

# Samband mellan några olika beslutsvariabler och lagerstyrningseffektivitet i form av kapitalbindning och erhållna servicenivåer

Stig-Arne Mattsson  
Institutionen för ekonomistyrning och logistik  
Linnéuniversitetet, Växjö

## Sammanfattning

*För att kunna fatta lämpliga beslut vid utformning av lagerstyrningssystem är det nödvändigt att känna till och förstå de samband som råder mellan olika beslutsparametrar och de effekter besluten får på lagerstyrningskostnader, erhållna servicenivåer och kapitalbindning. Syftet med det projekt som redovisas i föreliggande rapport har varit att analysera ett antal samband mellan olika beslutsparametrar och den resultatpåverkan de åstadkommer. Analyserna har genomförts med hjälp av simulering och de resultat som erhållits kan sammanfattas enligt följande.*

*Om man dimensionerar säkerhetslager baserat på en viss fyllnadsgradsservice (Serv2) kommer både erhållen fyllnadsgradsservice och orderradsservice att i medeltal bli nominellt lägre än den dimensionerande servicenivån. För att få den orderradsservice man önskar måste den dimensionerande fyllnadsgradsservicen väljas storleksordningen en halv till 3 procentenheter högre än den önskade orderradsservicen.*

*Erhållna servicenivåer, vare sig de avser fyllnadsgradsservice eller orderradsservice, varierar kraftigt månad för månad även då de mäts som medelvärden av månadsvisa servicenivåerna under ett helt år. Ju lägre kundorderfrekvens, desto större variationer.*

*Användning av antal dagars medelefterfrågan för att dimensionera säkerhetslager medför att erhållna servicenivåer för olika artiklar differentieras mer än när man använder fyllnadsgradsservice. Denna differentiering leder till att artiklar med många kundorder per år får högre servicenivåer än artiklar med färre kundorder per år vilket är önskvärt när man använder orderradsservice som mått på leveransförmåga.*

*Säkerhetslagret ökar mycket påtagligt när man ökar servicenivån. Samtidigt minskar antalet restorder. Säkerhetslagret ökar emellertid procentuellt sett mer än vad antalet restorder minskar vilket innebär att man får sämre och sämre utväxling mellan kapitalbindning och förbättrad leveransförmåga ju högre servicenivåer man arbetar med.*

*Att minska orderkvantiteter medför minskad kapitalbindning i omsättningslager. Motsvarande minskning får man emellertid inte i det totala lagret eftersom minskade orderkvantiteter leder till behov av större säkerhetslager för att kunna bibehålla målsatt servicenivå.*

## 1 Introduktion och syfte

När man utformar ett lagerstyrningssystem måste man fatta beslut om värdet på ett antal parametrar, exempelvis val av fyllnadsgradsservice vid dimensionering av säkerhetslager och val av orderkvantiteter. Sådana beslut avgör i vilken utsträckning man kan åstadkomma låga kostnader och hög servicenivå utan att priset i form av kapitalbindning blir för högt. Sambanden mellan olika sådana beslutsparametrar och kostnader/servicenivå/kapitalbindning är oftast tämligen komplexa. Dessutom samverkar och motverkar olika parametrar varandra i större eller mindre utsträckning. För att kunna fatta rimligt optimala beslut är det därför nödvändigt att känna till och förstå de samband som råder och vad det blir för effekter av olika tänkbara beslut.

Syftet med det projekt som redovisas i föreliggande rapport har varit att studera ett antal sådana samband mellan olika beslutsparametrar och resultat i form av erhållen servicenivå och kapitalbindning som de kan leda till. De samband som studerats har formulerats i form av följande sex frågeställningar.

- Vilken fyllnadsgradsservice får man i medeltal och hur mycket varierar den när man dimensionerar säkerhetslager från en önskad fyllnadsgradsservice/Serv2)?
- Hur påverkas erhållen fyllnadsgradsservice och dess variation över tid av sättet att ta hänsyn till överdrag?
- Hur mycket högre måste man sätta den dimensionerande fyllnadsgraden för att få önskad orderradsservice och hur mycket varierar erhållen orderradsservice?
- Hur mycket differentieras erhållen orderradsservice när säkerhetslager dimensioneras med fyllnadsgradsservice jämfört med att det dimensioneras med antal dagars efterfrågan?
- Hur påverkas kapitalbindning i säkerhetslager och antal restorder av hur hög orderradsservice man vill ha?
- Hur påverkas omsättningslager, säkerhetslager och antal order per år av ändrade orderkvantiteter ?

## 2 Angreppssätt, simuleringsmodell och analysdata

I visst utsträckning kan samband mellan valda värden på olika beslutsparametrar och dess effekter på erhållen servicenivå och kapitalbindning studeras med hjälp av analytiska metoder. I många fall är emellertid de antaganden som olika analytiska modeller bygger på så avvikande från verkliga förhållanden att de inte på ett trovärdigt sätt är möjliga att använda. Det gäller exempelvis antagandet om att alla uttag från lager är ett styck och att kontroll av beställningsbehov sker kontinuerligt. Teoretiska samband saknas också i många fall. Exempelvis saknas samband mellan de typer av servicenivåer som säkerhetslagerdimensionering bygger på och de typer av servicenivåer som man i allmänhet använder för att följa upp erhållen servicenivå med.

Ingen av ovanstående frågeställningar är av dessa skäl möjliga att studera med analytiska metoder. Den enda återstående möjligheten är därför att angripa problemen genom att använda simulering baserad på modeller som på ett bättre sätt speglar förhållande som förekommer i industriella miljöer. Inom ramen för simuleringsalternativet är två alternativa tillvägagångssätt tänkbara. Ett sådant alternativ är att basera simuleringen på faktiska data från företag, ett annat att basera simuleringen på statistiskt slumpmässigt genererade efterfrågedata och utvalda representativa parametervärden. Att utgå från faktiska data har fördelen att de i sann mening är verkliga. Detta alternativ är emellertid också förknippat med en del svårigheter och nackdelar. Det är i allmänhet inte möjligt att få tag på efterfrågedata över en tillräckligt lång period för att kunna åstadkomma en acceptabelt hög reliabilitet. Det är inte heller möjligt att säkerställa att företagsdata i rimlig omfattning är representativa vilket försvårar förutsättningarna för att åstadkomma en acceptabel validitet. Dessutom är det med utgångspunkt från företagsdata svårt att karakterisera och kontrollera vad det är för efterfrågeförhållanden det gäller och att göra uttalanden om under vilka förutsättningar i planeringsmiljön som lagerstyrningsmodellerna är användbara. Simuleringarna i den här studien baseras därför på konstruerade data och parametervärden som representerar olika typiska förhållanden i industriella miljöer.

