

## Tilburg University

### Gecoördineerde bestelsystemen

van Eijs, A.G.M.; van Eijs, M.J.G.; Heuts, R.M.J.

*Publication date:*  
1991

[Link to publication in Tilburg University Research Portal](#)

*Citation for published version (APA):*

van Eijs, A. G. M., van Eijs, M. J. G., & Heuts, R. M. J. (1991). *Gecoördineerde bestelsystemen: Een management-georiënteerde benadering*. (Research memorandum / Tilburg University, Department of Economics; Vol. FEW 527). Unknown Publisher.

#### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

#### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

CBM

e

CBM  
R

UNIVERSITY

KE

UNIVERSITEIT  
BRABANT

POSTBOX 90153  
5000 LE TILBURG  
THE NETHERLANDS

7626  
1991  
527



\* C I N O 1 9 1 9 \*



DEPARTMENT OF ECONOMICS  
RESEARCH MEMORANDUM



**GECOORDINEERDE BESTELSYSTEMEN**  
**een management-georiënteerde benadering**

A.G.M. van Eijs, M.J.G. van Eijs, R. J.  
R.M.J. Heuts

**FEW 527**

R 38  
653.42  
658.286

## GECOORDINEERDE BESTELSYSTEMEN een management-georiënteerde benadering

A.G.M. VAN EIJS, M.J.G. VAN EIJS, R.M.J. HEUTS  
Katholieke Universiteit Brabant  
Postbus 90153 5000 LE Tilburg

### **Samenvatting:**

De voorraden en de beheersing hiervan vertegenwoordigen een belangrijk aandeel in de totale investerings- en operationele uitgaven van een onderneming. Een goed management van deze voorraden is dan ook van zeer groot belang. Voorraadmodellen kunnen als nuttig hulpmiddel dienen voor de vaak zeer complexe besluitvorming op logistiek gebied. In dit artikel wordt ingegaan op zogenaamde gecoördineerde bestelmodellen. Deze modellen zijn bruikbaar in vele praktische situaties waarbij de coördinatie van bestellingen van verschillende artikelen kan leiden tot grote kostenbesparingen. Deze kostenbesparingen kunnen worden veroorzaakt door bijvoorbeeld gereduceerde bestel- of transportkosten, kortingen en/of een verbeterde voorraadcontrole. Een overzicht wordt gegeven van een gecoördineerd bestelsysteem waarin rekening wordt gehouden met vaste bestel- of transportkosten en kortingen. Er zal onder andere worden ingegaan op de bepaling van de gegevens die als input voor het model dienen. Tevens zal aandacht worden besteed aan de organisaties waar dit beheersingssysteem het best toepasbaar is.

### **§ 1 Inleiding bij gecoördineerd bestellen**

De voorraden en de beheersing hiervan vertegenwoordigen een belangrijk aandeel in de totale investerings- en operationele uitgaven van een organisatie<sup>1</sup>. Een goed management van deze voorraden is dan ook van zeer groot belang. Bovendien wordt de klantenservice direct beïnvloed door beslissingen op dit

---

<sup>1</sup> De supermarktketens AHOLD en Schuitema hadden in 1989 ongeveer 25% respectievelijk 20% van het totale vermogen geïnvesteerd in voorraden. De logistieke kosten bij Albert Heijn kunnen wel oplopen tot 40 à 50% procent van de verkoopprijs van het produkt (Van Goor e.a., 1990).



gebied. Onder invloed van de Japanse JIT-filosofie is er een toenemende belangstelling voor het verminderen van voorraden, het verhogen van de service en het centraliseren van voorraadopslagplaatsen. Er zijn echter nog vele bedrijven waar verbeteringen in het voorraadbeleid tot aanzienlijke (kosten)voordelen zouden kunnen leiden. Zeker gezien het opengaan van de grenzen in 1992 wordt de logistiek steeds vaker genoemd als de kritieke succesfactor.

Sinds het ontstaan van de economische bestelgrootte formule (ofwel de formule van Camp) in de jaren twintig zijn er vele modellen ontwikkeld voor de logistieke besluitvorming. Een eenzijdige benadering van de logistieke besluitvorming met behulp van modellen en methoden is echter uit den boze. Logistiek is immers een veelomvattend begrip en logistieke beheersing bestaat uit vele elementen uit verschillende disciplines. Bij het bepalen van (theoretische) methoden voor het voorraadbeheer is het van groot belang om dit te beschouwen binnen een geïntegreerd geheel van de diverse logistieke elementen. Bij het lezen van dit artikel, waarin een methode voor gecoördineerd bestellen wordt beschreven, moet dit aspect zeker niet uit het oog worden verloren.

Voorraadmodellen dienen als hulpmiddel voor de beantwoording van de twee klassieke operationele vragen in de voorraadtheorie: wanneer moet er besteld worden en hoeveel? Het grootste gedeelte van de klassieke voorraadmodellen beschouwt de produkten, die in voorraad gehouden worden, onafhankelijk van elkaar (bijvoorbeeld het economische bestelgrootte-model). Echter, in werkelijkheid bestaat de voorraad van een onderneming uit vele verschillende produkten, waarvan het voorraadbeheer niet voor elk produkt afzonderlijk kan worden bepaald. Vaak is een individuele bestelmethode inefficiënt omdat er dan geen rekening wordt gehouden met interacties, die plaatsvinden omdat bepaalde produkten een zekere factor gemeenschappelijk hebben. Een voorbeeld van interactie is de vraagafhankelijkheid tussen verschillende produkten in de assemblage-industrie of de interactie die ontstaat doordat verschillende produkten moeten worden geproduceerd op dezelfde bottle-neck machine. Behalve deze interacties kunnen er ook interacties optreden door samenhangende kosten van verschillende produkten. Gecoördineerde bestelmodellen gaan in op de potentiële voordelen die een gezamenlijke bestelling van twee of meer produkten kan opleveren. De voordelen van coördinatie kunnen veroorzaakt worden

door gereduceerde bestel- of transportkosten, kortingen en/of een verbeterde voorraadcontrole.

In dit artikel wordt een overzicht gegeven van een gecoördineerd bestelsysteem waarin rekening gehouden wordt met vaste bestel- of transportkosten én kortingen. Aanleiding voor het onderzoek was een voorraadbeheersingsprobleem in een elektrotechnische groothandel. Het doel van het artikel is het analyseren van het mogelijke gebruik van het model in praktijksituaties.

In § 2 wordt ingegaan op gecoördineerde bestelsystemen in het algemeen. In § 3 zal een overzicht worden gegeven van organisaties waar toepassing ervan zinvol zou kunnen zijn. In § 4 zal vervolgens worden nagegaan welke kosten- en vraaggegevens als input voor het model gebruikt dienen te worden. Ook zal aandacht worden besteed aan de bepaling van deze inputgegevens (dit is vaak een verwaarloosd aspect bij de presentatie van bestelmodellen). In § 5 wordt de bijbehorende PC-applicatie van het bestelsysteem toegelicht. Behalve voor het operationele gebruik, waarbij dagelijks nagegaan wordt of een bestelling geplaatst moet worden, kan de PC-applicatie ook gebruikt worden als ondersteunend instrument voor het management bij de besluitvorming over tactische planning. In de praktijk zijn veel MRP-pakketten voorhanden. Op het gebied van Statistical Inventory Control, waartoe deze bestelsystemen behoren, is echter weinig of geen programmatuur beschikbaar. We denken dat een dergelijke PC-applicatie dan ook voorziet in een behoefte.

## § 2 Gecoördineerde bestelsystemen

### *§ 2.1. Beschrijving van twee veelvoorkomende gemeenschappelijke kostenstructuren*

In dit artikel wordt ingegaan op zogenaamde gecoördineerde bestelsystemen. We spreken van een gecoördineerde of een gemeenschappelijke bestelling als een aantal verschillende producten in een gezamenlijke bestelling worden opgenomen, en het daardoor mogelijk is om bepaalde kosten uit te sparen. Behalve van een bestelling kan er ook sprake zijn van een gecoördineerde productie op eenzelfde machine waarop een aantal producten worden geproduceerd. Belangrijk is de kosteninteractie tussen de verschillende producten. De verschillende

produkten, die door deze vorm van kosteninteractie met elkaar verbonden zijn, vormen samen een "familie". Een familie kan bijvoorbeeld gevormd worden door een groep produkten die bij dezelfde leverancier worden besteld. De volgende twee vormen van *gemeenschappelijke kostenstructuren* komen het meest voor in de praktijk<sup>2</sup>:

- a) Gemeenschappelijke bestelkostenstructuur.
- b) Gemeenschappelijke kortingsstructuur.

*Ad a) De gemeenschappelijke bestelkostenstructuur*

De gemeenschappelijke bestelkostenstructuur kenmerkt zich door het volgende: met een bestelling van een aantal verschillende produkten gaan bepaalde gemeenschappelijke kosten gepaard, die min of meer onafhankelijk zijn van de samenstelling van de bestelling; bijvoorbeeld de administratiekosten bij het plaatsen van een order of transportkosten "en bloc", d.w.z. vaste transportkosten per rit. Iedere keer als een produkt uit de familie wordt besteld, moeten deze kosten worden betaald.

Hierbij gaan er nog met ieder verschillend produkt, dat in de bestelling wordt meegenomen, additionele bestelkosten gepaard; bijvoorbeeld additionele transport- en "handling"-kosten die kunnen ontstaan als het aantal verschillende produkten, die gezamenlijk besteld en/of getransporteerd worden, toeneemt. Doordat verschillende produkten tegelijkertijd worden besteld, hoeft niet ieder produkt afzonderlijk de gemeenschappelijke kosten te dragen. Voorbeeld 2.1 verduidelijkt het voorgaande.

