

Säkerhetslagrets andel av beställningspunkten som funktion av ledtid

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

I den här studien har en analys gjorts av säkerhetslagrets andel av beställningspunkten som funktion av ledtidens längd vid olika stora efterfrågevariationer och vid olika sätt att definiera servicenivå. Resultaten av studien visar klart att säkerhetslagrets andel av beställningspunkten ökar med avtagande ledtider. Speciellt påtagliga är förhållandena vid stora efterfrågevariationer. Enda undantagen är fall med låg inleveransfrekvens och låg efterfrågevariation vid användning av fyllnadsgrad som servicenivådefinition.

Eftersom beställningspunkten består av två delar, dels efterfrågan under ledtid och dels ett säkerhetslager, blir slutsatsen av den genomförda studien att ju kortare ledtiden är desto relativt sett viktigare blir det att så optimalt som möjligt bestämma säkerhetslagret. Denna slutsats medför i sin tur att det blir viktigare att så noggrant som möjligt bestämma standardavvikelsen och att beräkna säkerhetslager från en given servicenivå med så optimala metoder som möjligt.

1 Bakgrund och forskningsfråga

Som en konsekvens av flödesorientering och just-in-time har ledtider för återanskaffning av material till lager minskat under en följd av år. Denna utveckling har skapat förutsättningar för en effektivare lagerstyrning och för lägre kapitalbindning och högre leveransservice. Den har emellertid också medfört att de lagerstyrningsmodeller som använts blivit mindre användbara eftersom flera av de antaganden som modellerna bygger på fått ökande negativa konsekvenser för modellernas effektivitet. Exempelvis gäller detta antagandet om uttagskvantiteter på ett styck och antagandet att efterfrågan under ledtid är normalfördelad. Minskade ledtider medför också att säkerhetslagerandelen av beställningspunktskvantiteten blir större och följaktligen kan noggrannheten i bestämning av säkerhetslager få en relativt sett ökande betydelse.

Enligt en studie av Mattsson (2002) baserad på simulering har noggrannheten vid bestämning av säkerhetslager en avgörande betydelse för de totala lagerstyrningskostnaderna och kapitalbindningen vid stor och medelstor omsättning. Noggrannheten vid bestämningen av säkerhetslager visade sig också ha en betydligt större betydelse än noggrannheten vid bestämning av orderstorlekar. En motsvarande studie baserad på analytiska beräkningar har presenterats av Aggarwal och Dhavale (1973). Med tanke på säkerhetslagrets betydelse för att optimera lagerstyrningskostnader och kapitalbindning

och på att den relativa betydelsen av noggrannhet vid dess bestämning ökat på grund av kortare ledtider kan det vara av intresse att besvara följande forskningsfråga.

Hur påverkas säkerhetslagrets andel av beställningspunkten av ledtidens längd vid olika stora efterfrågevariationer och vid olika sätt att definiera servicenivå?

2 Teoretiska samband

Med ett (s,Q)-system menas ett beställningspunktssystem med transaktionsvis jämförelse mellan aktuellt lagersaldo och beställningspunkten s samt beställning av lagerpåfyllnad med en kvantitet på Q styck när saldot underskrider beställningspunkten. Formeln för beräkning av beställningspunkter i ett sådant system har följande utseende.

$$ROP = d * lt + k * \sigma * \sqrt{lt}$$

Förhållandet mellan säkerhetslager och beställningspunkt blir då lika med

$$f = \frac{k * \sigma * \sqrt{lt}}{d * lt + k * \sigma * \sqrt{lt}} = \frac{k * \sigma}{d * \sqrt{lt} + k * \sigma} = \frac{1}{\sqrt{lt} / v / k + 1} \dots\dots\dots(1)$$

- där
- d = efterfrågan per dag
 - lt = ledtiden i dagar
 - σ = standardavvikelsen per dag
 - k = säkerhetsfaktorn
 - v = variationskoefficienten

Av uttryck (1) framgår att förhållandet mellan säkerhetslager och beställningspunkt ökar med avtagande ledtider, ökande efterfrågevariation samt ökande servicenivå. Slutsatsen blir följaktligen att ju kortare ledtider, ju större efterfrågevariation och ju högre servicenivå desto större betydelse får säkerhetslagret i förhållande till efterfrågan under ledtid vid bestämning av beställningspunkter.

3 Beräkningar och analyser

För att på ett mer klagörande sätt illustrera hur säkerhetslagrets andel påverkas av ledtidens längd har beräkningar gjorts med hjälp av Excel. Beräkningarna omfattar ledtider från 3 till 39 dagar och variationskoefficienter från 0,3 till 1,5 per vecka. Beräkningarna har genomförts både för servicenivån definierad som cykelservice (SERV1) och som fyllnadsgrad (SERV2). 98 % servicenivå har använts för båda typerna av serviceinivådefinitioner. Resultaten avseende servicenivå definierad som cykelservice framgår av tabell 1.

