

Prognoskonsumtion vid lagerstyrning och huvudplanering

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

I lagerstyrningssammanhang och vid huvudplanering föreligger ofta en situation där man både har kundorder och prognoser som underlag för att bedöma framtida efterfrågan. Eftersom kundorder utgör en del av den prognostiserade efterfrågan måste kundorderkvantiteterna och prognoskvantiteterna mixas för att kunna användas som underlag för lagerstyrning och huvudplanering. Prognoskonsumtion är det begrepp som oftast används för sådan mixning. Förenklat innebär det att på något sätt hantera skillnaden mellan prognos och summa i order under en planeringsperiod, dvs den så kallade restprognosen. Metoder för prognoskonsumtion är mycket lite behandlade i litteraturen. För att komplettera teorin på detta område har ett antal prognoskonsumtionsmetoder utformats och analyserats. Analyserna har genomförts för fyra olika scenarier med olika efterfrågekaraktär. Som godhetsmått vid utvärderingen av metoderna har den absoluta medelprognosavvikelsen, MAD, per planeringsperiod använts. Resultaten och slutsatserna från analysen kan sammanfattas enligt följande.

Om kundorder i normalfallet inte levereras inom storleksordningen en planeringsperiod finns det alltid skäl att tillämpa någon form av prognoskonsumtion som kan hantera fall där kundorderkvantiteten i en planeringsperiod är större än motsvarande ursprungsprognos. Om kundorder i huvudsak alltid levereras med en viss minsta leveranstid bör ingen prognoskonsumtion ske inom denna tidrymd och skillnaderna mellan erhållna kundorder och prognos bör inte föras vidare till kommande planeringsperioder.

Om man kan uppskatta hur orderstocken fördelar sig per planeringsperiod är den metod som bygger på att restprognosen fördelas omvänt proportionellt mot hur orderstocken är fördelad över planeringsperioderna att föredra, speciellt när orderstocken är stor i förhållande till den totala efterfrågan per prognosperiod. Om man däremot inte kan uppskatta hur orderstocken fördelar sig per planeringsperiod eller inte kan uppnå en tillräckligt hög precision i uppskattningarna bör man i stället använda metoden att välja störst av kundorder och ursprungsprognos per planeringsperiod om efterfrågan är förhållandevis jämn och orderstocken per prognosperiod är stor i förhållande till periodens prognos.

Är orderstocken liten i förhållande till periodens prognos ger metoden att välja störst av kundorder och ursprungsprognos per planeringsperiod likvärdig prognoskvalitet som mer avancerade prognoskonsumtionsmetoder.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

En föreställning om framtida efterfrågan är en förutsättning för att effektivt kunna styra materialflöden i försörjningskedjor. Är materialflödena initierade av kundorderprocesser utgörs denna efterfrågan av kundorder. Den är därmed i huvudsak helt känd både med avseende på tid och 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 nödvändigt underlag för styrningen.

I lagerstyrningssammanhang och vid huvudplanering 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.

1.2 Problembeskrivning och forskningsfråga

Från ett lager sker leveranser successivt i takt med att kundorder erhålls. I många fall förekommer emellertid 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 planeras 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, 2004a). 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) förekommer.

I den här rapporten behandlas det prognoskonsumtionsproblem som är förknippat med att mixa efterfrågan i form av erhållna kundorder som inte levererats med prognostiserad framtida efterfrågan. Denna typ av mixning kallas här prognoskonsumtion i motsats till prognosrullning som står för det problem som är förknippat med att mixa faktiskt inträffad och levererad efterfrågan med prognostiserad efterfrågan under innevarande prognosperiod.

Problemet att mixa erhållna kundorder med prognostiserad efterfrågan under ett antal perioder kan förenklat illustreras med hjälp av följande exempel. Antag att ursprungsprognosen under en prognosperiod på fyra veckor är 40 stycken och att denna prognos fördelats med 10 stycken per vecka. Hur stor bör den sammanlagda förväntade efterfrågan vara under de fyra veckorna om man erhållit en kundorder på 8 stycken i vecka 1, en kundorder på 14 stycken i vecka 2, en kundorder på 6 stycken i vecka 3 men ingen kundorder för leverans i vecka 4? Följande utgör några principiellt tänkbara svar på frågan.

1. Sätt prognosen till 10 i vecka 1, till 14 i vecka 2 samt till 10 i vardera vecka 3 och 4.
Regeln innebär att man väljer det största av kundorderkvantitet och prognoskvantitet i varje vecka.
2. Sätt prognosen till 8 i vecka 1, till 14 i vecka 2 samt till 10 i vardera vecka 3 och 4.
Denna lösning bygger på att minimileveranstiden är en vecka och att det följaktligen inte kommer in fler kundorder i den första veckan i prognosperioden. I övrigt tillämpas regeln att välja det största värdet av prognoskvantiteten och kundorderkvantiteten per vecka.
3. Sätt prognosen till 8 i vecka 1 och till 14 i vecka 2 samt till 9 i vardera vecka 3 och 4.
Även denna lösning bygger på ett antagande om en minimileveranstid på en vecka, dvs den förväntade efterfrågan i vecka 1 sätts till 8. I övrigt fördelas skillnaden mellan totalprognosen 40 och summa kundorderkvantiteter, dvs $40 - 8 - 14 - 6 = 12$ så att totalefterfrågan blir så jämn som möjligt under vecka 2 till 4.
4. Sätt prognosen till 8 i vecka 1, till 18 i vecka 2, till 10 i vecka 3 samt till 4 vecka i 4.
Även denna lösning bygger på ett antagande om en minimileveranstid på en vecka. I övrigt fördelas skillnaden mellan totalprognosen för prognosperioden och summa kundorderkvantiteter så jämt som möjligt över vecka 2 till 4, dvs med $12 / 3 = 4$ i varje period.

Som framgår av exemplet innebär prognoskonsumtion att den ursprungliga totalt prognostiserade efterfrågan reduceras med erhållna kundorderkvantiteter till vad man kan kalla en restprognos och att den uppdaterade totalefterfrågan sätts lika med denna på något sätt fördelade restprognos plus summa kundorderkvantiteter per planeringsperiod inom en prognosperiod. Huruvida prognoskonsumtion också innebär en uppdatering av prognoser för hela prognosperioder utan egentlig nyprognostisering är beroende av vilken prognoskonsumtionsmetod som tillämpas.

Principiellt kan man givetvis ställa sig frågan om det finns behov av att mixa prognos och kundorder över huvud taget. Skulle man inte kunna nöja sig med att styra verksamheten efter den prognos man har och strunta i den aktuella orderstocken. I ett avseende känns svaret tämligen givet, nämligen vid leverans av färdiga produkter från lager och i det fall att kundorderkvantiteten överstiger prognostiserad kvantitet under en planeringsperiod. Om man i ett sådant läge inte skulle beakta kundorderkvantiteten skulle man riskera att nya tillverknings- eller inköpsorder planeras in för sent och att därmed redan erhållna och leveransbekräftade kundorder inte kan levereras i tid. Avser verksamheten montering eller tillverkning mot kundorder skulle man inte fullt ut ta hänsyn till det kapacitetsbehov som föreligger i den aktuella planeringsperioden och materialplaneringen av ingående komponenter skulle bli baserad på för små prognoskvantiteter av slutprodukten.

Gäller frågan i stället om det finns behov av att mixa prognos och kundorder i form av att fördela positiva skillnader mellan prognos och summa kundorderkvantiteter under en prognosperiod på ingående planeringsperioder är svaret inte lika självklart. Det är det inte heller om frågan gäller behov av att mixa prognos och kundorder när prognosskillnaden är negativ i en enstaka period och mixningen innebär att reducera restprognoser från intilliggande perioder med denna skillnad så att totalen för prognosperioden inte blir större än ursprungsprognosen.

Det är emellertid rimligt att anta att sättet att genomföra prognoskonsumtion påverkar kvaliteten på restprognosen och därmed kvaliteten på den totala efterfrågan i form av restprognos plus ineliggande kundorder. Följaktligen är det av intresse att använda så effektiva tillvägagångssätt som möjligt för att åstadkomma denna prognoskonsumtion. Resonemanget leder fram till följande forskningsfråga.

- Vilka tillvägagångssätt bör man använda för att mixa erhållna kundorder och prognostiserad efterfrågan och hur effektiva är dessa tillvägagångssätt uttryckta som resulterande absoluta prognosfel per planeringsperiod i medeltal över en prognosperiod.

1,3 Syfte och avgränsningar

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

Prognoskonsumtion är aktuell vid huvudplanering för att generera ett tillverkningsprogram från en prognos i företag av typ tillverka-mot-lager, montera-mot-order samt tillverka-mot-order. Det är också aktuellt vid lagerstyrning med hjälp av materialbehovsplanering (tidsfasad beställningspunkt) och med hjälp av den form av täcktidsplanering som beräknar täcktidsperiod för period från periodvis efterfrågan.

I de analyser som genomförs för att värdera olika prognoskonsumtionsmetoder förutsätts efterfrågan variera slumpmässigt kring ett givet medelvärde och utan inslag av trender, säsongvariationer eller andra systematiska efterfrågeförändringar. Prognosen per prognosperiod har satts lika med medelefterfrågan under hela den planeringshorisont som studeras. Den kan följaktligen betraktas som konstant och medelvärdesriktig. Leveranstider för kundorder antas alltid vara mindre än en prognosperiod.

