

# Kapitalbindningsaspekter på val mellan cykelservice och fyllnadsgradsservice

Stig-Arne Mattsson

## Sammanfattning

*Cykelservice och fyllnadsgradsservice är de två vanligast använda typerna av servicenivå för dimensionering av säkerhetslager. Bortsett från vissa beräkningsmässiga nackdelar har fyllnadsgradsservice av flera skäl ansetts vara att föredra i litteraturen så väl som av användare. Inte minst gäller detta därför att fyllnadsgradsservice överensstämmer bättre med den orderradsservice som företag vanligtvis använder för mätning och uppföljning av verklig leveransförmåga samt för att fyllnadsgradsservice i motsats till cykelservice innebär att hänsyn tas till inleveranskvantiteter och därmed till antal potentiella bristtillfällen. Syftet med den studie som redovisas här har varit att också värdera de båda typerna av servicenivåer med avseende på den kapitalbindning i lager som de förorsakar. Utvärderingen har gjorts med hjälp av simulering baserat på artikeldata från fem olika fallföretag.*

*Resultaten från studien visar klart att användning av cykelservice indirekt åstadkommer en differentiering som innebär att artiklar med höga priser får lägre servicenivåer än artiklar med låga priser och att artiklar med många kundorder per år och därmed lägre relativ efterfrågevariation får högre servicenivåer än artiklar med få order. De genomförda simuleringarna visade också att denna differentiering leder till påtagligt lägre kapitalbindning för att uppnå en viss önskad orderradsservice till kund. För de studerade företagen blev kapitalbindningen i säkerhetslager mellan 15 och 42 % högre när fyllnadsgrad användes vid en orderradsservice på 96 %. Skillnaderna är i viss mån beroende av hur hög den önskade orderradsservicen är. Studien visade dessutom, att även fyllnadsgradsservice med ABC-klassbaserad differentiering av servicenivåer ger högre kapitalbindning än cykelservice utan differentiering.*

## 1 Inledning

### 1.1 Bakgrund

Ett av de grundläggande problemen vid lagerstyrning är att efterfrågan under den tid det tar att återanskaffa lämpliga kvantiteter i större eller mindre utsträckning är okänd och att den varierar på ett oförutsägbart sätt. För att kunna gardera sig mot sådana variationer och därigenom åstadkomma en önskvärd leveransförmåga använder man sig av säkerhetslager. Så är fallet både för lager av råmaterial och komponenter för tillverkning av produkter och för lager av färdiga produkter som levereras till externa kunder. Den kapitalbindning som ett säkerhetslager ger upphov till är det pris man får betala för att

uppnå en önskad leveransförmåga. Följaktligen är det väsentligt att dimensionera säkerhetslager på ett sådant sätt att den resursförbrukning som kapitalbindningen innebär står i rimlig proportion till de värden som en högre leveransförmåga medför.

Under förutsättning att man vid dimensionering av säkerhetslager vill utgå från förekommande efterfrågevariationer relativt prognos och inte från mer eller mindre kvalificerade allmänna bedömningar finns det två principiellt olika tillvägagångssätt. Det ena och teoretiskt mest korrekta sättet är att bestämma säkerhetslagrets storlek genom att optimera summan av de förväntade kostnader som det innebär att ha artiklar i lager och de förväntade kostnader som uppstår vid brist, dvs då lagret inte täcker den efterfrågan som finns. Sådana bristkostnader kan exempelvis utgöras av kostnader för restorderhantering eller utebliven försäljning vid brist i färdigvarulager eller kostnader för produktionsstörningar vid brist i lager av insatsvaror för tillverkning. De här typerna av bristkostnader är emellertid alltid situationsspecifika och därmed omöjliga att generellt fastställa i förväg. Detta tillvägagångssätt är därför inte användbart i praktiken.

Det andra tillvägagångssättet innebär att man på bedömningsmässiga eller policymässiga grunder fastställer en önskad leveransförmåga i form av en servicenivå, oftast uttryckt som en procentsats. Säkerhetslagret kan därefter med hjälp av olika teoretiska modeller och antaganden om hur efterfrågevariationerna är fördelade dimensioneras baserat på denna servicenivå.

