

Differentiering av servicenivåer för bestämning av säkerhetslager

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

Differentiering av servicenivåer på olika artikelklasser vid dimensionering av säkerhetslager är ett sätt att åstadkomma ett gynnsamt förhållande mellan leveransförmåga och kapitalbindning i säkerhetslager. I den här rapporten redovisas resultaten från en studie om hur olika faktorer påverkar hur mycket kapitalbindningen kan reduceras genom sådan differentiering. Fyllnadsgradsservice har använts för dimensionering och orderradsservice som mått på erhållen servicenivå. Analyserna har genomförts med hjälp av simulering baserad på datauppgifter från 8 olika fallföretag. De resultat som erhållits kan sammanfattas enligt följande.

Differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på pris respektive kundorderfrekvens är i huvudsak likvärdiga och minskar kapitalbindningen för de olika fallföretagen med i medeltal storleksordningen 8 procent. Används volymvärden som bas för differentiering ökar kapitalbindningen. Ökningen blir speciellt stor om artikelklasserna med högst volymvärden ges högst servicenivå. Två-dimensionell differentiering av fyllnadsgradsservice ger större reduktion av kapitalbindning än endimensionell vid samma målsatta orderradsservice. Speciellt gäller detta om kombinationen kundorderfrekvens och pris används. I medeltal uppnåddes för de åtta fallföretagen en minskning av säkerhetslagren med storleksordning 13 procent jämfört med att inte differentiera.

Kapitalbindningen vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens blir marginellt lägre om man låter andelen artiklar i klasser med högre frekvenser vara mindre än andelen artiklar i klasser med lägre frekvenser, dvs. om man har färre artiklar i klass A än i klass B och än i klass C. Den blir också marginellt lägre om man använder fem olika frekvensklasser i stället för tre vid lika antal artiklar i alla klasser.

Kapitalbindningen vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens blir någon procentenhet lägre om skillnaderna i servicenivåer för de olika frekvensklasserna görs större. Samma förhållande gäller vid högre jämfört med lägre målsatt orderradsservice utom när servicenivån blir närmre 100 procent eftersom utrymmet för att differentiera då blir mycket begränsat.

1 Introduktion

Artikelklassificering är ett sedan länge använt hjälpmedel vid lagerstyrning. Det används för att allokera resurser av olika slag på ett så effektivt sätt som möjligt, exempelvis genom att inventera högprisartiklar oftare än lågprisartiklar eller att underhålla lagerstyrningsparametrar oftare för leveranskritiska artiklar än för övriga. Det används också vid parametersättning för att få så gynnsamma förhållanden som möjligt mellan kapitalbindning, lagerstyrningskostnader och leveransförmåga, exempelvis genom att lägga ut nya lagerpåfyllnadsorder oftare för artiklar med hög omsättning än för artiklar med låg. Tillvägagångssättet innebär att man grupperar och klassificerar sina artiklar efter något kriterium, exempelvis efter volymvärde eller antal kundorder per år. För var och en av de skapade grupperna tillämpar man sedan olika strategier. I de flesta fall använder man sig av tre olika grupper som kallas A, B och C och man talar därför om ABC-klassificering. Grupp A representerar de i något visst avseende mest betydelsefulla artiklarna, grupp B artiklar de näst mest betydelsefulla och grupp C artiklar de minst betydelsefulla.

Motivet för att tillämpa sådan klassificering bygger på den så kallade minoritetsprincipen som ursprungligen formulerades av den Schweiziske nationalekonomen Vilfredo Pareto på 1890-talet. Principen lyder: ”I varje serie av element svarar alltid ett litet antal element för en stor del av effekten”. Principen kallas ofta 80 – 20-regeln eftersom det är vanligt att 20 % av elementen svarar för 80 % av effekten, exempelvis att 20 % av ett företags produkter svarar för 80 % av omsättningen.

Beräkning av säkerhetslager är ett område där artikelklassificering med fördel kan tillämpas. Syftet är att åstadkomma så optimala förhållanden som möjligt med avseende på den kapitalbindning som krävs för att åstadkomma en viss önskad leveransförmåga. Hur man skall gå tillväga för att genomföra artikelklassificeringar beskrivs i praktiskt taget varje lärobok i logistik. Se exempelvis Vollmann et al (2005), Jonsson och Mattsson (2011) samt Broeckelmann (1999). Av litteraturen får man emellertid med få undantag inte någon uppfattning om hur man skall gå till väga för att på lämpligt sätt differentiera säkerhetslager eller om vilket kriterium man bör använda vid differentieringen. Man får inte heller någon uppfattning om vilka resultat man kan förvänta sig, endast att differentiering är bra i allmänhet. I de få fall något tillvägagångssätt beskrivs är det ofta ofullständigt och motsägelsefullt. Shah (1988, sid 347), Tersine (1994, sid 546), Storhagen (2003, sid 182) och (Oskarsson et al. (2009, sid 257) förordar användning av volymvärde som kriterium för differentiering och att volymvärdehöga artiklar bör få mindre säkerhetslager än volymvärdelåga artiklar. Plossl (1983, sid 285) har en motsatt uppfattning. Han menar att eftersom volymvärdehöga artiklar beställs oftare än volymvärdelåga bristexponeras de fler gånger per år och bör följaktligen ha större säkerhetslager. Ingen av dessa författare nämner hur differentieringen av säkerhetslager skall åstadkommas, exempelvis genom att differentiera dimensionerande servicenivåer på olika volymvärdeklasser. Baserat på en fallstudie i ett företag som distribuerar reservdelar förordar Cohen et. Al (1999) att artiklar med lågt pris och hög förbrukning bör ges högre servicenivåer. Resultaten från en implementering av en sådan differentiering visade en sänkning av kapitalbindning i säkerhetslager på storleksordningen 30 %.

Även Schonberger och Knod (1991, sid 298) hävdar att volymvärdehöga artiklar bör ha lägre säkerhetslager än volymvärdelåga. De menar också att detta skall åstadkommas genom att differentiera täcktider vid bestämning av säkerhetslager och att sätta kortast

täcktid för volymvärdehöga artiklar. Lambert et al. (1998, sid 170) förordar differentiering av säkerhetslager med volymvärde som kriterium och menar att volymvärdehöga artiklar skall ha högst orderradsservice. Det finns emellertid inte någon beräkningsmetodik för att dimensionera säkerhetslager baserat på orderradsservice och författarna redovisar inte hur deras rekommendation skall kunna förverkligas. Zhang et al. (2001) argumenterar också för användning av differentierade servicenivåer vid bestämning av säkerhetslager, i deras fall cykelservice (Serv1) med volymvärde som kriterium. Volymvärdehöga artiklar skall enligt författarna ha lägst servicenivå. Även Stokkedal (2007) använder cykelservice för att differentiera säkerhetslager men använder i motsats till Zhang ett två-dimensionellt kriterium bestående av antal kundorderrader per år och volymvärde.

