# ERVARINGEN MET RESULTATENANALYSE NAAR CAUSALE RELATIE

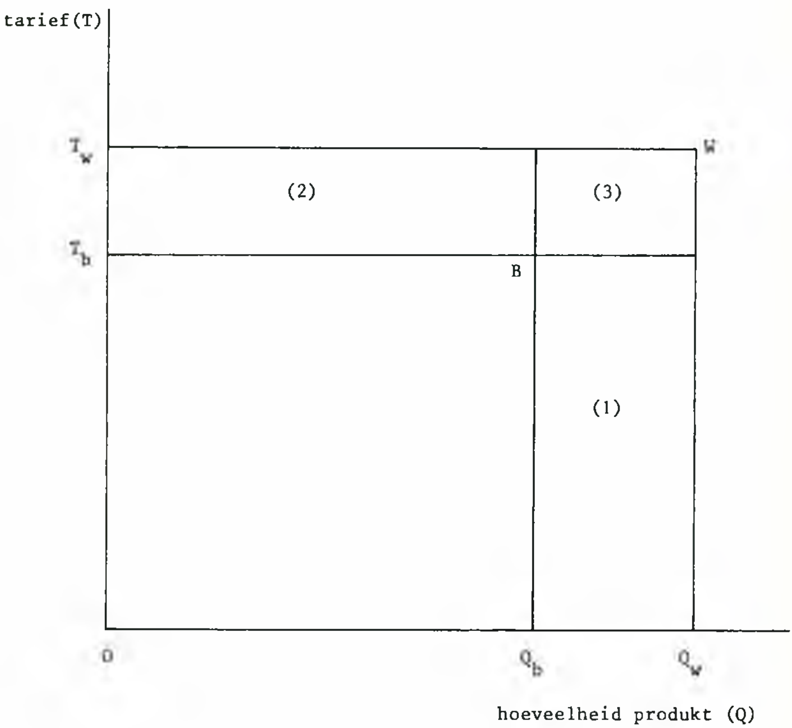
*door Ir. D.J.J. van Loon en Dr. C. B. Tilanus*

## 1. Inleiding

Als een begrotingspost op *f* 200.000 begroot is en de werkelijke kosten bedragen *f* 260.000, dan rijst de vraag wat hiervan de oorzaak is en welke persoon of afdeling voor het verschil verantwoordelijk gesteld dient te worden. Is er meer geproduceerd, zodat er een hogere dekking van de vaste kosten is verkregen (bezettingsresultaat)? Is er minder efficiënt met grondstoffen omgesprongen (efficiencyresultaat)? Zijn de grondstoffen duurder ingekocht dan voorzien was (prijsresultaat)? Of spelen alle faktoren een rol en zo ja, in welke combinatie?

Over de resultatenanalyse is sinds 1953 [1] heel wat geschreven. De klassieke resultatenanalyse beschouwde het begrote bedrag zowel als het gerealiseerde bedrag als een rechthoek in het platte vlak, of als een blok in de driedimensionale ruimte. Het verschil werd door middel van kleinere rechthoekjes of blokjes opgesplitst in deelverschillen.

De tweedimensionale klassieke resultatenanalyse verliep bijvoorbeeld als volgt (zie figuur 1). Wij voeren de notatie in:




*Figuur 1. Tweedimensionale klassieke resultatenanalyse*

$Q$ = hoeveelheid produkt
$T$ = kostenbedrag per eenheid produkt (tarief)
$b$ = gebudgetteerd
$w$ = werkelijk

Laten de begrote kosten de oppervlakte bedragen van de rechthoek $OQ_bBT_b$, dus $Q_b \times T_b$; laten de werkelijke kosten de oppervlakte bedragen van de rechthoek $OQ_wWT_w$, dus $Q_w \times T_w$. Het te analyseren verschil, $Q_w \times T_w - Q_b \times T_b$, wordt opgesplitst in de rechthoekjes

1. $(Q_w - Q_b) \times T_b$, het bezettingsresultaat, toe te rekenen aan (de persoon verantwoordelijk voor) de grootheid $Q$,
2. $(T_w - T_b) \times Q_b$, het prijsresultaat, toe te rekenen aan (de persoon verantwoordelijk voor) de grootheid $T$,
3. $(Q_w - Q_b) \times (T_w - T_b)$, het gemeenschappelijk resultaat, niet zonder meer aan $Q$ of $T$ toe te rekenen.

De strijdvraag was nu dikwijls, wat te doen met het rechthoekje 3. Moest het worden toegerekend aan een geheimzinnige derde macht, het z.g. conjunctieverschijnsel? Of moest het worden verdeeld over de grootheden $Q$ en $T$, en zo ja, in welke verhouding? Bijvoorbeeld in de verhouding 1 : 2, of in de verhouding $[(Q_w - Q_b)/Q_b] : [(T_w - T_b)/T_b]$?

