

# Användning av säker efterfrågan i form av reservationer vid lagerstyrning

Stig-Arne Mattsson

## Sammanfattning

*Vid lagerstyrning förekommer det i många sammanhang att efterfrågan under ledtid till viss del är känd och säker. Det inträffar exempelvis när kundorder levereras med viss leveranstid trots att leverans kan ske direkt från lager eller när tillverkningsorder frisläpps med viss framförhållning. I båda fallen är det fråga om att material reserveras en viss tid före leveranstillfället alternativt uttagstillfället. Syftet med det forskningsprojekt som redovisas i den här rapporten har varit att studera effekterna i form av möjlig reduktion av kapitalbindning i säkerhetslager genom att med olika metoder kunna ta hänsyn till denna säkra del av efterfrågan. Studien har genomförts med hjälp av simulering. Två olika metoder har studerats; en där en minsta leveranstid för kundorder/inplaneringstid för tillverkningsorder tillämpas och en där den osäkra delen av efterfrågan prognostiseras separat och adderas till den säkra delen av ledtidsefterfrågan. De erhållna resultaten visar att man kan åstadkomma en avsevärd minskning av nödvändigt säkerhetslager för att uppnå en målsatt orderradsservice genom att använda de båda metoderna. Möjlig minskning av säkerhetslager blir större ju större den kända och säkra delen av efterfrågan är i förhållande till den osäkra delen. Däremot påverkas inte möjlig minskning av ledtidens längd.*

## 1 Problembeskrivning och syfte

En grundläggande förutsättning för att på ett effektivt sätt kunna styra materialflöden i försörjningskedjor är tillgång till någon form av information om framtida efterfrågan. Om acceptabel leveranstid till kund är längre än den ledtid som krävs för att anskaffa material från leverantör eller den egna produktionen kan materialflödena styras mot order. Utleveransbehoven är då helt kända under ledtid och informationen om framtida efterfrågan utgörs av reservationer mot kundorder alternativt reservationer eller nedbrutna materialbehov mot inplanerade tillverkningsorder. Förväntas i stället leverans kunna ske direkt vid ordertillfället kan motsvarande reservationer inte användas för materialstyrningsändamål eftersom framförhållningstiden är för kort. Utleveransbehoven under ledtid måste i stället baseras på prognostiserad framtida efterfrågan, dvs. materialflödena in till lager blir prognosstyrda i stället för orderstyrda.

I många sammanhang förekommer kombinationer av dessa båda fall, dvs. en del av efterfrågan under ledtid är känd och säker i form av inbyggda reservationer mot kundorder eller tillverkningsorder medan en del av den är okänd och därmed osäker. Det kan exempelvis bero på att en del kunder väljer att lägga order med en viss framförhållning

trots att leverantören åtar sig att leverera direkt vid ordertillfället eller att vissa kunder via avtal förbundit sig att acceptera en viss minsta leveranstid. Det kan också bero på att man vill planera in start av tillverkningsorder med en viss framförhållning och därmed reservera utgångsmaterial innan den egentliga materialförbrukningen sker.

När sådana inslag av både säker och osäker efterfrågan förekommer uppstår problemet hur man samtidigt skall kunna beakta båda. Ett tämligen vanligt tillvägagångssätt för att lösa problemet är att summera prognostiserad efterfrågan under ledtid och reservationer inom ledtid. För beställningspunktssystem är det detsamma som att jämföra beställningspunkten med disponibelt saldo och för materialbehovsplaneringssystem detsamma som att minska lagersaldot med summa reserverat inom ledtid innan behovsberäkningen påbörjas. Detta tillvägagångssätt har bland andra beskrivits av Silver – Peterson (1985, sid 252) och Smith (1989, sid 109). Alternativet leder emellertid ofelbart till för stora lager eftersom den reserverade kvantiteten inom ledtid utgör en del av den totalt prognostiserade efterfrågan och följaktligen dubbelräknas. Dessutom kommer säkerhetslagrets storlek att bli onödigt stort eftersom det blir baserat på de totala efterfrågevariationerna och inte endast på variationerna i den osäkra delen av efterfrågan. I vilken utsträckning kapitalbindningen i lager blir för stor om man hanterar problemet på det här sättet har för några olika fall studerats av Mattsson (2005).

