

Beräkning av orderkvantiteter för lågomsatta artiklar

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

Ett av lagerstyrningens grundproblem är att bestämma lämplig orderkvantitet för att fylla på lager. Sedan många år finns det ett stort antal metoder som kan användas för att beräkna i någon mening optimala orderkvantiteter. Den mest kända och använda metoden är Wilsons formel som precis som många andra metoder bygger på antagandet att efterfrågan är kontinuerlig. I planeringsmiljöer med lågfrekvent efterfrågan, dvs. vid så kallad lumpy demand, är efterfrågan diskret och därför detta antagande inte särskilt rimligt. Ett typiskt exempel där sådan efterfrågan förekommer är vid reservdelsdistribution. De metoder som utgår från diskreta behov, exempelvis metoden Lägsta enhetskostnad, är inte heller användbara eftersom de bygger på tillgång till information om diskreta behov framåt i tiden, exempelvis i form av reservationer eller nedbrutna behov från överliggande strukturnivåer med hjälp av materialbehovsplanering.

Mot denna bakgrund är det av intresse att studera i vilken utsträckning existerande metoder kan modifieras och nya metoder utvecklas så att man får en bättre överensstämmelse mellan de antaganden som modellerna bygger på och verklighetens förhållanden. Syftet med det projekt som avrapporteras här är att åstadkomma detta genom att modifiera existerande metoder och utveckla nya. Det är också att testa metodernas förmåga att ge rimligt optimala orderkvantiteter med hjälp av simulering.

Fyra olika partiformningsmetoder har utvecklats och testats. Resultaten av testerna visar att en modifierad och kompletterad Lägsta enhetskostnadsmetod ger klart bäst resultat och att skillnaderna relativt simulerat optimal orderkvantitet endast är enstaka procent. Wilsons formel kan betraktas som näst bäst men ger påtagligt för små orderkvantiteter jämfört med de med simulering beräknade optimala, i genomsnitt cirka 25 % över alla efterfrågestrukturer och förhållanden mellan ordersärkostnad och artikelpris. Om av olika anledningar metoden Lägsta enhetskostnad inte kan användas och man därför vill använda Wilsons formel bör de beräknade orderkvantiteterna ökas med i snitt storleksordningen 25 %. Att öka de beräknade kvantiteterna är speciellt väsentligt när artikelpriset är högt i förhållande till ordersärkostnaden och det är fråga om få uttag per år respektive stora kvantiteter per kundorder.

1 Bakgrund och syfte

Det finns sedan många år ett stort antal metoder som kan användas för att beräkna i någon mening optimala orderkvantiteter. Dessa metoder kan grovt delas in i metoder som

bygger på antagandet att efterfrågan är kontinuerlig och sådana som bygger på antagandet att efterfrågan består av enstaka diskreta behov. Den mest kända och använda metoden som bygger på kontinuerlig efterfrågan är Wilsons formel. Av metoderna som utgår från diskreta behov kan exempelvis lägsta enhetskostnadsmetoden nämnas.

Utöver att de båda kategorierna metoder skiljer sig åt med avseende på typ av efterfrågan föreligger det också skillnader med avseende på i vilken utsträckning de kan baseras på efterfrågeuppskattningar som härrör från historisk efterfrågan, dvs i princip prognoser eller kräver detaljerad och periodiserad information om framtida efterfrågan för att vara möjliga att använda. De kontinuerliga metoderna kan baseras på prognoser om framtida efterfrågan medan de diskreta för att ge något mervärde kräver information om kända framtida diskreta behov i form av reservationer från kundorder eller tillverkningsorder alternativt i form av nedbrutna behov via materialbehovsplanering och som stäcker sig ganska långt in i framtiden.

I de fall man inte har detaljerad information om i princip kända diskreta behov med acceptabel framförhållning måste man följaktligen förlita sig på metoder som bygger på prognoser och som kan antas ha kontinuerlig efterfrågefördelning. Vid mycket lågfrekvent efterfrågan, dvs. vid så kallad lumpy demand, är detta antagande inte helt rimligt. Ett typiskt exempel där sådan efterfrågan förekommer är vid reservdelsdistribution. Mot denna bakgrund är det av intresse att studera i vilken utsträckning existerande metoder kan modifieras och nya metoder utvecklas så att man får en bättre överensstämmelse mellan de antagande som metodernas modeller bygger på och verklighetens förhållanden.

