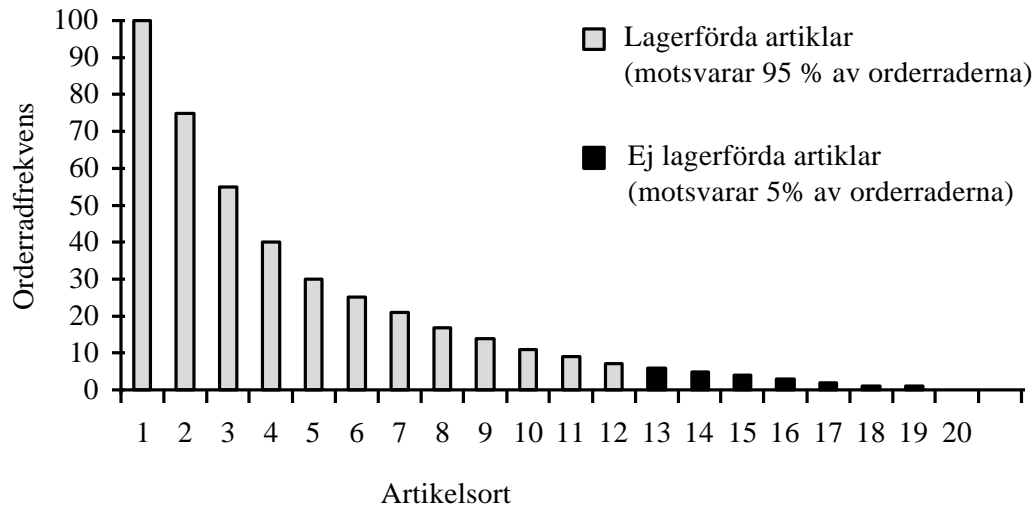
CPL särbehandlar kundorder (av icke lågfrekventa artiklar) som är större än en månads prognostiserade förbrukning. Dessa artiklar levereras inte direkt från lager utan tillverkas specifikt mot kundorder, vilket ökar sannolikheten att efterföljande kunder skall erhålla hög servicenivå. Bristuppföljning och åtgärder sker i första hand för de mest högfrekventa artiklarna. Med jämna mellanrum görs dock en omprioritering så att leveranser av lågfrekventa artiklar inte skjuts upp i oändlighet.

För att kunna erbjuda kunderna hög servicenivå håller CPL:s centrallager öppet dygnet runt. ABB LogC erbjuder också kunderna hög servicenivå genom att ta emot order till och med klockan 17.00, vilket gör att de kan levereras till kunden påföljande dag. Detta innebär att lagren håller öppet minst till och med klockan 20.00.

## **5.4 Sortiment**

CLS:s sortimentstrategi, som är baserad på önskad servicenivå, illustreras grafiskt i figur 5.1.





Figur 5.1: CLS:s sortimentstrategi för 95 procent servicenivå

Ovanstående sortimentstrategi tillämpas även inom VTP vid uppstart av nya regionallager. För optimering av lagerhanteringen används ett, inom Volvo utvecklat, datorprogram vilket beaktar artiklars vikt, volym samt en formfaktor. Billiga artiklar som har efterfrågats vid ett regionallager minst en gång under de senaste sex månaderna lagerförs där.

Engson arbetar kontinuerligt med utskrotning av sortimentet. Fyra gånger per år returneras artiklar till centrallagret, enligt ett returförslag som tas fram ur datorsystemet. VTP har också ett utrensningsprogram som tar bort artiklar, som inte har efterfrågats under de senaste tolv månaderna, ur sortimentet.

## 5.5 Lagernivå

### *Orderkvantiteter*

ABB LogC förespråkar frekventa beställningar (till systemet), i små orderkvantiteter, av A-artiklar och mindre frekventa beställningar, i stora orderkvantiteter, av C-artiklar. Detta ger ett litet omloppslager och därmed lägre kapitalbindning för A-

artiklar samt ett stort omloppslager med minskad risk för brist och hanteringskostnad för C-artiklar. Även inom VTP hålls lagernivåerna av billiga artiklar alltid höga. CPL modifierar beräknade ekonomiska orderkvantiteter med en erfarenhetsfaktor på 0,7. Dessutom försöker CPL alltid tillverka och direkt förpacka artiklar i samma multipler som de säljs.

### ***Säkerhetslager***

ABB LogC kompenserar den låga omloppslagernivån för A-artiklar med ett relativt stort säkerhetslager av dessa. För C-artiklar gäller motsatsen. För artiklar med lång eller varierande återanskaffningstid samt varierande efterfrågan är säkerhetslagret också stort. CPL bestämmer säkerhetslagrets storlek globalt och fördelar sedan ut det på de olika lagren. Fördelningen baseras på prognostiserad efterfrågan samt en säkerhetsfaktor som innefattar mer än bara variationer i efterfrågan och ledtid.

## **5.6 Fördelning**

Inom CLS har varje artikel sitt centrallager i den region där den efterfrågas mest. För högfrekventa artiklar tillämpas push-principen och för lågfrekventa artiklar tillämpas pull-principen. Då högfrekventa (push) artiklar fördelas mellan lagren prioriteras i första hand bristorder, i andra hand artiklar för vilka leveranstiden är eller håller på att bli försenad, i tredje hand artiklar vars säkerhetslagernivå är nådd och slutligen fördelas eventuellt resterande artiklar lika mellan lagren (med avseende på månaders behov).

## **5.7 Allmänna lösningar**

### ***Struktur***

Inom VTP är arbetet uppdelat mellan huvudkontoret i Göteborg (där lagerstyrning, inköp och utvecklingsarbete äger rum) och centrallagret i Belgien (som sköter lagerhantering och kundkontakter). Denna lösning anses fungera mycket bra. Genom ett

synergiprojekt, vilket innebär att VTP även kommer att distribuera andra Volvo-bolags reservdelar, önskar man uppnå skalfördelar.

SKF:s decentraliserade lagerstyrning medför att en liten uppgång i slutefterfrågan ofta leder till en mycket stor produktionsökning. Liknande dynamiska effekter uppstår på grund av att order levereras enligt FIFO-principen\*. Detta innebär att när risk för brist föreligger, garderar sig regionallagren mot brist genom att beordra mer än vanligt, vilket i sin tur leder till att brist uppstår vid centrallagret och artiklarna snedfördelas mellan lagren (eftersom vissa blir helt utan).

### ***Information och utbildning***

ABB LogC bedriver mycket internutbildning och verksamhetsutveckling inom lagerstyrningsområdet. Lagerplanerare, i intimt samarbete med tekniker, sätter och justerar kontinuerligt lagerstyrningsparametrarna. Dessutom har ABB LogC en anställd som reser runt till marknadsbolagen för att informera om samt marknadsföra distributionssystemet. Engson har sammanställt en manual för ”queries”\* och den information som finns att tillgå med hjälp av dessa.

### ***Kvalitetsansvar***

Kvalitetsansvaret för de produkter som CPL distribuerar, ligger helt hos de externa och interna leverantörerna, med vilka kvalitetsavtal har slutits. Detta innebär att ingen kvalitetskontroll utförs vid centrallagret.

---

\* FIFO = First-In-First-Out (här: den först inkomna ordern levereras först)

\* Queries = Programslingor som hämtar och kombinerar information ur datorsystemet (till exempel ALGO)

## 6 Analys av problem och rekommendationer

I detta kapitel görs en problemanalys utgående från befintlig teori (se kapitel fyra) samt den information och de erfarenheter som erhållits genom en marknadsstudie av företag inom verksamhetsområdet (se kapitel fem och bilaga A). I de fall där flera metoder eller lösningsförslag är tänkbara analyseras dessa sinsemellan. I andra fall har endast ett lösningsförslag beaktats och det ställs då mot den idag rådande situationen.

### 6.1 Lagersystemsinsätt

Idag betraktas SR:s lagersystem som ett distributionssystem med enkla lager, det vill säga optimering sker huvudsakligen utgående från de enskilda (fysiska) lagrens behov och förutsättningar. De styrprinciper och modeller som används är huvudsakligen lämpade för styrning av enkla lager och således inte helt adekvata att använda i ett lagersystem. Nedan redogörs för två alternativa synsätt som anses vara mer korrekta än det ovan beskrivna synsättet.

#### *Flödeslager*

I ett distributionssystem som detta, inom ett och samma företag, där varje fysiskt lager inom systemet strävar mot ett gemensamt mål, kan lagren i systemet betraktas som ett flödeslager (se avsnitt 4.3.3, Flödeslager).

I SR:s fall styrks flödeslagersinsättet både i teori (se avsnitt 4.3.1) och praktik (se bilaga A.1). I ett system av lager bör, enligt teorin, de fysiskt enskilda lagren inom systemet inte behandlas som enkla lager. I detta fall kan således centrallagret med efterföljande regionallager med fördel betraktas som ett flödeslager. Av de i prak-

tikfallen studerade företagen är Caterpillar Logistics Services (CLS) det företag som starkast tillämpar detta synsätt och som också förespråkar dess användning för SR:s del. Den största skillnaden som flödeslagerssynsättet medför, jämfört med dagens system, är att centrallagret med efterföljande regionallager kommer att betraktas som ett flödeslager med ett gemensamt lagersaldo. Vidare kommer prognoserna att vara baserade på kundefterfrågan istället för, som idag, på de enskilda regionallagens uttag från centrallagret. Prognoserna inom systemet blir mer verklighetstroga och problem - såsom idag när stora lageruttag av billiga artiklar från centrallagret undviks eftersom detta genererar felaktiga prognoser vid centrallagret - löses (se även avsnitt 6.2.2). Genom att behandla systemet som ett flödeslager undviks också till stor del dubbellagring och systemets kapitalbindningen minskar. En annan fördel med flödeslager är att dynamiska effekter (se avsnitt 4.3.6) i systemet undviks, eftersom hela distributionssystemets efterfrågebild är känd redan på den översta nivån. Att distributionssystemet är centralt styrt talar också för tillämpning av flödeslagersynsättet och implementering borde vara relativt enkel, jämfört med om styrningen skulle vara decentraliserad. De modeller och metoder för lagerstyrning som används idag kan även tillämpas för ett flödeslager. Den enda nackdelen som vi ser med införande av flödeslagersynsättet är att ytterligare resurser kommer att krävas för insamling av statistiska data och i viss mån ombearbetning av datorsystem och lagerstyrningsmodeller.

### ***Hierarkiska installationslager***

Ett alternativ till flödeslagersynsättet kan vara att betrakta lagren i distributionssystemet som hierarkiska installationslager och tillämpa de mer sofistikerade modeller som finns att tillgå för styrning av hierarkiska lager. Exempelvis kan Roundy's 98%-approximation användas för beräkning av orderkvantiteter (se avsnitt 4.3.4). För beräkning av beställningspunkt och säkerhetslager kan METRIC-metoden eller Rolf Forsbergs metod för exakt beräkning användas (se avsnitt 4.3.5). Dessa modeller är dock väldigt komplexa och kräver mycket resurser i form av teoretiska kunskaper, tid och datorkapacitet för framtagning, införande och tillämpning. Dessutom bygger de på diverse förenklingar och antaganden om rådande förutsättningar, vilket gör att

det blir svårt att fullt korrekt anpassa dem till de unika förhållanden som råder för SR. Den stora frågan i detta sammanhang är således vilken marginalnytta dessa slags modeller kan tillföra SR:s distributionssystem. Det kan visa sig att de komplicerade modellerna bara ger en liten kostnadsbesparing, medan en avsevärt större kostnadsbesparing kan göras genom andra, enklare och mindre kostsamma, åtgärder. De modeller som finns framtagna för styrning av enkla lager kan således vara fullgoda alternativ till de mer komplicerade modellerna vid styrning av lager i ett distributionssystem.<sup>75</sup>

### ***Förutsättning och slutsats för vidare analys***

För ett system av lager eller ett flödeslager är ett globalt tillgänglighetssystem en fördelaktig lösning, eller rent av en förutsättning (se bilaga A.1.1, Lagernivå och sortiment samt A.4.2, Lagernivå och sortiment). Detta tillgänglighetssystem skall länka samman alla fysiskt enskilda lagers lagersaldon till ett för systemet gemensamt lagersaldo. När en order kommer in till systemet länkas denna, beroende på leveransadress, till det lager som ligger närmast slutkunden. På så vis blir leveranstid och transportkostnader i de flesta fall så låga som möjligt.

Ovanstående resonemang, att betrakta delar av distributionssystemet som ett flödeslager, utgör grunden för fortsatt analys. I nedanstående analys kommer således flödeslagerssynsättet att vara en given förutsättning.

## **6.2 Prognoser**

Det finns många avancerade prognosmetoder och prognossystem, vilka rekommenderas i teorin (se avsnitt 4.1.3). De företagsbesök som har gjorts inom ramen för examensarbetet har visat på allt ifrån väldigt enkla och lättförståeliga prognosmetoder och system (se bilaga A.2.3, Prognoser), till väldigt avancerade sådana (se bilaga

---

<sup>75</sup>Muckstadt, John A. och Thomas, Joseph L. Are Multi-Echelon Inventory Methods Worth Implementing in Systems with Low-Demand-Rate Items?. *Management Science*. nr 15. s 483-494. (1980).

A.1.1, Prognoser). Speciellt inom Volvo Truck Parts Corporation (VTP) anser man att det kan vara en stor fördel att försöka hålla prognosmetoderna och prognossystemet så enkla som möjligt, så att alla som arbetar inom området har förståelse för de formler och beräkningar som tillämpas. Idag görs prognoserna för EDC med hjälp av datorstöd i det relativt sofistikerade prognos- och lagerstyrningsprogrammet Amase. Centrallagrets prognoser bestäms också maskinellt i datorprogrammet Murco. För APDC bestäms prognoserna manuellt.

Eftersom SR redan har införskaffat och infört dessa relativt avancerade prognosprogram, kan det vara rimligt att prognoserna även fortsättningsvis bestäms med hjälp av de sofistikerade metoder och modeller som finns att tillgå. Vissa ändringar och förbättringar kan dock göras, både vad gäller prognostisering för regionallagren och centrallagret.

## **6.2.1 Prognostisering för regionallagren**

Nedan analyseras förbättringsmöjligheter beträffande regionallagrens prognoser vad gäller datorprogram (Amase), metoder och ingångsdata.

### ***Bättre utnyttjande av Amase***

Eftersom Amase är ett externt framtaget prognos- och lagerstyrningsprogram, är det bara tillverkaren, 2\*PRO, som innehar fullständig information angående de formler och beräkningar som ligger bakom de olika beslutsförslag som föreslås. Dessutom är värden på de parametrar som används i Amase idag initialt satta av tillverkaren. Dessa värden bör justeras kontinuerligt, beroende på utfall och utveckling. Ovanstående situation utgör en stor nackdel för SR, eftersom det är så gott som omöjligt att göra korrekta och bra analyser samt justera parametrar utan kunskap om bakomliggande faktorer och samband. Tillverkaren av Amase erbjuder även ett kompletterande lageranalysprogram, Stock Analyst, vilket kan vara skäligt att införskaffa till SR. Med tanke på de höga arvoderingskostnader som uppstår vid konsultering av tillverkaren (1.000 SEK/h), för att lösa problem och frågor angående Amase, borde inför-

skaffningskostnaden (45.000 SEK) i längden leda till en kostnadsbesparing. Idag utnyttjas inte heller Amase fullt ut. Till exempel har ingen ABC-klassificering för artiklarna i EDC gjorts, utan alla artiklar behandlas som A-artiklar. Detta gör styrregler och strategier relativt meningslösa och lagret styrs inte på bästa möjliga sätt. Framförallt bör systemets alla möjligheter, i form av parametrar och analys, utnyttjas för att legitimera investeringskostnaderna.

