

Beräkning av teoretisk kapitalbindning i lager

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

Vid materialstyrning är det i många sammanhang av intresse att kunna beräkna och analysera hur stort ett lager är eller borde vara. En för detta ändamål vanligt använd modell är att ett lager i medeltal är lika med orderkvantiteten vid lagerpåfyllning dividerad med två plus säkerhetslagret. Denna modell över hur stort ett lager i medeltal är utifrån givna orderstorlekar och säkerhetslager beskrivs mycket ofta som ett hjälpmedel i logistiklitteraturen. Modellen används också ofta i olika typer av tillämpningar i industrin. I den litteratur som beskriver modellen diskuteras inte när den kan användas eller hur tillförlitlig den är. Syftet med det projekt som redovisas i föreliggande rapport har därför varit att analysera i vilken utsträckning modellen ger ett rättvisande svar på hur stort medellageret är och om avvikelser mellan teoretiskt och verkligt lager föreligger studera vad dessa avvikelser i första hand beror på. Simuleringar med hjälp av Excel har använts som metod för att genomföra analyserna.

Resultaten av de genomförda analyserna kan sammanfattas enligt följande. Det teoretiska lager som erhålls enligt modellen blir i huvudsak alltid större än verkligt lager enligt simuleringen. Skillnaderna mellan teoretiskt lager och verkligt lager blir större ju lägre servicenivå som används för att dimensionera säkerhetslager och större om brist-situationer leder till restnotering än om de leder till förlorad försäljning. Skillnaderna mellan teoretiska och verkliga lager är starkt beroende av antalet inleveranser per år respektive av förbrukning per dag. Ju större den verkliga förbrukningen är under ledtid i förhållande till den förbrukning som använts vid dimensionering av beställningspunkten, dvs. ju mer underdimensionerad beställningspunkten är, desto större blir skillnaderna mellan teoretiskt och verkligt lager. Skillnaderna är avsevärda för volymvärde-höga artiklar.

Av resultaten kan man formulera följande övergripande krav på förutsättningar för att modellen för beräkning av medellager skall kunna ge en tillfredsställande noggrannhet och därmed vara användbar för praktiskt bruk. Förbrukningen per dag får högst röra sig om enstaka styck, den prognostiserade förbrukningen under ledtid måste vara rimligt korrekt, förbrukningsvariationerna under ledtid runt det medelvärde som används för att bestämma beställningspunkter måste vara symmetriska, antalet bristtillfällen måste vara få och bristkvantiteten per gång liten samt antalet inleveranser per år måste vara i storleksordningen en per kvartal eller färre. Dessa krav är sällan uppfyllda fullt ut och slutsatsen av studien måste därför bli att modellens användbarhet är tämligen begränsad om man vill åstadkomma annat än mycket grova uppskattningar på hur stort medellageret skulle komma att bli om man använder en viss orderstorlek och ett visst säkerhetslager.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vid styrning av materialflöden används på samma sätt som i många andra sammanhang olika modeller som stöd för att analysera aktuella förhållanden, mäta prestationer och att fatta beslut. En modell i det här sammanhanget utgör en förenklad bild av verkligheten. Att förenklingar måste göras beror på att verkligheten i allmänhet är alltför komplex för att möjliggöra att alla förekommande påverkande och samverkande faktorer kan beaktas. Genom att förenkla den verklighet som man vill studera får man en mer rationell och hanterbar situation. Är det fråga om en operationsanalytisk modell är förenklingen dessutom i regel nödvändig för att man med tillgängliga matematiska och statistiska metoder över huvud taget skall kunna behandla ett problem.

Eftersom en modell är en förenklad bild av verkligheten och man fattar beslut och drar slutsatser utifrån denna modell i stället för från verkliga förhållanden är det av avgörande betydelse att modellens avbildningsförmåga är acceptabelt hög. Det innebär att de faktorer och sambanden mellan dem som modellen beaktar är de som är mest relevanta av alla de som förekommer i den verkliga problemsituationen. Dessutom måste sambandens utseende och egenskaper på ett acceptabelt sätt överensstämja med verklighetens. Om så inte är fallet kan problemlösningen i bästa fall vara optimal från ett teoretiskt perspektiv men mer eller mindre oanvändbar och vilseledande från ett praktiskt problemlösningssperspektiv.