Tjugoåtta olika efterfrågefall omfattande sju olika kundorderfrekvenser och fyra olika fall av kundorderkvantiteter har simulerats. De olika fallen framgår av tabell 1. För kundorderkvantiteter anges de kvantitetsintervall som använts. För varje efterfrågefall och artikel har efterfrågan under sex tusen dagar genererats med utgångspunkt från de i tabellen visade kundorderfrekvenserna och orderkvantiteterna. Enligt Bagchi et al. (1984) är det lämpligt att modellera efterfrågan som en compound Poisson fördelning. Poisson fördelning har därför använts för att slumpmässigt generera antal kundorder per dag och rektangelfördelning för att bestämma kvantitet per kundorder. Det antas att det går tjugo arbetsdagar per månad och därmed 240 arbetsdagar per år.

Varje efterfrågefall har omfattat tjugo olika artiklar för att undvika risk för ett för stort slumpmässigt inflytande på resultaten. Av tabell 1 framgår medelefterfrågan per månad för de olika efterfrågefallen och i tabell 2 variationskoefficienterna för efterfrågan under ledtid för vart och ett av de olika efterfrågefallen och tre olika ledtidalternativ.

Tabell 1 Efterfrågan per månad i medeltal för respektive kundorderfrekvens och kundorderkvantitet.

<i>Kundorder- frekvens</i>	<i>Antal kund- order per år</i>	<i>Efterfrågan per månad – olika kundorderkvantiteter</i>			
		<i>1-3 st</i>	<i>2-6 st</i>	<i>4-12 st</i>	<i>8 – 24 st</i>
<i>10 per dag</i>	2 400	400	800	1 600	3 200
<i>3 per dag</i>	720	120	240	480	960
<i>1 per dag</i>	240	40	80	160	320
<i>1 per 2 dagar</i>	120	20	40	80	160
<i>1 per vecka</i>	48	8	16	32	64
<i>1 per 2 v:or</i>	24	4	8	16	32
<i>1 per månad</i>	12	2	4	8	16

Tabell 2 Variationskoefficienter för efterfrågan under ledtid för de olika efterfrågefällen och olika långa ledtider

Kundorder-frekvens	Antal kund-order per år	Variationskoefficienter vid olika ledtider		
		2 dagar	10 dagar	20 dagar
10 per dag	2 400	0,2	0,1	0,1
3 per dag	720	0,4	0,3	0,2
1 per dag	240	0,7	0,4	0,3
1 per 2 dagar	120	1,1	0,6	0,5
1 per vecka	48	1,7	1,0	0,7
1 per 2 v:or	24	2,4	1,4	1,1
1 per månad	12	3,3	1,9	1,5

Simuleringarna har genomförts i Excel med hjälp av makron skrivna i Visual Basic och baserat på en beställningspunktsmodell av typ (s,S), dvs. med en orderkvantitet som anpassar sig till aktuellt lagersaldo vid beställningstillfället, och använt som ett periodinspektionssystem med ett inspektionsintervall på en dag. Vid dimensionering av (s,S)-systemet har ekonomisk orderkvantitet använts. För att ta hänsyn till överdrag, dvs. att lagersaldot alltid är mer eller mindre under beställningspunkten när beställning av lagerpåfyllnad sker, har i merparten av de genomförda simuleringarna beställningspunkten ökat med medelefterfrågan per dag under ett halvt inspektionsintervall (Mattsson, 2012). Vid några av simuleringarna används dessutom ett överdrag som beräknats som medelefterfrågan per efterfrågedag under ett halvt inspektionsintervall.

Vid simuleringarna genomfördes, för varje artikel och dag under sextusen dagar lageruttag, kontroll av aktuellt saldo i förhållande till beställningspunkt, utläggning av nya lagerpåfyllnadsorder, inleveranser samt uppdateringar av saldo och disponibelt saldo. För att öka validiteten i simuleringarna genererades den dagliga efterfrågan för varje efterfrågestruktur och artikel i förväg och sparades i ett Excel-ark i stället för att genereras under simuleringens gång. Simuleringar för att jämföra kapitalbindning och erhållna servicenivåer kunde därigenom genomföras med exakt samma utgångsdata.

### 3 Vilken fyllnadsgradsservice får man i medeltal och hur mycket varierar den när man dimensionerar säkerhetslager från en önskad fyllnadsgradsservice?

Efterfrågan varierar mer eller mindre slumpmässigt från månad till månad och de teoretiska modeller som används för att dimensionera säkerhetslager bygger på en del antaganden som inte helt motsvarar förhållanden som finns i verkligheten. Erhållna servicenivåer kommer därför inte att bli lika stora som de servicenivåer säkerhetslagren dimensionerats för och de kommer att variera från månad till månad.

Syftet med den här analysen är att få en uppfattning om sambandet mellan dimensionerande fyllnadsgradsservice och erhållen fyllnadsgradsservice och hur mycket erhållen fyllnadsgradsservice varierar över tid när säkerhetslagret dimensioneras från en önskad fyllnadsgradsservice. Samtliga simuleringar är gjorda med en ordersärkostnad på 400 kr, en lagerhållningsfaktor på 25 % samt med kundorderkvantiteter på mellan 2 och 6 styck. Erhållna servicenivåer mätta som fyllnadsgrad har beräknats månadsvis som glidande medelvärden under ett år. Baserat på dessa årsmedelvärden har tre olika mått be-

räknats. Som uttryck för erhållen medelservicenivå har medelvärdet av de månadsvisa servicenivåerna beräknats för hela simuleringsperioden. Som mått på variation har dels den minsta förekommande månatliga årsmedelvärdet beräknats och jämförts med medelservicenivån och dels den andel månatliga årsmedelvärden som ligger inom ett toleransintervall på  $-2 / +1$  procentenhet från den önskade servicenivån.

Tre olika analyser har genomförts. Den första avser hur ledtidens längd påverkar ovanstående tre mått. De analyserade ledtiderna är 2 dagar, 10 dagar respektive 20 dagar. Önskad servicenivå har satts till 95 % och pris per styck till 200 kr. Resultaten redovisas i tabell 3.

