

Prognosrullning vid lagerstyrning och huvudplanering

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

I lagerstyrningssammanhang och vid huvudplanering i företag av typ tillverka-mot-lager föreligger ofta en situation där man både har kundorder och prognoser som underlag för att bedöma framtida efterfrågan. Eftersom kundorder, både de som vid ett visst tillfälle faktiskt levererats och de som kommer att levereras i framtiden, utgör en del av den prognostiserade efterfrågan måste kundorderkvantiteterna och prognoskvantiteterna på något sätt mixas för att kunna användas som underlag för lagerstyrning och huvudplanering. Prognoskonsumtion är det begrepp som oftast används för sådan mixning. I den här rapporten behandlas det prognoskonsumtionsproblem som är förknippat med att mixa faktisk inträffad efterfrågan och prognostiserad efterfrågan under innevarande prognosperiod. Denna typ av mixning kallas här prognosrullning.

För att studera eventuella effekter på prognoskvaliteten av att tillämpa prognosrullning har ett antal olika rullningsmetoder utvecklats, analyserats och värderats. Analyserna har genomförts för fyra olika scenarier med olika efterfrågekaraktistik och för olika långa ledtider. Som godhetsmått vid utvärderingen av metoderna har den absoluta medelprognosavvikelsen, MAD, använts. Resultaten av analysen kan sammanfattas enligt följande. Om efterfrågan är helt slumpmässig eller positivt autokorrelerad blir prognoskvaliteten alltid signifikant sämre av att tillämpa prognosrullning oavsett vilken prognosrullningsmetod som används. Även vid måttligt negativt autokorrelerad efterfrågan blir prognoskvaliteten signifikant sämre för merparten av de testade prognosrullningsmetoderna. Endast vid hög grad av negativt autokorrelerad efterfrågan och för metoder som bygger på rullning av ackumulerade prognosfel över ett fåtal perioder och fördelning av de ackumulerade prognosfelen över ett antal framtida perioder ger prognosrullning signifikant bättre prognoskvalitet.

Resultaten av den genomförda studien stöder följaktligen inte de teorier som framförts i litteraturen. I stället blir slutsatsen att företag under normala omständigheter bör avstå från att tillämpa prognosrullning och i stället successivt droppa de prognosavvikelser som oundvikligen uppkommer i takt med utleveranser. Endast under exceptionella omständigheter med hög grad av negativt korrelerad efterfrågan kan det vara motiverat att använda sig av prognosrullning för att förbättra prognoskvaliteten.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

För att på ett effektivt sätt styra materialflöden måste man ha en föreställning om framtida efterfrågan. Är materialflödena initierade av kundorderprocesser utgörs denna efterfrågan av kundorder. Efterfrågan är då känd till såväl tid som kvantitet, dvs. man vet vilken kvantitet som skall levereras och när den skall levereras. Initieras däremot materialflödena av planeringsprocesser, vilket det exempelvis är fråga om vid påfyllning av lager, är situationen annorlunda. I det fallet kan framtida efterfrågan vara helt okänd, och man måste göra prognoser för att få underlag för styrningen.

I lagerstyrningssammanhang och vid huvudplanering i företag av typ tillverka-mot-lager föreligger ofta en situation där man har både kundorder och prognoser som underlag för att bedöma framtida efterfrågan. Prognostiserad efterfrågan och efterfrågan från kundorder är emellertid inte varandra uteslutande utan måste hanteras tillsammans. Det är bland annat det som begreppet demand management, efterfrågeadministration, står för.