## 1.2 Problemställningar och forskningsfråga

Med servicenivå menas allmänt i vilken utsträckning man kan tillfredsställa efterfrågan i ett lager. Begreppet representerar följaktligen ett tillgänglighetsmått och kan när det används för att dimensionera säkerhetslager betraktas som ett uttryck för en planerad förmåga att kunna leverera direkt från lager. I litteraturen finns ett antal olika typer av servicenivåer definierade inklusive tillhörande sätt att dimensionera säkerhetslager redovisade. Av dessa är två stycken helt dominerande och det är också dessa två som praktiskt taget uteslutande används i praktisk tillämpning och som det finns stöd för i affärssystem för lagerstyrning (Tersine, 1994, sid 233, Silver et al. 1998; sid 245).

Den ena är cykelservice och avser andel lagercykler utan brist. Cykelservice kan uttryckt som en procentsats definieras på följande sätt.

$$\text{Cykelservice} = (1 - \text{Antal lagercykler med brist} / \text{Antal inleveranstillfällen}) * 100$$

Med en lagercykel menas tiden från en lagerpåfyllnad till nästa lagerpåfyllnad. Andel lagercykler utan brist är sålunda detsamma som sannolikheten för att det finns kvantiteter tillgängliga i lager under en hel lagercykel. Denna typ av servicenivå benämns ofta Serv1 i Sverige enligt det beteckningssätt som introducerats av Axsäter (1991, sid 68).

Den andra vanligt använda typen av servicenivå för dimensioneringsändamål avser andel av efterfrågan som under en period kan tillfredsställas utan fördröjning direkt från lager. Den brukar kallas fyllnadsgradsservice eller Serv2 och kan i form av en procentsats definieras enligt följande.

$$\text{Fyllnadsgradsservice} = \text{Kvantitet som kan levereras direkt från lager under en period} / \text{Totalt efterfrågad kvantitet under samma period} * 100$$

Både cykelservice och fyllnadsgradsservice är primärt avsedda för användning vid dimensionering av säkerhetslager. De är mindre lämpliga för mätning och uppföljning av verkligt erhållen servicenivå eftersom de inte fullt ut återspeglar kundens upplevelse av företagets leveransförmå. Det för mättnings- och uppföljningsändamål överlägset mest använda servicenivåmåttet är orderradsservice. Det är också det mått som förordas i SCOR-modellen för mätning av processeffektivitet. Orderradsservice kan uttryckt som procentsats definieras på följande sätt.

Orderradsservice =  $\frac{\text{Antal orderrader som kunnat levereras direkt från lager under en period}}{\text{totalt antal levererade orderrader under samma period}} * 100$

Denna typ av servicenivå uttrycker sålunda förhållandet mellan antalet orderrader som kunnat levereras direkt från lager enligt kundönskemål och det totala antalet erhållna orderrader under en viss period.

I litteraturen har ett antal för och nackdelar med att använda respektive typ av servicenivå redovisats. Cykelservice anses av många vara attraktiv att använda ur beräknings-synpunkt. Se exempelvis Axsäter (2006, sid 95). Användning av cykelservice medför emellertid också en rad problem som bland andra påpekats av Tyworth (1992). Ett av dessa problem är att man vid användning av cykelservice inte tar hänsyn till orderstorlekar på inleveranser och därmed inte till antalet bristexponeringar per period. Används samma servicenivå för samtliga artiklar i ett sortiment, kommer följaktligen artiklar som omsätts ofta att råka ut för betydligt fler brister än artiklar som är lågrörliga. Andel lagercykler utan brist säger heller inte någonting om längden på respektive bristtillfälle, endast i vilken utsträckning som brist kan inträffa. Cykelservice säger dessutom inte något om hur stora kvantiteter det är som brister. Därmed kan det inte betraktas som ett bra mått på hur kunder drabbas av brister. En ytterligare nackdel med cykelservice ur användarsynpunkt är att måttet inte storleksmässigt kan relateras till orderradsservice för uppföljning av leveransförmåga. Därmed är det svårt att sätta lämpliga cykelservicenivåer när man strävar efter att uppnå en viss önskad orderradsservice. Enligt Axsäter (2006, sid 95) kan cykelservice inte rekommenderas att användas i praktiken.

Användningsmässigt anses fyllnadsgradsservice i allmänhet vara attraktivare än cykelservice eftersom måttet i större utsträckning står i överensstämmelse med orderradsservice och därmed utgör ett bättre uttryck för verklig leveransförmåga. Med fyllnadsgradsservice tas dessutom hänsyn till inleveransfrekvens och säkerhetslagrets storlek anpassas automatiskt till använda orderkvantiteter. Tyworth (1992) talar om nödvändigheten av ett paradigmskift och en övergång från användning av cykelservice till fyllnadsgradsservice.

