

Val av värde på dimensioneringsvariabler för bestämning av säkerhetslager för orderradsservice

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

Studier har visat att metoder för dimensionering av säkerhetslager som bygger på antal dagars medelefterfrågan, procent av medelefterfrågan under ledtid, cykelservice eller bristkostnad leder till klart lägre kapitalbindning för att uppnå en viss önskad orderradsservice för en grupp av artiklar jämfört med om man använder fyllnadsgradsservice. Nackdelen med dessa metoder är emellertid att det inte finns något enkelt samband mellan respektive variabel och orderradsservice som motsvarar det som finns mellan fyllnadsgradsservice och orderradsservice. På grund detta föreligger svårigheter att sätta lämpliga värden på dimensioneringsvariabeln och det finns en uppenbar risk för att fördelarna med metoderna med avseende på kapitalbindning inte kommer att kunna realiseras.

Syftet med den här studien var att utveckla ett iterativt tillvägagångssätt för att härleda samband mellan värden på respektive dimensioneringsvariabel och fyllnadsgradsservice så att den kan användas som hjälpmedel för att välja lämpliga variabelvärden. Eftersom teoretiskt beräknad fyllnadsgradsservice skiljer sig från verkligt erhållen orderradsservice har dessutom simuleringar på efterfrågedata från tre företag genomförts för att uppskatta hur stora dessa skillnader kan förväntas vara. Skillnaderna visade sig vara i stort sett desamma oberoende av företag och oberoende av dimensioneringsmetod men variera med avseende på servicenivåns storlek. Ju högre servicenivå, desto mindre skillnader. En i praktiken användbar konverteringstabell har tagits fram. Den visar vilken fyllnadsgradsservice man måste utgå från i beräkningsmodellen för att få den orderradsservice man vill uppnå. De approximationer som gjorts vid beräkning av värdena i tabellen kan betraktas som acceptabla i relation till alla de övriga osäkerheter som är förknippade med bestämning av säkerhetslager.

1 Introduktion och syfte

För dimensionering av säkerhetslager används i allmänhet någon av tre olika kategorier beräkningsmetoder. Den ena kategorin kan kallas proportionalitetsmetoder och kännetecknas av att lämplig säkerhetslagerstorlek sätts proportionell mot efterfrågans storlek, oftast antal dagars medelefterfrågan eller en viss procent av medelefterfrågan under ledtid. Den andra kategorin kan kallas statistiska metoder eftersom de vid beräkning av säkerhetslager utgår från statistiska fördelningar som beskriver efterfrågevariationerna. Metoderna karakteriseras också av att säkerhetslagrets storlek beräknas med utgångspunkt från en önskad leveransförmåga uttryckt som en servicenivå. Av de statistiska

metoderna för att dimensionera säkerhetslager är två helt dominerande, den som bygger på att säkerhetslager beräknas med utgångspunkt från cykelservice (Serv1) definierat som andel lagercykler utan brist och den som bygger på att säkerhetslager beräknas med utgångspunkt från fyllnadsgradsservice (Serv2) definierat som andel av efterfrågan som levereras direkt från lager under en period i förhållande till total efterfrågan. Även den fjärde kategorin metoder, här kallade bristkostnadsmetoder, utgår från statistiska fördelningar som beskriver förekommande efterfrågevariationer. I motsats till de statistiska dimensioneringsmetoderna baseras emellertid säkerhetslagrets storlek på någon form av minimering av summa lagerhållningskostnader och bristkostnader. De i litteraturen vanligast publicerade bristkostnadsmetoderna för att dimensionera säkerhetslager skiljer sig i första hand åt med avseende på vad bristkostnaden representerar. Silver et al. (1998, 260) beskriver följande tre; kostnad per bristtillfälle, kostnad per bristande enhet och kostnad per bristande enhet och den tid som bristen varar. Det är den första av dessa som studeras här.

