
B 43

Ledtidsanpassa standardavvikelser för efterfrågevariationer

I affärssystem brukar standardavvikelser för efterfrågevariationer eller prognosfel beräknas per prognosperiod, vanligtvis per månad eller fyraveckorsperiod. Speciellt vanligt är detta när standardavvikelsen avser prognosfel eftersom nya prognoser oftast tas fram med sådana intervall. Vid säkerhetslagerberäkning krävs emellertid uppgifter om standardavvikelsen under ledtid som i regel inte är lika lång som använd beräkningsperiod. Man måste därför konvertera standardavvikelsen per period till standardavvikelsen under ledtid. Detta gäller även om standardavvikelserna beräknas per dag, vecka eller annan periodlängd.

I denna handboksdel beskrivs hur standardavvikelser för efterfrågevariationer per period kan räknas om till standardavvikelser för efterfrågevariationer under ledtid. En metod för direktberäkning av standardavvikelser under ledtid presenteras också. Dessutom redovisas en jämförelse mellan olika sätt att beräkna ledtidsbaserade standardavvikelser för efterfrågevariationer samt hur ledtidsanpassning av standardavvikelser påverkas då det förekommer inslag av cykliska efterfrågemönster.

1 Omräkning från period till ledtid

Under förutsättning att ledtiden är konstant gäller följande samband mellan standardavvikelsen för efterfrågevariationer under ledtiden och standardavvikelsen för efterfrågevariationer under en beräkningsperiod. Beräkningsperioden kan ha godtycklig längd, dvs. vara exempelvis dag, vecka eller månad.

$$\sigma(LT) = LT^k \cdot \sigma(EP)$$

där $\sigma(LT)$ = standardavvikelsen under ledtiden

LT = ledtidens längd i beräkningsperioder

$\sigma(EP)$ = efterfrågans standardavvikelse per beräkningsperiod

k = koefficient vars storlek beror på karaktären på efterfrågevariationerna

För vanligt förekommande efterfrågemönster ligger koefficienten mellan 0,5 och 1. Om de periodvisa efterfrågevariationerna varierar slumpmässigt och oberoende av varandra, dvs att det inte föreligger någon autokorrelation, är koefficienten lika med 0,5. Sambandet mellan standardavvikelsen under ledtiden och standardavvikelsen under en prognosperiod blir då följande.

$$\sigma(LT) = \sqrt{LT} \cdot \sigma(EP)$$

Detta samband är vanligt använt i praktiken. Förhållandet är något annorlunda om autokorrelation föreligger. Autokorrelation innebär att det är större sannolikhet att en viss periods värde liknar de närmst föregående än att det liknar värden längre tillbaka i tiden, så kallad positiv korrelation. Den kan också innebära att variationen i en period i viss utsträckning tar ut variationer i efterföljande perioder, så kallad negativ korrelation. Formeln kan då ge för små värden.

2 Direktberäkning av standardavvikelser under ledtid

Om historiska efterfrågedata finns lagrade per period kan standardavvikelser för efterfrågevariationer även beräknas direkt för ledtiden. Detta kan åstadkommas genom att skapa tidsserier av ledtidsefterfrågor genom att successivt summera efterfrågan under det antal perioder som motsvaras av ledtiden enligt nedan stående figur. Efterfrågevärden i figuren avser efterfrågan per dag. Ledtiden antas vara 3 dagar vilket innebär att tre rullande dagars efterfrågan successivt summeras.

	12	6	8	14	17	10	8	9	15
Ledtidsefterfrågan 1	26								
Ledtidsefterfrågan 2		28							
Ledtidsefterfrågan 3			39						
Ledtidsefterfrågan 4				41					
osv									

Figur 1 Illustration av beräkning av historisk efterfrågan under ledtid

Standardavvikelsen under ledtid beräknas därefter på vanligt sätt baserat på den erhållna tidsserien av summerade efterfrågevärden under ledtid. Se exempelvis handboksdel B41, Beräkning av standardavvikelser för efterfrågevariationer och prognosfel. Används den här metoden blir man inte beroende av i vilken utsträckning som variationerna är normalfördelade.

3 Direktberäkning med hjälp av bootstrapping

Bootstrapping är en statistisk metodik som innebär att man bygger upp en fördelning genom att slumpmässigt välja och därefter kombinera observationer. Metoden utgår från samma typ av historiska efterfrågedata per period som i föregående metod, exempelvis

efterfrågan per dag under ett år. Ett slumpässigt urval av lika många perioders efterfrågan som motsvaras av ledtidens längd görs därefter, dvs är ledtiden fyra perioder görs ett slumpmässigt urval av fyra perioder. Summan av efterfrågan i dessa perioder beräknas och får representera en observation av efterfrågan under ledtid. Det slumpmässiga urvalet upprepas ett stort antal gånger så att ett tillräckligt stort antal observationer kan erhållas. Urvalet sker med vad som inom statistiken kallas urval med återläggning, dvs alla perioders efterfrågevärden har lika stor sannolikhet att komma med vid varje urvalstillfälle. Ju fler urval, desto mer representativ blir efterfrågefördelningen.

Från de genererade efterfrågevärdena under ledtid beräknas därefter standardavvikelsen på traditionellt sätt. Se exempelvis handboksdel B41, Beräkning av standardavvikelser för efterfrågevariationer och prognosfel. Slumpgenerering och beräkning av standardavvikelser kan enkelt utföras i Excel.