*Voorbeeld 2.1*

De bekendste formule uit de klassieke voorraadtheorie is de formule van Camp. Deze formule geeft aan hoeveel besteld moet worden van een bepaald produkt in een zeer eenvoudige (en vaak ook onrealistische) situatie, waarbij de vraag constant én bekend is. Hierbij wordt geen rekening gehouden met interacties tussen produkten. Ieder produkt heeft dus een eigen bestelpatroon en bij iedere bestelling van een bepaald produkt moeten behalve de produktafhankelijke

---

<sup>2</sup> Een andere vorm van kosteninteractie ontstaat bijvoorbeeld als verschillende artikelen dezelfde "materials handling" ondergaan. We beperken ons echter tot de onder a) en b) genoemde gemeenschappelijke kostenstructuren.



bestelkosten, ook de gemeenschappelijke kosten worden betaald. De inputgegevens voor dit probleem zijn in figuur 2.1 gegeven. Het is mogelijk om voor beide produkten individueel een bestelregel te bepalen met behulp van de formule van Camp. Er kan ook een gecoördineerde bestelstrategie gevormd worden waarbij beide produkten steeds gezamenlijk worden besteld. Op deze manier hoeven de gemeenschappelijke bestelkosten niet zo frequent betaald te worden. De gemiddelde bestel- en voorraadkosten per periode zijn voor beide bestelregels weergegeven in figuur 2.2.

De kostenbesparing van  $f 22,96$  is bijna geheel te verklaren uit het feit dat bij gecoördineerd bestellen gemiddeld per periode 1,71 (4,60 versus 2,89) bestellingen minder worden geplaatst (dit levert een periodieke besparing op van  $f 17,10$ ).

<i>Gemeenschappelijke bestelkosten: f 10,- per bestelling</i>		
<i>kosten- en vraagegegevens</i>	<i>produkt 1</i>	<i>produkt 2</i>
<i>inkoopprijs p.e.</i>	<i>10,-</i>	<i>10,-</i>
<i>additionele bestelktn.</i>	<i>5,-</i>	<i>3,-</i>
<i>voorraadktn. p.e.p.p.</i>	<i>1,-</i>	<i>1,-</i>
<i>vraag p.p.</i>	<i>100</i>	<i>200</i>

*Figuur 2.1. Inputgegevens voor voorbeeld 2.1 en 2.2*

#### *Ad b) De gemeenschappelijke kortingsstructuur*

De gemeenschappelijke kortingsstructuur kenmerkt zich door het verkrijgen van kortingen op transport- of inkoopkosten als het bestelde bedrag van de familiebestelling een bepaalde grens overschrijdt. Dit is vooral van belang wanneer het niet economisch is om korting te halen met de bestelling van één produkt, maar indien het wel voordelig is om de korting te halen door tegelijkertijd meerdere produkten te bestellen.

*Voorbeeld 2.2*

Ter illustratie gebruiken we hetzelfde voorbeeld. Stel dat de leverancier per bestelling  $f$  5,- extra aan administratiekosten berekent als het bestelde bedrag kleiner dan  $f$  1000,- is.

Bij een individueel gebruik van de formule van Camp bedraagt de bestelwaarde  $f$  547,72 als produkt 1 wordt besteld en  $f$  721,11 als produkt 2 wordt besteld. Om de korting te halen, moet de bestelgrootte van produkt 1 of 2 aanzienlijk vergroot worden. Het nadeel is dat in dit geval de gemiddelde voorraad omhoog gaat, waardoor de kans op economische veroudering of bederf toeneemt. Door nu telkens produkt 1 en 2 gelijktijdig te bestellen is (met de formule van Camp) de optimale bestelwaarde voor produkt 1 en 2 tezamen gelijk aan  $f$  1039,20 en wordt de korting telkens gehaald. De bestel- en voorraadkosten (inclusief eventuele extra administratiekosten) per periode voor de twee bestelregels zijn in figuur 2.2 weergegeven. ■

<i>situatie</i>	<i>bestelregel</i>	
	<i>individueel</i>	<i>gecoördineerd</i>
<i>voorbeeld 2.1</i>	<i>126,88</i>	<i>103,92</i>
<i>voorbeeld 2.2</i>	<i>149,88</i>	<i>103,92</i>

*Figuur 2.2. Bestel- en voorraadkosten per periode bij voorbeeld 2.1 en 2.2*

De voorbeelden 2.1 en 2.2 zijn louter opgenomen ter illustratie van de besproken kostenstructuren, die aanleiding geven tot het coördineren van bestellingen. Er is niet gestreefd naar een beschrijving van een optimale bestelregel. Ter vergroting van het inzicht is gekozen voor een (meestal onrealistische) situatie met constante vraag.



### § 2.2. Keuze van de bestelmethode

De te vormen bestelmethode geeft in feite antwoord op de operationele vragen: *wanneer en hoeveel moet er besteld worden?*

Met betrekking tot het tijdstip waarop een bestelling wordt geplaatst zijn er verschillende mogelijkheden. De meest gebruikte varianten zijn een periodieke bestelmethode, waarbij om een vast aantal perioden een bestelling wordt geplaatst, en de bestelpuntenmethode, waarbij een bestelling wordt geplaatst als de economische voorraad<sup>3</sup> van het produkt daalt onder een gespecificeerd bestelniveau. Zo'n bestelniveau (of bestelpunt) is meestal gelijk aan de verwachte vraag gedurende de levertijd plus de veiligheidsvoorraad, die aangehouden wordt om aan een onverwachte hoge vraag te kunnen voldoen.

Voor de bestelgrootte wordt meestal gekozen voor een vaste bestelhoeveelheid (bijvoorbeeld de economische bestelgrootte) of een hoeveelheid die genoeg is om de economische voorraad aan te vullen tot een bepaald aanvulniveau. Voor de bepaling van de parameters van de bestelmethode kunnen verschillende doelstellingen worden gebruikt. De modellen kunnen op basis van hun doelstellingen in drie categorieën worden onderverdeeld. In de eerste categorie modellen bestaat de doelstelling uit het minimaliseren van de totale relevante kosten die samenhangen met de bestelbeslissingen; bijvoorbeeld bestelkosten, vrachtkosten, voorraadkosten en inkoopkosten. In de tweede categorie modellen is een bepaalde servicegraad als doel gesteld waaraan voldaan moet worden; bijvoorbeeld een minimale fractie van de vraag waaraan rechtstreeks (dus zonder naleveringen) voldaan moet worden. In de laatste categorie modellen bestaat de doelstelling uit een combinatie van de twee bovenstaande doelstellingen. Het systeem wat hierna behandeld zal worden behoort tot de derde categorie. Natuurlijk zijn er in de praktijk nog veel meer doelstellingen die een rol spelen. Vaak zijn deze echter moeilijk kwantificeerbaar. Door te "spelen" met de parameters (het uitvoeren van "what-if" analyses) kan ook het effect op andere doelstellingen worden geanalyseerd en op deze manier worden meegenomen in de keuze van de bestelmethode.

---

<sup>3</sup> De economische voorraad is de bruikbare fysieke voorraad in het magazijn plus uitstaande bestellingen min reserveringen (waaronder naleveringen).

### § 2.3. "Can-order" bestelsystemen bij een gemeenschappelijke bestelkostenstructuur

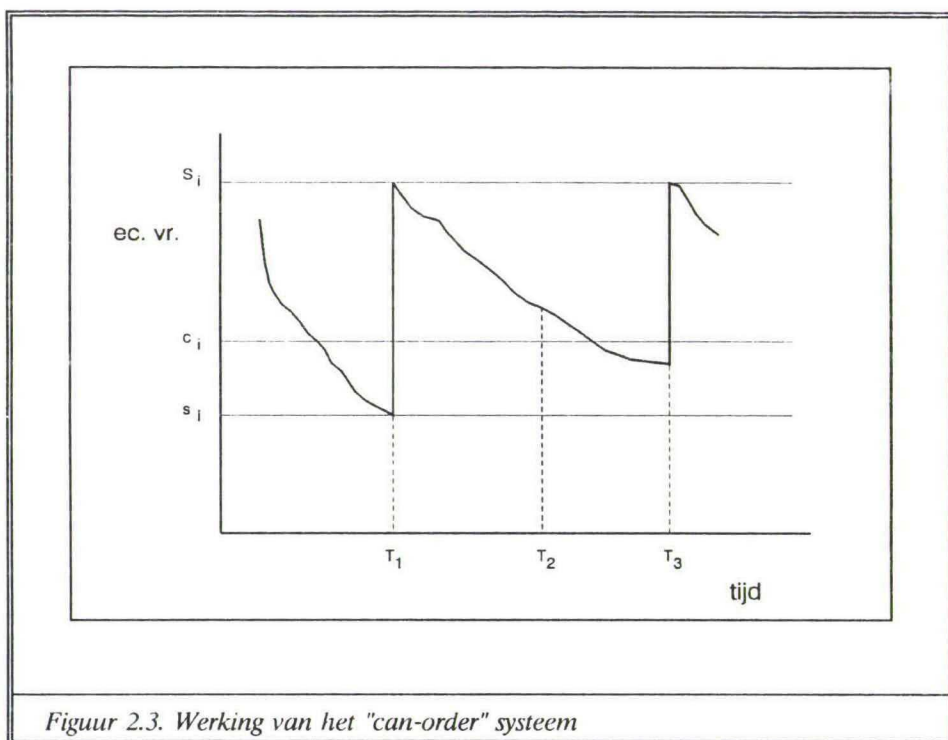
Een veel voorkomende bestelmethode voor het gecoördineerd bestelprobleem bij onzekere vraag en een gemeenschappelijke bestelkostenstructuur is het zogenaamde "can-order" systeem of (S,c,s) systeem. Bij toepassing van deze bestelpuntenmethode wordt de voorraad na iedere transactie bekeken.