I en studie av Mattsson (2011) visades att med avseende på kapitalbindning och då orderradsservice används som mått på leveransförmåga är både metoden som bygger på antal dagars efterfrågan, metoden som bygger på procent av ledtidsefterfrågan, cykelservicemetoden och bristkostnadsmetoden alltid att föredra framför fyllnadsgradsmetoden. En stor nackdel med dessa fyra metoder jämfört med fyllnadsgradsmetoden är emellertid att det inte finns något enkelt och tydligt samband mellan värdet på respektive dimensioneringsvariabel och erhållen servicenivå i form av orderradsservice. Vid användning av dem uppstår därför problem med att välja det värde på respektive dimensioneringsvariabel som ger den önskade orderradsservicen. Tabell 1 illustrerar detta förhållande. Tabellen visar värden på de fem olika dimensioneringsvariabler som i samtliga fall leder till en vägd orderradsservice på 97 % för de fyra olika företag som ingick i ovan refererade studie. Exempelvis krävs det mer än tre gånger så många dagars säkerhetslager för att uppnå samma orderradsservice i företag 2 som i företag 3 och en mer än tio gånger så hög bristkostnad i företag 3 jämfört med företag 4.

Tabell 1 Värden på dimensioneringsvariabler som ger samma utgående orderradsservice i fyra olika företag

	<i>Företag 1</i>	<i>Företag 2</i>	<i>Företag 3</i>	<i>Företag 4</i>
<i>Antal dagars efterfrågan</i>	5,1	12,1	4,0	7,0
<i>Procent av ledtidsefterfrågan</i>	31,0	47,0	93,0	21,5
<i>Cykelservice</i>	77,3	87,8	82,0	76,4
<i>Fyllnadsgradsservice</i>	97,9	98,2	98,7	98,8
<i>Bristkostnad per restorder</i>	125,0	298,0	383,0	31,0

Av tabellen framgår också att förhållandena är helt annorlunda för fyllnadsgradsservice eftersom denna dimensioneringsvariabel i stor utsträckning motsvarar måttet orderradsservice. Vore alla kundorderkvantiteter eller uttagskvantiteter lika med ett vore måtten identiska. Så är normalt inte fallet och lämpligt värde på dimensioneringsvariabeln kan därför skilja sig med storleksordningen 1 – 2 procentenheter.

På grund av de svårigheter som föreligger med att sätta lämpliga värden på dimensioneringsvariabeln för de fyra övriga metoderna finns det en uppenbar risk för att man får för hög kapitalbindning och en oekonomiskt hög leveransförmåga eller en låg kapital-

bindning men till priset av en oacceptabelt låg leveransförmåga. Fördelarna med metoderna jämfört med fyllnadsgradsmetoden kommer då inte säkert att kunna realiseras.

Syftet med den studie som redovisas i den här rapporten är att utveckla och utvärdera en analysmodell som hjälpmedel för att uppskatta sådana värden på respektive dimensioneringsvariabel så att man kan förväntas uppnå en orderradsservice med acceptabelt liten avvikelse från den önskade.

Variationer i efterfrågan under ledtid påverkas även av variationer i ledtid. I den här studien har emellertid ledtiden antagits vara konstant. Detta antagande kan inte anses ha någon signifikant betydelse för de erhållna resultaten eftersom förekommande skillnader i säkerhetslagerstorlekar är en effekt av den aggregerade standardavvikelsen för efterfrågan under ledtiden och inte individuellt beroende av efterfrågevariationer eller ledtidsvariationer. Den enda effekt antagandet har är att den totala standardavvikelsen för efterfrågan under ledtid blir mindre än om ledtiderna tillåts variera.

I studien behandlas inte differentiering av servicenivåer med hjälp av någon form av ABC-klassificering. Värdet på respektive dimensioneringsvariabel är sålunda identisk för samtliga artiklar.

2 Angreppssätt

Man kan föreställa sig två principiellt olika angreppssätt för att bestämma lämpliga värden på de olika dimensioneringsvariablerna. Det ena är ett reaktivt angreppssätt som innebär att man fortlöpande mäter verkligt erhållen orderradsservice och justerar använd dimensioneringsvariabel när det uppstår avvikelser mellan uppmätt och önskad orderradsservice. Detta tillvägagångssätt har framför allt två nackdelar. Det löser inte problemet att välja ett lämpligt värde första gången dimensioneringsvariabeln används och det går inte att undvika att det uppstår avsevärd tidsfördröjning från att ett variabelvärde uppdaterats tills erhållen orderradsservice påverkats.