4 En jämförelse av olika sätt att beräkna standardavvikelser

I en simuleringsstudie har beräkning av standardavvikelser för variationer i efterfrågan under ledtid på tre olika sätt jämförts; med utgångspunkt från efterfrågans standardavvikelse per dag, med utgångspunkt från efterfrågans standardavvikelse per månad och direkt från beräknade efterfrågevärden under ledtid. Resultaten från jämförelserna kan sammanfattas enligt följande.

- Skillnaderna mellan ledtidsbaserade och månadsbaserade standardavvikelser är för praktiskt bruk försumbara för ledtider under en månad. Vid ledtider längre än en månad är månadsbaserade standardavvikelser större än ledtidsbaserade, speciellt för högrörliga artiklar.
- Även för ledtider på 10 dagar och kortare är skillnaderna mellan ledtidsbaserade och dagsbaserade standardavvikelser försumbara för praktiskt bruk. Vid ledtider på en månad och längre är dagsbaserade standardavvikelser större än ledtidsbaserade, för långa ledtider mycket större, speciellt för högrörliga artiklar.

Med avseende på hur mycket beräknade standardavvikelser varierar över tiden kan resultaten av jämförelserna mellan de tre tillvägagångssätten sammanfattas enligt följande.

- Ledtidsbaserade standardavvikelser varierar mycket mindre än månadsbaserade för ledtider under en månad medan de varierar mer för ledtider över en månad, i båda fallen speciellt för högrörliga artiklar.
- Ledtidsbaserade standardavvikelser varierar mycket mer än dagsbaserade oavsett ledtidens längd. Skillnaderna är större ju längre ledtiden är och ju högrörligare artiklar det är fråga om.

5 Ledtidsanpassning av standardavvikelser vid inslag av cyklisk efterfrågan

I centrallager i hierarkiska distributionsnätverk förekommer ofta mer eller mindre uttalade inslag av cykliska efterfrågemönster, speciellt ju färre lokala lager centrallagret försörjer. Samma förhållande kan också föreligga vid direktleverans till slutkunds lager om antalet slutkunder är få. Det uppstår då autokorrelation som innebär att den formel som ofta används för att ledtidsanpassa standardavvikelser och som beräknas för andra periodlängder än ledtiden inte ger tillfredsställande värden, exempelvis beräkning baserat på standardavvikelse per dag eller per månad. Sådana korrelationseffekter har studerats med hjälp av simulering. Resultat och slutsatser från denna studie kan sammanfattas enligt följande.

- Vid beräkning av standardavvikelser under ledtid med hjälp av ledtidskorrigerings av standardavvikelser per dag erhålls värden som är mycket större än direktberäknade ledtidsstandardavvikelser. I merparten av de fall som studerats för scenariot med hög efterfrågan rör det sig om mer än dubbelt för stora värden och oavsett om lika stora, multipla eller varierande lagercykeltider används i de lokala lagren. För efterfrågescenariot med låg efterfrågan är skillnaderna mer måttliga men fortfarande inte försumbara. Endast för efterfrågescenariot med mycket låg efterfrågan är skillnaderna för praktiskt bruk försumbara.
- Beräknas i stället standardavvikelsena under ledtid med hjälp av ledtidskorrigerings av standardavvikelser per månad erhålls värden som i huvudsak alltid är mindre än direktberäknade standardavvikelser. Skillnaderna är mindre jämfört med motsvarande för dagbaserade standardavvikelser men med ett undantag inte försumbara. Undantaget avser fallet där ledtiden är lika med en månad. På motsvarande sätt som för dagbaserade standardavvikelser blir skillnaderna mindre ju mer lågfrekvent efterfrågan är.
- Den övergripande slutsats som kan dras från de erhållna resultaten är att standardavvikelser för efterfrågan under ledtid i lager som försörjer ett begränsat antal andra lager bör direktberäknas och inte baseras på ledtidskorrigerings av standardavvikelser per dag eller per månad. Det enda undantaget utgör efterfrågescenarier med mycket lågfrekvent efterfrågan.

6 Kompletterande synpunkter

- Ovanstående beräkningsmetodik för att omvandla standardavvikelser per period till standardavvikelser under ledtid är också tillämplig för standardavvikelser för prognosfel.
- Vid prognostisering av efterfrågan per period, exempelvis med hjälp av exponentiell utjämning, uppstår beroendeförhållanden och därmed autokorrelation mellan olika perioders prognosfel. Beroendeförhållanden kan också uppstå om den prognosmetod som används inte i tillräcklig utsträckning tar hänsyn till systematiska efterfrågeför-

ändringar av typ trend och säsongvariationer. Den andra formeln ovan ger då för små värden på standardavvikelsen under ledtid.

Referenslitteratur

Bookbinder, J. och Lordahl, A. (1989) Estimation of inventory re-order levels using the bootstrap statistical procedure, IIE Transactions, December.

Brown, R. (1967) Decision rules for inventory management, Holt Rinehart and Winston.

Mattsson, S-A. (2006a) Alternativa sätt att beräkna standardavvikelser under ledtid, Forskningsrapport, Institutionen för Teknisk Logistik, Lunds Universitet.

Mattsson, S-A. (2006b) Sätt att beräkna standardavvikelser – En jämförande studie, Forskningsrapport, Institutionen för Teknisk Logistik, Lunds Universitet.

Mattsson, S-A. (2007) Beräkning av standardavvikelser vid inslag av cyklisk efterfrågan, Forskningsrapport, Avdelningen för Logistik och Transport, Chalmers Tekniska Högskola.

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

Smart, C. och Willemain, T. (2000) A new way to forecast intermittent demand, The performance Advantage, Juni.