Ieder produkt uit de familie heeft drie beslissingsparameters: een bestelpunt (s), een "can-order" punt (c) en een aanvulniveau (S). Er wordt een bestelling geplaatst als de economische voorraad van één van de produkten uit de familie daalt tot op of onder het bestelpunt. De economische voorraad van dit produkt wordt vervolgens aangevuld tot het aanvulniveau. Als alle produkten individueel worden beschouwd, dan wordt in iedere bestelling één produkt meegenomen, waarbij steeds de gemeenschappelijke kosten worden gealloceerd naar één produkt. In het gecoördineerde (S,c,s) systeem wordt echter op het moment dat een produkt besteld moet worden gekeken of er andere produkten zijn die binnenkort een bestelling zullen veroorzaken. Als deze in de huidige bestelling worden meegenomen, dan kunnen gemeenschappelijke bestelkosten in de nabije toekomst worden bespaard. In het "can-order" systeem zijn produkten die "binnenkort" een bestelling zullen veroorzaken de produkten waarvan de economische voorraad kleiner of gelijk is aan het "can-order" niveau. De voorraad van deze produkten wordt ook aangevuld tot het aanvulniveau.

De werking van het (S,c,s) systeem wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 2.3. In deze figuur is het voorraadverloop van produkt i uit een familie weergegeven. Op het tijdstip  $T_1$  wordt door produkt i een familiebestelling gegenereerd, omdat de economische voorraad van produkt i gedaald is tot het bestelpunt  $s_i$ . Op het tijdstip  $T_2$  en  $T_3$  vinden er wederom familiebestellingen plaats, maar deze worden veroorzaakt door een ander produkt uit de familie. Aangezien de economische voorraad van produkt i op tijdstip  $T_2$  groter is dan het "can-order" niveau  $c_i$ , wordt produkt i niet meegenomen in de familiebestelling; echter op  $T_3$  wordt produkt i wel meebesteld en wordt economische voorraad aangevuld tot het niveau  $S_i$ .

Zoals al eerder vermeld, is de gedachte achter het "can-order" systeem dat de opname (in de huidige familiebestelling) van de produkten j, waarvan de economische voorraad al gedaald is tot op of onder  $c_j$ , de kans op een nieuwe

bestelling vlak na de huidige bestelling verkleint. Zodoende kunnen extra gemeenschappelijke bestelkosten uitgespaard worden. Echter, daar staat tegenover dat de voorraadkosten zullen stijgen. Immers het product  $j$  met een voorraadniveau boven het bestelpunt  $s_j$  wordt nu eerder besteld dan individueel nodig is. Er dient dus een afweging gemaakt worden tussen de besparing op de bestelkosten en de toenemende voorraadkosten. De afweging wordt in de drie parameters van de "can-order" bestelstrategie uitgedrukt. Voor de complexe bepaling van de parameters wordt verwezen naar een overzichtsartikel van Goyal en Satir (1989).



De "can-order" parameters worden periodiek vastgesteld. De frequentie van herbepaling hangt onder andere af van stabiliteit van de variabelen die als input voor het model worden gebruikt. Het voordeel van deze bestelmethode is de eenvoud bij het gebruik bij operationele beslissingen. De bestelregel is inzicht-



lijk en zeer eenvoudig te implementeren. In figuur 2.4 is een "output scherm" gegeven van de PC-applicatie, die wordt behandeld in § 5 (merk op dat de afkorting "vr" staat voor "voorraad"). De bestelmodule is gekoppeld aan het transactie-registratie-systeem, zodat op ieder gewenst moment een besteladvies kan worden gegenereerd. Dit besteladvies wordt bepaald aan de hand van de bestelregels van het "can-order" systeem. De PC-applicatie geeft de mogelijkheid om af te wijken van het besteladvies. Een reden hiervoor is bijvoorbeeld prior informatie die de manager tot zijn beschikking heeft (b.v. een bepaalde incidentele grote order die is geaccepteerd; in dit geval kan de manager besluiten om aan te vullen tot boven het aanvulniveau).

FAMILIE: LEVERANCER SMITS, WAALWIJK					07-08-'91
artikelcode	fysieke vr.	economische vr.	$S_i$	$c_i$	$s_i$
T04-X33	76	76	109	78	36
T04-X35	73	73	96	63	24
T04-X45	62	62	127	76	19
T06-X01	82	82	99	63	21
T06-X03	7	7	60	38	13
BESTELADVIES					
artikelcode	bestelgrootte	bestelwaarde			
T04-X33	33	165,-			
T04-X45	65	243,75			
T06-X03	53	397,50			
	totaalwaarde	806,25			
De inkooprijzen bedragen respectievelijk: 5,- , 4,- , 3,75 , 2,50 en 7,50					
Figuur 2.4. Output-scherm bij operationele besluitvorming : besteladvies o.b.v. "can-order" systeem					

#### *§ 2.4. Aanpassing van het "can-order" systeem voor kortingen*

Het zojuist beschreven "can-order" systeem houdt rekening met interactie door gemeenschappelijke bestelkosten. Echter, in het begin van deze paragraaf is reeds gesteld dat er ook coördinatie kan plaatsvinden door gemeenschappelijke kortingsstructuren. Stel dat de leverancier de goederen franco levert als het bestelde bedrag groter is dan  $f$  900,-, terwijl anders  $f$  25,- aan administratie en transportkosten moeten worden betaald. In de situatie, zoals die geschetst is in figuur 2.4, is het dan het overwegen waard om de bestelling uit te breiden om deze franco levering te kunnen bewerkstelligen. Het traditionele "can-order" systeem houdt geen rekening met dergelijke kortingen. Van der Duyn Schouten e.a. (1991) hebben echter een uitbreiding ontwikkeld, waarmee kortingsmogelijkheden kunnen worden geëvalueerd bij een "can-order" bestelstructuur. Hierbij is getracht om zoveel mogelijk de eenvoudige structuur van de bestelregel te handhaven.

De momenten waarop besteld wordt en de bestelhoeveelheden worden nog steeds bepaald door de "can-order" parameters. Op een familiebestelmoment wordt in eerste instantie de "normale" samenstelling van de bestelling bepaald (zoals in figuur 2.4). Als de "can-order" waarde reeds hoger is dan het bedrag waarbij de korting wordt verkregen, dan is de korting reeds gehaald en wordt geadviseerd om de "normale bestelling" te bestellen. Echter, als de waarde kleiner is, dan wordt er geëvalueerd of het voordeel van een korting genomen moet worden door de "can-order" bestelling uit te breiden.

Om zo weinig mogelijk af te wijken van de originele "can-order" bestelregel wordt de bestelling alleen uitgebreid met produkten die nog niet in de bestelling zitten. De economische voorraad van deze produkten wordt ook aangevuld tot het aanvulniveau als ze worden meegenomen in de uitgebreide bestelling. Merk op dat door deze keuze een maximale toename van de originele bestelling is gespecificeerd. Als deze maximale toename nog niet genoeg is om de korting te halen, dan zitten we waarschijnlijk te ver van de kortingsgrens en wordt geadviseerd om af te zien van de korting.

Als het wel mogelijk is om de kortingsgrens te halen door nieuwe produkten aan de "can-order" bestelling toe te voegen, dan wordt eerst bepaald welke produk-



ten dat zijn. Gekozen wordt voor die verzameling van nog niet bestelde producten die op de korte termijn de kleinste kostenstijging veroorzaken en waarvan de toegevoegde bestelwaarde genoeg is om de korting te halen.

De toevoeging van deze producten heeft een directe invloed op de verschillende kostensoorten door de verkregen korting en de extra bestellingen. Verder zullen de voorraadkosten in de komende periode(n) stijgen en zal het tijdstip en de samenstelling van de volgende bestelling worden beïnvloed. In het model van Van der Duyn Schouten e.a. wordt rekening gehouden met al deze effecten.

In de PC-applicatie kunnen verschillende kortingsstructuren worden geëvalueerd. Behalve de "franco thuis" kortingsstructuur is het ook mogelijk om zogenaamde "all units" kortingsstructuren te beschouwen. Hierbij wordt een procentuele korting gegeven op de inkoopprijs van alle bestelde artikelen als het totale bestelde bedrag groter is dan een bepaalde grens. In figuur 2.5 is het voorbeeld uit figuur 2.4 verder uitgewerkt voor de "franco thuis" kortingsstructuur. De kortingsgrens is gevarieerd over drie waarden, waardoor verschillende beslissings-situaties worden geïllustreerd.