I den här studien har ett tillvägagångssätt för att kunna använda ett mer proaktivt angreppssätt utvecklats. Den innebär att förväntad erhållen orderradsservice beräknas teoretiskt. Man kan då i förväg få en rimlig uppfattning om vilket variabelvärde som bör väljas och man kan snabbt anpassa variabelvärdet vid ändrade efterfrågeförhållanden. Ett sådant proaktivt tillvägagångssätt kan och bör givetvis också kombineras med uppföljning av att erhållen orderradsservice motsvarar önskad.

I litteraturen finns inga analytiska metoder för att relatera någon av de fyra dimensioneringsvariablerna till önskad erhållen orderradsservice publicerade. Det tillvägagångssätt som utvecklats här innebär att man tar ett slumpmässigt stickprov artiklar från artikel-sortimentet och för varje artikel analytiskt beräknar den teoretiska fyllnadsgrad som ett visst värde på respektive dimensioneringsvariabel motsvarar och sedan successivt anpassar dimensioneringsvärdena tills man för hela stickprovet får den målsatta vägda fyllnadsgradsservicen. Viktningen av de olika artiklarnas egen fyllnadsgradsservice sker med hjälp av antal kundorder per period. Det erhållna värdet på dimensioneringsvariabeln används därefter för dimensionering av säkerhetslager för samtliga artiklar.

Eftersom det i princip alltid finns en skillnad mellan erhållen fyllnadsgradsservice och orderradsservice måste man sätta målsatt fyllnadsgradsservice lika med önskad orderradsservice plus denna skillnad. Ett sådant angreppssätt har bland andra föreslagits av Plossl och Wight (1967). De hävdar att ” a theoretical service level target should be somewhat inflated since the service level that will effectively result after the safety stock calculations are implemented will almost always be lower than the one originally intended”. Tillämpning av det valda angreppssättet förutsätter följaktligen att man har en rimlig uppfattning om hur stor denna skillnad är. För att få underlag för att bestämma förväntade skillnader har därför studien kompletterats med simuleringar baserade på verkliga efterfrågedata från tre olika företag.

3 Analysmodell och beräkningsmetoder

I det här avsnittet presenteras den analysmodell och de beräkningsmetoder som kan användas för att beräkna vilken fyllnadsgradsservice som motsvaras av olika värden på de fyra dimensioneringsvariablerna. Analysmodellen är uppbyggd av följande iterativa förfarande.

1. Välj lämplig dimensioneringsvariabel.
2. Välj önskad orderradsservice och uppskatta det tillägg man måste göra till målsatt fyllnadsgradsservice för att den skall motsvara önskad orderradsservice, dvs sätt målsatt teoretisk fyllnadsgradsservice lika med önskad orderradsservice plus detta tillägg.
3. Tag ett slumpmässigt stick prov av artiklar från artikelsortimentet eller från den grupp av artiklar som avses studeras. Följande datauppgifter krävs för var och en av dessa artiklar för att man skall kunna genomföra beräkningarna; efterfrågan per år, pris per styck, antal kundorder eller antal uttag per år, efterfrågans standardavvikelse per månad, ledtid i dagar för lagerpåfyllnad och använd orderkvantitet vid lagerpåfyllnad.
4. Sätt ett första värde på den valda dimensioneringsvariabeln.
5. Beräkna den fyllnadsgradsservice som erhålls med det valda värdet på dimensioneringsvariabeln för var och en av artiklarna i stickprovet. Beräkningarna görs enligt nedan för respektive typ av dimensioneringsvariabel. Beräkna därefter det viktade medelvärdet för samtliga artiklar. Viktningen görs med hjälp av antal kundorder alternativt antal uttag per år.
6. Jämför det beräknade medelvärdet på erhållen fyllnadsgradsservice med målsatt fyllnadsgradsservice. Öka värdet på dimensioneringsvariabeln om detta medelvärde är lägre än målsatt fyllnadsgradsservice och minska värdet om medelvärdet är högre än målsatt fyllnadsgradsservice.
7. Upprepa steg 5 till 7 tills en tillfredsställande överensstämmelse mellan målsatt och erhållen vägd fyllnadsgradsservice för hela stick provet uppnåts.

