

Kapitalbindningseffekter av frekvent lagerstyrning

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

Att planera frisläppning av nya lagerpåfyllnadsorder mer eller mindre frekvent påverkar hur effektiv lagerstyrningen kan bli i några olika avseenden. Syftet med det projekt som redovisas i den här rapporten är att analysera vilken betydelse planeringsfrekvensen har på kapitalbindning i omsättningslager och säkerhetslager vid samma servicenivå i form av orderradsservice. Studien har genomförts med hjälp av simulering baserad på data från åtta olika företag.

De resultat som erhållits från de genomförda simuleringarna visar att användning av veckovis planering leder till att den totala kapitalbindningen i lager i medeltal för de studerade företagen blir storleksordningen 10 % högre än om daglig planering används. För säkerhetslagret är motsvarande skillnad 15 %. Merparten av skillnaden kommer från artiklar med höga volymvärden respektive med många kundorder per år. Totalt sett svarade de 40 % av artiklarna som hade högst volymvärde och högst kundorderfrekvens för 87 % respektive 74 % av den totala skillnaden. Största delen av den potential för att reducera kapitalbindning som finns genom att öka planeringsfrekvensen kan följaktligen realiseras genom att endast göra det för volymvärdehöga artiklar och artiklar med hög kundorderfrekvens.

Av de erhållna resultaten framgår också att möjlig minskning av kapitalbindning i lager är större ju mindre ledtiderna är och ju mindre orderkvantiteterna är vid övergång från veckovis till daglig planering. För de åtta fallföretagen var skillnaden i säkerhetslager mellan de olika planeringsfrekvenserna 32 % vid en ledtid på 5 dagar jämfört med 5 % vid en ledtid på 20 dagar. Baserat på resultaten av studien kan man också konstatera att skall man kunna få ut full effekt av en ledtidsreduktion måste man också öka planeringsfrekvensen. Detta gäller i något mindre utsträckning för att få ut full effekt av en reduktion av ordersärkostnader.

1 Introduktion och syfte

Principiellt innebär lagerstyrning att man mer eller mindre frekvent jämför hur länge det lager man har kommer att räcka jämfört med den tid det tar från beställning till leverans av en ny lagerpåfyllnadsorder. Detta gäller varje sig man använder ett beställningspunktssystem, täcktidsplanering eller materialbehovsplanering. Hur frekvent man gör dessa jämförelser och åtföljande inplanering av nya lagerpåfyllnadsorder har betydelse för hur effektiv lagerstyrningen kan förväntas vara i några olika avseenden. 33 % av

svenska företag planerar lagerpåfyllnad en gång i veckan eller mer sällan medan 66 % planerar lagerpåfyllnad dagligen (Jonsson och Mattsson, 2013).

Att exempelvis endast kontrollera om lagerpåfyllnadsbehov föreligger en gång i veckan i stället för en gång per dag har samma effekt som att förlänga ledtiden med en halv vecka eftersom efterfrågevariationernas storlek avgörs av tiden från det att behov verkligen uppstår tills inleverans sker, inte av tiden från beställning. Denna indirekta förlängning av ledtiden medför att kapitalbindningen i säkerhetslager blir större eftersom säkerhetslagret är proportionellt mot roten ur ledtidens längd. Ökningen blir relativt sett större ju kortare ledtid man har. Eftersom behovet av att behöva beställa inte uppmärksammas när det inträffar utan i medeltal först efter att en halv vecka förflutit, innebär lågfrekvent planering också att det kan ta ett antal dagar innan man observerar att man fått en stor kundorder eller att det gjorts ett stort uttag. Detta fördröjer de åtgärder som måste vidtas för att kunna återställa lagret och det försämrar därmed företagets leveransförmåga gentemot kund. Lågfrekvent planering bidrar dessutom till högre kapitalbindning i omsättningslager eftersom en hel veckas förbrukning kan leda till att man hamnar så långt under beställningspunkten att man måste beställa extra stora kvantiteter för att återställa disponibelt saldo till att bli större än beställningspunkten.