Ett annat vanligt förekommande tillvägagångssätt för att lösa problemet är att helt enkelt bortse från reservationer och endast beakta den totalt prognostiserade efterfrågan under ledtiden. En mycket stor majoritet av alla författare inom lagerstyrningsområdet beskriver detta tillvägagångssätt. Se exempelvis Olhager (2000, sid 231) och Tersine (1994, sid 94). I princip är det helt korrekt men innebär också att man inte tillgodogör sig den säkra information om framtida efterfrågan som reservationer representerar och som om den används skulle kunna medföra säkrare förutsägelser om efterfrågan under ledtid. Av samma skäl som ovan blir säkerhetslagret även i detta fall onödigt stort.

## 2 Syfte och avgränsningar

Inget av de i föregående avsnitt beskrivna och i praktiken näst intill genomgående använda tillvägagångssätten innebär att man i egentlig mening tar samtidig hänsyn till både den säkra och osäkra delen av efterfrågan under ledtid. För att åstadkomma detta kan man tillämpa tre principiellt olika strategier.

Ett i princip möjligt alternativ är att prognostisera den totala efterfrågan under ledtid baserat på historiska utleveransvolymerna oavsett om efterfrågan varit känd i förväg eller inte och att på något sätt mixa denna efterfrågan med den efterfrågan som representeras av ineliggande reservationer så att dubbelräkning undviks. Prognoskonsumtion är ett i Sverige använt begrepp för sådan mixning och innebär att den totalt prognostiserade efterfrågan räknas av mot de ineliggande reservationerna (Mattsson, 2004). Används materialbehovsplaneringssystem kan alternativet exempelvis tillämpas genom att man vid beräkningen av nettobehov period för period väljer att använda det största värdet av prognostiserad efterfrågan under perioden och summa reserverat under perioden. För beställningspunktssystem kan det tillämpas genom att göra två jämförelser, dels jämförs beställningspunkten med redovisat saldo och dels jämförs redovisat saldo minus summa reserverat under ledtid med säkerhetslagret. En ny lagerpåfyllnadsorder planeras in om redovisat saldo är lägre än beställningspunkten eller om redovisat saldo minus summa

reserverat inom ledtid är mindre än säkerhetslagret. Detta är detsamma som att välja det största av den prognostiserade efterfrågan och summa reserverat under ledtiden. Båda dessa lösningsalternativ förekommer i vissa affärssystem. Det är emellertid svårt att undvika att tillvägagångssättet blir tämligen schablonartat. Dessutom kommer fortfarande säkerhetslagret att bli onödigt stort eftersom det måste dimensioneras med utgångspunkt från variationerna i den totala efterfrågan.

Ett annat principalternativ innebär också att den totala efterfrågan prognostiseras. Vid prognostiseringen utnyttjas emellertid att en viss del av den framtida efterfrågan redan är känd för att på så sätt kunna förbättra prognosprecisionen. Vid materialplaneringen tas ingen hänsyn till reservationer. De metoder som redovisats i litteraturen för att göra prognoser som bygger på både historisk efterfrågan och information om redan inneliggande order är förhållandevis mycket avancerade. Se exempelvis Gallego – Özer (2001) och Utley – May (2010).

Det tredje principalternativet innebär att den prognostiserade efterfrågan under ledtid endast omfattar den osäkra delen av den totala efterfrågan och att säkerhetslagret endast baseras på variationer i denna del av den totala efterfrågan. Vid materialplaneringen adderas den prognostiserade osäkra efterfrågan och inneliggande reservationer under ledtid. Med undantag för fallet när ledtiden kan delas upp i en del med enbart känd efterfrågan och en med enbart okänd efterfrågan (Schönsleben, 2004, sid 531) har inga metoder för att tillämpa denna strategi hittats i litteraturen.