### KORTINGSEVALUATIE

*Evaluatie van een "franco thuis" kortingsmogelijkheid voor drie verschillende waarden van de kortingsgrens. Als de bestelwaarde groter is dan de kortingsgrens wordt f 25,- aan transportkosten uitgespaard. De waarde van de "can-order" bestelling (figuur 2.4) is gelijk aan f 806,25.*

**1 Kortingsgrens = f 800,-**

BESTELADVIES NA KORTINGSEVALUATIE		
artikelcode	bestelgrootte	bestelwaarde
T04-X33	33	165,-
T04-X45	65	243,75
T06-X03	53	397,50
	totaalwaarde	806,25
	genoten korting	25,-

*Opmerking: De waarde van de "can-order" bestelling is reeds groter dan de kortingsgrens. Er wordt daarom geadviseerd om de "normale bestelling" te bestellen.*

**2 Kortingsgrens = f 1000,-**

BESTELADVIES NA KORTINGSEVALUATIE		
artikelcode	bestelgrootte	bestelwaarde
T04-X33	33	165,-
T04-X45	65	243,75
T06-X03	53	397,50
	totaalwaarde	806,25
	genoten korting	0,-

*Opmerking: De waarde van de "can-order" bestelling kan door uitbreiding met artikelen die niet in deze bestelling zitten met maximaal f 134,50 toenemen. Deze maximale toename is echter ontoereikend om de kortingsgrens te halen. Er wordt daarom geadviseerd om de "normale bestelling" te bestellen.*

**Figuur 2.5.a** Output-scherm bij operationele besluitvorming :  
besteladvies na kortingsevaluatie

## KORTINGSEVALUATIE (VERVOLG)

1 Kortingsgrens = f 900,-

BESTELADVIES NA KORTINGSEVALUATIE		
artikelcode	bestelgrootte	bestelwaarde
T04-X33	33	165,-
T04-X35	23	92,-
T04-X45	65	243,75
T06-X01	17	42,50
T06-X03	53	397,50
	<i>totaalwaarde</i>	940,75
	<i>genoten korting</i>	25,-

Opmerking: Door de "can-order" bestelling uit te breiden met de artikelen T04-X35 en T06-X01 kan de kortingsgrens gehaald worden. Uit de evaluatie blijkt dat het voordelig is om deze artikelen toe te voegen aan de "normale bestelling".

Figuur 2.5.b Output-scherm bij operationele besluitvorming :  
besteladvies na kortingsevaluatie

### § 3 Toepassingsgebieden van het bestelsysteem

Het bestelsysteem, zoals dat in de vorige paragraaf is beschreven, behoort tot een verzameling van methoden die in de voorraadliteratuur wordt aangeduid met de term "Statistical Inventory Control" (meestal wordt dit afgekort tot SIC). Bij SIC wordt op basis van historische gegevens en voorspellingen met behulp van statistische en wiskundige methoden bepaald wanneer en hoeveel besteld moet worden. De voordelen van SIC zijn de eenvoudige beslissingsstructuur (als de parameters van de bestelmethode eenmaal zijn bepaald) en als gevolg hiervan de gemakkelijke implementatie en de lage systeemkosten.

SIC vindt zijn oorsprong in de jaren '60. In de loop van de tijd zijn er vele andere beheersingssystemen ontwikkeld zoals "Material Requirements Planning" (MRP-I) en "Manufacturing Resource Planning" (MRP-II). Dikwijls wordt opgemerkt dat SIC-achtige methoden niet bruikbaar zijn voor praktische toepassingen. Dit is echter een foute veronderstelling. De toepasbaarheid van een methode hangt namelijk sterk af van de betreffende bedrijfssituatie. Het is een bekend gegeven dat, in de fabricage- en assemblage-industrie, toepassing van SIC-methoden per voorraadpunt leidt tot opslingereffecten in een keten van voorraadpunten. De traditionele SIC-modellen laten immers relaties tussen verschillende voorraadpunten buiten beschouwing. Hierdoor wordt, afhankelijk van de positie van het voorraadpunt in de keten, vertraagd en overdreven gereageerd op een verandering in de vraag van de uiteindelijke klanten. Bij ingewikkelde productiebesturingsproblemen, met vraag- en capaciteitsafhankelijkheden, verdienen methoden als MRP-I en MRP-II dan ook vaak de voorkeur (we merken op dat SIC wel wordt gebruikt bij het bepalen van het aantal "Kanbans" bij een JIT-produktielijn). Boerema (1989) vergelijkt de werking en de toepasbaarheid van vier voorraadbeheersingssystemen voor complexe productie-situaties; te weten SIC, Base Stock Control, MRP-I en het zogenaamde Vast & Aanvulprogramma.

Buiten complexe productiesituaties bestaan echter vele bedrijfssituaties waarbij SIC-achtige methoden zeer bruikbaar zijn bij het nemen van operationele of tactische beslissingen. Het beschreven gecoördineerde bestelsysteem is het best bruikbaar in een situatie met een onafhankelijk voorraadpunt, waarbij sprake is van een onzekerheid omtrent de vraag van de verschillende producten. Bovendien moet worden bekeken of in de bedrijfssituatie min of meer is voldaan aan de veronderstellingen die ten grondslag liggen aan het model. Het "can-order" systeem gaat immers uit van de mogelijkheid om op ieder gewenst moment iedere gewenste hoeveelheid te bestellen. Voor toepassing van het systeem is het derhalve belangrijk om de voorraadniveaus na iedere transactie te kunnen observeren, en is het van belang om met de leverancier afspraken te maken over variabele bestelmomenten en -hoeveelheden. Verder is het van essentieel belang dat de benodigde data accuraat worden bepaald. Hierop komen we in de volgende paragraaf uitgebreid terug.



In tabel 3.1 is een typologie gemaakt van organisaties die in principe in aanmerking komen voor toepassing van een gecoördineerd bestelsysteem. Uiteraard is deze opsomming niet uitputtend. Nogmaals wijzen we erop dat de invoering van een dergelijk systeem geen alleenstaande activiteit is, maar een onderdeel van een geïntegreerd logistiek concept.

*a) Handels- en distributiebedrijven*

- groothandel (levensmiddelen, elektro-technische bedrijven, etc.)
- inkoopcombinaties
- detailhandel
- importeurs
- dealers
- installatiebedrijven
- transport- en opslagbedrijven
- postorderbedrijven

*b) Gezondheidszorg*

- farmaceutische groothandel
- afdelings- en centrale magazijnen van ziekenhuizen (geneesmiddelen, disposables, verbandmiddelen, etc)
- apotheken
- geneeskundige diensten

*c) Produktiebedrijven*

- inkoopafdelingen (bij aanschaf van hulpstoffen, halffabrikaten, componenten)

*d) Rijksinkoopdiensten*

- (gezamenlijke inkoop om kortingen te verkrijgen)

*e) Universiteiten*

- (gezamenlijke inkoop van verschillende vakgroepen)

*Tabel 3.1. Typologie van toepassingsgebieden*

*Opmerkingen bij b) en e) in tabel 3.1*

Volgens Holmgren en Wentz (1982) is 50 tot 70% van de particuliere ziekenhuizen in de Verenigde Staten bij een overkoepelende inkooporganisatie aangesloten, om via gegroepeerde inkopen te profiteren van gereduceerde prijzen op goederen en diensten.



Over gegroepede inkoop bij Amerikaanse universiteiten merken Heinritz e.a. (1991) het volgende op: "..... different departments could coordinate purchase to increase the buying leverage of the university. In one example cited by Bernard and Beaven a university saved \$ 250,000 by coordinating the purchase of suppliers for its five science laboratories".

#### **§ 4 Bepaling van de input-data**

Van groot belang bij de implementatie van het gecoördineerde bestelsysteem is de beschikbaarheid over de juiste input-data. De resultaten zijn immers afhankelijk van de kwaliteit hiervan. In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan het bepalen van benodigde input-data.

##### **§ 4.1. Kostenparameters**

De bestelbeslissingen zijn gebaseerd op een afweging tussen de bestelkosten, de transportkosten, de voorraadkosten en de inkoopkosten. Sommige voorraadmodellen nemen ook kosten van tekorten in beschouwing. In de modellen die in de praktijk worden toegepast, worden echter in het algemeen deze kosten in de doelfunctie buiten beschouwing gelaten, omdat de kosten van tekort erg moeilijk, zometertijd onmogelijk, te bepalen zijn. Het is immers vaak moeilijk na te gaan hoe lang een klant bereid is te wachten op een nalevering of wat de invloed van een tekort op de toekomstige vraag is. In de meeste praktische modellen wordt daarom gebruik gemaakt van service-criteria.

In de literatuur wordt weinig aandacht besteed aan de bepaling van kostenparameters in voorraadmodellen. Een dikwijls verwaarloosd aspect bij de implementatie is dat gebruik moet worden gemaakt van marginale kosten: de extra kosten voor een extra bestelling of investering, die afhankelijk zijn van de voorraadbeheersingsbeslissingen. Kosten die onafhankelijk van deze beslissingen ontstaan, zijn niet relevant voor de besluitvorming. Bijvoorbeeld kosten van afschrijving van de voorraadruimtes of loonkosten van de vaste magazijnwerkers zijn niet relevant (onafhankelijk van een bestelbeslissing). Voor het gebruik van het model is het noodzakelijk dat de standaard accounting informatie aangepast wordt aan bovenstaande eisen. Managers zijn vaak niet op de hoogte van deze kosteneisen voor planningsdoeleinden.

In het navolgende gedeelte zullen de kostencategorieën, die staan opgesomd in tabel 4.1, in het kort besproken worden.

<i>A. Kosten bij het plaatsen van een bestelling</i>	
A1. vaste kosten	- gemeenschappelijke kosten, afhankelijk van de familie - additionele kosten, afhankelijk van het produkt
A2. variabele kosten per eenheid	
<i>B. Overige kosten</i>	
variabele kosten per eenheid per tijdseenheid	
<i>Tabel 4.1. Onderscheiden kostencategorieën</i>	

*Vaste kosten bij een bestelling: vaste bestel- en transportkosten*

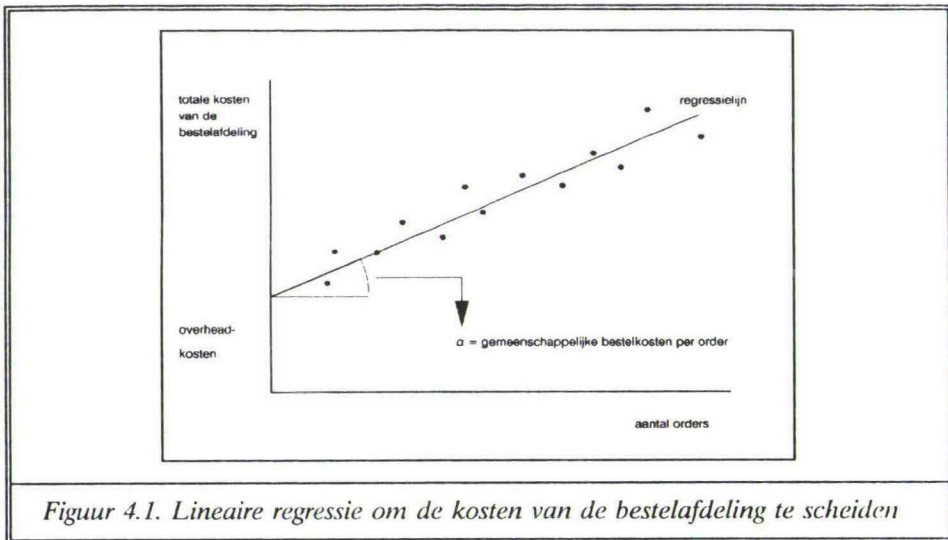
Onder deze kostencategorie vallen de vaste transportkosten per rit, de vaste kosten van het plaatsen en afsluiten van orders, de "handling"-kosten van goederen behorend bij het transport en de kosten van communicatie en informatie.

