

# En jämförelse av pullmetoder och beställningspunktssystem med avseende på lagerstyrningskostnader

Stig-Arne Mattsson

## Sammanfattning

*Det är en utbredd uppfattning att pullsystem är effektivare att använda för lagerstyrning än pullsystem. Med tanke på att begreppen pull och push definieras på många olika sätt och att det finns mycket delade meningar om vilka lagerstyrningsmetoder som är pullmetoder och vilka som är pushmetoder kan denna uppfattning inte betraktas som helt självklar. Det finns dessutom inte några jämförande studier gjorda med avseende på lagerhållningskostnader och ordersärkostnader publicerade i litteraturen. I den här studien har tre olika pullmetoder jämförts med det traditionella beställningspunktssystemet med avseende på sådana lagerstyrningskostnader. De tre metoderna är anskaffning mot dagsbehov och leverans med leveranstid, anskaffning mot kundorder och direktleverans, dvs ett förbrukningsersättande system, samt kanban. Utvärderingen har genomförts med hjälp av simulering.*

*Slutsatsen av den genomförda utvärderingen av de tre pullmetoderna är att det för samtliga krävs mycket höga pris/ordersärkostnadsförhållanden för att de med avseende på lagerstyrningskostnader skall kunna hävda sig mot det traditionella beställningspunktssystemet. Resultaten visade också att om villkoret för tillräckligt högt pris/ordersärkostnadsförhållande inte är uppfyllt blir merkostnaderna vid användning av någon av pullmetoderna avsevärda. För mer kundorderinitierade system som anskaffning mot dagsbehov är detta förväntat och typiskt för val mellan att kunna leverera direkt från lager eller ej. Så är inte fallet för de båda övriga pullmetoderna och speciellt inte för kanbansystem som visserligen ställer krav på små ordersärkostnader men som också oftast används för lågvärdesartiklar. Resultaten av studien visar att den så genomgående positiva inställningen till pullsystem kan ifrågasättas ur lagerkostnadsynpunkt.*

## 1 Introduktion till begreppet pull

Allt sedan begreppen pull och push introducerades under 1980-talet har ett stort antal mer eller mindre olikartade och motstridiga definitioner publicerats. Speciellt gäller detta pull-begreppet. Man kan emellertid urskilja några karakteristiska egenskaper som är gemensamma i flertalet av dessa definitioner. En sådan karakteristisk egenskap gäller vem som auktoriserar produktionsaktiviteter respektive materialförflyttningsaktiviteter. Womack och Jones (1996) har exempelvis definierat pull på följande sätt.

“Pull means that no one upstream should produce a good or a service until the customer downstream asks for it”

Behovs- och efterfrågemotiv för att initiera produktions- och materialflöden är en annan karakteristisk egenskap i många pull definitioner. Exempelvis definierar Hall (1983) pullbegreppet på följande sätt.

”Pull means that material is drawn or sent for by the users of the material as needed”

En ytterligare egenskap som ofta ingår i definitioner av pullsystem är att initiering av produktions- och materialflöden baseras på aktuell förbrukning. Denna egenskap finns exempelvis representerad i Karmarkars definition (1986).

”Pull systems trigger an order release when inventory is physically removed from stock”

Slutligen förekommer egenskapen att pullsystem begränsar storleken på lager och produkter-i-arbete. Hopp och Spearman (2004) har definierat pullsystem på följande sätt.

”A pull production system is one that explicitly limits the amount of work in process that can be in the system”

Eftersom pull står för materialförsörjning mot direkta kundbehov och tillämpning av pullprinciper är en central del av just-in-time filosofin måste det betraktas som underförstått att de kvantiteter som skall tillverkas alternativt förflyttas i försörjningskedjan är små och att tillverkningsaktiviteterna respektive materialförflyttningsaktiviteterna utförs i så nära anslutning till behovstidpunkterna som möjligt. Trots detta är det praktiskt taget inte någon publicerad definition som inkluderar kvantitets- och tidsaspekter. Den enda definition som hittats i litteraturen som fullt ut inkluderar kvantitets- och tidsaspekter är Araujo och Correll (2003). De definierar pull enligt följande.

”Pull is the determination to produce exactly what the customers need, in quantity and time closest to when they need it”

Om man accepterar att pull alltid står för att det är kunden/den konsumerande parten som auktoriserar tillverkning eller förflyttning måste termen ”needed quantity” uppfattas som den kvantitet som kunden beställer. Enligt Araujos och Corrells definition är då pull liktydigt med tillverkning respektive materialförflyttning mot kundorder och att exempelvis kanban inte är en pullmetod. Deras definition innebär också att man inom ramen för pullprinciper kan acceptera en viss leveranstid. Att pull skulle vara liktydigt med tillverkning respektive materialförflyttning mot kundorder framgår också av Pykes och Cohens (1990) precisering av skillnaderna mellan pull och push. De menar att i ett pushsystem bestämmer tillverkaren hur mycket som skall tillverkas medan det i ett pullsystem är den konsumerande parten som avgör.

Med utgångspunkt från Araujos och Corrells definition skulle alltså tillverkning mot kundorder i stora kvantiteter och med av nödvändighet långa leveranstider var mer pullorienterad än tillverkning av små kvantiteter som visserligen är större än det omedelbara kundbehovet men som kan levereras mer eller mindre direkt från lager. Så uppfattas och används inte pullbegreppet i allmänhet. Praktiskt sett är det därför rimligare att tala

om tillverkning respektive förflyttning av material i kvantiteter som i så liten utsträckning som möjligt överstiger de kvantiteter och de leveranstider som önskas av kund .

Med ett sådant förtydligande vad gäller kvantitetsaspekter kan storleken på de kvantiteter som tillverkas respektive förflyttas vid varje enskilt tillfälle betraktas som en avgörande egenskap för vad begreppet pull står för. Förutsättningarna för att kunna tillämpa pullprinciper är då nära förknippade med möjligheterna att ekonomiskt kunna tillverka små kvantiteter respektive kunna överföra små kvantiteter mellan lagerställen. Dessa möjligheter påverkas i huvudsak av de fasta kostnader som alltid är förknippade med att genomföra en tillverkning respektive förflyttning av en viss kvantitet, så kallade transaktions- eller ordersärkostnader.

