

Cost-Based Lotsizing

Lotgroottebepaling met kwantiteitskortingen in een customize-to-order omgeving

Over lean supply, agility, business process reengineering (BPR) of -implementation (BPI), JIT en TOC wordt grondig gedebatteerd en veel gepubliceerd. Weinigen in een organisatie zijn echter in staat om deze kerngedachten op een eenvoudige en eenduidige wijze te implementeren. Vaak wordt de samenhang tussen de verscheidene functionele deelgebieden binnen de logistieke keten over het hoofd gezien. Binnen de schakels van deze keten heeft de techniek van lotgroottebepaling steeds veel aandacht opgeëist. In het domein van technieken voor lotgroottebepaling wijst onderzoek uit dat er een grote discrepantie is tussen de theoretische inslag van deze modellen en het praktisch gebruik ervan, o.a. de beschikbaarheid ervan in traditionele ERP-pakketten. Een weldoordachte toepassing van de technieken kan echter tot een totale kostenstroombeheersing leiden en heeft bijgevolg een gunstig effect op de rentabiliteit van de onderneming. In dit artikel gaan Godfried De Winne, Fernand 's Jegers, Ivan Depover, allen leden van de 'Planning and Systems Group' bij Alcatel Telecom Antwerpen en de Professoren Gerrit K. Janssens en Alex Van Breendam, beiden verbonden aan de Universiteit Antwerpen (RUCA) faculteit beleidsinformatica, Operationeel en Logistiek Management, dieper in op de operationele activiteit van aanvoerplanning. Ze geven eveneens de bondige beschrijving van een vrij algemeen toepasbaar algoritme, dat ze illustreren aan de hand van een numeriek voorbeeld.

De ondernemingen die hun strategie niet vertaald zien in operationele planning (o.a. productieplanning en aanvoerplanning) worden spoedig geconfronteerd met kostenstijgingen door slecht uitgevoerde logistieke functies, door een verhoogde voorraad, door verschuivingen binnen de productie. Ondanks rush-order acties en aanverwante noodoplossingen kunnen ze hun verbintenissen vaak niet waarmaken, daalt hun dienstverlening naar de klant toe en verdwijnen ze finaal van de markt. In deze bijdrage belichten we achter-eenvolgens:

- de pijlers van het aanvoerplan;
- de opbouw van het algoritme met illustratie;
- cost based lotsizing met inbegrip van staffelprijzen;
- het resultaat van enkele simulaties rond dit onderwerp.

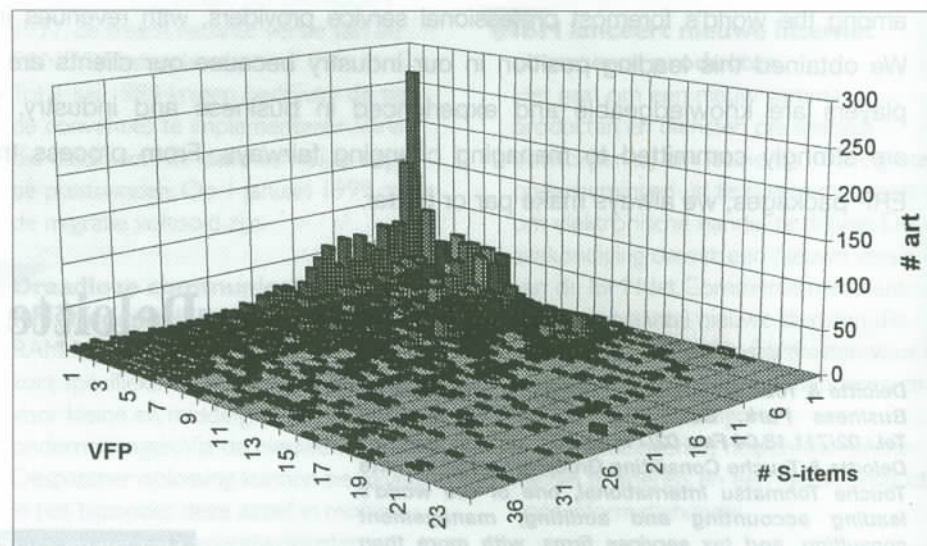
De pijlers van het aanvoerplan

De aanvoerstrategie is afhankelijk van de complexiteit van de eindproducten en de marktpenetratie (regionaal tegenover mondiaal). In een mondiale 'customize-to-order' omgeving zal het

klantorder-ontkoppelpunt op componentniveau liggen. Dit is in tegenstelling tot een 'make-to-stock'-omgeving waar het gecontroleerd aanhouden van voorraden van afgewerkte producten de te volgen strategie is.