De kosten van transport vormen een belangrijk gedeelte van deze kostencategorie. Het transport kan verzorgd worden door het bedrijf zelf of door de leverancier, maar kan ook uitbesteed worden aan een professioneel transportbedrijf. Er bestaan verschillende soorten transporttarieven, zoals een tarief per rit, een tarief per eenheid of een combinatie hiervan. Is er sprake van een tarief per rit, dan horen de transportkosten bij de vaste kosten (A1); echter als de transportkosten per eenheid worden doorgerekend, dan horen de transportkosten bij de variabele kosten (A2).

Onder de "handling"-kosten van goederen vallen de kosten van laden- en lossen van het transportmiddel, waarbij deze kosten afhankelijk kunnen zijn van het aantal verschillende produkten die worden meegenomen.

Belangrijk voor de beslissingsanalyse is dat alleen de kosten beschouwd worden die veranderen door een bestelbeslissing. Veel managers maken de fout door de gemeenschappelijke bestelkosten per order te schatten door de totale kosten van de "bestelafdeling" te delen door het aantal orders (=gemiddelde boekkosten per order). Dit is incorrect omdat hierdoor een groot gedeelte van de vaste kosten van de afdeling mee wordt genomen, die onafhankelijk zijn van het aantal

orders. Een betere schatting kan verkregen worden via een marginale kostenbeschouwing. Lineaire regressie kan meestal goed gebruikt worden om de overheadkosten te scheiden van de kosten die afhankelijk zijn van het aantal bestellingen (zie figuur 4.1).



#### *Variabele kosten bij een bestelling: inkoopkosten en variabele transportkosten*

Tot deze kostensoort horen de inkoopkosten per eenheid en de variabele transportkosten (en eventueel andere variabele bestelkosten).

#### *Variabele kosten per eenheid per tijdseenheid: voorraadkosten*

De categorie voorraadkosten is een van de moeilijkste kostensoorten om te bepalen. De voorraadkosten in de doelfunctie van het model dienen alleen uit kosten te bestaan die variëren met het voorraadniveau. De voorraadkosten worden meestal als een percentage van de waarde van de (gemiddelde) voorraad per tijdseenheid bepaald. De relevante voorraadkosten voor een bepaalde periode zijn namelijk afhankelijk van het geïnvesteerde vermogen in de voorraden in het magazijn gedurende die periode én de lengte van die periode. Het is daarom noodzakelijk de waarde van de voorraad op de juiste manier te bepalen. Voor productiebedrijven wordt de waarde van de voorraden bepaald door de variabele fabricagekosten, terwijl voor een groothandel de relevante



waarde van de voorraad verkregen wordt door het aantal eenheden van elk produkt te vermenigvuldigen met de som van de inkoopprijs en de variabele transportkosten. De relevante voorraadkosten kunnen in de volgende vijf categorieën worden ingedeeld: 1) kapitaalkosten, 2) voorraad-servicekosten, 3) "handling"-kosten in het magazijn, 4) voorraad-risicokosten, en 5) kosten van ruimtebeslag.

*Ad 1) kapitaalkosten*

Voorraden leggen kapitaal vast dat gebruikt kan worden voor andere investeringen. Deze vastlegging heeft zowel betrekking op intern als extern kapitaal. Als voorraden worden gefinancierd met eigen vermogen is men vaak geneigd om voor de kapitaalkosten de marktrente te nemen. Echter, als een onderneming alternatieve investeringsprojecten zou willen uitvoeren, die niet kunnen worden verwezenlijkt doordat het benodigde kapitaal is vastgelegd in voorraden, dan is de marktrente een onderschatting van de kapitaalkosten. De bepaling van de kosten van kapitaal komt in deze situatie vaak neer op een grote mate van subjectiviteit.

*Ad 2) voorraad-servicekosten*

Onder deze kostengroep vallen de verzekerings- en belastingkosten die variëren met het voorraadniveau. Bijvoorbeeld een brandverzekering of inboedelverzekering.

*Ad 3) "handling"-kosten in het magazijn*

Hieronder vallen kosten met betrekking tot de "handling" van de produkten in het magazijn voor zover ze afhankelijk zijn van het voorraadniveau. Een voorbeeld van "handling" in het magazijn is het opstapelen van pallets. Wederom dienen alleen de "handling"-kosten beschouwd worden die variabel zijn met het voorraadniveau, dus geen loonkosten van vast magazijnpersoneel. Het aandeel van deze kosten is zodoende relatief laag.

*Ad 4) voorraad risicokosten*

De grootte van deze kosten is vanwege de onzekerheid moeilijk te bepalen. Hierbij gaat het om kosten die kunnen ontstaan als gevolg van onder andere economische veroudering (technische vernieuwingen bij concurrenten), techni-

sche veroudering (slijtage, bederf) en diefstal. Deze kosten zijn afhankelijk van het voorraadniveau en de lengte van de periode dat de produkten op voorraad liggen. Als een produkt langer op voorraad ligt, wordt de kans op economische veroudering en slijtage groter. Deze kosten zijn sterk afhankelijk van de aard van het produkt en het type bedrijfstak. Zuivelprodukten zijn bijvoorbeeld eerder aan bederf onderhevig dan koffie. Verder geldt tegenwoordig voor bijvoorbeeld de elektronische consumentenprodukten een korte economische levensduur. Het is dus belangrijk dat deze risicokosten mee worden genomen in de beschouwing.

#### *Ad 5) Kosten van ruimtebeslag*

Tegenwoordig besteden steeds meer bedrijven hun logistieke activiteiten uit aan professionele dienstverleners. Indien de goederenopslag tot deze activiteiten behoort dan betaalt de onderneming hiervoor een bepaald tarief per m<sup>3</sup>. Op deze wijze worden de kosten van ruimtebeslag expliciet gemaakt. Als de goederen binnen eigen bedrijfsruimte worden opgeslagen, dan moeten de kosten van ruimtebeslag worden meegenomen in de voorraadkostenfactor als er voor de in gebruik genomen ruimte alternatieve aanwendingsmogelijkheden bestaan.

Uit onderzoek van Ziegler (1973) en Lambert (1975) blijkt dat de relevante voorraadkosten, waarop de bestelbeslissingen gebaseerd worden, hoofdzakelijk bestaan uit de kapitaal- en risicokosten. Het is natuurlijk niet mogelijk om voor ieder artikel afzonderlijk een analyse uit te voeren om het voorraadkostenpercentage te bepalen. Geadviseerd wordt dan ook om per produktgroep (met enigszins gelijke karakteristieken) hetzelfde percentage te gebruiken.

#### **§ 4.2. Parameters van de vraag gedurende de levertijd**

Een belangrijke component in de bestelmodule is de vraag gedurende de levertijd. Deze grootheid bepaalt immers in grote mate de bestelpunten. De vraag gedurende de levertijd kan worden gedecomposeerd in drie componenten: de aankomstintensiteit van klanten, de ordergrootte van de klanten en de levertijd.

Het "can-order" model veronderstelt dat de klanten voor produkt  $i$  arriveren volgens een regelmatig patroon. Het gemiddeld aantal klanten  $K_i$  per periode kan worden voorspeld met behulp van eenvoudige zogenaamde "exponential smoothing" modellen.



De kansverdeling van de ordergrootte van een klant voor artikel  $i$  kan worden bepaald aan de hand van empirische gegevens. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met uitschieters. Vaak zijn echter alleen de gemiddelde ordergrootte (en misschien de variantie ervan) bekend. In dit geval is het mogelijk om een theoretische verdeling aan te passen aan deze gegevens.

Belangrijk is ook een voorspelling van de levertijd. De levertijd wordt verondersteld constant te zijn (uitbreidingen naar variërende levertijden zijn echter mogelijk). In § 5.3 zal nader worden ingegaan op de invloed van de levertijd.

#### *§ 4.3. Kortingsmogelijkheden*

Het verkrijgen van kortingen was een van de redenen om tot coördinatie van bestellingen van verschillende artikelen over te gaan. In de praktijk bestaan veel verschillende kortingstructuren voor het geval dat het bestelde bedrag een bepaalde grens overschrijdt. We onderscheiden kortingen op de inkoopprijs en kortingen op de transportkosten.

##### *Kortingen op inkoopprijs*

De bekendste kortingstructuur is de zogenaamde "all-units discount": hierbij wordt een procentuele korting gegeven over het totaal bestelde bedrag.