För den kategori författare som nöjer sig med att konstatera att säkerhetslagret bör vara högt för högvärdesartiklar och lågt för lågvärdesartiklar kan man fråga sig vad som menas med ett högt respektive lågt lager, inte minst med tanke på att vad som är ett högt/lågt säkerhetslager måste relateras till efterfrågans- och efterfrågevariationernas storlek. Ingen författare redovisar heller vad det är för typ av prestationsmått för leveransförmåga som man eftersträvar att göra så hög som möjligt i förhållande till den kapitalbindning som krävs, exempelvis om det är fråga om orderradsservice eller volym-service (Serv2).

Sammanfattningsvis kan man konstatera att den litteratur som finns om differentiering av säkerhetslager i allmänhet inte kan sägas vara särskilt praktiskt användbar och ge en vägledning om vad valt prestationsmått på erhållen servicenivå, valt sätt att dimensionera säkerhetslager och valt kriterium för differentiering av servicenivåer betyder för vad man kan åstadkomma. Syftet med den här studien är därför att genomföra en analys som i ett första steg kan bidra till att ge viss vägledning vid utformning av system för artikelklassbaserad differentiering av säkerhetslager. För att få så verklighetsnära utvärderingar som möjligt är studien gjord med hjälp av simulering.

2 Parametrar som påverkar differentiering av säkerhetslager

Differentiering av säkerhetslager handlar om att få en önskad leveransförmåga med så liten kapitalbindning som möjligt. De resultat man kan uppnå är dels beroende av ett antal parametrar som påverkar hur differentieringen åstadkoms och dels av vad det är för typ av leveransförmåga man vill uppnå. Dessa parametrar och alternativa typer av leveransförmågor beskrivs i det här avsnittet. Antalet möjliga kombinationer av parametervärden och typer av leveransförmåga är omfattande. För att göra den här studien hanterbart stor har därför en hel del avgränsningar måst göras. Även dessa redovisas nedan.

2.1 Mått på leveransförmåga

Med leveransförmåga menas allmänt i vilken utsträckning man kunnat tillfredsställa efterfrågan. Är det fråga om leverans från lager talar man ofta i stället om servicenivå. Begreppet representerar ett tillgänglighetsmått, dvs. ett mått på i vilken utsträckning en viss artikel är tillgänglig för att kunna direktlevereras när efterfrågan uppstår. Ett antal mått på erhållen servicenivå har bland andra beskrivits av Magee - Boodman (1967, sid 123), Pursche (1975), Landau (1979) samt Fogarhty - Blackstone - Hoffman (1991, sid

166). Följande tre mått är vanligt beskrivna i litteraturen och i större eller mindre utsträckning använda i industrin. Framställningen här begränsas till dessa mått.

- Volym-service (VS) - definierat som procentuell andel av den totala efterfrågan i lagerförd enhet som kunnat levereras direkt från lager under en period.
- Volymvärdeservice (VVS) - definierat som procentuell andel av totalt levererat volymvärde som kunnat levereras direkt från lager uttryckt i procent under en period.
- Orderradsservice (ORS) - definierat som procentuell andel orderrader som kunnat levereras direkt från lager under en period.

Valet av mått bör utgå från vad man vill uppnå, dvs. att kunna leverera så stora efterfrågevolymerna som möjligt (VS) direkt från lager, att förlora så lite omsättning och därmed täckningsbidrag som möjligt om brist leder till förlorad försäljning (VVS) eller att på grund av brist behöva dellevera och restnotera kundorder i så liten omfattning som möjligt (ORS) i förhållande till den kapitalbindning som säkerhetslagret ger upphov till.

Ovanstående mått är definierade med avseende på erhållen servicenivå för enskilda artiklar. När man bedömer leveransförmåga från ett lager i förhållande till det kapital som binds i säkerhetslager måste man emellertid utgå från hela artikelsortimentet. I varje grupp av artiklar har artiklarna olika priser och kostar därmed olika mycket ha i lager. De olika artiklarna bidrar också olika mycket till den erhållna servicenivån för artikelgruppen som helt. Om exempelvis orderradsservice används som mått på erhållen leveransförmåga, bidrar artiklar med många kundorder per år mer till den totalt erhållna servicenivån än artiklar med få kundorder per år. Det är därför uppenbart att total leveransförmåga inte bör beräknas som ett medelvärde för artiklarnas enskilda servicenivåer utan som viktade medelvärden. Används volym-service som mått på erhållen leveransförmåga skall enskilda artiklars volym-service viktas med efterfrågan per år, används volymvärdeservice skall viktning ske med omsättning per år och om orderradsservice används med antalet kundorder per år. Att beräkna ett viktat medelvärde av den orderradsservice som erhållits för enskilda artiklar är följaktligen det samma som att mäta total orderradsservice genom att beräkna alla orderrader som kunnat levereras direkt från lager oavsett artikel i förhållande till alla levererade orderrader.

Valet av mått påverkar hur stora säkerhetslager man måste ha men också hur mycket säkerhetslagrets storlek påverkas av differentiering av servicenivåer och av vilka kriterier för differentiering som är effektivast (Mattsson, 2010). I den här studien behandlas endast måttet orderradsservice. Detta val har gjorts med utgångspunkt från att orderradsservice är det klart vanligast använda måttet i industrin (Forslund och Jonsson, 2008). Det är också det mått som förordas SCOR-modellen, Supply Chain Operating Reference model.

2.2 Dimensioneringsmetoder

Utöver rena bedömningsmetoder kan man särskilja tre olika kategorier metoder för att med hjälp av beräkningar dimensionera säkerhetslager. Samtliga används i större eller mindre utsträckning i företag. Den första kategorin kan kallas proportionalitetsmetoder. Av metoder tillhörande denna kategori sätts säkerhetslagret lika med ett antal dagars medelefterfrågan alternativt lika med en procentsats av medelefterfrågan under ledtid.