Tabell 3 Erhållna medelservicenivåer, erhållna minsta servicenivåer samt andel erhållna servicenivåer som ligger inom en toleransgräns på  $-2 / +1$  för olika kundorderfrekvenser och vid olika ledtider

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Medelservicenivå</i>			<i>Minsta servicenivå</i>			<i>Andel inom 93-96 %</i>		
	Lt 2	Lt 10	Lt 20	Lt 2	Lt 10	Lt 20	Lt 2	Lt 10	Lt 20
10 order per dag	95	95	95	92	91	89	85	64	43
3 order per dag	95	95	95	91	89	87	78	53	42
1 order per dag	94	94	94	89	88	86	58	41	38
1 order per 2 dagar	94	94	94	87	85	83	47	33	27
1 order per vecka	93	93	93	84	80	78	37	23	22
1 order per 2 v:or	91	93	93	78	77	74	25	20	17
1 order per månad	89	92	92	68	68	67	17	14	10

Av tabell 3 framgår att erhållen fyllnadsgrad i medeltal över ettårsperioder blir ungefärligen lika med den önskade fyllnadsgraden vid kundorderfrekvenser större än storleksordningen en order per två dagar. Vid lägre kundorderfrekvenser blir avvikelserna mellan erhållen och dimensionerande servicenivå större och större ju lägre kundorderfrekvensen är. Ledtidens längd har ingen betydelse för graden av överensstämmelse mellan erhållen och dimensionerande servicenivå vid höga kundorderfrekvenser medan vissa skillnader kan iakttagas för lägre kundorderfrekvenser. Detta är förväntat eftersom efterfrågan tenderar att bli mer normalfördelad ju längre ledtiden är enligt centrala gränsvärdesatsen.

Liknande förhållanden gäller med avseende på skillnaderna mellan önskad fyllnadsgrad och minsta årsmedelvärde för erhållen fyllnadsgradsservice. Skillnaderna blir större ju lägre kundorderfrekvensen är och kan sägas vara avsevärda vid låga kundorderfrekvenser. Längre ledtider medför ytterligare lägre minsta nivåer. Av resultaten i tabellen framgår också, att variationerna i erhållen årsmedelservice mätt som andel årsmedelvärden inom ett toleransområde på  $-2 / +1$  procentenheter minskar mycket påtagligt med avtagande kundorderfrekvenser, dvs. årsmedelvärdena över tid varierar väsentligen mer för artiklar med låga kundorderfrekvenser. De varierar också väsentligen mer med ökande ledtider. Det är endast för höga kundorderfrekvenser och korta ledtider som variationerna i erhållen fyllnadsgradsservice håller sig inom rimliga gränser.

Kompletterande analyser som genomförts med större kundorderkvantiteter, dvs. med kundorderkvantiteter på mellan 8 och 24 styck, visar att skillnaderna mellan önskad servicenivå och erhållen medelservicenivå respektive minsta förekommande årsmedelservicenivå blir något större än för fallet med kundorderkvantiteter på mellan 2 och 6 stycken. Andelen årsmedelservicenivåer innanför toleransgränserna blir också något

mindre. I samtliga fall är emellertid skillnaderna relativt fallet med mindre kundorderkvantiteter så måttliga att de är av marginellt praktiskt intresse.

Den andra analysen avser fallet hur storleken på använda orderkvantiteter påverkar de tre måtten. För att åstadkomma olika orderkvantiteter har tre olika priser per styck använts, 100 kr, 200 kr respektive 450 kr. Det innebär att den största orderkvantiteten, dvs. den vid priset 100 kr per styck, är 70 % högre än den näst minsta och 100 % högre än den minsta. Önskad servicenivå har satts till 95 % och ledtiden till 10 dagar. Resultaten redovisas i tabell 4.

Tabell 4 Erhållna medelservicenivåer, erhållna minsta servicenivåer samt andel erhållna servicenivåer som ligger inom en toleransgräns på -2 / +1 för olika kundorderfrekvenser och vid olika artikelpriser och därmed olika orderkvantiteter

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Medelservicenivå</i>			<i>Minsta servicenivå</i>			<i>Andel inom 93-96 %</i>		
	50	200	450	50	200	450	50	200	450
10 order per dag	95	95	95	92	91	90	68	64	54
3 order per dag	95	95	95	90	89	89	57	53	52
1 order per dag	95	94	94	88	88	87	44	41	39
1 order per 2 dagar	94	94	94	86	85	84	35	33	33
1 order per vecka	94	93	93	82	80	80	31	23	25
1 order per 2 v:or	94	93	92	77	77	75	24	20	21
1 order per månad	94	92	91	69	68	67	14	14	14

Med avseende på orderstorlekar visar tabell 4 att erhållen fyllnadsgrad i medeltal över ettårsperioder blir ungefärligen lika med den önskade fyllnadsgraden vid praktiskt taget alla kundorderfrekvenser för fallet med störst orderstorlek. Skillnaderna mellan önskade och i medeltal erhållna servicenivåer blir marginellt större än vid mindre orderstorlekar utom vid låga kundorderfrekvenser.

Ungefär samma förhållanden gäller för skillnaderna mellan önskad och minsta årsmedelvärde på erhållen fyllnadsgradsservice, dvs. skillnaderna blir större ju lägre kundorderfrekvensen är. För låga kundorderfrekvenser är skillnaderna avsevärda. Mindre orderkvantiteter medför något större skillnader. Av resultaten i tabellen framgår också att variationerna i erhållen årsmedelservice, mätt som andel årsmedelvärden som ligger inom ett toleransområde på -2 / + 1 procentenhet, minskar mycket påtagligt med avtagande kundorderfrekvenser, dvs. årsmedelvärdena över tid varierar väsentligen mer för artiklar med låga kundorderfrekvenser. Det är endast för höga kundorderfrekvenser och stora orderkvantiteter som variationerna i erhållen fyllnadsgradsservice håller sig inom rimliga gränser.

Analysen som genomförts med kundorderkvantiteter på mellan 8 och 24 styck visar att skillnaderna i de tre avseendena blir något större än för fallet med kundorderkvantiteter på mellan 2 och 6 stycken, dvs. blir något större vid större kundorderkvantiteter. Skillnaderna är emellertid så måttliga att de är av marginellt praktiskt intresse.

Den tredje analysen avser fallet hur storleken på önskad servicenivå påverkar de tre måtten. Tre olika önskade servicenivåer har använts, 92 %, 95 % respektive 98 %. Pris per styck har satts till 200 kr och ledtiden till 10 dagar. Resultaten redovisas i tabell 5.

Tabell 5 Erhållna medelservicenivåer, erhållna minsta servicenivåer samt andel erhållna servicenivåer som ligger inom en toleransgräns på -2 / +1 för olika kundorderfrekvenser och vid olika dimensionerande fyllnadsgrader

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Medelservicenivå</i>			<i>Minsta servicenivå</i>			<i>Andel inom 93-96 %</i>		
	92 %	95 %	98 %	92 %	95 %	98 %	92 %	95 %	98 %
10 order per dag	92	95	98	87	91	95	55	64	83
3 order per dag	91	95	98	85	89	93	46	53	72
1 order per dag	91	94	98	83	88	93	34	41	58
1 order per 2 dagar	91	94	97	81	85	91	29	33	44
1 order per vecka	90	93	97	75	80	86	21	23	31
1 order per 2 v:or	90	93	97	73	77	83	18	20	21
1 order per månad	87	92	95	60	68	77	14	14	13

Baserat på de resultat som erhållits och som visas i tabellen framgår, precis som i ovanstående två analyser, att erhållen fyllnadsgrad i medeltal över ettårsperioder blir ungefärligen lika med den önskade fyllnadsgraden vid kundorderfrekvenser större än storleksordningen 1 order per två dagar. Vid lägre kundorderfrekvenser blir avvikelserna mellan erhållen och dimensionerande servicenivå större och större ju lägre kundorderfrekvensen är. Samma förhållande gäller oavsett hur hög den dimensionerande servicenivån är.

