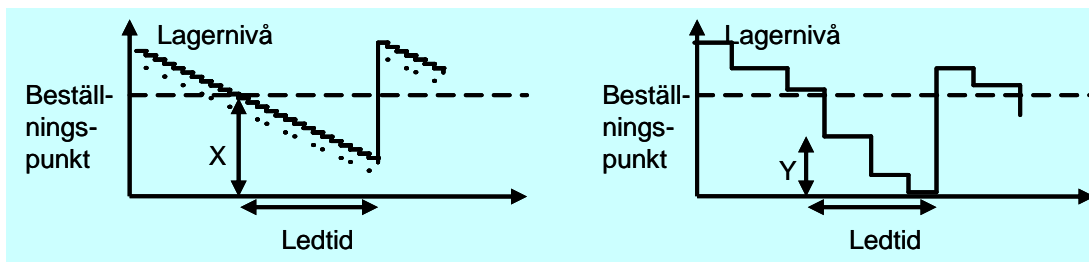


Överdrag i materialstyrningssystem

De modeller som används i praktisk tillämpning för att styra lager, exempelvis i olika varianter av beställningspunktssystem, bygger näst intill uteslutande på antagandet att varje lageruttag avser ett styck. Detta är praktiskt taget aldrig fallet i verkliga lager. Om lageruttagen är större än ett i ett beställningspunktssystem kommer lagret när beställningspunkten underskrids och nya inleveransorder planeras in att ligga mer eller mindre under beställningspunkten. Så kallade överdrag uppstår. Den kvantitet som återstår för att täcka efterfrågan under ledtid kommer följaktligen att bli för liten vilket medför att man får fler brister och lägre servicenivå än vad som avsetts. I den här handboksdelen behandlas hur man kan beräkna överdrag och hur man kan ta hänsyn till dem i olika materialstyrningsmetoder. Beskrivningen avser fallet att materialplanering genomförs dagligen, dvs. kontroll av om nya order för att fylla på lagret behöver läggas ut sker dagligen. Det är alltså fråga om ett beställningspunktssystem av periodinspektionstyp. Motsvarande beräkning och hantering av överdrag kan göras om planeringsintervallet är annat än en dag.

1 Beräkning av överdrag

Det som händer när lageruttagen är större än ett styck illustreras för ett beställningspunktssystem i figur 1. De streckade linjerna avser beställningspunkter. I båda fallen, dvs. både i figuren till vänster och i figuren till höger, går lagret under beställningspunkten och följaktligen skall en lagerpåfyllnadsorder läggas ut. I fallet till vänster med uttagskvantiteter lika med ett återstår kvantiteten X för att täcka efterfrågan under tiden fram till nästa inleverans eftersom det uttag som utlöste en ny order endast medfört att beställningspunkten nås. I fallet till höger återstår endast kvantiteten Y för att täcka samma efterfrågan eftersom det uttag som utlöste en ny order medfört att beställningspunkten underskridits.



Figur 1 Beställningspunktssystem med överdrag

Överdrag i lagerstyrningssystem, dvs. i beställningspunktssystem skillnaden mellan beställningspunkt och lagersaldo när beställningspunkten underskrids, är en stokastisk variabel som varierar mellan noll och den störst förekommande uttagskvantiteten minus 1. Medelvärde av denna stokastiska variabel kan approximativt beräknas med hjälp av följande formel.

$$m_{\text{överdrag}} = \frac{\sigma^2 + \bar{E}^2}{2 \cdot \bar{E}} - \frac{1}{2} \dots\dots\dots(1)$$

där \bar{E} = medelefterfrågan per dag
 σ = efterfrågans standardavvikelse per dag

För att fullt ut kunna beakta överdrag vid dimensionering av beställningspunkter måste man också ta hänsyn till dess variation eftersom den påverkar säkerhetslagrets storlek. Approximativt kan överdragets variation sättas lika med standardavvikelsen per dag för efterfrågevariationerna. Simuleringar har visat dessa båda approximationer ger fullt tillfredsställande noggrannhet vid materialstyrning (Mattsson, 2005).