Zeng och Hayya (1999) har gjort en analytisk jämförelse av de båda typerna av servicenivåer för några olika efterfrågefördelningar och på enskilda artiklar. De konstaterar att samma servicenivå medför olika höga lageromsättningshastigheter och lagerstyrningskostnader och att vilken typ av servicenivå som ger bäst resultat beror på förhållandet mellan orderkvantitet och efterfrågevariation under ledtid. Att jämföra de båda servicenivåtyperna med samma servicenivå upplevs inte som meningsfullt eftersom de står för helt olika saker. Skall jämförelser göras bör de rimligtvis göras med avseende på samma typ av erhållen servicenivå, om möjligt orderradsservice eftersom detta mått återspeglar leveransförmåga ur kundsynpunkt och dessutom är det uppföljningsmått som de flesta

företag använder. I övrigt har inga jämförande studier av cykelservice och fyllnadsgradsservice hittats i litteraturen.

För en enskild artikel blir av uppenbara skäl säkerhetslagrets storlek detsamma vid en viss given erhållen servicenivå oavsett vilken dimensionerande typ av servicenivå man använder. Med tanke på de ganska avgörande skillnader som föreligger mellan de båda servicenivåtyperna och sätten att beräkna säkerhetslager baserat på dem kan man emellertid förvänta sig att de för en grupp av artiklar inte är helt likvärdiga med avseende på den kapitalbindning i säkerhetslager som de ger upphov till. Det är därmed både från teoretiska och praktiska utgångspunkter relevant att formulera följande forskningsfråga.

Blir kapitalbindningen i säkerhetslager för en grupp av artiklar olika stor om de dimensioneras med cykelservice eller fyllnadsgradsservice vid samma erhållna orderradsservice och i så fall hur stor blir skillnaden?

### 1.3 Syfte och avgränsningar

Syftet med det projekt som redovisas i den här rapporten var att studera i vilken utsträckning storleken på säkerhetslager för grupper av artiklar skiljer sig åt beroende på vilken typ av servicenivå som används då samma totala orderradsservice erhålls.

Variationer i efterfrågan under ledtid påverkas även av variationer i ledtid. I den här studien har emellertid ledtiden antagits vara konstant. Detta antagande kan inte anses ha någon signifikant betydelse för de erhållna resultaten eftersom förekommande skillnader i säkerhetslagerstorlekar är en effekt av den aggregerade standardavvikelsen för efterfrågan under ledtiden och inte individuellt beroende av efterfrågevariationer eller ledtidvariationer. Den enda effekt antagandet har är att den totala standardavvikelsen för efterfrågan under ledtid blir mindre än om ledtiderna tillåts variera.

En annan avgränsning är att ekonomisk orderkvantitet enligt kvadratrotsformeln används för att bestämma hur stor orderkvantiteten skall vara per inleveranstillfälle.

## 2 Teoretiska utgångspunkter

Ett säkerhetslagrets storlek är bestämt av efterfrågans standardavvikelse under ledtid och den så kallade säkerhetsfaktorn som beräknas på olika sätt beroende på vilken typ av servicenivå som används. Man kan därför härleda följande samband mellan fyllnadsgradsservice, FG, och cykelservice, CS (Axsäter, 2006, sid 107).

$$CS = 1 - \frac{G}{\sigma} \cdot \Phi\left(\frac{G}{\sigma}\right) \quad (1)$$

där  $\sigma$  = standardavvikelsen under ledtid  
 $G$  = servicefunktionen  
= normalfördelningsfunktionen  
 $\Phi$  = använd orderkvantitet

Om man antar att använd orderkvantitet beräknas med utgångspunkt från ekonomisk orderkvantitet kan ekvation (1) skrivas om enligt följande.

$$Z = 1 - \frac{D \cdot \sqrt{p}}{\sqrt{2}} \cdot \left( \frac{D \cdot \sqrt{p}}{\sqrt{2}} \right) \cdot \left( \frac{D \cdot \sqrt{p}}{\sqrt{2}} \right) \dots \text{í í í í í í í í í í í í í í} \quad (2)$$

där  $D$  = efterfrågan i styck per år  
 $p$  = pris per styck

Eftersom det i allmänhet finns ett visst samband mellan efterfrågan i styck och graden av efterfrågevariation kan  $\frac{D \cdot \sqrt{p}}{\sqrt{2}}$  betraktas som ett variationsmått liknande variationskoefficienten. Av ekvation (2) framgår då att fyllnadsgradsservicen minskar med ökande relativ efterfrågevariation och med ökande priser.