Syftet med det projekt som redovisas i den här rapporten är att utvärdera två alternativa metoder för att tillämpa detta tredje principalternativ med avseende på storleken på det säkerhetslager som krävs för uppnå en önskad servicenivå. I de analyser som genomförs för att utvärdera metoderna antas efterfrågan variera slumpmässigt kring ett givet medelvärde, utan inslag av trender, säsongvariationer eller andra systematiska efterfrågeförändringar.

Den efterfrågeinformation som reservationer mot kundorder respektive mot inplanerade tillverkningsorder utgör är aldrig helt säker. Det förekommer att order tidigareläggs eller senareläggs och det förekommer att orderkvantiteter ändras. Tillkommande osäkerhetsinslag av den här slaget beaktas inte i den här studien.

### 3 Alternativa lösningsmetoder

Två alternativa lösningsmetoder har utformats för att tillämpa det tredje principalternativet för att kunna tillgodogöra sig det informationsvärde som säker efterfrågan i form av reservationer till kundorder eller tillverkningsorder har. Båda är inspirerade av tillvägagångssätt som observerats i ett par industriföretag.

Den ena av dessa metoder kan tillämpas i de fall man använder sig av en minsta leveranstid för kundorder eller minsta inplaneringstid för tillverkningsorder. Inom en sådan minimileveranstid kan inga ytterligare behov tillkomma och därmed är hela efterfrågan känd och säker under denna tid. För resterande del av den ledtid som krävs för att fylla på lagret baseras behoven helt på prognostiserad efterfrågan, dvs. ingen hänsyn tas till eventuellt förekommande reservationer under denna period. Metoden kan förväntas

fungera bättre ju längre minimileveranstiden är i förhållande till ledtiden för återanskaffning.

Om man använder beställningspunktssystem innebär metoden att beställningspunkten sätts lika med den prognostiserade totala efterfrågan per period gånger ledtiden i perioder minskad med minimileveranstiden plus ett säkerhetslager. Detta säkerhetslager beräknas baserat på efterfrågevariationer under ledtiden minskad med minimileveranstiden. Beställningspunkten jämförs med aktuellt redovisat saldo minskat med summa reserverat inom minimileveranstiden, dvs. med disponibelt saldo vid tidpunkten för den tidigast tillåtna leveranstidpunkten. Används i stället materialbehovsplanering görs den periodvisa beräkningen av nettobehov endast baserat på reservationer under tiden fram till minimileveranstidpunkten och endast baserat på prognos under den därpå följande tiden. Ett nytt lagerpåfyllnadsorderförslag genereras då beräknat saldo underskrider säkerhetslagret inom ledtiden. Säkerhetslagret beräknas på samma sätt som för beställningspunktssystem.

Den andra metoden innebär att man gör en uppdelning av säker och osäker efterfrågan under ledtid. Endast den osäkra efterfrågan prognostiseras. Denna efterfråga definieras som den efterfrågan som härrör från order för vilka skillnaden mellan leveranstidpunkt och reservationstidpunkten är längre än ledtiden för anskaffning. Metoden ställer inga krav på att man tillämpar några minimileveranstider eller minsta inplaneringstider av tillverkningsorder men kan förväntas fungera bättre ju stabilare förhållandet mellan säker och osäker efterfrågan är över tiden.

Om man använder beställningspunktssystem innebär denna metod att beställningspunkten sätts lika med den prognostiserade osäkra efterfrågan per period gånger ledtiden i perioder plus ett säkerhetslager. Detta säkerhetslager beräknas baserat på efterfrågevariationerna i den osäkra efterfrågan under hela ledtiden. Beställningspunkten jämförs med aktuellt redovisat saldo minskat med summa reserverat under hela ledtiden. Används i stället materialbehovsplanering görs den periodvisa beräkningen av nettobehov både baserat på reservationer och prognostiserad efterfrågan per period. Ett nytt förslag på en lagerpåfyllnadsorder genereras då beräknat saldo underskrider säkerhetslagret inom ledtiden. Alternativt kan man låta beräkningen av nettobehov baseras endast på reservationer och i stället generera nytt förslag på lagerpåfyllnadsorder då saldot vid ledtidens slut underskrider säkerhetslagret plus prognostiserad osäker efterfrågan under ledtid. Säkerhetslagret beräknas på samma sätt som för beställningspunktssystem.