Man skulle kunna föreställa sig att de arbetsinsatser som krävs för att behandla orderförslag skulle bli större om man har högfrekvent planering. Så är emellertid i allmänhet och principiellt inte fallet eftersom det totala antalet orderförslag blir det samma. Den enda effekt man får är att orderförslag erhålls dagligen om man planerar dagligen och var femte dag om man planerar en gång i veckan.

Det finns endast några enstaka studier publicerade i litteraturen avseende vad vald planeringsfrekvens betyder i olika avseenden. Vid användning av materialbehovsplanering från en produktionsplan har Barret och LaForge (1991) med hjälp av simulering visat att en högre planeringsfrekvens medför en viss ökning av kapitalbindningen på grund av den instabilitet i materialbehov som uppstår för artiklar på underliggande strukturnivåer, dvs. på grund av systemnervositet. Även Jeffery, Butler och Geiger (2006) hävdar baserat på simuleringsstudier att högfrekvent planering kan skapa instabila materialbehov för artiklar nere i produktstrukturerna. De menar emellertid att hög planeringsfrekvens trots detta är fördelaktig i miljöer med stor variation i efterfrågan på produktnivå. Filho och Fernandez (2009) påstår baserat på en fallstudie att den instabilitet som uppstår för materialbehoven på låga strukturnivåer vid användning av materialbehovsplanering vid frekvent planering också ger upphov till kostnadsökningar i produktionen. Dessa tre forskningsrapporter gäller emellertid artiklar med härledda behov från en slutprodukt i tillverkande företag. Med avseende på artiklar med oberoende behov har Ganeshan (2011) studerat effekter av olika planeringsfrekvenser med hjälp av simulering i ett fallföretag. På basis av erhållna resultat hävdar han att en ökad planeringsfrekvens ger förbättrad servicenivå och minskad cykeltid.

Syftet med den studie som redovisas här är att analysera vilken betydelse planeringsfrekvensen har på kapitalbindning i omsättningslager och säkerhetslager vid samma servicenivå i form av orderradsservice, dvs. i form av andel kundorder som kunnat levereras direkt från lager, alternativt andel rader på en plocklista som kunnat plockas direkt mot tillverkningsorder. Måttet orderradsservice har valts eftersom det är det vanligaste i svensk industri (Forslund - Jonsson, 2008). Det är också det mått som används i Supply Chain Councils SCOR-modell för order-till-leverans processer.

Studien gäller primärt artiklar med oberoende behov, dvs. för vilka efterfrågan härrör från kunder. Samma förhållande gäller emellertid också för artiklar vars efterfrågan kan härledas till artiklar på överliggande strukturnivåer i produktstrukturer under förutsättning att de planeras som om de har oberoende behov med en förbrukningsorienterad lagerstyrningsmetod som exempelvis beställningspunktssystem. Studien omfattar endast fall med slumpmässiga efterfrågevariationer utan systematiska efterfrågeförändringar av typ trend eller säsong.

2 Angreppssätt, fallföretag och simuleringsmodeller

Som framgått av syftet används orderradsservice som mått på erhållen leveransförmåga. På grund av detta och eftersom orderradsservice dessutom bör mätas för grupper av artiklar är det inte möjligt att härleda analytiska samband mellan valda orderkvantiteter respektive säkerhetslager och erhållen orderradsservice. Det är inte heller möjligt att analytiskt härleda hur mer eller mindre frekvent planering påverkar lagerstorlekar, inte minst beroende på komplicerade samband mellan orderstorlekar och säkerhetslagerstorlekar. Det angreppssätt som valts för den här studien är därför 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.