2 Teoretiska utgångspunkter och alternativa metoder för prognoskonsumtion

2.1 Prognoskonsumtion i litteraturen

Litteraturen på prognosområdet är omfattande. Ett stort antal fackböcker samt åtskilliga tidskriftsartiklar och vetenskapliga artiklar behandlar olika aspekter på prognostisering och prognosmetoder i allmänhet. Däremot finns det ytterst lite publicerat specifikt om prognoskonsumtion. De få metoder som finns publicerade är mycket översiktligt och ytligt beskrivna. Metodernas egenskaper är inte analyserade och inte heller utvärderade med avseende på i vilka situationer de är användbara. Det som skrivits finns i huvudsak i läroböcker inom material- och produktionsstyrningsområdet. Ingen av dessa kan betraktas som vetenskapligt högt stående i strikt mening.

I den litteratur som behandlar prognoskonsumtion och som hittats i samband med detta projekt hävdas praktiskt taget genomgående att man bör låta erhållna kundorder konsumera prognoserna och att restprognosen per prognosperiod bör fördelas, exempelvis per

vecka om prognosperioden är fyra veckor. Några egentliga bevis för att hävda detta föreligger inte.

Den mest frekvent publicerade metoden för att mixa prognoser och kundorder innebär att för varje planeringsperiod inom en prognosperiod välja den största av respektive ursprungsprognos och summa kundorderkvantitet. Detta tillvägagångssätt förordas exempelvis av Bromberger, (1979, sid 123), Landvater och Gray (1989, sid 66), Martin (1990, sid 183) och Vollman m fl (2005, sid 180). Metoden är också vanligt förekommande i de affärssystem som finns på marknaden. En variant på metoden har föreslagits av Schönsleben (2004). Han menar att man som ett alternativ bör reducera den prognos som ligger närmst tidigare än respektive kundorder med kundorderkvantiteten minskad med planeringsperiodprognosen. Ett annat alternativ enligt Schönsleben är att reducera så många prognosvärden som behövs i kronologisk ordning bakåt från respektive kundorder och motsvarande skillnader mellan kundorderkvantiteter och planeringsperiodprognoser. I realiteten innebär detta att uppkomna restprognoser per planeringsperiod fördelas bakåt i tiden.

Om man normalt tillämpar en minsta leveranstid är det rimligt att anta att det inte kommer ytterligare kundorder inom denna tidrymd, dvs. inom den så kallade efterfrågetidsgränsen. Den enkla metoden enligt Bromberg med flera ovan kan då kompletteras så att totalefterfrågan under de perioder som faller inom efterfrågetidsgränsen sätts lika med summa kundorderkvantitet och följaktligen restprognosen till noll. Bortom efterfrågetidsgränsen väljs den största av respektive periods ursprungsprognos och summa kundorderkvantitet. Denna metodik har bland annat förordats av Mather och Plossl (1978, sid 9), Mattsson och Jonsson (2003, sid 222) samt av den amerikanska logistik- och utbildningsorganisationen APICS (Master Planning of Resources, 2004 sid 6.23).

Metoder som även innefattar en fördelning av positiva skillnader mellan ursprungsprognos och summa kundorderkvantiteter mellan planeringsperioder inom en prognosperiod har bland andra föreslagits av Mather och Plossl (1978, sid 10) och Gessner (1986, sid 80). Mather och Plossls metod innebär att man fördelar summa prognosskillnader under ett antal perioder in i framtiden från och med efterfrågetidsgränsen procentuellt per period och adderar denna procentfördelade prognos till de aktuella inliggande kundorderna för att få den totala efterfrågan. Hur procentsatserna skall fastställas anges inte. De metoder Gessner föreslår bygger på att när en period uppvisar en negativ restprognos, dvs. när en periods kundorderkvantitet är större än ursprungsprognosen, låta denna restprognos konsumera positiva restprognoser i intilliggande perioder. Denna konsumtion kan enligt författaren ske period för period så långt det behövs både bakåt och/eller framåt och den kan begränsas till ett önskat antal perioder i vardera riktningen.

2.2 Strukturering och analys av de metoder för prognoskonsumtion som behandlats i litteraturen

De metoder för prognoskonsumtion som redovisats i litteraturen kan struktureras på några olika sätt för att karakterisera deras egenskaper. Ett sätt att dela in metoderna innebär att skilja på metoder som tillämpar olika regler inom respektive bortom efterfrågetidsgränsen och sådana som inte gör det. Alternativ 2, 3 och 4 i avsnitt 1.2 tillhör den förstnämnda kategorin och alternativ 1 den sistnämnda.

En annan indelningsgrund är om skillnaden mellan ursprungsprognos och summa kundorderkvantitet per planeringsperiod, dvs. restprognosen, fördelas över flera perioder eller ej. Att fördelning över flera perioder inte tillämpas innebär att restprognosen sätts till noll om summa kundorderkvantitet i en period är större än ursprunglig prognos i samma period. Alternativ 3 och 4 i avsnitt 1.2 tillhör den förstnämnda kategorin medan alternativ 1 och 2 tillhör den sistnämnda.

För metoder som fördelar restprognoser, dvs. skillnader mellan ursprungsprognoser och summa kundorderkvantiteter, kan man skilja mellan metoder som endast fördelar restprognoser inom en prognosperiod och sådana som konsumerar eller fördelar skillnaderna över flera prognosperioder. Både alternativ 3 och 4 i avsnitt 1.2 tillhör den förstnämnda kategorin.

För metoder som fördelar restprognoser kan man också skilja mellan sådana metoder som enbart fördelar negativa restprognoser och sådana som också fördelar positiva restprognoser. Att negativa restprognoser fördelas innebär att de negativa restprognoskvantiteterna reducerar restprognoser i planeringsperioder med positiva restprognoser. För denna restprognoskonsumtion kan man skilja mellan symmetrisk konsumtion och enkelsidig konsumtion. Enkelsidig konsumtion innebär att den överskjutande kvantiteten konsumerar restprognoser antingen bakåt eller framåt med utgångspunkt från den period som har negativ prognosskillnad. Symmetrisk konsumtion innebär att man konsumerar restprognoser både framåt och bakåt. Metoder tillhörande denna kategori kallas fortsättningsvis reduktionsmetoder eftersom de reducerar disponibla restprognoser.

Den andra kategorin, dvs. metoder som fördelar positiva restprognoser, kallas i fortsättningen fördelningsmetoder eftersom de innebär att summan av alla positiva restprognoser i en prognosperiod fördelas efter någon princip på de i prognosperioden ingående planeringsperioderna. Inom denna metodkategori kan man i sin tur skilja mellan metoder som försöker åstadkomma så jämn totalefterfrågan som möjligt över alla prognosperiodens ingående planeringsperioder och metoder som fördelar prognosperiodens hela restprognos så jämnt som möjligt på ingående planeringsperioder. Alternativ 3 i avsnitt 1.2 tillhör den förstnämnda underkategorin medan alternativ 4 tillhör den sistnämnda.

Att inte reducera restprognoser i planeringsperioder med positiva restprognoser när det finns planeringsperioder med negativa restprognoser leder till att den totala efterfrågan per prognosperiod i form av summan av restprognos och ineliggande kundorder för de olika ingående planeringsperioderna blir systematiskt högre än ursprungsprognosen. Speciellt kan detta inträffa för artiklar med så kallade klumpade behov, lumpy demand, dvs med få kundorder. Detta är exempelvis vanligt i reservdelssortiment. Förhållandet framgår tydligt av följande exempel. Antag att prognosen per en fyraveckorsperiod är 8 st, dvs. 2 st per vecka. Om man får en order på 6 st i vecka 2 kommer den totala efterfrågan att bli $2 + 6 + 2 + 2 = 12$, dvs. 50 % större än ursprungsprognosen, om den negativa restprognosen på 4 i vecka 2 inte tillåts reducera prognoserna för övriga veckor .

Att inte reducera restprognoser när kundorderkvantiteten är större än ursprungsprognosen kan också leda till förändringar av totalefterfrågan utan att någon egentlig efterfrågeförändring skett. Proud (1994, sid 412) har illustrerat sådana effekter med följande exempel. Ursprungsprognosen för en viss produkt är 100 st per vecka, dvs. 400 st under motsvarande prognosperiod på 4 veckor. Vid ett visst tillfälle är summa kundorderkvantitet lika med 100, 80, 110 och 110 st under vecka 1, 2, 3 respektive 4. Genom att till-

lämpa regeln att som total efterfrågan välja det största av ursprungsprognos och kundorderkvantitet per planeringsperiod blir den sammanlagda efterfrågan $100 + 100 + 110 + 110 = 420$. Antag nu att en av kundorderna på 40 st, som reserverats för leverans i vecka 2 på kundens begäran, senareläggs med en vecka till vecka 3. Den totala efterfrågan blir då $100 + 100 + 150 + 110 = 460$ st. Ökningen i totalefterfrågan för prognosperioden har sålunda inträffat utan att någon kvantitetsmässig förändring av vare sig den reella efterfrågan eller den prognostiserade inträffat. En bieffekt av det inträffade kan också bli att en ny order för att fylla på lagret måste planeras in med kort varsel eller att en uteliggande order måste omplaneras. Förfarandet kan med andra ord också resultera i så kallad systemnervositet.