Oavsett vilken typ av servicenivå man använder för att dimensionera säkerhetslager kan man förvänta sig att få något olika orderradsservice för olika artiklar vid en viss för alla artiklar gemensam dimensionerande servicenivå. Detta beror på att de beräkningsmodeller som används bygger på ett antal förenklande antagande, exempelvis vad gäller efterfrågefördelning, och på att de båda dimensionerande typerna av servicenivåer inte är identiska med det servicenivåmått som används för att mäta verkligt erhållen servicenivå. Detta gäller både cykelservice och fyllnadsgradsservice. Eftersom fyllnadsgradsservice är det servicenivåmått som närmst motsvarar orderradsservice framgår emellertid också av ekvation (2) att man kan förvänta sig högre orderradsservice ju lägre priset för en artikel är och ju lägre dess relativa variation är i de fall man använder cykelservice.

Att använda cykelservice innebär med andra ord principiellt en indirekt differentiering av orderradsservice. Denna differentiering kan av följande skäl förväntas leda till ett lägre totalt säkerhetslager för grupper av artiklar jämfört med motsvarade säkerhetslager då fyllnadsgradsservice används. Den ena skälet är att kapitalbindningen i ett säkerhetslager är proportionell mot pris per styck och att artiklar med höga priser enligt ekvation (2) tenderar att få lägre servicenivåer och därmed lägre säkerhetslager i styck. Med andra ord kommer en viss genomsnittlig orderradsservice i första hand att säkerställas genom höga servicenivåer på artiklar med låga priser. Det andra skälet har med olika grad av efterfrågevariation för olika artiklar att göra. Eftersom små variationer i efterfrågan framför allt förekommer vid högfrekvent efterfrågan får artiklar med många kundorder per år enligt ekvation (2) en högre servicenivå än artiklar med få. Följaktligen kan man förvänta sig att användning av cykelservice bidrar både till högre servicenivå för artiklar som kräver liten kapitalbindning i säkerhetslager och till högre servicenivå för artiklar med många kundorder per år och därmed har fler bristriskstillfällen.

### 3 Angreppssätt och simuleringsmodell

För att kunna analysera hur stor kapitalbindningen i säkerhetslager måste vara för att uppnå en viss total orderradsservice för en grupp av artiklar har simulering använts. Simuleringarna har genomförts i Excel med hjälp av makron skrivna i Visual Basic. Simuleringarna baseras på slumpmässigt uttagna stickprov av lagerförda artiklar från fem olika företag, 250 artiklar från de fyra första och 155 från det femte företaget.

Företag Aø lager är ett reservdelslager. Totalt finns det storleksordningen 10.000 artiklar i lagret, egentillverkade såväl som inköpta från utomstående leverantörer. Lagret försörjer slutkunder på den Europeiska marknaden.

Lagret hos företag B innehåller enbart färdigvaror, varav 90 % är egentillverkade. Sammanlagt lagerhålls storleksordningen 700 artiklar. Lagret är ett centrallager som försörjer 15 lokala lager i Europa. Det försörjer även slutkunder i Norden samt distributörer i Östeuropa och Afrika.

Lagret i företag C innehåller färdigvaror av vilka cirka 85 % är egentillverkade. Sammanlagt lagerförs storleksordningen 1.500 artiklar. Lagret försörjer en lokal marknad av slutförbrukande kunder i Sverige.

Företag D har ett lagerfört sortimentet på storleksordningen 20.000 egentillverkade slutprodukter. Lagret försörjer en global marknad av slutkunder.

Företag E $\phi$  lager utgörs av inköpta komponenter som används som insatsmaterial vid tillverkningen av slutprodukter. Företaget har storleksordningen 6.000 sådana artiklar i lager.

Artiklarnas egenskaper i olika avseenden för de fem företagen kan karakteriseras enligt följande tabell. Prisintervallen är i kronor och standardavvikelse avser efterfrågevariationer under ledtid. Endast i sammanhanget försumbara säsongvariationer förekommer.