2.1 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 årsförbrukning, ledtider, priser per styck samt antal kundorder per år erhållits. Dessutom har uppgifter om efterfrågan per dag under ett år samlats in. I en del fall förekommer extrema efterfrågevärden under enstaka dagar. Sådana kan exempelvis bero på att man fått några exceptionellt stora kundorder eller bero på att det funnits leveransproblem som resulterat i toppar i utleveranserna när lagret fyllts på. De 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 beräkningarna har insamlade efterfrågedata bearbetats. Detta har gjorts genom att identifiera extremvärden med hjälp av statistiska metoder och därefter ersätta dem med medelefterfrågan per dag under de dagar då efterfrågan förekommit. Datauppgifter för de olika fallföretagen finns sammanställda i tabell 1.

Tabell 1 Karakteristiska data från de olika fallföretagen

Företag	Efterfrågan per år	Ledtider i dagar	Priser per styck	Antal kundorder per år
A	4 – 13.526	10 – 45	8 – 9.300	3 – 477
B	4 – 13.565	1 – 45	5 – 2.147	4 – 726
C	2 – 40.258	7 – 49	2 – 4800	2 – 1.509
D	5 – 6.817	4 – 5	3 – 1992	3 – 222
E	9 – 10.872	1 – 25	5 – 3.565	7 – 586
F	10 – 2.342	1 – 39	6 – 9.459	3 – 2.342
G	16 – 6.567	1 – 4	2 – 1.801	15 – 675
H	2 – 179.417	3 – 42	9 – 4.340	2 – 3.340

Eftersom vald planeringsfrekvens kan ha olika betydelse beroende på volymvärden och antal kundorder i de olika företagen har en volymvärdeklassificering och en rörlighetsklassificering gjorts. De redovisas i tabell 2. Tabellen visar andel av totalt volymvärde respektive totalt antal kundorder per år som härrör från A-artiklar, B-artiklar respektive C-artiklar i de olika företagen. Volymvärdeklassificeringen har gjorts så att A-artiklar avser de 20 procent artiklar som har högst volymvärden och C-artiklar de 50 procent som har lägst volymvärden. Övriga artiklar utgör B-artiklar. Motsvarande rörlighetsklassificering har gjorts så att A-artiklar avser de 20 procent artiklar som har högst antal kundorder per år och C-artiklar de 50 procent som har lägst antal kundorder per år. Övriga artiklar utgör B-artiklar.

Tabell 2 Volymvärdestrukturer för de olika fallföretagen

Företag	A	B	C	D	E	F	G	H
Andel volymvärde A-artiklar	68	80	58	64	68	70	66	75
Andel volymvärde B-artiklar	21	16	24	29	25	24	25	21
Andel volymvärde C-artiklar	11	4	18	7	7	6	9	4
Andel kundorder A-artiklar	53	69	67	53	51	63	53	70
Andel kundorder B-artiklar	35	21	26	34	33	27	29	21
Andel kundorder C-artiklar	12	10	7	14	16	10	18	9

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 inkörsperiod vid 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 efterfrågevärden som samlats in

2.2 Simuleringsmodell

Den simuleringsmodell som använts i studien bygger på ett beställningspunktssystem av (s,S)-typ, dvs där en beräknad fast orderkvantitet anpassas vid varje orderfrisläppnings-tillfälle med skillnaden mellan aktuellt saldo och beställningspunkt. För singellagersystem, som det är fråga om här, är (s,S)-typen av beställningspunktssystem optimala (Axsäter, 2006, sid 12). Denna modell har valts för att effektivt kunna hantera de stora överdrag som uppstår för artiklar med förhållandevis stora kundorderkvantiteter och få kundorder per år. Beställningspunktssystemet har tillämpats som ett periodinspektions-system och därmed har överdraget vid bestämning av beställningspunkter satts till en

halv periods medelefterfrågan, dvs. beställningspunkten har satts till efterfrågan under ledtid plus säkerhetslager plus en halv periods efterfrågan (Mattsson, 2012).