En ytterligare nackdel med att inte tillämpa reduktionsmetoder utan i stället använda metoden att välja det största av prognos och summa kundorderkvantitet i varje planeringsperiod uppstår i företag av typ montera-mot-order och tillverka-mot-order. Om prognosen är större av summa kundorderkvantitet väljs prognosen och följaktligen kommer hela materialbehovsplaneringen att baseras på en medelvariant, modell eller produkttyp snarare än specifika kundorder. Kundorderunika och variantskiljande detaljer kommer då inte att kunna materialplaneras via den produktionsplan som görs vid huvudplaneringen. Problemet kan undvikas genom att i stället låta periodens efterfrågan representeras av de aktuella kundorderna och en restprognos som är lika med ursprungsprognosen minus summa kundorderkvantitet. Då kommer endast denna restprognoskvantitet att materialplaneringsmässigt bli schablonplanerad.

Förhållandet att summan av restprognoser och kundorderkvantiteter under en prognosperiod blir större än dess ursprungsprognos kan också inträffa om fördelningsmetoder används och den restprognos som fördelas inte först reduceras med förekommande negativa restprognoser.

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 metoder som bygger på att fördela restprognoser. 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 prognoskonsumtion är att "forecasts are consumed over the period of time that represents the most accurate forecast".

Principiellt är det inget som hindrar att skillnader mellan en periods prognostiserade kvantitet och summa kundorderkvantitet även fördelas till andra prognosperioder. Många författare anser emellertid att detta inte bör ske eftersom det innebär att affärssystemet i princip automatiskt skulle komma att ändra på av management fastställda prognoser. Exempelvis hävdar Proud (1994, sid 412) att restprognoser endast bör föras vidare inom en prognosperiod, inte från prognosperiod till prognosperiod. Proud menar också att "Orders that fail to materialize in an aggregate forecasting period should not be automatically rolled into the next forecasting period".

2.3 Prognoskonsumtionsmetoder att analysera

Med utgångspunkt från de i litteraturen publicerade metoderna och den struktur och analys av metoder för prognoskonsumtion som diskuterades i föregående avsnitt har

några olika metoder för prognoskonsumtion utformats för att testas med avseende på hur de påverkar prognoskvaliteten. Det som framför allt skiljer metoderna åt är hur skillnaderna mellan prognoskvantiteter och kundorderkvantiteter inom en prognosperiod fördelas över ingående planeringsperioder.

Följande begrepp används vid beskrivning av de olika prognoskonsumtionsmetoderna nedan.

- Med planeringsperiod menas delperiod inom en prognosperiod, exempelvis vecka inom en prognosperiod på 4 veckor.
- Med ursprungsprognos menas den totalprognos som ursprungligen fastställts för en period. Ursprungsprognosen för en planeringsperiod sätts genomgående lika med ursprungsprognosen för prognosperioden dividerat med antalet planeringsperioder per prognosperiod.
- Med restprognos menas en ursprungsprognos minskad med kundorderkvantiteter i perioden. Sådana restprognoser förekommer både för planeringsperioder och prognosperioder. Restprognoser kan vara både negativa och positiva.
- Med en planeringsperiods prognostiserade totalefterfrågan menas summan av ingående kundorderkvantiteter och dess restprognos. Det är denna kvantitet som utgör den totala förväntade efterfrågan efter genomförd prognoskonsumtion.

Metod 1: För varje planeringsperiod väljs det största av ursprungsprognos och summa kundorderkvantiteter som prognostiserad totalefterfrågan. Förekommande negativa restprognoser fördelas inte på de i prognosperioden ingående planeringsperioderna. Detta innebär att prognostiserad efterfrågan i planeringsperioder där ursprungsprognosen är större än kundorderkvantiteten inte reduceras trots att det i prognosperioden också finns planeringsperioder för vilka kundorderkvantiteten är större än ursprungsprognosen.

Metod 2: För varje planeringsperiod beräknas ursprungsprognos minus summa kundorderkvantiteter, dvs. planeringsperiodernas restprognoser. Därefter beräknas summa negativa restprognoser. Denna summa utgörs av orderkvantiteter som det inte finns prognostäckning för i enskilda planeringsperioder. Metod 2 innebär att summan i möjligaste mån konsumerar restprognoserna i de planeringsperioder som har positiva restprognoser med början bakifrån i prognosperioden. Följden blir att prognosperiodens totalefterfrågan endast överskrider ursprungsprognosen om summa orderkvantiteter i prognosperioden är större än ursprungsprognosen. Om så är fallet blir prognosperiodens restprognos noll och planeringsperiodernas totalefterfrågan utgörs endast av kundorder.

Metod 3: Metod 3 är den samma som metod 2 med undantag för att enskilda planeringsperioders negativa restprognoser fördelas på planeringsperioder med positiva restprognoser framifrån i stället, dvs. med början från den sista planeringsperioden i prognosperioden.

Metod 4: Restprognosen per prognosperiod, dvs. skillnaden mellan ursprungsprognosen i en prognosperiod och summa kundorderkvantiteter i samma period beräknas. Restprognosen per planeringsperiod beräknas därefter genom att dividera prognosperiodens restprognos med antalet planeringsperioder. Denna restprognos adderas till kund-

orderkvantiteten i respektive planeringsperiod. Är restprognosen för prognosperioden mindre än noll sätts däremot restprognosen till noll i varje planeringsperiod. Den prognostiserade totalefterfrågan per planeringsperiod sätts lika med summa kundorderkvantitet i perioden plus den beräknade restprognosen.

Metod 5: Metod 4 innebär att restprognosen per prognosperiod fördelas lika på alla ingående planeringsperioder. Med metod 5 fördelas i stället restprognosen så att den prognostiserade totalefterfrågan blir så lika som möjligt i alla planeringsperioder inom ramen för vad som är möjligt med hänsyn tagen till ineliggande kundorder.

Metod 6: Skillnaden mellan prognostiserad efterfrågan i en prognosperiod och summa kundorderkvantiteter i samma period beräknas. Om denna restprognos är positiv fördelas den på ingående planeringsperioder med olika procentsatser vars storlek står i omvänd proportion till hur orderstocken historiskt varit fördelad över de olika planeringsperioderna i prognosperioden. Om exempelvis orderstockens fördelning under prognosperiodens vecka 1, 2, 3 och 4 varit 40, 30, 20 respektive 10 procent fördelas restprognosen med 10, 20, 30 och 40 procent på respektive vecka 1, 2, 3 och 4. Är skillnaden negativ sätts restprognosen till noll i varje planeringsperiod. Den prognostiserade totalefterfrågan per planeringsperiod sätts till summa kundorderkvantitet i perioden plus den fördelade restprognosen.

Metoderna 2 och 3 kan karakteriseras som reduktionsmetoder enligt det resonemang som fördes i avsnitt 2.2 eftersom de innebär att restprognoserna i planeringsperioder med positiva restprognoser reduceras med restprognoserna i planeringsperioder med negativa restprognoser. Den prognostiserade totalefterfrågan per planeringsperiod påverkas därigenom endast i de fall det finns planeringsperioder för vilka summa kundorderkvantitet är större än ursprungsprognosen. Metod 2 karakteriseras av att restprognosreduktionen sker från början av prognosperioden medan metod 3 karakteriseras av att den sker från slutet av prognosperioden. Både metod 1 och de båda reduktionsmetoderna säkerställer att den totalt prognostiserade efterfrågan under en planeringsperiod aldrig underskrider summa kundorderkvantitet i perioden.

I motsats till dessa båda metoder kan metoderna 4 – 6 karakteriseras som fördelningsmetoder. De innebär alla att summan av de positiva restprognoserna i en prognosperiod, dvs. den del av prognosperiodens ursprungsprognos som ännu inte är konsumerad av kundorder, på olika sätt fördelas över de olika planeringsperioderna. Den prognostiserade totalefterfrågan per planeringsperiod påverkas därigenom även i de fall det inte finns planeringsperioder för vilka summa kundorderkvantitet är större än ursprungsprognosen. Även de tre fördelningsmetoderna säkerställer att den totalt prognostiserade efterfrågan under en planeringsperiod aldrig underskrider summa kundorderkvantitet i perioden.

Ingen av de analyserade metoderna inkluderar fallet att man tillämpar en minsta leveranstid för leverans till kund och att följaktligen inga nya order kan komma in inom denna leveranstid. Ett sådant förhållande innebär att restprognosen inom efterfrågetidsgränsen kan sättas till noll eftersom man inte kan förvänta sig ytterligare order inom denna tidshorisont. Skälet till att förhållandet inte beaktats är att det kan betraktas som ett specialfall av prognosrullning. I stället för att som vid prognosrullning hantera skillnaden mellan prognostiserad och levererad kvantitet i en passerad period är det här en

fråga om att hantera skillnaden mellan prognostiserad och slutgiltig kundorderkvantitet under en passerad period.

En analys av det här fallet vid prognosrullning finns redovisad i en tidigare forskningsrapport (Mattsson, 2004b). Som framgår av denna rapport är slutsatsen att företag under normala omständigheter inte har anledning att tillämpa prognosrullning utan i stället successivt dropa de prognosavvikelser som oundvikligen uppkommer i takt med utleveranser. Endast under exceptionella förhållanden med hög grad av negativt korrelerad efterfrågan kan det vara motiverat att använda sig av prognosrullning för att förbättra prognoskvaliteten. Eftersom förhållandena är likvärdiga vare sig det rör sig om att avräkna faktiska utleveranser eller erhållna kundorder inom efterfrågetidsgränsen gäller denna slutsats även i fråga om att successivt dropa de prognosavvikelser som uppkommer i takt med ordergång.