Ungefärligen samma förhållanden gäller med avseende på skillnaderna mellan önskad och minsta årsmedelvärde för erhållen fyllnadsgradsservice. Skillnaderna blir större ju lägre kundorderfrekvensen är. För låga kundorderfrekvenser är skillnaderna avsevärda. De minskar emellertid ganska påtagligt med ökande dimensionerade fyllnadsgradsservice. Av tabellen framgår också att variationerna i erhållen årsmedelservice mätt som andel årsmedelvärden inom ett toleransområde på -2 / + 1 procentenheter minskar mycket påtagligt med avtagande kundorderfrekvenser, dvs. årsmedelvärdena över tid varierar väsentligen mer för artiklar med låga kundorderfrekvenser. Variationer i erhållna medelservicenivåer blir mindre ju högre servicenivåer man använder för att dimensionera säkerhetslager. Det är dock endast för höga kundorderfrekvenser som variationerna i erhållen fyllnadsgradsservice håller sig inom rimliga gränser.

De kompletterande analyser som genomförts med större kundorderkvantiteter, dvs. med kundorderkvantiteter på mellan 8 och 24 styck, visar att skillnaderna i de tre avseendena blir något större än för fallet med kundorderkvantiteter på mellan 2 och 6 stycken. De är emellertid så måttliga att de är av marginellt praktiskt intresse utom för andel årsmedelvärden innanför toleransgränsen.

#### 4 Hur påverkas erhållen fyllnadsgradsservice och dess variation över tid av sättet att ta hänsyn till överdrag?

Vanligt använda teoretiska modeller för att beräkna säkerhetslager från en önskad fyllnadsgradsservice bygger på antagandet att alla uttag är ett styck och att exempelvis jämförelsen av lagersaldo och beställningspunkt sker kontinuerligt. Så är praktiskt taget aldrig fallet i verkligheten vilket medför att lagersaldot alltid är mer eller mindre underbeställningspunkten när beställning sker. Det uppkommer så kallade överdrag som leder

till att erhållen servicenivå kan bli påtagligt lägre än den man önskar och dimensionerar säkerhetslagret för.

Syftet med den här analysen är att få en uppfattning om hur olika sätt att kompensera för överdrag påverkar vilken fyllnadsgradsservice man får i medeltal och hur mycket den kan variera över tid när säkerhetslagret dimensioneras från en önskad fyllnadsgradsservice. Tre alternativa sätt att behandla överdrag har inkluderats i analysen. Det ena innebär att inga hänsyn tas till överdrag (Inget), det andra att överdraget beräknas som ett halvt inspektionsintervalls medelefterfrågan (Öd 1) och det tredje som ett halvt inspektionsintervalls medelefterfrågan under dagar med efterfrågan (Öd 2).

Simuleringarna är gjorda med en ordersärkostnad på 400 kr, en lagerhållningsfaktor på 25 %, en ledtid på 10 dagar samt med kundorderkvantiteter på mellan 2 och 6 styck. Erhållna servicenivåer har beräknats månadsvis som glidande medelvärden under ett år. Baserat på dessa årsmedelvärden har tre olika mått beräknats. Som uttryck för erhållen medelservicenivå har medelvärdet av de månadsvisa servicenivåerna beräknats för hela simuleringsperioden. Som mått på variation har dels den minsta förekommande månatliga årsmedelvärdet beräknats och dels den andel månatliga årsmedelvärden som ligger inom ett intervall på  $-2 / +1$  procentenhet från den önskade servicenivån. Resultaten redovisas i tabell 6.

Tabell 6 Erhållna medelservicenivåer, erhållna minsta servicenivåer samt andel erhållna servicenivåer som ligger inom en toleransgräns på  $-2 / +1$  för olika kundorderfrekvenser och vid olika sätt att ta hänsyn till överdrag

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Medelservicenivå</i>			<i>Minsta servicenivå</i>			<i>Andel inom 93-96 %</i>		
	Inget	Öd 1	Öd 2	Inget	Öd 1	Öd 2	Inget	Öd 1	Öd 2
10 order per dag	92	95	95	87	91	91	28	64	64
3 order per dag	93	95	95	87	89	89	48	53	52
1 order per dag	94	94	95	86	88	88	39	41	41
1 order per 2 dagar	93	94	95	84	85	87	31	33	33
1 order per vecka	93	93	95	79	80	83	22	23	25
1 order per 2 v:or	93	93	96	77	87	81	20	20	16
1 order per månad	91	92	96	67	68	77	14	14	12

Överensstämmelsen mellan erhållna fyllnadsgrader i medeltal över ettårsperioder och den önskade fyllnadsgraden, dvs. 95 %, blir enligt tabellen klart bättre när hänsyn tas till överdrag. Det gäller speciellt för den variant som beräknar överdragets medelefterfrågan under ett halvt inspektionsintervall för dagar med efterfrågan.

Med avseende på skillnaderna mellan önskad och minsta årsmedelvärde för erhållen fyllnadsgradsservice, är skillnaderna ganska måttliga mellan de olika fallen att hantera överdrag. Något högre minsta nivåer fås emellertid vid användning av det överdrag som baseras på medelefterfrågan per efterfrågedag. Resultaten i tabellen visar också att variationerna i erhållen årsmedelservice, mätt som andel årsmedelvärden inom ett toleransområde på  $-2 / +1$  procentenhet, minskar mycket påtagligt med avtagande kundorderfrekvenser, dvs. årsmedelvärdena över tid varierar väsentligen mer för artiklar med låga kundorderfrekvenser. Resultaten visar också att variationerna och därmed andelen årsmedelvärden inom toleransgränserna blir klart mindre om någon av metoderna för att inkludera överdrag används. Det är emellertid fortfarande endast för höga kundorder-



frekvenser som variationerna för erhållen fyllnadsgradsservice håller sig inom rimliga gränser.

Både skillnaderna mellan önskad servicenivå och erhållen servicenivå samt variationerna i erhållen servicenivå blir något större med kundorderkvantiteter på mellan 8 och 24 styck jämfört med kundorderkvantiteter på mellan 2 och 6 stycken, dvs. större kundorderkvantiteter leder till något större avvikelser mellan önskade och erhållna servicenivåer och till större variationer i erhållna servicenivåer.