Het vraagfrequentiepatroon (VFP) van een component in een 'customize to order' omgeving vertoont een grote variëteit, gaande van constant en continu t.e.m. sporadisch en discontinu. De meting van het gebruik van componenten voor afgewerkte producten ('shippable' of verscheeppbare items, in figuur 1 S-items genoemd) vertoont een soortgelijke spreiding. Figuur 1 toont gecombineerd beide spreidingen. De standaarddeviatie van de vraag is vaak groter dan het gemiddelde. Bovendien varieert het vraagpatroon in de tijd in functie van de herschikking van klantorders.

De zenuwachtigheid van de markt doet zich gevoelen tot in de vraag naar componenten, via het gebruik van componenten in stuklijsten van assemblies en subassemblies of halfabrikaten.



Figuur 1
Het vraagfrequentiepatroon (VFP) en gemeenschappelijke S-items

Niettegenstaande dat klassieke lot-grootte-bepalingstechnieken zoals Quantity of Time based EOQ, bestelpunten, enz... op deze omgeving niet toepasbaar zijn, weerhouden we het idee van twee kostenstromen die aan de grondslag liggen van het voorraadmodel: logistieke kosten en inventariskosten.

Logistieke kosten worden bij voorkeur opgetekend d.m.v. een activiteitgedreven kostenanalyse, waarbij enkel de activiteiten met toegevoegde waarde worden beschouwd. Deze kosten omvatten de totaliteit van logisch op elkaar volgende activiteiten die de gehele inkomende goederenstroom vertegenwoordigen, vertrekkende van de creatie van een aankoopaanvraag t.e.m. de aflevering van de goederen aan de interne klant. De automatiseringsgraad (vb. het werken met raam-akkoorden, EDI, automatic dock-tracking, geconsolideerde facturering,...) zowel als de verplichte administratieve afhandelingen zoals importdocumenten, facturatiebehandeling, weigeringen, archiveringen, enz... zijn allen bepalende kostindicatoren. Vergeten we niet dat sommige goederen een uitgebreide inspectiebeurt hoeven, dat de leverancier onafhankelijk van de bestelgrootte een stelkost (lot charge) kan aanrekenen en dat de goederen moeten worden getransporteerd naar de afnemer. De logistieke kost is uniek per artikel, hoewel grote groepen artikelen een zelfde kostprijs vertonen.

De **inventariskost** wordt dikwijls uitgedrukt als een percentage van de aankoopprijs. Het inventariskost-percentage geeft aan wat de kostprijs is voor het aanhouden van voorraden over een bepaalde periode, typisch één jaar. Dit percentage vermenigvuldigd met de naakte aankoopprijs (d.i. de prijs zonder toeslagen) bepaalt de inventariskost per stuk over die periode. De samenstellende bestanddelen van het inventariskostpercentage bestaan uit

- opportuniteitskosten of intrestkosten (discontovoet, minimale rendements-eis op meer opportune investeringen);
- kosten verbonden met de hoogte en de opslag van de voorraad (verzekeringen, magazijn, belastingen);
- kosten die gepaard gaan met volumevermindering, veroudering, bederf (materiaalkarakteristieke kenmerken).

BIJLAGE I: voorbeeld van een Cost Based Lotsizing berekening

Aankoopprijs = 4.8 BEF
 Inventariskost per dag = 0.005 BEF
 Logistieke kost = 815 BEF

Periode Nr	Dagen	Datum	Netto Vraag (in stuks)	Inventaris kost	Inventaris kost cumul.
106	0	950804	4000	0	0
107	1	950807	0	0	0
108	2	950808	0	0	0
109	3	950809	2500	37.5	37.5
110	4	950810	0	0	37.5
111	5	950811	0	0	37.5
112	6	950816	2500	75	112.5
113	7	950817	0	0	112.5
114	8	950818	10000	400	512.5
115	9	950821	0	0	512.5
116	10	950822	0	0	512.5
117	11	950823	0	0	512.5
118	12	950824	0	0	512.5
119	13	950825	10000	650	1162.5

De totale inventariskost ligt nu hoger dan de logistieke kost. De periode van samentellen beslaat de periodes van 950804 tot 950824.