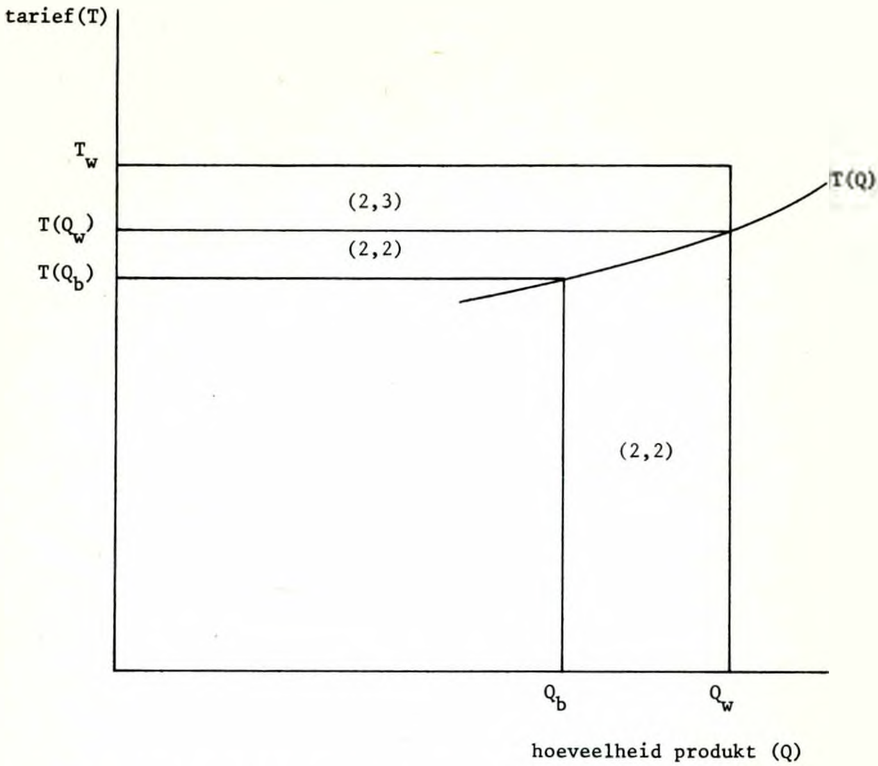
In Nederland heeft Theeuwes [7] een tiental uit de literatuur bekende methoden van resultatenanalyse geanalyseerd. Daarbij bleek dat er eigenlijk maar één methode, beschreven door Wopkes [10], in aanmerking komt voor een modern bedrijfssignaleringssysteem met budgetverantwoordelijkheden. Deze methode is in alle gevallen korrekt, maar komt pas goed tot zijn recht als er in een bedrijf flexibele budgettering wordt toegepast. Wij noemen deze methode resultatenanalyse naar causale relatie (RCR).

In par. 2 zullen wij de tweedimensionale RCR grafisch aanschouwelijk maken. In par. 3 en 4 worden de problemen besproken die wij hebben ontmoet toen wij RCR trachtten toe te passen in een praktijksituatie.

## 2. Resultatenanalyse naar causale relatie (RCR)

Een fundamentele vooronderstelling bij de resultatenanalyse naar causale relatie (RCR) is dat er een causaal verband bestaat tussen de grootheden die tezamen een begrotingspost uitmaken. In het tweedimensionale geval wordt een begrotingspost gevormd door het produkt van een begrote, te produceren hoeveelheid ($Q_b$) en een begroot tarief per eenheid ($T_b$). De fundamentele vooronderstelling is dat het begrote tarief een funktie $T$ is, afhankelijk van het argument $Q$. Voor de begrote hoeveelheid, $Q_b$, is de funktiewaarde $T_b = T(Q_b)$; voor de gerealiseerde hoeveelheid, $Q_w$, is de funktiewaarde $T(Q_w)$ (zie figuur 2).

Het werkelijk tarief, $T_w$, wordt nu beschouwd als de algebraïsche som van de funktiewaarde voor de werkelijke hoeveelheid, $T(Q_w)$, plus een autonome afwijking, $T_w - T(Q_w)$, die wordt bepaald door het toeval en/of een veelheid van andere faktoren die voorlopig buiten beschouwing blijven. (Te denken valt b.v. aan




*Figuur 2. Tweedimensionale resultatenanalyse naar causale relatie (RCR)*

kwaliteitsverschillen in grondstoffen en eindprodukten, invloed van de seriegrootte, variatie van de arbeidsprestatie, etc. Deze faktoren komen uiteraard wel aan de orde wanneer de autonome afwijking moet worden verklaard door de verantwoordelijke persoon of afdeling. In het kostenmodel blijven ze echter buiten beschouwing.)