Tabell 1 Karakteristik av artiklar från de fem fallföretag som ingått i studien

Företag	Efterfrågan per år	Ledtid i dagar	Pris per styck	Kundorder per år	Standardavvikelse
A	4 $\phi$ 13.521	10 $\phi$ 45	8 $\phi$ 9.300	2 $\phi$ 477	0,6 $\phi$ 443
B	10 $\phi$ 744.092	3 $\phi$ 45	2 $\phi$ 7.400	3 $\phi$ 3.340	0,2 $\phi$ 14.506
C	5 $\phi$ 6.817	4 $\phi$ 5	3 $\phi$ 1.992	3 $\phi$ 222	0,3 $\phi$ 163
D	3 $\phi$ 77.864	7 $\phi$ 49	2 $\phi$ 4800	4 $\phi$ 2.366	0,5 $\phi$ 3.546
E	4 $\phi$ 13.565	1 $\phi$ 45	5 $\phi$ 2.147	4 $\phi$ 726	0,5 $\phi$ 417

För att få ett tillräckligt omfattande efterfrågeunderlag för simuleringarna har sex tusen dagars efterfrågan per artikel och företag genererats statistiskt med hjälp av bootstrapping från ett års efterfrågehistorik. För att öka validiteten i simuleringarna genererades den dagliga efterfrågan i förväg och sparades i ett Excel-ark i stället för att genereras under simuleringens gång. Simuleringar för att jämföra kapitalbindning vid användning av cykelservice respektive fyllnadsgradsservice kan därigenom genomföras med exakt samma utgångsdata.

Den simuleringsmodell som använts bygger på ett beställningspunktssystem av (s,Q)-typ, dvs med fast orderkvantitet. Alla de inkluderade företagen använder inte eller endast delvis kvadratrotsformeln för att beräkna ekonomisk orderkvantitet. För att få full jämförbarhet har därför priserna räknats om så att använda orderkvantiteter motsvarar med kvadratrotsformeln beräknade orderkvantiteter. Beräknade beställningspunkter har beräknats på traditionellt sätt och därefter korrigerats för att ta hänsyn till det överdrag som uppstår genom att kundorderkvantiteterna är större än ett styck. Se Mattsson (2005). Tre olika önskade nivåer på orderradsservice har simulerats, 94, 96 respektive 98 %.

Simuleringarna har genomförts som en kombination av händelsedrivna och diskret simulering. Vid den händelsedrivna simuleringen simuleras under sex tusen dagar uttag, kontroll av beställningspunkter, utläggning av nya lagerpåfyllnadsorder, inleveranser samt uppdateringar av saldo och disponibelt saldo. Uppkomna brister restnoteras för senare leverans.

Efter varje genomförd händelsedrivna simulering har den totala orderradsservicenivån för hela artikelgruppen beräknats som det viktade medelvärdet av de ingående artiklarnas enskilda orderradsservice. Viktningen har gjorts med hjälp av antalet kundorder per år. Det innebär att den erhållna orderradsservice för artikelgruppen som helhet är lika med det totala antalet orderrader som kunnat levereras direkt från lager i förhållande till totalt antal erhållna orderrader för samliga artiklar. Högst och lägst förekommande orderradsservice för enskilda artiklar har också beräknats.

Eftersom beräkningen av nödvändigt säkerhetslager för att uppnå en önskad orderradsservice görs med hjälp av lagerstyrningsmodeller som är baserade på vissa förenklande antaganden och att dimensionerade servicenivå inte definieras på samma sätt som den servicenivå som används för mätning av erhållen leveransförmåga, kan man inte vara säker på att erhållen orderradsservice blir lika stor som den önskade. För att säkerställa jämförbarhet mellan användning av cykelservice och fyllnadsgradsservice har därför den händelsedrivna simuleringen kompletterats med ett diskret. Detta innebär att en första händelsedrivna simulering genomförs med en beställningspunkt baserad på den dimensionerande servicenivån. Från denna simulering erhålls en viss vägd orderradsservice för hela gruppen av artiklar. Är denna orderradsservice lägre än den önskade, ökas den dimensionerande servicenivån med en tiondels procentenhet och en ny händelsedrivna körning genomförs. Simuleringskörningarna fortsätts tills erhållen orderradsservice blir lika med eller högre än den önskade.

När överensstämmelse mellan erhållen och önskad orderradsservice uppnåtts beräknas summa kapitalbindning totalt och i säkerhetslager för samtliga artiklar i medeltal över den simulerade perioden. Erhållet säkerhetslager definieras som medelvärdet av den kvantitet som finns i lager vid inleveranstillfällena gånger pris per styck.