120	14	950828	0	0	1162.5
121	15	950829	0	0	1162.5
122	16	950830	0	0	1162.5
123	17	950831	0	0	1162.5
124	18	950901	2500	225	1387.5
125	19	950904	0	0	1387.5
126	20	950905	0	0	1387.5
127	21	950906	2500	262.5	1650

De totale inventariskost ligt nu hoger dan het dubbele van de logistieke kost. De geaccumuleerde netto-vraag binnen de eerder vastgestelde periode worden samengeteld tot één aanvoertotaal van 19.000 stuks te plannen tegen 950804.

Het algoritme start opnieuw vanaf 950825.

De opbouw van het Cost Based Lot Sizing-algoritme

De twee basiskostenstromen (logistieke kost en inventariskost), samen met de tijdsperiode en de grootte van de vraag vormen de input van het voorraadmodel. Het model zal een bestaande vraag na aftrek van de beschikbare voorraad en bestellingen omvormen tot geplande voorraadaanvullingen die dan aanleiding geven ofwel tot een bestelling ofwel tot een vraagvoorspelling naar de toeleverancier toe. Het model beoogt een bepaalde voorraadaanvulling tot stand te brengen zodanig dat beide basiskostenstromen in evenwicht zijn. Bijkomende karakteristieken zoals het vermijden van additionele bestellingen voor kleine hoeveelheden werden ingebracht.

Het model staat bekend als *part-period balancing* met een look-ahead functie.

Part-period balancing is een lotgrootte-techniek die veronderstelt dat met het houden in voorraad van één stuk voor één periode een zekere kost is verbonden. Het in voorraad houden van één stuk gedurende twee perioden is equivalent met het houden van twee stuks gedurende één periode. Gegeven de vraag in de toekomst, zal een part-period balancing algoritme de manager toelaten om een afweging te maken tussen enerzijds de vaste bestelkost en anderzijds de kost om een teveel aan stuks in voorraad te houden. Moet een bestelling geplaatst worden, dan worden lotgroottes getest. Deze lotgroottes worden opgebouwd door de vraag in

openvolgende perioden, periode per periode te accumuleren. De meest economische lotgrootte is deze die een evenwicht maakt tussen bestelkost en opslagkost. De basisconcepten van de part-period balancing algoritmes vinden we in de literatuur bij Berry (1972), Dematteis (1968) en Orlicky (1975).

Fluctueert de vraag weinig, dan is het part-period balancing algoritme efficiënt. Schommelt de vraag meer, dan kunnen er verfijningen aan het algoritme aangebracht worden die de efficiëntie en de accuraatheid doen toenemen (Lambrecht, 1994, blz. 66 e.v.), zoals de *look-ahead* of de *look-backward* test. Deze technieken worden in detail besproken in Wemmerlov (1983).

Het Algoritme

Hierna volgt een gedetailleerde beschrijving van het algoritme zoals het bij Alcatel Belgium in het MRP-planningsysteem is ingevoerd. Wij verwijzen naar deze techniek als Cost-based Lot Sizing.

De basis van de input bestaat uit de netto-vraag (d.i. de bruto vraag minus de beschikbare voorraad), die gekenmerkt is door een hoeveelheid aan te voeren materiaal en een beschikbaarheidsdatum.

De netto-vraag wordt doorlopen in volgorde van perioden (discrete tijdseenheden van gelijke lengte).

Het algoritme start bij die periode, waarin een eerste positieve netto-vraag in de doorlopen volgorde voorkomt. Vanaf dan wordt voor elke volgende periode de inventariskost berekend over het tijdsinterval tussen de start en de beschikbaarheidsdatum, en deze wordt gecumuleerd tot een inventariskost-totaal.

Wanneer in een bepaalde periode deze gecumuleerde inventariskost groter wordt dan de logistieke kost, wordt de beschikbaarheidsdatum van de laatst behandelde vraag onthouden, zodat nu een periode vastgesteld is waarover de afzonderlijke vraag zal worden samengeteld tot één aanvoertotaal. De samentelling is echter nog niet definitief.