Het zal nu aannemelijk zijn dat gezien het feit dat T afhankelijk is van Q, het totale te analyseren verschil:

$$Q_w \times T_w - Q_b \times T_b \qquad (2.1)$$

moet worden verdeeld in een deelverschil veroorzaakt door een afwijking van de hoeveelheid, met een direkt effekt $(Q_w - Q_b)$ en een indirekt effekt $(T(Q_w) - T_b)$, dat in zijn geheel aan (de persoon of afdeling verantwoordelijk voor) de hoeveelheid moet worden toegerekend:

$$Q_w \times T(Q_w) - Q_b \times T_b \qquad (2.2)$$

plus een deelverschil veroorzaakt door een (autonome) afwijking van het tarief $(T_w - T(Q_w))$ dat uitsluitend aan (de persoon of afdeling verantwoordelijk voor) het tarief moet worden toegerekend:

$$Q_w \times (T_w - T(Q_w)) \qquad (2.3)$$

In figuur 2 is het geval van schaalnadelen (diseconomies of scale, stijgende budgettariefcurve) afgebeeld, d.w.z. een hogere produktie heeft in dit voorbeeld een hoger budgettarief tot gevolg. Twee andere gevallen zijn:
- schaalvoordelen (economies of scale, dalende budgettariefcurve)
- proportioneel variabele kosten (returns to scale, horizontale budgettariefcurve, ofwel $T_b$ = een constante).

Wat de verhouding tussen de werkelijke en de gebudgetteerde hoeveelheid betreft, zijn er eveneens drie gevallen:

$$Q_w > Q_b,\ Q_w = Q_b,\ Q_w < Q_b$$

Hetzelfde geldt voor de verhouding tussen het werkelijke tarief en het budgettarief voor de werkelijke hoeveelheid:

$$T_w > T(Q_w),\ T_w = T(Q_w),\ T_w < T(Q_w)$$

Al met al zijn dit 3 × 3 × 3 = 27 mogelijke gevallen. De bijbehorende 27 plaatjes zullen we hier niet tekenen. Grafisch is de analyse in alle gevallen verschillend, maar algebraïsch precies hetzelfde: steeds is (2.1) gelijk aan (2.2) plus (2.3).

Numeriek is de analyse uiteraard niet altijd even interessant! In het geval van proportioneel variabele kosten bijvoorbeeld hebben we geen RCR nodig en kunnen we volstaan met de klassieke resultatenanalyse. In dat geval is de budgettariefcurve namelijk een horizontale lijn; we kunnen wel concluderen dat het omstreden rechthoekje 3 van figuur 1 dan geheel aan T moet worden toegerekend. Wij zullen hier geen getallenvoorbeeld geven, want in dat geval zouden we alle 27 gevallen apart moeten behandelen. (Het feit dat een methode zo vaak uitsluitend met woorden en een getallenvoorbeeld wordt beschreven is er waarschijnlijk debet aan dat er zoveel methoden van resultatenanalyse, waarvan sommige geheel onlogisch en inconsistent, in omloop hebben kunnen komen [7]; men kan nooit met een getallenvoorbeeld aantonen dat een methode logisch en consistent is, ofschoon men wel met een tegenvoorbeeld kan aantonen dat een methode niet logisch en consistent is.)

We hebben ons tot nu toe bezig gehouden met de tweedimensionale resultatenanalyse. De meest gangbare resultatenanalyse is echter driedimensionaal. De dimensies zijn dan bijvoorbeeld hoeveelheid produkt, produktiefaktor per eenheid produkt, en inkoopprijs per eenheid produktiefaktor. Verder kan men de korte termijn (van het budget) en de lange termijn (van het lange-termijn plan) onderscheiden (zie [8, 9]). Het onderscheid tussen korte en lange termijn is voor ons praktijkgeval niet van belang.

De driedimensionale RCR maakt de fundamentele vooronderstellingen dat het begrote (produktie-)faktorverbruik per eenheid produkt afhankelijk is van de begrote, te produceren hoeveelheid, terwijl de begrote (inkoop-)prijs van de produktiefaktor op zijn beurt afhankelijk is van het begrote faktorverbruik en de begrote, te produceren hoeveelheid. Dit zijn de vooronderstellingen van de flexibele budgettering. Bij proportioneel variabele kosten zijn de afhankelijkheidsrelaties gedegenereerd tot constanten. RCR blijft dan korrekt, maar wordt triviaal. (De algebra van de driedimensionale RCR wordt gegeven in bijlage A.)