## 5 Hur mycket högre måste man sätta den dimensionerande fyllnadsgraden för att få önskad orderradsservice och hur mycket varierar erhållen orderradsservice?

För att uppnå en önskad servicenivå använder man sig av säkerhetslager som kan dimensioneras från en vald servicenivå. Vilken servicenivå man får och hur mycket den varierar beror emellertid på vilken typ av servicenivå man använder för att dimensionera säkerhetslaget och vilken typ av servicenivå man använder för att mäta erhållen servicenivå. Fyllnadsgradsservice är den typ av servicenivå som oftast anses vara mest tillfredsställande (Axsäter, 2006) för att dimensionera säkerhetslager medan orderradsservice är den servicenivå som oftast används i industrin för att mäta erhållen servicenivå (Forslund och Jonsson, 2007). Med orderradsservice menas andel kundorderrader som man kunnat leverera direkt från lager per år. Eftersom fyllnadsgradsservice endast överensstämmer med orderradsservice om alla kundorderkvantiteter är ett styck kan man förvänta sig att den orderradsservice man får när man dimensionerar säkerhetslager från en önskad fyllnadsgradsservice blir nominellt mindre än den dimensionerande servicenivån.

Syftet med den här analysen är att få en uppfattning om hur mycket högre man måste sätta den dimensionerande fyllnadsgradsservicen under olika förhållanden för att få en önskad orderradsservice samt i vilken utsträckning erhållna nivåer på orderradsservice varierar. Simuleringarna är gjorda med ett pris på 200 kr per styck, en lagerhållningsfaktor på 25 % samt med en ordersärkostnad på 400 kronor.

Den första analysen avser hur mycket högre man måste sätta fyllnadsgradservicen vid dimensionering av säkerhetslager för att få önskad orderradsservice, dels för fallet med olika ledtider och dels för fallet med olika kundorderkvantiteter. De olika analyserade ledtiderna är 2 dagar, 10 dagar respektive 20 dagar och de olika orderkvantiteterna per kundorder är mellan 1 och 3 styck, mellan 4 och 12 styck respektive mellan 4 och 24 styck. Säkerhetslagren har dimensionerats så att en orderradsservice på 97 % erhållits för samtliga fall av olika kundorderfrekvenser. Resultaten redovisas i tabell 7.

Tabell 7 Nödvändig fyllnadsgradsservice vid dimensionering av säkerhetslager för att få en orderradsservice på 97 % för olika kundorderfrekvenser samt vid olika ledtider respektive olika kundorderkvantiteter

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Olika ledtider</i>			<i>Olika kundorderkvantiteter</i>		
	<i>2 dagar</i>	<i>10 dagar</i>	<i>20 dagar</i>	<i>1-3 st</i>	<i>4-12 st</i>	<i>8-24 st</i>
10 order per dag	97,8	97,5	97,4	97,3	97,5	97,5
3 order per dag	98,1	97,9	97,8	97,4	97,9	98,0
1 order per dag	98,8	98,5	98,3	97,8	98,5	98,6
1 order per 2 dagar	99,2	98,7	98,6	98,0	98,7	99,1
1 order per vecka	99,6	99,2	99,0	98,2	99,2	99,4
1 order per 2 v:or	99,9	99,5	99,4	98,6	99,5	99,8
1 order per månad	99,99	99,8	99,6	98,9	99,8	99,9

Av de erhållna resultaten framgår, att man för att uppnå en önskad orderradsservice måste välja en nominellt högre fyllnadsgradsservice vid dimensionering av säkerhetslager. För artiklar med högst kundorderfrekvens rör det sig om storleksordningen en halv till en procentenhet och för de mest lågomsatta storleksordningen tre procentenheter. Vid längre ledtider och större kundorderkvantiteter behövs ett något mindre tillägg till den dimensionerande servicenivån för att uppnå önskad orderradsservice.

Den andra analysen avser en analys av hur stora medelservicenivåerna blir mätta som orderradsservice och hur mycket de varierar när man dimensioner säkerhetslager med olika hög fyllnadsgradsservice, i den här analysen med 92, 95 respektive 98 % fyllnadsgradsservice. Ledtiden är satt till 10 dagar och orderkvantiteterna per kundorder är mellan 2 och 6 styck. Överdraget har beräknats som en halv dags medelefterfrågan per dag. Erhållna servicenivåer har beräknats månadsvis som glidande medelvärden under ett år. Baserat på dessa årsmedelvärden har tre olika mått beräknats. Som uttryck för erhållen medelservicenivå har medelvärdet av de månadsvisa servicenivåerna beräknats för hela simuleringsperioden. Som mått på variation har dels det minsta förekommande månatliga årsmedelvärdet beräknats och dels den andel av månatliga årsmedelvärden som ligger inom ett intervall på  $-2 / +1$  procentenhet från den önskade servicenivån. Resultaten redovisas i tabell 8.

Tabell 8 Erhållna medelservicenivåer, erhållna minsta servicenivåer samt andel erhållna servicenivåer som ligger inom en toleransgräns på  $-2 / +1$ , mätta som orderradsservice, för olika kundorderfrekvenser och vid olika dimensionerande fyllnadsgrader

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Medelservicenivå</i>			<i>Minsta servicenivå</i>			<i>Andel inom <math>+1/-2\%</math></i>		
	<i>92 %</i>	<i>95 %</i>	<i>98 %</i>	<i>92 %</i>	<i>95 %</i>	<i>98 %</i>	<i>92 %</i>	<i>95 %</i>	<i>98 %</i>
10 order per dag	92	95	98	86	91	95	54	64	82
3 order per dag	91	95	97	82	89	92	41	53	68
1 order per dag	89	94	97	77	88	90	25	41	49
1 order per 2 dagar	88	94	96	71	85	87	18	33	29
1 order per vecka	85	93	95	59	70	78	11	23	22
1 order per 2 v:or	85	93	95	49	77	72	17	20	2
1 order per månad	80	92	92	32	68	62	32	14	0

De resultat som erhållits och som framgår av tabellen visar att erhållen orderradsservice i medeltal över ettårsperioder blir betydligt lägre än den dimensionerande fyllnadsgra-

den och att skillnaderna ökar med lägre kundorderfrekvenser. Överensstämmelsen blir sämre vid låg önskad orderradsservice.

Ungefärligen samma förhållanden gäller med avseende på skillnaderna mellan önskad och minsta årsmedelvärde för erhållen orderradsservice. Skillnaderna blir dessutom större ju lägre kundorderfrekvensen är. För låga kundorderfrekvenser är skillnaderna avsevärda. De minskar något med ökande målsatt orderradsservice. Av tabellen framgår också att variationerna i erhållen årsmedelservice, mätt som andel årsmedelvärden inom ett toleransområde på -2 / + 1 procentenhet, minskar mycket påtagligt med avtagande kundorderfrekvenser, dvs. årsmedelvärdena över tid varierar väsentligen mer för artiklar med låga kundorderfrekvenser. Andelen årsmedelvärden som ligger innanför toleransgränserna blir emellertid klart högre med ökande servicenivåer vid höga kundorderfrekvenser, dvs. variationerna i erhållna medelservicenivåer blir mindre ju högre servicenivåer man använder.