1.2 Problembeskrivning och forskningsfråga

Från ett lager sker leveranser successivt i takt med att kundorder erhålls. Denna verkligt inträffade efterfrågan utgör en del av den totalt prognostiserade efterfrågan under innevarande prognosperiod och den påverkar hur mycket som återstår av prognosen för den resterande delen av perioden. I många fall förekommer också inslag av kundorder som utgör reservationer för framtida leveranser och som därmed är en del av den totalt prognostiserade efterfrågan. Eftersom kundorderna, både de som faktiskt levererats och de som kommer att levereras i framtiden, utgör en del av den prognostiserade efterfrågan måste kundorderkvantiteterna och prognoskvantiteterna på något sätt mixas för att kunna användas som underlag för lagerstyrning och huvudplanering. Prognoskonsumtion är ett i Sverige använt begrepp för denna mixning och har definierats av logistikföreningen PLAN som ”avräkning av prognoser mot erhållna kundorder så att dubbelräkning av efterfrågan undviks” (Mattsson, 2004). I engelskspråkig litteratur används oftast begreppet forecast consumption, definierat av den Amerikanska organisationen APICS som ”the process of reducing the forecast by customer orders as they are received (Cox – Blackstone, 1998). Även begreppen blending the forecast (Gessner, 1986, sid 78) och rolling the forecast (Proud, 1994, sid 411) förekommer. Begreppet forecast netting har påträffats i engelsktalande företag.

I den här rapporten behandlas det prognoskonsumtionsproblem som är förknippat med att mixa faktiskt inträffad och levererad efterfrågan med prognostiserad efterfrågan under innevarande prognosperiod. Denna typ av mixning kallas här prognosrullning.

Problemet att mixa den efterfrågan som redan inträffat i en prognosperiod och den efterfrågan som totalt prognostiserats för perioden kan förenklat illustreras med hjälp av följande exempel. Antag, att ursprungsprognosen under en fyraveckorsperiod är 40 styckena och att denna fördelats med 10 styckena per vecka. Hur stor bör prognosen per vecka vara under återstående tre veckor när en vecka av prognosperioden passerats och den verkliga efterfrågan i denna vecka varit 7 styckena? Följande utgör några principiellt tänkbara svar på frågan.

- Sätt prognosen till 10 stycken för var och en av de tre återstående veckorna, dvs. ta inte hänsyn till det verkliga utfallet i vecka ett.
- Sätt prognosen till 13 stycken i vecka två och behåll prognosen på 10 stycken i vecka tre och fyra, dvs. addera prognosavvikelsen under den första veckan till vecka två.
- Sätt prognosen till 11 stycken för var och en av de tre återstående veckorna, dvs. fördela prognosavvikelsen jämt över återstående veckor i perioden.

Som framgår av exemplet innebär prognosrullning en tidsförflyttning av prognosavvikelser inom en prognosperiod och en uppdatering av en restprognos. Huruvida den också innebär en uppdatering av periodprognosen utan egentlig nyprognostisering är beroende av vilken prognosrullningsmetod som tillämpas.

Det är rimligt att anta att sättet att genomföra prognosrullning påverkar kvaliteten på restprognosen för innevarande prognosperiod, dvs. prognosen för den återstående delen av perioden. Beroende på hur prognosrullningen utförs kan eventuellt även kommande prognosperioder påverkas. Större prognosfel medför större säkerhetslager alternativt sämre leveransförmåga. Följaktligen är det av intresse att använda så effektiva tillvägagångssätt som möjligt för att mixa verkligt inträffad efterfrågan och prognostiserad efterfrågan. Resonemanget leder fram till följande forskningsfråga.

Vilka olika tillvägagångssätt kan man använda för att mixa verkligt inträffad och levererad efterfrågan med prognostiserad efterfrågan och hur effektiva är dessa tillvägagångssätt uttryckt som resulterande absolut medelprognosfel under ledtid?

1.3 Syfte och avgränsningar

Syftet med det projekt som redovisas i den här rapporten är att utveckla ett antal olika sätt att mixa verklig och levererad efterfrågan med prognostiserad efterfrågan under en innevarande prognosperiod och att analysera och värdera hur jämförelsevis effektiva de olika tillvägagångssätten är i förhållande till varandra.

Prognosrullning är aktuell både vid huvudplanering för att generera ett tillverkningsprogram från en prognos i företag av typ tillverka-mot-lager och vid lagerstyrning med hjälp av materialbehovsplanering (tidsfasad beställningspunkt) eller den form av täcktidsplanering som beräknar täcktidsperiod för period från periodvis efterfrågan. Prognosrullning kan inte tillämpas då beställningspunktsmetoder eller täcktidsplanering baserade på årsprognoser används för lagerstyrning.

I de analyser som genomförs för att värdera olika prognosrullningsmetoder förutsätts efterfrågan variera slumpmässigt kring ett konstant medelvärde och utan inslag av trender, säsongvariationer eller andra systematiska efterfrågeförändringar. Prognosen per delperiod har satts lika med medelefterfrågan under hela den studerade perioden och är följaktligen konstant och medelvärdesriktig.