### ***Manuella prognoser för lågfrekventa artiklar***

Det finns en funktion i Amase som möjliggör manuell prognosberäkning. Denna prognosmetod föreslås i de fall programmet inte finner en lämplig prognosmodell (det vill säga den systematiska avvikelsen har varit stor under ett visst antal perioder), men är alltid ett möjligt alternativ. Speciellt för lågfrekventa artiklar kan det vara bra att beräkna prognoserna manuellt, eftersom vanliga prognosmetoder (såsom exponentiell utjämning) är olämpliga för dessa artiklar (se avsnitt 4.1.3, Manuella prognoser). En annan fördel med manuell prognosberäkning är att prognosberäkningens personliga erfarenheter, kunskaper och känsla kan vägas in i prognosen. Vissa faktorer - som till exempel prisändringar eller produktionsuppehåll - kan vara omöjliga att ta hänsyn till vid maskinell prognosberäkning, hur sofistikerade prognosmetoden och prognossystemet än är. För mycket dyra artiklar kan manuell prognosberäkning leda till stora kostnadsbesparingar eftersom kapitalbindningen minskar. Enda nackdelen med manuella prognoser är att de är tidskrävande att göra samt erfordrar personal med erfarenhet inom området. För billiga artiklar finns det således ingen anledning att göra prognoserna manuellt (se avsnitt 4.1.2 och bilaga A.1.1).

### ***Basera prognoser på total regional efterfrågan***

De prognoser som görs för regionallagren idag baseras endast på lageruttag från centrallagret till respektive regionallager. De order som har gått direkt från centrallagret till kunder inom en viss region inkluderas således inte i historiken. Detta ger felaktiga prognoser för regionerna, vilka i sin tur leder till felaktigt sortiment samt för låga lagernivåer vid regionallagren. Genom att basera regionallagrens prognoser bå-



de på historik över det som har levererats till regionerna från centrallager och från regionallagren, kommer sortiment och lagernivåer att stämma bättre överens med regionernas verkliga efterfrågan. Införandet av detta resonemang är en förutsättning för att ett globalt tillgänglighetssystem skall fungera (se avsnitt 6.1.1). En svårighet som uppstår i och med förslaget, är att insamling och sammanställning av statistiskt underlag för prognoser blir mer krävande. Detta beror på att materialet måste hämtas både från regionallagren och centrallagret, jämfört med tidigare då historiken enbart hämtades från regionallagren. Vid eventuellt införande av Amase för regionallagret i Singapore (APDC) samt vid uppstart av ett regionallager i Nordamerika (NADC) bör prognoserna baseras på total regional efterfrågan från början.

### ***Amase för alla regionallager***

Som tidigare nämnts styrs APDC:s lager manuellt och med relativt osofistikerade metoder och modeller. Många beslut tas baserade på erfarenhet och känsla och servicenivån ligger idag på en relativt låg, otillfredsställande, nivå (se avsnitt 3.2.6, Servicenivå och 3.4.6, Servicenivå). En lösning till detta problem kan vara att även styra APDC:s lager med hjälp av Amase. Istället för att invänta statistiskt dataunderlag över efterfrågehistorik, bör SR aktivt arbeta med att samla in all försäljningshistorik som går att uppnå från marknadsbolagen. Om ingångsvärdena i Amase är väldigt osäkra bör en hög utjämningskonstant,  $\alpha$ , användas för att möjliggöra en snabb insvängning mot korrekta prognosvärden (se avsnitt 4.1.3, Enkel exponentiell utjämning).

Detta skulle ge en mer sofistikerad och förhoppningsvis bättre lagerstyrning, där lagernivåer och sortiment stämmer bättre överens med efterfrågan inom regionen, eftersom dolda problem såsom fel sortiment och lagernivåer kan upptäckas. Till exempel kontrolleras idag endast vilka artiklar det har uppstått brist av och om de ej finns lagerlagda, läggs de upp i regionallagrets sortiment. Däremot kontrolleras inte huruvida efterfrågan av en artikel har upphört (det vill säga om den har plockats mindre än två gånger under ett år) och således kan denna artikel ligga kvar i regionallagret en lång tid utan att omsättas. En stor fördel är också den tidsbesparing som kan gö-

ras genom ökad automatisering av lagerstyrningsarbetet. Styrningen av regionallagren kommer dessutom att bli mer enhetlig och standardiserad, vilket är en fördel i ett lagersystem som detta.

En nackdel och den stora anledningen till att Amase ännu ej har införts för APDC är att det är svårt att samla in relevant statistik över efterfrågan i de asiatiska länderna, eftersom många länder fortfarande beställer direkt från centrallagret. Detta borde dock inte vara en omöjlighet. Till att börja med kan åtminstone efterfrågehistoriken vid APDC användas som ingångsvärde för prognoser. Denna historik borde dock enkelt kunna kompletteras med historik över vad som har sålts från centrallagret till APDC:s region. Detta kräver en viss arbetsinsats, men i längden borde denna vara lägre än den insats som krävs för att styra lagret manuellt. Givetvis uppstår initieringskostnader, såsom licens- och utbildningskostnader, om beslut tas om att införa Amase vid APDC. En annan nackdel, som även har nämnts tidigare, är att beräkningarna kommer att göras automatiskt, baserade på teorier och modeller som kan vara okända eller svårbegripliga för dem som arbetar med lagerstyrningen. Detta kan leda till svårigheter vid lageranalys och justering av parametrar. Genom utbildning samt de åtgärder som har nämnts för motsvarande fall ovan, borde detta problem ej behöva uppstå vid införande av Amase vid APDC (se avsnitt 6.7.2). Ovanstående resonemang gäller givetvis också vid uppstart av NADC.

### **6.2.2 Central prognostisering**

Eftersom centrallagret idag inte betraktas som ett flödeslager, uppstår vissa problem vid prognostisering och lagerstyrning. Till exempel undviker man att beställa stora kvantiteter av billiga artiklar till regionallagren, vilket enligt teorin är det korrekta (se avsnitt 4.1.2 och bilaga A.1.1), eftersom detta genererar felaktiga (för höga) prognoser för centrallagret. Med det nya synsättet (se avsnitt 6.1) kommer dock prognoserna att baseras på kundefterfrågan och inte på regionallagrens uttag från centrallagret. Detta kommer att ge sanningsenligare prognoser och billiga artiklar kan utan problem lagras i stora mängder i regionallagren, eftersom man vid centrallagret har en

helhetsbild över efterfrågan. Nedan analyseras två prognosmetoder som kan vara lämpliga för central prognostisering av lågfrekventa artiklar.

### ***Modell enligt Croston***

Liksom för Amase kan ett alternativ vid prognosberäkning för lågfrekventa artiklar vara att använda sig av Crostons modell (se avsnitt 3.3.6, Prognoser och 4.1.3, Prognoser för lågfrekventa artiklar). Fördelen med denna metod är att den inte kräver manuellt arbete och är således lämplig för såväl billiga som dyra lågfrekventa artiklar. Jämfört med vanliga metoder, såsom exponentiell utjämning, ger denna metod lägre kapitalbindning, eftersom den endast tar med perioder med positiv efterfrågan samt uppskattar tidsintervallen mellan efterfrågetillfällena. Med denna metod undviks också det i avsnitt 3.2.2 beskrivna problemet, det vill säga att inköparna inte beställer enligt inköpsförslagen eftersom prognoserna blir för höga för artiklar som är lågfrekventa och dyra. Jämfört med den i avsnitt 6.2.1 beskrivna metoden för manuell prognosberäkning vägs dock inte erfarenhet och känsla in på samma sätt. En annan nackdel som införande av denna metod medför är att prognosmodellerna i Murco måste uppdateras i samråd med dess tillverkare, Unicorn. Tillverkaren kan inte idag säga hur mycket detta skulle kosta.

### ***”Buy as Sold”***

För lågfrekventa och framförallt dyra artiklar kan principen ”buy as sold” (BAS) tillämpas vid inköp till SR (se bilaga A.1.2, Lagernivå och sortiment). Denna princip innebär att då en BAS-klassificerad artikel når beställningspunkten, avvaktar man en viss tidsperiod innan inköp görs. Inom Engson Maskin AB BAS-klassificeras alla artiklar med värde över 2.500 SEK som har orderkvantitet ett och beställningspunkt noll. Tidsperioden från det att beställningspunkten nås tills dess artiklarna beställs är 30 dagar.

Syftet med denna princip är att hålla kapitalbindningskostnaden nere. Idag tillämpar SR:s inköpare indirekt någon form av BAS-princip genom att de för vissa lågfre-

kventa artiklar ofta väntar några veckor med att beställa, trots att de enligt inköpsförslaget borde beställa direkt när beställningspunkten nås. Genom att BAS-klassificera artiklar kan en högre grad av struktur och konsekvens uppnås. Dessutom underlättas inköparnas arbete, eftersom det idag manuella beslutsfattandet kommer att automatiseras mer. En nackdel med förslaget är att risken för brist ökar och därmed kan servicenivån sjunka något. Idag är storleken av den arbetsinsats och den eventuella kostnad som krävs för införande av BAS-principen i systemet (Murco eller ALGO) okänd. Frågan är dock om det över huvud taget är nödvändigt att göra ändringar i Murco eller ALGO. Det kan räcka med att sätta parametrarna på ett visst sätt. Förmodligen är denna metod enklare (och därmed billigare) att införa än modellen enligt Croston.

## **6.3 Servicenivå**

Generellt har de flesta företag satt 96 procent servicenivå som mål, så även SR. En förutsättning för att ett företag (som inte verkar inom piratindustrin eller dylikt) skall vara konkurrenskraftigt inom branschen är att denna servicenivå uppnås. Således uppnår alla företag ungefär samma servicenivå och det arbetet i detta fall bör koncentreras på är de resterande fyra procenten, det vill säga de fall då man har misslyckats och kunderna därmed inte har erhållit utlovad eller tillfredsställande service. Nedan analyseras olika förbättringsförslag för att höja servicenivån så att målet kan uppnås och bibehållas. Dessutom analyseras olika mått och mätmetoder för mätning av servicenivån.

### **6.3.1 Åtgärder för att uppnå och bibehålla servicenivåmålet**

För att höja servicenivån krävs det att företaget ständigt arbetar med förbättringar. Nedan ges några praktiska förslag till hur servicenivån kan förbättras eller bibehållas.

#### ***Uppföljning av brister***

Genom att på ett bra sätt och i större omfattning än vad som görs idag följa upp brister som har uppstått, kan servicenivån förbättras avsevärt. Uppföljningen kan genomföras genom att man för varje specifikt fall tar reda på orsakerna till varför brist har uppstått och sedan försöker bearbeta och åtgärda dessa faktorer. Det kan vara klokt att i första hand studera brister som har uppstått för A-artiklar eller högfrekventa artiklar. Emellanåt bör dock en insats göras även för lågfrekventa artiklar (se bilaga A.5.2, Servicenivå). Ett annat sätt kan vara att analysera briststatistiken genom att gruppera bristerna beroende på orsak. På detta vis upptäcks de största orsakerna till brist och därmed också vad som i första hand bör göras för att höja servicenivån (se bilaga A.1.1, Servicenivå). Noggranna mätningar och dokumentation är en förutsättning för att god bristuppföljning skall vara möjlig (se avsnitt 6.3.2).

Bättre bristuppföljning medför många fördelar för ett företag, framförallt att dess servicenivå kan höjas. God uppföljning av brister är förmodligen en förutsättning för att företaget skall kunna bibehålla en uppnådd servicenivå och därmed vara konkurrenskraftigt i en omgivning där de flesta konkurrenter upprätthåller en hög servicenivå.

Enda nackdelen som vi ser med utökad och bättre bristuppföljning är att mer resurser krävs, framförallt i form av personal och tid. Det bör också påpekas att brist och tillgänglighet inte är de enda faktorer en kund väger in i den totalt upplevda servicen. Det finns även andra faktorer, såsom kundbemötande och övrig service, som påverkar kundens helhetsbild av företaget, produkterna och servicen. Det är därför viktigt att inte enbart inrikta arbetet på bristuppföljning.

### ***Tidigare kontroll av restorder***

Idag görs vid regionallagren en kontroll av restorder från centrallagret, när leveransdatumet har passerats och artikeln inte har anlänt till regionallagret. Genom att utföra denna kontroll tidigare, det vill säga innan leveranstiden har gått ut, kan en potentiell brist (från regionallagret till kund) undvikas.

Fördelen med detta förfarande är att problem kan förebyggas, brist kan undvikas och därmed kan servicenivån höjas. En nackdel är återigen att detta kräver tid och resurser. Dessutom måste ett nytt mått på vad som anses vara en kritisk tidpunkt väljas (idag utgör leveransdatumet den kritiska tidpunkten) och systemet måste kunna signalera när denna tidpunkt inträffar. Det kan här vara svårt att urskilja en kritisk order från en icke kritisk order. Det är mycket möjligt att det ovan nämnda måttet varierar mellan artiklar eller artikelgrupper och kan således anta olika värden för olika artiklar eller artikelgrupper.

### ***Meddelande i ALGO***

Då en leveranstid ändras meddelas detta i ALGO på så sätt att det gamla leveransdatumet ersätts av ett nytt. Personalen vid EDC ser dock gärna att ett ändrat leveransdatum följs av en förklaring eller orsak till varför leveransdatumet har ändrats.

Detta är en relativt enkel åtgärd som kan göras genom att skriva in meddelandet på en rad i ALGO. Om detta görs kan personalen vid regionallagren direkt meddela kunden vad som har gått fel och varför detta fel har uppstått. En rimlig förklaring leder oftast till ökad tolerans från kundens sida, då förseningar eller brist uppstår. En kund som förstår orsaken till en brist anser för det mesta inte att bristen är lika allvarlig som i de fall då ingen förklaring kan ges. Således blir den av kunden upplevda servicen högre. En annan stor fördel med denna enkla åtgärd är de tidsbesparingar som kan göras både för regionallagren och centrallagret, eftersom utredande telefonsamtal kan undvikas för båda parter. Den enda ytterligare tid som erfordras är de korta stunder som krävs av inköparna för att skriva in meddelandet i ALGO. Dessutom kan denna åtgärd leda till att personalen vid respektive regionallager känner sig mer delaktiga i arbetet och därmed också gör ett bättre jobb.

### ***Modell enligt Volvo Truck Parts***

Ytterligare ett sätt att höja servicenivån är genom att göra som Volvo Truck Parts (VTP), där restnoterade artiklar vid ett regionallager automatiskt beställs från cent-

rallagret i Belgien och levereras samtidigt som artiklarna från supportlagret (se bilaga A.2.3, Servicenivå). Inom SR skulle detta tillvägagångssätt kunna tillämpas mellan EDC och centrallagret i Sverige. Då brist uppstår vid EDC överförs de restnoterade artiklarna automatiskt till centrallagret, som levererar direkt till kund.