Vid analyserna av de olika prognoskonsumtionsmetoderna har det antagits att efterfrågetidsgränsen är noll och att följaktligen order kan levereras direkt från lager om så önskas. Ytterligare order kan därmed komma in även i den första planeringsperioden i en prognosperiod.

Vid lagerstyrning och huvudplanering spelar begreppet disponibelt att lova en stor roll för hur prognoskonsumtion kan och bör hanteras. Med disponibelt att lova menas den kvantitet som finns till förfogande i ett lager eller i form av en planerad tillverkningsorder att lova för leverans utan att påverka leveransmöjligheterna för andra redan accepterade kundorder. Motsvarande engelskspråkiga begrepp är ATP, Available-to-promise.

Trots att funktionen disponibelt att lova har stor betydelse för att uppnå hög leveransservice och är mycket omfattande behandlad i litteraturen, är det ingen som diskuterar den i anslutning till prognoskonsumtion. Det är emellertid uppenbart att man genom att styra leveranstidpunkterna för kundorder och därmed efterfrågan påverkar sättet att fördela restprognoser. I de perioder som disponibelt att lova är noll kan man inte leverera mot nya kundorder. Följaktligen är det ingen mening med att fördela positiva restprognoser till just dessa perioder utan fördelningen bör begränsas till perioder med positivt disponibelt att lova kvantitet. Prognoskonsumtion med hänsyn tagen till disponibelt att lova har inte inkluderats i de analyserade prognoskonsumtionsmetoderna.

3 Tillvägagångssätt vid analys av metoderna

De i föregående avsnitt beskriva metoderna för prognoskonsumtion 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 enligt en rektangelfördelning och slumpmässigt bestämda antal order per dag enligt en Poissonfördelning.

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 orderna 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. Karakteristik för de fyra scenarierna sammanfattas i tabell 1. Totalt har för varje scenario tjugo år med daglig efterfrågan genererats som underlag för analyserna.

Analyserna har genomförts för prognosperioder omfattande fyra planeringsperioder om vardera en vecka. I fortsättningen av den här rapporten används därför begreppet vecka i stället för planeringsperiod.

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 prognoskonsumtion 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 i samma 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>Veckokorrelation</i>	<i>Periodkorrelation</i>
Handel	- 0,002	0,017
Tillverkning 1	- 0,023	- 0,082
Tillverkning 2	- 0,018	. 0,040
Reservdelar	0,054	0,090

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 prognoskonsumtionsmetoderna och beräkningar av prognosfel gjorts med hjälp av Excel.

Prognoskonsumtionsmetod 6 bygger på att restprognosen för en prognosperiod, dvs periodens ursprungsprognos minskad med summa kundorderkvantiteter, fördelas med utgångspunkt från hur den historiska orderstocken varit fördelad över de planeringsperioder som ingår i prognosperioden. Följande fyra orderstocksfordelningar har använts.

I: 80, 60, 40 och 20 % av alla order är erhållna redan i prognosperiodens vecka 1, 2, 3 respektive 4. Detta motsvarar en orderstocksandel på 50 % av den totala prognostiserade efterfrågan i prognosperioden.

II: 60, 40 och 20 % av alla order är erhållna redan i prognosperiodens vecka 1, 2 respektive 3. Detta motsvarar en orderstocksandel på 30 % av den totala prognostiserade efterfrågan i prognosperioden.

III: 40 och 20 % av alla order är erhållna redan i prognosperiodens vecka 1 respektive 2. Detta motsvarar en orderstocksandel på 15 % av den totala prognostiserade efterfrågan i prognosperioden.

IV: 20 % av alla order är erhållna redan i prognosperiodens vecka 1. Detta motsvarar en orderstocksandel på 5 % av den totala prognostiserade efterfrågan i prognosperioden. Hur restprognosen skall fördelas med utgångspunkt från de olika orderstocksfordelningarna så att den prognostiserade totalefterfrågan blir så jämn som möjligt över alla ingående planeringsperioder har därefter beräknats.

- För 80-60-40-20 blir fördelningen 10, 20, 30 respektive 40 %.
- För 60-40-20-0 blir fördelningen 14,3, 21,4, 28,6 respektive 35,7 %.
- För 40-20-0-0 blir fördelningen 17,7, 23,5, 29,4 respektive 29,4 %.
- För 20-0-0-0 blir fördelningen 21,1, 26,3, 26,3 respektive 26,3 %.

För att åstadkomma en orderstock på 80, 60, 40 respektive 20 % skapades orderstockar per vecka genom att summera de första fyra dagarnas, de första tre dagarnas, de första två dagarnas respektive den första dagens orderingång. Över de simulerade 20 åren erhöles i medeltal följande orderstocksfordelningar i procent för de fyra olika scenarierna. I tabellerna anges också orderstockens andel av den prognostiserade efterfrågan per prognosperiod.

Tabell 3 Orderstocksandel och orderstocksfordelning I: 80-60-40-20 % per vecka

Scenario	Per prognosperiod	Vecka 1	Vecka 2	Vecka 3	Vecka 4
Handel	50,4	80,7	60,5	40,4	20,2
Tillverkning I	48,8	77,9	58,6	39,2	19,6
Tillverkning II	56,1	89,9	67,3	44,9	22,5
Reservdelar	49,1	78,6	59,0	39,3	19,6

Tabell 4 Orderstocksandel och orderstocksfordelning II: 60-40-20-0 % per vecka

Scenario	Per prognosperiod	Vecka 1	Vecka 2	Vecka 3	Vecka 4
Handel	30,3	60,5	40,3	20,2	0,0
Tillverkning I	29,3	58,4	39,0	19,6	0,0
Tillverkning II	33,8	67,6	45,1	22,6	0,0
Reservdelar	29,5	59,2	39,3	19,7	0,0

Tabell 5 Orderstocksandel och orderstocksfördelning III: 40-20-0-0 % per vecka

<i>Scenario</i>	<i>Per prognosperiod</i>	<i>Vecka 1</i>	<i>Vecka 2</i>	<i>Vecka 3</i>	<i>Vecka 4</i>
Handel	15,1	40,4	20,2	0,0	0,0
Tillverkning I	14,6	38,9	19,5	0,0	0,0
Tillverkning II	16,9	44,9	22,5	0,0	0,0
Reservdelar	14,8	39,5	19,7	0,0	0,0

Tabell 6 Orderstocksandel och orderstocksfördelning IV: 20-0-0-0 % per vecka

<i>Scenario</i>	<i>Per prognosperiod</i>	<i>Vecka 1</i>	<i>Vecka 2</i>	<i>Vecka 3</i>	<i>Vecka 4</i>
Handel	5,0	20,2	0,0	0,0	0,0
Tillverkning I	4,9	19,4	0,0	0,0	0,0
Tillverkning II	5,6	22,5	0,0	0,0	0,0
Reservdelar	4,9	19,8	0,0	0,0	0,0

Eftersom orderingången är slumpgenererad varierar dessa procentfördelningar under den period på tjugo år som analyserats. För att få en uppfattning om hur stora dessa variationer är har standardavvikelser, maxvärden och minvärden beräknats för orderstocksfördelning I för samtliga fyra efterfrågescenarier. Värdena framgår av tabell 7 - 9.

Tabell 7 Procentandelarnas standardavvikelse för olika efterfrågescenarier

<i>Vecka</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Handel	1,81	1,67	1,24	1,01
Tillverkning I	6,92	5,92	4,60	3,15
Tillverkning II	11,69	9,92	8,31	6,89
Reservdelar	16,98	13,34	11,31	7,86

Tabell 8 Procentandelarnas max-värden för olika efterfrågescenarier

<i>Vecka</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Handel	82,8	63,4	42,8	22,4
Tillverkning I	93,8	72,1	48,6	26,6
Tillverkning II	109,3	90,7	61,0	39,7
Reservdelar	114,6	87,5	62,5	33,3

Tabell 9 Procentandelarnas min-värden för olika efterfrågescenarier

<i>Vecka</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Handel	76,9	57,9	38,6	18,3
Tillverkning I	62,1	43,2	29,0	15,1
Tillverkning II	61,1	43,5	24,4	11,1
Reservdelar	48,9	33,3	22,9	8,3

Som framgick ovan bygger prognoskonsumtionsmetod 6 på att restprognosen fördelas efter hur orderstocken historiskt varit fördelad. Det innebär att en sådan orderstocks-fördelning måste uppskattas i förväg för att metoden skall kunna användas. Den prognoskvalitet man får blir därför beroende av med vilken säkerhet sådana uppskattningar kan göras. För att värdera den grad av noggrannhet som krävs har en känslighetsanalys genomförts för samtliga orderfördelningar. Dessa fördelningar motsvarar att andelen av den totala orderstocken i vecka 1, 2, 3 och 4 är 40 %, 30 %, 20 % respektive 10 % för orderstocks-fördelning 80-60-40-20, 50 %, 33.3 %, 16.7 % respektive 0 % för orderstocks-fördelning 60-40-20-0, 66.7, 33.3, 0 respektive 0 % för orderstocks-fördelning 40-20-0-0 och 100, 0, 0 respektive 0 % för orderstocks-fördelning 20-0-0-0. I nedanstående tabeller redovisas de orderstocks-fördelningar som analyserats för jämförelse med respektive ”verklig” orderstocks-fördelning.