##### *Kortingen op transportkosten*

In § 4.1. is reeds gesproken over transporttarieven. Deze tarieven zijn vaak afhankelijk van de grootte van de bestelling (bijvoorbeeld het gewicht of volume van de bestelling). Ook is er vaak sprake van staffeltarieven. Door grotere hoeveelheden te bestellen (of afgemeten hoeveelheden zoals een volle container of een volle vrachtwagen) kunnen kortingen op transportkosten worden verkregen.

In de PC-applicatie, die in § 5 wordt behandeld, zijn de "all-units" en de "franco-thuis" kortingstructuur verwerkt. Andere structuren kunnen echter ook makkelijk worden ingebouwd.

#### *§ 4.4. Service-criteria*

Logistiek heeft een grote impact op de klantenservice. In het model wordt met een minimaal vereist service-niveau rekening gehouden. Te weinig service is niet goed, want dan wordt niet aan de door het management gestelde eisen voldaan. Te veel service (meer dan geëist) is echter ook niet goed, want dit brengt extra logistieke kosten met zich mee.

In de voorraadliteratuur wordt meestal gewerkt met een zogenaamd P1- of P2-service-criterium. Bij een P1-criterium moet de kans op een tekort gedurende een bestelcyclus kleiner zijn dan een bepaalde waarde. Dit criterium houdt geen rekening met de hoeveelheid tekorten, in tegenstelling tot het P2-criterium. Bij een P2-criterium moet het percentage van de vraag dat direkt uit voorraad ("van de plank") geleverd wordt groter zijn dan een door het management vastgestelde waarde.

In de praktijk zijn de service-criteria vaak op een heel andere manier gedefinieerd. Bijvoorbeeld: "80% van de vraag moet direkt geleverd kunnen worden, terwijl binnen twee dagen aan 98% van de vraag moet kunnen zijn voldaan". Dit soort criteria zijn erg complex om te analyseren binnen een wiskundig model.

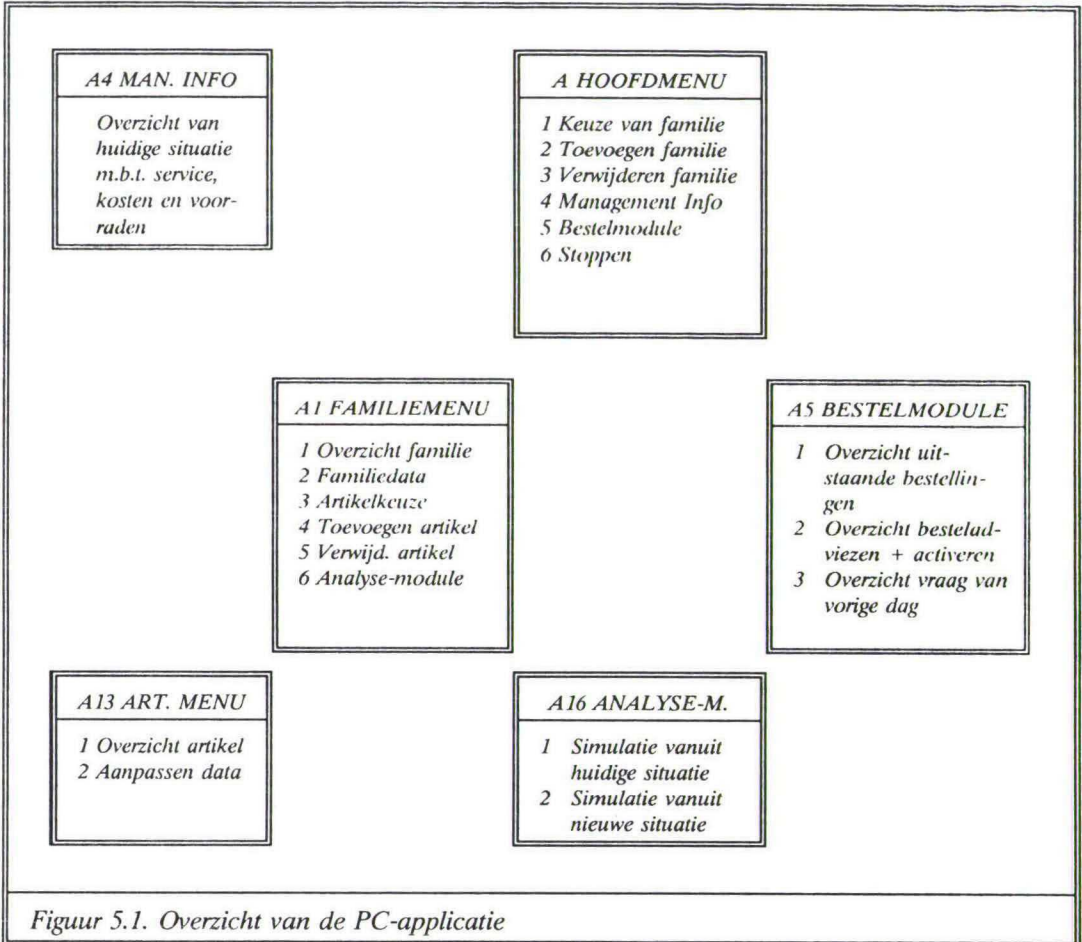
In de PC-applicatie wordt gewerkt met een P2-service criterium. We denken dat het een goed criterium is voor de verschillende toepassingsgebieden die in § 3 zijn genoemd.

### **§ 5 PC-applicatie van het bestelsysteem**

#### *§ 5.1. Gebruik van de applicatie op operationeel niveau*

Voor het in § 2 beschreven bestelsysteem is een PC-applicatie ontwikkeld. Een overzicht is gegeven in figuur 5.1. Met behulp van het PC-bestelsysteem kan de manager het bestelproces makkelijk volgen. Het systeem geeft onder andere overzichten van de familiedata, uitstaande bestellingen en performance van de bestelmodule (de "management info" module geeft informatie over het verloop in de tijd van bijvoorbeeld de gemiddelde kosten per periode en de gerealiseerde service). Op familieniveau is het mogelijk om familiegebonden en artikelgebonden data in te voeren of te veranderen. Na een verandering worden de bestelparameters automatisch aangepast. Diverse hulpmodules wijzen de gebruiker de weg (onder andere bij de bepaling van de inputparameters, zoals beschreven in § 4).

Voor het operationele gebruik is het bestelsysteem gekoppeld aan een transactie-registratiesysteem. In § 2 is reeds aangegeven hoe op ieder gewenst moment besteladviezen kunnen worden opgevraagd. De gebruiker kan vervolgens eventuele veranderingen doorvoeren en bestelling autoriseren (activeren).



### § 5.2. Gebruik van de applicatie op tactisch niveau

Behalve voor operationele doeleinden kan het systeem ook gebruikt worden voor het verkrijgen van inzicht in het effect van bepaalde (tactische) beslissingen. We noemen hieronder twee voorbeelden:



*Voorbeeld 5.1*

De afdeling "marketing" wil een reclame-campagne starten om de verkoop van bepaalde produkten te stimuleren. De afdeling "verkoop" eist een hoge service van de afdeling "logistiek". De logistiek manager wil graag weten wat de invloed is van een hogere service (bij toenemende vraag) op de logistieke kosten, het aantal bestellingen per periode, etc.

*Voorbeeld 5.2*

De leverancier van een bepaalde familie van produkten stelt dat de levertijd kan worden verkort met twee weken tegen een bepaalde vergoeding per periode. De logistieke manager vraagt zich af of hij wel of niet moet ingaan op dit aanbod.

Voor de beantwoording van dergelijke vragen kan gebruik worden gemaakt van de "analyse-module". Met optie 1 uit de analyse-module is het mogelijk om vanuit de huidige situatie een "blik" in de toekomst te werpen aan de hand van een simulatie van een aantal weken. Met behulp van optie 2 is het mogelijk om bepaalde inputparameters te veranderen en vervolgens het effect te bekijken van een dergelijke verandering op verschillende outputmaatstaven.

**§ 5.3. Een illustratieve toepassing van de "analyse-module" : verkorten van de levertijd**

Een belangrijke grootheid is de levertijd en de leverbetrouwbaarheid van de leverancier. De leverbetrouwbaarheid van de leverancier blijkt onder andere uit de variaties in de levertijd. Een hoge variatie (ten opzichte van afgesproken levertijd) duidt op een lage leverbetrouwbaarheid. Als de levertijd voor een groot deel bestaat uit (onzekere) transporttijden dan kan de leverperformance worden verbeterd door het kiezen van lokale leveranciers. Andere mogelijkheden om de leverperformance te verbeteren zijn het onderhouden van goede relaties met leveranciers en/of het beperken van het aantal leveranciers. Door dergelijke maatregelen kan de levertijd verminderd worden en kunnen bestelniveaus en veiligheidvoorraden zakken, waardoor de logistieke kosten worden gereduceerd.

Met behulp van de analyse-module is het mogelijk om het effect te bepalen van een levertijd die niet constant is. Het model houdt in de standaard-vorm

namelijk geen rekening met stochastische (fluctuerende) levertijden. Als uit de simulatie-resultaten blijkt dat het effect van de niet constante levertijd groot is, dan zal de complexiteit van het model moeten worden aangepast om tegemoet te komen aan deze situatie.

Door het kiezen van lokale leveranciers, ofwel leveranciers dicht bij de klanten kunnen bestel- en transportkosten gereduceerd worden. Vaak is het de moeite waard om een hogere inkoopprijs per eenheid te betalen aan een lokale leverancier, omdat de totale relevante kosten van inkoop, bestellen en voorraad lager kunnen uitvallen dan de totale kosten behorend bij bestellingen bij een verafgelegen leverancier die de producten tegen een lagere eenheidsprijs aanbiedt.