Denna metod ger en avsevärt högre servicenivå jämfört med om hela ordern skulle restnoteras eller bristartiklarna skulle skickas via EDC till kund. För en servicenivå på 94 procent vid EDC och 95 procent vid centrallagret, blir den slutliga servicenivån 99,7 procent (se bilaga A.2.3, Servicenivå). Dessutom kan transport- och hantlingskostnader reduceras avsevärt, jämfört med dagens system då bristorder inte automatiskt levereras direkt till kunderna utan via EDC.

För att ovanstående tillvägagångssätt skall vara möjligt krävs dock viss omarbetning av datorsystemet, vilket i sin tur kräver personella och ekonomiska resurser. Det bör också tilläggas att motsvarande lösning för APDC (eller i framtiden NADC) inte skulle ge samma positiva effekt som för EDC, eftersom leveranstiden från närmaste lager är relativt lång. En följd av detta tillvägagångssätt, som kunden kan uppfatta som negativ, är också att artiklarna kommer att levereras i två olika kollin.

Även vad gäller separering av order och leveransadress, det vill säga leveransadressen läggs in senare än ordern, borde SR kunna gå tillväga på liknande sätt som VTP (se bilaga A.2.2, Orderhantering). På detta sätt kan artiklar levereras direkt från fabrik till regionallager (eller kund), vilket givetvis går fortare än om de skall levereras via centrallagret. Detta ger i sin tur minskat antal brister och ökad servicenivå. Förslaget förutsätter dock att direkttransporter från fabrik till regionallager (till exempel från Monza, Italien, eller Madrid, Spanien, till EDC) är möjliga (se avsnitt 6.7.3, Kvalitetsansvar). Dessutom kommer det manuella arbetet för hantering, i form av extra inläggning av leveransadresser i systemet, att öka.

### ***Begränsning av utleveranser***

SR borde liksom Sandvik Coromant särbehandla kundorder med stora orderkvantiteter av högfrekventa artiklar (se bilaga A.5.2, Servicenivå). För SR:s del skulle detta innebära att en gräns för hur stor en till regionallagren inkommande orderrad

får vara (till exempel inte större än en månads prognos) för att den skall levereras direkt från lagret. Orderrader som är större än denna gräns tas således inte från regionallagret, utan från centrallagret eller tillverkas specifikt för denna kund.

På detta vis kan inte ett regionallager tömmas helt på en eller flera artiklar av en eller några kunder, vilket skulle orsaka brist för många andra kunder. Detta höjer den totala servicenivån, eftersom kundorder som kommer in under kvarstoden av prognosperioden kan tillgodoses bättre än om den första (stora) ordern hade levererats direkt från regionallagret.

Den största nackdelen med detta förfarande är givetvis att det, för de kunder som lägger stora order, garanterat uppstår brist trots att artiklarna finns i lager och man vid regionallagret inte i förväg säkert kan veta huruvida dessa artiklar kommer att efterfrågas senare under prognosperioden eller ej. Dessutom kommer den manuella hanteringen (för betjäning av dessa kunder) att öka.

CLS rekommenderar ett liknande resonemang i och med att orderrader med få artiklar av en sort prioriteras framför orderrader med många artiklar av en sort (se bilaga A.1.1, Servicenivå). Denna prioritering innebär samma för- och nackdelar som Sandvik Coromants modell. Inom VTP prioriteras alltid en kundorder framför en lagerpåfyllnadsorder, vilket på kort sikt ger en högre servicenivå - jämfört med att prioritera lagerpåfyllnadsordern framför kundordern (se bilaga A.2.2, Orderhantering).

### ***APDC***

Av nulägesbeskrivningen (se avsnitt 3.2.6, Servicenivå och 3.4.6, Servicenivå) framgår att servicenivån för APDC av olika anledningar, främst marknadsbolagens köpbeteende, länge har varit låg. För att undvika detta problem, framförallt vid uppstarten av ett regionallager i Nordamerika, bör åtgärder vidtagas. Dessa åtgärder kan till exempel vara att



- ◆ Skapa förtroende och minska det psykologiska avståndet mellan marknadsbolag och lager genom att visa att det nya distributionssystemet fungerar bra. Detta kan göras genom att, åtminstone till en början, upprätthålla ett brett sortiment och höga lagernivåer så att brist sällan eller aldrig uppstår.
- ◆ Begränsa utleveranser av icke lågfrekventa artiklar för att förhindra att marknadsbolagen bygger upp egna lager. Detta gäller såväl för centrallagret som regionallagret (se avsnitt 6.3.1, Begränsning av utleveranser).
- ◆ Liksom ABB Logistics Center marknadsföra konceptet gentemot marknadsbolagen (se bilaga A.3.2, Jourservice i Västeuropa).

Detta bör leda till ökat förtroende och minskat psykologiskt avstånd mellan marknadsbolag och central- respektive regionallager. Dessutom borde inte marknadsbolagen längre finna det lönsamt att hålla egna lager. Detta resulterar i sin tur i att ”den onda cirkeln” (se avsnitt 3.4.4) bryts eftersom inga lagerpåfyllnadsorder beställs från regionallagret, lagret töms inte av en eller några få order, köpbeteendet stabiliseras, relevanta statistiska data kan erhållas, prognoserna blir riktigare och servicenivåmålet kan uppnås. Nackdelarna med detta förslag är att kapitalbindningskostnaden tillfälligt ökar då sortiment och lagernivåer vid regionallagret utökas, brist uppstår för de kunder som beställer mer material än vad den övre gränsen tillåter samt marknadsföringskostnaderna ökar.

### *Utökad kundservice*

Liksom ABB Logistics Center borde SR också kunna utöka kundservicen (se bilaga A.3.2, Standardservice i Västeuropa). Kundservicen kan utökas genom att skiftarbete införs vid lagren och då först och främst i centrallagret. Detta medför att plockning och packning kan ske längre än till klockan 17.00 och DHL kan hämta godset senare än idag. För kunderna och EDC innebär detta att de kan beställa material från centrallagret efter klockan 15.00 och ändå erhålla det påföljande dag.

Den stora fördelen med denna förändring skulle vara att kundservicen ökar, eftersom order kan tas emot senare än klockan 15.00 och ändå levereras inom den utlovade tiden (24 timmar i Europa). Denna åtgärd borde höja servicenivån avsevärt (mätt enligt förslag i avsnitt 6.3.2). Eftersom det fungerar för ABB Logistics Center att ha

lagret öppet till och med klockan 20.00, då DHL hämtar materialet, borde det också fungera för SR.

Förslaget kan dock medföra ökade löne- och transportkostnader. Det kräver dessutom att förhållandet mellan företag och personal är gott, så att inte konflikter uppstår då arbetstiderna skall utökas. En förutsättning är också att förhållandet till DHL, eller annan transportör, är gott och att de accepterar den senare avhämtningstidpunkten

### **6.3.2 Mätning av servicenivå**

Förutsättningen för att arbetet med att öka servicenivån skall lyckas, är att noggranna och korrekta mätningar av servicenivån görs. Oavsett vilka mått som inkluderas i servicenivån, är det viktigt att varje företag klart och tydligt anger vad som avses med servicenivå. Speciellt viktigt är det att ha detta klart för sig när måtten skall jämföras sinsemellan. Nedan diskuteras några områden med förbättringspotential samt faktorer som kan vara viktiga att beakta i detta sammanhang.

#### ***Servicenivåmått***

Med servicenivå avses inom SR egentligen lagertillgänglighet. Att en artikel finns i lager då en order kommer in behöver dock inte innebära att kunden får rätt artiklar i rätt mängd inom utlovad tid. Det finns många steg i distributionskedjan som kan gå fel trots att artikeln finns tillgänglig i lagret när den beställs. Till exempel kan plockning, packning, transport, leverans eller installation misslyckas. Det kan således vara en god idé att även mäta och väga in dessa processers prestanda i den totala servicenivån. För att erhålla en allmän bild av företagets prestanda, med avseende på kundservice, kan även storheter såsom antal reklamationer, antal kundklagomål och antal brådskande leveranser mätas, följas upp och utvärderas (se bilaga A.3.1, A.3.2, Servicenivå och A.5.2, Servicenivå).

Genom att inkludera fler mått (helst så många som möjligt) i servicenivån, kommer detta värde mer sanningsenligt att återspegla den av kunden upplevda servicenivån. Desto noggrannare och mer detaljerade mätningarna som görs, desto enklare blir det

att spåra orsaker till fel genom hela kedjan. Dessa kan i sin tur följas upp och åtgärdas enligt ovan (se avsnitt 6.3.1, Bristuppföljning).

Att mäta samt analysera mätresultaten erfordrar dock resurser i form av tid och personal. Vissa processer, systemegenskaper eller företeelser kan vara svåra att mäta. Framförallt kan det vara svårt att väga samman alla mått, med olika enheter (exempel: antal akutleveranser och antal reklamationer/kundklagomål), till ett gemensamt servicenivåmått.

### ***Sevicenivåklasser***

En orderrad som levereras till kunden inom den av SR utlovade tiden anses ha uppnått full servicenivå. För EDC är målsättningen att 96 procent av alla orderrader skall ha levererats till kunden inom 24 timmar. Är detta fallet, anses servicenivån vara 100 procent. För APDC finns inget sådant strikt mål uppsatt, men man försöker givetvis leverera inom 24 timmar. Ett förslag kan vara att för alla lager först och främst sätta upp tidsramar, inom vilka leveranserna skall ske, så att riktiga mätningar av servicenivån kan göras. Nästa steg kan sedan vara att definiera olika servicenivåklasser, varav en eller flera används. Servicenivåklasserna kan vara liknande de som ABB Logistics Center använder (se bilaga A.3.5, Servicenivå):

1. Andelen order av lagerförda artiklar som har levererats inom den av kunden begärda tiden
2. Andelen order, av alla artiklar (även icke lagerförda), som har levererats inom den av företaget bekräftade tiden
3. Andelen order av lagerförda artiklar som har levererats inom den av företaget bekräftade tiden.

Eftersom SR mäter servicenivån per orderrad, skulle motsvarande mått ange andelen orderrader som har levererats enligt något av ovanstående kriterier. Det som borde vara mest intressant att mäta är egentligen andelen orderrader av alla artiklar som har levererats inom den av kunden begärda tiden, då detta mått mest sanningsenligt beskriver den upplevda kundtillfredsställelsen.

Den huvudsakliga fördelen som vi ser med att först och främst sätta upp tidsramar, inom vilka order/orderrader skall vara levererade, är att det då någorlunda går att mäta kundens tillfredsställelse. Utan tidsramar är det svårt att avgöra hur tillfredsställd kunden blir. Det spelar ju ingen roll om en artikel finns tillgänglig i lagret, om kunden ändå inte får den förrän efter väldigt lång tid. Detta förutsätter givetvis att de uppsatta tidsramarna är tillfredsställande för kunderna. Fördelarna med att mäta olika servicenivåklasser är att företaget får en bättre helhetsbild av hur väl man lyckas tillfredsställa kunderna. Framförallt leder mätningarna till ökad självkänedom för företaget och man kan bättre avgöra var förbättringsinsatser bör göras.

Nackdelen är som alltid att mätningar kräver tid och resurser. Dessutom krävs noggrann dokumentation av de ingående variablerna.

### ***Servicenivåkrav***

Idag är servicenivåmålet, 96 procent, satt utifrån kriteriet: ”alla andra företag har 96 procent servicenivå som mål, därför borde det vara ett bra mål för SR också”. Det kan dock vara rimligt att ta reda på vilken servicenivå kunderna egentligen begär eller förväntar sig.

Genom att undersöka vilken servicenivå kunderna anser är tillfredsställande, ges större möjligheter för SR att arbeta efter kundernas behov och önskemål. Visar det sig att dagens servicenivå är högre än den nivå som kunderna begär, kan lönsamheten ökas genom att sänka servicenivån. Visar det sig däremot att kunderna kräver väldigt hög servicenivå (omkring 100 procent) måste SR göra en subjektiv bedömning av var servicenivån skall ligga, eftersom det lönsamhetsmässigt är orimligt att upprätthålla en alltför hög servicenivå. Liksom andra insatser kräver dessa mätningar tid och resurser, vilket kan ses som en nackdel för förslaget.

## 6.4 Sortiment

Det är orimligt att lagerhålla SR:s alla 70.000 artiklar\*. Därför lagerhålls idag cirka 21.000 artiklar i centrallagret varav cirka 5.200 respektive 5.400 artiklar lagerhålls vid EDC och APDC. I detta avsnitt kommer olika metoder för bestämning av sortiment att behandlas. Dessutom analyseras ett sätt att klassificera lagerförda artiklar sinsemellan.

### 6.4.1 Upplägg

Vid analys av hur regionallagrens sortiment skall väljas har de tre nedanstående sortimentstrategierna behandlats.

#### *Beslutsregel baserad på volym och värde*

Denna regel har med hjälp av lageranalysprogrammet Stock Analyst, tagits fram av tillverkaren till Amase (2\*PRO). Regeln innebär kortfattat att artiklar med värde under 10.000 SEK måste ha plockats minst två gånger och artiklar med värde över 10.000 SEK måste ha plockats minst tre gånger från regionallagret under den senaste tolv månadersperioden, för att de skall lagerhållas (se tabell 3.5).

Fördelarna med denna beslutsregel är att den är mycket enkel att förstå och att den redan är inarbetad. Det faktum att viss analys, av 2\*PRO tillsammans med chefen för SRP, föreligger beslutsförslaget styrker också dess användning.

En nackdel med beslutsregeln är dock att den i ett initialt skede endast tar hänsyn till volym (här: plockfrekvens) och värde (här: standardpris) och inte är baserad på något förutbestämt servicenivåmål. Givet vissa gränser för volym och värde trimmas sortimentet med denna metod, genom ”trail-and-error”, in mot den önskade servicenivån. En annan nackdel är att mycket lågfrekventa artiklar, som plockas mer sällan än två gånger per år, inte kommer att lagerhållas i regionallagren då regeln tillämpas.

För artiklar som är billiga och lågfrekventa är detta en nackdel eftersom hanteringen av dessa artiklar bör minimeras (se avsnitt 4.1.2 och bilaga A.1.1).

### ***Beslutsregel enligt Popp***

Med denna regel fattas beslut om huruvida en artikel skall lagerhållas eller ej utgående från resultatet i ekvation 4.17 och 4.18 (se avsnitt 4.2.1). Pops beslutsregel är bra i det avseendet att många olika faktorer (fem slags kostnader, efterfrågefrekvens, orderkvantitet samt ledtid) beaktas. Det kan dock vara svårt att bestämma eller uppskatta dessa parametrar korrekt, vilket leder till att resultatet inte blir helt tillförlitligt. Modellen gäller under vissa förutsättningar, varav vissa framstår som mer eller mindre orealistiska. Till exempel antas återanskaffningstiden vara försumbar och bristkostnaden sätts därmed till noll. Det ena sambandet (ekvation 4.18) är relativt komplicerat och dess logik är inte alldeles uppenbar. Detta faktum gör att modellen blir svårförståelig och de personer som använder den kan förlora känslan för vad som egentligen beräknas. En annan nackdel med Pops beslutregel är att endast systemkostnad och lagerhållningskostnad är avgörande för beslut om sortiment. Ingen hänsyn tas till eventuella servicenivåmål.