Tabell 10 Analyserade fördelningar för jämförelse med orderstocks-fördelning I

47,5 %	33,75 %	16,25 %	2,5 %
45,0 %	32,5 %	17,5 %	5 %
42,5 %	31,25 %	18,75 %	7,5 %
40,0 %	30,0 %	20,0 %	10,0 %
37,5 %	28,75 %	21,25 %	12,5 %
35,0 %	27,5 %	22,5 %	15,0 %
32,5 %	26,25 %	23,75 %	17,5 %

Tabell 11 Analyserade fördelningar för jämförelse med orderstocks-fördelning II

56,25 %	37,5 %	6,25 %	0 %
54,17 %	36,11 %	9,72 %	0 %
52,08 %	34,72 %	13,19 %	0 %
50,0 %	33,33 %	16,7 %	0 %
47,92 %	31,94 %	20,14 %	0 %
45,83 %	30,56 %	23,61 %	0 %
43,75 %	29,17 %	27,08 %	0 %

Tabell 12 Analyserade fördelningar för jämförelse med orderstocks-fördelning III

76,67 %	23,33 %	0 %	0 %
73,33 %	26,67 %	0 %	0 %
70,0 %	30,0 %	0 %	0 %
66,67 %	33,33 %	0 %	0 %
63,33 %	36,67 %	0 %	0 %
60,0 %	40,0 %	0 %	0 %
56,67 %	43,33 %	0 %	0 %

Eftersom alla inneliggande order finns i den första veckan för orderstocks-fördelning IV har inte fördelningsvariationer kunnat skapas på samma sätt som för de tre övriga orderstocks-fördelningarna. I stället har orderstockens andel av den totala efterfrågan under den första veckan varierats mellan 26 % till 14 % jämfört med den ”verkliga” orderstocksandelen på 20 %.

Metod 1 och de två reduktionsmetoderna karakteriseras enligt avsnitt 2.3 av att den prognostiserade totalefterfrågan påverkas av i vilken utsträckning det förekommer negativa restprognoser, dvs. det förekommer planeringsperioder för vilka summa kundorderkvantitet är större än ursprungsprognosen. För att kunna värdera dessa metoder med avseende på under vilka förhållanden de är användbara har beräkningar gjorts av andelen veckor i vilka summa kundorderkvantitet är större än ursprungsprognosen under de tjugo år som analyserats. Beräkningarna har gjorts för vart och ett av de behandlade efterfrågescenarierna och för var och en av de behandlade orderstocks fördelningarna. Resultaten från dessa beräkningar redovisas i nedanstående tabeller.

Tabell 13 Andel veckor med kundorderkvantiteter större än ursprungsprognos för orderstocks fördelning I

<i>Vecka</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Handel	9,0	0,1	0,0	0,0
Tillverkning I	27,6	13,6	3,4	0,0
Tillverkning II	38,8	30,3	21,3	10,5
Reservdelar	23,2	17,5	11,9	6,3

Tabell 14 Andel veckor med kundorderkvantiteter större än ursprungsprognos för orderstocks fördelning II

<i>Vecka</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Handel	0,1	0,0	0,0	0,0
Tillverkning I	13,6	3,4	0,2	0,0
Tillverkning II	30,5	21,4	10,6	0,0
Reservdelar	17,5	11,9	6,3	0,0

Tabell 15 Andel veckor med kundorderkvantiteter större än ursprungsprognos för orderstocks fördelning III

<i>Vecka</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Handel	0,0	0,0	0,0	0,0
Tillverkning I	3,4	0,2	0,0	0,0
Tillverkning II	21,1	10,5	0,0	0,0
Reservdelar	11,9	6,3	0,0	0,0

Tabell 16 Andel veckor med kundorderkvantiteter större än ursprungsprognos för orderstocks fördelning IV

<i>Vecka</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Handel	0,0	0,0	0,0	0,0
Tillverkning I	0,2	0,0	0,0	0,0
Tillverkning II	10,4	0,0	0,0	0,0
Reservdelar	6,3	0,0	0,0	0,0

Det tillvägagångssätt för utvärdering av de olika prognoskonsumtionsmetoderna som använts innebär att ju bättre den prognostiserade totalefterfrågan under en prognosperiod överensstämmer med faktiska kundorder under samma period när en viss metod an-

vänds för prognoskonsumtion jämfört med motsvarande om ingen prognoskonsumtion tillämpas, desto bättre är metoden. Att inte tillämpa prognoskonsumtion innebär att ursprungsprognosen behålls och att den följaktligen inte uppdateras i takt med att kundorder kommer in. Som mått på prognosöverensstämmelse har medelvärdet per vecka av den absoluta medelavvikelsen mellan prognos och verklig kundorderkvantitet, MAD, använts.

Parvisa jämförelser mellan att använda respektive prognosmetod och att inte tillämpa prognoskonsumtion har gjorts med avseende på 20 stycken efterfrågeperioder, vardera omfattande ett år av daglig efterfrågan. Parvisa jämförelser har också i viss omfattning gjorts mellan olika prognoskonsumtionsperioder. Eftersom 20 observationer kan betraktas som ett litet stickprov har t-fördelningen använts för att göra signifikansuttalanden.

4 Resultat och analys

Resultaten med avseende på prognoskvalitet av att använda de prognoskonsumtionsmetoder som beskrevs i avsnitt 2 redovisas i nedanstående tabeller. För varje metod visas skillnader mellan erhållet MAD i medeltal per vecka när prognoskonsumtion inte tillämpas och erhållet MAD i medeltal per vecka för respektive metod i procent av erhållet MAD i medeltal per vecka när prognoskonsumtion inte tillämpas. Dessutom visas värdet på testfunktionen för metodjämförelsen och om skillnaden är signifikant på 0,05 % nivån med en *-markering. 0,05 % signifikansnivå motsvarar ett testfunktionsvärde på 3,9. Exempelvis är för handelsscenariot med en orderstocksfordelning på 80-60-40-20, MAD 1,2 % lägre om metod 1 används för prognoskonsumtion jämfört med om inte prognoskonsumtion tillämpas. Motsvarande testfunktionsvärde är 3,9.

Tabell 17 Orderstocksfordelning I: 80-60-40-20 % per vecka motsvarande en orderstocksandel på storleksordningen 50 % av den totalt prognostiserade efterfrågan i prognosperioden

Scenario		Metod 1	Metod 2	Metod 3	Metod 4	Metod 5	Metod 6
Handel	Skillnad	-1,2 %	-0,7 %	-1,3 %	42,3 %	-1,1 %	-27,4%
	t-värde	-3,9*	-5,1*	-3,2	24,9*	-5,3*	-10,8*
Tillverkning I	Skillnad	-9,7 %	-9,9 %	-8,0 %	-11,2%	-10,4%	-29,2%
	t-värde	-6,0*	-6,1*	-5,9*	-3,1	-6,3*	-7,5*
Tillverkning II	Skillnad	-28,2%	-39,1%	-31,9%	-33,4%	-37,1%	-45,7%
	t-värde	-12,5*	-14,8*	-12,4*	-11,1*	-15,0*	-12,6*
Reservdelar	Skillnad	-30,4%	-49,6%	-42,7%	-45,2%	-44,4%	-51,2%
	t-värde	-8,8*	-11,0*	-10,3*	-10,9*	-10,7*	-11,5*

Tabell 18 Orderstocks fördelning II: 60-40-20-0 % per vecka motsvarande en orderstocksandel på storleksordningen 30 % av den totalt prognostiserade efterfrågan i prognosperioden

Scenario		Metod 1	Metod 2	Metod 3	Metod 4	Metod 5	Metod 6
Handel	Skillnad	0,0 %	0,0 %	0,0 %	43,5 %	0,0 %	-13,6%
	t-värde	-	-	-	2,3*	-	-8,1*
Tillverkning I	Skillnad	-2,9 %	-2,6 %	-2,4 %	-2,2 %	-3,1 %	-14,8%
	t-värde	-5,0*	-5,0*	-4,9*	-0,8	-5,1*	-6,1*
Tillverkning II	Skillnad	-13,3%	-15,6%	-13,0%	-13,3%	-15,5%	-19,5%
	t-värde	-12,3*	-13,3*	-9,3*	-7,5*	-12,7*	-9,5*
Reservdelar	Skillnad	-16,0%	-22,1%	-18,9%	-19,7%	-20,3%	-22,4%
	t-värde	-8,3*	-9,9*	-8,6*	-9,2*	-9,3*	-10,0*

Tabell 19 Orderstocks fördelning III: 40-20-0-0 % per vecka motsvarande en orderstocksandel på storleksordningen 15 % av den totalt prognostiserade efterfrågan i prognosperioden

Scenario		Metod 1	Metod 2	Metod 3	Metod 4	Metod 5	Metod 6
Handel	Skillnad	0,0 %	0,0 %	0,0 %	32,4 %	0,0 %	-6,4 %
	t-värde	-	-	-	23,6*	-	-6,2*
Tillverkning I	Skillnad	-0,5 %	-0,4 %	-0,5 %	-0,5 %	-0,5 %	-6,5 %
	t-värde	-3,8	-2,9	-3,4	-0,3	-3,7	-5,2*
Tillverkning II	Skillnad	-5,4 %	-5,7 %	-5,1 %	-5,8 %	-6,0 %	-8,2 %
	t-värde	-11,8*	-11,4*	-8,5*	-5,6*	-11,6*	-7,3*
Reservdelar	Skillnad	-7,2 %	-8,7 %	-8,2 %	-8,0 %	-8,5 %	-8,5 %
	t-värde	-7,5*	-8,2*	-7,4*	-7,1*	-7,8*	-7,8*