Wanneer de leveranciers goed geïnformeerd zijn over de toekomstige behoeften, kunnen zij hun productieplannen hierop afstemmen. Op deze manier kunnen de levertijden gereduceerd worden. Verder kunnen afspraken met een leverancier over een minimale jaarlijkse bestelhoeveelheid korting opleveren, waarbij gedurende het jaar de producten in economische hoeveelheden besteld en ontvangen worden.

De keuze van een kleiner aantal betrouwbare leveranciers verlaagt de complexiteit en verhoogt de flexibiliteit en kwaliteit van het bestellen. Frequent bestellen van economische hoeveelheden is meestal alleen mogelijk bij een klein aantal betrouwbare leveranciers. Een goed voorbeeld is Rank Xerox, dat het aantal van enkele duizenden wereldwijde toeleveranciers sterk reduceerde tot enkele honderden (zie Goederenstroom Management (1990)). Bovengenoemde keuze van het verlagen van het aantal leveranciers leidt ook tot het mogelijk beter uitbuiten van gecoördineerde kostenstructuren.

#### *Voorbeeld 5.2 (vervolg)*

Om het gebruik van de analyse-module te illustreren wordt voorbeeld 5.2 nader uitgewerkt. De module rekent de gevolgen door van een verlaging van de levertijd voor een familie van artikelen die worden besteld bij eenzelfde leverancier. De leverancier kan de levertijd van 3 weken naar 1 week terugbrengen, maar wil daarvoor wel een vast bedrag per maand ontvangen. De module bepaalt eerst de bestelparameters voor de nieuwe situatie en simuleert vervolgens een (door de gebruiker) bepaald aantal perioden. De uitkomsten van de

simulatie-run worden vervolgens vergeleken met de resultaten in de huidige situatie. Figuur 5.2 geeft het eerste deel van het output-scherm van optie 2 van de analyse-module weer. In het tweede deel van de output (hier niet getoond) wordt een uitsplitsing gemaakt naar de afzonderlijke artikelen.

<b>SIMULATIERESULTATEN OP FAMILIENIVEAU # GESIM. WEKEN = 1000</b>		
	<i>simulatie</i>	<i>huidige situatie</i>
<i>Totale gemiddelde kosten per week</i>	771,56	847,02
- <i>gemiddelde kosten A1 per week</i> <i>(vaste (bestel)kosten bij bestelling)</i>	79,08	68,73
- <i>gemiddelde kosten A2 per week</i> <i>(var. (inkoop) kosten bij bestelling)</i>	427,92	424,14
- <i>gemiddelde kosten B per week</i> <i>(var.(voorraad)kosten per tijdseenheid)</i>	264,56	354,15
<i>Overall service</i> <i>(% direct geleverde vraag)</i>	96 %	96 %
<i>Gemiddelde omzet per week</i>	1027,26	1018,36
<i>Gemiddeld aantal bestellingen per week</i>	0,60	0,51

*Figuur 5.2. Eerste deel van het outputscherm van de analyse-module*

Uit de simulatie blijkt dat door de verlaging van de levertijd de (veiligheids-)voorraden gereduceerd kunnen worden zodat de voorraadkosten flink dalen. De bestelkosten zullen daarentegen licht stijgen. Naar verwachting zullen de beïnvloedbare logistieke kosten met 8 a 9% dalen als de levertijd terug wordt gebracht naar 1 week. Op basis van het verschil tussen de kosten in de nieuwe situatie en de kosten in de huidige situatie bepaalt de logistieke manager hoeveel hij bereid is te betalen voor de verlaging van de levertijd.





## § 6 Tot slot

In dit artikel is ingegaan op voorraadmodellen die rekening houden met kostenbesparingen, die kunnen worden verkregen door het gezamenlijk bestellen van meerdere artikelen. Na een overzicht van verschillende kostenstructuren waarbij gecoördineerd bestellen voordelen oplevert, is een zogenaamd "can-order" bestelsysteem met kortingsevaluatie behandeld. Tevens is ingegaan op de bepaling van de benodigde input-data. We merken op dat deze data niet als een gegeven moeten worden beschouwd. Men moet door voortdurende verbeteringen in het proces trachten de kostenparameters en de levertijd omlaag te brengen.

Tenslotte zijn de mogelijkheden van de ontwikkelde PC-applicatie getoond aan de hand van een illustratief voorbeeld. Naar onze mening zijn er in de praktijk te weinig PC-applicaties beschikbaar voor het automatisch genereren van besteladviezen die gebaseerd zijn op SIC-achtige beslissingsmodellen.

Uit ervaring blijkt dat gecoördineerde bestelsystemen toepasbaar zijn in een breed scala van organisaties. We benadrukken nogmaals dat de modellen slechts een hulpmiddel zijn voor het management bij het nemen van beslissingen voor complexe logistieke problemen. De modellen zijn dan ook maar een klein (doch bruikbaar en essentieel) deel binnen een geïntegreerd geheel van logistieke elementen.

### Literatuurverwijzingen

- Boerema, M.J., SIC, BSC, MRP en V&A; Vergelijking van vier voorraadbeheersingssystemen (deel 2), *Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek*, jrg 5, nr.3, 1989.
- Duyn Schouten, F.A. van der, M.J.G. van Eijs, en R.M.J. Heuts, Coordinated replenishment systems with discount opportunities, *Research Memorandum*, FEW 477, Katholieke Universiteit Brabant, 1991.
- Goederenstroom Management, Rank Xerox, automatisch een stapje verder, *Goederenstroom Management*, jrg 4, nr.3, 1990.
- Goor, A.R. van, A.H.L.M. Kragten, en G.N. Esmeyer, *Goederenbesturing, voorraadbeheer en materials handling*, Stenfert Kroese, Leiden, 1990.
- Goyal, S.K., and A.T. Satir, Joint replenishment inventory model control: deterministic and stochastic models, *European Journal of Operational Research*, jrg 38, 1989.
- Heinritz, S., P. Farrell, L. Giunipero, M. Kolchin, *Purchasing, principles and applications*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1991.
- Holmgren, J.M., en W.J. Wentz, *Material management and purchasing for the health care facility*, Alpha Press, Ann Arbor, 1982.
- Lambert, D.M., *The development of an inventory cost methodology*, National Council of Physical Distribution Management, Chicago, 1975.
- Ziegler, R.E., *Criteria for measurement of the cost parameters of an economic order quantity inventory model*, (niet gepubliceerd proefschrift, University of North Carolina), 1973.

## IN 1990 REEDS VERSCHENEN

- 419 Bertrand Melenberg, Rob Alessie  
A method to construct moments in the multi-good life cycle consumption model
- 420 J. Kriens  
On the differentiability of the set of efficient  $(\mu, \sigma^2)$  combinations in the Markowitz portfolio selection method
- 421 Steffen Jørgensen, Peter M. Kort  
Optimal dynamic investment policies under concave-convex adjustment costs
- 422 J.P.C. Blanc  
Cyclic polling systems: limited service versus Bernoulli schedules
- 423 M.H.C. Paardekooper  
Parallel normreducing transformations for the algebraic eigenvalue problem
- 424 Hans Gremmen  
On the political (ir)relevance of classical customs union theory
- 425 Ed Nijssen  
Marketingstrategie in Machtspectief
- 426 Jack P.C. Kleijnen  
Regression Metamodels for Simulation with Common Random Numbers: Comparison of Techniques
- 427 Harry H. Tigelaar  
The correlation structure of stationary bilinear processes
- 428 Drs. C.H. Veld en Drs. A.H.F. Verboven  
De waardering van aandelenwarrants en langlopende call-opties
- 429 Theo van de Klundert en Anton B. van Schaik  
Liquidity Constraints and the Keynesian Corridor
- 430 Gert Nieuwenhuis  
Central limit theorems for sequences with  $m(n)$ -dependent main part
- 431 Hans J. Gremmen  
Macro-Economic Implications of Profit Optimizing Investment Behaviour
- 432 J.M. Schumacher  
System-Theoretic Trends in Econometrics
- 433 Peter M. Kort, Paul M.J.J. van Loon, Mikuláš Luptacik  
Optimal Dynamic Environmental Policies of a Profit Maximizing Firm
- 434 Raymond Gradus  
Optimal Dynamic Profit Taxation: The Derivation of Feedback Stackelberg Equilibria



- 435 Jack P.C. Kleijnen  
Statistics and Deterministic Simulation Models: Why Not?
- 436 M.J.G. van Eijs, R.J.M. Heuts, J.P.C. Kleijnen  
Analysis and comparison of two strategies for multi-item inventory systems with joint replenishment costs
- 437 Jan A. Weststrate  
Waiting times in a two-queue model with exhaustive and Bernoulli service
- 438 Alfons Daems  
Typologie van non-profit organisaties
- 439 Drs. C.H. Veld en Drs. J. Grazell  
Motieven voor de uitgifte van converteerbare obligatieleningen en warrantobligatieleningen
- 440 Jack P.C. Kleijnen  
Sensitivity analysis of simulation experiments: regression analysis and statistical design
- 441 C.H. Veld en A.H.F. Verboven  
De waardering van conversierechten van Nederlandse converteerbare obligaties
- 442 Drs. C.H. Veld en Drs. P.J.W. Duffhues  
Verslaggevingsaspecten van aandelenwarrants
- 443 Jack P.C. Kleijnen and Ben Annink  
Vector computers, Monte Carlo simulation, and regression analysis: an introduction
- 444 Alfons Daems  
"Non-market failures": Imperfecties in de budgetsector
- 445 J.P.C. Blanc  
The power-series algorithm applied to cyclic polling systems
- 446 L.W.G. Strijbosch and R.M.J. Heuts  
Modelling (s,Q) inventory systems: parametric versus non-parametric approximations for the lead time demand distribution
- 447 Jack P.C. Kleijnen  
Supercomputers for Monte Carlo simulation: cross-validation versus Rao's test in multivariate regression
- 448 Jack P.C. Kleijnen, Greet van Ham and Jan Rotmans  
Techniques for sensitivity analysis of simulation models: a case study of the CO<sub>2</sub> greenhouse effect
- 449 Harrie A.A. Verbon and Marijn J.M. Verhoeven  
Decision-making on pension schemes: expectation-formation under demographic change