## 3. Toepassing in een praktijksituatie

De eerste auteur heeft gepoogd resultatenanalyse naar causale relatie gedurende een 9 maanden durend afstudeerprojekt toe te passen in een fabriek in het zuiden des lands [5].

### *3.1. Karakterisering van de fabriek*

In de fabriek kende men produktie-afdelingen met verschillende soorten van produktie. De volgende produktiesoorten waren te onderscheiden:

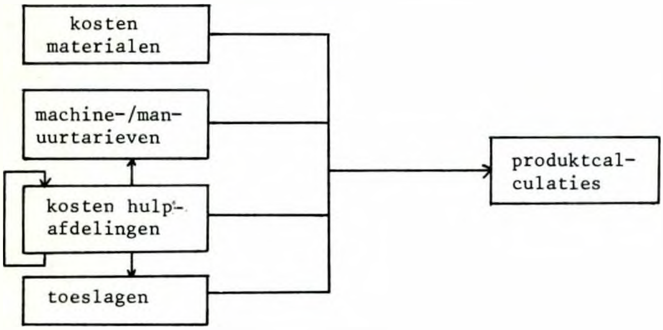
- massafabricage, te kenmerken als chemische procesproduktie
- massafabricage van enkelvoudige produkten
- middelgrote seriefabricage van eenvoudige samengestelde produkten.

De afdelingen in de fabriek waren als volgt verdeeld:

- 3 fabricage-afdelingen
- 1 ontwikkelingsafdeling
- 12 staf- en hulpafdelingen.

De budgettering werd handmatig uitgevoerd, waarbij onder andere berekend werden produktcalculaties, manuurtarieven en machineuurtarieven. De hulpafdelingen werden als „vast" beschouwd.

Het budgetteringsprincipe is globaal te karakteriseren als in figuur 3.




*Figuur 3. Budgetteringsschema*

De nacalculatie werd handmatig uitgevoerd per afdeling of voor de totale fabriek voor bepaalde kosten.

### *3.2. Opzet van het onderzoek*

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van de administratieve cijfers van een recent afgesloten boekjaar. Het onderzoek bevatte de volgende fasen:

1. Het naspelen van de budgettering met behulp van een bestaand, geautomatiseerd budgetteringsmodel (rationetwerkmodel, vgl. [4]).
2. Het omwerken van de nacalculatie volgens het principe van dit budgetteringsmodel (kwantitatieve budgettering).
3. Het onderzoeken van de relevantie van de gegevens en het vaststellen van de waarden van de gegevens (funkties) voor de resultatenanalyse naar causale relatie (RCR).
4. Het aanpassen van het budgetteringsmodel, zodat dit gebruikt kon worden voor de RCR.

5. Het uitvoeren van de RCR.
6. Het vergelijken van de bestaande methode met de methode RCR.

### 4. Ervaringen en conclusies

*4.1. Vierdimensionale RCR*
Het bleek dat de fabriek voor sommige begrotingsposten een vierdimensionaal kostenmodel hanteerde. Neem bijvoorbeeld een belangrijke begrote kostenpost. Om verschillende hoeveelheden eindprodukt (eerste dimensie) te produceren, werden (flexibele) hoeveelheden produktiefaktor per eenheid produkt (tweede dimensie) gecalculeerd. Per eenheid produktiefaktor werd een (constante) hoeveelheid kostenfaktor (derde dimensie) begroot, en per eenheid kostenfaktor een (constante) inkoopprijs (vierde dimensie). Vierdimensionale RCR levert op zichzelf geen problemen op. (De algebra van de vierdimensionale RCR wordt gegeven in bijlage B.)

*4.2. Samenhang tussen produkten, grondstoffen, etc.*
Elk bedrijf is een systeem van mensen, produktiemiddelen, eindprodukten, geldmiddelen, etc. Elke begrotingspost hangt met elke andere begrotingspost samen ten gevolge van de beperkingen van het systeem en de substitueerbaarheid van zijn elementen. Theoretisch zou men van een bedrijf een zeer groot model moeten maken met behulp waarvan alle begrotingsposten simultaan zouden moeten worden uitgerekend. Er is zelfs samenhang met andere bedrijven. Ook daar zou rekening mee moeten worden gehouden in het model.

Het ligt voor de hand om bij een dergelijk groot model te denken aan een lineair programmeringsmodel. Nu is budgetteren met behulp van een LP-model gemakkelijker gezegd dan gedaan (zie bijvoorbeeld Bosman en Bouma [2] en Dijksma en Van Halem [3]). Voorzover wij weten is er op dit moment geen enkel bedrijf in Nederland dat budgetteert met behulp van LP. Smits en Verheyen waarschuwen er in de laatste zin van hun artikel [6] ook uitdrukkelijk voor.