Två olika planeringsfrekvenser har studerats, dels daglig planering och dels veckovis planering eftersom dessa planeringsfrekvenser är vanligt representerade i svensk industri (Jonsson och Mattsson, 2013). För vardera av dessa planeringsfrekvenser genomfördes simuleringar baserat på aktuella ledtider i respektive företag och med orderkvantiteter baserade på en ordersärkostnad på 200 kr. Säkerhetslager dimensionerades baserat på ett antal dagars medelefterfrågan (Mattsson, 2013).

Som startvärden vid simuleringarna valdes ett lägre värde på antal dagars säkerhetslager än vad som kunde förväntas ge en önskad orderradsservice för artikelgruppen som helhet på 97 %. Baserat på dessa startvärden simulerades uttag, kontroll av beställningspunkter, inplaneringar av nya lagerpåfyllnadsorder, inleveranser samt uppdateringar av saldo och disponibelt saldo under sex tusen dagar. Uppkomna brister restnoterades för senare leverans. Efter varje genomförd simulering 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. Antal dagar ökades därefter successivt vid varje följande simulering tills den målsatta servicenivån uppnåddes. Ett överskridande på mindre än 0,05 procentenheter accepterades.

När överensstämmelse mellan erhållen och önskad servicenivå uppnått, beräknades summa kapitalbindning i omsättningslager, säkerhetslager och totalt för samtliga artiklar i medeltal under den simulerade perioden. För att också studera hur en ändrad planeringsfrekvens påverkar artiklar med höga volymvärden i förhållande till låga volymvärden och artiklar med hög kundorderfrekvens i förhållande till artiklar med låg kundorderfrekvens beräknades lagerstorlekarna också för var och en av fem olika volymvärdeklasser och fem olika rörlighetsklasser från högsta till lägsta volymvärde respektive från störst till minst antal kundorder per år. I båda fallen bestod vardera klassen av tjugo procent av artiklarna.

Det finns skäl att tro att effekterna av högre planeringsfrekvenser påverkas av hur stora orderkvantiteter man använder respektive av hur långa ledtider man har. För att också studera detta analyserades två fall av orderstorlekar och två fall av ledtider. Orderkvantiteterna för de två fallen av orderstorlekar beräknades från ordersärkostnader på 100 respektive 500 kronor för samtliga artiklar. För de två ledtidfallen sattes ledtiden för samtliga artiklar till 5 dagar respektive 20 dagar.

3 Resultat och analys

Resultaten från de genomförda simuleringarna för fallet med företagens egna ledtider och orderkvantiteter baserade på ordersärkostnader lika med 200 kr redovisas i tabell 3. Siffrorna i tabellen avser hur mycket större kapitalbindningen blir i procent om man använder veckovis planering i stället för daglig planering. I tabellen visas också genomsnittlig ledtid för artiklarna i respektive fallföretag. På sista raden visas medelvärden för samtliga företag.

Som framgår av tabellen blir kapitalbindningen totalt, i omsättningslager och i säkerhetslager 10, 8 respektive 15 % högre i genomsnitt om man använder veckovis planering jämfört med användning av dagligplanering. Framför allt är det för säkerhetslager som de stora skillnaderna föreligger. Detta är förväntat eftersom lägre planeringsfrekvens i realiteten innebär en förlängning av ledtiderna för lagerpåfyllnad. Att även omsättningslagret ökar beror på att lagersaldot riskerar att hamna längre under beställningspunkten om man tillämpar lågfrekvent planering vilket gör att den ekonomiska orderkvantiteten i större utsträckning riskerar att behöva justeras uppåt för att lagersaldo plus orderkvantitet skall överskrida beställningspunkten efter orderfrisläppning. Det kan noteras att skillnaden i kapitalbindning är mycket större för företag med korta ledtider, exempelvis företag D och G, än för företag med långa ledtider, exempelvis företag A och C.