Tabell 1 Förhållande i procent mellan säkerhetslager och beställningspunkt vid användning av 98 % cykelservice

	Ledtid	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Variationskoefficient														
per vecka	0,3	44,3	36,0	31,5	28,5	26,2	24,5	23,1	21,9	21,0	20,1	19,3	18,7	18,1
	0,6	61,4	52,9	47,9	44,3	41,6	39,4	37,5	36,0	34,7	33,5	32,4	31,5	30,6
	0,9	70,5	62,8	57,9	54,4	51,6	49,3	47,4	45,8	44,3	43,0	41,8	40,8	39,8
	1,2	76,1	69,2	64,8	61,4	58,7	56,5	54,6	52,9	51,5	50,2	49,0	47,9	46,9
	1,5	79,9	73,8	69,7	66,5	64,0	61,9	60,1	58,4	57,0	55,7	54,5	53,4	52,4

Som framgår av tabellen ökar förhållandet kraftigt med avtagande ledtider. Det är störst vid hög efterfrågevariation medan det förändras mest i relation till avtagande ledtid vid låg efterfrågevariation.

Vid användning av fyllnadsgradsservicenivå är säkerhetslagret beroende av orderstorleken. Resultaten avseende denna typ av servicenivå redovisas i tabellerna 2 till 6 för orderstorlekar motsvarande inleveranser 4, 12, 24, 48 respektive 96 gånger per år, dvs för inleveranser en gång per kvartal, en gång per månad, en gång per två veckor, en gång per vecka respektive två gånger per vecka.

Tabell 2 Förhållande i procent mellan säkerhetslager och beställningspunkt vid användning av 98 % fyllnadsgradsservice och 4 inleveranser per år

	Ledtid	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Variationskoefficient														
per vecka	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,5	1,9	2,2	2,4	2,6
	0,6	0,0	3,7	9,0	11,1	12,1	12,7	13,0	13,1	13,2	13,2	13,2	13,1	13,0
	0,9	11,8	23,0	25,0	25,4	25,4	25,2	24,9	24,6	24,2	23,9	23,6	23,3	23,0
	1,2	33,3	37,6	37,6	37,0	36,3	35,6	34,9	34,3	33,7	33,1	32,6	32,1	31,7
	1,5	47,8	48,5	47,3	46,1	45,0	44,0	43,1	42,2	41,5	40,8	40,1	39,5	39,0

Tabell 3 Förhållande i procent mellan säkerhetslager och beställningspunkt vid användning av 98 % fyllnadsgradsservice och 12 inleveranser per år

	Ledtid	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Variationskoefficient														
per vecka	0,3	4,3	9,0	10,0	10,2	10,2	10,1	9,9	9,8	9,6	9,5	9,3	9,2	9,1
	0,6	31,3	30,3	28,8	27,6	26,5	25,6	24,8	24,1	23,5	22,9	22,4	22,0	21,5
	0,9	49,0	45,4	42,8	40,9	39,2	37,9	36,7	35,7	34,8	34,0	33,3	32,7	32,0
	1,2	60,4	56,0	53,0	50,7	48,8	47,3	46,0	44,8	43,8	42,9	42,0	41,3	40,6
	1,5	68,0	63,5	60,4	58,0	56,1	54,5	53,2	52,0	50,9	49,9	49,0	48,2	47,5

Tabell 4 Förhållande i procent mellan säkerhetslager och beställningspunkt vid användning av 98 % fyllnadsgradsservice och 24 inleveranser per år

	Ledtid	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Variationskoefficient														
per vecka	0,3	18,5	17,8	16,8	16,0	15,3	14,7	14,2	13,7	13,3	12,9	12,6	12,3	12,1
	0,6	43,2	38,8	36,0	33,9	32,3	31,0	29,9	28,9	28,0	27,3	26,6	26,0	25,4
	0,9	58,0	52,7	49,2	46,7	44,7	43,1	41,7	40,5	39,4	38,5	37,6	36,9	36,1
	1,2	67,3	61,9	58,4	55,8	53,8	52,1	50,6	49,3	48,1	47,1	46,2	45,3	44,6
	1,5	73,4	68,4	65,1	62,5	60,5	58,8	57,3	56,0	54,9	53,9	52,9	52,0	51,2

Tabell 5 Förhållande i procent mellan säkerhetslager och beställningspunkt vid användning av 98 % fyllnadsgradsservice och 48 inleveranser per år