## 2 Syfte och avgränsningar

Det finns en utbredd uppfattning både i litteraturen och i industrin om att pullmetoder är effektivare att använda för lagerstyrning än pushmetoder och att de mer eller mindre per definition är bättre. Oftast anges inte i vilket avseende de är bättre och uppfattningen kan också ifrågasättas eftersom begreppen pull och push, som framgick ovan, definieras olika och att det råder en utbredd oenighet om vilka lagerstyrningsmetoder som är pullmetoder och vilka som är pushmetoder. Några författare har redovisat varför pullmetoder är bättre än pushmetoder. Hopp et al. (2004) anger fyra olika skäl. De menar att pullmetoder har egenskapen att de begränsar inflödet av order och därför bidrar till att reducera produkter i arbete. De menar också att pullmetoder leder till jämnare produktion och förbättrad kvalitet samt till lägre operativa kostnader eftersom de bidrar till att upptäcka och lösa problem i planeringsmiljön, exempelvis långa ledtider och hög omställningstider. Även Razmi et al. (1998) menar att pullmetoder bidrar till lägre operativa kostnader för att de bidrar till att reducera slöseri. Mindre produkter i arbete är också en fördel med pullmetoder som nämns av Ghrayeb et al. (2009). Alla dessa argument för värdet av pullsystem har emellertid ingen eller endast indirekt betydelse för lagerstyrningseffektivitet och inga studier har hittats i litteraturen som utvärderar pull i förhållande till push med avseende på lagerstyrningskostnader, dvs summan av ordersärkostnader, lagerhållningskostnader och bristkostnader.

Mot denna bakgrund är syftet med den studie som redovisas i denna rapport att ur kostnadssynpunkt analysera och utvärdera under vilka förhållanden några olika pullbaserade styrningsmetoder är lämpliga att använda jämfört med ett traditionellt beställningspunktssystem.

Studien omfattar endast fall med slumpmässigt varierande efterfrågan i form av kundorder eller avrop, dvs den inkluderar inte fall med jämna behov från taktade produktionsplaner. Utvärderingen sker genom att jämföra summa lagerhållningskostnader och ordersärkostnader, i fortsättningen kallade lagerstyrningskostnader, för respektive pullmetod med motsvarande kostnader vid användning av ett traditionellt beställningspunktssystem med ekonomiska orderkvantiteter. Vid anskaffning genom lageröverföring antas inte lagerhållningskostnaderna påverkas av vald metod för den försörjande parten, dvs för det lagerställe från vilket lageröverföring sker. Inga andra aspekter på användning av pullbaserade system jämfört med traditionella lagerstyrningssystem beaktas. Exempelvis tas inte hänsyn till de olika metodernas eventuella påverkan på produkter-i-arbete.

Pullmetoder kan användas för att initiera tillverkning, för att beställa material från externa leverantörer samt för att beordra överföring av material från ett lagerställe till ett annat. I fortsättningen används anskaffning som term för alla dessa tre försörjningsalternativ för en förbrukande enhet från en försörjande enhet, eller uttryckt på ett annorlunda sätt tre försörjningsalternativ för en kund från en leverantör.

### 3 Analyserade metoder

Det kan alltid diskuteras vilka lagerstyrningsmetoder som kan anses uppfylla pullprinciper och det finns många motstridiga uppfattningar. Exempelvis har materialbehovsplaneringens fader Joseph Orlicky karakteriserat MRP som en pullmetod medan Richard Schonberger betecknat MRP som det mest typiska exemplet på en pushmetod. Kanbansystem betraktas av de flesta som urtypen för ett pullsystem men inte heller detta har fått stå oemotsagt. Exempelvis karakteriserar Eli Goldratt kanbansystem som ett pushbaserat system och menar att kanbankortens funktion primärt är att hindra att det blir för mycket push snarare än att de skulle fungera som pullsignaler. Beställningspunktssystem betraktas också av vissa författare som pullsystem och av andra som pushsystem. Med utgångspunkt från diskussionen i föregående avsnitt betraktas följande metoder som pullmetoder i den här studien.

- Anskaffning mot dagsbehov, leverans med leveranstid
- Anskaffning mot kundorder, leverans utan leveranstid
- Kanban

Anskaffning mot dagsbehov och leverans med leveranstid kan i överensstämmelse med de egenskaper som diskuterades i föregående avsnitt betraktas som en pullmetod, i varje fall om leveranstiden till kund är mycket kort. Metoden innebär att beställning till försörjande leverantör sker dagligen med en kvantitet som utgör summan av de under respektive dag erhållna kundorderkvantiteter, dvs precis den kvantitet som kunder vill ha respektive dag anskaffas. Användning av metoden gör att det inte behövs något lager och att det följaktligen inte uppstår några lagerhållningskostnader, endast ordersärkostnader.

Med anskaffning mot kundorder och leverans utan leveranstid menas ett lagerstyrningssystem där leverans sker direkt från lager och där varje kundorder leder till en lagerpåfyllnad med samma kvantitet som kundorderkvantiteten. Metoden kallas även förbrukningsersättande system och är en variant av det klassiska base-stock systemet. Den torde kunna betraktas som den mest renodlade formen av pulltillämpning. För att möjliggöra leverans direkt från lager måste det finnas ett buffertlager som dels möjliggör direktleverans och dels fångar upp variationer i orderingång under ledtiden för lagerpåfyllnad. Användning av metoden medför med andra ord både lagerhållningskostnader och ordersärkostnader.

Med utgångspunkt från Araujos och Corrells definition är kanban inte ett pullsystem eftersom lastbärarkvantiteten och därmed lagerpåfyllnadskvantiteten inte motsvarar ett specifikt kundorderbehov. Däremot är det ett pullsystem med avseende vem som auktoriserar anskaffning, med avseende på att det är förbrukning som initierar anskaffning samt med avseende på att kanbansystem begränsar storleken på det totala lagret. Kanban uppfattas dessutom allmänt som ett pullsystem. Användning av kanbansystem inne-

bär lagerhållning och medför därigenom lagerhållningskostnader. Varje gång ett kanbankort frigörs för att initiera anskaffning uppkommer dessutom ordersärkostnader.

För kanbanalternativet av pullsystem har lastbärarkvantiteten satts lika med en halvdagsförbrukning i medeltal. I litteraturen finns inga specifika sätt att dimensionera anskaffningskvantiteter beskrivna för kanban system. Eftersom de kan betraktas som en del av JIT-filosofin är det rimligt att utgå från att anskaffningskvantiteterna bör vara så små att de endast täcker enstaka dagsbehov. Dessutom står pullbegreppet för små orderkvantiteter. I de efterfrågescenarier som behandlas i den här studien måste emellertid hänsyn också tas till att enstaka kundorderkvantiteter kan motsvara åtskilliga dagsbehov. För att möjliggöra att man kan uppnå rimligt höga servicenivåer vid leveranser från lager har därför anskaffningskvantiteterna satts till fyra lastbärarkvantiteter, dvs. det krävs fyra fria kanbankort innan tillverkning/lageröverföring får ske och motsvarande två dagars medelförbrukning .