Överdragets variationer samverkar och motverkar efterfrågans variationer. Deras respektive standardavvikelser kan därför inte adderas i samband beräkning av säkerhetslager. I stället måste den kombinerade standardavvikelsen beräknas med hjälp av följande formel.

$$\sigma_{\text{kombinerad}} = \sigma(\text{dag}) * \sqrt{LT + 1}$$

där $\sigma(\text{dag})$ = efterfrågans standardavvikelse per dag
 LT = ledtiden i dagar

2 Hänsyn till överdrag i olika materialstyrningssystem

Förekomst av överdrag påverkar materialstyrningssystem på olika sätt. Nedan beskrivs hur ovanstående beräkningsmetoder kan inkluderas i de vanligast förekommande typerna av materialstyrningssystem.

Överdrag i beställningspunktssystem med saldoberoende orderkvantiteter

Med beställningspunktssystem med saldoberoende orderkvantiteter menas ett system i vilket aktuellt lagersaldo¹ jämförs med beställningspunkten. Om saldot underskrider beställningspunkten initieras ett orderförslag med fast orderkvantitet. För att beräkna beställningspunkter i sådana system med hänsyn till överdrag kan följande formel användas.

$$BP = E * LT + m_{\text{överdrag}} + k * \sigma(\text{dag}) * \sqrt{LT + 1} \dots\dots\dots 2)$$

där BP = beställningspunkten
 E = efterfrågan per dag
 LT = ledtiden i dagar
 $m_{\text{överdrag}}$ = överdragets medelvärde enligt formel 1
 k = säkerhetsfaktorn
 $\sigma(\text{dag})$ = efterfrågans standardavvikelse per dag

Överdrag i beställningspunktssystem med saldoberoende orderkvantiteter

Även i beställningspunktssystem med saldoberoende orderkvantiteter jämförs aktuellt lagersaldo med beställningspunkten. Om saldot underskrider beställningspunkten initieras ett orderförslag. Skillnaden jämfört med saldoberoende beställningspunktssystem är att orderkvantiteten inte är fast utan lika med skillnaden mellan en återfyllnadsnivå och aktuellt saldo. Samma formel som ovan kan användas för att beräkna beställningspunkter i sådana system för att ta hänsyn till överdrag.

För den här typen av system påverkas även återfyllnadsnivån av överdragets storlek. För att orderkvantiteten i medeltal skall bli så nära ekonomisk orderkvantitet som möjligt måste återfyllnadsnivån beräknas med hjälp av följande formel.

$$\dot{A}F = BP - m_{\text{överdrag}} + EOK$$

där BP = beställningspunkten
 EOK = ekonomisk orderkvantitet

Överdrag i periodbeställningspunktssystem

Medan beställningspunktssystem karakteriseras av att lagersaldon jämförs med beställningspunkter och planerade order initieras om lagersaldona underskrider beställnings-

¹ Det som skall jämföras med beställningspunkten är egentligen den så kallade lagerpositionen, dvs. summan av aktuellt lagersaldo och förväntade inleveranser och minskat med restorder. För att göra framställningen enklare används emellertid genomgående begreppet lagersaldo.

punkterna, initieras planerade order i periodbeställningssystem periodiskt oavsett lagersaldots storlek vid ordertillfället.

Eftersom orderinitiering inte sker genom jämförelse med aktuellt saldo utan periodiskt medför antagandet om att alla uttagskvantiteter är en styck inte några problem. Följaktligen finns det inte några behov av att göra några överdragsjusteringar i den här typen av system.