## 4 Resultat och analys

Resultaten av de genomförda simuleringarna i form av procentuella skillnader i kapitalbindning i totalt lager och säkerhetslager vid användning av fyllnadsgradsservice i stället för cykelservice vid olika önskad orderradsservice för de fem olika fallföretagen redovisas i tabellerna 2 till 6. Exempelvis blir kapitalbindningen i säkerhetslager för företag A 26 % högre om fyllnadsgradsservice används i stället för cykelservice när den önskade orderradsservicen är 96 %. I tabellerna visas också den högst och lägsta förekommande erhållna orderradsservice per artikel.

Tabell 2 Procentuella skillnader i kapitalbindning i lager samt högst och lägst erhållen orderradsservice för fallföretag A för olika önskad orderradsservice

	98 %		96 %		94 %	
	CS	FS	CS	FS	CS	FS
Differens Totalt lager		+9,7%		+13,5%		+17,1%
Differens Säkerhetslager		+17,0%		+26,2%		+36,5%
Högst servicenivå	100%	100%	100%	99%	99%	99%
Lägst servicenivå	84%	88%	73%	79%	67%	76%

Av tabellerna framgår att användning av fyllnadsgradsservice leder till väsentligen höge kapitalbindning både i totala lager och i säkerhetslager för att uppnå en viss önskad orderradsservice jämfört med att använda cykelservice. Detta gäller i större eller mindre utsträckning samtliga fallföretag. Tabellerna visar också att skillnaderna i kapitalbindning blir större vid lägre önskad orderradsservice än vi högre.

Tabell 3 Procentuella skillnader i kapitalbindning i lager samt högst och lägst erhållen orderradsservice för fallföretag B för olika önskad orderradsservice

	98 %		96 %		94 %	
	CS	FS	CS	FS	CS	FS
Differens Totalt lager		+5,8%		+7,8%		+9,3%
Differens Säkerhetslager		+10,0%		+15,3%		+20,0%
Högst servicenivå	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Lägst servicenivå	83%	75%	75%	75%	75%	75%

Tabell 4 Procentuella skillnader i kapitalbindning i lager samt högst och lägst erhållen orderradsservice för fallföretag C för olika önskad orderradsservice

	98 %		96 %		94 %	
	CS	FS	CS	FS	CS	FS
Differens Totalt lager		+5,2%		+7,9%		+10,3%
Differens Säkerhetslager		+17,3%		+34,0%		+56,2%
Högst servicenivå	100%	100%	100%	99%	100%	99%
Lägst servicenivå	82%	83%	73%	83%	63%	82%

Tabell 5 Procentuella skillnader i kapitalbindning i lager samt högst och lägst erhållen orderradsservice för fallföretag D för olika önskad orderradsservice

	98 %		96 %		94 %	
	CS	FS	CS	FS	CS	FS
Differens Totalt lager		+11,2%		+14,4%		+19,9%
Differens Säkerhetslager		+27,8%		+42,9%		+71,9%
Högst servicenivå	100%	100%	99%	99%	99%	98%
Lägst servicenivå	77%	83%	66%	77%	56%	77%

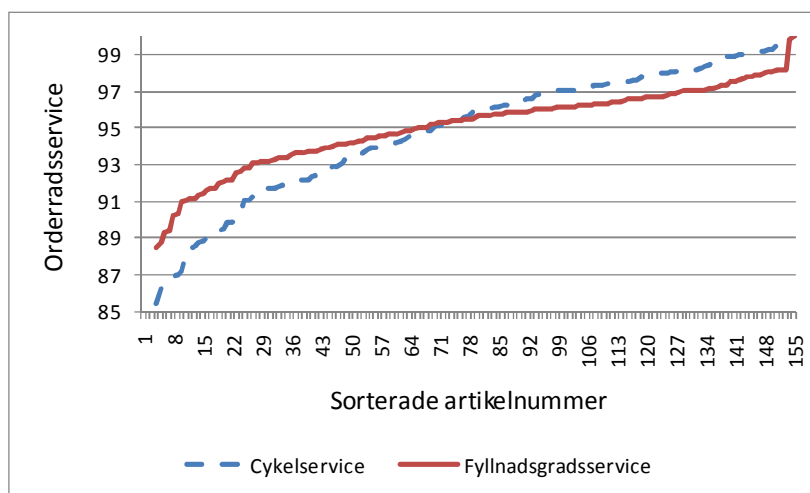


Tabell 6 Procentuella skillnader i kapitalbindning i lager samt högst och lägst erhållen orderradsservice för fallföretag E för olika önskad orderradsservice