Den andra kategorin kan kallas statistiska metoder eftersom de vid beräkning av säkerhetslager utgår från statistiska fördelningar som beskriver efterfrågevariationerna. Metoderna karakteriseras av att säkerhetslagrets storlek beräknas med utgångspunkt från en önskad leveransförmåga uttryckt som en servicenivå. Servicenivån sätts på bedömningsmässiga eller policymässiga grunder, oftast uttryckt som en procentsats. Två statistiska metoder för att dimensionera säkerhetslager är helt dominerande, den som bygger på att säkerhetslager beräknas med utgångspunkt från cykelservice (Serv1), definierat som andel lagercykler utan brist, och den som bygger på att säkerhetslager beräknas med utgångspunkt från fyllnadsgradsservice (Serv2), definierat som andel av efterfrågan som levereras direkt från lager under en period i förhållande till total efterfrågan. Även den tredje kategorin metoder, bristkostnadsmetoder, utgår från statistiska fördelningar som beskriver förekommande efterfrågevariationer. I motsats till de statistiska dimensioneringsmetoderna baseras emellertid säkerhetslagrets storlek på någon form av minimering av summa lagerhållningskostnader och bristkostnader.

Av dessa dimensioneringsmetoder analyseras endast en av de båda statistiska metoderna här av följande skäl. Proportionalitetsmetoderna är inte baserade på servicenivåer. Dessutom har Mattsson (2013a) visat att differentiering av antal dagar har en tämligen försumbar betydelse för storleken på det säkerhetslager som krävs för att uppnå en viss önskad orderradsservice. Motivet för att exkludera bristkostnadsmetoder är att dessa metoder redan genom den kostnadsoptimering de bygger på, differentierar säkerhetslagren individuellt per artikel.

Av de statistiska metoderna väljs metoden som bygger på fyllnadsgradsservice, framför allt beroende på ett antal svagheter som är förknippade med cykelservice. En av dessa svagheter är att metoden jämfört med den metod som bygger på fyllnadsgradsservice 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 fler brister än artiklar som omsätts sällan om standardavvikelsen för efterfrågevariationerna under ledtid är desamma. 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. På grund av bristen på hänsyn till inleveransfrekvens menar Axsäter (2006, sid 33) att cykelservicemetoden "cannot be recommended for inventory control in practice".

2.3 Kriterier för differentiering och artikelfördelning på klasser

Sandler och Tanel (1986) och Gudum (2005) har föreslagit ett stort antal möjliga kriterier för att kategorisera och klassificera artiklar för olika ändamål. Av dessa bedöms antal kundorder per år, dvs. kundorderfrekvens, pris, efterfrågan, volymvärde och täckningsbidrag vara mest aktuella för differentiering av säkerhetslager. Differentiering baserat på täckningsbidrag inkluderas inte i den här analysen därför att de data från fallföretag som simuleringarna bygger på inte innehåller de uppgifter som skulle krävas. Dessutom är differentiering baserad på täckningsbidrag mycket likartad differentiering baserad på omsättning, speciellt om täckningsgraden är någorlunda densamma för alla artiklar.

För varje valt kriterium måste antalet olika klasser väljas liksom fördelningen av antalet artiklar per klass. I den här studien har analyserna i huvudsak baserats på tre olika klasser för respektive kriterium. Varje klass har bestått av lika många artiklar, dvs. varje klass har omfattat en tredjedel av artikelsortimentet. För samtliga kriterier har klass A avsett de artiklar som har högst värden. Exempelvis innehåller klass A de artiklar som har högst volymvärde då differentieringen baseras på kriteriet volymvärde. För att också studera vad det betyder att ha olika många artiklar per klass och olika många klasser har även fallet med 20 % A-artiklar, 30 % B-artiklar och 50 % C-artiklar i tre olika klasser samt fallet med fem olika klasser med lika många artiklar i varje klass analyserats.

De ovan nämnda kriterierna för differentiering är en-dimensionella. Givetvis kan man kombinera två eller flera kriterier, dvs. tillämpa fler-dimensionell differentiering. Exempel på tvådimensionella klassificeringsmatriser redovisas bland andra av Flores och Whybark (1985), Gudum (2005 och Stokkedal (2007). I den här studien har både de fyra ovan nämnda en-dimensionella kriterierna studerats och två alternativa två-dimensionella kriterier, kundorderfrekvens/pris och kundorderfrekvens/volymvärde.

2.4 Grad av differentiering

För valda kriterier måste olika grader av servicenivåer väljas för varje kriterium när det är fråga om en-dimensionella kriterier och för kombinationer av kriterier när det är fråga om två-dimensionella kriterier. Vid differentiering av servicenivåer i den här studien har fyllnadsgraden satts till 98 % för A-artiklarna, till 97 % för B-artiklarna och till 94 % för C-artiklarna. För att också studera vad det betyder att differentiera servicegraderna olika mycket har också ett fall med servicenivåerna 99/97/92 och ett fall med servicenivåerna 97,5/97/96 analyserats. För att dessutom studera vad olika höga medelservicenivåer betyder för kapitalbindningen har jämförelser också gjorts mellan servicenivåerna 98/97/94 och 95/94/91.

För de två fallen med två-dimensionell differentiering har servicenivåerna satts enligt nedanstående tabell.

Kundorder- frekvensklass	Prisklass / Volymvärdeklass		
	A	B	C
A	97	97,5	98
B	95,5	97	97,5
C	94	95,5	97

Prisklass A och volymvärdeklass A avser den tredjedel av artiklarna som har högst priser respektive volymvärden, prisklass B och volymvärdeklass B den tredjedel av artiklarna som har mellanhöga priser respektive volymvärden och prisklass C respektive volymvärdeklass C den tredjedel av artiklarna som har lägst priser respektive volymvärden. Kundorderfrekvensklass A avser den tredjedel av artiklarna som har högst kundorderfrekvenser, kundorderfrekvensklass B den tredjedel av artiklarna som har mellanhöga kundorderfrekvenser och kundorderfrekvensklass C den tredjedel av artiklarna som har lägst kundorderfrekvenser.

3 Angreppssätt, fallföretag och simuleringsmodell

Eftersom det saknas analytiska samband mellan fyllnadsgradsservice och orderradservice för grupper av artiklar kan de frågeställningar som behandlas i den här studien endast analyseras och besvaras med hjälp av simulering. Simuleringarna har genomförts i Excel med hjälp av makron skrivna i Visual Basic. Som underlag för simuleringarna har verkliga datauppgifter från åtta olika fallföretag använts.

3.1 Fallföretag och använda datauppgifter

Simuleringarna har baserats på slumpmässigt uttagna stickprov av 250 olika lagerförda artiklar från vardera åtta olika företag.

