

En jämförelse av olika beställningspunktssystem

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

Vid användning av det traditionella beställningspunktssystemet med fast ekonomisk orderkvantitet, det så kallade (s,Q) -systemet, bortser man från att lagersaldo i medeltal alltid är mindre än beställningspunkten när beställning görs. Följaktligen är den ekonomiska orderkvantiteten egentligen för liten eftersom det omsättningslager som orderkvantiteten förorsakar då blir mindre än motsvarande halva orderkvantiteten. En mer korrekt orderkvantitet kan erhållas genom att justera den ekonomiska orderkvantiteten med hjälp av tre olika metoder. Det kan åstadkommas genom att öka den ekonomiska orderkvantiteten med ett beräknat medelöverdrag, dvs med medelvärdet av skillnaden mellan beställningspunkt och lagersaldo vid beställningstillfällena, genom att addera till medelefterfrågan under ett halvt inspektionsintervall eller genom att beräkna orderkvantiteten som skillnaden mellan en återfyllnadsnivå och aktuellt saldo vid beställningstillfället. Det senare alternativet utgör det beställningspunktssystem som kallas (s,S) -systemet. Syftet med den studie som redovisas här är att analysera i vilken utsträckning och under vilka omständigheter kapitalbindning och lagerstyrningskostnader påverkas av att man använder någon av de tre justeringsmetoderna. Syftet är också att analysera vilken av metoderna som är mest effektiv.

Av de erhållna resultaten framgår att en viss minskning av lagerstyrningskostnaderna kan uppnås genom att använda någon av de tre justeringsmetoderna. Minskningen är emellertid tämligen försumbar med ett visst undantag för fall med små ekonomiska orderkvantiteter. De tre justeringsmetoderna medför en viss ökning av kapitalbindningen i lager, speciellt då efterfrågan är hög och jämn. Resultaten visar också att det inte finns några skillnader av intresse mellan de olika justeringsmetoderna, vare sig med avseende på kapitalbindning eller på lagerstyrningskostnader. Den på basis av erhållna resultat enda påtagliga skillnaden mellan beställningspunktssystem med fast ekonomisk orderkvantitet och de tre justeringsmetoderna är att orderkvantiteterna med justeringsmetoderna blir större, speciellt när den ekonomiska orderkvantiteten är liten.

Den slutsats man kan dra av de i studien erhållna resultaten är att det vid praktisk användning av beställningspunktssystem inte finns någon anledning att välja något annat beställningspunktssystem än det traditionella (s,Q) -systemet med fast orderkvantitet med undantag för fall med små orderkvantiteter i förhållande till storleken på kundorderkvantiteterna.

1 Introduktion och syfte

Med beställningspunktssystem menas en lagerstyrningsmetodik som bygger på principen att jämföra aktuellt lagersaldo plus uteliggande order med en referenskvantitet för att avgöra om en ny lagerpåfyllnadsorder skall planeras in. Referenskvantiteten kallas beställningspunkt. Några olika varianter som bygger på denna princip förekommer. Dessa varianter skiljer sig åt med avseende på om och hur lagerpåfyllnadskvantiteten justeras med avseende på hur stort lagersaldot är vid beställningstillfället. Sådana justeringar påverkar både den kapitalbindning och de lagerstyrningskostnader som uppkommer. Som en konsekvens av detta kan därmed olika varianter av beställningspunktssystem med avseende på hur använda orderkvantiteter beräknas vara mer eller mindre effektiva.

Att använda så effektiva metoder som möjligt för att styra materialflöden via lager är alltid av intresse. Det är därmed också av intresse att välja så lämplig metodvariant som möjligt. Syftet med den här studien är att jämföra olika varianter av beställningspunktssystem med avseende på den kapitalbindning och de lagerstyrningskostnader de ger upphov till samt om och under vilka omständigheter skillnaderna är av praktiskt intresse.

Jämförelserna görs för beställningspunktssystem med daglig jämförelse av saldo och beställningspunkt, dvs för så kallade periodinspektionssystem med periodlängd en dag, eftersom detta alternativ är den klart vanligaste varianten i industriella tillämpningar (Jonsson och Mattsson, 2005).

2 Teoretiska utgångspunkter

För det klassiska beställningspunktssystemet eller (s,Q)-systemet används en helt fast ekonomisk orderkvantitet, Q. I detta system tas följaktligen ingen hänsyn till att lagersaldot är under beställningspunkten när beställning sker. Ett alternativt beställningspunktssystem som tar sådan hänsyn är (s,S)-systemet där S utgör den så kallade återfyllnadsnivån. Beställningskvantiteten i (s,S)-systemet sätts lika med skillnaden mellan denna återfyllnadsnivå och lagersaldot vid beställningstillfället. Orderkvantiteten kommer följaktligen att variera från ett beställningstillfälle till ett annat. Återfyllnadsnivån beräknas i praktiken som summan av beställningspunkten och ekonomisk orderkvantitet. Ett mer teoretiskt korrekt men också betydligt mer komplext beräkningsförfarande som tar hänsyn till det ömsesidiga beroendeförhållandet mellan orderkvantitet och säkerhetslager har bland andra presenterats av Silver et al. (1998, sid 332). Man kan under tämligen generella förutsättningar visa att det bästa (s,S)-systemet är minst lika bra som det bästa (s,Q)-systemet (Axsäter, 1991, sid 44).