### ***Beslutsregel enligt Caterpillar Logistics Services***

Ett tredje alternativ kan vara att bestämma sortimentet på liknande sätt som CLS (se avsnitt A.1.1, Lagernivå och sortiment). Denna metod baseras på företagets uppsatta servicenivåkrav. Om en total kostnadsanalys (se avsnitt 4.1.1) har gjorts för detta servicenivåmål är indirekt kostnadsfaktorer, såsom de i ovanstående modell enligt Popp, beaktade. Denna metod blir mycket dynamisk om intervallen mellan uppdatering av sortimentet är korta. Det som kan uppfattas som negativt är dock att det inte finns någon restriktion för kapitalbindning. Detta gäller speciellt om servicenivåmålet inte är baserat på en ekonomisk analys.

---

\* Här: artiklar = artikelnummer

## 6.4.2 ABC-klassificering

I Amase finns möjligheten att klassificera artiklarna i A-, B-, C- samt S-grupper, varav den sistnämnda gruppen är avsedd för strategiskt viktiga artiklar. Som tidigare nämnts, har dock ingen ABC-klassificering gjorts av artiklarna i EDC:s sortiment. Alla artiklar behandlas lika, det vill säga som A-artiklar. Lagerstyrningen, och därmed också lagerhållningen vid EDC, skulle kunna förbättras avsevärt genom klassificering av artiklarna i A-, B-, C- och S-grupper.

Eftersom Amase redan är förberett för ABC-klassificering, borde det vara ganska enkelt att införa en klassificering för EDC och så småningom också för APDC. I och med klassificeringen kommer SR att veta vilka artiklar som är viktigast (A- och S-artiklarna) och kan därmed koncentrera arbetet på dessa artiklar, samtidigt som hanteringen av de minst viktiga artiklarna (C-artiklarna) kan hållas så enkel som möjligt. Beslut kan fattas per grupp, vilket bland annat innebär att styrningen av A-artiklar kan skötas väldigt noggrant och omsorgsfullt, medan motsvarande aktiviteter för C-artiklarna så gott som helt automatiseras (se avsnitt 4.1.2, bilaga A.1.2 och A.4.2, Lagernivå och sortiment). Det kan här, liksom i Murco, vara fördelaktigt att sätta olika servicenivåmål för olika grupper. Istället för att, som nu, ha samma servicenivåmål för alla artiklar (eftersom alla artiklar klassas som A-artiklar) kan ett högre mål sättas för en viktig artikelgrupp och ett lägre mål för en mindre viktig artikelgrupp. Summan av dessa servicenivåmål blir densamma som tidigare (se avsnitt 4.1.2 och bilaga A.1.1, Servicenivå, A1.2, A.4.2, Lagernivå och sortiment samt A.5.2, Servicenivå). Ovanstående argument samt det faktum att klassificeringen blir specifik för respektive region bör leda till effektivare lagerstyrning och därmed lönsammare lagerhållning.

Klassificeringen kräver dock visst arbete i form av analys för bestämning av volymvärdesgrupper. När väl denna klassificering har gjorts, kan det vara svårt att avgöra vilka artiklar som skall klassas som strategiskt viktiga. Urvalet kräver manuellt arbete och mycket erfarenhet.

## 6.5 Lagernivå

Det finns många teorier och metoder för styrning av lagernivåer i ett lagersystem. I detta avsnitt skall vi studera närmare hur säkerhetslager och orderkvantiteter kan bestämmas så att önskade lagernivåer kan uppnås.

### 6.5.1 Säkerhetslager

När ett säkerhetslagers storlek skall bestämmas måste först en strategi utarbetas. Strategin skall tala om huruvida säkerhetslagret skall vara placerat centralt eller regionalt samt om systemet skall ha en ytterligare säkerhet förutom att bara kunna ta upp variationer i ledtid och efterfrågan. För att välja beräkningsmetod måste man också bestämma om säkerhetslagrets storlek skall beräknas baserat på bristkostnad eller servicenivå.

#### *Bestämning av säkerhetslager*

Idag finns det två metoder för beräkning av säkerhetslager i Amase. Den ena är en traditionell metod baserad på  $SERV_1$ , för vilken en säkerhetsfaktor används (metod ett). Den andra metoden, som är baserad på  $SERV_2$ , innebär att en viss del av de efterfrågade artiklarna skall kunna tillfredsställas (metod två) (se avsnitt 3.3.6, Lagernivå, och 4.2.4, Metoder för beslut om säkerhetslager). I dag används i Amase den sistnämnda av dessa två metoder, metod två. I avsnitt 4.2 behandlas ett flertal metoder för styrning av säkerhetslager. Samma resultat kan i stort sätt uppnås med alla dessa metoder, beroende på hur parametrarna sätts.

Fördelen med att använda den metod som används idag är att den är baserad på lagertillgänglighet, vilket SR också använder som definition på servicenivå. Observera att om servicenivån mäts enligt förslaget i avsnitt 6.3.2, (Servicenivåmått), måste begreppen servicenivå och lagertillgänglighet skiljas åt. För att beräkningen av sä-



kerhetslager, enligt metod två i Amase, skall bli riktig är det måttet på lagertillgänglighet som skall anges som servicenivåmål och inte den totala servicenivån.

ABB Logistics Center förespråkar ett stort säkerhetslager av A-artiklar (för att kompensera för det relativt lilla omloppslagret av dessa artiklar) och ett litet säkerhetslager av C-artiklar (eftersom ett relativt stort omloppslager rekommenderas för dessa). Vidare anser man att artiklar med lång eller varierande återanskaffningstid samt artiklar med varierande efterfrågan också bör ha stora säkerhetslager (se bilaga A.3.5, Lagernivå).

Genom att ha ett relativt stort säkerhetslager av A-artiklar minskar risken för brister, vilka kan vara mycket kostsamma för denna grupp av artiklar. Fördelen med att ha ett relativt litet säkerhetslager är att kapitalbindningskostnaden hålls nere. Då säkerhetslagret för A-artiklar är stort, uppnås givetvis motsatsen, det vill säga kapitalbindningskostnaden blir hög.

### ***Utökat säkerhetslager***

Sandvik Coromant tillämpar ett synsätt som innebär att säkerhetslagret skall innefatta mer än enbart en säkerhet för att klara variationer i ledtid och efterfrågan (se bilaga A.5.2, Lagernivå och sortiment).

Denna metod innebär att säkerheten ökar, det vill säga oförutsedda händelser (såsom strejk eller brand) vid ett lager skall inte kunna radera hela distributionssystemet. I och med att lagernivåerna blir högre minskar även risken för brist, vilket leder till högre servicenivå.

Den ökade säkerheten ger högre kapitalkostnader och man kan ifrågasätta nyttan av att optimera lagerhållningen över huvud taget. Som situationen är idag skulle en alltför stor extra säkerhetsbuffert i EDC ytterligare bidra till bristen av lagerutrymme. Ett beslut om extra säkerhet måste grundas på en noggrann analys av riskerna

för avbrott i distributionen. En sådan analys skulle även kunna leda till att riskerna förebyggs på ett annat sätt än genom investering i ett extra säkerhetslager.

## **6.5.2 Orderkvantiteter**

I dag beräknas orderkvantiteterna för EDC i Amase och för APDC bestäms de manuellt. I detta avsnitt kommer olika tilläggfaktorer och justering av parametrar i Wilsonformeln samt avrundning av orderkvantiteter att behandlas.

### ***Erfarenhetsfaktor***

Vid beräkning av orderkvantiteter använder Sandvik Coromant en erfarenhetsfaktor på 0,7 i Wilsonformeln. Detta beror på att beräknad EOQ ofta har upplevts vara för stor.

Genom att lägga till en erfarenhetsfaktor i Wilsonformeln kan orderkvantiteternas storlek styras utgående från andra faktorer än de rent ekonomiska. Eftersom kostnadskurvan för högfrekventa artiklar är mycket flack kring EOQ, ger en liten justering av orderkvantiteten inte några nämnvärda förändringar i kostnaden för dessa.

Trots flackheten i kostnadskurvan kommer kostnaden för lågfrekventa artiklar att öka relativt mycket vid en liten förändring av orderkvantiteten. Består sortimentet till stor del av lågfrekventa artiklar kan alltså den totala kostnaden stiga avsevärt. Wilsonformeln tar hänsyn till ekonomiska faktorer och prognostiserad efterfrågan. För att förändra orderkvantiteterna och ändå bibehålla en optimal lösning bör istället dessa faktorer i första hand justeras så att de stämmer väl överens med verkligheten.

### ***Verklighetsbaserad bestämning av EOQ***

I Amase är ordersärkostnaden satt till ett mycket lågt värde och lagerhållningsräntan är satt till ett mycket högt värde. Syftet med dessa orealistiska värden är att minska orderkvantiteterna och därmed lagernivåerna vid EDC, eftersom principen är att inte lagerhålla mer än en månads behov i regionallagren. Istället för att gå till väga på detta sätt borde verkliga värden på ordersärkostnad och lagerhållningsränta användas, så att beräkningarna optimeras utifrån de förutsättningar som verkligen råder.

Givetvis är det bra att begränsa kapitalbindningen och därmed kostnaden för denna. Ett sådant förfarande ifrågasätter dock nyttan av att beräkna den ekonomiska orderkvantiteten över huvud taget, eftersom syftet med Wilsonformeln är att avväga kapitalbindningskostnad mot ordersärkostnad så att den mest ekonomiska orderkvantiteten kan beställas. Genom detta förfarande, då ordersärkostnaden så gott som helt försummas, erhålls mycket oekonomiska orderkvantiteter eftersom optimeringsmekanismen i Wilsonformeln sätts ur spel. Man måste inse att ordersärkostnaden, inklusive transportkostnader (vilka idag helt försummas), är mycket högre än det värde som används idag samt att den ekonomiska orderkvantiteten bör beräknas utifrån så realistiska förhållanden som möjligt. Ifall detta görs kommer lagerhållningen att bli mer lönsam än idag.

### ***Begränsat lagerutrymme***

Genom justering av Wilsonformeln kan även lagerutrymmet tas i beaktande vid bestämning av orderkvantiteter och begränsas om det är nödvändigt.

Om det tillgängliga utrymmet för lagring är en knapp resurs kommer denna justering av Wilsonformeln att skala ned alla orderkvantiteter så att de får plats i lagret. Är kostnaderna höga för att utöka lagerutrymmet är denna metod användbar och kanske även nödvändig för att kunna bibehålla en fungerande och ordnad lagerhantering.

De besparingar som kan göras i och med att man slipper bygga ut lagret vid tillämpning av denna metod, måste vägas mot kostnaden för införande av metoden samt den ökade orderkvantitetskostnad som uppstår i och med att EOQ justeras. För användning av tilläggstermer i Wilsonformeln krävs att varje artikel eller artikelgrupp har en

definierad storleksangivelse. Trots att det enkelt går att bestämma de flesta artiklars storlek, kan det vara svårt att avgöra hur stor fack- eller hyllplats respektive artikel behöver. Metoden medför inga större negativa effekter när det handlar om temporära begränsningar av lagerutrymmet. Är däremot bristen av lagerutrymme stor och bestående, måste mer långsiktiga ekonomiska lösningar övervägas. Exempelvis kan lagret byggas ut eller så kan ett annat större lager användas.

### ***Begränsning av kapital***

En kapitalrestriktion kan införas vid beräkning av orderkvantiteter, för att det totala genomsnittliga lagervärdet inte skall överstiga ett visst värde.

Om kapitalet är en knapp resurs kan det finnas anledning att frånga EOQ. Denna restriktion av kapital kan också tillämpas som en strategi eller en form av spärr om företaget vill begränsa det lagerbundna kapitalet till en viss maximumnivå. Till vilket värde restriktionen i så fall sätts är ett strategiskt beslut som bör fattas centralt.

Att använda en kapitalrestriktion är inte det mest ekonomiska eftersom EOQ måste frångås, vilket även i detta fall medför alla de ovan nämnda negativa kostnadseffekterna (se avsnitt 6.5.3, Erfarenhetsfaktor respektive Begränsat lagerutrymme).

### ***Multipler av förpackningar***

Vid beordring av artiklar kan de ekonomiska orderkvantiteterna avrundas till multipler av hela förpackningar. Detta kan vara ett komplement till förslaget i avsnitt 6.6.4.

Beträffande C-artiklar kan det vara bra att leverera dessa i multipler av hela förpackningar för att lagerhanteringen skall underlättas så mycket som möjligt. De flesta C-artiklar binder en mycket liten andel av det totala lagerkapitalet. Det är också mycket lättare att hantera dessa förpackningar jämfört med löst gods. De är lättare att räkna och underlättar således inlägg i lagret. Dessutom minskar risken för att fel antal artiklar läggs in.

För artiklar med ett högt värde är det oftast olämpligt att frånga EOQ vid beordring, eftersom lagerhållningskostnaden för dessa artiklar kan stiga avsevärt om de skall levereras i bestämda multipler.

## **6.6 Fördelning**

I ett system av lager, och då särskilt flödeslager, är det viktigt att välja en lämplig strategi för fördelning av lagernivåerna mellan de olika lagerplatserna.

### **6.6.1 Centralt kontra regionalt säkerhetslager**

Säkerhetslager kan placeras centralt eller regionalt i ett distributionssystem. En möjlighet är också att dela upp säkerhetslagret mellan centrallager och regionallager.

Genom att ha säkerhetslagret centralt placerat kan det i större utsträckning ta upp efterfrågevariationer vid regionallagren (se avsnitt 4.3.5). Det som styrker att säkerhetslagret skall placeras centralt är den lägre kapitalbindning som detta medför (se bilaga I, Centraliseringsatsen). Det måste dock beaktas att i beviset för centraliseringsatsen förutsätts centrallagrets säkerhetslager direkt kunna betjäna regionerna när brist uppstår vid regionallagren. Detta innebär att transporttiden från centrallager

till kund inte är beaktad. Vid hantering av reservdelar är det ofta av högsta vikt för kunden att erhålla artiklarna så fort som möjligt, eftersom tiden ofta utgör en servicefaktor.

Att placera säkerhetslagret regionalt styrks av olika studier och simuleringar (se avsnitt 4.3.5). Dessa studier visar att ett regionalt säkerhetslager ger en betydligt högre servicenivå än ett centralt säkerhetslager. Simuleringarna och studierna är dock gjorda för konsumtionsvaror och kan således vara missvisande för reservdelar.

Ett alternativ till de ovan nämnda fallen kan vara en kombination av de två alternativen. Om säkerhetslagret fördelas mellan regionallagren och centrallagret kan fördelar erhållas från båda synsätten. I och med att en viss del av säkerhetslagret läggs i regionallagren uppnås fördelen att direkt erhålla en ökad säkerhet mot brist vid respektive lager. Är sedan det totala säkerhetslagret, i analogi med det första alternativet, baserat på systemets totala säkerhet ger detta den lägre kapitalbindningen. Att en viss del finns kvar i centrallagret gör att denna del kan fördelas ut och täcka större variationer i regionerna. Nackdelen med detta alternativ är att ingen av de två ovanstående alternativens fördelar kommer att erhållas fullt ut.

### **6.6.2 Push-principen för högfrekventa artiklar**

Vad gäller fördelningen av artiklar mellan central- och regionallagren kan det vara en god idé att tillämpa push-principen för högfrekventa artiklar (se avsnitt 4.3.3, Push- och pull-principen, och bilaga A.1.1, Fördelning av artiklar). Genom att ”trycka” ut högfrekventa artiklar till regionallagren, kommer de att finnas närmare till hands vid efterfrågetillfällena och risken för brist blir mindre eftersom lagernivåerna av dessa artiklar blir höga. Med push-principen minskas hanteringen vid centrallagret avsevärt. Det beror på att artiklar av denna kategori direkt skickas vidare till regionallagren då de anländer till centrallagret. Därmed undviks hanteringsprocedurer såsom inläggning och plockning. Resultatet blir minskade hanteringskostnader, mindre behov av lagerutrymme vid centrallagret samt ökad kundservice. För SR borde det vara

enkelt att implementera push-principen för högfrekventa artiklar, eftersom distributionssystemet styrs centralt.