## 4 Simuleringsmodell, testdata och utvärderingsmetod

För att utvärdera de två alternativa metoderna för att kombinera säker och osäker efterfrågan under ledtid enligt föregående avsnitt har simuleringar med hjälp av Excel och makroprogram skrivna i Visual Basic genomförts. Simuleringarna baseras på materialbehovsplanering med fast orderkvantitet motsvarande medelefterfrågan under tio dagar. Skälet till att välja fast orderkvantitet är att använd orderkvantitet påverkar säkerhetslagrets storlek och därmed servicenivån. Säkerhetslagret har dimensionerats med utgångspunkt från önskad fyllnadsgradsservice medan erhållen servicenivå beräknats som orderradsservice eftersom detta är det vanligaste i industrin använda måttet på leveransförmåga. Vid dimensioneringen av säkerhetslager har efterfrågan antagits vara normalfördelad och hänsyn har tagits till överdrag (Mattsson, 2007).

Simuleringarna har genomförts som en kombination av händelsedrivna och diskret simulering. Vid den händelsedrivna simuleringen simuleras under 6000 dagar dagliga uttag, beräkning av framtida nettobehov, frisläppning av nya lagerpåfyllnadsorder, inleveranser samt saldoupdateringar. Uppkomna brister antas restnoteras för senare leverans. Efter varje genomförd simuleringskörning beräknas totalt antal order och antal order med brist. Baserat på dessa beräkningar beräknas motsvarande orderradsservice i procent.

Eftersom säkerhetslagren dimensioneras med hjälp av en målsatt fyllnadsgradsservice och erhållen servicegrad beräknas som orderradsservice kan man inte förvänta sig att exakt uppnå respektive önskad servicegrad. Den händelsedrivna simuleringen har därför kompletterats med ett diskret komplement. Detta innebär att en första händelsedrivna simulering genomförs med ett säkerhetslager baserat på den dimensionerande fyllnadsgraden. Från denna simulering erhålls en viss orderradsservice. Är denna orderradsservice lägre än den målsatta ökas säkerhetslagret med en enhet och en ny händelsedrivna körning genomförs. Simuleringskörningarna fortsätts tills erhållen orderradsservice blir lika med eller högre än målsatt.

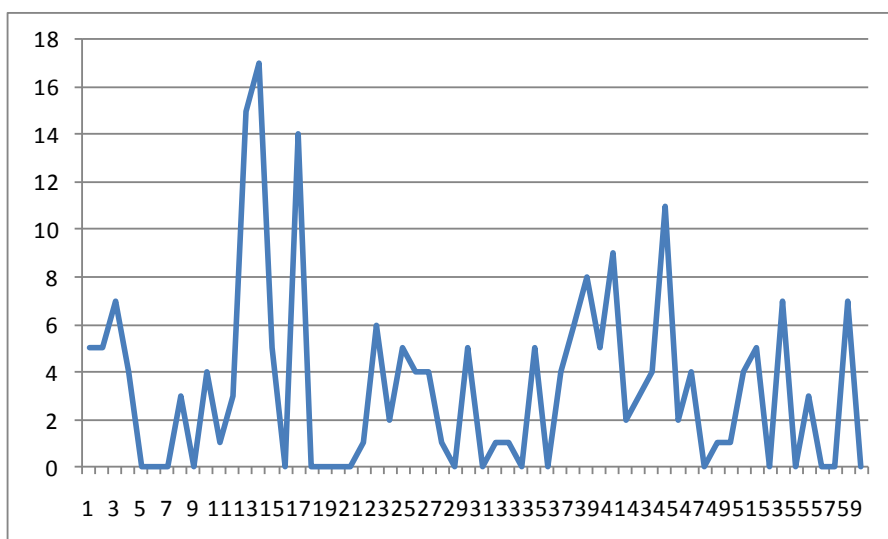
Efterfrågan per dag har skapats genom att kombinera slumpmässigt bestämda orderkvantiteter med slumpmässigt bestämda antal order per dag för att den enligt Bagchi et al. (1984) skall bli så verklighetsnära som möjligt. Poissonfördelning har valts för att generera antal order per dag och rektangelfördelning för att bestämma orderkvantiteter. Fyra olika efterfrågestrukturer med 4, 2, 1, respektive 0,2 order per dag har skapats. För varje efterfrågestruktur har 6000 dagars efterfrågan motsvarande tjugofem år genererats för vardera tjugofem efterfrågeserier. Från dessa efterfrågevärden per dag har medelefterfrågan och efterfrågans standardavvikelse beräknats. De fyra efterfrågestrukturerna sammanfattas i tabell 1. I tabellen avser variationskoefficienterna fallet att ledtiden är 10 dagar.