De kompletterande analyser som genomförts med större kundorderkvantiteter, dvs. med kundorderkvantiteter på mellan 8 och 24 styck, visar att skillnaderna i de tre avseendena blir något större än vad som är fallet med kundorderkvantiteter på mellan 2 och 6 stycken. Skillnaderna är emellertid så måttliga att de är av marginellt praktiskt intresse.

Motsvarande resultat då överdraget beräknas som halva medelefterfrågan per efterfrågedag visas i tabell 9. En jämförelse mellan resultaten i tabell 8 och 9 visar att användning av överdrag som beräknats från medelefterfrågan per efterfrågedag är ett väsentligen mycket effektivare tillvägagångssätt för att få orderradsservice att bättre överensstämma med dimensionerade fyllnadsgradsservice, speciellt för fall med låg kundorderfrekvens. Skillnaderna är inte lika stora med avseende på minsta erhållna årsmedelservice och andel årsmedelservicenivåer inom valda toleransgränser.

Tabell 9 Erhållna medelservicenivåer, erhållna minsta servicenivåer samt andel erhållna servicenivåer som ligger inom en toleransgräns på -2 / +1 för olika kundorderfrekvenser och vid olika dimensionerande fyllnadsgrader

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Medelservicenivå</i>			<i>Minsta servicenivå</i>			<i>Andel inom +1/-2%</i>		
	92 %	95 %	98 %	92 %	95 %	98 %	92 %	95 %	98 %
10 order per dag	92	95	98	86	90	95	54	62	82
3 order per dag	91	94	97	83	87	92	41	49	68
1 order per dag	90	94	97	79	84	91	27	35	51
1 order per 2 dagar	90	93	97	75	80	88	21	28	31
1 order per vecka	89	92	97	64	72	82	12	23	21
1 order per 2 v:or	89	94	97	60	68	78	17	24	2
1 order per månad	87	93	96	46	63	74	31	0	0

## 6 Hur mycket differentieras erhållen orderradsservice när säkerhetslager dimensioneras med fyllnadsgradsservice jämfört när det dimensioneras med antal dagars efterfrågan?

Det i industrin mest använda sättet att dimensionera säkerhetslager är att sätta det lika med ett uppskattat antal dagars medelefterfrågan. Man skulle kunna förvänta sig att denna metod ger erhållna orderradsservisar som skiljer sig åt mer mellan artiklar som

har olika kundorderfrekvenser och kundorderkvantiteter och som varierar mer än vad som blir fallet om säkerhetslagret dimensioneras med hjälp av fyllnadsgradsservice.

Syftet med den här analysen är att få en uppfattning om hur mycket erhållen orderrads-service differentieras på olika efterfrågefall när säkerhetslager dimensioneras med fyllnadsgradsservice jämfört med om det dimensioneras med antal dagars efterfrågan. Dimensionerad fyllnadsgrad och antal dagars efterfrågan har valts så att säkerhetslagren i båda fallen ger en orderrads-service på 97 % för fallet med en kundorderfrekvens på 10 order per dag. Samtliga simuleringar är gjorda med en ordersärkostnad på 400 kr, ett pris på 200 kr per styck och en lagerhållningsfaktor på 25 %. Erhållna servicenivåer har beräknats månadsvis som glidande medelvärden under ett år. Baserat på dessa årsmedelvärden har tre olika mått beräknats. Som uttryck för erhållen medelservicenivå har medelvärdet av de månadsvisa servicenivåerna beräknats för hela simuleringperioden. Som mått på variation har dels den minsta förekommande månatliga årsmedelvärdet beräknats och jämförts med medelservicenivån och dels den andel månatliga årsmedelvärden som ligger inom ett toleransintervall på  $-2 / +1$  procentenhet från den önskade servicenivån.

Två olika analyser har genomförts. Det ena avser ett fall med kundorderkvantiteter på 2-6 styck och det andra ett fall med kundorderkvantiteter på 8-24 styck. Resultaten redovisas i tabell 10 respektive 11.

Tabell 10 Erhållna medelservicenivåer, erhållna minsta servicenivåer samt andel erhållna servicenivåer som ligger inom en toleransgräns på  $-2 / +1$  i form av orderrads-service för olika kundorderfrekvenser och för kundorderkvantiteter på 2-6 styck

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Fyllnadsgradsservice</i>			<i>Antal dagars efterfrågan</i>		
	<i>Medel</i>	<i>Minsta</i>	<i>Andel</i>	<i>Medel</i>	<i>Minsta</i>	<i>Andel</i>
10 order per dag	97	94	77	97	94	77
3 order per dag	96	90	52	96	90	48
1 order per dag	95	87	37	94	86	29
1 order per 2 dagar	94	83	23	93	80	20
1 order per vecka	93	73	19	91	69	17
1 order per 2 v:or	92	66	2	90	60	2
1 order per månad	90	54	0	87	46	0

Av de båda tabellerna framgår att erhållen orderrads-service som funktion av kundorderfrekvens differentieras mer då säkerhetslagret dimensioneras med antal dagars efterfrågan än då det dimensioneras med hjälp av fyllnadsgrad. Differentieringsgraden är större för fallet med stora kundorderkvantiteter än för små. Ett annorlunda sätt att uttrycka förhållandet är att fyllnadsgradsservice åstadkommer mindre skillnader mellan erhållna orderradsservicar för artiklar med olika kundorderfrekvenser. Detta är inte givet en önskvärd effekt eftersom artiklar med höga kundorderfrekvenser bidrar mer till den totala leveransförmågan i form av orderrads-service än artiklar med låga kundorderfrekvenser.

Tabell 11 Erhållna medelservicenivåer, erhållna minsta servicenivåer samt andel erhållna servicenivåer som ligger inom en toleransgräns på -2 / +1 i form av orderradsservice för olika kundorderfrekvenser och för kundorderkvantiteter på 8-24 styck

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Fyllnadsgradsservice</i>			<i>Antal dagars efterfrågan</i>		
	<i>Medel</i>	<i>Minsta</i>	<i>Andel</i>	<i>Medel</i>	<i>Minsta</i>	<i>Andel</i>
10 order per dag	97	92	70	97	92	71
3 order per dag	96	89	49	94	86	23
1 order per dag	95	85	31	90	77	6
1 order per 2 dagar	93	78	21	87	68	4
1 order per vecka	92	71	16	83	53	4
1 order per 2 v:or	89	53	1	79	34	1
1 order per månad	85	37	0	73	14	0

Skillnaderna i differentieringseffekt märks ännu tydligare för minsta erhållna orderradsservice och för andelen årsmedelvärden på orderradsservice inom de valda toleransgränserna. Exempelvis är det mycket få årsmedelvärden som ligger innanför toleransgränserna vid orderfrekvenser på 3 order per dag eller lägre när antalet dagar används för att beräkna säkerhetslager.