Om brist trots allt uppstår vid regionallagren blir konsekvenserna desto större, eftersom lagernivåerna vid centrallagret är låga och artiklarna kanske måste tas från ett annat regionallager. Besparingen i lagerutrymme vid centrallagret är inte enbart positiv, eftersom den givetvis leder till ett ökat behov av lagerutrymme vid regionallagren.

### ***Prioritering för push-principen***

Då artiklar fördelas mellan olika lager bör detta göras utifrån någon slags prioritering. Den prioriteringsstrategi som CLS tillämpar för push-artiklar kan i detta fall vara ett gott alternativ. Strategin innebär att bristorder i första hand tillgodoses, i andra hand tillgodoses ledtidsbehov, i tredje hand tillgodoses säkerhetslagerbehov och i sista hand fördelas artiklarna (med avseende på tidsperioders behov) lika mellan lagren (se avsnitt A.1.1, Fördelning av artiklar).

Införande av denna strategi i lagerstyrningssystemet kommer att eliminera mycket av det arbete, med att tillgodose brister etc, som utförs manuellt idag. I det nya systemet kommer arbetet att bedrivas mer effektivt och systematiskt, eftersom det finns en klar och tydlig strategi som anger hur olika situationer skall hanteras. Eftersom efterfrågan beaktas i antal tidsperioder, kommer servicenivån för de olika regionallagren att bli ungefär densamma. Med andra ord kommer lagren att behandlas rättvist sinsemellan och inget lager blir helt utan artiklar, vilket kan vara fallet då andra prioriteringsstrategier (till exempel FIFO<sup>\*</sup>) tillämpas (se avsnitt A.4.2, Decentraliserad beslutsfattning).

Strategin medför dock en del nackdelar. Till exempel krävs det resurser för framtagning och införande av en strategi som passar SR. Om man väljer att helt automatisera beslutsfattandet enligt denna strategi, kommer utrymmet för manuell bedömning

eller prioritering att bli relativt begränsat. I detta fall bör en funktion som möjliggör manuell bedömning byggas in i systemet.

### **6.6.3 Pull-principen för lågfrekventa och dyra artiklar**

För artiklar som är lågfrekventa och dyra kan pull-principen vara en bra fördelningsstrategi (se avsnitt 4.3.3, Push- och pull-principen, och bilaga A.1.1, Fördelning av artiklar). Genom att behålla lågfrekventa artiklar i centrallagret så länge som möjligt, det vill säga tills dess regionallagrens beställningspunkter nås, kan systemets totala säkerhetslager minskas (se avsnitt 4.3.5). Genom liknande analys som för centraliseringssatsen kan man visa att systemets kapitalbindning därmed blir lägre och den totala kostnaden minskar (se bilaga I, Centraliseringssatsen). Konsekvenserna av brist blir också mindre, jämfört med om huvuddelen av dessa artiklar (säkerhetslagret) skulle lagras regionalt. Vid brist eller annat akut behov är det bättre att ha artiklarna vid centrallagret och distribuera dem därifrån, än ifrån ett annat regionallager. Observera att pull-principen inte är lämplig för billiga lågfrekventa artiklar (se avsnitt 6.6.4).

### **6.6.4 Regional lagring av unika artiklar**

Inom SR finns det artiklar som enbart eller till största delen säljs i vissa regioner. Till exempel säljs reservdelar till separatorer för ullfett, gummi och latex så gott som uteslutande i Australien och Nya Zeeland. Det kan således vara ofördelaktigt att lagra sådana artiklar centralt. Istället kan huvuddelen av dessa artiklars lager allokeras till den region där de säljs.

Den uppenbara fördelen, jämfört med att lagra dessa artiklar centralt, är att risken för brist minskar avsevärt. Detta gäller speciellt för lågfrekventa artiklar. Enligt samma resonemang som för push-principen kommer hanteringskostnaden för denna typ av artiklar också att minska. Resonemanget styrks även av CLS, där varje artikel har sitt huvudlager i det lager där den efterfrågas mest.

---

\* FIFO = First-In-First-Out (här: den först inkomna ordern levereras först)



Skulle dock en plötslig efterfrågan uppstå vid något annat regionallager, är sannolikheten för brist stor och konsekvenserna blir större, eftersom systemets flexibilitet är lägre. Liksom vid införande av push-principen kommer det att krävas mer lagringsutrymme vid det aktuella regionallagret, samtidigt som lagerutrymme frigörs vid centrallagret. Inom SR borde dock dessa biverkningar vara marginella, eftersom det handlar om små kvantiteter.

### **6.6.5 Höga lagernivåer av billiga artiklar vid regionallagren**

Teoretiskt samt från ett flertal företag, bland annat CLS och VTP, rekommenderas relativt höga lagernivåer av billiga artiklar i regionallagren.

Eftersom kapitalbindningskostnaden för dessa artiklar ändå är relativt låg, finns det ingen anledning att riskera brist eller avsätta mer resurser än nödvändigt för hantering av dem. De huvudsakliga fördelarna med förslaget är således att antalet brister (bristkostnaden) samt hanteringskostnaderna - såsom ordermottagning, plockning, packning och transport - minskar.

Förslaget förutsätter dock tillämpning av flödeslagersynsättet så att problem - med felaktiga prognoser för centrallagret då stora mängder lagras i regionallagren - inte uppstår (se avsnitt 6.2.2). För övrigt är den enda nackdelen som vi kan se med detta förslag att kapitalbindningen, trots att den är relativt liten per artikel, kommer att öka för de berörda artikelgrupperna. Dessutom kommer mer lagringsutrymme att behövas vid regionallagren. Denna kostnadsökning borde dock bli mycket mindre än de ovan beskrivna besparingarna.

## **6.7 Övriga förbättringsförslag**

Nedan följer några förslag till förbättringar som har uppkommit under arbetets gång. Dessa förslag ligger något utanför examensarbetets problemområde, men berör ändå styrningen av systemet och därmed också styrningen av regionallagren.

### **6.7.1 Ansvar för lagerstyrning**

Idag är det, som framgår av kapitel tre, huvudsakligen inköps- och lagerstyrningschefen som arbetar med lagerstyrning. Även inköparna arbetar i viss mån med styrning av centrallagrets lager. I takt med att systemet växer och utvecklas - de senaste fem åren har två regionallager tillkommit och under 1997 planeras ett tredje - krävs allt mer lagerstyrningsarbete. Dessutom har metoderna blivit mer sofistikerade (framförallt genom införandet av Amase), vilket kräver djupare teoretiska och analytiska kunskaper än tidigare. För att kunna bearbeta, utvärdera och implementera, de i examensarbetet föreslagna, metoderna och rekommendationerna kommer ytterligare lagerstyrningsarbete att krävas. Detta gäller såväl mängden arbete som arbetsinnehåll. Med detta som bakgrund föreslås någon slags omfördelning av arbetsuppgifter eller inrättande av en ny tjänst för lagerstyrning enligt nedan:

*Alternativ 1 - Utökning av inköparnas produktansvar:* Förslaget innebär att varje inköpare skall ansvara för en viss grupp av produkter, från leverantör till kund. Med andra ord kommer inköparnas arbetsuppgifter att utökas till att även innefatta lagerplanering och lagerstyrning för hela systemet (flödeslagret).

Den stora fördelen med detta förslag är att den person som ansvarar för en viss produktgrupp får ökad kontroll och en helhetsbild över hela distributionskedjan. Förhoppningsvis kan lagerstyrningen på detta sätt bedrivas effektivare och lönsammare än idag eftersom mer tid avsätts, ansvarsområdena definieras väl samt arbetet kan genomföras noggrannare och enligt vissa strategier och beslutsregler. Förslaget innebär dock ökad arbetsbelastning för inköparna och förmodligen kommer det att vara nödvändig att utöka bemanningen inom detta område. Eftersom inköparna idag saknar relevanta teoretiska kunskaper inom lagerstyrning, skulle det även vara nödvändigt med utbildning, vilket givetvis kräver resurser. Det är inte heller säkert att alla inköpare är intresserade av de föreslagna arbetsuppgifterna och den utbildning som de kräver.

*Alternativ 2 - Uppdelning av SRPP:* Detta förslag innebär att SRPP delas upp i två ansvarsområden, ett ansvarsområde för inköp och ett för lagerstyrning. Chefen för SRPP skulle fortfarande kunna ha det övergripande ansvaret, eller så kan ansvaret delas mellan en inköpschef och en lagerstyrningschef.

Även detta förslag skulle i enlighet med ovanstående förslag ge lönsammare lagerstyrning. En annan fördel är att kunskaperna specialiseras inom respektive område, vilket även det ökar effektiviteten. Nackdelarna är liksom för ovanstående fall att arbetsbelastningen ökar inom grupperna och det kan bli nödvändigt att tillsätta ytterligare en eller flera tjänster. De inköpare som skulle arbeta i lagerplaneringsgruppen saknar kanske de teoretiska kunskaper som krävs för att bedriva lönsam lagerstyrning och utbildning blir således nödvändig. Jämfört med alternativ ett medför inte detta förslag samma kontroll och helhetssyn över systemet.

*Alternativ 3 - Lagerplanerare inom SRP:* Det tredje förslaget är att enbart en tjänst tillsätts för lagerstyrning och lagerplanering direkt under SRP, utan att omorganisera arbetet i övrigt. Denna person kan i mycket även ersätta den konsult som idag anlitas för lagerstyrning och underhåll av Amase, eftersom uppgifter såsom bestämning och justering av parametrar i Murco och Amase bör ingå i arbetsuppgifterna.

Därigenom kan samma fördelar som för alternativ ett och två erhållas. Lagerstyrningen blir lönsammare, en person har kontroll och helhetsbild över SR:s distributions- och lagerstyrningssystem samtidigt som specialistkunskaper inom lagerstyrning erhålls. Dessutom bibehålls denna kunskap och erfarenhet inom företaget, vilket inte är fallet idag då konsulter anlitas för utförande av motsvarande eller delar av detta arbete. Den stora fördelen som detta alternativ medför jämfört med de andra två, är att man här ges tillfälle att nyanställa en person med erforderliga teoretiska logistikkunskaper. Detta kan höja SR:s kompetensnivå inom lagerstyrning, samtidigt som tillfälle ges att anställa en ung person och därmed bättre tillgodose företagets återväxt. Denna nyanställning medför givetvis ökade kostnader på kort sikt, men det borde dock vara en god investering på längre sikt. En nackdel jämfört med alternativ

ett är att denna person inte kommer att ha full kontroll eller helhetsbild över hela distributionskedjan, från leverantör till kund.

### **6.7.2 Information och utbildning**

Under examensarbetets gång har vi erfarit att informationen inom SR och SRP ibland är bristfällig. Framförallt efterfrågar personalen vid EDC mer information om vad som försiggår i Tumba. En lösning till detta problem kan vara veckomöten. Idag har ordergrupperna informella möten varannan vecka, men vi föreslår att sådana möten även äger rum mellan grupperna och för hela SRP. För att aktuell information skall nå regionallagren kan någon eller några - förslagsvis kontaktpersonerna för respektive regionallager - ansvara för att månatliga rapporter ges till personalen vid regionallagren och vice versa. Rapporteringen kan antingen ske muntligen eller skriftligen.

Fördelarna med detta förslag kan vara enorma i form av ökat engagemang och delaktighet från personalen. Arbetet blir effektivare när alla vet vad de andra gör, vad som är aktuellt och vad som skall hända i framtiden. På så sätt undviks också missförstånd, dubbelarbete och annat onödigt arbete. De resurser som krävs för framtagning av rutiner samt tid för möten etc, kan ses som en nackdel. Den ökade effektiviseringen av arbetet borde dock kompensera detta.

Ett annat behov som har uppfattats är utbildning av de anställda. Dels efterfrågar personalen vid EDC utbildning (alternativt information), främst beträffande Amase och aktiviteter med anknytning till Amase och lagerstyrning i stort. Man anser också vid EDC att man kan ta över vissa enklare lagerstyrningsuppgifter om resurser, i form av utbildad personal, ges. Det kan också vara bra att utbilda den personal som idag, mer eller mindre, arbetar med lagerstyrning. Detta gäller främst personalen inom SRPP, som ägnar sig åt lageranalys, bestämning och justering av lagerstyrningsparametrar samt tar beslut angående lagren utan att ha erforderliga teoretiska kunskaper inom området. Med dessa kunskaper i bagaget skulle lagerstyrningen och därmed lagerhållningen förmodligen bli mycket mer lönsam. Fordelar och nackdelar

med detta förslag är i övrigt desamma som i ovanstående avsnitt om ökad information.

### **6.7.3 Kvalitetsansvar**

Idag ligger kvalitetsansvaret hos centrallagret. Alla artiklar måste således passera centrallagret för kvalitetskontroll av olika slag (se avsnitt 3.2.1). Detta kan anses vara ett stelt, opraktiskt och framförallt tidskrävande steg i distributionsprocessen. Därför föreslås att leverantörerna får överta kvalitetsansvaret och att kontrollverksamheten vid centrallagret minskas. Detta kan göras genom upprättande av kvalitetsavtal mellan SR och leverantörer, såväl externa som interna (se avsnitt A.5.2, Lagernivå och sortiment).

Genom att kvalitetsansvaret övergår till leverantörerna kan stora ekonomiska besparingar göras för SR, främst vad gäller hanterings- och transportkostnader. Arbetsmoment som kan elimineras är bland andra uppackning, ankomstkontroll, inläggning i lager, plockning, packning och transport från leverantör till centrallager samt från centrallager till regionallager. I en förlängning möjliggör nämligen detta förslag att artiklar kan levereras direkt från leverantörerna till regionallagren, eftersom kvalitetskontrollen i vissa fall är den enda anledningen till att en del artiklar passerar centrallagret innan de sänds till regionallagren eller kund. Speciellt intressant är detta för artiklar som tillverkas vid AL:s fabriker i Monza och Madrid och som säljs från EDC. Här kan leveranserna ske på mycket kortare tid än idag och därmed minskar risken för brist samtidigt som servicenivån höjs (se även avsnitt A.2.2). För artiklar som så gott som enbart säljs i en region, till exempel Europa, kan detta vara en stor fördel eftersom distribution av dessa via centrallagret är onödig.

Det kan dock anses att kontrollen blir sämre om kvalitetskontrollen inte utförs internt. Med tanke på hur sporadiskt artiklarna kontrolleras idag (i vissa fall räknas de bara) borde skillnaden inte bli märkbar. Eventuell avveckling av ankomstkontrollen vid centrallagret medför givetvis viss övertalighet av personal, som måste omplaceras eller friställas, vilket också kan ses som en nackdel med detta förslag.

## 7 Rekommendationer

I detta kapitel redogörs kortfattat för de resultat och slutsatser som vi rekommenderar SR att införa. Rekommendationerna är framtagna efter övervägande av de för- och nackdelar som respektive förslag medför (se kapitel sex). Resultaten är dessutom baserade på förslag från anställda inom SR och andra företag samt de teoretiska rekommendationer som finns för denna typ av problem. För mer detaljerade beskrivningar av förslagen hänvisas till problemanalysen i kapitel sex och för vidareutveckling och införande av förslagen hänvisas till handlingsplanen i kapitel åtta.