Syftet med det projekt som avrapporteras här är att modifiera existerande metoder och utveckla nya så att man får en bättre motsvarighet mellan modellantaganden och verklighet. Det är också att testa metodernas förmåga att ge rimligt optimala orderkvantiteter med hjälp av simulering.

Studien avser fallet att artiklar skall lagerhållas för att möjliggöra korta leveranstider och att det förekommer ett säkerhetslager för att säkerställa en acceptabel servicenivå. Optimala orderkvantiteter och säkerhetslager är beroende av varandra. Det innebär därför en förenkling att beräkna dem var för sig separat. Så görs emellertid alltid i praktiken. På grund av detta och eftersom samtidig beräkning är mycket komplicerad och dessutom kräver ett iterativt förfarande inkluderas endast metoder som utgår från att orderkvantitet och säkerhetslager kan beräknas var för sig. Vid utvärderingen med hjälp av simulering beaktas emellertid konsekvenserna av separat beräkningar.

2 Teoretiska utgångspunkter

Det problem som behandlas i det här projektet kan förefalla vara ett partiformningsproblem i allmänhet som kan lösas på samma sätt som alla andra partiformningsproblem. För sådana problem finns det en omfattande litteratur att tillgå. Som framgick ovan är det emellertid inte givet att dessa metoder är rimligt användbara för att bestämma ekonomisk orderkvantitet i den planeringsmiljö det är fråga om här. Framför allt beror detta på att antalet kundorder per år och därmed antal förbrukningstillfällen av naturliga skäl är mycket få och därmed efterfrågan långt ifrån kontinuerlig. Ingen metod som exakt motsvarar det ovan formulerade problemet har hittats.

2.1 Metoder med kontinuerlig efterfrågan

Den efterfrågebild som det är fråga om i det här sammanhanget avviker avsevärt från det antagande om kontinuerlig och konstant efterfrågan som Wilsons formel för beräkning av ekonomisk orderkvantitet bygger på. Summa ordersärkostnader och lagerhållningssärkostnader är emellertid tämligen okänsliga för avvikelser i optimal orderkvantitet. Detta framgår exempelvis av att kurvan för kostnadsfunktionen är mycket flack. Det kan därför vara motiverat att i de tester som genomförs i det här projektet också inkludera denna metod som ett alternativ till partiformning i den planeringsmiljö det är fråga om här.

Enligt Wilsons formel är ekonomisk orderkvantitet lika med.

$$EOK = \sqrt{\frac{2 \cdot O \cdot E}{P \cdot r}}$$

där O = ordersärkostnaden
 E = efterfrågan per år
 P = pris per styck
 r = lagerhållningsfaktorn i % per år

Eftersom andra metoder som bygger på kontinuerlig efterfrågan för bestämning av ekonomisk orderkvantitet är försumbart använda i praktiken har de metoder som inkluderas i den här utvärderingen begränsats till Wilsons formel. Det mycket tveksamma antagandet om kontinuerlig efterfrågan gör det inte heller särskilt motiverande att testa mer avancerade metoder som bygger på samma antagande.

Som framgick ovan bör egentligen orderkvantiteten och säkerhetslagrets storlek beräknas samtidigt. Beräknas de separat och utan hänsyn till ömsesidiga samband blir orderkvantiteterna mindre och säkerhetslagren större än om variablerna beräknas separat och de totala lagerstyrningskostnaderna blir högre.

Det kan följaktligen vara önskvärt att vid beräkning av optimal orderkvantitet ta hänsyn till det ömsesidiga beroendet mellan orderkvantitet och säkerhetslager. Tersine (1994, sid 269) har redovisat en modell och beräkningssätt som möjliggör detta. Den bygger emellertid på att bristkostnader kan uppskattas. Den är också beräkningsmässigt komplicerad och kräver ett iterativt förfarande. Metoden har därför inte inkluderats här. En mer praktiskt användbar men mycket förenklad metod som har redovisats av Brown (1977, sid 220). Den innebär att man först beräknar ekonomisk orderkvantitet med hjälp av Wilsons formel. Därefter väljer man den orderkvantitet som är störst av denna beräknade orderkvantitet och den orderkvantitet som motsvarar standardavvikelsen under ledtid. Med hjälp av denna komplettering undviker man att få alltför stora skillnader mellan optimala och med Wilsons formel beräknade orderkvantiteter för artiklar med stora efterfrågevariationer, dvs för artiklar med stora standardavvikelser. Brown menar att man med denna korrigerad av Wilsons formel kommer så nära en optimal orderkvantitet att det inte är värt besväret att tillämpa ett noggrannare beräkningsförfarande.