Ett annat alternativ till att ta hänsyn till att saldot underskrider beställningspunkten vid beställning är att beräkna medelvärdet av sådana överdrag och sedan addera kvantiteten till den ekonomiska orderkvantiteten. Tillvägagångssättet innebär med andra ord att använd orderkvantitet är fast på motsvarande sätt som i (s,Q)-system. Ett enkelt sätt att uppskatta medelöverdraget är att sätta det lika med medelefterfrågan under en halvt inspektionsintervall. Vid lågfrekvent efterfrågan, dvs fall med många perioder utan efterfrågan, måste dock medelvärdet beräknas för de perioder vars efterfrågan är större än

noll eftersom det endast är under dessa perioder som beställningspunkten kan komma att underskridas. Alternativet betecknas nedan som ett (s,Q-p)-system.

Ett mer teoretiskt korrekt värde på medelöverdraget per period kan fås genom att använda följande formel (Mattsson, 2005).

$$\mu_{\text{överdrag}} = \frac{\sigma^2 + \mu^2}{2\mu} - \frac{1}{2} \dots\dots\dots(1)$$

där μ = medelefterfrågan per period
 σ = efterfrågans standardavvikelse per period

Alternativet betecknas nedan som ett (s,Q-ö)-system.

3 Tillvägagångssätt och simuleringsmodell

För att kunna jämföra de alternativa beställningspunktsmetoderna med avseende på kapitalbindning och lagerstyrningskostnader, dvs. summan av lagerhållningskostnader och ordersärkostnader, har simulering använts. Simuleringarna har genomförts i Excel med hjälp av makron skrivna i Visuell Basic. För att också kunna studera i vad mån de olika beställningspunktssystemens effektivitet påverkas av aktuella efterfrågeförhållanden har analyser genomförts för sju olika efterfrågefäll, vardera med tjugo olika artiklar för att undvika risk för ett för stort slumpmässigt inflytande. Antal kundorder per dag, kvantitet per kundorder, efterfrågan per månad samt variationskoefficient under en ledtid på tio dagar framgår av tabell 1.

Tabell 1 Karaktäristik av använda efterfrågefäll

<i>Efterfrågestruktur</i>	<i>Antal kundorder/dag</i>	<i>Kvantitet / kundorder</i>	<i>Efterfrågan per månad</i>	<i>Orderkvantiteter</i>	<i>Variationskoefficient</i>
1	10 per dag	1 - 10	1.100	5,10,20	0,11
2	3 per dag	1 - 10	330	5,10,20	0,21
3	1 per 2 dagar	1 - 10	55	10,20,40	0,51
4	1 per 2 v:or	1 - 10	11	20,40,80	1,13
5	1 per 2 dagar	50 - 200	1.250	10,20,40	0,48
6	1 per 2 dagar	1 - 3	20	10,20,40	0,49
7	1 per 2 mån.	1 - 3	1	70,140,280	2,22

För varje efterfrågefäll och artikel har efterfrågan under sex tusen dagar genererats med utgångspunkt från de i tabellen visade orderfrekvenserna och orderkvantiteterna. Poissonfördelning har använts för att slumpmässigt generera antal kundorder per dag och rektangelfördelning för att bestämma kvantitet per kundorder. Det antas att det går tjugo arbetsdagar per månad och därmed 240 dagar per år.

Tre olika stora orderkvantiteter har analyserats. Motsvarande täcktider i dagar för dessa orderkvantiteter framgår av tabell 1. Ordersärkostnaden har satts till 250 kronor för samtliga artiklar. Med utgångspunkt från dessa orderkvantiteter betraktade som ekonomiska orderkvantiteter och den valda ordersärkostnaden har därefter artikelpris per

styck beräknats. Man kan visa att resultaten av en procentuell jämförelse av kapitalbindning och lagerstyrningskostnader mellan de olika alternativen blir de samma oavsett ordersärkostnadens storlek så länge priset sätts med utgångspunkt från vald ekonomisk orderkvantitet och därmed förhållandet mellan pris och ordersärkostnad är konstant. En fyllnadsgrad på 97 % har använts.