De cumulering van inventariskost loopt verder tot het inventariskosttotaal groter is dan het dubbele van de logistieke kost

of, indien dit bedrag in de eindige horizon niet kan worden bereikt, tot de vraag in de laatste periode.

Wanneer het inventariskosttotaal het niveau bereikt van het dubbele van de logistieke kost staat het vast dat de eerder bepaalde periode van samentelling werkelijk mag worden gebruikt, vermits er een voldoende netto-vraag volgt om een volgend aanvoertotaal te vormen. Na samentelling wordt de gevonden hoeveelheid opgetrokken naar de minimum hoeveelheid (bv. een technische verpakkingseenheid of een minimum afname hoeveelheid) of naar het eerstvolgend veelvoud, naargelang welk van beide het grootst is. Met het overschot wordt de netto-vraag in de verder liggende periode(n) voldaan voor zover deze strekt.

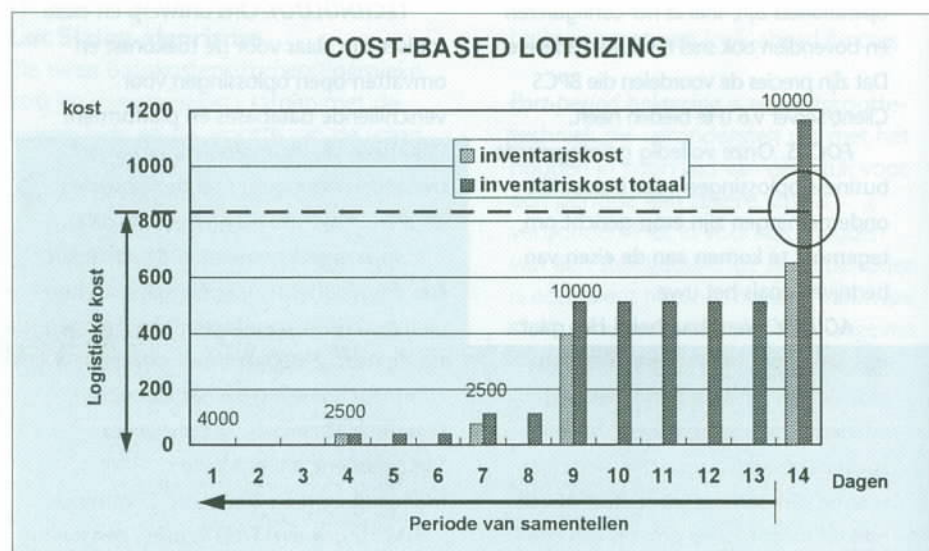
Wanneer het einde van de planningshorizon wordt bereikt, betekent dit dat een volgende voorraadaanvulling een hogere logistieke kost zou hebben dan die van de opslag die ermee kan worden vermeden. De periode van samentelling moet dan worden verlengd tot en met de laatste periode van de horizon. Vermits dit een laatste hoeveelheid betreft, wordt de bestelgrootte niet opgetrokken naar de minimum-veelvoud hoeveelheid omdat het nooit de bedoeling mag zijn extra voorraad te plannen.

De geaggregeerde vraag die binnen de vastgestelde periode van samentelling ligt, vormt één aanvoertotaal of één geplande voorraadaanvulling.

Wanneer het einde van de planningshorizon niet werd bereikt, start het algoritme opnieuw vanaf de eerste periode met een netto-vraag na de periode van samentellen, en met een inventariskosttotaal gelijk aan nul.

Het voordeel van deze methode ligt in het feit dat er, ongeacht het grillig karakter van het vraagpatroon, steeds bestellingen aan een minimale totale kost worden gegenereerd. Bij een stootsgewijze en onregelmatige vraag, of bij componenten met een zeer hoge aankoopprijs (m.a.w. een hoge inventariskost), zal de methode automatisch een lot-for-lot bestelbeleid voorleggen. Bij een vraagpatroon dat schommelt tussen lage en hoge waarden, zal de methode hoeveelheden bepalen van gelijke grootte, maar met uiteenlopende intervaltijden tussen de onderling geplande voorraadaanvullingen. Bij een regelmatig vraagpatroon zal de methode afgevlakte hoeveelheden bepalen, ongeveer op het niveau van de logistieke kost.