1.2 Syfte och avgränsningar

Vid materialstyrning är det i många sammanhang av intresse att kunna beräkna och analysera hur stort ett lager är eller borde vara. En för detta ändamål vanligt använd modell är att ett lager i medeltal är lika med orderkvantiteten vid lagerpåfyllning dividerat med två plus säkerhetslagret. Uttrycks modellen i form av en matematisk formel får den följande utseende.

$$\text{Medelkvantitet i lager} = Q / 2 + SL$$

där Q är orderstorleken och SL säkerhetslagret. För bestämning av Q och SL finns i sin tur en stor mängd alternativa modeller som mer eller mindre väl möjliggör en optimal styrning av materialflöden in till ett lager.

Denna modell över hur stort ett lager i medeltal är utifrån givna orderstorlekar och säkerhetslager beskrivs mycket ofta som ett hjälpmedel i logistiklitteraturen. Den används dessutom i en del fall som förutsättning vid härledning av andra lagerstyrningsmodeller, bland annat vid härledning av sambandet mellan servicenivå och bristkostnad (Se exempelvis Axsäter, 1991, sid 78). Modellen används också ofta i olika typer av tillämpningar i industrin, bland annat i samband med analys och värdering av hur stort ett lager är jämfört med vad det borde vara med en mer optimal lagerstyrning och vid beräkning av erforderligt antal pallplatser i en lagerlokal.

Som exempel på böcker och tidskrifter där modellen presenterats sedan sextiotalets början kan nämnas Fetter – Dalleck (1961, sid 14), Magee – Boodman (1967, sid 120), Morrison (1974, sid 25), Conroy (1977, sid 63), Heilweil (1980, sid 268), Tersine,

(1994, sid 208), Lambert – Stock (1993, 404), Bowersox – Closs (1996 sid 283), Arnold (1999, sid 266) och Schönsleben (2004, sid 530). Ingen av dessa nämner något om att beräkningsformeln gäller exakt eller ej med undantag för Tersine som påpekar att värdet på medellagret är approximativt. I ingen av referenserna diskuteras under vilka förutsättningar den gäller eller hur väl den stämmer i olika sammanhang. Ett enda undantag har hittats, Fetter - Dalleck. De påpekar att förhållandet i modellen inte gäller för fallet att brist leder till restnotering. Bortsett från enstaka fall förekommer inte någon form av bevisföring för att den använda modellen för beräkning av medellager ger korrekta värden. Den bevisföring som finns utgår från ytberäkningar baserade på att betrakta omsättningslagret som en triangel och säkerhetslagret som en rektangel. Se exempelvis Schönsleben (2004, sid 530).

Det kan tilläggas att det lager som beräknas med hjälp av modellen dessutom egentligen inte av andra anledningar ger ett särskilt tillfredsställande värde på det verkliga lagret. Ett verkligt lager innehåller inkurans, inslag av säsonglager samt olika typer av så kallade styrningslager och koordinationslager som inte direkt har med hur stora orderkvantiteterna och säkerhetslagren är (Mattsson, S-A – Jonsson, P, 2003, sid 36).

Eftersom modellen spelar en avgörande roll vid analyser och bedömningar av hur effektivt ett lager styrs och av hur stor förbättringspotentialen är genom att införa alternativa sätt att dimensionera orderstorlekar och säkerhetslager är det av intresse att studera hur väl den stämmer under typiska verkliga förhållanden. Syftet med det projekt som redovisas i föreliggande rapport har därför varit att studera i vilken utsträckning modellen ger ett rättvisande svar på hur stort medellagret är och om avvikelser mellan teoretiskt och verkligt lager föreligger, studera vad dessa avvikelser i första hand beror på.

Vid analys av modellens avbildningsförmåga har hänsyn tagits till efterfrågevariationer, däremot inte till variationer i ledtider. Inga hänsyn har tagits till förekomst av trend eller säsongvarierande förbrukning. Analyserna är också begränsade till att omfatta fall med fasta orderstorlekar och säkerhetslager. Inslag av andra typer av lager än omsättningslager och säkerhetslager antas inte förekomma.