2 Teoretiska utgångspunkter och alternativa prognosrullningsmetoder

2.1 Prognosrullning i litteraturen

Det finns en omfattande litteratur och åtskilliga tidskriftsartiklar och vetenskapliga artiklar som behandlar prognosmetoder och olika aspekter på prognostisering i allmänhet. Däremot finns det ytterst lite publicerat specifikt om prognosrullning. Det som skrivits finns i huvudsak i läroböcker om material- och produktionsstyrning. Inga vetenskapliga artiklar har hittats överhuvudtaget.

I den litteratur som behandlar prognosrullning och som hittats i samband med detta projekt hävdas genomgående att man inte bör droppa den prognosavvikelse som uppstår när en del av en prognosperiod passerats utan i stället på olika sätt återföra den till prognosen för den resterande delen av prognosperioden. Några egentliga bevis för att hävda detta föreligger inte. Däremot framförs ett antal argument som skiljer sig något åt mellan olika författare.

Ett argument som framförs för att använda någon form av prognosrullning är, att om man droppar en icke konsumerad prognos under en delperiod uppstår systemnervositet. Det innebär att planeringssystemet överreagerar och omväxlande föreslår senareläggning och tidigareläggning i takt med att delar av prognosperioder passerar, exempelvis efter varje vecka under en prognosperiod på en månad. Detta argument hävdas av Ling och Sari (1987, sid 13.15) och Gips och Bohl (2000, sid 189).

Landvater och Gray (1989, sid 66) argumenterar för prognosrullning med motiveringen att managementbeslutade prognoser per prognosperiod i annat fall mer eller mindre automatiskt skulle komma att ändras enbart som en konsekvens av att verkliga utleveranser börjar ske inom en prognosperiod. De hävdar att: "It is incorrect to drop off the unconsumed forecast at the end of each week". Även Palmatier och Shull (1989, sid 125) påtalar det olämpliga i att låta ett ERP-system via prognosrullning ändra på en beslutad prognos. De skriver att "We believe that people, rather than computer systems, should be accountable for the forecast". Däremot hävdar Proud (1994, sid 412) att prognosavvikelser endast bör föras vidare inom prognosperioden, inte från prognosperiod till prognosperiod. Enligt Proud bör man tillämpa regeln att "Orders that fail to materialize in an aggregate forecasting period should not be automatically rolled into the next forecasting period".

I prognoslitteraturen framhålls ofta att prognoser blir mer korrekta ju längre prognosperioden är. Se exempelvis Lewis (1975, sid 4). Detta faktum är ett vanligt argument för att tillämpa prognoskonsumtion. Exempelvis hävdar Ling och Sari (1987, sid 13.16) följande: "A common rule is to consume forecasts within the forecast interval and not to expect them to be accurate in any smaller period". Motsvarande skäl framförs av Gips och Bohl (2000, sid 190). De hävdar också att den grundläggande idén bakom prognosrullning är att "forecasts are consumed over the period of time that represents the most accurate forecast".

2.2 Publicerade prognosrullningsmetoder

Som framgick av föregående avsnitt är samstämmigheten total vad gäller att tillämpa prognosrullning och att inte reservationslöst droppa uppkomna prognosavvikelser. I några fall har metoder för att åstadkomma denna prognosrullning beskrivits. Dessa publicerade metoder skiljer sig åt i viss mån.

Landvater och Gay (1989, sid 66) menar att prognosrullning kan åstadkommas genom att löpande ackumulera skillnaden mellan varje veckas prognos och utleverans under ett specificerat antal passerade veckor och att addera denna kvantitet med tecken till prognosen för följande veckor. Veckoskillnader äldre än detta antal passerade veckor droppas. Författarna anger inte över hur många veckor den ackumulerade skillnaden bör beräknas och inte heller över hur många veckor in i framtiden den bör fördelas.

Ling och Sari (1987, sid 13:15) föreslår att man skall addera varje passerad veckas prognosavvikelse med tecken till nästkommande veckas prognos, men att den ackumulerade avvikelsen nollställs när man passerar gränsen för prognosperioden, exempelvis en fyraveckorsperiod.