- Ett tillverkande företag med lager av köpta och egentillverkade halvfabrikat (B)
- Tre tillverkande företag med lager av produkter för distribution (C, E, H)
- Två distribuerande företag med lager av produkter för distribution till lokala lager (D, F)
- Ett distribuerande företag med lager av reservdelar (A)
- Ett grossistföretag (G)

För varje artikel i dessa företag har data om ledtid, pris per styck, orderkvantitet samt antal kundorder per år erhållits. Dessutom har uppgifter om efterfrågan per dag under ett år samlats in. I en del fall förekommer enstaka extrema efterfrågevärden under enstaka dagar. Det kan exempelvis bero på att man fått enstaka exceptionellt stora kundorder eller bero på att det funnits leveransproblem som resulterat i toppar i utleveranserna när lagret fyllts på. Det kan också förekomma när ett centrallager försörjer lokala lager och samtidigt är ett lokalt lager för den lokala slutkundsmarknaden. För att undvika att sådana extrema efterfrågevärden påverkar jämförelsen av de båda studerade dimensioneringsmetoderna har insamlade efterfrågedata bearbetats. Detta har åstadkommit genom att identifiera dem med hjälp av statistiska metoder och därefter ersätta dem med medelefterfrågan per dag under de dagar då efterfråga förekommit.

Ett års daglig efterfrågan är en för kort period för att kunna få stabilitet i det simulerade materialflödet och för att kunna utesluta en tillräckligt lång inkörningsperiod från beräkningar av erhållna resultat. För att få ett tillräckligt omfattande efterfrågeunderlag genererades därför slumpmässigt sex tusen dagars efterfrågan per artikel motsvarande tjugofem års verksamhet med hjälp av bootstrapping från de efterfrågedata som samlats in.

När olika fallföretag studeras kan de resultat som erhålls skilja sig åt av ett flertal skäl. För att kunna förklara sådana skillnader och därmed dra slutsatser för samtliga studerade företag samt i någon mån även kunna generalisera slutsatserna är det nödvändigt att karakterisera de förhållanden som gäller för lagerstyrningen i respektive företag. De artikel- och efterfrågeförhållanden som är av störst intresse har sammanställts i tabell 1 och 2.

Med avseende på prisförhållanden har två karakteriserande faktorer beräknats. De redovisas i tabell 1. Kolumn 1 visar förhållandet mellan medelpriset för de 20 % dyraste artiklarna och medelpriset för de 20 % billigaste artiklarna. Företagen B, C och H avviker markant från övriga företag med mycket stora förhållanden mellan högpris- och lågpris-

artiklar. I kolumn 2 visas korrelationen mellan efterfrågans storlek och pris per styck. Som framgår av tabellen är korrelationen negativ för samtliga företag, dvs. artiklar med hög efterfrågan tenderar att ha lägre priser än artiklar med låg efterfrågan. Företagen A, C och D uppvisar större negativ korrelation än de övriga.

Tabell 1 Karakteristiska data med avseende på pris- och ledtidförhållanden

Företag	Prisförhållanden		Ledtidförhållanden	
	Förhållande höga/låga priser (1)	Korrelation efterfrågan /pris (2)	Medelvärden (3)	Korrelation ledtid - efterfrågan (4)
A	180	-0,30	28,0	0,03
B	390	-0,14	16,0	-0,09
C	720	-0,25	29,7	0,00
D	30	-0,25	4,3	0,03
E	12	-0,15	7,5	0,07
F	97	-0,20	11,0	-0,05
G	34	-0,18	1,5	0,08
H	579	-0,06	9,2	-0,02

I kolumn 3 och 4 visas två mått som beskriver ledtidförhållanden i de åtta olika företagen. Kolumn 3 visar medelvärdet av ledtiderna för lagerpåfyllnad för respektive företags artiklar. Som framgår av tabellen har företag A, B och C väsentligen längre ledtider än övriga företag. Korrelationen mellan ledtider och efterfrågan i kolumn 4 är av intresse för att se i vilken utsträckning olikheter i ledtider spelar någon roll för att bestämma säkerhetslager. Erhållna värden visar att det praktiskt taget inte finns någon korrelation alls mellan ledtidernas längder och storleken på efterfrågan i de studerade företagen.

Förhållanden i fallföretagen med avseende på kundorder och efterfrågan redovisas i tabell 2. För att få ett mått på hur företagen skiljer sig åt med avseende på hur många kundorder de fått per år och artikel har förhållandet mellan antalet kundorder för de 20 % artiklar som fått flest kundorder och antalet kundorder för de 20 % som fått minst antal kundorder beräknats. Förhållandena visas i kolumn 1. Företag C och H uppvisar en betydligt större spridning i kundorderfrekvens, dvs. i antal kundorder mellan olika artiklar, än vad som är fallet i övriga företag, speciellt i jämförelse med företag E och G. Korrelation mellan efterfrågans storlek och antalet kundorder visas i kolumn 2. Som framgår av tabellen är korrelationen positiv för samtliga företag men betydligt högre för företagen A, B, C och F än för övriga.

Tabell 2 Karakteristiska data med avseende på kundorder- och efterfrågeförhållanden

Företag	Kundorderförhållanden		Efterfrågeförhållanden	
	Förhållande antal många /få KO (1)	Korrelation efterfrågan /ant KO (2)	Medelefterfrågan per eft.dag (3)	Andel artiklar med var koeff >= 1 (4)
A	43	0,66	8	21
B	33	0,71	12	46
C	50	0,89	39	24
D	24	0,28	7	67
E	16	0,52	10	38
F	42	1,00	3	12
G	11	0,44	3	80
H	48	0,24	143	53

I kolumn 3 anges medelefterfrågan per efterfrågedag, dvs. under de dagar då det förekommer någon efterfrågan. Det ger en uppfattning om hur ”lumpy” och diskontinuerlig efterfrågan är och därmed hur sannolikt det är att normalfördelningen på ett rimligt sätt kan representera efterfrågans fördelning. Företag C och H utmärker sig genom att ha hög medelefterfrågan per efterfrågedag medan företag F och G är deras motsats. Även värdena i kolumn 4 ger en bild av hur rimligt det är att anta normalfördelad efterfrågan vid användning av fyllnadsgrad för att dimensionera säkerhetslager. Ju lägre variationskoefficienten för efterfrågan under ledtid är, desto mer korrekt blir säkerhetslagerberäkningen och desto mindre kommer erhållna servicenivåer att differentieras. Värdena i kolumn 4 anger andel artiklar som har en variationskoefficient för efterfrågan under ledtid som är större än 1. I företag D och G finns en mycket stor andel sådana artiklar medan företag A, C och F har en överväldigande majoritet artiklar för vilka det kan vara rimligt att anta att efterfrågan är normalfördelad.