Tabell 3 Procentuellt högre kapitalbindning vid veckovis planering jämfört med daglig planering för totalt lager, omsättningslager och säkerhetslager

Företag	Ledtid i medeltal (dagar)	Totalt lager	Omsättningslager	Säkerhetslager
A	28	4	8	1
B	16	6	4	8
C	30	4	2	7
D	4	14	5	33
E	8	13	8	21
F	11	14	12	17
G	2	17	6	24
H	9	11	14	9
Medel	14	10	8	15

Skillnader i kapitalbindning i medeltal för alla åtta fallföretag i procent per var och en av olika volymvärdeklasser respektive rörlighetsklasser vid veckovis planering jämfört med dagligplanering visas tabell 4. Av tabellen framgår tydligt att skillnaderna är betydligt större för klasser med höga volymvärden respektive många kundorder än för klasser med låga och få. Exempelvis blir kapitalbindningen cirka 13 procent högre vid veckovis planering jämfört med daglig planering för de 20 procent av artiklarna som har högst volymvärden. Motsvarande siffra för de 20 procent av artiklarna som har lägst volymvärden är cirka 2 procent.

Tabell 4 Procentuellt högre total kapitalbindning per volymvärde- och rörlighetsklass i medeltal för alla företag vid veckovis planering jämfört med daglig planering

	1-20 % av artiklarna	21-40 % av artiklarna	41-60 % av artiklarna	61-80 % av artiklarna	81-100 % av artiklarna
Volymvärdeklasser	13	9	7	5	2
Rörlighetsklasser	14	11	8	7	6

Resultaten innebär inte bara att skillnaderna är störst i klasser av artiklar med höga volymvärden respektive många kundorder. Dessa klasser står också för en högre kapitalbindning än klasser med låga volymvärden respektive få kundorder. Det innebär att klasser med höga volymvärden och många kundorder står för en mycket stor del av den totala skillnaden i kapitalbindning mellan att planera per vecka eller per dag. I tabell 5

visas hur stor andel av skillnaden i total kapitalbindning som härrör från respektive volymvärdeklass och rörlighetsklass vid veckovis kontra daglig planering.

Av tabellen framgår att den helt avgörande skillnaden i total kapitalbindning kommer från klasser med höga volymvärden och hög rörlighet. Exempelvis svarar den högsta volymvärdeklassen för 68 procent av den totala skillnaden. Nästan 90 % av den lager-sänkningspotential som finns genom att övergå från veckoplanering till daglig planering kan man realisera genom att enbart tillämpa daglig planering på de 40 % artiklar som har högst volymvärden. Om det av någon anledning inte är lämpligt eller möjligt att planera mer frekvent för alla artiklar kan man med andra ord uppnå en mycket stor andel av möjlig minskningen av kapitalbindningen genom att endast öka planeringsfrekvensen för volymvärdehöga artiklar. Förhållandena är i viss utsträckning likartade med avseende på rörlighetsklasser, dvs. genom att begränsa övergången från veckoplanering till dagplanering till de artiklar som har flest kundorder per år kan den helt övervägande delen av den möjliga minskningen av kapitalbindningen realiseras.

Tabell 5 Procentuellt andel av den totala skillnaden i kapitalbindning i medeltal för alla företag som härrör från respektive volymvärdeklass och rörlighetsklass vid veckovis planering kontra daglig planering

	1-20 % av artiklarna	21-40 % av artiklarna	41-60 % av artiklarna	61-80 % av artiklarna	81-100 % av artiklarna
Volymvärdeklasser	68	19	8	4	1
Rörlighetsklasser	49	25	14	9	3

Hur många procent högre kapitalbindning man får i medeltal för alla fallföretagens totala lager vid veckoplanering jämfört med dagplanering vid olika ledtider och orderkvantitet visas i tabell 6 och 7.

Tabell 6 Procentuellt högre kapitalbindning i lager i medeltal vid veckovis planering jämfört med daglig planering - Olika ledtider och en ordersärkostnad på 100 kr

Ej utnyttjad potential	Säkerhetslager		Totalt lager	
	Ledtid 5 dagar	Ledtid 20 dagar	Ledtid 5 dagar	Ledtid 20 dagar
14	32	5	16	7

Som framgår av tabell 6 betyder en övergång till daglig planering betydligt mer vid korta ledtider än vid långa. Alldeles speciellt gäller detta säkerhetslagrets storlek. Detta är, som påpekades ovan vid motsvarande analys baserat på företagets egna ledtider, helt förväntat.