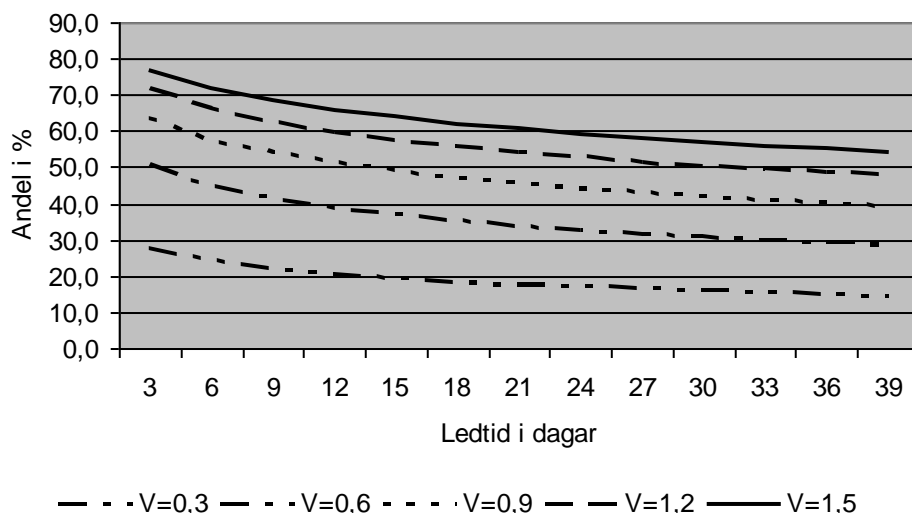
	Ledtid	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Variationskoefficient														
per vecka	0,3	27,6	24,1	22,0	20,4	19,3	18,3	17,5	16,9	16,3	15,8	15,3	14,9	14,6
	0,6	50,7	44,8	41,3	38,7	36,8	35,2	33,8	32,7	31,7	30,8	30,0	29,3	28,7
	0,9	63,7	57,7	53,9	51,1	48,9	47,1	45,6	44,3	43,1	42,1	41,1	40,3	39,5
	1,2	71,7	66,0	62,4	59,7	57,5	55,7	54,1	52,8	51,6	50,5	49,5	48,6	47,8
	1,5	77,0	71,8	68,5	65,9	63,8	62,1	60,6	59,2	58,0	57,0	56,0	55,1	54,3

Tabell 6 Förhållande i procent mellan säkerhetslager och beställningspunkt vid användning av 98 % fyllnadsgradsservice och 96 inleveranser per år

	Ledtid	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Variationskoefficient														
per vecka	0,3	33,9	28,9	26,0	24,0	22,5	21,3	20,4	19,5	18,8	18,2	17,7	17,2	16,7
	0,6	55,8	49,3	45,3	42,5	40,4	38,6	37,1	35,9	34,7	33,8	32,9	32,1	31,4
	0,9	67,6	61,4	57,4	54,5	52,2	50,3	48,7	47,3	46,1	45,0	44,0	43,1	42,3
	1,2	74,7	69,1	65,4	62,7	60,4	58,6	57,0	55,6	54,4	53,3	52,2	51,3	50,4
	1,5	79,4	74,4	71,0	68,5	66,4	64,7	63,1	61,8	60,6	59,5	58,5	57,6	56,8

På motsvarande sätt som för cykelservice ökar förhållandet mellan säkerhetslager och beställningspunkt kraftigt med avtagande ledtider. Det finns emellertid skillnader beroende på vilken inleveransfrekvens det är fråga om. Vid hög inleveransfrekvens är förhållandena mycket lika de som erhöles för cykelservice medan de vid låg inleveransfrekvens inte påverkas särskilt mycket av ledtidens längd och för små efterfrågevariationer till och med minskar vid minskande ledtider. Även för fyllnadsgradsservice och vid leveransfrekvenser större än tolv gånger per år är förhållandet mellan säkerhetslager och beställningspunkt störst vid mest varierande efterfrågan medan det förändras mest i relation till avtagande ledtid vid lägst efterfrågevariation.

En grafisk illustration av sambanden visas i figur 1. Figuren avser fallet med fyllnadsgradsservice och en inleveransfrekvens på 48 gånger per år, dvs inleverans en gång per vecka.



Figur 1 Förhållande i procent mellan säkerhetslager och beställningspunkt vid användning av 98 % fyllnadsgradsservice och 48 inleveranser per år

4 Sammanfattning och slutsatser

Resultaten av studien visar klart att säkerhetslagrets andel av beställningspunkten ökar med avtagande ledtider. Speciellt påtagliga är förhållandena vid stora efterfrågevariationer. Enda undantagen är fall med låg inleveransfrekvens och låg efterfrågevariation vid användning av fyllnadsgrad som servicenivådefinition.

Eftersom beställningspunkten består av två delar, dels efterfrågan under ledtid och dels ett säkerhetslager, blir slutsatsen av den genomförda studien att ju kortare ledtiden är desto relativt sett viktigare blir det att så optimalt som möjligt bestämma säkerhetslagret. Denna slutsats medför i sin tur att det blir viktigare att så noggrant som möjligt bestämma standardavvikelsen och att beräkna säkerhetslager från en given servicenivå med så optimala metoder som möjligt.

Referenser

Aggarwal, S. – Dhavale, D. (1973) An empirical sensitivity analysis of (s,S) inventory policies, *Production and Inventory Management*, 4th Qtr.

Mattsson, S-A. (2002) *Känslighetsanalys av beställningspunktssystem*, Working paper. Institutionen för Teknisk Ekonomi och Logistik, Lunds Universitet.