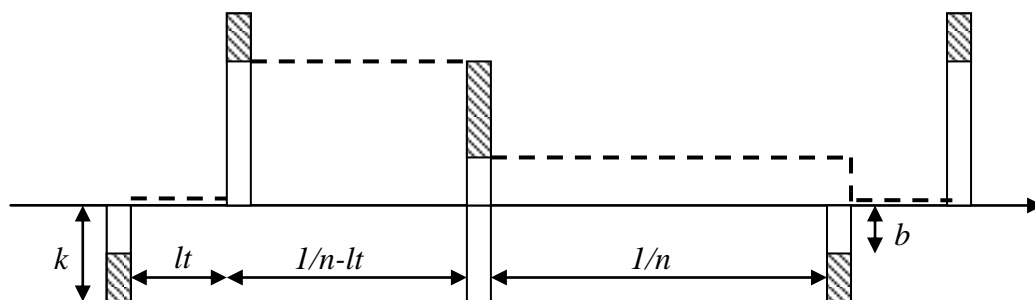
2.2 Metoder för diskret efterfrågan

Alla de metoder som utgår från antagande om diskret efterfrågan och som hittats i litteraturen bygger på diskreta behov i form av reservationer eller nedbrutna behov från överliggande strukturnivåer. En ny metod och en modifiering av en existerande metod har därför utvecklats och testats här. I båda fallen baseras metoderna på att man på basis av historik kan uppskatta medeltiden mellan kundorder och medelorderkvantiteter samt att beräkningarna kan utgå från att efterfrågan utgörs av kundorder som erhålls med dessa intervall och avser kvantiteter motsvarande dessa medelorderkvantiteter.

Följande antaganden ligger i övrigt till grund för metodutvecklingen.

- Tiden från order till uttag från lager och leverans är noll i den utsträckning det finns artiklar i lager. I övrigt är den lika med återanskaffningstiden.
- Återanskaffningstiden antas vara mindre än tiden mellan två på varandra följande kundorder.
- I den modell som metoden bygger på antas alla kundorder avse medelvärdet av de historiska kundorderkvantiteterna och tiden mellan på varandra följande kundorder alltid vara lika lång.

Flödet av in- och utleveranser från lagret under en lagercykel med två kundorder kan illustreras enligt figur 1. Återfyllnadskvantiteten är lika med två kundorderkvantiteter, dvs varje inleverans täcker två kundorder. Rektanglarna under den horisontella linjen avser kundorder. Blank del avser kvantitet som kunnat levereras och streckad del restnoterad kvantitet. Rektanglarna ovanför den horisontella linjen avser inleveranser och vad som finns i lager efter uttag till kundorder. Blank del avser kvantitet efter inleverans och uttag och streckad del uttagen kvantitet från senast erhållna order. Streckad linje avser lagrets storlek under lagercykeln.



Figur 1 Illustration av in- och utleveranser från lager när varje lagerpåfyllnadsorder motsvarar behovet från två kundorder

Följande beteckningar förekommer i figuren och används i nedanstående härledning av en beslutsmodell för val av anskaffningsstrategi.

lt = återanskaffningstid för påfyllning av lager

n = antalet kundorder per år för artikeln

k = kvantitet i medeltal per kundorder för artikeln

b = bristkvantitet i medeltal när kundorder inte kunnat fullevereras

Kapitalbindningen i styck i medeltal under en lagercykel blir då lika med

$$\frac{0 \cdot lt + (2 \cdot k - b) \cdot (1/n - lt) + (k - b) \cdot 1/n}{2 \cdot 1/n} \text{ eftersom } 1/n \text{ är lika med tiden mellan två på}$$

varandra följande kundorder och varje lagerpåfyllning motsvarar två kundorder.