- 450 Drs. W. Reijnders en Drs. P. Verstappen  
Logistiek management marketinginstrument van de jaren negentig
- 451 Alfons J. Daems  
Budgeting the non-profit organization  
An agency theoretic approach
- 452 W.H. Haemers, D.G. Higman, S.A. Hobart  
Strongly regular graphs induced by polarities of symmetric designs
- 453 M.J.G. van Eijs  
Two notes on the joint replenishment problem under constant demand
- 454 B.B. van der Genugten  
Iterated WLS using residuals for improved efficiency in the linear model with completely unknown heteroskedasticity
- 455 F.A. van der Duyn Schouten and S.G. Vanneste  
Two Simple Control Policies for a Multicomponent Maintenance System
- 456 Geert J. Almekinders and Sylvester C.W. Eijffinger  
Objectives and effectiveness of foreign exchange market intervention  
A survey of the empirical literature
- 457 Saskia Oortwijn, Peter Borm, Hans Keiding and Stef Tijs  
Extensions of the  $\tau$ -value to NTU-games
- 458 Willem H. Haemers, Christopher Parker, Vera Pless and Vladimir D. Tonchev  
A design and a code invariant under the simple group  $Co_3$
- 459 J.P.C. Blanc  
Performance evaluation of polling systems by means of the power-series algorithm
- 460 Leo W.G. Strijbosch, Arno G.M. van Doorne, Willem J. Selen  
A simplified MOLP algorithm: The MOLP-S procedure
- 461 Arie Kapteyn and Aart de Zeeuw  
Changing incentives for economic research in The Netherlands
- 462 W. Spanjers  
Equilibrium with co-ordination and exchange institutions: A comment
- 463 Sylvester Eijffinger and Adrian van Rixtel  
The Japanese financial system and monetary policy: A descriptive review
- 464 Hans Kremers and Dolf Talman  
A new algorithm for the linear complementarity problem allowing for an arbitrary starting point
- 465 René van den Brink, Robert P. Gilles  
A social power index for hierarchically structured populations of economic agents

## IN 1991 REEDS VERSCHENEN

- 466 Prof.Dr. Th.C.M.J. van de Klundert - Prof.Dr. A.B.T.M. van Schaik  
Economische groei in Nederland in een internationaal perspectief
- 467 Dr. Sylvester C.W. Eijffinger  
The convergence of monetary policy - Germany and France as an example
- 468 E. Nijssen  
Strategisch gedrag, planning en prestatie. Een inductieve studie binnen de computerbranche
- 469 Anne van den Nouweland, Peter Borm, Guillermo Owen and Stef Tijs  
Cost allocation and communication
- 470 Drs. J. Grazell en Drs. C.H. Veld  
Motieven voor de uitgifte van converteerbare obligatieleningen en warrant-obligatieleningen: een agency-theoretische benadering
- 471 P.C. van Batenburg, J. Kriens, W.M. Lammerts van Bueren and R.H. Veenstra  
Audit Assurance Model and Bayesian Discovery Sampling
- 472 Marcel Kerkhofs  
Identification and Estimation of Household Production Models
- 473 Robert P. Gilles, Guillermo Owen, René van den Brink  
Games with Permission Structures: The Conjunctive Approach
- 474 Jack P.C. Kleijnen  
Sensitivity Analysis of Simulation Experiments: Tutorial on Regression Analysis and Statistical Design
- 475 C.P.M. van Hoesel  
An  $O(n \log n)$  algorithm for the two-machine flow shop problem with controllable machine speeds
- 476 Stephan G. Vanneste  
A Markov Model for Opportunity Maintenance
- 477 F.A. van der Duyn Schouten, M.J.G. van Eijs, R.M.J. Heuts  
Coordinated replenishment systems with discount opportunities
- 478 A. van den Nouweland, J. Potters, S. Tijs and J. Zarzuelo  
Cores and related solution concepts for multi-choice games
- 479 Drs. C.H. Veld  
Warrant pricing: a review of theoretical and empirical research
- 480 E. Nijssen  
De Miles and Snow-typologie: Een exploratieve studie in de meubelbranche
- 481 Harry G. Barkema  
Are managers indeed motivated by their bonuses?



- 482 Jacob C. Engwerda, André C.M. Ran, Arie L. Rijkeboer  
Necessary and sufficient conditions for the existence of a positive definite solution of the matrix equation  $X + A^T X^{-1} A = I$
- 483 Peter M. Kort  
A dynamic model of the firm with uncertain earnings and adjustment costs
- 484 Raymond H.J.M. Gradus, Peter M. Kort  
Optimal taxation on profit and pollution within a macroeconomic framework
- 485 René van den Brink, Robert P. Gilles  
Axiomatizations of the Conjunctive Permission Value for Games with Permission Structures
- 486 A.E. Brouwer & W.H. Haemers  
The Gewirtz graph - an exercise in the theory of graph spectra
- 487 Pim Adang, Bertrand Melenberg  
Intratemporal uncertainty in the multi-good life cycle consumption model: motivation and application
- 488 J.H.J. Roemen  
The long term elasticity of the milk supply with respect to the milk price in the Netherlands in the period 1969-1984
- 489 Herbert Hamers  
The Shapley-Entrance Game
- 490 Rezaul Kabir and Theo Vermaelen  
Insider trading restrictions and the stock market
- 491 Piet A. Verheyen  
The economic explanation of the jump of the co-state variable
- 492 Drs. F.L.J.W. Manders en Dr. J.A.C. de Haan  
De organisatorische aspecten bij systeemontwikkeling een beschouwing op besturing en verandering
- 493 Paul C. van Batenburg and J. Kriens  
Applications of statistical methods and techniques to auditing and accounting
- 494 Ruud T. Frambach  
The diffusion of innovations: the influence of supply-side factors
- 495 J.H.J. Roemen  
A decision rule for the (des)investments in the dairy cow stock
- 496 Hans Kremers and Dolf Talman  
An SLSPP-algorithm to compute an equilibrium in an economy with linear production technologies

- 497 L.W.G. Strijbosch and R.M.J. Heuts  
Investigating several alternatives for estimating the compound lead time demand in an (s,Q) inventory model
- 498 Bert Bettonvil and Jack P.C. Kleijnen  
Identifying the important factors in simulation models with many factors
- 499 Drs. H.C.A. Roest, Drs. F.L. Tijssen  
Beheersing van het kwaliteitsperceptieproces bij diensten door middel van keurmerken
- 500 B.B. van der Genugten  
Density of the F-statistic in the linear model with arbitrarily normal distributed errors
- 501 Harry Barkema and Sytse Douma  
The direction, mode and location of corporate expansions
- 502 Gert Nieuwenhuis  
Bridging the gap between a stationary point process and its Palm distribution
- 503 Chris Veld  
Motives for the use of equity-warrants by Dutch companies
- 504 Pieter K. Jagersma  
Een etiologie van horizontale internationale ondernemingsexpansie
- 505 B. Kaper  
On M-functions and their application to input-output models
- 506 A.B.T.M. van Schaik  
Productiviteit en Arbeidsparticipatie
- 507 Peter Borm, Anne van den Nouweland and Stef Tijs  
Cooperation and communication restrictions: a survey
- 508 Willy Spanjers, Robert P. Gilles, Pieter H.M. Ruys  
Hierarchical trade and downstream information
- 509 Martijn P. Tummers  
The Effect of Systematic Misperception of Income on the Subjective Poverty Line
- 510 A.G. de Kok  
Basics of Inventory Management: Part 1  
Renewal theoretic background
- 511 J.P.C. Blanc, F.A. van der Duyn Schouten, B. Pourbabai  
Optimizing flow rates in a queueing network with side constraints
- 512 R. Peeters  
On Coloring j-Unit Sphere Graphs

- 513 Drs. J. Dagevos, Drs. L. Oerlemans, Dr. F. Boekema  
Regional economic policy, economic technological innovation and networks
- 514 Erwin van der Krabben  
Het functioneren van stedelijke onroerend-goed-markten in Nederland - een theoretisch kader
- 515 Drs. E. Schaling  
European central bank independence and inflation persistence
- 516 Peter M. Kort  
Optimal abatement policies within a stochastic dynamic model of the firm
- 517 Pim Adang  
Expenditure versus consumption in the multi-good life cycle consumption model
- 518 Pim Adang  
Large, infrequent consumption in the multi-good life cycle consumption model
- 519 Raymond Gradus, Sjak Smulders  
Pollution and Endogenous Growth
- 520 Raymond Gradus en Hugo Keuzenkamp  
Arbeidsongeschiktheid, subjectief ziektegevoel en collectief belang
- 521 A.G. de Kok  
Basics of inventory management: Part 2  
The (R,S)-model
- 522 A.G. de Kok  
Basics of inventory management: Part 3  
The (b,Q)-model
- 523 A.G. de Kok  
Basics of inventory management: Part 4  
The (s,S)-model
- 524 A.G. de Kok  
Basics of inventory management: Part 5  
The (R,b,Q)-model
- 525 A.G. de Kok  
Basics of inventory management: Part 6  
The (R,s,S)-model
- 526 Rob de Groof and Martin van Tuijl  
Financial integration and fiscal policy in interdependent two-sector economies with real and nominal wage rigidity



**Bibliotheek K. U. Brabant**



**17 000 01066352 5**