Överdrag vid täcktidsplanering

Täcktidplanering innebär att planerade order initieras när den så kallade täcktiden är mindre än ledtiden för återanskaffning plus en säkerhetstid. Med täcktid menas den tid som aktuellt lagersaldo räcker. I de flesta sammanhang beräknas denna täcktid genom att dividera lagersaldo med efterfrågan per dag. Principiellt är täcktidsplanering identisk med ett beställningspunktssystem. I stället för att jämföra två olika kvantiteter jämförs två tider. Följaktligen kan överdrag behandlas på i princip samma sätt som vid beställningspunktssystem enligt ovan.

Tillvägagångssättet innebär att en tid i dagar motsvarande beräknat medelöverdrag dividerat med medelefterfrågan per dag läggs till aktuell ledtid plus säkerhetstid, dvs följande regel tillämpas.

Beställ om

$$TT \leq LT + ST + \frac{m_{\text{överdrag}}}{E}$$

där TT = täcktiden

LT = ledtiden för återanskaffning

ST = säkerhetstiden

E = efterfrågan per dag

På motsvarande sätt justeras också säkerhetstiden för att ta hänsyn till överdragsvariationer genom att ersätta den med en säkerhetstid som erhålls genom att dividera säkerhetslagret beräknat på samma sätt som för beställningspunktssystem med efterfrågan per dag.

Överdrag vid materialbehovsplanering

Även materialbehovsplanering utan strukturedbrytning utgör en typ av beställningspunktssystem. I stället för att jämföra aktuellt lagersaldo med en beställningspunktskvantitet beräknas saldot dag för dag framåt i tiden och en ny beställning planeras in för leverans när saldot blir negativt. En ny order planeras in för leverans vid dagen för första nettobehov. Hänsyn till säkerhetslager tas genom att före projicering av saldot framåt i tiden minska ineliggande lagersaldo med beräknad säkerhetslagerkvantitet. Överdrag kan följligen hanteras på i princip samma sätt som vid beställningspunktssystem enligt ovan. Tillvägagångssättet innebär att ineliggande lagersaldo minskas med uppskattat överdrag innan projicerat lager beräknas dag för dag. På motsvarande sätt som ovan justeras också säkerhetslagret för att ta hänsyn till överdragsvariationer.

Hantering av överdrag är inte aktuellt vid materialbehovsplanering baserad på behovsnedbrytning av materialbehov via produktstrukturer från produktionsplaner för slutprodukter.

3 Användningsmiljöer

Att ta hänsyn till överdrag i de olika materialstyrningssystemen är framför allt av betydelse när efterfrågan karakteriseras av få och stora uttag per tidsenhet och det förekommer många dagar utan några uttag alls. Ju jämnare efterfrågan är från dag till dag och i ju mindre utsträckning det förekommer dagar utan uttag, desto bättre kan man få systemen att fungera enbart genom att använda dem som periodinspektionssystem, dvs. att inkludera hänsyn till att materialplanering inte sker transaktionsvis. Överdrag betyder mindre ju längre ledtiden är.

4 Effekter av att ta hänsyn till överdrag

Att inte ta hänsyn till överdrag medför att man inte kommer att få den servicenivå som säkerhetslagret dimensionerats för. Alternativt innebär det att det krävs en större kapitalbindning i säkerhetslager för att uppnå önskad servicenivå än vad som skulle krävs om man tog hänsyn till överdrag med hjälp av ovanstående formel. För att studera dessa båda typer av effekter har analyser med hjälp av simulering gjorts på data från tre olika företag, i vardera företaget omfattande 250 olika artiklar. Beräkningar och analyser har baserats på ett beställningssystem med saldoberoende orderkvantiteter.

I analysen avseende hur erhållen servicenivå påverkas sattes önskad servicenivå till 98 % vid dimensionering av säkerhetslager (Mattsson, 2007). Analyserna för de tre företagen genomfördes för fallet att ingen hänsyn tas till överdrag och ingen hänsyn till att materialplaneringen körs en gång per dag och inte transaktionsvis, fallet att ingen hänsyn tas till överdrag men till ett inspektionsintervall på en dag samt fallet att hänsyn tas till överdrag. Erhållna servicenivåer för olika rörlighetsklasser framgår av tabell 1. Rörlighetsklass 1 innebär flest uttag per år och rörlighetsklass 4 minst antal uttag per år.