Proud (1994, sid 411) beskriver tre principalalternativ för hur man kan rulla prognosavvikelsen från en passerad vecka vidare till kommande veckor inom en prognosperiod på fyra veckor. Ett alternativ innebär att prognosavvikelsen adderas med tecken till prognosen för vecka två. Ett annat alternativ är att man fördelar prognosavvikelsen på de resterande tre veckorna och ett tredje alternativ att man med tecken adderar prognosavvikelsen till den fjärde och sista veckan i prognosperioden. Några motiv för de olika alternativen anges inte med undantag för att författarna betonar att rullningen inte förs vidare från en prognosperiod till en annan.

Enligt Proud (1994, sid 411) och Palmatier och Shull (1989, sid 125) är det vanligt att ERP-system inte stöder prognosrullning utan successivt droppar uppkomna prognosavvikelser. Det finns emellertid ERP-system som möjliggör olika varianter av prognosrullning. Ett sådant är Movex. Bland annat kan man i systemet parameterstyra hur långt in i framtiden som prognosskillnaderna skall rullas vidare. Systemet används bland annat av Carlsberg Sverige AB (Ivarsson, 2003, sid 31). I denna tillämpning rullas dagliga prognosavvikelser med tecken till efterföljande dag men nollställs varje helg, dvs. veckovis.

2.3 Analyserade prognosrullningsmetoder

Med utgångspunkt från de i litteraturen publicerade metoderna för att åstadkomma prognosrullning har fyra olika grundmodeller utformats. Det som är gemensamt för samtliga är att ackumulerade prognosavvikelser rullas in till framtida delperioder, i det aktuella fallet här från vecka till vecka, i takt med att information om faktiska utleveranser erhålls. Det som skiljer metoderna åt är hur den ackumulerade prognosavvikelsen fördelas över kommande veckor samt på vilket sätt och efter hur många veckor den nollställs.

Modell 1: Rullning av ackumulerad prognosavvikelse till nästföljande vecka. Modellen motsvarar Prouds alternativ 1. Den uppfyller även innebörden i Landvaters och Grays metod. Inom ramen för grundmodellen har alternativ med 1, 2, 4 respektive 8 veckors rullande ackumulering analyserats. Detta innebär exempelvis för alternativet 4 veckor

att den ackumulerade prognosavvikelsen under veckorna 5, 6, 7 och 8 adderas till prognosen för vecka 9 och att prognosavvikelsen för vecka 4 droppas, den ackumulerade prognosen under veckorna 6, 7, 8 och 9 adderas till prognosen för vecka 10 och att prognosavvikelsen för vecka 5 droppas osv. Modellen karakteriseras vidare av att det inte förekommer någon nollställning av prognosavvikelse och att det inte heller finns någon inbyggd mekanism som försöker säkerställa att prognosen per prognosperiod om fyra veckor säkerställs.

Modell 2: Rullning av ackumulerad prognosavvikelse till nästföljande vecka på samma sätt som i modell 1 men med nollställning av ackumulerade prognosfel med vissa intervall. Modellen motsvarar närmast den som beskrivits av Ling och Sari. Inom ramen för grundmodellen har alternativ med 1, 2, 4 och 8 veckors rullande ackumulering analyserats och nollställning av ackumulerade prognosavvikelse har gjorts efter 4, 4, 4 respektive 8 veckor för de fyra ackumuleringsperioderna. I modellen finns ingen inbyggd mekanism som försöker säkerställa att prognosen per prognosperiod om fyra veckor säkerställs.

Modell 3: Rullning av ackumulerad prognosavvikelse och fördelning av avvikelsen på kommande veckor. Modellen motsvarar Prouds principalternativ 2 med skillnaden att fördelningen av avvikelser sker rullande vecka för vecka utan hänsyn till att prognosperioder passerar. Inom ramen för grundmodellen har alternativ med 2 och 4 veckors rullande ackumulering med nollställning efter 2 respektive 4 veckor analyserats. För var och en av fallen 2 och 4 veckor har den ackumulerade avvikelsen fördelats lika över nästkommande 2 respektive 4 veckor. I modellen finns ingen inbyggd mekanism som försöker säkerställa att prognosen per definierad prognosperiod om fyra veckor säkerställs.