Beräkningarna kan enkelt utföras i Excel.

3.1 Antal dagars efterfrågan

För fallet att säkerhetslagret dimensioneras som ett antal dagars efterfrågan genomförs följande steg för varje artikel för att beräkna vilken fyllnadsgradsservice som motsvaras av ett visst antal dagars medelefterfrågan.

1. Beräkna den säkerhetsfaktor, k , som motsvarar den säkerhetslagerkvantitet som erhålls då man dimensionerar säkerhetslagret som n dagars medelefterfrågan med hjälp av följande formel.

$$k = \frac{n \cdot \bar{E}}{\sigma \cdot \sqrt{LT}}$$

där σ = standardavvikelse per period

LT = ledtid i perioder

\bar{E} = medelefterfrågan per dag

2. Beräkna värdet på frekvensfunktionen från den beräknade säkerhetsfaktorn med hjälp av följande formel (Silver et al., 1998, sid 296).

$$f(k) = 1/\sqrt{2\pi} \cdot e^{(-k^2/2)}$$

3. Beräkna servicefunktionen med hjälp av följande uttryck och Excel funktionen *NORMSFÖRD*(k) (Silver et al., 1998, sid 735).

$$Sf(k) = f(k) - k \cdot (1 - \text{NORMSFÖRD}(k))$$

4. Beräkna den fyllnadsgrad som motsvarar servicefunktionen med hjälp av följande formel (Silver et al., 1998, sid 268).

$$Fg = 1 - (\sigma(lt) \cdot Sf(k))/OK$$

där $\sigma(lt)$ = standardavvikelsen under ledtid

OK = använd orderkvantitet

3.2 Procent av efterfrågan under ledtid

Då säkerhetslager dimensioneras som en procentsats av medelefterfrågan under ledtid genomförs på motsvarande sätt följande beräkningssteg för varje artikel för att beräkna vilken fyllnadsgradsservice som motsvaras av denna procentsats.

1. Beräkna den säkerhetsfaktor, k , som motsvarar den säkerhetslagerkvantitet som erhålls om man dimensionerar säkerhetslagret som en viss procent av medelefterfrågan under ledtid med hjälp av följande formel.

$$k = \frac{p \cdot \bar{E} \cdot \sqrt{LT}}{100 \cdot \sigma}$$

där σ = standardavvikelse per period
 LT = ledtid i perioder
 \bar{E} = medelefterfrågan per dag

Övriga steg är identiska med steg 2 till 4 i avsnitt 3.1.

3.3 Cykelservice

Motsvarande beräkningssteg genomförs enligt följande för varje artikel då säkerhetslager dimensioneras baserat på en given cykelservicenivå. Erhållen fyllnadsgrad motsvarar denna cykelservicenivå.

1. Beräkna den säkerhetsfaktor, k , som motsvarar den säkerhetslagerkvantitet som erhålls om man dimensionerar säkerhetslagret från en önskad cykelservice med hjälp av följande formel.

$$k = \text{NORMSINV}(CS)$$

där CS = dimensionerande cykelservicenivå

Övriga steg är identiska med steg 2 till 4 i avsnitt 3.1.

3.4 Bristkostnader

Med bristkostnadsmetoden beräknas den fyllnadsgradsservice som motsvarar en given bristkostnad med hjälp av följande steg.

1. Beräkna sannolikheten att brist inte inträffar under en lagercykel med hjälp av följande formel (Tersine, 1994, sid 224).

$$P = 1 - (Pris \cdot Lhf \cdot Q) / (Bkg \cdot Ant)$$

där Lhf = lagerhållningsfaktor
 Q = använd orderkvantitet
 Bkg = bristkostnad restordertillfälle
 Ant = antal kundorder per år

2. Beräkna den säkerhetsfaktor, k , som motsvarar den säkerhetslagerkvantitet som erhålls om man dimensionerar säkerhetslagret från denna bristkostnad med hjälp av följande formel.

$$k = \text{NORMSINV}(P)$$

där P = sannolikheten att brist inte inträffar under en lagercykel.