In de praktijksituatie is dit probleem gedeeltelijk opgelost door RCR getrapt uit te voeren. Hierbij werden per faktor de hoeveelheden gesommeerd voordat de analyse voor de onderliggende faktor uitgevoerd werd. Bijvoorbeeld werd per produkt de grootte van een bepaalde produktiefaktor per eenheid bepaald; het verbruik van die produktiefaktor werd gesommeerd over alle produkten; vervolgens werd de grootte van een bepaalde kostenfaktor bepaald uitgaande van het totale produktiefaktorverbruik.

*4.3. Samenhang tussen perioden*
Dat een periode niet afzonderlijk beschouwd mag worden is ontegenzeggelijk waar. Zou men in één periode gaan optimaliseren en geen rekening houden met een eindvoorraad die bijvoorbeeld voor de volgende periode benodigd is, dan zou men sub-optimaliseren.

Zou men meerdere perioden bij het in de vorige paragraaf besproken zeer grote LP-model in beschouwing willen nemen, dan zou men de omvang van het model nog eens verveelvoudigen. Een weinig realistisch voorstel. De oplossing lijkt te zijn ons tot één (budget-)periode te beperken en met de samenhang tussen perioden alleen rekening te houden in de vorm van a priori gestelde eisen ten aanzien van begin- en eindvoorraden.

*4.4. Verdwijnen van termen*

Een groot aantal van de in de theorie van RCR vooronderstelde variaties trad in de praktijk niet op of werd niet waargenomen, mede ten gevolge van de trapsgewijze toepassing van RCR waarbij individuele afwijkingen bij totalisatie elkaar compenseerden. Van een aantal grootheden (bijvoorbeeld inkoopprijs) werd geen realisatie gemeten, waardoor ook het verschil tussen begroting en realisatie verviel. Van andere grootheden (bijvoorbeeld kostenfaktorverbruik per eenheid produktiefaktor) werd een constant verbruik per eenheid verondersteld (proportioneel variabele kosten), waardoor er geen verschil was tussen de budgetfunktiewaarden voor verschillende hoeveelheden. Het gevolg van een en ander was dat een aantal deelverschillen in de resultatenanalyse verdween en er maar een paar overbleven. In de vierdimensionale resultatenanalyse zijn $4 + 3 + 2 + 1 = 10$ deelverschillen te onderscheiden. In het praktijkgeval waren voor de meeste begrotingsposten 6 van deze deelverschillen gelijk nul.

Toch is dit geen reden om nu bepaalde termen a priori uit de RCR weg te laten. Van situatie tot situatie en van bedrijf tot bedrijf verschilt dat wat belangrijk is. In het beschouwde bedrijf was de inkoopprijs van de grondstof per eindprodukt van weinig belang; er werd geen nacalculatie per produkt van toegepast, en ook geen flexibele budgettering. In een ander bedrijf kan de belangrijkste grondstof juist van eminent belang zijn, wordt er wel flexibele budgettering toegepast, en kunnen alle deelverschillen veroorzaakt door de inkoopprijs significant zijn.

*4.5. Conclusies*

De resultatenanalyse naar causale relatie (RCR) is in een praktijksituatie toegepast. De in het bedrijf gehanteerde resultatenanalyse gebaseerd op bestaande interne voorschriften week af van RCR. De gehanteerde resultatenanalyse werd omgewerkt naar RCR waarbij nieuwe inzichten in de resultatenanalyse verkregen werden. Omdat de interne voorschriften niet voor publikatie beschikbaar zijn kan hierop niet in details worden ingegaan; wel kunnen de voornaamste punten worden genoemd:

1. In RCR worden de werkelijke kosten rechtstreeks gerelateerd aan de toegestane kosten gebaseerd op de gerealiseerde produktie. In de bestaande methode wordt hierbij nog een tussenstap gemaakt door de werkelijke kosten te relateren aan de toegestane kosten gebaseerd op de verantwoorde uren. De signalering op basis van verantwoorde uren kan een verschuiving veroorzaken tussen efficiency-, kosten- en bezettingsresultaten.
2. Bij RCR zijn efficiency- en bezettingsresultaten terug te voeren tot kwantiteiten en prijsresultaten tot financiële cijfers. Bij de bestaande methode worden alle resultaten in financiële cijfers getoond, waarbij vermenging van prijsresultaten met andere resultaten kan optreden.
3. RCR heeft de mogelijkheid om resultaten tengevolge van normaanpassingen (flexibele budgettering) separaat te tonen. Bij de bestaande methode worden normaanpassingen buiten de eigenlijke resultatenberekening bepaald en gebruikt als verklaring voor de berekende resultaten (b.v. efficiencyresultaten).