2 Analys och utvärderingsmetodik

För att analysera och värdera i vilken utsträckning den traditionellt använda teoretiska modellen för att uppskatta medelkapitalbindningen i ett lager stämmer under så verkliga-hetsnära förhållanden som möjligt har simulering använts som analysmetodik. Det lager som erhålls vid simuleringarna kallas i fortsättningen det verkliga lagret. Denna benämning känns motiverad eftersom de data som skapats med hjälp av slumpalsgenerering i stor utsträckning kan förväntas motsvara förhållanden som råder i många lager. Simuleringen har omfattat 60 olika artiklar med olika karakteristik. För var och en av dessa artiklar har dagliga uttag och inleveranser simulerats under tjugo år och resulterande kapitalbindning beräknats. Excel har använts vid simuleringarna. För de olika artiklarna har följande data använts.

Ordersärkostnad: 250 kr

Lagerhållningssärkostnadsfaktor: 25 %

Lagervärde: Lagervärden på 10, 20, 30, 40, 60, 70, 80, 100, 150 och 200 kronor per styck har slumpats ut med lika sannolikhet på de olika artiklarna.

Antal uttag per dag: Antal uttag i medeltal per dag på 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4, 5, 6, 8 och 10 stycken har fördelats slumpmässigt över alla artiklarna med fyra artiklar per uttagskvantitet. Detta har resulterat i att medelantalet uttag per artikel är 3,3 per dag. Antalet uttag per dag har därefter slumpgenererats så att medeltalet per dag motsvarar ovanstående värden. Detta har exempelvis inneburit att antalet uttag för en artikel med i medeltal 10 uttag per dag blivit som mest 22 stycken per dag och som minst 1 styck per dag.

Uttagskvantitet: Medeluttagskvantiteter på 2, 4, 6 respektive 8 stycken per uttag har slumpats ut på de olika artiklarna så att medeluttagskvantiteten för hela artikelsortimentet blivit 5 stycken. Uttagskvantiteter per uttag har med lika sannolikheter varierats mellan 1 och 3 för medeluttagskvantitet 2, mellan 3 och 5 för medeluttagskvantitet 4, mellan 4 och 8 för medeluttagskvantitet 6 samt mellan 6 och 10 för medeluttagskvantitet 8.

Kvantitet på inleveransorder: Orderkvantiteter har beräknats med hjälp av Wilsons formel. Dock har av beräkningstekniska skäl kvantiteterna anpassats så att antalet inleveranser begränsats till högst 20 och minst 4 per år. De behandlade artiklarna har kategoriserats med hjälp av antalet uttag per dag, antal inleveranser per år samt uttagskvantitet per dag i medeltal. Artiklarna har därefter grupperats i olika klasser för var och en av de tre variablerna.

Rörlighetsklass avseende gruppering av artiklar efter antalet uttag per dag. Artiklar med i medeltal 6, 8 och 10 uttag per dag tillhör klass 1, artiklar med i medeltal 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4 och 5 uttag per dag tillhör klass 2 och artiklar med i medeltal 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 och 1.0 uttag per dag tillhör klass 3. Antalet artiklar i de olika klasserna är 12, 28 respektive 20.

Orderfrekvensklass avseende gruppering av artiklar efter antalet inleveranser per år, dvs en gruppering som är omvänt proportionell mot orderstorleken på inleveranserna. Artiklar med mer än 12 inleveranser per år tillhör grupp 1, artiklar med färre än 4 inleveranser per år grupp 3 och artiklar med antal inleveranser per år i intervallet mellan dessa värden tillhör klass 3. Antalet artiklar är 19 stycken i klass 1, 27 stycken i klass 2 och 14 stycken i klass 3.

Uttagsklass avseende gruppering av artiklarna efter hur stor kvantitet som i medeltal förbrukas per dag. Uttagsklass 1 omfattar artiklar med en förbrukning per dag på i medeltal mer än 25 stycken, uttagsklass 3 omfattar artiklar med en förbrukning per dag på mindre än 10 stycken per dag och uttagsklass 2 artiklar med en förbrukning per dag i intervallet mellan dessa värden. Antalet artiklar är 12 stycken i klass 1, 18 stycken i klass 2 och 30 stycken i klass 3.

För var och en av servicenivåerna 99.9, 99.5, 99.0, 98.0 och 97.0 har det teoretiska medellagret beräknats med hjälp av den teoretiska beräkningsmodell som redovisades i avsnitt 1.2. Orderstorlekar har som nämndes ovan beräknats med hjälp av Wilsons formel och säkerhetslager med hjälp av servicefunktionen med utgångspunkt från de olika servicenivåerna.