Tabell 20 Orderstocks fördelning IV: 20-0-0-0 % per vecka motsvarande en orderstocksandel på storleksordningen 5 % av den totalt prognostiserade efterfrågan i prognosperioden

Scenario		Metod 1	Metod 2	Metod 3	Metod 4	Metod 5	Metod 6
Handel	Skillnad	0,0 %	0,0 %	0,0 %	11,8 %	0,0 %	-2,3 %
	t-värde	-	-	-	13,2*	-	-5,4*
Tillverkning I	Skillnad	0,0 %	0,0 %	0,0 %	-0,2 %	0,0 %	-1,8%
	t-värde	-	-	-	-0,4	-	-3,9*
Tillverkning II	Skillnad	-1,5 %	-1,3 %	-1,4 %	-1,9 %	-1,6 %	-2,2 %
	t-värde	-9,8*	-8,1*	-8,2*	-4,4*	-10,7*	-4,2*
Reservdelar	Skillnad	-2,2 %	-2,3 %	-2,4 %	-2,3 %	-2,4 %	-2,0 %
	t-värde	-7,0*	-6,8*	-6,1*	-5,7*	-6,9*	-5,7*

För metod 1 och de två reduktionsmetoderna 2 och 3 är skillnaderna mellan att tillämpa prognoskonsumtion och att enbart förlita sig på ursprungsprognosen i huvudsak endast signifikanta om andelen veckor med kundorderkvantiteter större än ursprungsprognos är storleksordningen 10 % eller mer. Se tabellerna 13 – 16. Ju högre denna andel är desto större blir skillnaderna i prognoskvalitet, dvs. desto bättre blir överensstämmelsen mellan den prognostiserade totalefterfrågan och den verkliga efterfrågan. Dessa resultat är förväntade eftersom det endast är fall med negativa restprognoser som man med dessa metoder påverkar ursprungsprognosen per vecka.

Metod 2 och 3 skiljer sig från metod 1 genom att orderkvantiteter som överskrider ursprungsprognosen konsumerar restprognoser i veckor där ursprungsprognosen är större än summa kundorderkvantitet. För att avgöra om denna reduktion av restprognoser förbättrar prognoskvaliteten har metoderna 2 och 3 jämförts med metod 1. Skillnaderna i procent mellan metod 2 och 1 visas i nedanstående tabell. Tabellen anger MAD per vecka inom prognosperiod för metod 2 minus motsvarande enligt metod 1 i procent av MAD per vecka inom prognosperiod för metod 2. *-markeringen anger att skillnaden är signifikant på 0,05 % nivån.

Tabell 21 Procentuella skillnader i absoluta prognosfel i medeltal per prognosperiod mellan metod 1 och metod 2

<i>Orderstocks fördelning</i>	<i>80-60-40-20</i>	<i>60-40-20-0</i>	<i>40-20-0-0</i>	<i>20-0-0-0</i>
Handel	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Tillverkning I	-0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %
Tillverkning II	-8,5 %*	-2,1 %	-0,3 %	0,2 %
Reservdelar	-14,7 %*	-5,3 %*	-1,4 %	0,0 %

På motsvarande sätt redovisas skillnaderna i procent mellan metod 3 och 1 i nedanstående tabell. Även här anger tabellen MAD per vecka inom prognosperiod för metod 3 minus motsvarande enligt metod 1 i procent av MAD per vecka inom prognosperiod för metod 3.

Tabell 22 Procentuella skillnader i absoluta prognosfel i medeltal per prognosperiod mellan metod 1 och metod 3

<i>Orderstocks fördelning</i>	<i>80-60-40-20</i>	<i>60-40-20-0</i>	<i>40-20-0-0</i>	<i>20-0-0-0</i>
Handel	-0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Tillverkning I	1,6 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %
Tillverkning II	-2,9 %	0,3 %	0,3 %	0,1 %
Reservdelar	-9,4 %*	-2,6 %	-0,9 %	-0,2 %

Som framgår av tabellerna är skillnaderna i prognoskvalitet mellan å ena sidan metod 2 respektive 3 och å andra sidan metod 1 försumbara för de flesta scenarier och orderstocks fördelningsfall. Endast för fallen med stor orderstock och hög variationskoefficient är skillnaderna signifikanta. Dessa fall karakteriseras av förekomst av enstaka stora kundorder relativt ursprungsprognos, dvs. vid den typ av efterfrågan som brukar kallas klumpade behov (lumpy demand). Metod 2, dvs. prognoskonsumtion från prognosperiodens början, ger en något bättre prognoskvalitet än metod 3.

Av fördelningsmetoderna påverkar metod 4 prognoskvaliteten mycket olika för de studerade efterfrågefallen. Vid jämn och hög efterfrågan, dvs för handelsscenariot, ger metoden signifikant sämre prognoskvalitet än om man inte tillämpar prognoskonsumtion. Detta gäller samtliga orderstocks fördelningar. Ju mer varierande och klumpad efterfrågan är, desto bättre fungerar metoden och den ger signifikant bättre prognoskvalitet för scenarierna Tillverkning II och Reservdelar än om man inte tillämpar prognoskonsumtion. Förhållandet gäller även i det här fallet för samtliga orderstocks fördelningar.

Fördelning av restprognos enligt metod 5 medför för samtliga scenarier och orderstocks fördelningar bättre eller likvärdig prognoskvalitet jämfört med att ingen prognos-

konsumtion tillämpas. Det är emellertid endast för fall med stor orderstock eller mycket varierande efterfrågan som skillnaderna är signifikanta. Exempelvis ger samtliga scenarier med orderstocks fördelning 80-60-40-20 en signifikant bättre prognoskvalitet. Likaså ger scenarierna Tillverkning II och Reservdelar en signifikant bättre prognoskvalitet för samtliga orderstocks fördelningar.

Fördelningsmetod 6 ger mycket entydiga analysresultat. För samtliga scenarier och samtliga orderstocks fördelningar ger metoden en signifikant bättre prognoskvalitet än om ingen prognoskonsumtion tillämpas. Metoden ger också med ett enda undantag bättre prognoskvalitet än metod fem. Undantaget är scenariot Reservdelar vid orderstocks fördelning 20-0-0-0.

Den orderstocks fördelning som användningen av metod 6 baseras på i analysen har beräknats från den analyserade efterfrågan, dvs. analysen är baserad på sin faktiska orderstocks fördelning och inte på en i förväg uppskattad. Det är därför naturligt att fråga sig hur pass känsliga de erhållna resultaten är för felaktigheter i använd orderstocks fördelning. I tabellerna 7 - 9 redovisades standardavvikelser, max-värden och min-värden för orderstocks fördelningar per år under de tjugo år som analyserats. Av tabellerna framgår exempelvis att orderstockens andel av ursprungsprognosen under vecka 1 varierar mellan 109,3 och 61,1 för Tillverkning II scenariot. De stora variationer som finns i det analyserade efterfrågematerialet under analysperioden indikerar att metod 6 kan medföra bättre prognoskvalitet än övriga metoder även om den orderstocks fördelning som måste uppskattas baserat på historisk efterfrågan är något osäker. Speciellt gäller detta efterfrågescenarierna med stora variationer i efterfrågan.

För att ytterligare studera hur känslig metod 6 är för osäkerheter i uppskattningar av orderstocks fördelningar har en känslighetsanalys baserat på de olika avvikande orderstocksandelar relativt orderstocksandelarna 40, 30, 20 och 10 %, orderstocksandelarna 50, 33,3, 16,7 och 0 % respektive orderstocksandelarna 66,7, 33,3, 0 och 0 % som redovisades i tabell 10 -12 gjorts. Resultaten för orderstocksandelarna 40, 30, 20 och 10 % samt 50, 33,3, 16,7 och 0 % visas i nedanstående två tabeller. I tabellerna visas MAD per vecka inom prognosperiod för aktuell orderstocks fördelning minus motsvarande för den verkliga orderstocks fördelningen i procent av MAD per vecka för den verkliga orderstocks fördelningen. I tabellerna anges också en *-markering om respektive skillnad är signifikant på 0,05 nivån.