Wij zijn op verschillende problemen gestuit. Het feit dat sommige begrotingsposten vierdimensionaal waren (hoeveelheid produkt × produktiefaktor × kostenfaktor × inkoopprijs) leverde géén probleem op. Maar de trapsgewijze toepassing van RCR gaf geen volledige oplossing voor het theoretische probleem van de samenhang van alles met alles - van alle grootheden in alle perioden onderling. Het grootste probleem van RCR in de praktijk zou wel eens kunnen zijn dat RCR over het doel heenschiet: een groot aantal van de theoretische deelverschillen bleek in de praktijk niet te worden gemeten, en moest dus op nul gesteld worden.

Als in een bedrijf géén flexibele budgettering wordt toegepast (dus alle kosten zijn vast of proportioneel variabel), wordt RCR gereduceerd tot de klassieke resultatenanalyse, maar levert dan meteen een antwoord op het probleem van het conjunctieverschijnsel. Wordt er in een bedrijf wel flexibele budgettering toegepast, ook al is het maar ten aanzien van enkele belangrijke begrotingsposten, dan levert RCR resultaten op die significant verschillen van de klassieke resultatenanalyse.

**Literatuur**


[1] G. Amerman, „The mathematics of variance analysis", *Accounting Research* 4 (1953), pp. 258-269 and 329-350, and 5 (1954), pp. 56-79.

[2] A. Bosman and J. L. Bouma, „Cost accounting, planning and budgeting", in: C. B. Tilanus (ed.), *Quantitative Methods in Budgeting*, Martinus Nijhoff, Leiden, 1976, pp. 109-134.

[3] J. Dijksma en C. van Halem, „Beheersing van bedrijfsactiviteiten conform een optimaal korte termijnplan", *MAB* 49 (1975), pp. 420-427.

[4] C. van der Enden, „Ratio network models and their application in budgeting", in: C. B. Tilanus (ed.), *Quantitative Methods in Budgeting*, Martinus Nijhoff, Leiden, 1976, pp. 67-91.

[5] D. J. J. van Loon, *Toepassing resultatenanalyse naar causale relatie met behulp van een budgetteringsmodel*, Afstudeerrapport, Afdeling Bedrijfskunde, Technische Hogeschool Eindhoven, 1977.

[6] H. A. Smits and P. A. Verheyen, „The development of a budgeting model", in: C. B. Tilanus (ed.), *Quantitative Methods in Budgeting*, Martinus Nijhoff, Leiden, 1976, pp. 92-108.

[7] J. A. M. Theeuwes, „De resultatenanalyse in een besturingsinformatiesysteem", *MAB* 45 (1971), pp. 139-154.

[8] J. A. M. Theeuwes en C. B. Tilanus, „De resultatenanalyse naar causale relatie", *MAB* 47 (1973), pp. 14-26.

[9] C. B. Tilanus and J. A. M. Theeuwes, „Variance analysis, flexible budgeting and responsibility accounting", in: C. B. Tilanus (ed.), *Quantitative Methods in Budgeting*, Martinus Nijhoff, Leiden, 1976, pp. 147-158.

[10] H. M. Wopkes, „Het conjunctieverschijnsel bij de verschillen-analyse", *MAB* 37 (1963), pp. 276-282.

Het begrote faktorverbruik per eenheid produkt ($F_b$) is afhankelijk van de begrote hoeveelheid produkt ($Q_b$):

$$F_b = F(Q_b) \tag{A.1}$$

De begrote inkoopprijs ($P_b$) is afhankelijk van het begrote faktorverbruik en van de begrote hoeveelheid produkt:

$$P_b = P(F_b, Q_b) \tag{A.2}$$

Een driedimensionale begrotingspost $C_b$ is het produkt van hoeveelheid, faktorverbruik, en inkoopprijs:

$$C_b = Q_b \times F_b \times P_b \tag{A.3}$$

Vergelijkingen (A.1) t/m (A.3) vormen een kostenmodel van drie vergelijkingen in drie onbekenden ($F_b$, $P_b$, $C_b$), en één exogene, buiten het model om te bepalen, grootheid ($Q_b$). Het is een z.g. recursief model, omdat de vergelijkingen één voor één door substitutie op te lossen zijn. Immers, substitueer $Q_b$ in (A.1), en $F_b$ volgt; substitueer $F_b$ en $Q_b$ in (A.2), en $P_b$ volgt; substitueer $P_b$, $F_b$ en $Q_b$ in (A.3), en $C_b$ volgt.