Steg 3 till 5 är identiska med steg 2 till 4 i avsnitt 3.1.

4 Simuleringsmodell för uppskattning av tillägg till servicenivåer

För att få underlag för att uppskatta de tillägg man måste göra till erhållen teoretiskt beräknad fyllnadsgradsservice för att den skall motsvara erhållen orderradsservice har simuleringar på verkliga efterfrågedata genomförts. Simuleringarna har utförts i Excel med hjälp av makron skrivna i Visual Basic. De baseras på slumpmässigt uttagna stickprov av lagerförda artiklar från tre olika företag, 155 artiklar från företag A och 250 artiklar från var och en av företag B och C.

Företag A's lager utgörs av inköpta komponenter som används som insatsmaterial vid tillverkningen av slutprodukter. Företaget har storleksordningen 6 000 sådana artiklar i lager.

Företag B's lager är ett reservdelslager. Totalt finns det storleksordningen 10 000 artiklar i lagret, egentillverkade såväl som inköpta från utomstående leverantörer. Lagret försörjer slutkunder på den Europeiska marknaden.

Företag C har ett lagerfört sortimentet på storleksordningen 12 000 egentillverkade slutprodukter. Lagret försörjer en global marknad av slutkunder.

Artiklarnas egenskaper i olika avseenden för de tre företagen kan karakteriseras enligt följande tabell. Prisintervallen är i kronor och variationskoefficienterna för efterfrågan under ledtid utgör medelvärden för samtliga artiklar.

Tabell 2 Karakteristik av artiklar från de fyra fallföretag som ingått i studien

<i>Företag</i>	<i>Efterfrågan per år</i>	<i>Ledtid i dagar</i>	<i>Pris per styck</i>	<i>Kundorder per år</i>	<i>Var.koeff under ledtid</i>
A	4 – 13.565	1 – 45	5 – 2.147	4 – 726	1,03
B	4 – 13.521	10 – 45	8 – 9.300	2 – 477	0,7
C	3 – 77.864	7 – 49	2 – 4800	4 – 2.366	0,72

För att få ett tillräckligt omfattande efterfrågeunderlag för simuleringarna genererades sex tusen dagars efterfrågan per artikel och företag statistiskt med hjälp av bootstrapping från ett års efterfrågehistorik. För att öka validiteten i simuleringarna genererades efterfrågan i förväg och sparades i ett Excel-ark i stället för att genereras under simuleringens gång. Simuleringar för att jämföra kapitalbindning vid användning av de olika metoderna kunde därigenom genomföras med exakt samma utgångsdata.

Den simuleringsmodell som användes bygger på ett beställningspunktssystem av (s,Q)-typ, dvs med fast orderkvantitet. Beställningspunkterna beräknades på traditionellt sätt och korrigerades därefter för att ta hänsyn till att jämförelser mellan beställningspunkt och lagersaldo endast utförs en gång per dag. Denna korrigering sattes lika med en halv dags medelefterfrågan, dvs. lika med ett halvt inspektionsintervall.

Simuleringarna genomfördes med säkerhetslager beräknade från ett antal värden på var och en av de olika dimensioneringsvariablerna. Dessa värden motsvarade i samtliga fall en erhållen vägd fyllnadsgradsservice på 96, 97, 97.5, 98, 98.5, 99 och 99.5 % och erhöles genom att tillämpa de iterativa beräkningar som beskrevs i avsnitt 3. Vid simuleringarna simulerades uttag, kontroll av beställningspunkter, utläggning av nya lagerpåfyllnadsorder, inleveranser samt uppdateringar av saldo och disponibelt saldo under var och en av de sex tusen dagar som omfattades. Uppkomna brister restnoterades för senare leverans.

För varje dimensioneringsvariabel och värden på denna dimensioneringsvariabel beräknades efter genomförd simulering erhållen vägd orderradsservice för samtliga artiklar i stickprovet. Enskilda artiklars orderradsservice viktades med deras respektive antal kundorder/antal uttag per år.