Om artikelns pris per styck sätts till p och lagerhållningsfaktorn till r blir lagerhållningskostnaden per år för två kundorder per lagercykel lika med.

$$n \cdot p \cdot r \cdot \frac{0 \cdot lt + (2 \cdot k - b) \cdot (1/n - lt) + (k - b) \cdot 1/n}{2} = p \cdot r \cdot \left[\frac{3 \cdot k}{2} - b - \left(1 - \frac{b}{2 \cdot k}\right) \cdot k \cdot n \cdot lt \right]$$

För fallet med tre kundorder per lagercykel erhålls på motsvarande sätt följande kapitalbindning i medeltal per lagercykel:

$$\frac{0 \cdot lt + (3 \cdot k - b) \cdot (1/n - lt) + (2 \cdot k - b) \cdot 1/n + (k - b) \cdot 1/n}{3 \cdot 1/n} \text{ och lagerhållningskostnad}$$

per år

$$p \cdot r \cdot \left[\frac{6 \cdot k}{3} - b - \left(1 - \frac{b}{3 \cdot k}\right) \cdot k \cdot n \cdot lt \right]$$

Med hjälp av funktionsanpassning kan uttrycket generaliseras till att gälla x kundorder per lagercykel.

$$p \cdot r \cdot \left[\frac{(x+1) \cdot k}{2} - b - \left(1 - \frac{b}{x \cdot k}\right) \cdot k \cdot n \cdot lt \right]$$

Vid optimal orderkvantitet beräknad med hjälp av Wilsons formel är ordersärkostnaden lika med lagerhållningssärkostnaden. Genom att utnyttja detta förhållande kan ekonomisk orderkvantitet uttryckt som antal medelkundorderkvantiteter beräknas med hjälp av följande ekvation.

$$p \cdot r \cdot \left[\frac{(x+1) \cdot k}{2} - b - \left(1 - \frac{b}{x \cdot k}\right) \cdot k \cdot n \cdot lt \right] = \frac{n \cdot S}{x} \text{ där } S \text{ är lika med ordersärkostnaden.}$$

Eftersom efterfrågan per år, d , är lika med $k \cdot n$ fås följande ekvation

$$x^2 + x \cdot \left[1 - \frac{2 \cdot b}{k} - \frac{2 \cdot d \cdot lt}{k} \right] + \frac{2 \cdot b \cdot d \cdot lt}{k \cdot k} - \frac{2 \cdot d \cdot S}{k \cdot k \cdot p \cdot r} = 0$$

Genom att anta att b i medeltal är lika med halva kundorderkvantiteten kan uttrycket förenklas enligt följande¹.

$$x^2 + x \cdot \left[\frac{2 \cdot d \cdot lt}{k} \right] + \frac{d \cdot lt}{k} - \frac{2 \cdot d \cdot S}{k \cdot k \cdot p \cdot r} = 0$$

Eftersom orderkvantiteten är lika med $x \cdot k$ kan ekonomisk orderkvantitet beräknas med hjälp av följande uttryck:

$$EOK = -d \cdot lt + k \cdot \sqrt{\frac{(2 \cdot d \cdot lt)^2}{4 \cdot k \cdot k} + \frac{2 \cdot d \cdot S}{k \cdot k \cdot p \cdot r} - \frac{d \cdot lt}{k}}$$

Om efterfrågan per år är liten och ledtiden kort kan man bortse från termen $d \cdot lt$. Ekonomisk orderkvantitet härledd på det här sättet blir då identisk med ekonomisk orderkvantitet enligt Wilsons formel.

För fall med diskret efterfrågan finns ett antal metoder för att beräkna ekonomisk orderkvantitet publicerade i litteraturen. De är emellertid avsedda för fall med kända eller i huvudsak kända diskreta behov under en ej försumbar period in i framtiden. Detta är inte fallet i den här aktuella planeringsmiljön. De är därför inte direkt användbara. Om man emellertid gör samma antaganden som ovan, dvs. att förväntade diskreta behov kan ersättas med medelorderkvantiteter och medelintervall mellan kundorder, kan metoderna tillämpas även här.