3.2 Strukturer för olika differentieringskriterier i de åtta fallföretagen

Som påpekades ovan, kan man förvänta sig att möjlig minskning av kapitalbindning i säkerhetslager med hjälp av differentiering påverkas av hur värdena på valt kriterium fördelar sig på de olika artiklarna. En strukturanalys har därför genomförts med avseende på de fyra studerade kriterierna för vart och ett av de åtta fallföretagen. Resultaten från dessa analyser redovisas i tabell 3 - 6. I tabellerna anges för vart och ett av kriterierna hur många procent som respektive klass svarar för av det totala antalet eller värdet. Som ett mått på snedfördelning för de olika kriterierna har även förhållandet mellan det totala antalet eller värdet för klass A-artiklar och det totala antalet eller värdet för klass C-artiklar beräknats.

Tabell 3 Volymvärdestrukturer för de olika fallföretagen

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
A-artiklar	82	78	89	72	80	84	85	80	87
B-artiklar	14	16	9	16	17	14	13	17	12
C-artiklar	4	6	2	12	3	2	2	3	1
Förh A/C	14	14	47	6	30	35	46	25	70

Tabell 4 Prisstrukturer för de olika fallföretagen

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
A-artiklar	80	86	85	97	69	63	82	64	96
B-artiklar	16	12	11	2	25	27	15	29	3
C-artiklar	4	2	4	1	6	10	3	7	1
Förh A/C	85	59	21	330	13	7	32	9	208

Tabell 5 Orderfrekvensstrukturer för de olika fallföretagen

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
A-artiklar	75	73	80	80	69	68	78	69	82
B-artiklar	20	22	15	17	24	25	18	22	14
C-artiklar	5	5	5	3	7	7	4	8	4
Förh A/C	29	16	15	134	10	9	20	7	21

Tabell 6 Volymstrukturer för de olika fallföretagen

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
A-artiklar	85	88	89	86	85	81	78	79	95
B-artiklar	12	11	9	13	12	16	18	15	4
C-artiklar	3	1	2	1	3	3	4	6	1
Förh A/C	82	56	51	134	29	24	20	14	324

3.3 Simuleringsmodell

Den simuleringsmodell som använts i studien bygger på ett beställningspunktssystem av (s,Q)-typ, dvs med fast orderkvantitet. Orderkvantiteten har beräknats som ekonomisk orderkvantitet med Wilsons formel. Beställningspunktssystemet har tillämpats som ett periodinspektionssystem med daglig inspektion och därmed har överdragets satts till en halv dags medelefterfrågan. Negativa säkerhetslager har tillåtits. Standardavvikelser för efterfrågevariationer har beräknats med hjälp av MAD per månad under det första av de simulerade tjugofem åren och därefter ledtidjusterats.

Som startvärden för fyllnadsgrad vid beräkning av säkerhetslager valdes ett lägre värde än vad som kunde förväntas ge en önskad orderradsservice på 97 % för artikelgruppen som helhet. Baserat på dessa startvärden simulerades uttag, kontroll av beställningspunkter, utläggning av nya lagerpåfyllnadsorder, inleveranser samt uppdateringar av saldo och disponibelt saldo under sex tusen dagar. Uppkomna brister restnoterades för senare leverans. Efter varje genomförd simuleringskörning beräknades den erhållna totala orderradsservicen för hela artikelgruppen som det viktade medelvärdet av de ingående artiklarnas enskilda orderradsservice. Viktningen gjordes med hjälp av antalet kundorder per år. Fyllnadsgraden ökades därefter successivt vid varje följande simulering tills den målsatta nivån för orderradsservice på 97 % uppnåts. Ett överskridande på mindre än 0,05 procentenheter accepterades. Vid användning av differentierade servicenivåer ökades samtliga servicenivåer med lika stora steg tills målsatt orderradsservice för hela artikelgruppen erhållits.

När överensstämmelse mellan erhållen och önskad servicenivå uppnåts beräknades summa kapitalbindning totalt och i säkerhetslager för samtliga artiklar i medeltal över den simulerade perioden. Erhållet säkerhetslager definieras som medelvärdet av de kvantiteter som finns i lager vid inleveranstillfällena under den simulerade perioden gånger pris per styck.

4 Resultat och analys

Resultaten från de genomförda simuleringarna i form av procentuella förändringar av kapitalbindning i totalt lager och i säkerhetslager på grund av differentiering av servicenivåer redovisas i tabellerna nedan.

4.1 Differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på olika kriterier och med tre lika stora klasser för vardera av fyra kriterier

Procentuella förändringar av kapitalbindning vid differentiering av fyllnadsgrad på tre olika klasser med lika många artiklar i varje klass och med avseende på vardera av fyra

olika kriterier jämfört med att inte differentiera visas i tabell 7 för säkerhetslager och i tabell 8 för det totala lagret. Fyllnadsgradsservice per klass har satts till 98, 97 respektive 94 %. De fyra olika kriterierna är volymvärde, pris, kundorderfrekvens och volym. Den högsta servicenivån har använts för den högsta klassen för kriterierna kundorderfrekvens och volym och använts för den lägsta klassen för volymvärde och pris. I samtliga fall är erhållen orderradsservice 97 % .

Tabell 7 Procentuell förändring av kapitalbindning i säkerhetslager vid differentiering av fyllnadsgradsservice för olika kriterier. Lika många artiklar i varje klass.

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
Volymvärde	3,4	-5	9	16	1	-12	-4	24	1
Pris	-9,0	-15	-11	-20	8	3	-17	-11	-10
Ko-frekvens	-7,9	-10	-2	-19	-2	-9	-6	-10	-5
Volym	-3,8	-10	-2	-20	15	10	-6	-11	-6

Av tabellen framgår att resultaten med avseende på kapitalbindning i säkerhetslager skiljer sig åtskilligt åt mellan de olika företagen, speciellt med avseende på kriterierna volymvärde och volym. Kundorderfrekvenskriteriet är det enda som medför minskad kapitalbindning för samtliga företag. I medeltal kan kriterierna pris och kundorderfrekvens betraktas som likvärdiga. En kompletterande simuleringskörning för att studera och jämföra hur användning av metoden antal dagars efterfrågan för att dimensionera säkerhetslager påverkar säkerhetslagrets storlek genomfördes också. Den visar att förbättringarna enligt ovan är måttliga jämfört med vad som kan åstadkommas med denna metod i stället för att differentiera fyllnadsgrader. I medeltal blir kapitalbindningen i säkerhetslager 20,7 procent lägre för de åtta fallföretagen jämfört med odifferentierade fyllnadsgrader, dvs. en mer än dubbelt så stor minskning som vid differentiering av fyllnadsgrader baserat på pris och kundorderfrekvens (Mattsson, 2013a). Enligt resultaten leder användning av volymvärde som klassificeringskriterium till klart ökad kapitalbindning i säkerhetslager. Ökningen blir ytterligare större om fyllnadsgraden per klass i stället sätts till 98, 97 respektive 94 %, dvs. om artiklarna med de högsta volymvärdena får högst servicenivå. I medeltal för de åtta fallföretagen ökade då kapitalbindningen i säkerhetslager med 25,7 % jämfört med att inte differentiera alls.