De tre nämnda pullmetoderna har jämförts med ett beställningspunktssystem av (s,S)-typ, dvs med orderkvantiteter som bestäms med utgångspunkt från skillnaden mellan en återfyllnadsnivå och vid beställningstillfället aktuellt lagersaldo. Återfyllnadsnivån har beräknats som beställningspunktskvantiteten plus en ekonomisk orderkvantitet beräknad med hjälp av Wilsons formel. Beställningspunkterna har beräknats på traditionellt sätt och därefter korrigerats för att ta hänsyn till de överdrag som uppstår på grund av att kundorderkvantiteterna är större än ett styck. Vid beräkningarna har efterfrågan antagits vara normalfördelad och beställningspunkterna har avrundats till närmst högre heltal. Detta har lett till att resultaten i vissa fall uppvisar en del irregulariteter för de efterfrågestrukturer som karakteriseras av mycket låg efterfrågan. Standardavvikelser för dimensionering av säkerhetslager har beräknats per dag och därefter transformerats till standardavvikelser under ledtid. Inga negativa säkerhetslager har tillåtits.

### 3 Angreppssätt, simuleringsmodell och analysdata

För att analysera kostnadsskillnader mellan användning av respektive pullmetod och beställningspunktssystem har simulering använts. Simuleringarna har genomförts i Excel med hjälp av makron skrivna i Visual Basic. För att kunna studera hur skillnader i lagerstyrningskostnader mellan beställningspunktssystem och respektive pullmetod vid olika efterfrågeförhållanden har 15 olika efterfrågefall analyserats. Antal kundorder per dag, kvantitet per kundorder, efterfrågan per månad samt variationskoefficienten för efterfrågan under en ledtid på två dagar för de olika efterfrågefallen framgår av tabell 1. Varje efterfrågefall har omfattat tjugo olika artiklar för att undvika risk för ett för stort slumpmässigt inflytande på resultaten.

För varje efterfrågefall och artikel har efterfrågan under sex tusen dagar genererats med utgångspunkt från de i tabellen visade kundorderfrekvenserna och orderkvantiteterna. Enligt Bagchi et al. (1984) är det lämpligt att modellera efterfrågan som en compound Poisson fördelning. Poisson fördelning har därför använts för att slumpmässigt generera antal kundorder per dag och rektangelfördelning för att bestämma kvantitet per kundorder. Det antas att det går tjugo arbetsdagar per månad och därmed 240 per år.

Tabell 1 Variationskoefficient under ledtid samt medelefterfrågan per månad för de olika efterfrågefallen

<i>Kundorder-frekvens</i>	<i>Variationskoefficient under ledtid</i>	<i>Kundorderkvantiteter</i>		
		<i>1-3 st</i>	<i>2-6 st</i>	<i>4-12 st</i>
10 per dag	0,23	400	800	1.600
5 per dag	0,33	200	400	800
3 per dag	0,42	60	120	240
1 per dag	0,74	40	80	160
1 per 2 dagar	1,05	20	40	80

I tabell 2 visas motsvarande standardavvikelserna per dag för vart och ett av de olika efterfrågefallen.

Tabell 2 Standardavvikelser per dag för de olika efterfrågefallen

<i>Kundorder-frekvens</i>	<i>Variationskoefficient under ledtid</i>	<i>Kundorderkvantiteter</i>		
		<i>1-3 st</i>	<i>2-6 st</i>	<i>4-12 st</i>
10 per dag	0,23	6,78	13,30	26,37
5 per dag	0,33	4,79	9,33	18,58
3 per dag	0,42	3,66	7,15	14,20
1 per dag	0,74	2,14	4,21	8,36
1 per 2 dagar	1,05	1,53	3,00	5,96

En förutsättning för att på ett korrekt sätt kunna jämföra de olika pullmetoderna med användning av beställningspunktssystem är att de används på lika villkor. Det innebär lagerhållningskostnaderna beräknas på samma sätt och med samma parametrar för samtliga metoder, att ledtiderna för lagerpåfyllnad är lika långa samt att ordersärkostnaderna vid lagerpåfyllnad är lika stora för samtliga pullmetoder och för beställningspunktssystemet. För de metoder som innebär leverans direkt från lager, dvs samtliga metoder utom anskaffning mot dagsbehov med leveranstid, har säkerhetslagret dimensionerats för att uppnå 97 % volym-service (fyllnadsgradservice).

En principiell skillnad mellan ett beställningspunktssystem och de tre pullmetoderna är att beställningspunktssystemet ställer krav på lagerredovisning och därmed rapportering av lageruttag. För att vid utvärderingen också kunna studera vilka konsekvenser sådan lagerredovisning kan få har två olika analyser genomförts, en utan hänsyn tagen till lagerredovisningskostnader och en där en lagerrapporteringskostnad på 10 kr per lageruttag belastat lagerstyrningskostnaderna för beställningspunktssystemet.

Vid simuleringarna genomfördes för varje artikel och dag under sextusen dagar lageruttag, kontroll av aktuellt saldo i förhållande till beställningspunkt, utläggning av nya lagerpåfyllnadsorder, inleveranser samt uppdateringar av saldo och disponibelt saldo. För att öka validiteten i simuleringarna genererades den dagliga efterfrågan för varje efterfrågestruktur och artikel i förväg och sparades i ett Excel-ark i stället för att genereras under simuleringens gång. Simuleringar för att jämföra kapitalbindning i säkerhetslager och erhållna servicenivåer kunde därigenom genomföras med exakt samma utgångsdata.

Simuleringarna har genomförts i två steg. I det första steget har nödvändigt antal kanbankort för kanbanalternativet, nödvändigt baslager för det förbrukningsersättande systemet samt nödvändig beställningspunkt beräknats genom att successivt öka respektive variabel tills önskad fyllnadsgradsservice uppnåts. Därefter har den kapitalbindning totalt och i säkerhetslager i styck som uppstår då de beräknade antal kanbankorten, baslagernivån samt beställningspunkterna används. Säkerhetslagret har definierats som den kvantitet som i medeltal finns i lager vid inleveranstillfället. För beställningspunktssystemet såväl som för de tre pullmetoderna beräknades också antalet anskaffningsorder.