Dessa metoder som är avsedda för diskret efterfrågan, exempelvis Lägsta totalkostnadsmetoden, Lägsta enhetskostnadsmetoden och Silver-Meals metod, bygger alla på att ordersärkostnaderna är lika med lagerhållningssärkostnaderna vid optimal orderkvantitet. Se exempelvis Oden – Langenwalter – Lucier (1993, sid 171). Denna egenskap kan också användas i det här sammanhanget. Av de olika metoderna har Lägsta enhetskostnadsmetoden valts. Beräkningarna enligt denna metod utförs stegvis med successivt fler och fler inkluderade diskreta behov. I varje steg beräknas summan av ordersärkostnader och lagerhållningssärkostnader per anskaffad enhet. Beräkningarna pågår steg för steg tills kostnaden i ett beräkningssteg blir större än kostnaden i föregående. Det normala är att den orderkvantitet som gäller i det näst sista steget sätts till optimal orderkvantitet. Se exempelvis Oden – Langenwalter – Lucier (1993, sid 171), Fogarty – Blackstone – Hoffmann (1991, sid 346) och Silver – Pyke – Peterson (1998, sid 214). Eftersom behov uppträder mycket sporadiskt över året i det sammanhang som avses här, har metoden modifierats så att orderkvantiteten i stället erhålls genom interpolation mellan orderkvantiteterna i det sista och näst sista genomförda steget. Summa kostnader per anskaffad enhet i respektive steg blir följande för de tre första stegen om man utgår från att det förekommer n kundorder per år och att medelkvantiteten per kundorder är k .

Steg 1: $\frac{S}{k}$

¹ Kompletterande simuleringar har visat att detta är ett i sammanhanget mycket rimligt antagande.

$$\text{Steg 2: } \frac{S + k \cdot 1/n \cdot p \cdot r}{2 \cdot k}$$

$$\text{Steg 3: } \frac{S + 2 \cdot k \cdot 1/n \cdot p \cdot r + k \cdot 1/n \cdot p \cdot r}{3 \cdot k}$$

3 Simuleringsmodell för utvärdering av de olika partiformningsmetoderna

I föregående avsnitt redovisades fyra olika metoder för partiformning. För att utvärdera hur väl dessa metoder stämmer vid olika leveranstider och för olika efterfrågestrukturer har diskret simulering med hjälp av Excel och makroprogram skrivna i Visual Basic använts. Diskret simulering innebär i motsats till händelsestyrd simulering att simuleringar itereras fram steg för steg och att resultatet efter varje steg beräknas. Stegen avser i det här fallet successivt ökande orderkvantiteter. De resultat som beräknas är summa lagerhållningssärkostnader, inklusive kostnader för säkerhetslager, och ordersärkostnader. Den orderkvantitet som ger lägst kostnadssumma betraktas som optimal simulerad orderkvantitet.

För att kunna genomföra simuleringarna har olika typer av efterfrågan genererats teoretiskt. Denna efterfrågan har skapats genom att kombinera slumpmässigt bestämda kundorderkvantiteter med slumpmässigt bestämda antal kundorder per dag för att den skall bli så verklighetsnära som möjligt. Poissonfördelning har valts för att generera antal kundorder per dag, dvs kundorder antas erhållas slumpmässigt, och rektangelfördelning för att bestämma kundorderkvantiteter. Sexton olika efterfrågestrukturer har skapats enligt tabell 1, vardera med 10 olika artiklar. Sammantaget har följaktligen 160 olika artiklar simulerats. Uppgifterna i de fyra sista kolumnerna avser efterfrågan per år. Ledtiden för återanskaffning har satts till 10 dagar.

Tabell 1 Efterfrågestrukturer använda vid simuleringarna

Kvantitet per order	Medelkvant. per order	Antal kundorder per år			
		2	4	8	12
1-5	3	6	12	24	36
1-9	5	10	20	40	60
11-29	20	40	80	160	240
21-49	35	70	140	280	420

För varje efterfrågestruktur har också nio kombinationer av pris per styck och ordersärkostnad i kronor för respektive artikel använts enligt tabell 2. I samtliga fall har en lagerhållningsfaktor på 25 % använts.

Tabell 2 Använda kombinationer av priser och ordersärkostnader vid simuleringarna

<i>Pris per styck</i>	<i>Ordersärkostnad</i>
100 kr	900 kr
100 kr	600 kr
100 kr	300 kr
300 kr	300 kr
600 kr	300 kr
900 kr	300 kr

Vid simuleringarna simuleras dagliga uttag, kontroller mot beställningspunkter, utläggning av nya lagerpåfyllnadsorder, inleveranser samt uppdateringar av saldo och disponibelt saldo. Simuleringarna har omfattat 10 år motsvarande 2400 dagar. Vid simuleringarna har ett (s,Q)-system med en beställningspunkt som beräknats baserat på 97 % fyllnadsgradsservice använts.