### 7.1 Lagersystemsinsätt

- ◆ Betrakta centrallagret och regionallagren som ett flödeslager. Detta innebär att flödeslagret har ett gemensamt lagersaldo där alla lagers lagernivåer ingår och att prognoserna skall baseras på kundefterfrågan.
- ◆ Inför ett globalt tillgänglighetssystem, vilket länkar samman alla fysiskt enskilda lagers lageruppgifter. Tillgänglighetssystemet skall bland annat uppge var i distributionssystemet artiklar är allokerade, de olika lagrens lagersaldon samt från vilket lager artiklar skall levereras för olika destinationer.

## 7.2 Prognoser

- ◆ Överväg inköp av lageranalysprogrammet StockAnalyst (se avsnitt 8.5.4).
- ◆ Analysera möjligheterna att utnyttja Amase, och de funktioner som programmet tillhandahåller, bättre än vad som görs idag. Till exempel skall ABC-klassificering göras samt analys och justering av ordersärkostnad och lagerhållningsränta.
- ◆ Lägg in en spärr, baserad på efterfrågefrekvens och artikelvärde, i Amase för artiklar som är dyra och lågfrekventa. För artiklar med efterfrågefrekvens under och värde över denna gräns skall manuella prognoser rekommenderas och göras i de fall det anses lämpligt.
- ◆ Basera regionallagrens prognoser på den totala efterfrågan inom respektive region. Detta innebär att prognoserna både baseras på uttag från regionallagren och centrallagret (istället för enbart på uttag från regionallagren, vilket är fallet idag). Vid införande av Amase för APDC och NADC skall prognoserna från början vara baserade på total regional efterfrågan.
- ◆ Inför snarast Amase för APDC. Inför Amase för NADC från och med uppstarten. Invänta inte efterfrågehistorik. Arbeta istället aktivt med att samla in statistiska data för regionerna. Använd ett högt värde på utjämningskonstanten,  $\alpha$ , om initialvärdena är osäkra.
- ◆ Prognoserna i Murco skall baseras på kundefterfrågan.
- ◆ Inför Crostons prognosmetod i Murco eller tillämpa ”buy as sold”-principen. Alternativt kan båda metoderna införas (se avsnitt 8.8).

## 7.3 Servicenivå

- ◆ Följ upp brister i större omfattning än vad som görs idag. Gör bland annat detta genom att ta reda på orsakerna till brist, rangordna dessa i storleksordning och börja med förbättringsarbete och åtgärder inom det största problemområdet. Fortsätt sedan arbeta med det näst största problemet och så vidare.
- ◆ Inför en rutin som innebär att ett ändrat leveransdatum i ALGO alltid skall åtföljas av en meddelanderad, där orsak eller förklaring till förseningen anges.
- ◆ Inför automatisk överföring av restorder från EDC till centrallagret. Leverera dessa artiklar direkt från centrallagret till kund. I de fall vissa artiklar på en order finns i regionallagret och resterande artiklar finns tillgängliga i centrallagret, skickas artiklarna från två olika platser så att de anländer till kunden samtidigt.
- ◆ Särbehandla kundorder eller orderrader med stora orderkvantiteter av högfrekventa artiklar. Bestäm en gräns för hur stor en till regionallagren inkommande orderrad får vara för att den skall levereras direkt från lager. Orderrader som är större än detta värde levereras från centrallagret eller tillverkas direkt mot kundorder. Dessutom skall en orderrad med få artiklar prioriteras framför en orderrad med många artiklar av en sort.
- ◆ Förbättra servicenivån vid APDC samt undvik problem (som har uppstått för APDC) vid uppstarten av NADC genom att:
  - Skapa förtroende och minska det psykologiska avståndet mellan marknadsbolag och regionallager genom att visa att det nya distributionssystemet fungerar bra. Gör detta genom att, åtminstone till en början, upprätthålla ett brett sortiment och höga lagernivåer så att brist sällan eller aldrig uppstår.
  - Begränsa utleveranser av högfrekventa artiklar i enlighet med ovanstående rekommendation (se avsnitt 6.3.1, Begränsning av utleveranser).
  - Marknadsför det nya distributionssystemet gentemot marknadsbolagen.



- ◆ Utöka kundservicen genom att förskjuta arbetstiderna vid central- och regionallagren. Ordermottagning bör i och med detta förslag kunna ske till och med klockan 17.30. Centrallagret bör då hålla öppet till och med klockan 19.00 och regionallagren till och med klockan 18.00, då kuriren hämtar materialet.
- ◆ Mät alla delprocessers prestanda, från det att en order kommer in till SR tills dess den är levererad till kund. Detta innefattar delprocesser såsom ordermottagning, överföring av order till plocklista, plockning, packning, transport och leverans. Använd sedan mätresultaten vid förbättring av servicenivån.
- ◆ Bestäm tidsramar, för alla regionallager, inom vilka SR utlovar att beställda artiklar skall vara levererade.
- ◆ Mät servicenivån i likhet med ABB Logistics Centers klass två, det vill säga som den andel av beställda orderrader (av alla artiklar, även icke lagerförda) som verkligen har kommit fram till kunden inom utlovad tid. Mät således inte endast lagertillgängligheten, vilket är det enda måttet på servicenivå idag. Detta görs enklast genom att studera listor över mottagningstidpunkter, vilka erhålls från speditörer och kurirer. Alternativt kan varje delprocess prestanda mätas enligt förslaget ovan, varefter de uppmätta värdena (procentsatser) multipliceras faktor för faktor.
- ◆ Tag reda på vilken servicenivå kunderna accepterar, önskar respektive kräver. Bestäm ett servicenivåmål utifrån på resultatet av denna undersökning.

## 7.4 Sortiment

- ◆ Tillämpa den beslutsregel (baserad på volym och värde) som används för bestämning av regionallagrens sortiment idag. Förfina regeln - det vill säga sätt fler grän-

ser för plockfrekvens och artikelvärde - så att mycket billiga och lågfrekventa artiklar lagerförs vid regionallagret efter det första efterfrågetillfället.

- ◆ Bestäm sortimentet enligt den metod som Caterpillar Logistics Services tillämpar för bestämning av sortiment vid uppstarten av NADC (se bilaga A.1.1, Lagernivå och sortiment). Analysera de artiklar som beslutsregeln rekommenderar att inte lagerhålla. Visar analysen att denna grupp innehåller strategiskt viktiga artiklar, skall dessa ändå läggas upp i sortimentet.
- ◆ Klassificera artiklarna i regionallagrens sortiment i A-, B-, C-, och S-grupper. Inför och använd denna klassificering i Amase.

## 7.5 Lagernivå

- ◆ Då servicenivån mäts enligt ovanstående förslag, måste servicenivå och lagertillgänglighet separeras vid beräkning av säkerhetslager i Amase. Detta beror på att den metod som idag används för beräkning av säkerhetslager baseras på lagertillgänglighet (vilket i Amase benämns servicenivå). Om servicenivån i de efterföljande delprocesserna inte uppgår till 100 procent måste målet för lagertillgänglighet i Amase sättas högre än servicenivåmålet, eftersom produkten av alla ingående faktorer skall motsvara detta mål.
- ◆ I allmänhet gäller att säkerhetslagret för A-artiklar skall vara relativt stort och säkerhetslagret för C-artiklar skall vara relativt litet (förutsatt att A-artiklar beställs ofta och i små kvantiteter samt att C-artiklar beställs sällan och i stora kvantiteter).
- ◆ Vid bestämning av orderkvantiteter enligt Wilsonformeln skall verkliga värden användas för att erhålla den optimala orderkvantiteten. Således måste variabler såsom ordersärkostnad (vilken idag är satt till ett orimligt lågt värde) och lagerhållningsränta (vilken idag är satt till ett orimligt högt värde) ses över.

- ◆ Den brist av lagerutrymme som råder vid EDC idag, och som förmodligen kommer att öka vid eventuellt införande av push-principen (enligt nedanstående förslag), kan kortsiktigt lösas med hjälp av den metod för justering av orderkvantiteter som beskrivs i avsnitt 4.2.3 (Begränsat lagerutrymme). På längre sikt bör dock andra mer långsiktiga lösningar uppnås, till exempel utbyggnad av lagret.
- ◆ Se över orderkvantiteterna i Amase och avrunda dem uppåt till jämna multipler av förpackningar etc, i de fall det anses lämpligt. Detta gäller främst för billiga artiklar.

## 7.6 Fördelning

- ◆ Tillämpa en kombination av centraliserat och decentraliserat säkerhetslager. För lågfrekventa och framförallt dyra artiklar skall säkerhetslagret huvudsakligen vara centralt placerat. För högfrekventa och framförallt billiga artiklar skall säkerhetslagret huvudsakligen vara placerat regionalt.
- ◆ Tillämpa push-principen för högfrekventa artiklar.
- ◆ Tillämpa den prioriteringsstrategi som Caterpillar Logistics Services tillämpar för push-artiklar (se avsnitt A.1.1, Fördelning av artiklar).
- ◆ Tillämpa pull-principen för artiklar som är dyra och lågfrekventa.
- ◆ Artiklar som enbart eller till största delen säljs i en viss region skall lagras i den regionens regionallager.

Billiga artiklar skall alltid finnas i stora kvantiteter vid regionallagren.

## 7.7 Övriga förbättringsförslag

- ◆ Tillsätt en tjänst för lagerstyrning och lagerplanering direkt under SRP. Denna person skall i mycket ersätta den konsult som idag anlitas för lagerstyrning och underhåll av Amase. Uppgifter såsom bestämning och justering av parametrar i Murco och Amase skall ingå i denna persons arbetsuppgifter. Denna person skall också ansvara för implementering av den i kapitel åtta beskrivna handlingsplanen.
- ◆ Sprid information genom att bedriva regelbundna informationsmöten inom SRP och SRQ.
- ◆ Avge månatliga rapporter från SRP till regionallagren samt från regionallagren till SRP. Dessa rapporter skall ges muntligen eller skriftligen. Över huvud taget skall man inom SRP tänka på att kontinuerligt informera regionallagren om vad som händer inom SR. Det som rapporteras från regionallagren till SRP skall återges, av kontaktpersonen för respektive regionallager, vid informationsmötena.
- ◆ Låt tillverkaren av Amase, 2\*PRO, utbilda de personer som använder Amase i dess funktioner och möjligheter.
- ◆ Utbilda de personer som arbetar med lagerstyrning (idag främst SRPP) i de teorier som finns inom detta område.
- ◆ Låt leverantörerna överta kvalitetsansvaret och upprätta kvalitetsavtal.

## **8 Implementering av rekommendationer**

I detta kapitel är en handlingsplan utarbetad för de förslag som rekommenderas i kapitel sju. I handlingsplanen beskrivs kortfattat hur förslagen kan implementeras, vem som skall genomföra dem samt vem som skall vara ansvarig för detta. Om ingenting annat anges är den ansvariga personen för genomförande av förslagen den person som rekommenderas att anställas för lagerstyrning och lagerplanering. Handlingsplanen är upprättad i sekventiell ordning, det vill säga i den ordning som rekommendationerna skall implementeras. Målsättningen är att rekommendationerna skall börja implementeras i januari 1997 och vara genomförda inom ett år.

### **8.1 Information**

Informationsmöten skall hållas varannan vecka angående de förändringar som kommer att genomföras samt är under utarbetande. Här skall även problem i det vardagliga arbetet tas upp och diskuteras. Efter dessa möten skall rapporter sammanställas och kontaktpersonerna för regionallagren skall förmedla informationen till cheferna för respektive lager. Kontaktpersonerna skall också ansvara för att föra fram information och förslag från regionallagren vid informationsmötena. Det är dessutom viktigt att alla inom SR tänker på att i det dagliga arbetet sprida information till sina kolleger.

## **8.2 Lagerplanerare**

SR:s ledning skall tillsätta en tjänst för lagerplanering och lagerstyrning samt utveckling av denna verksamhet. Personen som anställs på denna tjänst skall ha de teoretiska kunskaper och den kapacitet som krävs för genomförande av de föreslagna rekommendationerna.

## **8.3 Flödeslager**

Det första lagerplaneraren skall göra är att omdana dagens lagersystem till ett flödeslagersystem. För att genomföra detta måste nedanstående åtgärder vad gäller prognosprogrammen Amase och Murco göras. Dessutom skall ett globalt tillgänglighetssystem införas.

### **8.3.1 Amase för APDC**

Införandet av Amase för APDC kan ske omgående. Det är inte nödvändigt att invänta mer statistik över efterfrågan vid APDC utan man bör aktivt samla in försäljningshistorik från marknadsbolagen. Kan inte denna information inhämtas måste centrallagrets försäljningsstatistik i kombination med APDC:s försäljningsstatistik användas för att se vilka artiklar som har sålts till regionen, i syfte att kunna lägga upp rätt sortiment vid APDC. Om de insamlade värdena är väldigt osäkra kan detta kompenseras genom att initialt använda en hög utjämningskonstant,  $\alpha$ , i prognosberäkningarna för att erhålla en snabb insvängning mot korrekta prognosvärden.

Vid införandet av Amase för APDC skall prognoserna grundas på den totala regionala efterfrågan och inte bara på vad som har sålts från regionallagret. Detta gäller även för EDC och NADC.

### **8.3.2 Prognoser i Murco**

Prognoserna i Murco skall omarbetas så att de grundas på slutkundernas efterfrågan och inte bara på vad som levereras till regionallagren. Detta kan göras genom att vid prognosberäkning eliminera historik över det som har levererats till regionallagren samt addera regionallagrens försäljningsstatistik. Vid utarbetandet av de praktiska systemförändringar som detta medför måste möjligheterna att göra ändringar i Murco eller ALGO analyseras. Kan justeringarna göras i ALGO kan systemutvecklare inom Alfa Laval genomföra dessa. Måste ändringar däremot göras i Murco, krävs med största sannolikhet Unicorn anlitas.

### **8.3.3 Globalt tillgänglighetssystem**

Ett globalt tillgänglighetssystem som länkar samman alla lager i systemet till ett gemensamt lagersaldo skall införas. Sammanlänkningen av lagersaldona kan ske genom att i Murco addera EDC:s och APDC:s lagersaldon till centrallagrets lagersaldo. Detta gemensamma lagersaldo, som utgör flödeslagrets lagersaldo, justeras sedan genom inleveranser till centrallagret och utleveranser till kund från regionallager och centrallager. En analys i samarbete med systemutvecklare måste göras för att finna en lösning till hur datorsystemet skall särskilja var i distributionssystemet de olika artiklarna är allokerade. Detta kan göras genom att skapa ett separat system eller genom utveckling av ALGO.

## **8.4 Modell enligt Volvo Truck Parts**

Den metod som VTP använder för att höja servicenivån (automatisk överföring av bristorder från regionallager till centrallager) kan införas för SR genom att utveckla ordermottagningsmodulen i ALGO. Personal inom Alfa Laval bör kunna göra de nödvändiga ändringarna i ALGO. Det som måste bestämmas är om en hel orderrad eller endast delar av en orderrad skall överföras till centrallagret vid brist. Detta beslut bör fattas i samråd med lagercheferna för EDC och centrallagret. En analys av

de ökade transportkostnaderna bör också göras. I och med de stora vinningar i ökad servicenivå som kommer att uppnås, är det dock osannolikt att transportkostnaderna blir för dyra. Det kan också vara intressant att studera om det för någon specifik artikelgrupp skulle vara mer eller mindre ekonomiskt att utnyttja denna modell.