Som framgår av tabellen uppfyller man i betydligt högre grad önskad servicenivå om man tar hänsyn till överdrag, speciellt om antalet uttag per år är lågt och därmed efterfrågevariationerna höga. Att nöja sig med att beakta periodinspektionsintervallet ger någorlunda tillfredsställande resultat endast för artiklar med många uttag per år. Att 98 % servicenivå inte nås ens när hänsyn tas till överdrag beror i första hand på att åtskilliga artiklars efterfrågevariationer inte är tillräckligt normalfördelade.

Företag / Rörl. klass	Kontinuerlig inspektion	Periodisk inspektion	Inklusive Överdrag
Företag A			
1	95,7	96,1	97,4
2	95,9	96,1	97,1
3	93,9	94,2	95,6
4	93,9	94,1	95,8
Företag B			
1	92,1	95,8	97,2
2	94,0	94,7	96,9
3	94,0	93,5	96,4
4	94,2	92,4	96,6
Företag C			
1	97,3	97,5	97,9
2	96,9	97,0	97,6
3	95,7	95,8	97,0
4	94,6	94,8	96,5

Tabell 1 Erhållna medelservicenivåer i procent med och utan hänsyn till överdrag.

I vilken utsträckning brist på hänsyn till överdrag medför högre kapitalbindningen i säkerhetslager för att uppnå en önskad servicenivå har utvärderats med hjälp av samma företagsdata i en annan studie (Mattsson, 2008). I denna studie anpassades servicenivån för dimensionering av säkerhetslager tills den önskade nivån på 97 % uppnåddes, dels för fallet utan hänsyn till överdrag och dels för fallet med hänsyn till överdrag. Den skillnad i kapitalbindning i säkerhetslager som krävdes för att i båda fallen i medeltal uppnå den önskade servicenivån framgår av tabell 2.

	<i>Ökad kapitalbindning</i>
Företag 1	15,6 %
Företag 2	4,4 %
Företag 3	14,4 %

Tabell 2 Kapitalbindningsökning vid dimensionering av beställningspunkter utan hänsyn till överdrag jämfört med hänsyn till överdrag

För de tre fallföretagen krävs det följaktligen en extra kapitalbindning på mellan storleksordningen 5 och 15 % för att uppnå önskad servicenivå om man inte tar hänsyn till överdrag jämfört med att inkludera överdrag i beräkningarna av beställningspunkter.

5 Övriga kommentarer

- Det finns också två förenklade sätt att beräkna överdrag i lagerstyrningssystem med periodisk inspektion. I det enklaste fallet beräknas överdrag som hälften av medel efterfrågan under ett inspektionsintervall, exempelvis dag. Denna metod fungerar

tillfredsställande om efterfrågan är frekvent, dvs. för artiklar med efterfrågan minst var annan eller var tredje period. För att även få tillfredsställande värden vid mer lågfrekvent efterfrågan är det bättre att använda en metod som innebär att överdraget beräknas som medelefterfrågan under de perioder där det förekommit efterfrågan.

- Den engelskspråkiga termen för överdrag är undershoot. Även termen overshoot förekommer.

Referenslitteratur

Hill, R. (1988) Stock control and the undershoot of the re-order level, Journal of the Operational Research Society, Vol. 39 No. 2.

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

Mattsson, S-A. (2007) Materialstyrningsmodeller med hänsyn tagen till överdrag och olika efterfrågefördelningar, Forskningsrapport. Institutionen för Teknisk ekonomi och logistik. Lunds Universitet.

Mattsson, S-A. (2012) Hänsyn till överdrag som förutsättning för effektiv lagerstyrning, Forskningsrapport, Permatron Research.

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