4 Resultat och analys

Med hjälp av simuleringssmodellen har noggrannheten i de fyra olika metoderna för partiformning enligt avsnitt 2 analyserats. Detta har åstadkommit genom att för olika efterfrågestrukturer och förhållanden mellan ordersärkostnader och artikelpriser jämföra de orderkvantiteter som erhålls med respektive metod och de som erhålls med hjälp av simulering. De genom simuleringen beräknade orderkvantiteterna betraktas här som optimala och motsvarar den orderkvantitet som minimerar summan av ordersärkostnader och lagerhållningssärkostnader för både omsättningslager och säkerhetslager under den simulerade perioden.

Jämförelserna har gjorts på två sätt. Den ena jämförelsen avser hur många procent av de analyserade artiklarna vars orderkvantiteter ger upphov till en summa av ordersärkostnader och lagerhållningssärkostnader som ligger inom de via simulering optimalt erhållna kostnaderna plus 10 %. Resultaten från denna jämförelse redovisas i tabell 3. Den andra jämförelsen avser skillnader mellan erhållna optimala orderkvantiteter enligt simuleringarna och de som erhålls med respektive partiformningsmetod i % av de optimala i medeltal för alla de 160 analyserade artiklarna. Dessa resultat redovisas i tabell 4.

Resultaten av simuleringarna visar att den ovan nämnda, av Brown rekommenderade kompletteringen av Wilsons formel, endast påverkar orderkvantiteten för några enstaka artiklar och förhållanden ordersärkostnad/artikelpris. Totalt sett var kompletteringen av helt försumbar betydelse. Resultaten för denna metod redovisas därför inte här.

Tabell 3 Procentandel artiklar vars orderkvantiteter ger upphov till ordersärkostnader och lagerhållningssärkostnader som inte ligger mer än tio procent över de enligt simuleringen optimala

<i>Partiformningsmetod</i>	<i>Ordersärkostnad i förhållande till pris</i>					
	<i>900/100</i>	<i>600/100</i>	<i>300/100</i>	<i>300/300</i>	<i>300/600</i>	<i>300/900</i>
Wilssons formel	88	84	79	69	52	38
Diskreta medelbehov	84	78	67	39	22	14
Lägsta enhetskostnad	88	92	94	94	89	87

Av tabell 3 framgår att skillnaderna mellan metoderna är avsevärda. Medelandelens artiklar med lagerstyrningskostnader inom tio procent över de optimala för samtliga ordersärkostnads/pris-förhållanden är 51, 68 respektive 91 % för de tre redovisade partiformningsmetoderna, dvs Lägsta enhetskostnadsmetoden är klar bäst. Speciellt är skillnaderna stora för låga ordersärkostnads/pris-förhållanden. För fallen att ordersärkostnaden är hög i förhållande till artikelpriset är skillnaderna mer måttliga.

Resultaten med avseende på skillnader i medeltal mellan de erhållna optimala kvantiteterna och de som erhålls med respektive partiformningsmetod i % av de optimala visas i tabell 4. Även med avseende på det här jämförelsemåttet är metoden Lägsta enhetskostnad överlägset bäst. Medelskillnaderna sett över samtliga ordersärkostnads/pris-förhållanden är 36, 26 respektive 4 %. Med andra ord medför båda Wilsons formel och Diskreta medelbehov påtagligt för små orderkvantiteter medan skillnaderna om Lägsta enhetskostnadsmetoden används för praktiskt bruk är försumbara.

Tabell 4 Skillnader i medeltal mellan de erhållna optimala orderkvantiteterna och de som erhålls med respektive partiformningsmetod i % av de enligt simuleringen optimala

<i>Partiformningsmetod</i>	<i>Ordersärkostnad i förhållande till pris</i>					
	<i>900/100</i>	<i>600/100</i>	<i>300/100</i>	<i>300/300</i>	<i>300/600</i>	<i>300/900</i>
Wilssons formel	16	18	23	28	34	37
Diskreta medelbehov	20	23	30	40	49	56
Lägsta enhetskostnad	7	9	9	4	0	-5

Om av olika anledningar metoden Lägsta enhetskostnad inte kan användas, är baserat på simuleringsresultaten Wilsons formel den mest användbara. Väljs Wilson formel för de efterfrågestrukturer det är fråga om här kan det vara lämpligt att öka den beräknade kvantiteten med storleksordningen 25 % för att kostnadsmässigt komma närmre optimala orderkvantiteter.