Lagerstyrningskostnaderna har beräknats som summan av medelkapitalbindning i lager gånger en lagerhållningskostnad på 25 % och antalet order per år gånger ordersärkostnaden.

Simuleringarna har genomförts som en kombination av händelsedrivna och diskret simulering. Vid den händelsedrivna simuleringen simuleras under sex tusen dagar uttag, kontroll av beställningspunkter, utläggning av nya lagerpåfyllningsorder, inleveranser samt uppdateringar av saldo och disponibelt saldo. Uppkomna brister restnoteras för senare leverans. Efter varje genomförd simuleringskörning beräknas medelvärden för lagernivåerna och lagerstyrningskostnaderna.

Eftersom beräkningen av nödvändigt säkerhetslager för att uppnå en önskad fyllnadsgradsservice görs med hjälp av en lagerstyrningsmodell som är baserad på vissa förenklande antaganden kan man inte vara helt säker på att erhållen fyllnadsgradsservice blir lika stor som den önskade. Som exempel på sådana antaganden kan nämnas antagandet att efterfrågan är normalfördelad och antagandet att uttagskvantiteterna är ett styck. Speciellt för efterfrågefallen med stora efterfrågevariationer leder dessa antaganden till att erhållen fyllnadsgradsservice blir mindre än den önskade och som säkerhetslagret dimensioneras för. För att säkerställa jämförbarhet har därför den händelsedrivna simuleringen kompletterats med ett diskret. Detta innebär att en första händelsedrivna simulering genomförts med en beställningspunkt baserad på den dimensionerande fyllnadsgradsservicen. Från denna simulering erhålls en viss fyllnadsgradsservice. Är denna fyllnadsgradsservice lägre än den önskade, ökas beställningspunkten med en enhet och en ny händelsedrivna körning genomförs. Simuleringskörningarna fortsätts tills erhållen fyllnadsgradsservice blir lika med eller högre än den önskade.

För att öka validiteten i simuleringarna genererades den dagliga efterfrågan i förväg och sparades i ett Excel-ark i stället för att genereras under simuleringens gång. Simuleringar för att jämföra kapitalbindning i lager och lagerstyrningskostnader kan därigenom genomföras med exakt samma utgångsdata och parvisa jämförelser göras.

4 Resultat och analys

Resultaten från de genomförda simuleringarna med avseende på skillnader i kapitalbindning och lagerstyrningskostnader redovisas i tabellerna 2 och 3. I tabell 2 visas hur många procent kapitalbindningen förändras vid användning av de tre olika beställningspunktssystemen för vilka den ekonomiska orderkvantiteten justeras för att lagersaldot underskrider beställningspunkten jämfört med att behålla en oförändrad fast ekonomisk orderkvantitet, dvs använda ett (s,Q)-system. Som framgår av tabellen blir kapitalbindning något högre, främst för de två efterfrågefallen med högst och jämnast efterfrågan och vid små ekonomiska orderkvantiteter. Att ökningen är störst för fallen med hög och jämn efterfrågan är förväntad eftersom omsättningslagret vid sådana efterfrågeförhållanden står för en större andel av den totala kapitalbindningen än vad det gör för efter-

frågefall med lägre och mer varierande efterfrågan. Resultaten visar också att det inte föreligger några nämnvärda skillnader med avseende på kapitalbindning mellan de olika justeringsalternativen.

Tabell 2 Procentuella skillnader i kapitalbindning mellan olika justeringsalternativ och (s,Q)-system vid olika stora ekonomiska orderkvantiteter

Efterfr. struktur	Liten orderkvantitet			Medelstor orderkvant.			Stor orderkvantitet		
	s,S	s,Q-ö	S,Q-p	s,S	s,Q-ö	s,Q-p	s,S	s,Q-ö	s,Q-p
1	6	6	6	5	5	4	3	3	2
2	4	4	3	4	4	4	3	3	2
3	2	1	2	3	4	3	3	3	2
4	4	2	2	4	3	3	4	5	2
5	3	3	3	5	4	4	3	3	2
6	0	0	2	2	2	3	1	1	3
7	2	3	3	-1	1	2	3	3	5

Skillnaderna med avseende på lagerstyrningskostnader redovisas i tabell 3. Som framgår av tabellen är skillnaderna tämligen små. I praktiskt taget samliga fall blir de oförändrade eller endast någon enstaka procent mindre om man använder någon av justeringsmetoderna. Skillnaderna blir något större ju mindre de ekonomiska orderkvantiteterna är. De inbördes skillnaderna mellan de tre justeringsalternativen är i huvudsak försumbara. Att skillnaderna i lagerstyrningskostnader är mer försumbara än skillnaderna i kapitalbindning är förväntad med tanke på att kurvan för lagerstyrningskostnader som funktion av orderkvantitet är mycket flack.