## 7 Hur påverkas kapitalbindning i säkerhetslager och antal restorder av hur hög orderradsservice man använder?

Ju högre servicenivå man använder när man dimensionerar säkerhetslager, ju färre brist-situationer och restnoteringar får man men också en högre kapitalbindning. Dimensionering av säkerhetslager är följaktligen en fråga om att väga fördelarna med en bättre leveransförmåga mot nackdelarna med en högre kapitalbindning.

Syftet med den här analysen är att få en uppfattning om hur mycket kapitalbindningen ökar och brister i form av antalet restnoterade order minskar när man använder sig av högre leveransförmåga i form av orderradsservice. Simuleringarna är gjorda med en ordersärkostnad på 400 kr, en lagerhållningsfaktor på 25 %, ett pris per styck på 200 kr samt med kundorderkvantiteter på mellan 2 och 6 styck respektive mellan 8 och 24 styck. Fem olika önskade erhållna nivåer på orderradsservice har studerats, 90 %, 94 %, 97 %, 99 % och 100 %. Resultaten redovisas i tabell 12 och 13 för säkerhetslager och i tabell 14 och 15 för antalet restorder.

Tabell 12 Säkerhetslager i styck vid olika hög orderradsservice samt vid olika stora kundorderkvantiteter och kundorderfrekvenser

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Orderradsservice vid kok 2-6 st</i>					<i>Orderradsservice vid kok 8-24 st</i>				
	<i>90</i>	<i>94</i>	<i>97</i>	<i>99</i>	<i>100</i>	<i>90</i>	<i>94</i>	<i>97</i>	<i>99</i>	<i>100</i>
10 order per dag	7	15	29	52	165	68	109	169	265	664
3 order per dag	4	8	16	29	88	44	67	100	151	360
1 order per dag	3	6	11	18	53	30	45	66	100	213
1 order per 2 dagar	2	5	8	14	38	23	35	51	76	152
1 order per vecka	2	3	6	11	24	15	23	34	54	97

Tabell 12 visar hur mycket säkerhetslagret i styck ökar när orderradsservicen ökar och när kundorderkvantiteterna är 2-6 styck respektive 8-24 styck medan tabell 13 visar hur

många procent säkerhetslagret ökar när orderradsservicen ökar från 90 % till 94, till 97, till 99 och till 100 % för motsvarande kundorderkvantiteter. Av resultaten framgår att säkerhetslagren ökar mer för artiklar med hög kundorderfrekvens än för artiklar med låg kundorderfrekvens vid ökande orderradsservice. Säkerhetslagren ökar också mer när kundorderkvantiteterna är mindre. Detta kan förklaras av att större orderkvantiteter innebär högre efterfrågan och därmed större ekonomiska orderkvantiteter vilken i sin tur medför jämförelsevis mindre behov av säkerhetslager.

Tabell 13 Procentuell förändring av säkerhetslager i styck vid ökning av orderradsservice från 90 % till 94, 97, 99 respektive 100 % vid olika stora kundorderkvantiteter och kundorderfrekvenser

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Orderradsservice vid kok 2-6 st</i>				<i>Orderradsservice vid kok 8-24 st</i>			
	<i>94 %</i>	<i>97 %</i>	<i>99%</i>	<i>100 %</i>	<i>94 %</i>	<i>97 %</i>	<i>99%</i>	<i>100 %</i>
10 order per dag	122	327	680	2367	60	148	286	876
3 order per dag	109	319	657	2190	54	129	246	727
1 order per dag	102	268	534	1701	49	119	228	601
1 order per 2 dagar	105	268	523	1546	50	118	227	555
1 order per vecka	93	257	529	1285	49	118	252	528

Motsvarande resultat med avseende på hur antalet restorder per år minskar när orderradsservicen ökar och när kundorderkvantiteterna är 2-6 styck respektive 8-24 styck visas i tabell 14 medan tabell 15 visar hur många procent antalet restorder per år minskar när orderradsservicen ökar från 90 % till 94, till 97, till 99 och till 100 % för motsvarande kundorderkvantiteter. Av tabell 15 framgår att antalet restorder relativt sett minskar lika mycket för artiklar med hög kundorderfrekvens som för artiklar med låg kundorderfrekvens vid ökande orderradsservice. Antalet restorder per år påverkas emellertid inte av kundorderkvantiteternas storlek. Av tabell 15 kan man också utläsa att minskningarna av antal restorder per år blir relativt sett mindre mellan varje servicenivå ju mer man närmar sig 100 % orderradsservice. Eftersom säkerhetslagret samtidigt ökar relativt sett mer ju mer man närmar sig 100 % orderradsservice innebär detta att man får sämre och sämre utväxling mellan säkerhetslagerstorlek, och därmed kapitalbindning, och förbättrad leveransförmåga ju högre servicenivåer man arbetar med.

Tabell 14 Antal restnoteringar per år vid olika hög erhållen orderradsservice samt vid olika stora kundorderkvantiteter och kundorderfrekvenser

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Restnoteringar vid kok 2-6 st</i>					<i>Restnoteringar vid kok 8-24 st</i>				
	<i>90</i>	<i>94</i>	<i>97</i>	<i>99</i>	<i>100</i>	<i>90</i>	<i>94</i>	<i>97</i>	<i>99</i>	<i>100</i>
10 order per dag	237	142	71	23	0	238	143	71	23	0
3 order per dag	70	42	21	7	0	71	42	21	7	0
1 order per dag	23	14	7	2	0	24	14	7	2	0
1 order per 2 dagar	11	7	4	1	0	12	7	4	1	0
1 order per vecka	4	3	1	0	0	5	3	1	0	0

Tabell 15 Procentuell förändring av antal restorder per år vid ökning av orderradsservice från 90 % till 94, 97, 99 respektive 100 % vid olika stora kundorderkvantiteter och kundorderfrekvenser

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Orderradsservice vid kok 2-6 st</i>				<i>Orderradsservice vid kok 8-24 st</i>			
	<i>94 %</i>	<i>97 %</i>	<i>99%</i>	<i>100 %</i>	<i>94 %</i>	<i>97 %</i>	<i>99%</i>	<i>100 %</i>
10 order per dag	- 40	- 70	- 90	-100	- 40	- 70	- 90	-100
3 order per dag	- 41	- 70	- 90	-100	- 40	- 70	- 90	-100
1 order per dag	- 40	- 70	- 90	-100	- 40	- 70	- 90	-100
1 order per 2 dagar	- 41	-71	- 90	-100	- 40	-70	- 91	-100
1 order per vecka	- 41	- 73	- 91	-100	- 41	- 71	- 91	-100

## 8 Hur påverkas omsättningslager, säkerhetslager och antal order per år av ändrade orderkvantiteter ?

Vid lagerstyrning strävar man efter att uppnå en önskad servicenivå genom att använda ett lämpligt stort säkerhetslager. Vilken servicenivå man får är emellertid också en funktion av vilken orderkvantitet man använder. Att så är fallet beror på att använd orderkvantitet påverkar antalet inleveranser per år och därmed antalet potentiella bristtillfällen eftersom brist endast inträffar under tiden omedelbart före en inleverans. Med åtta inleveranser per år uppkommer åtta möjliga bristtillfällen. Dubblas orderkvantiteten blir antalet möjliga bristtillfällen endast fyra.