För att simulera materialflödena för var och en av de sextio artiklarna har ett traditionellt beställningspunktssystem använts. Samma resultat skulle erhållits om man i stället använt täcktidsplanering eller materialbehovsplanering som planeringsmetod. Simuleringskörningarna har genomförts både för fallet att brister leder till restnoteringar och fallet att brister leder till förlorad försäljning och det resulterande lagret har beräknats för varje artikel och varje servicenivå för respektive fall.

De teoretiska lagren har därefter jämförts med de från simuleringen erhållna genom att för varje servicenivåfall beräkna teoretiskt lager minus verkligt lager i procent av verkligt lager. Om förhållandet är positivt är det följaktligen ett uttryck för hur mycket större det teoretiskt beräknade lagret är jämfört det ”verkliga” som erhållits med hjälp av simulering. De procentuella skillnaderna har också beräknats för respektive artikelklass vid en servicenivå på 99.0 %.

För att studera vad förekommande skillnader mellan det teoretiskt erhållna lagret och det med hjälp av simulering erhållna beror på, har sambanden mellan ovan redovisade klassificeringsvariabler och skillnadernas storlek beräknats och uttryckts i form av korrelationskoefficienter.

3 Resultat och analyser

En sammanfattning av resultaten från de genomförda simuleringarna och beräkningarna visas i tabell 1. Tabellen visar hur stort det teoretiska lagret är jämfört med det verkliga i procent av det verkliga för fem olika servicenivåer och för de båda fallen att bristsituationer leder till förlorad försäljning respektive till restnotering för senare leverans.

Tabell 1 Skillnader mellan teoretisk och verklig kapitalbindning vid olika servicenivåer

<i>Servicenivå</i>	<i>99,9 %</i>	<i>99,5 %</i>	<i>99,0 %</i>	<i>98,0 %</i>	<i>97,0 %</i>
Fall förlorad försäljning	8,4	8,8	8,7	7,9	6,5
Fall restnotering	9,2	10,2	10,6	11,0	11,4

Som framgår av tabellen är det teoretiskt beräknade lagret storleksordningen 8 - 10 % större än det verkliga för artikelsortimentet som helhet. För de högomsatta artiklarna rör sig skillnaderna om över 15 %. Det kan också noteras att skillnaderna är större för fallet restnotering än för fallet förlorad försäljning. Förklaringen är ganska uppenbar. Om vid en bristsituation den bristande kvantiteten restnoteras kommer denna kvantitet att reducera den kvantitet som levereras in vid nästa inleveranstillfälle. Lagret kommer inte att fyllas upp med hela orderkvantiteten och lagercykeln längd kommer att bli kortare. Av simuleringarna framgår exempelvis att det vid en servicenivå på 97 % för artikel nummer 1 skapas 400 inleveranser under den period som simuleringarna omfattar i fallet med restnotering medan det endast skapas 378 order under motsvarande tidsperiod i fallet med förlorad försäljning.

Av tabellen framgår också att skillnaderna ökar med avtagande servicenivåer för fallet restnotering. Detta är ett förväntat resultat eftersom lägre servicenivåer medför fler och kvantitetsmässigt större briststillfällen. Att lika tydliga mönster inte finns för fallet förlorad försäljning är också förväntat eftersom inträffade bristsituationer inte får följdkonsekvenser för den efterföljande lagercykeln.

I tabell 2 visas hur stora de procentuella skillnaderna är för olika artikelklasser i fallet restnotering. Av resultaten framgår att skillnaderna är påtagligt större för klass 1 artiklar för samtliga klassificeringsvariabler än för klass 2 och 3 artiklar. Skillnaderna mellan de olika variablerna kan betraktas som små.