Tabell 8 Procentuell förändring av kapitalbindning i totalt lager vid differentiering av fyllnadsgradsservice för olika kriterier. Lika många artiklar i varje klass.

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
Volymvärde	0,7	-3	4	7	0	-6	-2	5	1
Pris	-4,9	-11	-5	-9	2	1	-9	-2	-7
Ko-frekvens	-4,1	-7	-1	-9	-2	-5	-4	-1	-4
Volym	-2,2	-7	-1	-9	4	5	-3	-1	-4

Med avseende på total kapitalbindning är skillnaderna, som framgår av tabell 8, mellan att differentiera och inte differentiera av naturliga skäl betydligt mindre. Det gäller både mellan de olika företagen och mellan de olika differentieringskriterierna. Differentiering med avseende på pris och kundorderfrekvens är de mest effektiva och ungefärligen likvärdiga även i det här fallet. Används i stället antal dagars efterfrågan för att dimensionera säkerhetslagret fås en reduktion av det totala lagret på 9,9 procent i medeltal för de åtta fallföretagen, dvs. en minskning som är betydligt större än vad som kan uppnås genom differentiering av fyllnadsgrader.

4.2 Differentiering av cykelservice med avseende på olika kriterier och med tre lika stora klasser för vardera av fyra kriterier

Motsvarande procentuella förändringar av kapitalbindning vid differentiering av cykelservice på tre olika klasser med lika många artiklar i varje klass och med avseende på vardera av fyra olika kriterier visas i tabell 9 för säkerhetslager. Cykelservicegraden per klass har satts till 94, 92 respektive 87 %. De fyra olika kriterierna är volymvärde, pris, kundorderfrekvens och volym. Den högsta servicenivån har använts för den högsta klassen för kriterierna kundorderfrekvens och volym och använts för den lägsta klassen för volymvärde och pris. I samtliga fall är erhållen servicenivå 97 % orderradsservice.

Tabell 9 Procentuell förändring av kapitalbindning i säkerhetslager vid differentiering av cykelservice för olika kriterier. Lika många artiklar i varje klass.

	<i>Medel</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
Volymvärde	0,0	-1	-1	1	-3	-3	0	6	1
Pris	-4,5	-7	-5	-8	-4	-1	-2	-3	-7
Ko-frekvens	-3,5	-5	-1	-8	-3	-6	-3	1	-3
Volym	-2,9	-5	-2	-9	1	1	-3	-3	-4

Som framgår av tabellen är skillnaderna mellan olika företag mindre än vad fallet är för fyllnadsgradsservice. Pris och kundorderfrekvens är de mest effektiva kriterierna på samma sätt som för fyllnadsgradsservice men som framgår av en jämförelse med tabell 7 är möjlig minskning av kapitalbindning med hjälp av differentiering är betydligt mindre än vad fallet är för fyllnadsgradsservice. Detta är förväntat eftersom tidigare studier visat att cykelservice har egenskapen att utan differentiering vid dimensionering av säkerhetslager ändå i större utsträckning än vad som är fallet för fyllnadsgradsservice åstadkomma differentierad erhållen orderradsservice (Mattsson, 2011).

En jämförelse med vad som kan åstadkommas genom att använda antal dagar i stället för odifferentierad cykelservice har även genomförts i det här fallet. Den visar att kapitalbindningen i säkerhetslager i medeltal blir 4,7 procent lägre för de åtta fallföretagen om man använder antal dagar för att dimensionera säkerhetslager i stället för cykelservice, dvs. ungefär lika stor minskning som man får genom att differentierad cykelservice men betydligt mindre än för fallet fyllnadsgradsservice. Enligt resultaten påverkas kapitalbindningen nästan inte alls om volymvärden används som kriterium för klassificering.

4.3 Differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och olika stora klasser

Förändringar i procent av kapitalbindning i säkerhetslager och totalt lager vid differentiering av fyllnadsgrader med olika antal artiklar per frekvensklass respektive med lika antal artiklar per frekvensklass jämfört med att inte differentiera alls visas i tabell 10 och 11. Simuleringarna omfattar endast kriteriet kundorderfrekvens. Fyllnadsgraden per klass har även i det här fallet satts till 98, 97 respektive 94 %.

Tabell 10 Procentuell förändring av kapitalbindning i säkerhetslager vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och vid olika respektive lika stora orderfrekvensklasser

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
20 / 30 / 50	-8,8	-12	-2	-23	3	-2	-10	-20	-4
33 / 33 / 33	-7,9	-10	-2	-19	-2	-9	-6	-10	-5

Som framgår av tabellerna blir de procentuella skillnaderna i kapitalbindning vid differentiering av servicenivåer något större då antalet artiklar per klass är färre i den högsta frekvensklasserna jämfört med att antalet artiklar är lika stort i samtliga klasser. Med andra ord lönar det sig att snedfördela antalet artiklar per klass så att klassen med högfrekvensartiklar har minst antal artiklar, klassen med mellanfrekvensartiklar något fler artiklar och klassen med lågfrekvensartiklar störst antal artiklar.

Tabell 11 Procentuell förändring av kapitalbindning i totalt lager vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och vid olika respektive olika stora orderfrekvensklasser

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
20 / 30 / 50	-4,2	-8	-2	-11	0	-2	-5	-2	-3
33 / 33 / 33	-4,1	-7	-1	-9	-2	-5	-4	-1	-4

4.4 Differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och olika stor differentiering

Graden av differentiering av servicenivåer kan också förväntas ha betydelse för hur mycket kapitalbindningen kan reduceras genom differentiering av fyllnadsgraden. De erhållna resultaten i detta avseende sammanfattas i tabell 12 för säkerhetslager och i tabell 13 för det totala lagret. I tabellerna visas procentuell minskning av kapitalbindning vid olika grader av differentiering jämfört med att inte differentiera alls. Resultaten avser differentiering med avseende på kundorderfrekvens och då alla orderfrekvensklasser innehåller lika många artiklar.