Tabell 1 Karaktäristik av använda efterfrågestrukturer

<i>Efterfrågescenario</i>	<i>Antal order per dag</i>	<i>Kvantitet per order</i>	<i>Efterfrågan per månad</i>	<i>Variationskoefficient</i>
1	4	1 – 5	240	0,18
2	2	1 – 5	120	0,25
3	1	1 – 5	60	0,35
4	0,2	1 – 5	12	0,79

Som illustration visas i figur 1 hur efterfrågan i styck per dag ser ut under en tremånadersperiod för fallet med en order per dag.

För lösningsmetod 1, dvs. den metod som innebär att man använder sig av en minsta leveranstid för kundorder eller minsta inplaneringstid för tillverkningsorder, har tre olika minsta leveranstider för kundorder/inplaneringstider för tillverkningsorder använts motsvarande 30 %, 50 % respektive 70 % av ledtidens längd. Ledtiden har satts till 10 dagar och målsatt orderradsservice till 95 %, 97 % respektive 99 %.



Figur 1 Illustration av efterfrågevariationer under tre månader för fallet med en order per dag

Vid tillämpning av lösningsmetod 2 hanteras den säkra och den osäkra efterfrågan separat. För att kunna åstadkomma detta i simuleringsmodellen har efterfrågedata genererats var för sig för de båda efterfrågetyperna. Två fall, vardera med tre olika förhållanden mellan säker efterfrågan och den totala efterfrågan enligt tabell 2 har studerats. I tabellen och i fortsättningen kallas detta förhållande reservationsgrad.

Tabell 2 Efterfrågefall för lösningsmetod 2

Reservationsgrad	Fall 1 - 4 order per dag		Fall 2 - 2 order per dag	
	Säker efterfr.	Osäker efterfr.	Säker efterfr.	Osäker efterfr.
75 %	3 order/dag	1 order/dag	1,5 order/dag	0,5 order/dag
50 %	2 order/dag	2 order/dag	1 order/dag	1 order/dag
25 %	1 order/dag	3 order/dag	0,5 order/dag	1,5 order/dag

För att dessutom studera hur skillnader i säkerhetslagerstorlek påverkas av hur jämn och högfrekvent efterfrågan är har även fyra fall med 0,2, 1, 2 och 4 order per dag simulerats, i samtliga fall med lika fördelning mellan säker och osäker efterfrågan. Simuleringarna har omfattat tre olika ledtider; 5, 10 och 20 dagar samt tre olika grader av orderradsservice; 95 %, 97 % och 99 %.

Utvärderingen av de båda metoderna har skett genom att jämföra den kapitalbindning i säkerhetslager som respektive alternativ metod medför vid en viss önskad orderradsservice i förhållande till den kapitalbindning man skulle få om man i stället helt baserade materialstyrningen på prognostiserad totalefterfrågan under ledtid utan hänsyn till förekommande ineliggande reservationer. Säkerhetslagret har definierats som det lagersaldo som i medeltal finns vid inleveranstillfällena (Herron, 1986). För att kunna få en uppfattning om i vilken utsträckning förekommande skillnader i säkerhetslager är signifikanta har signifikanstester gjorts baserat på de tjugo olika efterfrågeserier som simulerats för varje efterfrågestruktur. Signifikanstesterna har baserats på en t-fördelning eftersom antalet observationer för varje efterfrågestruktur är begränsat till tjugo stycken.