De autonome afwijking tussen werkelijke hoeveelheid produkt en begrote hoeveelheid produkt is

$$Q_w - Q_b \tag{A.4}$$

De afwijking (A.4) veroorzaakt een afwijking in het faktorverbruik ter grootte van

$$F(Q_w) - F_b \tag{A.5}$$

en een afwijking in de inkoopprijs ter grootte van

$$P(F(Q_w), Q_w) - P_b \tag{A.6}$$

Alle drie effekten van (A.4) t/m (A.6) worden toegerekend aan de persoon of afdeling die verantwoordelijk is voor Q (bijvoorbeeld de verkoopafdeling).

De autonome afwijking tussen werkelijk faktorverbruik en het faktorverbruik dat begroot zou zijn bij de werkelijke produktie is

$$F_w - F(Q_w) \tag{A.7}$$

De afwijking (A.7) veroorzaakt een afwijking in de inkoopprijs ter grootte van

$$P(F_w, Q_w) - P(F(Q_w), Q_w) \tag{A.8}$$

Beide effekten van (A.7) en (A.8) worden toegerekend aan de persoon of afdeling die verantwoordelijk is voor F (bijvoorbeeld de produktieafdeling).

De autonome afwijking tussen werkelijke inkoopprijs en de inkoopprijs die begroot zou zijn bij het werkelijk faktorverbruik en de werkelijke produktie is

$$P_w - P(F_w, Q_w) \tag{A.9}$$

Het effekt van (A.9) wordt toegerekend aan de persoon of afdeling die verantwoordelijk is voor P (bijvoorbeeld de inkoopafdeling).

Het te analyseren resultaat is het verschil tussen de werkelijke kosten en de begrote kosten, $C_w - C_b$, of

$$Q_w \times F_w \times P_w - Q_b \times F_b \times P_b \tag{A.10}$$

Gaan we dit verschil nu systematisch opsplitsen dan krijgen we de volgende termen:

$$Q_w \times F_w \times P_w - Q_b \times F_b \times P_b \tag{A.10}$$

$$= (Q_w - Q_b) \times F_b \times P_b \tag{A.11}$$

$$+ Q_w \times (F(Q_w) - F_b) \times P_b \tag{A.12}$$

$$+ Q_w \times F(Q_w) \times (P(F(Q_w), Q_w) - P_b) \tag{A.13}$$

$$+ Q_w \times (F_w - F(Q_w)) \times P(F(Q_w), Q_w) \tag{A.14}$$

$$+ Q_w \times F_w \times (P(F_w, Q_w) - P(F(Q_w), Q_w)) \tag{A.15}$$

$$+ Q_w \times F_w \times (P_w - P(F_w, Q_w)) \tag{A.16}$$

Op grond van de overwegingen bij (A.4) t/m (A.9) moeten de termen (A.11) t/m (A.13) aan Q worden toegerekend, (A.14) en (A.15) aan F, en (A.16) aan P. Samenvattend: van het totale resultaat (A.10) wordt aan Q toegerekend:

$$Q_w \times F(Q_w) \times P(F(Q_w), Q_w) - Q_b \times F_b \times P_b \tag{A.17}$$

wordt aan F toegerekend:

$$Q_w \times F_w \times P(F_w, Q_w) - Q_w \times F(Q_w) \times P(F(Q_w), Q_w) \tag{A.18}$$

en wordt aan P toegerekend:

$$Q_w \times F_w \times P_w - Q_w \times F_w \times P(F_w, Q_w) \tag{A.19}$$

Het begrote produktiefaktorverbruik per eenheid produkt ($M_b$) is afhankelijk van de begrote hoeveelheid produkt ($Q_b$):

$$M_b = M(Q_b) \tag{B.1}$$

Het begrote kostenfaktorverbruik per eenheid produktiefaktor ($F_b$) is afhankelijk van het begrote produktiefaktorverbruik en van de begrote hoeveelheid produkt:

$$F_b = F(M_b, Q_b) \tag{B.2}$$

De begrote inkoopprijs ($P_b$) is afhankelijk van het begrote kostenfaktorverbruik, het begrote produktiefaktorverbruik, en de begrote hoeveelheid produkt:

$$P_b = P(F_b, M_b, Q_b) \tag{B.3}$$

Een vierdimensionale begrotingspost $C_b$ is het produkt van hoeveelheid, produktiefaktorverbruik, kostenfaktorverbruik en inkoopprijs:

$$C_b = Q_b \times M_b \times F_b \times P_b \tag{B.4}$$

Vergelijkingen (B.1) t/m (B.4) vormen een recursief kostenmodel van vier vergelijkingen in vier onbekenden ($M_b$, $F_b$, $P_b$ en $C_b$) en één exogene, buiten het model om te bepalen, grootheid ($Q_b$).