Tabell 12 Procentuell förändring av kapitalbindning i säkerhetslager vid olika stor differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och lika stora orderfrekvensklasser

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
97,5/ 97 /96	-5,4	-6	-2	-9	-5	-5	-3	-10	-3
98 / 97 / 94	-7,9	-10	-2	-19	-2	-9	-6	-10	-5
99 / 97 / 92	-8,1	-13	3	-27	-8	-3	-11	-3	-3

Resultaten i de båda tabellerna visar att kapitalbindningen i säkerhetslager minskar mindre om graden av differentiering är liten eller stor jämfört med om graden av differentiering är mer måttlig. Att kapitalbindningen minskar mer om spridningen på servicenivåerna är större är förväntat. Att skillnaderna mellan differentiering 98/97/94 och differentiering 99/97/92 är tämligen måttlig kan förklaras av att när servicenivån närmar sig 100 procent ökar kapitalbindning mycket kraftigt på grund av det exponentiella samband som föreligger mellan servicenivå och kapitalbindning (Stokkedal, 2007). För

det totala lagret är enligt tabell 12 skillnaderna försumbara mellan den näst högsta och högsta differentieringsgraden.

Tabell 13 Procentuell förändring av kapitalbindning i totalt lager vid olika stor differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och lika stora orderfrekvensklasser

	<i>Medel</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
97,5/ 97 /96	-2,4	-4	-1	-4	-2	-3	-1	-1	-3
98 / 97 / 94	-4,1	-7	-1	-9	-2	-5	-4	-1	-4
99 / 97 / 94	-4,2	-9	0	-13	+1	-2	-6	-1	-3

4.5 Två-dimensionell differentiering av fyllnadsgradsservice med lika stora klasser

Reduktion av kapitalbindning vid tvådimensionell dimensionering har analyserats både för kombinationen kundorderfrekvens/pris och för kombinationen kundorderfrekvens/volymvärde. I båda fallen var antalet artiklar lika många i respektive klass. De servicenivåer som användes för de olika matriselementen redovisades i avsnitt 2.4. Resultaten från simuleringarna visas i tabell 14 för säkerhetslager och i tabell 15 för det totala lagret.

Tabell 14 Procentuell förändring av kapitalbindning i säkerhetslager vid två-dimensionell differentiering av fyllnadsgradsservice och lika stora klasser

	<i>Medel</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
Orderfr/Pris	-13,3	-15	-13	-21	-6	-8	-14	-23	-7
Orderfr/Vv	-10,1	-12	-7	-14	-9	-12	-10	-11	-5

Som framgår av de båda tabellerna kan man minska kapitalbindningen betydligt mer genom att använda två-dimensionell differentiering jämfört med en-dimensionell. Bäst utfall får man om man använder kombinationen kundorderfrekvens och pris. Detta är förväntat eftersom det i allmänhet finns en tämligen stark korrelation mellan efterfrågevolym och kundorderfrekvens och att därför en majoritet av artiklarna hamnar i de tre diagonala rutorna i matrisen. Det kan också noteras att en minskning uppnåddes för samtliga företag vilket, som framgår av tabell 7 och 8, inte var fallet vid en-dimensionell differentiering. Två-dimensionell differentiering kan därmed även betraktas som ett säkrare alternativ för att åstadkomma mindre lager vid samma erhållna servicenivå.

Tabell 15 Procentuell förändring av kapitalbindning i säkerhetslager vid två-dimensionell differentiering av fyllnadsgradsservice och lika stora volymklasser

	<i>Medel</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
Orderfr/Pris	-5,9	-10	-6	-10	-3	-4	-7	-2	-5
Orderfr/Vv	-4,6	-8	-3	-6	-3	-6	-5	-1	-4

4.6 Differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och olika många klasser

Antalet klasser som artiklar delas in i vid differentiering kan också förväntas ha betydelse för vilken minskning av kapitalbindning i lager som man kan åstadkomma. En jämfö-

relse med avseende på kundorderfrekvens har därför också genomförts för fallet med tre klasser och fem klasser, i båda fallen med lika många artiklar i varje klass. Resultaten i form av procentuellt minskad kapitalbindning jämfört med att inte differentiera framgår av tabellerna 16 och 17.

Tabell 16 Procentuell förändring av kapitalbindning i säkerhetslager vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och olika många klasser

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
3 vv-klasser	-7,9	-10	-2	-19	-2	-9	-6	-10	-5
5 vv-klasser	-8,3	-11	-4	-19	0	-8	-6	-14	-4

Av tabellerna framgår att skillnaderna i minskat säkerhetslager mellan att differentiera servicenivåer på fem klasser i stället för tre är tämligen försumbara. För det totala lagret gäller det individuellt för samtliga åtta fallföretag och för säkerhetslager för alla utom ett.

Tabell 17 Procentuell förändring av kapitalbindning i totalt lager vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och olika många klasser

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
3 vv-klasser	-4,1	-7	-1	-9	-2	-5	-4	-1	-4
5 vv-klasser	-4,0	-7	-2	-9	-1	-5	-4	-1	-3

5.7 Differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och olika hög målsatt medelservicenivå

Eftersom kapitalbindningen ökar exponentiellt med ökande servicenivå skulle man kunna förvänta sig att minskningen av kapitalbindning i lager vid differentiering av servicenivåer påverkas av hur hög den önskade/erhållna servicenivån är. Resultaten från simuleringar i detta avseende redovisas i tabellerna 18 och 19 och avser fallet differentiering med avseende på kundorderfrekvens och lika stora klasser för båda differentieringsalternativen. Differentieringsnivåerna är 98/97/94 och 95/94/91, dvs. med en skillnad i medelservicenivå på tre procentenheter och med samma skillnader mellan de tre olika klasserna. Målsatt orderradsservice är i det första fallet 97 procent och i det andra 94 procent.

Tabell 18 Procentuell förändring av kapitalbindning i säkerhetslager vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och olika hög målsatt medelservicenivå

	Medel	A	B	C	D	E	F	G	H
98 / 97 / 94	-7,9	-10	-2	-19	-2	-9	-6	-10	-5
95 / 94 / 91	-5,8	-9	-3	-16	-8	-8	-7	8	-4

Tabellerna visar att man får en något högre minskning av kapitalbindningen i lager vid differentiering fyllnadsgradsservice när den önskade servicenivån är högre. En förklaring kan vara att den exponentiella ökningen av säkerhetsfaktorn och därmed differentieringen blir kraftigare ju högre servicenivån är. Det finns emellertid skäl att förmoda att effekten upphör om den målsatta servicenivån är ytterligare högre än den högsta i studien. Osaken är att när man närmar sig en önskad servicenivå på 100 procent blir utrymmet för att differentiera mycket begränsat.