Tabell 23 Procentuella skillnader i MAD vid avvikelser från verklig orderstocks fördelning. Orderstocks fördelning I: 80-60-40-20 % motsvarande en orderstocksandel på 40, 30, 20 och 10 % i vecka 1, 2, 3 respektive 4

<i>Scenario</i>	47,5/33,8 16,2/2,5	45,0/32,5 17,5/5,0	42,5/31,2 18,8/7,5	37,5/28,8 21,2/12,5	35,0/27,5 22,5/15,0	32,5/26,2 23,8/17,5
Handel	44,1 %*	21,0 %*	5,3 %*	5,6 %*	21,3 %*	44,4 %*
Tillverkning I	6,5 %*	3,2 %*	0,9 %	0,4 %	1,1%	4,6 %*
Tillverkning II	-2,2 %*	-1,6 %*	-0,8 %*	1,0 %*	2,2 %*	3,5 %*
Reservdelar	-2,1 %*	-1,4 %*	-0,7 %*	0,7 %*	1,4 %*	2,1 %*

Tabell 24 Procentuella skillnader i MAD vid avvikelser från verklig orderstocksfordelning. Orderstocksfordelning II: 60-40-20-0 % motsvarande en orderstocksandel på 50, 33,3, 16,7 och 0 % i vecka 1, 2, 3 respektive 4

Scenario	56,3/37,5 6,2/0,0	54,2/36,1 9,7/0,0	52,1/34,7 13,2/0,0	47,9/31,9 20,2/0,0	45,8/30,6 23,6/0,0	43,7/29,2 27,1/0,0
Handel	15,1 %*	7,0 %*	1,7 %*	1,7 %*	6,9 %*	15,1 %*
Tillverkning I	1,7 %*	0,8 %	0,2 %	0,1 %	0,6%	1,5 %*
Tillverkning II	-0,5 %	-0,4 %	-0,2 %	0,3 %*	0,6 %*	1,0 %*
Reservdelar	-0,3 %	-0,2 %	-0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,4 %*

Som framgår av tabellerna minskar känsligheten i takt med att orderstockens andel av prognosen minskar. Låg felkänslighet gäller i ännu högre grad de orderstocksfordelningar som inte redovisas här, dvs. 40-20-0-0 och 20-0-0-0 motsvarande en orderstocksandel per prognosperiod på 15 respektive 5 %. För ovan redovisade orderstocksfordelningar är skillnaderna i prognoskvalitet i många fall signifikanta vid avvikelser från ”verkliga” orderstocksfordelningar. Skillnaderna är emellertid i de flesta fall mycket små i jämförelse med de skillnader som föreligger mellan att använda metod 6 och att inte tillämpa någon prognoskonsumtion. Det är endast i efterfrågescenariot Handel som prognoskvaliteten påverkas så kraftigt av avvikelser från ”verklig” orderstocksfordelning att metodens fördelar jämfört att inte tillämpa prognoskonsumtion kan ifrågasättas om det föreligger ej försumbara osäkerheter i de orderstocksfordelningar som kan uppskattas på basis av orderstockshistorik. För övriga scenarier kan felkänsligheten betraktas som så låg att den prognoskvalitet som erhålls med hjälp av metod 6 är klart bättre än den prognoskvalitet som erhålls om prognoskonsumtion inte tillämpas även om det föreligger svårigheter att göra uppskattningar av aktuell orderstocksfordelning.

Det har i tidigare avsnitt konstaterats att om det finns ineliggande kundorder vars sammanlagda kvantitet i en planeringsperiod är större än ursprungsprognosen bör dessa alltid beaktas. I annat fall kommer man att minska en redan känd efterfrågan och därmed riskera att nya tillverknings- eller inköpsorder planeras in för sent för att tillfredsställa de utleveransbehov som föreligger. Att vid planering endast beakta den prognostiserade efterfrågan är därför endast försvarbart i fall där leveranser från lager i huvudsak alltid sker omedelbart efter orderingång.

Alla de analyserade metoderna tar på olika sätt hänsyn till kundorderkvantiteter som i en enstaka planeringsperiod är större än ursprungsprognosen. Följaktligen bör den lämpligaste av dem alltid väljas framför att inte tillämpa någon prognoskonsumtion alls. Eftersom metod 1 är den metod som är enklast att använda och som samtidigt uppfyller detta minimivillkor är det av intresse att jämföra övriga metoder med denna metod. Om man betraktar de jämförelser som redovisats i tabellerna 17 – 20 kan man konstatera att metod 2, 3 och 4 alltid ger lägre prognoskvalitet än metod 6 utom för fallet Reservdelar vid orderstocksfordelning III och IV och att de alltid ger lägre prognoskvalitet än metod 5 utom i fallen Tillverkning II vid orderstocksfordelning I och II och Reservdelar vid orderstocksfordelning I, II och III. För dessa sju fall är skillnaderna så måttliga att de för praktiskt bruk är mer eller mindre ointressanta. De är dessutom inte signifikanta på 0,05 % nivån. En slutgiltig metodjämförelse kan därför inskränkas till att omfatta metod 1, 5 och 6. Resultaten av denna jämförande analys redovisas per efterfrågescenario i tabellerna 25 – 28. För att vid jämförelsen också kunna ta hänsyn vilken prognoskvalitet som metod 6 ger när uppskattade orderstocksandelar avviker från de ”verkliga” har de tidi-

gare redovisade avvikande orderstocksfordelningarna inkluderats i analysen. Motivet för att inkludera metod 5 i den slutgiltiga analysen är att metoden inte ställer några krav på orderstocksuppskattningar och följaktligen skulle kunna vara att föredra framför metod 6 om den prognoskvalitet som metoden ger skulle vara alltför beroende av hög precision i dessa uppskattningar.

I tabellerna visas för varje metod skillnader mellan erhållet MAD i medeltal per vecka när metod 1 används för prognoskonsumtion och erhållet MAD i medeltal per vecka för respektive metod i procent av erhållet MAD i medeltal per vecka när metod 1 används. För de skillnader som är signifikanta på 0,05 % nivån visas också en **-markering och för skillnader på 0,5 % nivån en *-markering. Metod 6-0 avser jämförelsevärden när ”verkliga” orderstocksandelar använts medan 6+1, 6+2 och 6+3 avser jämförelsevärden när högre orderstocksandelar i den första veckan enligt tabellerna 10 - 12 använts och 6-1, 6-2 och 6-3 jämförelsevärden när lägre orderstocksandelar i den första veckan enligt samma tabeller använts.

Tabell 25 Jämförelse av metod 1 med metod 5 respektive 6 för efterfrågescenario Handel vid olika orderstocksfordelningar

Fördeln.	Metod 5	Metod 6+3	Metod 6+2	Metod 6+1	Metod 6-0	Metod 6-1	Metod 6-2	Metod 6-3
I	-0,0	14,2**	-4,1	-16,5**	-20,7**	-16,3**	-3,8	14,5**
II	-0,2	1,1	-6,0*	-10,6**	-12,1**	-10,6**	-6,1*	1,2
III	-0,2	-1,8	-4,1*	-5,1**	-6,2**	-5,7**	-4,3*	-1,8
IV	-0,2	-0,6	-1,5	-2,1*	-2,4*	-2,4	-2,1	-1,6

Av tabell 25 framgår att metod 5 och metod 1 är likvärdiga för samtliga orderstocksfordelningar medan metod 6 är signifikant bättre än metod 1 för fallen med orderstockar motsvarande mer än 15 % av efterfrågan inom närmsta prognosperiod. För orderstockar motsvarande 30 % eller mer är skillnaderna avsevärda. För att uppnå denna högre prognoskvalitet krävs dock en tämligen hög precision vid uppskattning av orderstocksandelar per vecka. Felkänsligheten är följaktligen hög för handelsscenariot vid stora orderstockar vilket också framgick av tabell 23 och 24.

Tabell 26 Jämförelse av metod 1 med metod 5 respektive 6 för efterfrågescenario Tillverkning I vid olika orderstocksfordelningar

Fördeln.	Metod 5	Metod 6+3	Metod 6+2	Metod 6+1	Metod 6-0	Metod 6-1	Metod 6-2	Metod 6-3
I	-0,7	-9,6*	-12,5**	-14,3**	-15,1**	-14,8**	-13,5**	-11,2*
II	-0,3	-8,9**	-9,7**	-10,2**	-10,4**	-10,3**	-9,9**	-9,1**
III	-0,1	-5,4**	-5,6**	-5,4**	-5,8**	-5,7**	-5,5**	-5,3
IV	-0,1	-1,7*	-1,6*	-1,4	-1,2	-1,0	-0,8	-0,6

Inte heller för efterfrågescenario Tillverkning I ger metod 5 bättre prognoskvalitet än den förhållandevis mycket enklare metod 1. Med avseende på medelvärdet av de absoluta prognosfelen per vecka under en prognosperiod är de likvärdiga. Jämförs i stället metod 1 med metod 6 är skillnaderna i prognoskvalitet påtagliga. Även i det här fallet är skillnaderna avsevärda när orderstockarna motsvarar 30 % eller mer av den totala efterfrågan i prognosperioderna. En viktig skillnad jämfört med handelsscenariot är att me-

Metod 6 är betydligt okänsligare för osäkerheter i orderstocksandelar när den tillämpas för efterfrågescenariot Tillverkning I. För orderstocksfördelning II, III och IV är skillnaderna mellan MAD för den ”verkliga” orderstocksandelen och MAD när orderstocksandelarna avviker praktiskt taget försumbara och för orderstocksfördelning I mycket måttliga. Denna mindre felkänslighet framgick också av tabell 23 och 24.

Tabell 27 Jämförelse av metod 1 med metod 5 respektive 6 för efterfrågescenario Tillverkning II vid olika orderstocksfördelningar

Fördeln.	Metod 5	Metod 6+3	Metod 6+2	Metod 6+1	Metod 6-0	Metod 6-1	Metod 6-2	Metod 6-3
I	-6,5*	-12,8**	-12,3**	-11,6**	-10,9**	-10,0**	-9,0**	-7,8*
II	-2,0	-5,3*	-5,2*	-5,0*	-4,8*	-4,6*	-4,3*	-3,9
III	-0,6	-2,4	-2,5	-2,4	-2,4	-2,4	-2,4	-2,3
IV	-0,1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,8	-0,7

Som framgår av tabell 27 är metod 5 signifikant bättre än metod 1 för scenariot Tillverkning II vid orderstocksfördelning I. För övriga orderstocksfördelningar är de emellertid likvärdiga. Även om metod 5 är bättre än metod 1 för orderstocksfördelning I är den klart underlägsen metod 6 för denna orderstocksfördelning. Samma sak gäller orderstocksfördelning II. Skillnaderna mellan metod 6 och metod 1 är betydande och liksom för efterfrågescenariot Tillverkning I är metod 6 tämligen okänslig för feluppskattningar i orderstocksandelar när den tillämpas på efterfrågescenariot Tillverkning II. När orderstocken motsvarar 15 % eller mindre av den totala efterfrågan per prognosperiod, dvs för orderstocksfördelningarna III och IV, är skillnaderna mellan metod 1 och metod 6 tämligen ointressanta för praktiskt bruk.