Kostnadsskillnaderna mellan att använda metoden anskaffa mot dagsbehov och leverans med leveranstid respektive att använda beställningspunktssystem i förhållande till kostnaderna för att använda beställningspunktssystem har därefter beräknats med hjälp av följande samband och efter förkortning med ordersärkostnaden  $O$  i täljare och nämnare.

$$\text{Relativ skillnad} = \frac{n_p \cdot O - L_b \cdot 0,2 \cdot pr - n_b \cdot O}{L_b \cdot 0,2 \cdot pr + n_b \cdot O} = \frac{n_p - L_b \cdot 0,2 \cdot f - n_b}{n_p \cdot 0,2 \cdot f + n_b} = \frac{(n_p - n_b) - L_b \cdot 0,2 \cdot f}{L_b \cdot 0,2 \cdot f + n_b}$$

där  $n_p$  = antalet anskaffningsorder vid tillverkning mot order med leveranstid  
 $n_b$  = antalet anskaffningsorder vid användning av beställningspunktssystem  
 $L_b$  = medelkvantitet i lager vid användning av beställningspunktssystem  
 $O$  = ordersärkostnad vid påfyllning av lager  
 $pr$  = pris per styck  
 $f$  = förhållande mellan pris per styck och ordersärkostnad, dvs pridfaktorn

Lagerhållningskostnaden har satts till 20 %.

Som framgår av formeln är kostnadsskillnaden i förhållande till lagerstyrningskostnaderna vid användning av beställningspunktssystem helt beroende av förhållandet mellan pris per styck och ordersärkostnad för varje efterfrågefall. Eftersom användning av beställningspunktssystem principiellt innebär större orderkvantiteter och därmed färre lagerpåfyllningsorder än anskaffning mot dagsbehov är  $n_p$  alltid  $> n_b$ . Kostnadsskillnaderna kommer därför att minska med ökande  $f$ , dvs. anskaffning mot dagsbehov och leverans med leveranstid kommer att bli mer och mer kostnadsmässigt fördelaktigt jämfört med användning av beställningspunktssystem ju större förhållandet mellan pris per styck och ordersärkostnad är.

Kostnadsskillnaderna mellan övriga pullmetoder och beställningspunktssystemet i förhållande till kostnaderna för beställningspunktssystemet har beräknats med hjälp av följande samband och efter förkortning med ordersärkostnaden  $O$ .

$$\text{Diff} = \frac{L_p \cdot 0,2 \cdot pr + n_p \cdot O - L_b \cdot 0,2 \cdot pr - n_b \cdot O}{L_b \cdot 0,2 \cdot pr + n_b \cdot O} = \frac{L_p \cdot 0,2 \cdot f + n_p - L_b \cdot 0,2 \cdot f - n_b}{L_b \cdot 0,2 \cdot f + n_b} = \frac{(n_p - n_b) + 0,2 \cdot f \cdot (L_p - L_b)}{L_b \cdot 0,2 \cdot f + n_b}$$

där  $n_p$  = antalet anskaffningsorder för förbrukningsersättande system samt vid användning av kanban.  
 $n_b$  = antalet anskaffningsorder vid användning av beställningspunktssystem  
 $L_b$  = medelkvantitet i lager vid användning av beställningspunktssystem  
 $L_p$  = medelkvantitet i lager vid användning av förbrukningsersättande system samt vid användning av kanban

$O$  = ordersärkostnad vid påfyllning av lager  
 $pr$  = pris per styck  
 $f$  = förhållande mellan pris per styck och ordersärkostnad, pridfaktor

Lagerhållningskostnaden har även i de här fallen satts till 20 %.

Även för de här fallen blir kostnadsskillnaderna i förhållande till lagerstyrningskostnaderna vid användning av beställningspunktssystem enbart beroende av förhållandet mellan pris per styck och ordersärkostnad för varje efterfrågefall. Det går emellertid inte att utläsa om kostnadsskillnaderna kommer att minska eller öka med ökande pridfaktor.

Eftersom kostnadsskillnaderna mellan respektive pullmetod och beställningspunktssystemet i förhållande till lagerstyrningskostnaderna vid användning av beställningspunktssystemet är helt beroende av förhållandet mellan pris per styck och ordersärkostnad för varje efterfrågefall har kostnadsberäkningar genomförts för åtta olika värden på detta förhållande, dvs för åtta olika värden på  $f$ . I tabell 3 visas som illustration vad dessa olika pridfaktorer innebär för storleken på ordersärkostnaden vid olika priser per styck.

Tabell 3 Exempel på ordersärkostnader vid olika priser per styck och olika pridfaktorer

Pridfaktor	Priser i kronor per styck					
	50	100	200	400	800	1600
0,25	200	400	800	1600	3200	6400
0,5	100	200	400	800	1600	3200
1,0	50	100	200	400	800	1600
2,0	25	50	100	200	400	800
4,0	12	25	50	100	200	400
8,0	6	12	25	50	100	200
16,0	3	6	12	25	50	100
32,0	2	3	6	12	25	50

### 3 Resultat och analys

Kostnadsberäkningar baserade på resultaten från de genomförda simuleringarna visas i detalj i bilaga 1 – 4. FES står för förbrukningsersättande system och AMO för anskaffning mot dagsbehov och leverans med leveranstid. Bilaga 1 avser fallet med en ledtid på 2 dagar och utan kostnader för rapportering av lageruttag, bilaga 2 fallet med en ledtid på 2 dagar och inklusive kostnader för rapportering av lageruttag, bilaga 3 fallet med en ledtid på 5 dagar och utan kostnader för rapportering av lageruttag samt bilaga 4 fallet med en ledtid på 5 dagar och inklusive kostnader för rapportering av lageruttag. Resultaten är uttryckta om procentuella kostnadsskillnader mellan att använda respektive pullmetod och att använda beställningspunktssystem. Exempelvis blir enligt bilaga 1 lagerstyrningskostnaderna 79 procent högre om man använder kanbansystem jämfört med beställningspunktssystem för efterfrågefallet en kundorder per dag, en medelorderkvantitet på åtta och då pridfaktorn är lika med åtta.

I tabellerna 4-7 sammanfattas resultaten i form av riktlinjer för lägsta värden på förhållandet mellan pris per styck och ordersärkostnad, dvs på pridfaktorn, för att respektive



pullmetod skall kunna anses vara effektivare än beställningspunktssystem ur kostnadssynpunkt för respektive efterfrågefall. Tomma matrisrutor innebär att respektive pullmetod aldrig medför kostnadsfördelar vid pridfaktorer som är 32 eller lägre. Eftersom det vid beräkning av beställningspunkter görs avrundningar som medför att erhållna servicenivåer i en del fall kan bli mer eller mindre högre än 97 % och på grund av den statistiska osäkerhet som föreligger har en kostnadsskillnad på minst tre procent krävts för att betrakta en pullmetod som kostnadsmässigt fördelaktigare. Det kan tilläggas att kostnadsfördelar vid användning av pullmetoder i vissa fall kan uppkomma vid något lägre pridfaktorer än de i tabellerna angivna eftersom jämförelser endast gjorts för ett antal diskreta pridfaktorer.