	98 %		96 %		94 %	
	CS	FS	CS	FS	CS	FS
Differens Totalt lager		+6,4%		+9,4%		+10,1%
Differens Säkerhetslager		+18,0%		+32,5%		+42,1%
Högst servicenivå	100%	100%	100%	100%	99%	99%
Lägst servicenivå	91%	92%	78%	87%	76%	76%

Av de fem tabellerna framgår också att skillnaderna mellan högsta och lägsta erhållna orderradsservice är större när cykelservice används jämfört med när fyllnadsgradsservice används i praktiskt taget samtliga fall. Detta är ett uttryck för att cykelservice förstärker skillnaderna mellan de olika artiklarnas orderradsservice. En ytterligare illustration av att cykelservice differentierar orderradsservicen framgår av figur 1. I denna figur visas de olika artiklarnas orderradsservice när cykelservice respektive fyllnadsgradsservice används för företag E vid en önskad orderradsservice på 96 %. I båda fallen är artiklarna sorterade efter ökande orderradsservice.

Figur 1 Illustration av hur orderradsservicen för enskilda artiklar varierar vid användning av cykelservice respektive fyllnadsgradsservice för dimensionering av säkerhetslager



I avsnitt 2 visades med hjälp av det teoretiska sambandet mellan cykelservice och fyllnadsgradsservice att en viss cykelservice ger högre fyllnadsgradsservice för artiklar med högre priser och högre relativa variationer i efterfrågan. Som påpekades kan man förvänta sig att detta också gäller för orderradsservice. För att påvisa detta empiriskt har artiklarna för företag E rangordnats från största till minsta värde i dessa två avseenden samt grupperats i tre klasser, A, B och C. Klass A innehåller de 20 % artiklar som har de största värdena, klass B de 30 % artiklar som har de näst största värdena och klass C de 50 % artiklar som har lägst värden i de olika avseendena. För varje klass har därefter orderradsservicen i medeltal beräknats. Resultaten visas i tabell 7.

Tabell 7 Erhållen orderradsservice i medeltal per klass av artiklar grupperade efter pris per styck och relativ efterfrågevariation

Klass	Pris per styck		Relativ variation	
	CS	FG	CS	FG
A	91,3	94,1	93,0	94,9
B	94,4	94,9	94,0	94,8
C	96,1	95,1	95,7	95,0

Av tabellen framgår tydligt att användning av cykelservice differentierar erhållen orderradsservice med avseende på pris per styck och relativ efterfrågevariation jämfört med de skillnader som föreligger när fyllnadsgradsservice används. De empiriska resultaten stöder följaktligen den teoretiska analys som redovisades ovan.

Eftersom användning av cykelservice innebär en indirekt differentiering av servicenivåer kan det vara av intresse att jämföra den kapitalbindning som erhålls med cykelservice utan differentiering med användning av fyllnadsgradsservice med differentiering. En sådan jämförelse har gjorts för fallföretag E vid en önskad erhållen orderradsservicenivå på 96 %. Differentieringen av fyllnadsgradsservice har omfattat tre olika vanligt använda differentieringsvariabler; volymvärde, pris per styck och antal kundorder per år. Den har åstadkommit genom att dela in artiklarna i tre klasser, A, B och C, för vardera differentieringsvariabel och att därefter tilldela de olika klasserna olika fyllnadsgradsnivåer. Servicenivån för klass B har i utgångsläget genomgående satts till 96 %. Servicenivåerna för klass A och C har därefter anpassats så att den viktade medelfyllnadsgraden för hela artikelsortimentet blivit 96 %. Eftersom det varit fråga om ett begränsat antal anpassningar är det emellertid inte fråga om någon säkerställd minimering av säkerhetslagret. Vid simuleringskörningarna har sedan samliga servicenivåer justerats med en tiondels procentenhet tills den erhållna orderradsservicen blivit 96 %. Resultaten i form av skillnader i kapitalbindning i procent mellan att använda cykelservice utan differentiering med fyllnadsgradsservice med differentiering visas i tabell 8. De angivna siffrorna i tabellhuvudet avser ursprungligt använda servicenivåer för respektive klassificeringsvariabel i ordning från A till C.

Tabell 8 Procentuell ökning av kapitalbindning i lager vid användning av fyllnadsgradsservice med differentierade servicenivåer jämfört med användning av cykelservice utan differentiering

Differentieringsvariabel	Volymvärde 93,7 ó 96,0 ó 99,0	Pris per styck 83,1 ó 96,0 ó 97,7	Kundorder per år 97,7 ó 96,0 ó 87,9
Totalt lager	+ 9,1 %	+ 1,2 %	+ 5,0 %
Säkerhetslager	+ 33,0 %	+ 11,3 %	+ 23,7 %

Av tabellen framgår att även om användning av fyllnadsgradsservice kompletteras med differentiering av servicenivåer ger cykelservice upphov till lägre kapitalbindning. Även för det bästa differentieringsalternativet blir kapitalbindningen i säkerhetslager mer än 10 % högre än vid användning av cykelservice utan differentiering.