In bijlage 1 is het principe via een voorbeeld uitgewerkt voor één product waarvan de logistieke kost 815 BEF is en de inventariskost 0,005 BEF/dag. Na dertien dagen heeft de inventariskost de logistieke kost overschreden. Wat hiervoor de periode van samentellen werd genoemd, beslaat dus dertien dagen. De evolutie van de gecumuleerde inventariskost is weergegeven in Figuur 2. In de bijlage kan de lezer nagaan hoe het algoritme



Figuur 2
Een voorbeeld van de Cost-Based Lotsizing techniek

BIJLAGE 2: Voorbeeld van Cost-Based Lotsizing met staffelprijzen

ARTIKEL A	Minimum	0.00	1000.00	5000.00	10000.00	25000.00
	Prijs	4.55	4.29	4.06	3.89	3.73
	Stelkost	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Week	Per.	Vrg	Cumul vrg.	Stfl nr.					
199646	0	224	224	1	1019.20	0.00	0.00	0.00	0.00
					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
199647	5	140	364	1	1656.20	0.00	0.00	0.00	0.00
					3.30	0.00	0.00	0.00	0.00
199648	10	140	504	1	2293.20	0.00	0.00	0.00	0.00
					9.92	0.00	0.00	0.00	0.00
199649	15	140	644	1	2930.20	0.00	0.00	0.00	0.00
					19.85	0.00	0.00	0.00	0.00
199650	20	140	784	1	3567.20	0.00	0.00	0.00	0.00
					33.09	0.00	0.00	0.00	0.00
199651	25	280	1064	2	4841.20	4564.56	0.00	0.00	0.00
					66.18	62.39	0.00	0.00	0.00
199652	27	0	1064	2	0.00	4564.56	0.00	0.00	0.00
					0.00	62.39	0.00	0.00	0.00
199701	29	280	1344	2	0.00	5765.76	0.00	0.00	0.00
					0.00	98.59	0.00	0.00	0.00
199702	34	280	1624	2	0.00	6966.96	0.00	0.00	0.00
					0.00	141.02	0.00	0.00	0.00
199703	39	280	1904	2	0.00	8168.16	0.00	0.00	0.00
					0.00	189.69	0.00	0.00	0.00
199704	44	280	2184	2	0.00	9369.36	0.00	0.00	0.00
					0.00	244.60	0.00	0.00	0.00
199705	49	560	2744	2	0.00	11771.76	0.00	0.00	0.00
					0.00	366.91	0.00	0.00	0.00
199706	54	560	3304	2	0.00	14174.16	0.00	0.00	0.00
					0.00	501.69	0.00	0.00	0.00
199707	59	560	3864	2	0.00	16576.56	0.00	0.00	0.00
					0.00	648.95	0.00	0.00	0.00
199708	64	560	4424	2	0.00	18978.96	0.00	0.00	0.00
					0.00	808.70	0.00	0.00	0.00
199709	69	560	4984	2	0.00	21381.36	0.00	0.00	0.00
					0.00	980.92	0.00	0.00	0.00
199710	74	1540	6524	3	0.00	27987.96	26487.44	0.00	0.00
					0.00	1488.86	1409.04	0.00	0.00
199711	79	1540	8064	3	0.00	0.00	32739.84	0.00	0.00
					0.00	0.00	1922.22	0.00	0.00
199712	84	1400	9464	3	0.00	0.00	38423.84	0.00	0.00
					0.00	0.00	2418.28	0.00	0.00
199713	89	1400	10864	4	0.00	0.00	44107.84	42260.96	0.00
					0.00	0.00	2943.86	2820.60	0.00
199714	93	1540	12404	4	0.00	0.00	0.00	48251.56	0.00
					0.00	0.00	0.00	3399.43	0.00
199715	98	1540	13944	4	0.00	0.00	0.00	54242.16	0.00
					0.00	0.00	0.00	4009.38	0.00
199716	103	1400	15344	4	0.00	0.00	0.00	59688.16	0.00
					0.00	0.00	0.00	4592.17	0.00
199717	108	1400	16744	4	0.00	0.00	0.00	65134.16	0.00
					0.00	0.00	0.00	5203.25	0.00
199718	111	1540	18284	4	0.00	0.00	0.00	71124.76	0.00
					0.00	0.00	0.00	5894.12	0.00
199719	114	1540	19824	4	0.00	0.00	0.00	77115.36	0.00
					0.00	0.00	0.00	6603.65	0.00
199720	119	2100	21924	4	0.00	0.00	0.00	85284.36	0.00
					0.00	0.00	0.00	7613.64	0.00
199721	123	2100	24024	4	0.00	0.00	0.00	93453.36	0.00
					0.00	0.00	0.00	8657.57	0.00
199722	128	2100	26124	5	0.00	0.00	0.00	101622.36	97442.52
					0.00	0.00	0.00	9743.94	9343.16
199723	133	2100	28224	5	0.00	0.00	0.00	0.00	105275.52
					0.00	0.00	0.00	0.00	10425.54