Korrelationen mellan klassificeringsvariabler och procentuella skillnader mellan teoretiskt och verkligt lager är mycket tydlig med genomgående höga korrelationskoefficienter för samtliga analyserade fall. De höga korrelationskoefficienterna innebär att det finns ett starkt samband mellan variabelstorlekar och skillnaderna mellan teoretiskt och verkligt lager. Speciellt starkt är sambandet mellan antal inleveranser per år och storlek på skillnad. Detta resultat är förklarligt. Med ökande antal inleveranser ökar antalet bristtillfällen och därmed antal tillfällen där skillnader mellan det teoretiskt beräknade lagret och det verkliga lagret kan uppstå. Med utgångspunkt från den teoretiska analysen är det också förklarligt att det finns ett starkt samband mellan förbrukning per dag och skillnad mellan teoretiskt och verkligt lager. Ju större förbrukningen är per dag, desto större blir avvikelserna mot kontinuerlig förbrukning. Dessutom riskerar saldot att hamna långt under beställningspunkten när den underskrids vilket medför att den kvantitet som finns kvar för att täcka förbrukningen under ledtiden löper större risk att bli för liten med ökande bristrisk som följd. Man får med andra ord samma effekter som när beställningspunkten underdimensioneras. Antal uttag per dag är i viss utsträckning uttryck för samma sak som förbrukning per dag. Korrelationen mellan dessa variabler och skillnaden mellan teoretiskt och verkligt lager är därför också stor.

Tabell 2 Skillnader mellan teoretisk och verklig kapitalbindning och korrelationskoefficienter vid servicenivå 99,0 % för olika klasser av artiklar för fallet restnotering

<i>Klass</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Korrelationskoefficient</i>
Inleveranser per år	12,6	5,6	1,9	0,94
Antal uttag per dag	12,4	7,8	2,5	0,77
Förbrukning per dag	14,0	7,8	3,8	0,81

Motsvarande samband för fallet att brist leder till förlorad försäljning visas i tabell 3. Inga nämnvärda skillnader jämfört med fallet när brist leder till förlorad försäljning kan observeras. Följaktligen beror skillnaderna mellan teoretiskt och verkligt lager på samma variabler oavsett om brist leder till förlorad försäljning eller restnotering.

Tabell 3 Skillnader mellan teoretisk och verklig kapitalbindning och korrelationskoefficienter vid servicenivå 99,0 % för olika klasser av artiklar för fallet förlorad försäljning

<i>Klass</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Korrelationskoefficient</i>
Inleveranser per år	10,9	3,4	-1,0	0,94
Antal uttag per dag	10,3	6,0	-0,1	0,75
Förbrukning per dag	12,3	5,9	1,5	0,82

För att studera hur mer eller mindre korrekta beställningspunkter påverkar skillnaden mellan det med modellen teoretiskt beräknade lagret och det verkliga lagret har simuleringar också genomförts med beställningspunkter för vilka förbrukningen under ledtid satts 20 % högre respektive lägre än den verkliga förbrukningen. Detta motsvarar fallet att man använder för hög respektive för låg beställningspunkt vid materialplaneringen.

När beställningspunkten satts för hög blev den teoretiska kapitalbindningen i medeltal 9,9 % lägre än den verkliga för det studerade artikelsortimentet i fallet att brist leder till förlorad försäljning. De största skillnaderna för enstaka artiklar var på storleksordningen 13 %.

Medelskillnaden i lager för fallet att brist leder till restnotering var lika med 9,2 %, dvs i stort sett samma som vid förlorad försäljning. De största skillnaderna för enstaka artiklar var också av samma storleksordning, c:a 12 %. Att de båda fallen uppvisar likheter är förklarligt med tanke på att för höga beställningspunkter leder till mindre bristkvantiteter. Därmed reduceras inte följande inleveranser vid restnotering lika mycket vilket gör att antalet inleveranser inte blir lika mycket större och tillfällena när skillnader kan uppkomma färre. Ju mer satt beställningspunkt överskrider den beställningspunkt som motsvarar förbrukningens verkliga storlek desto mindre blir skillnaderna för att vid ett visst värde helt upphöra.

När förbrukningen under ledtid satts 20 % lägre än vad som motsvaras av den verkliga förbrukningen blev den teoretiska kapitalbindningen i medeltal 28,9 % högre än den verkliga för det studerade artikelsortimentet i fallet att brist leder till förlorad försäljning. Skillnaderna är stora mellan olika artiklar. Exempelvis var skillnaden mer än 40 % för tre av artiklarna med störst volymvärde. För fallet att brist leder till restnotering var skillnaderna ännu större, i medeltal 40,2 % högre teoretiskt lager än verkligt. För tre av artiklarna med högst volymvärde var skillnaden mer än 60 %.