## 5 Resultat och analyser

I det här avsnittet presenteras och analyseras de resultat som erhållits från de genomförda simuleringarna. I samtliga fall presenteras resultaten i form av procentuella skillnader mellan kapitalbindningen i säkerhetslager då den kända efterfrågan i form av inbyggande reservationer under ledtid beaktas jämfört med att hänsyn endast tas till den totalt under ledtid prognostiserade efterfrågan.

### 5.1 Metoden med minsta tillåtna leveranstid

Erhållna resultat när metoden som utgår från att en minsta tillåten leveranstid används visas i tabell 3 för olika fall av i medeltal erhållna antal order per dag. Resultaten avser fallet med en ledtid på 10 dagar och en orderradsservice på 97 %.

Tabell 3 Procentuell minskning av säkerhetslager då hänsyn tas till förekommande minsta leveranstid vid en ledtid på 10 dagar och 97 % orderradsservice

Antal order per dag	Minsta leveranstid i procent av ledtid		
	30 %	50 %	70 %
0,2	- 16 %	- 28 %	- 40 %
1	- 17 %	- 34 %	- 50 %
2	- 19 %	- 34 %	- 52 %
4	- 20 %	- 39 %	- 55 %

Som framgår av tabellen reduceras kapitalbindningen i säkerhetslager påtagligt när hänsyn tas till att order alltid levereras med en viss minsta leveranstid. Samtliga skillnader är signifikanta på 1 % nivån. Av tabellen framgår också att reduktionen av säkerhetslagret blir större ju längre den minsta leveranstiden är i förhållande till ledtiden. Detta är ett förväntat resultat eftersom andelen osäker efterfrågan blir mindre ju längre den minsta leveranstiden är. Tabellen visar också att reduktionen blir större ju större antalet order är per dag, dvs ju jämnare och högfrekventare efterfrågan är desto mer kan kapitalbindningen reduceras genom att ta hänsyn till förekomst av minsta leveranstid.

Resultaten från simuleringarna visar också att reduktionen av kapitalbindning i säkerhetslager blir något mindre vid högre orderradsservice. Vid en orderradsservice på 95 %, 97 % och 99 % blev den procentuella minskningen av kapitalbindningen i säkerhetslager 39 %, 34 % respektive 31 %. Förhållandena avser fallet med en ledtid på 10 dagar och i medeltal 2 order per dag.

### 5.2 Metoden med uppdelning i säker och osäker efterfrågan

De resultat som erhållits från simuleringarna när metoden som behandlar säker och osäker efterfrågan separat visas i tabell 4. Tabellen visar den erhållna procentuella minskningen av säkerhetslagret som funktion av olika reservationsgrader, ledtider respektive grader av orderradsservice för fallen med 4 och 2 order per dag i medeltal.

Tabell 4 Procentuell minskning av säkerhetslager då säkra och osäkra efterfrågan hanteras separat vid olika reservationsgrader, ledtider och orderradsservice

Analysfall	LT:10 dagar-SN:97%		Res.grad:50%-SN:97%		Res.grad:50%-LT:10 d	
	Res.grad	Minskning	Ledtid	Minskning	Serv.nivå	Minskning
4 order per dag	75 %	- 62 %	5 dagar	- 40 %	95 %	- 46 %
	50 %	- 42 %	10 dagar	- 42 %	97 %	- 42 %
	25 %	- 21 %	20 dagar	- 42 %	99 %	- 36 %
2 order per dag	75 %	- 58 %	5 dagar	- 39 %	95 %	- 42 %
	50 %	- 39 %	10 dagar	- 39 %	97 %	- 39 %
	25 %	- 20 %	20 dagar	- 41 %	99 %	- 35 %

De erhållna resultaten från simuleringarna visar tydligt att man kan uppnå en avsevärd minskning av kapitalbindningen i säkerhetslager om det finns förutsättningar för att separat hantera den säkra och osäkra delen av ledtidsefterfrågan. Samtliga skillnader är statistiskt signifikanta på 1 % nivån. Skillnaderna i kapitalbindning blir klart större ju högre reservationsgraden är, dvs. ju större andel av efterfrågan under ledtid som är känd. Detta resultat är helt förväntat eftersom graden av osäkerhet då är mindre. Inga intressanta skillnader föreligger vad gäller olika långa ledtider. Däremot blir skillnaderna något mindre ju högre orderradsservice man använder. Resultaten är praktiskt taget identiska för de båda fallen med olika jämn och högfrekvent efterfrågan.