is. Het algoritme stopt op dit punt omdat de overige aangeboden prijzen tot meer verlies zullen leiden.

Simulatie resultaten met de Cost Based Lotsizing-techniek.

Deze sectie beschrijft een aantal uitbreidingsmogelijkheden en bijkomende functionaliteiten van de Cost-Based Lotsizing techniek.

1. Vergelijking op basis van EOQ en CBL

Om de waarde van de techniek te evalueren werd een geaggregeerde vraag ter waarde van enkele miljarden BEF verdeeld over enkele duizenden componenten en aan twee lotsizing technieken onderworpen, met name EOQ en CBL.

Uit de simulatie blijkt dat de discrete CBL-techniek een additionele kostenbesparing oplevert van ongeveer een kwart t.o.v. de klassieke niet-discrete EOQ-techniek. Een bijkomend voordeel is dat de CBL-techniek geïntegreerd is in de bestaande ERP-software, t.o.v. van de klassieke EOQ-techniek die externe planningsparameters aanroept teneinde zijn voorraadaanvullingen te kunnen inplannen. Dit veroorzaakt ongetwijfeld bijkomend onderhoud, wat in een volatiele markt uiterst onwenselijk is. Een bondige procentuele vergelijking van logistieke kost, inventariskost en totale kost worden in onderstaande tabel weergegeven:

	EOQ BASED LOTSIZING	COST- BASED
zonder technische verpakkingseenheden		
Logistieke kost	61%	54%
Inventariskost	39%	19%
Totaalkost	100%	73%
met technische verpakkingseenheden		
Logistieke kost	51%	51%
Inventariskost	49%	30%
Totaalkost	100%	81%

Om zekerheid over de goede kwaliteit van de CBL-techniek te hebben, zou een meer uitgebreide simulatie moeten gebeuren. De simulatie zou dan CBL

kunnen vergelijken met een hele waaier van technieken. Een onderlinge vergelijking van besteltechnieken in een ERP-omgeving met hoeveelheidskortingen kan bv. gevonden worden in Bregman (1991), in Lee e.a. (1993) en in Nydick en Weiss (1989).

2. De invloed van technische verpakkingseenheden

Het moet opgemerkt dat de situatie beschreven in de vorige paragraaf gebruikt maakt van een vereenvoudigende veronderstelling. In de realiteit worden componenten om technologische, transport-, verpakkingsdoel-einden niet per stuk afgenomen maar met een minimum hoeveelheid en/of met vastgestelde veelvoud van een minimum. De voorraadaanvulling voorgesteld door CBL zal opgetrokken worden naar deze technische verpakkings-hoeveelheid. Zo ontstaat een bijkomend, niet gepland, inventarisoverschot dat in latere periodes wordt afgebouwd. Dit overschot is de oorzaak van een kostenverhoging.

De CBL-techniek laat echter toe een inventariskostprijs verschil te meten zonder of met de technische verpakkingshoeveelheid. Deze componenten met een beduidend verschil kunnen eventueel met de leverancier opnieuw genegotieerd worden naar een lagere verpakkings-eenheid toe. Voor bepaalde families van componenten is het aanbod van de leverancier een combinatie van prijs, verpakkingseenheid en stelkost. Deze drie parameters bieden simultaan ruimte tot negotiatie. CBL laat toe binnen bepaalde grenzen een ideale combinatie van de drie parameters te vinden.