Modell 4: Beräkning av ackumulerade prognosavvikelse inom en prognosperiod och jämn fördelning av avvikelserna på resterande veckor i prognosperioden så att den ursprungliga prognosen för prognosperioden inte förändras. Modellen motsvarar Prouds principalternativ 2. Inom ramen för grundmodellen har alternativ med 2, 4, 6 respektive 8 veckors prognosperiod analyserats. Modellen innehåller både en nollställningsfunktion och en mekanism som säkerställer att prognosen per prognosperiod inte förändras i takt med att verkliga utleveranser sker vecka för vecka.

3 Tillvägagångssätt

De i föregående avsnitt beskriva modellerna för prognosrullning har analyserats och utvärderats via en slumpgenererad efterfrågan per dag. För att bli så verklighetsnära som möjligt har denna slumpgenererade efterfrågan skapats genom att kombinera slumpmässigt bestämda orderkvantiteter och slumpmässigt bestämda antal order per dag.

Fyra olika efterfrågescenarier har använts. Ett scenario avser artiklar med många order per vecka och med små kvantiteter på varje order. Detta scenario kallas Handel. Scenariot speglar ett förhållande inom detaljhandel och ordena utgörs av kundorder. Det andra scenariot kallas Tillverkning 1 och karakteriseras av relativt få order per vecka men med stora orderkvantiteter. Det speglar situationen för komponenter och halvfabrikat som reserveras mot tillverkningsorder för tillverkning av slutprodukter. Scenario tre

kallas Tillverkning 2. Det karakteriseras av mycket få order per vecka och stora orderkvantiteter. Det speglar samma situation som Tillverkning 2 med skillnaden att det rör sig om färre tillverkningsorder och därmed lägre frekvens på behoven. Det fjärde scenariot kallas Reservdelar och karakteriseras av mycket få order med små kvantiteter. Orderna utgörs av kundorder och scenariot speglar situationen i ett reservdelslager. Karaktäristik för de fyra scenarierna sammanfattas i tabell 1. Totalt har för varje scenario 20 år med daglig efterfrågan genererats som underlag för analyserna.

Tabell 1 Efterfrågekarakteristik för de fyra olika scenarierna

<i>Scenario</i>	<i>Antal order per vecka</i>	<i>Orderkvantitet</i>	<i>Variationskoefficient per vecka</i>
Handel	50 stycken	1 – 5 stycken	0,16
Tillverkning 1	5 stycken	10 – 50 stycken	0,48
Tillverkning 2	1 stycken	10 – 50 stycken	1,05
Reservdelar	0,5 stycken	1 – 3 stycken	1,48

Man kan förvänta sig att modellernas förmåga att effektivt åstadkomma prognosrullning påverkas av i vilken utsträckning efterfrågan varierar helt slumpmässigt eller ej. För att säkerställa att den genererade efterfrågan är slumpmässig har den testats med avseende på förekomst av autokorrelation. Autokorrelation definieras av Hanke och Reitsch (1989, sid 144) som ”the extent to which a time series variable, lagged one or more periods, is correlated with itself”. En korrelationskoefficient i närheten av 0 innebär att det inte finns något samband mellan efterfrågan i en period och efterfrågan i följande period och därmed att efterfrågan varierar slumpmässigt från period till period. Förekomst av korrelation har testats dels med avseende på samband mellan efterfrågan i på varandra följande veckor och dels med avseende på samband mellan efterfrågan i en vecka och summa efterfrågan i övriga tre veckor per prognosperiod. Resultaten av beräkningarna visas i tabell 2. Som framgår av tabellen är både korrelationen i efterfrågan från vecka till vecka och i efterfrågan under en vecka i förhållande till övriga veckor inom en prognosperiod praktiskt taget försumbar. Den veckovisa efterfrågan uppfyller följaktligen rimligt ställda krav på slumpmässighet.