4 Resultatsammanfattning och slutsatser

De huvudsakliga resultaten från simuleringsstudien kan sammanfattas i följande punkter:

- Det teoretiska lager som erhålls enligt modellen blir alltid större än verkligt lager under förutsättning att den förbrukning under ledtid som beställningspunkten baseras på överensstämmer med den verkliga förbrukningen.
- Skillnaderna mellan teoretiskt lager och verkligt lager blir större om bristsituationer leder till restnotering än om de leder till förlorad försäljning.
- Skillnaderna mellan teoretiskt lager och verkligt lager blir större ju lägre servicenivå som används för att dimensionera säkerhetslager.
- Det finns en stark positiv korrelation mellan skillnaden teoretiskt kontra verkligt lager och antalet inleveranser per år respektive förbrukning per dag. Sambandet innebär att skillnaderna är speciellt stora för artiklar med många inleveranser per år och med stora uttag per dag. Detta gäller både om brist leder till förlorad försäljning eller till restnotering för senare leverans.
- Ju mindre den verkliga förbrukningen är under ledtid i förhållande till den förbrukning som använts vid dimensionering av beställningspunkten, dvs. ju mer för hög beställningspunkt som använts, desto mindre blir skillnaderna mellan teoretiskt och verkligt lager. När använd beställningspunkt överskrider ett visst värde blir det verkliga lagret större än det teoretiskt beräknade och skillnaden ökar med ökande be-

ställningspunkt. Detta gäller både när brister leder till förlorad försäljning och till restnotering.

- Ju större den verkliga förbrukningen är under ledtid i förhållande till den förbrukning som använts vid dimensionering av beställningspunkten, dvs. ju mer för låg beställningspunkt som använts, desto större blir skillnaderna mellan teoretiskt och verkligt lager. Skillnaderna är avsevärda för volymvärdehöga artiklar som innebär många inleveranser per år och för artiklar med stor förbrukning per dag. Detta gäller både när brister leder till förlorad försäljning och till restnotering.

Mot bakgrund av de ovan redovisade resultaten kan man formulera följande övergripande krav på förutsättningar för att modellen för beräkning av medellager skall kunna ge en tillfredsställande noggrannhet och därmed vara användbar för praktiskt bruk.

- Förbrukningen per dag får högst röra sig om enstaka styck.
- Den uppskattade eller prognostiserade förbrukningen under ledtid måste vara rimligt korrekt, dvs. beställningspunkten måste vara rimligt korrekt uppskattad.
- Förbrukningsvariationerna under ledtid runt det medelvärde som används för att bestämma beställningspunkten måste vara symmetriska, dvs förbrukningen lika ofta större som mindre än den som används vid beställningspunktsberäkningen. Med andra ord måste uppskattningen av ledtidförbrukningen vara medelvärdesriktig.
- Antalet bristtillfällen måste vara få och bristkvantiteten per gång liten.
- Antalet inleveranser per år måste vara i storleksordningen en per kvartal eller färre. Ofta är det liktydigt med att artiklar som modellen skall användas för måste ha låga volymvärden.

Dessa krav är sällan uppfyllda fullt ut och slutsatsen av studien måste därför bli att modellens användbarhet är tämligen begränsad om man vill åstadkomma annat än mycket grova uppskattningar på hur stort medellagret skulle komma att bli om man använder en viss orderstorlek och ett visst säkerhetslager.

Referenser

Arnold, T. (1999) Materials management, Prentice Hall.

Axsäter, S. (1991) Lagerstyrning, Studentlitteratur.

Bowersox, D. – Closs, D. (1996) Logistical management, McGraw-Hill.

Conroy, P. (1977) Data general ABC inventory management, Production and Inventory Management, 4th Qtr, sid 63.

Fetter, R. – Dalleck, W. (1961) Decision models for inventory management, Richard Irwin.

Jordan, H. (1981) Inventory budgets – Key to profits and growth, APICS Conference Proceedings.

Lambert, D. – Stock, J. (1993) Strategic logistics management, Irwin.

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

Mattsson, S-A – Jonsson, P. (2003) Produktionslogistik, Studentlitteratur.

Morrison, T. (1974) Inventory theory applied to multi-location problems, The Journal of Production and Inventory Management, 4th Qtr, sid 25.

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

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