Tabell 19 Procentuell förändring av kapitalbindning i totalt lager vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundorderfrekvens och olika hög målsatt medel-servicenivå

	<i>Medel</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
98 / 97 / 94	-4,1	-7	-1	-9	-2	-5	-4	-1	-4
95 / 94 / 91	-3,4	-6	-2	-7	-3	-4	-3	0	-3

6 Sammanfattning och slutsatser

Differentiering av fyllnadsgradsservice på olika artikelklasser vid dimensionering av säkerhetslager är ett sätt att åstadkomma ett gynnsamt förhållande mellan leveransför-måga i form av erhållen orderradsservice och kapitalbindning. I den här rapporten redo-visas resultaten från en studie om hur olika faktorer påverkar hur mycket kapitalbind-ningen kan reduceras genom differentiering. Analyserna har genomförts med hjälp av simulering baserad på datauppgifter från 8 olika fallföretag. De resultat som erhållits kan sammanfattas enligt följande.

Differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på pris respektive kundorderfre-kvens är i huvudsak likvärdiga och minskar kapitalbindningen för de olika fallföretagen med i medeltal storleksordningen 8 procent. Används i stället volymvärden som bas för differentiering ökar kapitalbindningen i stället för att minska. Ökningen blir speciellt stor om artikelklasserna med högst volymvärden ges högst servicenivå.

Kapitalbindningen vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundor-derfrekvens blir marginellt lägre om man låter andelen artiklar i klasser med högre fre-kvens vara mindre än andelen artiklar i klasser med lägre frekvenser, dvs. om man har färre artiklar i klass A än i klass B och än i klass C.

Kapitalbindningen vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundor-derfrekvens blir någon procentenhet lägre om skillnaderna i servicenivåer mellan de olika frekvensklasserna görs större.

Kapitalbindningen vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundor-derfrekvens blir marginellt lägre om man använder fem olika frekvensklasser i stället för tre.

Kapitalbindningen vid differentiering av fyllnadsgradsservice med avseende på kundor-derfrekvens blir någon procentenhet lägre vid högre målsatt orderradsservice. Detta gäller inte vid servicenivåer närmre 100 procent eftersom utrymmet för att differentiera då blir mycket begränsat.

Två-dimensionell differentiering av fyllnadsgradsservice ger större reduktion av kapi-talbindning än endimensionell vid samma målsatta orderradsservice. Speciellt gäller detta om kombinationen kundorderfrekvens och pris används. I medeltal uppnåddes för de åtta fallföretagen en minskning av säkerhetslagret med storleksordning 13 procent jämfört med att inte differentiera.

Differentiering av cykelservice med avseende på pris respektive kundorderfrekvens är i huvudsak likvärdiga och minskar i medeltal kapitalbindningen för de olika fallföretagen med storleksordningen 4 procent. Det är ungefär hälften av vad som kan åstadkommas vid differentiering av fyllnadsgradsservice.

Referenser

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

Broeckelmann, R. (1999) Inventory classification innovation, St. Lucie Press.

Cohen, M. – Zheng, Y. – Wang, Y. (1999) Identifying opportunities for improving Teradyne's service-parts logistics system, Interfaces, Vol. 29 No. 4, sid 1-18.

Flores, B. – Whybark, C. (1986) Multiple criteria ABC analysis, International Journal of Production and Operations Management, Vol. 6 No. 3.

Fogarhty, D. – Hoffman, T. (1983) Production and inventory management, South-Western Publishing.

Forslund, H. – Jonsson, P. (2008) How to measure on-time delivery performance: State-of-the-art description and perceived performance, Linnéuniversitetet.

Gudum, C. (2005) Metoder till ABC-kategorisering, DILF orientering, April, 2005.

Guvenir, H. – Erel, E. (1998) Multicriteria inventory classification using a genetic algorithm, European Journal of Operational Research, Vol. 105 No. 1, sid 29-37.

Jonsson, P. och Mattsson, S-A. (2011) Logistik – Läran om effektiva materialflöden, Studentlitteratur.

Jonsson, P. och Mattsson, S-A. (2013) Lagerstyrning i svensk industri, Forskningsrapport, Chalmers Tekniska Högskola.

Lambert, D. – Stock, J. – Ellram, L. (1998) Fundamentals of Logistics Management, McGraw-Hill.

Landau, Eric. (1979) On defining customer service, Annual Conference Proceedings, APICS.

Magee, J. – Boodman, D. (1967) Production planning and inventory control, McGraw-Hill.

Mattsson, S-A. (2010) Utvärdering av fem metoder för dimensionering av säkerhetslager med avseende på kapitalbindning, Permatron Research.

Mattsson, S-A. (2011) Reducera kapitalbindning genom att differentiera servicenivåer, Plans forsknings- och tillämpningskonferens.

- Mattsson, S-A. (2012) Hänsyn till överdrag som förutsättning för effektiv lagerstyrning, Permatron Research.
- Mattsson, S-A. (2013a) Användning av tid som parameter vid lagerstyrning, Permatron Research.
- Mattsson, S-A. (2013b) Säkerhetslager som antal dagars medelefterfrågan eller baserat på fyllnadsgradsservice, Permatron Research.
- Oskarsson, B. – Aronsson, H. – Ekdahl, B. (2009) Moderne logistikk, Tapir akademisk förlag.
- Plossl, G. (1983) Production and inventory control – Applications, Plossl Educational Services.
- Pursche, S. (1975) Putting service level into a proper perspective, Production and Inventory Management, Vol. 16 No. 3.
- Schonberger, R. – Knod, E. (1991) Operations management: Improving customer service, Irwin international student edition.
- Schönsleben, P. (2004) Integral logistics management, St Lucie Press.
- Shah, N. (1988) An integrated concept of materials management, McGraw-Hill.
- Stokkedal, R. (2007) Forholdet mellom omsetning, salgshfrekvens og servicenivå, Logistikk & Ledelse, No. 5.
- Storhagen, N. (2003) Logistikk – Grunder og muligheter, Liber.
- Tersine, R. (1994) Principles of inventory and materials management, Prentice-Hall.
- Vollmann, T., Berry, W., Whybark, C. and Jacobs, R. (2005) Manufacturing and control for supply chain management, Irwin/McGraw-Hill.
- Zhang, R. – Hopp, W. – Supatgiat, C. (2001) Spreadsheet implementable inventory control for a distribution center, Journal of heuristics, Vol. 2 No. 2.