Tabell 28 Jämförelse av metod 1 med metod 5 respektive 6 för efterfrågescenario Reservdelar vid olika orderstocksfördelningar

Fördeln.	Metod 5	Metod 6+3	Metod 6+2	Metod 6+1	Metod 6-0	Metod 6-1	Metod 6-2	Metod 6-3
I	-9,7**	-15,7**	-15,1**	-14,5**	-13,9**	-13,3**	-12,7**	-12,1**
II	-3,7**	-5,6**	-5,5**	-5,4**	-5,4**	-5,3**	-5,2**	-5,0**
III	-1,2	-1,5	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-1,2	-1,1
IV	-0,3	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7*	0,8*	0,9*

För efterfrågescenariot Reservdelar är analysresultaten praktiskt taget identiska med motsvarande för efterfrågescenariot Tillverkning II. Den enda egentliga skillnaden är att signifikansnivån är högre för reservdelsfallet med orderstocksfördelning II.

5 Resultatsammanfattning och slutsatser

Av de genomförda analyserna framgår, att det med avseende prognoskvalitet inte finns någon anledning att använda metod 1 för prognoskonsumtion jämfört med att inte tillämpa prognoskonsumtion om inte andelen planeringsperioder med kundorderkvantiteter större än ursprungsprognos är storleksordningen 10 % eller mer. Metod 1 avser den metod som innebär att för varje planeringsperiod inom en prognosperiod välja det största värdet av ineliggande kundorder och aktuell prognos. Samma sak gäller metod 2, dvs. den metod för vilken konsumtion av restprognos sker från prognosperiodens början

och metod 3, dvs den metod för vilken konsumtion av restprognos sker från prognosperiodens slut.

Även enstaka orderstockstoppar som överskrider ursprungsprognosen påverkar emellertid när nya tillverknings- eller inköpsorder planeras in för leverans. De påverkar också i vilken utsträckning redan uteliggande order måste omplaneras. Om kundorder normalt inte levereras inom storleksordningen en planeringsperiod finns det därför alltid skäl att tillämpa prognoskonsumtion. Metod 1 är i många fall att föredra på grund av sin enkelhet och de övriga reduktionsmetoderna ger i allmänhet inte signifikant bättre prognoskvalitet. Reduktionsmetoderna 2 och 3 är endast signifikant bättre än metod 1 i de fall efterfrågan karakteriseras av enstaka stora kundorder i förhållande till den genomsnittliga efterfrågan per prognosperiod och i kombination med stor orderstock i förhållande till den totalt prognostiserade efterfrågan per prognosperiod. Metod 2 ger en något högre prognoskvalitet än metod 3.

Av fördelningsmetoderna ger metod 4, dvs. den metod som fördelar prognosperiodens restprognos lika på alla ingående planeringsperioder, mycket olika resultat för de olika scenarierna. För handelsscenariot medför den klart försämrade prognoskvalitet medan den ger signifikant bättre prognoskvalitet för efterfrågescenierna Tillverkning II och Reservdelar. Trots detta är metoden även i dessa fall underlägsen metod 5, dvs den metod som fördelar prognosperiodens restprognos så att totalefterfrågan blir så lika som möjligt för alla planeringsperioder, och metod 6, dvs den metod som fördelar prognosperiodens restprognos i omvänd proportion till hur den historiska orderstocken varit fördelad över de ingående planeringsperioderna. Metod 4 är därmed inte av vidare intresse i analysen.

Fördelning av restprognoser enligt metod 5 medför för samtliga scenarier och orderstocksfordelningar bättre eller likvärdig prognoskvalitet jämfört med att ingen prognoskonsumtion tillämpas. Det är emellertid endast för fall med stor orderstock eller mycket varierande efterfrågan som skillnaderna är signifikanta. Metod 6 ger för samtliga scenarier och samtliga orderstocksfordelningar en signifikant bättre prognoskvalitet än om ingen prognoskonsumtion tillämpas. Metoden ger också med ett enda undantag bättre prognoskvalitet än metod 5. Den bättre prognoskvalitet som erhålls med hjälp av metod 6 är emellertid till viss del betingad av hur exakt de olika planeringsperiodernas orderstocksandelar kan uppskattas. Den genomförda känslighetsanalysen visar att känsligheten för fel i uppskattad orderstocksfordelning är förhållandevis hög för handelsscenariot och speciellt vid hög orderstock i förhållande till totalefterfrågan per prognosperiod. Känsligheten är betydligt mindre för de scenarier som karakteriseras av stora efterfrågevariationer. Känsligheten minskar i takt med att orderstockens andel av totalprognosen minskar.

Slutsatsen av de ovan redovisade analysresultaten är att de metoder för prognoskonsumtion som i första hand är av intresse att välja mellan är metod 1, 5 och 6. Metod 1 är intressant därför att den är enkel att tillämpa och att den tillgodoser kravet att säkerställa att kundorderkvantiteter i enstaka planeringsperioder alltid beaktas och metod 6 därför att den för praktiskt taget alla kombinationer av efterfrågescenarier och orderstocksfordelningar ger likvärdig eller bättre prognoskvalitet än metoderna 2, 3 och 4. Metod 5 har inkluderats eftersom den är nästan lika bra med avseende på prognoskvalitet som metod 6 jämfört med metoderna 2, 3 och 4 men dessutom inte ställer några krav på att orderstocksandelar per period skall kunna uppskattas i förväg. En jämförelse av dessa

tre metoder inklusive en analys av hur känslig metod 6 är för feluppskattningar i orderstocksandelar har genomförts per efterfrågescenario och för de olika orderstocksfördelningarna. Baserat på denna analys och de övriga resultat och diskussioner som redovisats ovan kan nedanstående slutsatser dras vad gäller val av tillvägagångssätt att tillämpa prognoskonsumtion.

- Om kundorder i huvudsak alltid levereras med en leveranstid som överskrider en planeringsperiod från ordergång, dvs. för fall där efterfrågetidsgränsen är större än en planeringsperiod, bör ingen prognoskonsumtion ske inom denna tidsgräns och skillnaderna mellan erhållna kundorder och ursprunglig prognos bör inte föras vidare till kommande planeringsperioder.
- Om man kan uppskatta hur orderstocken fördelar sig per planeringsperiod inom en prognosperiod är den metod som bygger på att restprognosen fördelas omvänt proportionellt mot orderstocksandelarna att föredra, speciellt när orderstocken är stor i förhållande till den totala efterfrågan per prognosperiod. För efterfrågescenarier med liten variation i efterfrågan krävs emellertid att uppskattade orderstocksandelar ligger nära de ”verkliga” andelarna. Ju mer efterfrågan varierar desto mindre betydelse är kraven på precision vid uppskattning i orderstocksandelar.
- Kan man inte uppskatta orderstocksandelar för olika planeringsperioder inom en prognosperiod eller inte uppnå en tillräcklig precision bör man i stället använda metoden med störst av kundorder och ursprungsprognos per planeringsperiod om efterfrågan är förhållandevis jämn och orderstocken per prognosperiod är stor i förhållande till periodens prognos. Vid ojämn efterfrågan karakteriserad av få och jämfört med prognos stora kundorder samt av att orderstocken är stor bör man välja den metod som fördelar restprognosen över olika planeringsperioder så att summan av kundorder och restprognos blir så jämn som möjligt.
- Om orderstocken per prognosperiod är liten i förhållande till periodens prognos ger metoden störst av kundorder och ursprungsprognos per planeringsperiod likvärdig prognoskvalitet som mer avancerade prognoskonsumtionsmetoder vare sig efterfrågan varierar mycket eller lite.

Referenser

APICS (2004) Master planning of resources, Participant guide, CPIM training course.

Bromberg, H. (1979) Converting the forecast to the master production schedule, APICS 22nd Annual Proceedings.

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.
- Martin, A. (1990) DRP: Distribution resource planning, The Oliver Wight Companies.
- Mather, H. – Plossl, G. (1978) The master production schedule – Management's handle on the business, Mather & Plossl Inc.
- Mattsson, S-A. (2004a) Logistikens termer och begrepp, PLAN – Föreningen för Produktionslogistik.
- Mattsson, S-A. (2004b) Prognosrullning för lagerstyrning och huvudplanering, Arbetspapper, Institutionen för Teknisk ekonomi och logistik, Lunds Tekniska Högskola.
- Mattsson, S-A. – Jonsson, P. (2003) Produktionslogistik, Studentlitteratur.
- Proud, J. (1994) Master scheduling, The Oliver Wight Companies.
- Schönsleben, P. (2004) Integral logistics management, St Lucie Press.
- Vollman, T. – Berry, W. – Whybark, C. (2005) Manufacturing planning and control for supply chain management, McGraw-Hill.