Tabell 2 Korrelationskoefficienter för den slumpmässigt genererade efterfrågan för de olika scenarierna

<i>Scenario</i>	<i>Vecko-korrelation</i>	<i>Period-korrelation</i>
Handel	-0,002	0,017
Tillverkning 1	-0,023	-0,082
Tillverkning 2	-0,018	-0,040
Reservdelar	0,054	0,090

I verkligt förekommande fall kan efterfrågan vara autokorrelerad, positivt eller negativt. Förekomst av positiv autokorrelation innebär att efterfrågan under en period med större sannolikhet är hög om efterfrågan under föregående period varit hög och motsvarande om efterfrågan under en period varit låg. Negativ autokorrelation innebär motsatsen, dvs. att efterfrågan under en period med större sannolikhet är hög om efterfrågan under föregående period varit låg och omvänt. För att också kunna värdera de olika prognosrullningsmodellerna när autokorrelation förekommer har en positivt respektive negativt

autokorrelerad efterfrågan skapats med utgångspunkt från den slumpmässigt genererade efterfrågan enligt ovan. Eftersom autokorrelation saknar mening när efterfrågan är mycket lågfrekvent har en autokorrelerad efterfrågan endast skapats och analyserats för scenarierna Handel och Tillverkning 1.

Positiv autokorrelation från vecka till vecka har skapats genom att från den ursprungligt genererade efterfrågan generera en ny efterfrågetidsserie med hjälp av följande formel:

$$DPK(t) = k \cdot DS(t) + (1-k) \cdot DS(t-1)$$

där $DPK(t)$ = positivt korrelerade efterfrågan i vecka t
 $DS(t)$ = slummässig efterfrågan i vecka t
 k = en konstant

Värdet på konstanten har satts till 0,7 för att få en måttlig positivt korrelerad efterfrågan. Negativ autokorrelation har på motsvarande sätt skapats med hjälp av följande formel:

$$DNK(t) = ((1+k) \cdot DS(t) - (1-k) \cdot DS(t-1)) / 2k$$

där $DNK(t)$ = negativt korrelerade efterfrågan i vecka t
 $DS(t)$ = slummässig efterfrågan i vecka t
 k = en konstant

Värdet på konstanten k har satts till 0,5 för att få en måttlig negativt korrelerad efterfrågan med en korrelationskoefficient som motsvarar det positivt korrelerade fallet. En högre grad av negativ autokorrelation har åstadkommit genom att sätta konstanten lika med 0,2.

För handelsscenariot har fall med måttlig positiv korrelation, måttlig negativ korrelation och hög negativ korrelation analyserats. Korrelationskoefficienter för de olika fallen visas i tabell 3.

Tabell 3 Korrelationskoefficienter för olika fall av korrelerad efterfrågan för handelsscenariot

<i>Korrelationsfall</i>	<i>Korrelation</i>
Positiv korrelation	0,363
Måttlig negativ korrelation	-0,305
Hög negativ korrelation	-0,577

Samma fall med undantag för hög negativ korrelation har analyserats för scenariot Tillverkning 1. Skälet till att detta fall exkluderats är att det inte gått att skapa hög korrelation utan att negativ efterfrågan uppstår orsakad av att det förekommer många veckor utan efterfrågan. Korrelationskoefficienterna redovisas i tabell 4.

Tabell 4 Korrelationskoefficienter för olika fall av korrelerad efterfrågan för scenario Tillverkning 1

<i>Korrelationsfall</i>	<i>Korrelation</i>
Positiv korrelation	0,353
Måttlig negativ korrelation	-0,306

Slumpgenerering av antal order och orderkvantiteter samt beräkning av efterfrågan per vecka har genomförts med hjälp av Excel. Likaså har samtliga beräkningar för att tillämpa de olika prognosrullningsmodellerna och beräkningar av prognosavvikelser gjorts med hjälp av Excel.

Det tillvägagångssätt för utvärdering av de olika prognosrullningsmodellerna som använts innebär att ju bättre prognosen för efterfrågan under ledtid överensstämmer med faktiska utleveranser under ledtid när en modell används för prognosrullning jämfört med motsvarande om ingen prognosrullning tillämpas, desto bättre är modellen. Parvisa jämförelser har gjorts med avseende på 20 stycken efterfrågeperioder, vardera omfattande ett år av daglig efterfrågan. Eftersom 20 observationer kan betraktas som ett litet stickprov har t-fördelningen använts för att göra signifikanstester. Som mått på prognosöverensstämmelse har den absoluta medelavvikelsen mellan prognos och verklig utleverans, MAD, använts.