Tabell 4 och 5 visar gränsvärden för att pullmetoden anskaffning mot dagsbehov och leverans med leveranstid (AMO) skall medföra mindre lagerstyrningskostnader än ett beställningspunktssystem för fallen exklusive respektive inklusive kostnader för rapportering av lageruttag. Exempelvis framgår det av tabell 4 att pridfaktorn måste vara större än 16 för att det skall löna sig att anskaffa mot dagsbehov vid en kundorderfrekvens på 10 order per dag och orderkvantiteter på mellan 2 och 6 st. Båda fallen avser en ledtid för leverans från leverantör på 2 dagar.

Tabell 4 Lägsta förhållande mellan pris per styck och ordersärkostnader för att anskaffning mot dagsbehov (AMO) skall medföra mindre lagerstyrningskostnader än ett beställningspunktssystem. Inga kostnader för uttagsrapportering är inkluderade. Ledtid 2 dagar

<i>Kundorder- Frekvens</i>	<i>Kundorderkvantiteter</i>		
	<i>1-3 st</i>	<i>2-6 st</i>	<i>4-12 st</i>
10 per dag	32	16	8
5 per dag		32	16
3 per dag		32	16
1 per dag		32	16
1 per 2 dagar		32	16

Av tabell 4 framgår att pridfaktorn måste vara mycket hög, dvs priset vara mycket högt i förhållande till ordersärkostnaden, för att det ur kostnadssynpunkt skall vara fördelaktigt att använda anskaffning mot dagsbehov och leverans med leveranstid när efterfrågan karakteriseras av små kundorderkvantiteter. Resultaten visar också att ju mer man kan reducera ordersärkostnaderna och därigenom öka pridfaktorn, desto fördelaktigare blir anskaffning mot dagsbehov och leverans med leveranstid. Dessa resultat är helt förväntade och typiska för val mellan att kunna leverera direkt från lager eller ej. Om de minskade kostnaderna för efterfrågefallen med stora kundorderkvantiteter uppväger nackdelarna med att tvingas till att erbjuda längre leveranstider till kunder måste avgöras från fall till fall.

Tabell 5 Minsta förhållande mellan pris per styck och ordersärkostnader för att anskaffning mot dagsbehov (AMO) skall medföra mindre lagerstyrningskostnader än ett beställningspunktssystem. Kostnader för rapportering av lageruttag är inkluderade för beställningspunktssystemet. Ledtid 2 dagar

<i>Kundorder- frekvens</i>	<i>Kundorderkvantiteter</i>		
	<i>1-3 st</i>	<i>2-6 st</i>	<i>4-12 st</i>
10 per dag	16	16	8
5 per dag	32	16	8
3 per dag	32	16	16
1 per dag	32	16	16
1 per 2 dagar	32	16	16

Som framgår av tabell 5 påverkas inte jämförelsen mellan metoderna särskilt mycket av att inkludera kostnader för att rapportera lageruttag i beställningspunktssystemet. Genomgående blir kraven på låga ordersärkostnader i förhållande till pris per styck något lägre än för fallet utan hänsyn till rapporteringskostnader. Av procenttalen i bilagorna framgår att det är avsevärda kostnadsbesparingar som kan göras genom att välja lämplig metod med utgångspunkt från aktuella förhållanden mellan pris och ordersärkostnader.

Motsvarande resultat när ledtiden är fem dagar är praktiskt taget identiska med de som redovisas ovan i tabell 4 och 5 för en ledtid på två dagar. Den ökande leveranstiden till kund kan emellertid medföra att gränsvärdet för pridfaktorn måste sättas ännu högre för att kompensera för de konkurrensnackdelar som leveranstider medför i förhållande till att kunna leverera direkt från lager.

Förbrukningsersättande system (FES) ger enligt bilaga 1 endast kostnadsmissiga fördelar relativt användning av beställningspunktssystem för fallet med en ledtid på två dagar och exklusive lagerredovisningskostnader vid en kundorderfrekvens på tio order per dag och orderkvantiteter på åtta till tolv stycken. Förbrukningsersättande system är med andra ord i stort sett aldrig motiverade att använda när pridfaktorn är storleksordningen 32 eller lägre. Det kan förefalla märkligt att förbrukningsersättande system är mer fördelaktiga vid högre orderfrekvenser än vid lägre. Förklaringen är att anskaffningsordern i den här studien inte nödvändigtvis motsvarar en enstaka kundorder utan summan av alla kundorder som erhållits under en och samma dag. Därmed blir anskaffningsorderkvantiteten större ju större kundorderfrekvensen är.

Det är i huvudsak endast då kostnader för rapportering av lageruttag inkluderas vid användning av beställningspunktssystem som förbrukningsersättande system kan ge kostnadsmissiga fördelar. Gränsvärden för pridfaktorn i detta fall visas i tabell 6.

Tabell 6 Minsta förhållande mellan pris per styck och ordersärkostnader för att ett förbrukningsersättande system (FES) skall medföra mindre lagerstyrningskostnader än ett beställningspunktssystem. Kostnader för rapportering av lageruttag är inkluderade för beställningspunktssystemet. Ledtid 2 dagar

<i>Kundorder- frekvens</i>	<i>Kundorderkvantiteter</i>		
	<i>1-3 st</i>	<i>2-6 st</i>	<i>4-12 st</i>
10 per dag	32	16	16
5 per dag	32	32	16
3 per dag	32	32	32
1 per dag	32	32	32
1 per 2 dagar	32	32	32

Det påpekades ovan att förbrukningsersättande system kan betraktas som den mest genuina pullmetoden. Som framgår av tabell 6 är det emellertid under mycket begränsade förhållanden som metoden ger kostnadsfördelar i förhållande till användning av ett traditionellt beställningspunktssystem med ekonomiska orderkvantiteter. Det är endast vid mycket höga priser jämfört med ordersärkostnader som metoden är motiverad att använda. I huvudsak ställs samma krav på storleken på pridfaktorn för att förbrukningsersättande system skall vara motiverade som på anskaffning mot dagsbehov (AMO). Å andra sidan medger förbrukningsersättande system leverans direkt från lager, dvs utan leveranstid.

Val mellan anskaffning mot dagsbehov (AMO) och beställningspunktssystem är som framgick ovan inte särskilt beroende av om ledtiden är två eller fem dagar. Så är i huvudsak även fallet vid användning av förbrukningsersättande system när kostnader för rapportering av lageruttag inkluderas. Av en jämförelse mellan bilaga 2 och 4 framgår att kostnadsminskningen blir något större när ledtiden är två dagar jämfört med fem dagar. Förklaring till detta är uppenbar. Vid ökande ledtider krävs väsentligt högre buffertlager för att möjliggöra direktleveranser från lager när anskaffning mot dagsbehov med leveranstid används. Att motsvarande ökning inte behövs vid användning av beställningspunktssystem beror på att de förhållandevis mycket större inleveranskvantiteter som då används medför att antalet bristrisktillfällen blir färre än vad som är fallet vid kundorderinitierade anskaffningsorder. Användning av förbrukningsersättande system kräver följaktligen inte lika låga ordersärkostnader om man lyckats reducera ledtiderna.