Syftet med den här analysen är att få en uppfattning om hur storleken på det totala lagret, omsättningslagret respektive säkerhetslagret samt antalet order per år kan komma att förändras om man halverar orderkvantiteterna. Simuleringarna är gjorda med en ledtid på 10 dagar, ett pris på 200 kr, en lagerhållningsfaktor på 25 % samt med kundorderkvantiteter på mellan 4 och 12 styck. Säkerhetslagren har dimensionerats så att en orderradsservice på 97 % erhållits för samtliga fall av olika kundorderfrekvenser. För att åstadkomma olika orderkvantiteter har två olika ordersärkostnader använts; 200 kr och 800 kr. Resultaten från simuleringarna visas i tabell 16 i form av procentuella förändringar vid en halvering av orderkvantiteter, dvs. vid en övergång från en ordersärkostnad på 800 kronor till en ordersärkostnad på 200 kr.

Tabell 16 Förändringar i procent av totalt lager, omsättningslager, säkerhetslager och antal order per år vid halvering av orderkvantiteter och olika kundorderfrekvenser

<i>Kundorderfrekvens</i>	<i>Totalt lager</i>	<i>Omsättningslager</i>	<i>Säkerhetslager</i>	<i>Antal order per år</i>
10 order per dag	- 39	- 53	+ 46	+ 90
3 order per dag	- 38	- 52	+ 51	+ 93
1 order per dag	- 35	- 51	+ 58	+ 94
1 order per 2 dagar	- 34	- 50	+ 51	+ 94
1 order per vecka	- 31	- 48	+ 55	+ 93
1 order per 2 v:or	- 28	- 45	+ 49	+ 90
1 order per månad	- 27	- 43	+ 34	+ 86

Av tabellen framgår att omsättningslagret halveras för högomsatta artiklar man att förändringarna blir något mindre för lågomsatta artiklar. Detta beror på att ju färre uttag desto mindre linjär kommer förbrukningen att vara mellan inleveranserna och därmed

desto mindre lik en sågtandskurva bestående av trianglar med höjd lika med inlevererad kvantitet. Det framgår också att säkerhetslagret precis som förväntat ökar när orderkvantiteterna minskar. Det totala lagret minskar mer för högomsatta artiklar än för lågomsatta eftersom säkerhetslagret är relativt sett större för lågomsatta artiklar än för lågomsatta. Antalet order per år ökar med i genomsnitt storleksordningen 90 %.

## 8 Slutsatser

Baserat på de resultat som erhållits vid simuleringarna kan följande slutsatser dras med avseende på de sex forskningsfrågorna.

Om man dimensionerar säkerhetslager baserat på en viss fyllnadsgradsservice kommer den erhållna fyllnadsgradsservicen i medeltal att bli nominellt lägre än den dimensionerande. Ju lägre kundorderfrekvens desto större skillnader. Skillnaderna mellan dimensionerande fyllnadsgradsservice och erhållen orderradsservice i medeltal blir än större. För att få den orderradsservice man önskar måste den dimensionerande fyllnadsgradsservicen väljas storleksordningen en halv procentenhet högre än den önskade orderradsservicen för artiklar med hög orderfrekvens och upp till tre procentenheter högre för artiklar med mycket låg kundorderfrekvens.

Erhållna servicenivåer, vare sig de avser fyllnadsgradsservice eller orderradsservice, varierar kraftigt månad för månad även då de mäts som medelvärden av månadsvisa servicenivåerna under ett helt år. Ju lägre kundorderfrekvens, desto större variationer.

Om man i sin lagerstyrningsmodell inte tar hänsyn till att uttag från lager i allmänhet är större än ett styck, dvs. inte tar hänsyn till så kallade överdrag, kommer skillnaderna mellan dimensionerande servicenivå och erhållen servicenivå att bli större än om sådana hänsyn tas. För artiklar med låg orderfrekvens blir skillnaderna åtskilligt större. Att inte ta hänsyn till överdrag medför också att erhållna servicenivåer varierar betydligt mer månad för månad.

Användning av antal dagars medelefterfrågan för att dimensionera säkerhetslager medför att erhållna servicenivåer för olika artiklar differentieras mer än när man använder fyllnadsgradsservice. Denna differentiering leder till att artiklar med många kundorder per år får högre servicenivåer än artiklar med färre kundorder per år vilket är önskvärt när man använder orderradsservice som mått på leveransförmåga.

Säkerhetslagret ökar mycket påtagligt när man ökar servicenivån, alldeles speciellt när man närmar sig 100 % där ökningen är exponentiell. Samtidigt minskar antalet restorder. Erhållna resultat visar också att kapitalbindningen i säkerhetslager ökar procentuellt sett mer än vad antalet restorder minskar vilket innebär att man får sämre och sämre utväxling mellan kapitalbindning och förbättrad leveransförmåga ju högre servicenivåer man arbetar med.

Att minska orderkvantiteter medför minskad kapitalbindning i omsättningslager. Motsvarande minskning får man emellertid inte i det totala lagret eftersom minskade orderkvantiteter leder till behov av större säkerhetslager för att kunna bibehålla målsatt servicenivå. Minskningen blir mindre för artiklar med låg kundorderfrekvens. Antalet order per år ökar procentuellt mer än vad kapitalbindning minskar.



## Referenser

Axsäter, S. (2006) Inventory control. Springer Verlag.

Bagchi, U., Haya, J. och Ord, J. (1984) Concepts, theory and techniques: modeling demand during lead time. Decision Science, Vol. 15, sid 157-176.

Forslund, H. och Jonsson, P. (2007). Hur arbetar svensk industri med mätning av leveransprecision? Konferensproceedings från PLANs forsknings- och tillämpningskonferens.

Mattsson, S-A. (2012) Hänsyn till överdrag som förutsättning för effektiv lagerstyrning. Forskningsrapport, Permatron Research.