Tabell 3 Procentuella skillnader i lagerstyrningskostnader mellan olika justeringsalternativ och (s,Q)-system vid olika stora ekonomiska orderkvantiteter

Efterfr. struktur	Liten orderkvantitet			Medelstor orderkvant.			Stor orderkvantitet		
	s,S	s,Q-ö	S,Q-p	s,S	s,Q-ö	s,Q-p	s,S	s,Q-ö	s,Q-p
1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0
2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0
3	-2	-3	-2	-1	0	0	0	0	-1
4	-2	-3	-3	-1	-1	-2	0	-1	-2
5	-2	-2	-1	0	-1	0	0	0	0
6	-3	-3	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0
7	-3	-1	-1	-4	-4	-4	-1	-2	-1

Erhållna procentuella skillnader mellan i medeltal använda orderkvantiteter och den ekonomiska orderkvantiteten för de olika justeringsalternativen visas i tabell 4. Av tabellen framgår att skillnaderna är störst för efterfrågefall med stora efterfrågevariationer. Detta är förväntat eftersom överdragen blir större ju större efterfrågevariationerna är. Tabellen visar också att skillnaderna är klart större när den ekonomiska orderkvantiteten är liten. Även detta är förväntat eftersom överdragsjusteringarna är de samma oavsett storleken på den ekonomiska orderkvantiteten. De blir därför mindre relativt den ekonomiska orderkvantiteten. Inga intressanta skillnader föreligger mellan de olika justeringsalternativen.

Tabell 4 Procentuella skillnader i medelorderkvantiteter mellan olika justeringsalternativ och (s,Q)-system vid olika stora ekonomiska orderkvantiteter

<i>Efterfr. struktur</i>	<i>Liten orderkvantitet</i>			<i>Medelstor orderkvant.</i>			<i>Stor orderkvantitet</i>		
	<i>s,S</i>	<i>s,Q-ö</i>	<i>S,Q-p</i>	<i>s,S</i>	<i>s,Q-ö</i>	<i>s,Q-p</i>	<i>s,S</i>	<i>s,Q-ö</i>	<i>s,Q-p</i>
1	11	11	10	5	5	5	3	3	2
2	14	14	11	7	7	5	3	3	3
3	15	16	13	8	8	7	4	4	3
4	26	21	25	12	11	13	6	5	6
5	15	15	13	8	8	6	4	4	3
6	10	10	12	5	5	6	3	3	3
7	19	33	33	12	17	17	6	8	8

5 Slutsatser

I den här studien har en analys av tre olika varianter av beställningspunktssystem genomförts. De olika varianterna skiljer sig åt med avseende på hur hänsyn vid bestämning av orderkvantiteter tas till att lagersaldot mer eller mindre alltid underskrider beställningspunkten vid beställningstillfället och har jämförts med ett beställningspunktssystem utan orderkvantitetsanpassning. Av de erhållna resultaten framgår, att en viss minskning av lagerstyrningskostnaderna kan uppnås genom att använda någon av de tre metoder som innebär en justering av den ekonomiska orderkvantiteten. Minskningen är emellertid näst intill försumbar med ett visst undantag för fall med små ekonomiska orderkvantiteter. De tre justeringsmetoderna medför en viss ökning av kapitalbindningen i lager, speciellt då efterfrågan är hög och jämn. Från praktiska utgångspunkter kan därför beställningspunktssystem med ekonomisk orderkvantitet utan justering, dvs (s,Q)-systemet, i de flesta sammanhang betraktas som likvärdigt med de tre beställningspunktssystem som innebär en justering av orderkvantiteten.

De erhållna resultaten påvisar inte heller några skillnader av intresse mellan de olika justeringsmetoderna, vare sig med avseende på kapitalbindning eller på lagerstyrningskostnader. Den mest påtagliga skillnaden mellan beställningspunktssystem med fast ekonomisk orderkvantitet och de tre justeringsmetoderna är att orderkvantiteterna med justeringsmetoderna blir större, speciellt när den ekonomiska orderkvantiteten är liten.

Den slutsats man kan dra av de i studien erhållna resultaten är att det vid praktisk användning av beställningspunktssystem med undantag för fall med små orderkvantiteter i förhållande till storleken på kundorderkvantiteterna inte finns någon anledning att välja något annat beställningspunktssystem än det traditionella (s,Q)-systemet med fast ekonomisk orderkvantitet.

Referenser

Axsäter, S. (1991) Lagerstyrning, Studentlitteratur.

Jonsson, P. - Mattsson, S-A. (2005) Materialplaneringsmetoder i svensk industri – Användning och användningssätt, Forskningsrapport, Logistikföreningen PLAN.

Mattsson, S-A. (2005) Överdrag i beställningspunktssystem, Forskningsrapport, Teknisk logistik, Lunds Universitet.

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