Av bilagorna 1 och 3, dvs. då kostnader för lagerredovisning inte ingår i kostnaderna för beställningspunktssystemet, framgår att kanbanmetoden alltid medför högre lagerstyrningskostnaderna än beställningspunktssystem oavsett pridförhållande, ledtid, kundorderfrekvens och kundorderkvantitet. Det är endast då kostnader för rapportering av lageruttag inkluderas vid användning av beställningspunktssystem som kanbanmetoden ger kostnadsmässiga fördelar enligt bilaga 2 och 4. Riktlinjer för gränsvärden på förhållandet mellan pris per styck och ordersärkostnad, dvs. pridfaktorn, för att kanbansystem skall kunna anses vara effektivare än beställningspunktssystem ur kostnadssynpunkt vid en ledtid på två dagar sammanfattas i tabell 7. Som framgår av tabellen är det främst för små orderkvantiteter och för mycket höga förhållanden mellan pris per styck och ordersärkostnad som kanbansystemet medför kostnadsmässiga fördelar relativt användning av beställningspunktssystem.

Tabell 7 Minsta förhållande mellan pris per styck och ordersärkostnader för att kanban skall medföra mindre lagerstyrningskostnader än ett beställningspunktssystem. Kostnader för rapportering av lageruttag är inkluderade för beställningspunktssystemet. Ledtid 2 dagar

<i>Kundorder-frekvens</i>	<i>Kundorderkvantiteter</i>		
	<i>1-3 st</i>	<i>2-6 st</i>	<i>4-12 st</i>
10 per dag	16	16	
5 per dag	16	16	16
3 per dag	16	16	16
1 per dag	32	32	32
1 per 2 dagar			

Förhållandena är identiska när ledtiden är fem dagar. Att så är fallet kan tolkas som att ledtidens längd påverkar säkerhetslagrets storlek i kanban-system ungefär lika mycket som i beställningspunktssystem.

#### 4 Sammanfattning och slutsatser

I föreliggande studie har tre olika pullmetoder för styrning av materialflöden jämförts med ett traditionellt beställningspunktssystem med avseende på summa lagerhållningskostnader och ordersärkostnader. För den metod som innebär att anskaffning sker mot dagsbehov för leverans med leveranstid, dvs utan lagerläggning, visade de erhållna resultaten att ju mindre kundorderkvantiteterna är desto högre måste förhållandet mellan pris per styck och ordersärkostnad vara för att metoden skall ge kostnadsmässiga fördelar. Detta är helt förväntat och typiskt för val mellan att kunna leverera direkt från lager eller ej. Eftersom kundorder som erhålls samma dag slås samman till en beställningskvantitet krävs det ett något lägre pris/ordersärkostnadsförhållande ju frekventare orderingen är eftersom sannolikheten för behovssammanslagning då ökar vilket leder till att även beställningskvantiteterna ökar med minskade ordersärkostnader som följd.

För förbrukningsersättande system, dvs. anskaffning mot kundorder med omedelbar leverans till kund, visar de erhållna resultaten att det krävs mycket höga pris/kostnadsförhållanden för att metoden skall kunna medföra lägre lagerstyrningskostnader än beställningspunktssystem. Vid ett pris per styck på 1 600 kr måste exempelvis ordersärkostnaden vara lägre än 50 kr och vid ett pris per styck på 200 kr måste ordersärkostnaden vara lägre än 6 kronor för praktiskt taget samtliga kombinationer av orderfrekvenser och kundorderkvantiteter. Denna pullmetod kan sålunda i första hand vara tillämplig för artiklar med mycket höga priser om det inte föreligger exceptionellt låga ordersärkostnader.

Samma slutsatser gäller kanbanmetoden, dvs med avseende på summa lagerstyrningskostnader är kanban endast lämplig att använda för artiklar med mycket höga priser eller mycket små ordersärkostnader. Detta resultat är något förvånande eftersom kanban vanligtvis används för lågprisartiklar. Det skulle kunna ifrågasättas att ordersärkostnaderna antagits vara lika stora för båda systemen, bland annat eftersom kanban förknippas med korta ställtider och låga ordersärkostnader. För att vara jämförbara måste emellertid förkommande ställtider vara likvärdiga eftersom dess storlek inte har med lagerstyrningsmetoden att göra. De finns snarast skäl att anta att ordersärkostnaderna i övrigt

kan fås att bli lägre med datoriserade beställningspunktssystem som möjliggör automatiskt genererade och överförda beställningar jämfört med att manuellt skicka kanbankort från förbrukande till försörjande enhet.

Slutsatsen av den genomförda utvärderingen av de tre pullmetoderna är att det för samtliga krävs mycket höga pris/ordersärkostnadsförhållanden för att de med avseende på lagerstyrningskostnader skall kunna hävda sig mot det traditionella beställningspunktssystemet. Det kan också konstateras att om villkoret för tillräckligt högt pris/ordersärkostnadsförhållande inte är uppfyllt blir merkostnaderna vid användning av pullmetoderna avsevärda.

## Referenser

Araujo, D.; Correll, J. (2003) Push versus pull – Perception versus reality, Oliver Wight White Paper Series.

Bagchi, U. - Haya, J. - Ord, J. (1984) Concepts, theory and techniques: modeling demand during lead time, Decision Science, Vol. 15, sid 157-176.

Grayeb, O., Phojanamongkolkij, N. (2009) A hybrid push/pull system in assemble-to-order manufacturing environment, Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 20 No. 4, sid 379-387.

Hall, R. (1983) Zero inventories, DowJones-Irwin.

Hopp, W., Spearman, M. (2004) To pull or not to pull: What is the question, Manufacturing and Service Operations Management, Vol. 6 No. 2, sid 133-148.

Karmarkar, U. enligt Pyke, D. och Cohen, M. (1990) Push and pull in manufacturing and distribution systems, Journal of operations management, Vol. 9 No. 1.

Mattsson, S-A. (2010) En jämförelse av kanbansystem och beställningspunktssystem med avseende på kapitalbindning, Logistik och transport, Chalmers Tekniska Högskola.

Pyke, D, Cohen, M. (1990) Push and pull in manufacturing and distribution systems, Journal of Operations Management, Vol. 9 No. 1.