5 Resultat från simuleringarna

Med hjälp av de iterativa analytiska beräkningarna och efterföljande simuleringar skapades par av värden på erhållen fyllnadsgradsservice från analysmodellen och erhållen orderradsservice från simuleringens modellen. För de olika dimensioneringsvariablerna och respektive företag redovisas dess par av värden i bilaga 1. Som framgår av bilagan är skillnaderna mellan de olika företagen mycket måttliga, med ett undantag för den lägsta servicenivå mindre än 0,5 procentenheter.

En sammanställning av skillnader mellan erhållen fyllnadsgradsservice och orderradsservice i medeltal för alla tre företagen visas av tabell 3. Som framgår av tabellen är skillnaderna mellan teoretiskt erhållen fyllnadsgradsservice och med hjälp av simulering erhållen orderradsservice mellan cirka 1 och 3 procentenheter. De blir mindre ju högre servicenivåer man använder. Av tabellen framgår också att skillnaderna mellan de olika dimensioneringsvariablerna är mycket måttliga. I inget fall är skillnaden mellan en enskild dimensioneringsvariabel och det beräknade medelvärdet för alla dimensioneringsvariablerna större än 0,15 procentenheter.

Tabell 3 Skillnader mellan erhållen fyllnadsgradsservice och orderradsservice i procentenheter i medeltal för alla företag för olika erhållna nivåer på fyllnadsgradsservice

<i>Erhållen fyllnadsgradsservice</i>	<i>Antal dagar</i>	<i>Procent av ledtid</i>	<i>Cykel-service</i>	<i>Brist-kostnad</i>	<i>Medelnivå</i>
96,0 %	- 2,9	- 2,9	- 2,8	- 2,9	- 2,9
97,0 %	- 2,4	- 2,6	- 2,4	- 2,5	- 2,5
97,5 %	- 2,2	- 2,4	- 2,2	- 2,3	- 2,3
98,0 %	- 2,0	- 2,2	- 2,0	- 2,0	- 2,1
98,5 %	- 1,7	- 1,9	- 1,7	- 1,7	- 1,7
99,0 %	- 1,4	- 1,6	- 1,4	- 1,4	- 1,4
99,5 %	- 0,9	- 1,2	- 1,0	- 0,9	- 1,0

Beroende på de mycket små skillnaderna i servicenivåer mellan olika företag och olika dimensioneringsvariabler kan det för praktiskt bruk antas vara tillräckligt att utgå från medelvärden. Man får då följande konverteringstabell med par av värden på erhållen

fyllnadsgradsservice från analysmodellen och erhållen orderradsservice från simuleringsmodellen.

Tabell 4 Konverteringstabell från önskad orderradsservice till den fyllnadsgradsservice som man bör använda i analysmodellen

<i>Fyllnadsgradsservice</i>	96,0	97,0	97,5	98,0	98,5	99,0	99,5
<i>Orderradsservice</i>	93,1	94,5	95,2	96,0	96,7	97,6	98,5

Om man tillåter sig att betrakta de nivåer på orderradsservice som de som man med acceptabla avvikelser kan förvänta sig att få i verkligheten och de medelvärdesapproximationer som diskuterats ovan kan tabellen på ett enkelt sätt användas för att fastställa vilken fyllnadsgradsservice man måste använda i analysmodellen för att få den orderradsservice man vill uppnå med det säkerhetslager man dimensionerar. Om man exempelvis vill uppnå en orderradsservice på 97 procent bör man vid användning av analysmodellen eftersträva en fyllnadsgradsservice på storleksordningen 98,8 procent enligt tabellen.

6 Känslighetsanalys

Såväl analysmodellen som konverteringstabellen bygger på förenklingar och approximationer. För att också studera hur pass känslig dimensionering av säkerhetslager är med avseende på felaktiga värden på de olika dimensioneringsvariablerna har en kompletterande känslighetsanalys genomförts. Syftet med känslighetsanalysen är att studera hur stora avvikelser från korrekta variabelvärden som man kan tillåta sig utan att den kapitalbindning man får blir större än den man får om man använder fyllnadsgradsservice och utan att erhållen orderradsservice äventyras jämfört med den man får vid användning av fyllnadsgradsservice. Två olika analyser har gjorts med hjälp av simulering baserad på efterfrågedata från de tre företagen.