Övergång från höga till låga ordersärkostnader och därmed från stora till små orderkvantiteter betyder också mer vid små orderkvantiteter än vid stora. Skillnaderna för de analyserade fallen är emellertid mindre än vid olika ledtider.

Tabell 7 Procentuellt högre kapitalbindning i lager i medeltal vid veckovis planering jämfört med daglig planering - Olika orderkvantiteter och en ledtid på 5 dagar

Ej utnyttjad potential	Omsättningslager		Totalt lager	
	Ordersärk. 100 kr	Ordersärk. 500 kr	Ordersärk. 100 kr	Ordersärk. 500
3	8	5	16	10

4 Sammanfattning och slutsatser

De simuleringar som genomförts baserade på data från åtta olika fallföretag som ingått i studien visar att den totala kapitalbindningen i lager blir i medeltal storleksordningen 10 procent högre om företagen planerar veckovis i stället för dagligen. Motsvarande siffra för säkerhetslagret är 15 %. Merparten av denna skillnad kommer från artiklar med höga volymvärden respektive med många kundorder per år. Totalt sett svarade de 40 % av artiklarna som hade högst volymvärde och högst kundorderfrekvens för 87 % respektive 74 % av skillnaden. För att realisera den potential att sänka kapitalbindning i lager som finns genom att öka planeringsfrekvensen är det sålunda inte nödvändigt att göra det för alla artiklar i sortimentet. Till största delen kan den realiseras genom en ökning för volymvärdehöga artiklar och/eller för artiklar med hög kundorderfrekvens.

Skillnaderna i kapitalbindning i lager vid veckovis kontra daglig planering är mindre vid långa än vid korta ledtider och vid stora än vid små orderkvantiteter. För de åtta fallföretagen blev kapitalbindningen i säkerhetslager 32 % högre vid en ledtid på 5 dagar jämfört med 5 % högre vid en ledtid på 20 dagar vid användning av veckoplanering jämfört med dagplanering. Motsvarande skillnader i omsättningslager var 8 % högre för orderkvantiteter baserade på en ordersärkostnad på 100 kronor jämfört med 5 % högre för orderkvantiteter baserade på en ordersärkostnad på 500 kronor. Att överväga en övergång till mer högfrekvent planering är följaktligen mer vänssetligt ju kortare ledtider ett företag har. Baserat på resultaten av studien kan man också konstatera att skall man kunna få ut full effekt av en ledtidsreduktion måste man också öka planeringsfrekvensen. Detta gäller i något mindre utsträckning för att få ut full effekt av en reduktion av ordersärkostnader.

Referenser

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

Barret, R. – LaForge, L. (1991) A study of replanning ferquences in a material requirements planning system, Computers & Operations Research, Vol. 18 No. 6.

Filho, M. – Fernandes, F, (2009) A practical method to reduce nervousness and improve performance in MRP-systems, Production and Inventory Management Journal, Vol. 45 No. 2.

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

Ganeshan, R. (2011) The impact of inventory and flow planning parameters on supply chain performance: An exploratory study, International Journal of Production Economics, Vol. 71 No. 1, page 111-118.

Jeffery, M. – Butler, R. – Geiger, C. (2006) An empirical evaluation of inventory planning frequencies based on cost and production stability, IIE Annual Conference, Proceedings.

Jonsson, P. – Mattsson, S-A. (2013) Lagerstyrning i svensk industri: 2013 års användning, användningssätt och trender. Forskningsrapport, Chalmers Tekniska Högskola.

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

Mattsson, S-A. (2013) Användning av tid som parameter vid lagerstyrning, Permatron Research.