## 6 Slutsatser och rekommendationer

Vid dimensionering av säkerhetslager är cykelservice och fyllnadsgradsservice de två vanligast använda typerna av servicenivå. Bortsett från vissa beräkningsmässiga nackdelar kan fyllnadsgradsservice av flera skäl anses vara att föredra. Inte minst gäller detta därför att fyllnadsgradsservice bättre överensstämmer med den orderradsservice som företag vanligtvis använder för mätning och uppföljning av verklig leveransförmåga och för att fyllnadsgradsservice i motsats till cykelservice innebär att hänsyn tas till inleveranskvantiteter och därmed antal potentiella bristtillfällen per år.

Vid val mellan de båda servicenivåtyperna bör emellertid också hänsyn tas till hur kapitalbindningen i säkerhetslager påverkas eftersom denna kapitalbindning är det pris man måste betala för att uppnå en viss leveransförmåga. Den studie som redovisas här visar klart att användning av cykelservice indirekt åstadkommer en differentiering som innebär att artiklar med höga priser får lägre servicenivåer än artiklar med låga priser och att artiklar med många kundorder per år och därmed lägre relativ efterfrågevariation får högre servicenivåer än artiklar med få orderrader. Denna differentiering leder till påtagligt lägre kapitalbindning i lager för att uppnå en viss önskad orderradsservice till kund. Skillnaderna blir något mindre vid ju högre den önskade orderradsservice är. I den studie som genomförts på lagerförda artiklar från fem olika företag vid en orderradsservice på 96 % erhöles en minskning av kapitalbindning i säkerhetslager på mellan 15 och 42 %. Studien visade också att användning av cykelservice utan differentierade servicenivåer även ger lägre kapitalbindning än fyllnadsgradsservice med på traditionellt sätt differentierade servicenivåer.

Slutsatsen av studien är med avseende på kapitalbindning i lager ganska uppenbar. Den stora reduktion av kapitalbindning i säkerhetslager som användning av cykelservice möjliggör motiverar dess användning framför användning av fyllnadsgradsservice. För att hantera problemet med att det inte finns någon enkel överensstämmelse mellan vald cykelservicenivå för dimensionering av säkerhetslager och den nivå på orderradsservice som man önskar erhålla kan endera av följande tillvägagångssätt tillämpas. Det ena tillvägagångssättet innebär att man tar ett slumpmässigt stickprov artiklar från artikelsortimentet och för varje artikel analytiskt beräknar den fyllnadsgrad som en viss cykelservice motsvarar och sedan successivt anpassar cykelservicen tills man för hela stickprovet får den vägda fyllnadsgradsservice som bedöms motsvara önskad orderradsservice. Viktningen av de olika artiklarnas fyllnadsgradsservice bör ske med hjälp av antal kundorder per period. Denna cykelservice används därefter för dimensioneringen av säkerhetslagret för samtliga artiklar.

Det andra tillvägagångssättet bygger också på att man tar ett slumpmässigt stickprov men att man i det här fallet använder simulering på motsvarande sätt som redovisats ovan för att beräkna vilken cykelservice man bör använda för att uppnå en önskad orderradsservice. Detta tillvägagångssätt kräver mer data och mer omfattande beräkningar men gör bättre noggrannhet.

## Referenser

Axsäter, S. (1991) Lagerstyrning, Studentlitteratur.

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

Mattsson, S-A. (2005) Överdrag i beställningspunktssystem, Intern forskningsrapport, Institutionen för Teknisk ekonomi och logistik, Lunds Universitet.

Silver, E. ó Pyke, D. ó Peterson, R. (1998) Inventory management and production planning and scheduling, John Wiley & Sons.

Tersine, R. (1994) Principles of inventory and materials management, Prentice-Hall.

Tyworth, J. (1992) Modeling transportation-inventory trade-offs in a stochastic setting. Journal of Business Logistics, Vol. 13 No. 2.

Zeng, A. ó Hayya, J. (1999) The performance of two popular service measures on management effectiveness in inventory control, International Journal of Production Economics, Vol. 58, Sid 147-158.