För att närmre studera hur väl Lägsta enhetskostnadsmetoden fungerar vid olika efterfrågestrukturer har ytterligare analyser gjorts. Resultaten i form av skillnader i medeltal mellan de erhållna optimala orderkvantiteterna och de som erhålls med respektive partiformningsmetod i % av de optimala redovisas i tabell 5 för olika antal uttag per år och oavsett kvantitet per kundorder och i tabell 6 för olika stora kvantiteter per kundorder och oavsett antal uttag per år.

Tabell 5 Skillnader i medeltal mellan de erhållna optimala orderkvantiteterna och de som erhålls med lägsta enhetskostnadsmetoden i % av de optimala för olika antal uttag per år

Antal uttag per år	Ordersärkostnad i förhållande till pris					
	900/100	600/100	300/100	300/300	300/600	300/900
2	8	7	9	-1	-15	-14
4	4	14	9	6	1	-10
8	7	8	8	3	8	-6
12	8	6	9	40	5	9

Tabell 6 Skillnader i medeltal mellan de erhållna optimala orderkvantiteterna och de som erhålls med lägsta enhetskostnadsmetoden i % av de optimala för olika kvantiteter per kundorder

Antal uttag per år	Ordersärkostnad i förhållande till pris					
	900/100	600/100	300/100	300/300	300/600	300/900
2	5	7	6	5	1	4
4	12	10	9	6	2	0
8	3	7	11	10	0	-8
12	8	11	8	-4	-4	-15

Som framgår av tabellerna föreligger det vissa skillnader i avvikelser från optimal orderkvantitet som funktion av efterfrågestruktur i form av antal uttag per år respektive kvantitet per order. Speciellt kan det noteras att metoden Lägsta enhetskostnad tenderar att i större utsträckning ge för stora orderkvantiteter vid låga ordersärkostnads/pris-förhållanden och få uttag per år respektive stora kvantiteter per kundorder medan det motsatta förhållandet i viss utsträckning gäller för höga ordersärkostnads/pris-förhållanden.

Motsvarande analyser har genomförts för Wilsons formel. Från dessa analyser kan det konstateras att metoden ger åtskilligt för låga orderkvantiteter vid låga ordersärkostnads/pris-förhållanden, dvs när artikelpriset är högt i förhållande till ordersärkostnaden, och få uttag per år respektive stora kvantiteter per kundorder. Skillnaderna ligger i storleksordningen 35 – 50 % för de tre fallen med lägst ordersärkostnads/pris-förhållanden.

5 Sammanfattning och slutsatser

De metoder för bestämning av ekonomiska orderkvantiteter som vanligtvis används i industrin utgår från antagandet att efterfrågan är kontinuerlig och att brister inte inträffar. Dessa antaganden stämmer dåligt överens med de lagerstyrningsförhållanden som karakteriseras av mycket få order per år. Fyra olika partiformningsmetoder har utvecklats och testats i den här typen av planeringsmiljö. Resultaten av testerna visar att en modifierad och kompletterad Lägsta enhetskostnadsmetod ger klart bäst resultat och att skillnaderna relativt simulerat optimal orderkvantitet endast är enstaka procent. Wilsons formel kan betraktas som näst bäst men ger påtagligt för små orderkvantiteter jämfört med de med simulering beräknade optimala orderkvantiteterna, i genomsnitt cirka 25 % över alla testade efterfrågestrukturer och ordersärkostnads/pris-förhållanden. Om av olika anledningar metoden Lägsta enhetskostnad inte kan användas och man därför vill

använda Wilsons formel bör de beräknade orderkvantiteterna ökas med i snitt storleksordningen 25 %. Att öka de beräknade kvantiteterna är speciellt väsentligt vid låga ordersärkostnads/pris-förhållanden och få uttag per år respektive stora kvantiteter per kundorder.

Referenser

Brown, R. (1977) *Materials management systems*, John Wiley & Sons.

Fogarty, D. – Blackstone, J. – Hoffmann, T. (1991) *Production and inventory management*, South-Western Publishing Co.

Mattsson, S-A. (2005) *Samband mellan säkerhetslager och orderstorlek*, Forskningsrapport, Teknisk logistik, Lunds Universitet.

Oden, H. – Langenwalter, G. – Lucier, R. (1993) *Handbook of material & capacity requirements planning*, McGraw-Hill.

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

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