Razmi, J., Rahnejat, H., Khan, M. (1998) Use of analytical hierarchy process approach in classification of push, pull and hybrid push-pull systems for production planning, International Journal of Operations & Production management, Vol. 18 No. 11, sid 1134-1151.

Womack, J., Jones, D. (1996) Lean thinking, Simon & Schuster.

									Bilaga 1
Sammanställning av procentuella skillnader						Utän lagerredovisningskostnader			
Orderkvantitet 1 - 3			Orderkvantitet 2 - 6			Orderkvantitet 4 - 12			
Kanban	FES	AMO	Kanban	FES	AMO	Kanban	FES	AMO	
10 order per dag									
Prisf. 0,25	481	1053	1049	318	723	718	204	487	479
Prisf. 0,5	318	721	716	203	487	479	125	320	310
Prisf. 1	203	486	478	125	321	310	73	203	188
Prisf. 2	125	319	308	73	203	188	40	121	100
Prisf. 4	72	201	186	40	120	100	24	65	37
Prisf. 8	40	120	98	24	65	36	19	29	-9
Prisf. 16	23	64	35	19	28	-9	23	6	-42
Prisf. 32	18	28	-11	22	5	-43	27	-10	-66
5 order per dag									
Prisf. 0,25	710	1507	1503	479	1044	1038	316	712	704
Prisf. 0,5	478	1041	1035	316	712	704	202	476	465
Prisf. 1	316	711	703	202	477	466	125	310	295
Prisf. 2	201	475	463	124	310	294	73	193	172
Prisf. 4	123	307	291	73	193	172	42	112	84
Prisf. 8	72	190	168	42	112	83	26	58	21
Prisf. 16	41	110	81	26	59	20	22	24	-24
Prisf. 32	25	57	18	21	24	-24	21	1	-55
3 order per dag									
Prisf. 0,25	937	1879	1874	638	1302	1297	429	895	887
Prisf. 0,5	637	1300	1294	428	894	886	281	604	592
Prisf. 1	425	890	881	279	602	591	177	396	380
Prisf. 2	278	600	588	176	396	380	108	251	230
Prisf. 4	175	394	377	107	251	229	63	151	122
Prisf. 8	104	248	224	62	150	121	37	83	45
Prisf. 16	61	150	119	37	83	44	25	39	-9
Prisf. 32	34	82	41	24	39	-10	20	11	-46
1 order per dag									
Prisf. 0,25	1679	2150	2144	1163	1495	1487	794	1023	1013
Prisf. 0,5	1155	1485	1478	790	1021	1010	532	689	675
Prisf. 1	787	1017	1006	530	689	674	348	452	433
Prisf. 2	523	680	666	345	451	431	221	287	260
Prisf. 4	340	444	425	217	285	257	134	171	137
Prisf. 8	213	279	253	133	173	136	79	95	51
Prisf. 16	127	164	130	77	97	50	46	46	-8
Prisf. 32	72	89	45	44	48	-9	28	17	-46
1 order per 2 dagar									
Prisf. 0,25	2404	1869	1863	1673	1295	1287	1146	878	867
Prisf. 0,5	1659	1283	1275	1145	879	868	777	588	572
Prisf. 1	1138	873	861	775	587	571	513	379	358
Prisf. 2	761	577	560	511	379	357	331	236	207
Prisf. 4	503	373	350	326	232	203	205	136	99
Prisf. 8	317	226	196	201	134	96	124	72	25
Prisf. 16	194	129	91	122	70	23	74	31	-25
Prisf. 32	117	69	20	70	29	-27	45	8	-57

									Bilaga 2
Sammanställning av procentuella skillnader						Med lagerredovisningskostnader			
Orderkvantitet 1 - 3			Orderkvantitet 2 - 6			Orderkvantitet 4 - 12			
Kanban	FES	AMO	Kanban	FES	AMO	Kanban	FES	AMO	
10 order per dag									
Prisf. 0,25	442	976	972	297	683	678	193	466	459
Prisf. 0,5	279	645	640	183	447	440	114	300	290
Prisf. 1	165	412	405	104	281	272	61	182	168
Prisf. 2	87	248	239	51	165	152	28	101	82
Prisf. 4	34	134	122	17	84	66	9	46	20
Prisf. 8	0	57	42	-3	29	7	1	9	-23
Prisf. 16	-20	6	-12	-12	-6	-33	0	-14	-53
Prisf. 32	-31	-26	-48	-16	-28	-61	0	-29	-73
5 order per dag									
Prisf. 0,25	636	1361	1357	441	968	963	296	673	665
Prisf. 0,5	406	899	894	278	638	631	183	438	428
Prisf. 1	246	575	569	165	406	396	104	273	259
Prisf. 2	135	348	339	87	243	229	53	158	139
Prisf. 4	60	193	181	36	131	114	20	79	55
Prisf. 8	12	89	75	4	55	34	2	28	-3
Prisf. 16	-18	22	5	-15	7	-19	-7	-5	-42
Prisf. 32	-36	-19	-39	-25	-23	-53	-11	-26	-67
3 order per dag									
Prisf. 0,25	823	1661	1657	579	1190	1184	398	837	829
Prisf. 0,5	527	1092	1087	370	785	778	250	548	537
Prisf. 1	322	695	688	223	499	489	147	343	329
Prisf. 2	181	421	412	123	300	287	78	202	183
Prisf. 4	86	235	223	56	164	148	34	106	82
Prisf. 8	24	111	97	13	74	53	7	42	12
Prisf. 16	-14	33	17	-13	16	-9	-8	2	-33
Prisf. 32	-37	-15	-34	-28	-19	-48	-16	-22	-62
1 order per dag									
Prisf. 0,25	1460	1873	1868	1049	1351	1344	736	950	940
Prisf. 0,5	948	1224	1218	682	884	875	476	619	606
Prisf. 1	595	775	767	428	561	549	295	387	370
Prisf. 2	351	464	454	252	336	319	172	228	205
Prisf. 4	189	257	244	134	184	163	89	119	92
Prisf. 8	84	122	107	58	85	60	37	50	16
Prisf. 16	18	38	20	11	23	-6	7	7	-33
Prisf. 32	-20	-13	-33	-17	-14	-47	-11	-19	-62
1 order per 2 dagar									
Prisf. 0,25	2130	1654	1648	1532	1184	1176	1075	822	812
Prisf. 0,5	1401	1081	1073	1011	774	763	709	534	520
Prisf. 1	898	684	675	649	489	475	450	330	311
Prisf. 2	548	409	396	397	290	272	273	191	166
Prisf. 4	316	226	210	226	155	133	155	97	66
Prisf. 8	162	105	86	116	68	41	80	37	0
Prisf. 16	67	30	8	49	14	-18	34	1	-42
Prisf. 32	11	-14	-39	7	-19	-54	8	-20	-68