Den ena av dessa avser hur skillnader i kapitalbindning i säkerhetslager vid användning av de olika dimensioneringsmetoderna i förhållande till användning av fyllnadsgradsservice påverkas av att variabelvärdena är större än det värde som ger korrekt erhållen orderradsservice. Resultaten i form av medelvärden för de tre företagen redovisas i tabell 5.

Tabell 5 Minskning av kapitalbindning vid användning av olika dimensioneringsmetoder relativt användning av fyllnadsgradsservice vid olika avvikelser från korrekta värden

	<i>Antal Dagar</i>	<i>Procent av ledtid</i>	<i>Cykel-service</i>	<i>Bristkostnad</i>
<i>Korrekt värde</i>	- 28 %	- 32 %	- 19 %	- 42 %
<i>Korrekt värde +10 %</i>	- 23 %	- 27 %	- 16 %	- 39 %
<i>Korrekt värde + 20 %</i>	- 18 %	- 23 %	- 12 %	- 37 %
<i>Korrekt värde + 30 %</i>	- 14 %	- 19 %	- 8 %	- 35 %

Av tabellen framgår att bestämningen av värden på dimensioneringsvariablerna inte är särskilt känslig för fel. Även om dimensioneringsvariabeln satts 30 % för högt är samtliga fyra metoder fortfarande klart bättre än fyllnadsgradsmetoden. Till detta kan läggas

att jämförelsen bygger på att man satt helt korrekt värde på fyllnadsgradsservicen. Känsligheten för fel är därmed egentligen ytterligare mindre än vad siffrorna i tabellen indikerar,

Den andra känslighetsanalysen avser hur mycket lägre servicenivå man får genom att använda de olika dimensioneringsmetoderna i förhållande till användning av en korrekt fastställd fyllnadsgradsservice då variabelvärdena är mindre än det värde som ger korrekt erhållen orderradsservice. Resultaten i form av medelvärden för de tre företagen redovisas i tabell 6.

Tabell 6 Minskning av erhållen orderradsservice vid användning av olika dimensioneringsmetoder relativt användning av fyllnadsgradsservice vid olika avvikelser från korrekta värden

	<i>Antal dagar</i>	<i>Procent av ledtid</i>	<i>Cykel-service</i>	<i>Brist-kostnad</i>
<i>Korrekt värde - 10 %</i>	- 0,4 %	- 0,3 %	- 0,2 %	- 0,3 %
<i>Korrekt värde - 20 %</i>	- 0,7 %	- 0,7 %	- 0,4 %	- 0,5 %
<i>Korrekt värde - 30 %</i>	- 1,1 %	- 1,2 %	- 0,7 %	- 0,8 %

Även i det här fallet är fastställande av lämpliga värden på dimensioneringsvariabler relativt okänslig för felaktigheter. Även om variabelvärden sätt 30 % för lågt kommer man inte att få en avvikelse i erhållen orderradsservice på mer än storleksordningen 1 procentenhet. Med tanke på alla de övriga osäkerheter som är förknippade med att dimensionering av säkerhetslager upplevs detta som rimliga avvikelser. Det kan också tilläggas att även i detta fall sker jämförelsen med den orderradsservice som erhålls då en helt korrekt bestämd fyllnadsgradsservice används. I realiteten kan man givetvis inte heller uppskatta fyllnadsgradsservice helt korrekt.