3. Eliminatie van activiteiten zonder toegevoegde waarde en weerslag op de totale kostenstroom.

De inkomende goederenstroom bestaat uit verschillende deelactiviteiten, die elk bijdragen in de kost. Eliminatie van activiteiten, via bv. een BPR-oefening, kan leiden tot een daling van de logistieke kost. Activiteiten die kandidaat zijn voor eliminatie zijn deze die een aanzienlijk deel van de totale kostprijs vertegenwoordigen (vb. manuele goederen-registratie t.o.v. barcoding). Met een verlaagde totale logistieke kost zal de CBL-techniek automatisch leiden tot een frequentere inplanning van de

voorraadaanvullingen, wat dan op zichzelf een gunstig inventariseffect heeft.

4. Materiaalspecifieke kenmerken

Bepaalde componenten zijn beperkt houdbaar (chemicaliën), Andere vereisen een grote opslagruimte (staalplaat, karton). Nog andere zijn onderhevig aan grote prijschommelingen (edele metalen). Voor bepaalde componenten vind je dan ook terug over hoeveel periodes een bepaalde voorraadvulling mag tot stand komen. Ook dit aspect kan in rekening gebracht worden in de CBL-techniek.

Heuristieken

In een omgeving met tijdsvariërende vraag is de totale kost, gevormd door logistieke kost en inventariskost, sterk afhankelijk van de bestelpolitiek en de heuristiek die hiervoor wordt gebruikt. Vergelijkend studies hebben uitgewezen dat de familie van part-period balancing technieken, en vooral deze met een look-ahead functie, goed presteren. De heuristieken kunnen zich echter ook anders gedragen in een omgeving waar de prijs per eenheid niet onafhankelijk is van de bestelde hoeveelheid. In onze praktijk stellen wij een variant van deze techniek voor en de werking ervan bij de aanwezigheid van hoeveelheid-kortingen. Een aantal simulaties heeft uitgewezen dat de prestaties van deze eenvoudige heuristiek behoorlijk zijn. Bovendien kan deze heuristiek worden uitgebreid om rekening te houden met o.a. technische verpakkingseenheden, materiaalspecifieke kenmerken, enz...

**• Godfried De Winne,
Fernand 's Jegers, Ivan Depover,
Prof. Gerrit K. Janssens en
Prof. Alex Van Breedam**

Referenties

Benton, W.C., 1983, Purchase quantity discount procedures and MRP, *Journal of Purchasing and Materials Management*, vol. 19, blz. 30-34.

Berry, W.L., 1972, Lot sizing procedures for requirements planning systems: a framework for analysis, *Production and Inventory Management*, vol. 13, nr. 2, blz. 1934.

Bregman, R.L., 1991, An experimental comparison of MRP purchase discount methods, *Journal of the Operational Research Society*, vol. 42 nr. 3, pp. 235-245.

Dematteis, J.J., 1968, An economic lot-sizing technique: the part-period algorithm, *IBM Systems Journal*, vol. 7, nr. 1, pp. 30-38.

Lambrecht, M., 1994, *Productie- en voorraadbeheer*, Wolters, Leuven, 464 blz.

Lee, J., J.H. Ristroph, Z. Zhu en M. Ruangdet, 1993, Performance evaluation of lotsizing methods with multiple quantity discounts in a rolling horizon environment, *Production and Inventory Management*, vol. 34, nr. 1, blz. 50-57.

Nahmias, S., 1993, *Production and Operations Analysis* (2de uitg.), Irwin, Homewood IL, 807 blz.

Nydick, R.L. en H.J. Weiss, 1989, An evaluation of variable-demand lot-sizing techniques, *Production and Inventory Management*, vol. 30 nr. 4, blz. 41-44.

Orlicky, J.A., 1975, *Material Requirements Planning*, McGraw Hill, New York.

Wemmerlov, U., 1983, The part period balancing algorithm and its look ahead-look back feature: a theoretical and experimental analysis of a single stage lot-sizing procedure, *Journal of Operations Management*, vol. 4 nr. 1, blz. 23-39.

De auteurs

Godfried De Winne, Fernand 's Jegers en Ivan Depover zijn medewerkers van de Planning en Systems groep Alcatel Telecom Antwerpen. De activiteiten van deze groep situeren zich op het vlak van aankooplogistiek, aankoopssystemen en business analyses.

Gerrit K. Janssens en Alex Van Breedam zijn verbonden aan de Universiteit Antwerpen (Ruca). Hun onderzoeksgebied situeert zich op het vlak van productie- en distributielogistiek. Alex Van Breedam is bovendien directeur van KPMG Orinoco.