Sammanställning av procentuella skillnader			Utän lagerredovisningskostnader						Bilaga 3
Orderkvantitet 1 - 3			Orderkvantitet 2 - 6			Orderkvantitet 4 - 12			
Kanban	FES	AMO	Kanban	FES	AMO	Kanban	FES	AMO	
10 order per dag									
Prisf. 0,25	481	1051	1045	317	720	711	203	483	471
Prisf. 0,5	318	719	710	202	483	470	125	316	299
Prisf. 1	203	481	468	124	316	299	73	200	175
Prisf. 2	125	315	297	73	199	175	42	119	86
Prisf. 4	74	198	173	41	119	86	26	67	23
Prisf. 8	43	118	85	25	66	23	20	33	-22
Prisf. 16	27	65	21	19	32	-22	20	11	-54
Prisf. 32	22	32	-23	19	11	-54	20	-2	-74
5 order per dag									
Prisf. 0,25	708	1503	1496	477	1039	1030	313	704	691
Prisf. 0,5	476	1036	1026	313	704	691	199	467	449
Prisf. 1	312	702	688	198	467	449	121	301	276
Prisf. 2	197	465	446	120	300	276	71	187	154
Prisf. 4	120	299	274	70	186	153	40	108	65
Prisf. 8	69	184	150	39	108	65	23	58	4
Prisf. 16	38	106	62	23	57	3	16	26	-38
Prisf. 32	21	56	1	15	25	-39	13	7	-65
3 order per dag									
Prisf. 0,25	934	1873	1866	635	1295	1286	424	883	870
Prisf. 0,5	633	1291	1282	422	882	869	274	590	573
Prisf. 1	420	879	865	273	589	571	171	384	359
Prisf. 2	271	586	568	170	384	359	103	241	209
Prisf. 4	168	380	354	100	239	206	58	142	100
Prisf. 8	99	237	203	56	141	98	32	78	24
Prisf. 16	54	139	95	31	78	24	20	38	-26
Prisf. 32	28	76	21	17	37	-27	13	14	-58
1 order per dag									
Prisf. 0,25	1671	2140	2132	1153	1482	1471	783	1009	994
Prisf. 0,5	1150	1479	1468	781	1008	993	519	673	653
Prisf. 1	773	999	984	516	670	650	334	435	408
Prisf. 2	513	668	647	331	432	405	207	270	234
Prisf. 4	328	430	402	205	268	232	124	160	114
Prisf. 8	201	265	228	121	157	111	70	86	31
Prisf. 16	118	155	108	68	85	29	38	42	-24
Prisf. 32	65	83	26	37	41	-24	21	16	-57
1 order per 2 dagar									
Prisf. 0,25	2394	1863	1854	1660	1286	1274	1127	865	849
Prisf. 0,5	1646	1274	1262	1128	868	851	757	575	552
Prisf. 1	1119	861	843	752	572	549	492	367	337
Prisf. 2	743	565	541	487	364	334	310	225	186
Prisf. 4	481	360	329	305	222	182	186	128	79
Prisf. 8	301	220	178	183	127	77	108	68	8
Prisf. 16	179	124	73	105	66	6	60	31	-38
Prisf. 32	103	66	4	60	31	-38	34	11	-65



									Bilaga 4
Sammanställning av procentuella skillnader						Med lagerredovisningskostnader			
Orderkvantitet 1 - 3			Orderkvantitet 2 - 6			Orderkvantitet 4 - 12			
Kanban	FES	AMO	Kanban	FES	AMO	Kanban	FES	AMO	
10 order per dag									
Prisf. 0,25	442	974	968	297	680	672	193	463	451
Prisf. 0,5	279	644	635	182	444	432	114	297	280
Prisf. 1	165	409	398	104	278	262	62	180	158
Prisf. 2	88	246	231	52	163	142	30	101	71
Prisf. 4	36	134	115	19	85	57	12	49	10
Prisf. 8	4	59	35	0	33	-1	4	15	-33
Prisf. 16	-15	11	-18	-9	1	-41	1	-6	-61
Prisf. 32	-24	-18	-53	-13	-19	-66	0	-19	-79
5 order per dag									
Prisf. 0,25	635	1357	1351	439	964	955	294	666	654
Prisf. 0,5	405	896	887	276	632	620	179	431	414
Prisf. 1	244	570	559	162	399	383	102	266	244
Prisf. 2	134	344	329	86	237	216	51	154	125
Prisf. 4	60	190	172	36	128	102	20	79	42
Prisf. 8	12	89	67	5	56	24	2	31	-14
Prisf. 16	-17	25	-2	-13	11	-27	-7	1	-50
Prisf. 32	-33	-14	-44	-23	-16	-59	-12	-16	-73
3 order per dag									
Prisf. 0,25	821	1657	1651	576	1184	1175	394	827	815
Prisf. 0,5	525	1086	1078	366	776	765	245	537	520
Prisf. 1	319	689	678	219	490	475	143	334	312
Prisf. 2	178	415	401	120	293	273	76	196	167
Prisf. 4	84	230	212	53	160	134	32	102	66
Prisf. 8	24	110	89	12	73	42	6	42	0
Prisf. 16	-13	34	10	-13	19	-17	-8	6	-43
Prisf. 32	-35	-11	-38	-26	-13	-54	-15	-15	-69
1 order per dag									
Prisf. 0,25	1454	1866	1859	1041	1340	1331	726	938	924
Prisf. 0,5	945	1220	1211	675	875	862	466	606	588
Prisf. 1	587	765	753	419	548	531	285	375	351
Prisf. 2	347	459	444	244	325	303	163	217	186
Prisf. 4	185	253	234	129	176	149	85	114	77
Prisf. 8	82	120	98	55	81	48	35	48	4
Prisf. 16	19	39	14	11	22	-15	6	8	-42
Prisf. 32	-18	-9	-37	-14	-12	-53	-10	-14	-68
1 order per 2 dagar									
Prisf. 0,25	2123	1649	1641	1521	1177	1166	1058	811	796
Prisf. 0,5	1392	1074	1064	997	765	750	692	524	503
Prisf. 1	887	677	663	633	478	459	433	321	294
Prisf. 2	538	404	386	382	281	257	259	184	150
Prisf. 4	307	222	200	216	151	120	143	94	52
Prisf. 8	158	105	79	109	67	31	71	38	-11
Prisf. 16	65	33	2	44	16	-25	28	5	-50
Prisf. 32	11	-9	-43	7	-13	-59	5	-13	-73