MAD kan betraktas som ett rimligt godhetsmått eftersom det representerar efterfrågans standardavvikelse under ledtiden och därmed indirekt ett mått på både kapitalbindning i säkerhetslager och servicenivå för leveranser från lager. Utvärderingen har gjorts för fyra olika ledtider, 1, 2, 3 respektive 4 veckor.

4 Resultat och analyser

För fallet med slumpmässig efterfrågan ger samtliga prognosrullningsmodeller större prognosfel på signifikansnivån 0,05 % än om prognosrullning inte tillämpas. Prognosfelelen är inte endast signifikant större. De procentuella skillnaderna i prognosfel är mycket stora. Ju fler veckor som ackumuleras, desto större blir skillnaderna medan skillnaderna minskar i takt med ökande ledtider för de metoder som bygger på modell 1 och 2. Den nollställning av ackumulerade prognosavvikelser som görs i modell 2 medför att skillnaderna i prognosfel minskar men inte så mycket att användning av modellen ger bättre resultat än att inte rulla alls. Nollställningen innebär endast att modell 2 ger mindre prognosfel än modell 1.

Mönstret med att längre ackumuleringsperioder ger större prognosfel går igen i metoderna som bygger på modell 3. Metoderna ger emellertid betydligt bättre resultat än de metoder som bygger på modell 1 och 2 genom att prognosavvikelsena fördelas över framtida veckor. Ju fler veckor de fördelas över, desto bättre blir utfallet. Ledtidens betydelse för prognosfelelen är inte lika tydlig som för modellerna 1 och 2.

Även för de metoder som bygger på modell 4 minskar skillnaderna mellan att rulla prognosavvikelser eller inte med ökande ledtider. Skillnaderna ökar också med längden på prognosperioden. Det innebär att ju större den period är över vilken prognosavvikelser

ackumuleras och fördelas, desto sämre fungerar modellen. En möjlig tolkning av detta resultat är att antalet ackumuleringsperioder spelar en större roll för att försämra prognoskvaliteten än vad antalet spridningsperioder gör för att förbättra den.

Några skillnader av betydelse för de olika efterfrågescenarierna föreligger inte enligt de resultat som erhållits från analyserna. De testade modellerna är följaktligen neutrala med avseende på efterfrågekaraktär i bemärkelsen hur frekvent order erhålls och hur stora orderkvantiteterna är.

När positivt autokorrelerad efterfrågan föreligger är de olika modellerna för att rulla prognosavvikelse än mer underlägsna det tillvägagångssätt som innebär att avstå från prognosrullning och i stället successivt vecka för vecka droppa uppkomna prognosavvikelse. Skillnaderna relativt fallet med slumpmässig efterfrågan är stora när ledtiden är en vecka medan de är mer måttliga eller näst intill försumbara när ledtiden är tre och fyra veckor. Förhållandet gäller både scenariot Handel och Tillverkning 1.

Inte heller för fallet med måttligt negativt korrelerad efterfrågan medför de testade metoderna för prognosrullning mindre prognosfel än om ingen prognosrullning alls tillämpas. Med endast enstaka undantag är de metoder som bygger på modell 1, 2 och 4 signifikant sämre på 0,05 %-nivån för samtliga ledtider än om ingen prognosrullning tillämpas. Det samma gäller metoder som bygger på modell 3 när ledtiderna är 3 och 4 veckor långa. Endast metoder som bygger på modell 3 vid en ledtid på en vecka kan anses vara likvärdiga med att inte tillämpa prognosrullning alls. Förhållandet gäller både scenariet Handel och Tillverkning 1.

Vid hög grad av negativt autokorrelerad efterfrågan för scenariot Handel ger de erhållna resultaten en mer splittrad bild. De prognosrullningsmetoder som bygger på modell 1 ger sämre och sämre resultat över ju fler veckor prognosavvikelse ackumuleras oavsett ledtid. Skillnaderna är signifikanta på 0,05 %-nivån för ledtider på 1 och 2 veckor och för ackumuleringsintervall på 4 eller fler veckor. Med endast enstaka undantag föreligger det inte några signifikanta skillnader i prognoskvalitet för de metoder som bygger på modell 2. Detta gäller samtliga ledtidsfall. För metoder som bygger på modell 4 är det än tydligare att det inte föreligger några signifikanta skillnader i erhållna prognosavvikelse mellan att tillämpa prognosrullning eller ej.