7 Sammanfattning och slutsatser

I den här studien har ett iterativt tillvägagångssätt utvecklats för att avgöra vilka värden man bör sätta på fyra alternativa variabler för säkerhetslagerdimensionering för att få en viss målsatt teoretiskt beräknad fyllnadsgradsservice. Eftersom det föreligger skillnader mellan en teoretiskt beräknad fyllnadsgradsservice och en verkligt erhållen orderradsservice har dessutom simuleringar på efterfrågedata från tre företag genomförts för att uppskatta hur stora dessa skillnader kan förväntas vara. Skillnaderna visade sig vara i stort sett desamma oberoende av företag och oberoende av dimensioneringsmetod men variera med avseende på hur hög servicenivån är. Ju högre servicenivå, desto mindre skillnader. En tabell som visar vilken fyllnadsgradsservice man måste utgå från i analysmodellen för att få den orderradsservice man vill uppnå har också tagits fram.

Det utvecklade tillvägagångssättet i kombination med tabellen för att konvertera en önskad erhållen orderradsservice till en målsatt fyllnadsgradsservice är avsedd att användas för att välja lämpligt värde på vald dimensioneringsvariabel. De approximationer som gjorts i beräkningsmodellen och vid beräkning av värdena i konverteringstabellen kan betraktas som acceptabla i relation till alla de övriga osäkerheter som är förknippade med bestämning av säkerhetslager, inte minst med tanke på resultaten från den känslighetsanalys som också genomförts.

Referenser

Mattsson, S-A. (2011) Utvärdering av fem metoder för dimensionering av säkerhetslager med avseende på kapitalbindning, Avdelningen för Logistik och Transport, Chalmers Tekniska Högskola.

Plossl, G.; Wight, O. (1967) Production and Inventory Control: Principles and Techniques, Prentice-Hall.

Pursche, S. (1975) Putting service level into a proper perspective, Production and Inventory Management, Vol. 16 No. 3.

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

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

Bilaga 1

Dimensionerad servicenivå i analysmodellen, värden på dimensioneringsvariabler och erhållen orderradsservice för olika företag och dimensioneringsvariabler

Företag A

Dimensionerad servicenivå	Antal dagar		Procent av ledtid		Cykelservice		Bristkostnad		
	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	
96,0	1,8	92,9	10,8	92,7	62,2	93,0	42,2	92,6	
97,0	3,0	94,4	18,1	94,1	69,2	94,5	69,4	94,1	
97,5	3,9	95,1	22,9	94,8	73,0	95,2	89,7	94,9	
98,0	4,9	95,8	28,7	95,6	77,3	96,0	120,0	95,7	
98,5	6,4	96,6	36,9	96,4	81,9	96,8	164,0	96,6	
99,0	8,5	97,5	49,0	97,2	86,9	97,6	240,0	97,4	
99,5	12,5	98,5	72,0	98,1	92,6	98,5	430,0	98,4	

Företag B

Dimensionerad servicenivå	Antal dagar		Procent av ledtid		Cykelservice		Bristkostnad		
	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	
96,0	6,8	92,7	26,8	92,7	76,4	92,8	143,0	93,2	
97,0	8,8	94,3	33,8	94,2	81,2	94,2	191,0	94,5	
97,5	10,1	95,0	38,4	94,9	83,7	95,0	228,5	95,2	
98,0	11,7	95,8	44,0	95,7	86,3	95,7	285,0	96,0	
98,5	14,0	96,7	51,2	96,5	89,2	96,5	386,0	96,7	
99,0	17,4	97,6	62,4	97,4	92,3	97,4	590,0	97,6	
99,5	24,0	98,6	83,0	98,3	95,7	98,3	1180,0	98,5	

Företag C

Dimensionerad servicenivå	Antal dagar		Procent av ledtid		Cykelservice		Bristkostnad		
	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	Variabel- värde	Erhållen servicenivå	
96,0	2,9	93,8	8,8	93,8	63,2	93,9	12,5	93,6	
97,0	4,7	95,1	14,0	95,0	70,1	95,1	19,1	94,9	
97,5	5,9	95,7	17,6	95,6	73,9	95,8	24,6	95,5	
98,0	7,2	96,3	21,8	96,3	78,0	96,5	34,1	96,3	
98,5	9,2	97,0	27,5	97,0	82,4	97,2	52,7	97,1	
99,0	11,9	97,8	36,0	97,7	87,3	97,9	101,0	97,9	
99,5	17,0	98,6	54,0	98,6	92,9	98,7	255,0	98,8	