## **8.5 Amase**

Nästa steg i utvecklingen av lagersystemet är att utbilda berörd personal i prognosprogrammet Amase samt se över möjligheterna att utnyttja det bättre.

### **8.5.1 Utbildning i Amase**

För en grundlig förståelse av Amase och dess möjligheter krävs vidare utbildning av de som kommer att arbeta med programmet. Detta innefattar den nyanställda lagerplaneraren samt andra lagerstyrningsansvariga inom SR. Utbildningen bör ledas av programutvecklaren, 2\*PRO. Under utbildningen skall de möjligheter som erbjuds i Amase gås igenom, för att programmet skall kunna utnyttjas maximalt. Utbildningen måste utarbetas av personalen inom SR i samråd med 2\*PRO, så att endast väsentliga och utvecklande ämnen behandlas.

### **8.5.2 ABC-klassificering**

ABC-klassificeringen av regionallagrens sortiment måste föregås av en analys för bestämning av frekvensklasser. Denna analys kan göras av lagerplaneraren i samråd med de ansvariga för SRP och SRPP. Dessutom måste S-klassificerade artiklar märkas ut.

När artiklarna är klassificerade i grupper, vilka kan skilja sig från lager till lager, skall servicenivåmål sättas för respektive grupp. Dessa mål för servicenivå skall sättas i enlighet med de styrmetoder som föreslås i kapitel sju.



### **8.5.3 Verklighetsbaserade parametrar i Amase**

I Amase skall verkliga värden sättas in i Wilsonformeln i syfte att erhålla de mest ekonomiska orderkvantiteterna. För att erhålla dessa värden måste en noggrann utredning av ordersärkostnad och lagerhållningskostnad göras. Alla kostnader skall vägas in och de verkliga värdena skall utnyttjas. Det är lämpligt att detta görs av lagerplaneraren i samråd med cheferna för SRP och SRPL (SR/Physical Management of Spare Parts).

### **8.5.4 Inköp av StockAnalyst**

En grundlig utvärdering av nyttan med att köpa in StockAnalyst skall göras. Vid beslut om inköp måste investeringskostnaden vägas mot de konsultarvoden som fortsättningsvis inte behöver läggas ut för uppdatering av parametrar etc. Man måste dock beakta kostnaden av de konsultarvoden som trots allt kommer att åtgå för att kontinuerligt kunna utnyttja StockAnalyst. Denna utvärdering bör göras av lagerplaneraren i samråd med chefen för SRPP samt 2\*PRO.

### **8.5.5 Manuella prognoser**

I Amase måste en spärr läggas in för att avgöra för vilka artiklar som manuella prognoser skall göras. Det är lämpligt att en grundläggande analys av var denna spärr skall ligga genomförs av lagerplaneraren och chefen för SRPP. Gränser för frekvens och pris skall tas fram så att manuella prognoser framförallt rekommenderas för artiklar som är mycket dyra och lågfrekventa. Gränserna skall sättas ekonomiskt riktigt så att kostnaden för att göra manuella prognoser inte blir större än besparingen. Dessa gränser kan inte väljas i Amase idag utan 2\*PRO måste göra en omprogrammering så att gränserna går att lägga in och justeras efter behov.

### **8.5.6 Regel för upplägg av artiklar**

Arbetet med att förfinas dagens beslutsregel för sortiment bör genomföras av lagerplaneraren och chefen för SRPP. Genom analys skall gränsen för artiklar som är lågfrekventa och billiga tas fram. Denna analys kan göras i StockAnalyst (för att få fram en ekonomiskt riktig gräns). Därefter måste parametrarna justeras i Amase.

### **8.5.7 Avrundning av EOQ**

För automatisk avrundning av EOQ till multipler av hela förpackningar måste lagerplaneraren tillsammans med de ansvariga för SRPP och SRPL studera vilka artiklar som avrundning skall gälla för. Alternativt kan inköparna ta fram aktuella artiklar inom respektive produktgrupp och lägga in de aktuella multiplerna för dessa.

## **8.6 Utbildning**

För att öka SR:s konkurrenskraft måste den allmänna kunskapsnivån vad gäller lagerstyrning breddas och ökas. En kravspecifikation för målet med utbildningen måste upprättas av lagerplaneraren och chefen för SRPP. Beroende på vilka moment utbildningen kommer att innehålla kan både lagerplaneraren och chefen för SRPP fungera som utbildare. Beroende på lagerplanerarens kunskaper kan det även vara nödvändigt att anlita externa utbildare.

## **8.7 Lagernivå**

I och med att Murco innefattar hela flödeslagrets lagersaldo, är det här det bestäms hur höga lagernivåerna i systemet skall vara. Fördelning av artiklar till regionallagren styrs sedan genom Amase. I de fall då man önskar stora säkerhetslager i regionallagren, sätts servicenivån i Amase till ett högt värde. För de artiklar som man huvud-

sakligen vill ha säkerhetslagret centralt placerat, sätts servicenivån i Amase till ett lägre värde. Denna trimning kommer att vara en del av lagerplanerarens dagliga arbete.

## **8.8 BAS-principen och prognosmodell enligt Croston**

I Murco skall antingen BAS-principen eller prognosmodellen enligt Croston införas. Först måste dock en analys göras av de besparingar som användningen av dessa metoder medför. När förtjänsten är känd måste en studie göras av kostnaden för implementering av dessa metoder. BAS-principen kan med största sannolikhet läggas in i ALGO, vilket gör att intern personal kan utnyttjas. Vad gäller Crostons metod måste Unicorn konsulteras för att erhålla ett kostnadsförslag på vad det skulle kosta att lägga in denna metod i Murco. När detta är gjort kan en utvärdering av vilken metod som är mest lönsam för SR göras.

Man bör dessutom göra en undersökande studie angående möjligheten att kombinera dessa båda metoder för att ytterligare förbättra prognoserna för lågfrekventa artiklar.

## **8.9 Fördelning**

För fördelning av artiklar enligt de föreslagna rekommendationerna måste regionspecifika artiklar definieras och arbetssätt för push- respektive pull-principen tas fram.

### **8.9.1 Regionspecifika artiklar**

Regionspecifika artiklar måste identifieras och märkas ut. För att finna dessa artiklar kan "queries" skapas för att genomsöka försäljningsstatistik för att se vilka artiklar som har sålts enbart eller till största delen i en specifik region. En gräns måste bestämmas för definition av en regionspecifik artikel. Ett lämpligt initialvärde för definition av regionspecifika artiklar borde kunna vara att försäljningen i regionen utgör

mellan 80 och 90 procent av den totala försäljningen. Denna procentsats måste dock trimmas fram genom att använda olika värden vid upprepade exekveringar av ”queries”.

I detta sammanhang är det viktigt att uppmärksamma att det inte går att utnyttja ”queries” för att ta reda på vilka lågfrekventa artiklar som är regionspecifika. Dessa artiklar måste identifieras med hjälp av den kunskap som cheferna för respektive regionallager besitter samt genom att studera var nyförsäljning av separater äger rum. Visar det sig att en viss typ av separater säljs i en viss region skall dessa separaters unika komponenter ingå i det regionspecifika sortimentet.

### **8.9.2 Införande av push- och pull-principen**

Tillämpa push-principen för högfrekventa artiklar genom att styra dessa direkt till regionallagren. I detta sammanhang måste det dock beaktas att centrallagret fungerar som ett regionallager för Norden, varför centrallagret måste tilldelas den mängd artiklar som krävs för att betjäna denna region. Pull-principen skall tillämpas för artiklar som är dyra och lågfrekventa. Denna princip kan styras genom användandet av ett traditionellt beställningspunktsystem. Vidare måste styrregler utarbetas för hur artiklarna snabbt skall kunna skickas till regionallagren eller hur de skall knytas till centrallagret

När push-principen används skall den av CLS tillämpade prioriteringsstrategin utnyttjas. För att få denna strategi att fungera inom SR måste förändringar göras i ALGO. Det praktiska genomförandet av dessa förändringar måste utarbetas i samråd med systemtekniker, som också genomför förändringarna.

Ansvarig för SRPL skall utarbeta praktiska materialhanteringsprocedurer, för att på ett effektivt och rationellt sätt kunna hantera artiklar som berörs av push-principen. Även i detta fall kan vissa ändringar i ALGO vara nödvändiga för att klara av hanteringen.

## **8.10 Servicenivå**

Servicenivå är så mycket mer än bara en mätning av lagertillgänglighet. I detta avsnitt beskrivs hur rekommenderade servicenivåmått, servicenivåkrav och servicenivåklasser skall utarbetas och implementeras inom SR. För att öka kundservicen beskrivs i detta avsnitt även hur SR kan införa bristuppföljning och utöka kundservicen.

### **8.10.1 Servicenivåmått**

I och med införandet av det nya servicenivåmålet måste kurirveksamhetens prestanda mätas. Tidpunkten för när en order kommer in till Alfa Laval måste jämföras med den tidpunkt då kunden tar emot leveransen. Tidpunkten för orderankomst till Alfa Laval kan enkelt utläsas i ALGO. Den tidpunkt en order anländer till kunden registreras idag av kuriren. Detta värde måste komma SR tillhanda och läggas in i ALGO för att den verkliga servicenivån skall erhållas.

Vid mätning av servicenivån är det dessutom viktigt att komma ihåg att även mäta alla mått var för sig, i syfte att kunna följa upp och förbättra de i distributionsprocessen ingående momenten.

För de moment som utförs vid centrallagret skall chefen för SRPL ta fram mätpunkter och utarbeta mätprocedurer. Detta innebär troligtvis att de olika momenten definieras och vid slutet av varje moment läses streckkoder av för registrering.

### **8.10.2 Servicenivåkrav**

För att kunna sätta ett rimligt servicenivåmål måste en studie göras av vilka krav kunderna ställer. Dessa undersökningar kan göras av chefen för SRQ, genom vidareutveckling av de idag befintliga enkätunderlagen för bedömning av SR:s service.

### **8.10.3 Servicenivåklasser**

Tidsramar måste tas fram för hur lång tid en leverans av en order får ta för att betraktas som fullgod service. Inom Europa kan leveranser ske inom 24 timmar, men i Asien, Afrika och Amerika finns idag inte några gällande tidsramar. Dessa tidsramar skall tas fram av de ansvariga för respektive område i samarbete med den kurir som sköter leveranserna.

När metoden för mätning av det rekommenderade servicenivåmålet är utformad och tidsramarna är satta kan den nya servicenivåklassen införas. I denna klass skall servicenivån mätas som antalet inkomna orderrader, av alla artiklar (även icke lagerförda), som har levererats inom den av SR bekräftade tiden. Ett mål för vilken servicenivå SR vill uppnå måste dock sättas. Detta skall göras utifrån resultatet av de genomförda undersökningarna (se avsnitt 8.10.2) och i samråd med de huvudansvariga för SR:s verksamhet.

### **8.10.4 Bristuppföljning**

Studera vilka typer av order och artiklar som det uppstår brist av. Studera och mät fler mått, till exempel antal kundklagomål, samt studera listor över lagertillgänglighet, plock-, pack-, transport- och kurirprestanda. Upprätta avvikelserapporter för alla dessa moment. De brister som uppstår delas in i grupper efter orsak så att den mest frekventa orsaken till brist kan åtgärdas först. Därefter åtgärdas orsakerna i fallande ordning efter frekvens. För att kunna genomföra detta krävs det att lagerplaneraren får god assistans från SRPL och SRQ.

### **8.10.5 Begränsning av utleveranser**

För att kunna begränsa utleveranserna av stora order eller orderrader måste en spärr läggas in i ALGO för att förhindra dessa order från att tömma regionallagren. Gränsen måste sättas på en rimlig nivå så att endast de största ordena spärras. Det kan

bli aktuellt att genomföra en analys för att ta reda på om det är nödvändigt att sätta flera olika gränser inom olika frekvensintervall.

När en order som överstiger den angivna gränsen kommer in skall systemet signalera att ordern skall behandlas manuellt. Ordermottagaren skall kunna se när ordern kan levereras, vilket omedelbart meddelas till kunden.

Dessutom rekommenderas att en regel som prioriterar små order framför stora order införs i ALGO. Detta fungerar så att när flera orderrader av samma artikel beställs samtidigt eller ligger i kö för att bli plockade (exempelvis vid plockning av nattbatchen) skall systemet prioritera de orderrader som har det minsta antalet artiklar per orderrad, ifall dessa artiklar tillsammans kommer att orsaka brist.

### **8.10.6 Utökad kundservice**

För att utöka kundservicen (genom längre öppettider för mottagning av order) måste först en förhandling med lagerpersonal och kurir ske. Med kuriren måste förhandlingar genomföras för att möjliggöra att utgående gods kan avhämtas senare än idag. Detta kommer att påverka arbetstiderna för lagerpersonalen samt vissa ordermottagare. Uppdelningen av arbetet kan ske med hjälp av ett rullande schema så att två personer på lagret varje vecka börjar senare och arbetar tills kuriren har hämtat godset.

### **8.10.7 Meddelande i ALGO**

Inköpschefen skall i samråd med inköpare och ansvariga för regionallagren utarbeta rutiner för att kunna skiva in ändringar av leveranstider i ALGO. Det är viktigt att all personal ställer upp på detta och förstår vikten av att meddelandena skrivs. Därför är det särskilt viktigt med aktivt deltagande från personalen vid regionallagren, som kan förklara vilka problem som uppstår i och med att detta inte görs idag.

Det tekniska införandet av detta koncept är mycket enkelt eftersom det i ALGO finns en textrad för kommentarer på varje artikels uppgiftsblad. Denna utvidgade

arbetsuppgift måste dock skrivas in i inköparnas arbetsbeskrivning så att det blir en rutin.

### **8.10.8 Ökad servicenivå vid APDC**

Servicenivån vid APDC kan höjas radikalt om de rekommenderade åtgärderna genomförs. Med målsättningen att öka servicenivån måste lagerchefen vid APDC och personalen vid SRPP arbeta hårt för att höja APDC:s standard. Detta kommer till en början att vara kostsamt, både vad gäller ekonomi och arbetsinsats. Detta är dock en förutsättning för att APDC skall fungera så väl som ledningen för SR önskar.

## **8.11 Upplägg av artiklar vid NADC**

För bestämning av vilket sortiment som skall läggas upp vid NADC måste försäljningsstatistik för regionen samlas in. Denna statistik, som skall sträcka sig minst tolv månader tillbaka i tiden, skall sammanställas i fallande ordning efter antal efterfrågade orderrader. För att uppnå en 95-procentig lagertillgänglighet skall de artiklar som motsvarar de 95 procenten mest frekventa orderraderna, läggas upp i NADC:s sortimentet. Om gränsen hamnar mitt i en frekvensgrupp skall artiklarna rangordnas med avseende på kapitalbindning, så att de billigaste artiklarna hamnar inom gränsen för upplägg och de dyra utanför. Det bör dock analyseras huruvida det är mer ekonomiskt att rangordna dessa artiklar efter prispåslag, alternativt prispåslag dividerat med lagerhållningskostnad, istället för att enbart se till lagerhållningskostnaden. De artiklar som inte kommer att läggas upp enligt denna regel måste studeras ingående för att se till att alla strategiskt viktiga artiklar finns i sortimentet, trots att de efterfrågas sällan.