För att ytterligare studera effekterna av olika jämn och hög efterfrågan har simuleringar också genomförts för fall med 0.2 och 1 order per dag. Med en ledtid på 5 dagar och en orderradsservice på 97 % erhöles en reduktion av säkerhetslagret på 28, 36, 39 och 42 % vid 0.2, 1, 2 respektive 4 order per dag, dvs. reduktion av säkerhetslager blir mindre vid lågfrekvent orderingång och därmed ojämn efterfrågan.

## 6 Sammanfattning och slutsatser

I många sammanhang består efterfrågan under ledtid av en säkra del i form av reservationer och en osäkra del i form av förväntade framtida order. I industrin använda lagerstyrningsmetoder utgår emellertid praktiskt taget alltid endast från en totalt prognostiserad och därmed osäkra efterfrågan under ledtid alternativt från att inläggande reservationer adderas till den totalt prognostiserade efterfrågan vilken i princip innebär att efterfrågan i form av dessa reservationer räknas dubbelt. I den här studien har möjligheterna att minska kapitalbindningen i säkerhetslager genom att beakta den säkra delen av efterfrågan separat från den osäkra delen analyserats.

Två olika metoder har studerats och utvärderats med hjälp av simulering. För den metod som bygger på att man använder en viss minsta leveranstid för kundorder/inplane-ringstid för tillverkningsorder visar de erhållna resultaten att man kan förvänta sig en minskning av kapitalbindningen i säkerhetslager på flera tiotals procent jämfört med att inte beakta den säkra delen av ledtidsefterfrågan separat. Möjlig minskning blir större ju längre den minsta leveranstiden är i förhållande till ledtiden och ju jämnare och högfrekventare efterfrågan är. Används den metod som karakteriseras av att den osäkra delen av efterfrågan prognostiseras separat och adderas till den säkra delen i form av reserverade kvantiteter kan man också förvänta sig att reducera kapitalbindningen i säkerhetslager med flera tiotals procent. Möjlig minskning blir större ju större andelen säkra ef-



terfrågan är av den totala ledtidsefterfrågan. Den blir också större ju jämnare och högfrekventare efterfrågan är. Däremot påverkar inte en minskning av ledtidens längd på annat sätt än att ju kortare ledtiden är desto större andel av efterfrågan kommer att kunna vara känd.

## Referenser

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

Gallego, G., Özer, Ö. (2001) Integrating replenishment decisions with advance demand information, *Management Science*, Vol. 47 No. 10, sid 1344-1360.

Herron, D. (1986), Integrated inventory management, *Journal of Business Logistics*, Vol. 8 No. 1, sid 96-116.

Mattsson, S-A. (2004) Prognoskonsumtion för lagerstyrning och huvudplanering, Intern forskningsrapport, Institutionen för Teknisk ekonomi och logistik, Lunds Universitet.

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

Mattsson, S-A. (2007) Materialstyrningsmodeller med hänsyn tagen till överdrag och olika efterfrågefördelningar, Intern forskningsrapport. Institutionen för Teknisk ekonomi och logistik, Lunds Universitet.

Olhager, J. (2000) Produktionsekonomi, Studentlitteratur.

Schönsleben, P. (2004) Integral logistics management, St Lucie Press.

Silver, E., Peterson, R. (1985), Decision systems for inventory management and production planning, John Wiley & Sons.

Smith, S. (1989) Computer based production and inventory control, Prentice-Hall.

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

Utley, J., May, G. (2010) The use of advance order data in demand forecasting, *Operations Management Research*, No. 3, sid 33-42.