Endast metoder som bygger på modell 3 uppvisar bättre prognoskvalitet vid negativt autokorrelerad efterfrågan än vad man erhåller utan prognosrullning. Speciellt vid korta ledtider är skillnaderna signifikanta. Den metod som fungerat bäst är den som ackumulerar prognosavvikelse över färre veckor och som fördelar den ackumulerade prognosavvikelsen över fler veckor än övriga metoder, dvs den metod som har betecknats 3:2-4 v:or.

5 Sammanfattning och slutsatser

När man tar del av litteraturen om prognoskonsumtion kan man konstatera att det föreligger en samstämmig uppfattning om att man mellan prognostiseringsstillfällen vid lagerstyrning och generering av huvudplaner för tillverka-mot-lager typ av företag bör tillämpa någon form av metodik för att hantera prognosavvikelse som uppkommer i takt med utleveranser. Argumenten varierar något men några egentliga

bevis för att detta förfaringssätt skulle vara klart bättre än att successivt droppa uppkomna prognosavvikelser, dvs att inte prognosrulla alls, presenteras inte.

De resultat som erhållits i den här studien av att använda olika prognosrullningsmetoder under olika efterfrågeförhållanden kan sammanfattas i följande punkter:

- 1 Om efterfrågan är helt slumpmässig eller positivt autokorrelerad blir prognoskvaliteten signifikant sämre av att tillämpa prognosrullning oavsett vilken prognosrullningsmetod som används.
- 2 Även vid måttligt negativt autokorrelerad efterfrågan blir prognoskvaliteten signifikant sämre för merparten av de testade prognosrullningsmetoderna. Det är endast metoder som bygger på rullning av ackumulerade prognosfel över ett fåtal perioder och fördelning av de ackumulerade prognosfelen över ett antal framtida perioder samt om aktuella ledtider är korta som prognosrullning ger en prognoskvalitet som är jämförbar med den man erhåller utan att prognosrulla.
- 3 Det är endast vid hög grad av negativt autokorrelerad efterfrågan och för metoder som bygger på rullning av ackumulerade prognosfel över ett fåtal perioder och fördelning av de ackumulerade prognosfelen över ett antal framtida perioder som prognosrullning kan ge signifikant bättre prognoskvalitet.

Resultaten av den genomförda studien stöder följaktligen inte de teorier som framförts i litteraturen. I stället blir slutsatsen att företaget under normala omständigheter bör avstå från att tillämpa prognosrullning och i stället successivt droppa de prognosavvikelser som oundvikligen uppkommer i takt med utleveranser. Endast under mycket exceptionella omständigheter med hög grad av negativt korrelerad efterfrågan kan det vara motiverat att använda sig av prognosrullning för att förbättra prognoskvaliteten.

Referenser

Cox, J. – Blackstone, J. (1998) Dictionary, APICS.

Gessner, R. (1986) Master production schedule planning, John Wiley & Sons.

Gips, J. – Bohl, R. (2000) A master scheduler's dozen – 12 keys to master scheduling success, APICS Conference Proceedings, sid 188 - 193.

Hanke, J. – Reitsch, A. (1989) Business forecasting, Allyn and Bacon.

Ivarsson, J. (2003) Analys av materialflödet på Carlsberg Sverige AB i Fakenberg, Examensarbete vid Institutionen för teknisk ekonomi och logistik, Lunds Tekniska Högskola.

Ling, R. – Sari, J, Master production schedule, i Greene, J. (1987) Production & Inventory Control Handbook, McGraw-Hill.

Landvater, D. – Gray, C. (1989) MRPII standard system, The Oliver Wight Companies.

Lewis, C. (1975) Demand analysis and inventory control, Saxon House.

Mattsson, S-A. (2004) Logistikens termer och begrepp, PLAN – Föreningen för Produktionslogistik.

Palmatier, G. – Shull, J. (1989) The marketing edge, The Oliver Wight Companies.

Proud, J. (1994) Master scheduling, The Oliver Wight Companies.