Lagerstyrningspersonalen vid NADC skall ansvara för detta upplägg. Det kan dock komma att krävas ytterligare assistans från lagerstyrningspersonal vid centrallagret. Vid användning av denna metod är det viktigt att tänka på att det verkliga utfallet med största sannolikhet blir lägre än det teoretiska.



## **8.12 Kvalitetsansvar**

För att kunna överlåta kvalitetsansvaret på leverantörerna måste arbetet med att höja produkt- och leveranskvaliteten intensifieras. Den ansvarige för SRQ måste se till att en målinriktad och mycket intensiv satsning görs för att höja kvaliteten. Artiklar från de mest välrenommerade leverantörerna räknas idag endast vid kvalitetskontrollen. Det är nödvändigt att flera leverantörer uppnår denna nivå. När leverantörer kommer upp i denna kvalitetsklass kan kvalitetskontrollen tas bort, vilket möjliggör direktleveranser från leverantörerna till EDC.

## 9 Allmänna förbättringsförslag

Under examensarbetets gång har problem inom vitt skilda områden påträffats. Personal inom Alfa Laval har även under intervjuer och samtal påpekat saker inom företaget som inte fungerar helt tillfredsställande idag och som kan förbättras. Även vid företagsbesök har många idéer till förbättringar erhållits. Ett urval av dessa förbättringsförslag sammanställs i detta kapitel. Förslagen återges för respektive enhet, centrallagret samt de två regionallagren (EDC och APDC).

### 9.1 Centrallagret

#### *Mer frekventa inköpsförslag*

Som tidigare nämnts får inköparna på SRPP två gånger i veckan ut inköpsförslag som är baserade på en nettobehovsberäkning för centrallagret (se avsnitt 3.2.2). Inköpsförslagen granskas och justeras av inköparna innan de frisläpps. Görs nettobehovsberäkningen istället varje natt skulle inköpsförslagen kunna uppdateras dagligen. Detta bör resultera i en jämnare arbetsbelastning för inköparna samt att ledtiden för alla order minskar.

#### *Minskad hanteringstid vid inköp*

När inköp görs används idag i stor utsträckning vanlig post, anmärkningsvärt nog även för order till leverantörer utanför Sverige. Inköpsorderna kan i många fall skickas på annat sätt, vilket skulle minska ledtiden. Genom att alltid utnyttja telefax eller elektronisk post (i framtiden eventuellt EDI) kan ledtiden minskas med flera dagar. I dagens system är en veckas hanteringstid (för inköparna) samt en veckas

transporttid (för leverantörerna) inlagda. Sammanlagt går det alltså åt två veckor för hantering och transport. Genom ändrade rutiner skulle denna tid kunna halveras.

### ***Buffertlagring istället för skrotning***

Utskrotning av artiklar i centrallagrets sortiment sker årligen. Vi har inte kommit fram till att några kapitalvinster kan göras på detta sätt. Skrotning kan dock anses vara motiverad då lagerutrymmet behövs för andra artiklar. Vi föreslår därför att artiklar som idag skrotas, istället skall placeras i ett obemannat lager med mycket låga driftkostnader och enkel utrustning. Detta lager bör inte finnas alltför långt ifrån centrallagret, så att det kan kunna utnyttjas när någon av dessa artiklar efterfrågas. Genom etablering av ett sådant buffertlager behöver inte utskrotningen vara lika restriktiv som idag, då det finns artiklar som har lagerhållits i många år utan att efterfrågas. En regel kan införas, som innebär att artiklar som inte har efterfrågats under de senaste 24 månaderna placeras i buffertlagret.

### ***Dokumentation av ”queries”***

I dag finns det endast ett fåtal personer inom SR som kan skapa ”queries” i ALGO. Övrig personal som vill erhålla information ur ALGO måste be dessa personer om hjälp för att skapa en ”query” samt exekvera den åt dem. För att alla skall veta vilka ”queries” som redan finns och vilken information som dessa kan ge, föreslås att en lista över alla befintliga ”queries” upprättas (se bilaga A.1.2, Lagerstyrning och sortiment). Denna lista skall vara tillgänglig för all personal och en eller ett par personer tilldelas ansvaret för att exekvera önskade ”queries” vid behov eller på regelbunden basis. Kunskapen om ”queries” har förts vidare genom att de mest intresserade har lärt sig litet i taget av de som redan kan. I dag finns ingen dokumentation över detta. Därför borde även en manual för hur ”queries” skapas upprättas.

### ***Förpackningskvantiteter***

Många artiklar levereras idag till centrallagret i stora förpackningar och packas sedan om i mindre försäljningsförpackningar. Vi föreslår ett intensivare arbete för att få leverantörerna att leverera i de förpackningsstorlekar som artiklarna säljs. Detta skulle spara mycket tid vid godsankomsten. I dag dröjer det ofta ett par dagar innan artiklar är ompackade, uppmärkta och inlagda i lagret. Detta skulle kunna undvikas om godset var färdigförpackat redan vid ankomsten.

## **9.2 EDC**

### *Dimensionering av lagerplatser*

Vid EDC hanteras den största delen av sortimentet i paternosterverk. Ett problem som uppstår i dessa lagerautomater är att de utnyttjas maximalt och det är därför svårt att utöka lagerutrymmet för en artikel utan att det påverkar omgivande artiklars lagerutrymme. Det är mycket svårt att på förhand veta hur stort utrymme en ny artikel kommer att behöva i lagerautomaten. Idag finns inget sätt att beräkna detta utan artiklarna placeras på måfå in i lediga fack, vilket ofta leder till omflyttningar när efterfrågan förändras. Idag känner man till artikelnummer och vikt, men inga dimensioner. Dessa dimensioner är nödvändiga att känna till för att införandet av ett system, där datorn rekommenderar en fackplats som kommer att räcka med en viss marginal, skall vara möjlig.

### *Arbetsrotation*

Ett växande problem beträffande lagerhanteringen vid EDC är att personalen upplever att arbetsuppgifterna är väldigt enformiga. De efterlyser stimulans och variation i arbetet. I dag är arbetet så inrutat och monotont att tristess uppstår vilket leder till apati och slarv. Det borde alltså undersökas om det finns någon möjlighet att införa arbetsrotation eller på annat sätt förändra arbetsrutinerna.

### ***Eftersatt datorsystem***

I och med uppstarten av APDC upplever personalen vid EDC att deras frågor och problem har prioriterats lågt. Sedan 1991 har ingen uppdatering av EDC:s datorsystem gjorts. Detta borde enligt personalen ha gjorts för länge sedan, men på grund av att alla resurser har satsats på APDC har det inte funnits tid för förbättringar vid EDC.

### ***Datorisering av returhantering***

Hantering av returer är administrativt sett en arbetskrävande process som innefattar mycket manuellt arbete. Med datorstöd skulle detta arbete kunna underlättas avsevärt. Personalen vid EDC har tagit fram förslag till förändringar, men enligt dem finns det ingen programmerare som har tid att göra de nödvändiga ändringarna i datorprogrammet.

### ***Handel med lastpallar***

Vid lagerpåfyllningar till EDC från centrallagret lastas godset idag på lastpallar som inte ingår i något utbytessystem. Dessa lastpallar transporteras tillbaka till centrallagret för en årlig kostnad av 24.000 SEK. I Europa finns det inget utarbetat system för handel med europapallar. Det SR kan göra är att på egen hand söka upp ett annat företag i Maarsse-regionen som är i behov av europapallar och sälja pallarna till dem. På detta sätt skulle kostnaden för europapallar återbetalas genom försäljning, samtidigt som kostnaden för transporter av tomma lastpallar elimineras.

## **9.3 APDC**

### ***Kontroll av leveranstid***

Idag är leveranstiden från centrallagret till APDC angiven till fyra dagar i ALGO. Detta verkar inte stämma överens med verkligheten, då det kan ta upp till åtta eller nio dagar för en leverans att nå fram. Leveranstiden måste följas upp och orsaker till den långa leveranstiden måste åtgärdas. Oavsett resultatet av dessa åtgärder bör den korrekta leveranstiden läggas in i ALGO. APDC tar endast emot gods från centrallagret två gånger i veckan, trots att lagerpåfyllning sänds dagligen. Lagerpåfyllningarna anländer till APDC sent på eftermiddagarna och därför läggs inte artiklarna in förrän dagen efter. Med detta som bakgrund kan nyttan av dagliga lagerpåfyllningar till APDC ifrågasättas.

## **9.4 Övergripande**

### ***Gemensamt distributionssystem***

I detta examensarbete tillhandahålls många förslag och lösningar för att kostnadseffektivt kunna styra distributionssystemet. Flera av de företag som har besökts har förundrats över att Alfa Laval har flera olika distributionssystem för reservdelar. Vårt förslag till en vision är således att skapa ett gemensamt distributionssystem för hela Alfa Laval. Denna nya organisation skall ansvara för all reservdelsdistribution inom Alfa Laval. Genom en sammanslutning kan de absolut största besparingarna för Alfa Laval göras. Detta borde leda till stora skalfördelar för alla parter (bättre transportval, gemensamma lagerutrymmen, gemensam personal etc). Under samtal med personal vid ABB Logistics Center framgick att det vid ett eventuellt grundande av en gemensam enhet för reservdelsdistribution skulle vara av högsta vikt att detta är ett fristående bolag. Enheten eller bolaget bör inte vara knutet till en viss avdelning inom Alfa Laval, eftersom det skulle kunna skapa intressekonflikter och motsättningar mellan de olika divisionerna.

# Källförteckning

## Litteratur

Andersson, John., Audell, Bert., Giertz, Eric. och Reitberger, Göran. (1994). *Produktion: Strategier och metoder för effektivare tillverkning*. Stockholm: Norstedts juridik.

Axsäter, Sven. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur.

Bergman, Bo. och Klefsjö, Bengt. (1995). *Kvalitet från behov till användning*. Lund: Studentlitteratur.

Edlund, Per-Olov. och Högberg, Olle. (1993). *Beslutsmodeller i praktisk tillämpning*. Lund: Studentlitteratur.

Forsberg, Rolf. (1996). *Essays on Multi-Level and Multi-Item Inventory Control*. Lund: KFS AB.

Henswold, Eilif. (1984). *Liten lagerteori för den som kan derivera*. Luleå: Tekniska Högskolan i Luleå, avdelningen för industriell logistik.

Lambert, Douglas M. (1976). *The Development of an Inventory Costing Methodology: A Study of the Costs Associated with Holding Inventory*. Chicago: National Council of Physical Distribution Management.

Lambert, Douglas M. och Stock, James R. (1993). *Strategic Logistics Management*. USA: Richard D. Irwin, Inc.

Olhager, Jan. och Rapp, Birger. (1985). *Effektiv MPS*. Lund: Studentlitteratur.

Sherbrooke, Craig C. (1992). *Optimal Inventory Modeling of Systems: Multi-Echelon Techniques*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Silver, Edward A. och Peterson, Rein. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Singapore: John Wiley & Sons, Inc.

Tersine, Richard J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc.

Vollmann, Thomas E., Berry, William L. och Whybark, D. Clay. (1992). *Manufacturing Planning and Control Systems*. USA: Richard D. Irwin, Inc.

Vännman, Kerstin. (1990). *Matematisk statistik*. Lund: Studentlitteratur.

Zikmund, William G. (1994). *Exploring Marketing Research*. Forth Worth: The Dryden Press.

## **Artiklar**

Croston, J.D. Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands. *Operational Research Quarterly*. nr. 23/3. s 289-303. (1972).

Maister, D.H. Centralisation of Inventories and the "Square Root Law". *IJPD*. nr 6/3. s 124-134. (1976).

Muckstadt, John A. och Thomas, Joseph L. Are Multi-Echelon Inventory Methods Worth Implementing in Systems with Low-Demand-Rate Items?. *Management Science*. nr 15. s 483-494. (1980).

Roundy, Robin. 98%-Effective Integer-Ratio Lot-Sizing for One-Warehouse Multi-Retailer Systems. *Management Science*. nr 31. s 1416-1430. (1985).



Sherbrooke, Craig C. METRIC: A Multi-Echelon Technique for Recoverable Item Control. *Operations Research*. nr 16. s 122-141. (1968).

## **Personliga referenser**

### **ABB Logistics Center**

Ardland, Helena: Logistics Assistant, ABB Logistics Center Sweden, Västerås, 1996-09-18.

Stavås, Bo: General Manager, ABB Logistics Center Sweden, Västerås, 1996-09-18.

Peterson, Mats: Logistics Assistant, ABB Logistics Center Sweden, Västerås, 1996-09-18.

### **Alfa Laval Separation AB - Service Operations Division (SR)**

van Anken, Luc: Branch Office Manager, Asia Pacific Distribution Center (SRF), Singapore.

Björnstad, Lena: speditjonsansvarig, Spare Parts Sales Euro/Africa Region (SRPE), Tumba.

Bloom, Bengt-Åke: chef, Spare Parts (SRP), Tumba.

Karlsson, Torsten: inköpare, Purchasing and Inventory Control (SRPP), Tumba.

Klasens, Evert: Order Information, European Distribution Center (SRE), Maarssen, Holland.

Lindblom, Sven-Arne: chef, Purchasing and Inventory Control (SRPP), Tumba.

Nijkamp, Harmien: Branch Office Manager, European Distribution Center (SRE), Maarssen, Holland.

Nordström, Christer: chef, Product Training (SRT), Tumba.

Rydberg, Gunnar: chef, Store (SRPL), Tumba.

Saviaro, Sinikka: chef, Spare Parts Sales Euro/Africa Region (SRPE), Tumba.

Smallenburg, Paul: lagerarbetare, European Distribution Center (SRE), Maarssen, Holland.

Wijkström, Lars: chef, Service Operations Division (SR), Tumba.

### **Caterpillar Logistics Services, Inc.**

Debecker, Gilbert: Manager, Business Development Europe, Grimbergen, Belgien, 1996-08-29.

Klockenga, Jerry: Manager, Information Systems and Inventory Management, Grimbergen, Belgien, 1996-08-29.

### **Engson Maskin AB**

Råsten, Jens: lagerchef, Engson Maskin AB, Rosersberg, 1996-09-05.

## **Sandvik Coromant AB**

Knutsson, Bo: chef, Sandvik Coromant Logistics (CPL), Sandviken, 1996-09-27.

Nygren, Per-Uno: chef, Sandvik Coromant Central Planning, Sandviken, 1996-09-27.

Ståhl, Krister: Sandvik Coromant Logistics (CPL), Sandviken, 1996-09-27.

## **SKF Distribution**

Cedervall, Christer: chef, Industrial Distribution Business, Göteborg, 1996-09-11.

Kopp, Leif: chef, Order & Delivery, Administration, Göteborg, 1996-09-23.

## **Volvo Truck Parts Corporation**

Alsterholm, Tage: Manager, Logistics Development, Göteborg, 1996-09-10.

Jonasson Brodd, Ingrid: Assistant, Logistics Development, Göteborg, 1996-09-10.

Svensson, Gert: Refiller, Göteborg, 1996-09-10.

Överås, Göran: Lagerplanerare, Göteborg, 1996-09-11.

## **Tekniska Högskolan i Luleå**

Edzén, Svante: högskoleadjunkt, Institutionen för industriell ekonomi och samhällsvetenskap/avdelningen för industriell logistik, Luleå.