De autonome afwijking tussen werkelijke hoeveelheid produkt en begrote hoeveelheid produkt

$$Q_w - Q_b \tag{B.5}$$

veroorzaakt afwijkingen in produktiefaktorverbruik,

$$M(Q_w) - M_b \tag{B.6}$$

kostenfaktorverbruik,

$$F(M(Q_w), Q_w) - F_b \tag{B.7}$$

en inkoopprijs

$$P(F(M(Q_w), Q_w), M(Q_w), Q_w) - P_b \tag{B.8}$$

Alle vier effekten moeten aan $Q$ worden toegerekend.

De autonome afwijking tussen werkelijk produktiefaktorverbruik en het produktiefaktorverbruik dat begroot zou zijn bij de werkelijke produktie,

$$M_w - M(Q_w) \tag{B.9}$$

veroorzaakt afwijkingen in kostenfaktorverbruik

$$F(M_w, Q_w) - F(M(Q_w), Q_w) \tag{B.10}$$

en inkoopprijs

$$P(F(M_w, Q_w), M_w, Q_w) - P(F(M(Q_w), Q_w), M(Q_w), Q_w) \qquad (B.11)$$

Alle drie effekten moeten aan M worden toegerekend.

De autonome afwijking tussen werkelijk kostenfaktorverbruik en het kostenfaktorverbruik dat begroot zou zijn bij de werkelijke produktie en het werkelijk produktiefaktorverbruik.

$$F_w - F(M_w, Q_w) \qquad (B.12)$$

veroorzaakt een afwijking in de inkoopprijs,

$$P(F_w, M_w, Q_w) - P(F(M_w, Q_w), M_w, Q_w) \qquad (B.13)$$

Beide effekten moeten aan F worden toegerekend.

Het effekt van de autonome afwijking tussen werkelijke inkoopprijs en de inkoopprijs die begroot zou zijn bij de werkelijke produktie, het werkelijk produktiefaktorverbruik en het werkelijk kostenfaktorverbruik,

$$P_w - P(F_w, M_w, Q_w) \qquad (B.14)$$

moet aan P worden toegerekend.

Gaan we het totale te analyseren verschil $C_w - C_b$ systematisch opsplitsen in deelverschillen dan krijgen we de volgende termen:

$$Q_w \times M_w \times F_w \times P_w - Q_b \times M_b \times F_b \times P_b \qquad (B.15)$$

$$= (Q_w - Q_b) \times M_b \times F_b \times P_b \qquad (B.16)$$

$$+ Q_w \times (M(Q_w) - M_b) \times F_b \times P_b \qquad (B.17)$$

$$+ Q_w \times M(Q_w) \times (F(M(Q_w), Q_w) - F_b) \times P_b \qquad (B.18)$$

$$+ Q_w \times M(Q_w) \times F(M(Q_w), Q_w) \times (P(F(M(Q_w), Q_w), M(Q_w), Q_w) - P_b) \qquad (B.19)$$

$$+ Q_w \times (M_w - M(Q_w)) \times F(M(Q_w), Q_w \times P(F(M(Q_w), Q_w), M(Q_w), Q_w) \qquad (B.20)$$

$$+ Q_w \times M_w \times (F(M_w, Q_w) - F(M(Q_w), Q_w)) \times P(F(M(Q_w), Q_w), M(Q_w), Q_w) \qquad (B.21)$$

$$+ Q_w \times M_w \times F(M_w, Q_w) \times (P(F(M_w, Q_w), M_w, Q_w) - P(F(M(Q_w), Q_w), M(Q_w), Q_w)) \qquad (B.22)$$

$$+ Q_w \times M_w \times (F_w - F(M_w, Q_w)) \times P(F(M_w, Q_w), M_w, Q_w) \qquad (B.23)$$

$$+ Q_w \times M_w \times F_w \times (P(F_w, M_w, Q_w) - P(F(M_w, Q_w), M_w, Q_w) \qquad (B.24)$$

$$+ Q_w \times M_w \times F_w \times (P_w - P(F_w, M_w, Q_w)) \qquad (B.25)$$

Op grond van de overwegingen bij (B.5) t/m (B.14) moeten de termen (B.16) t/m (B.19) aan Q worden toegerekend, (B.20) t/m (B.22) aan M, (B.23) en (B.24) aan F, en (B.25) aan P. Samenvattend: van het totale verschil (B.15) wordt aan Q toegerekend:

$$\begin{aligned} &Q_w \times M(Q_w) \times F(M(Q_w), Q_w) \times P(F(MQ_w), Q_w), M(Q_w), Q_w) \\ &\quad - Q_b \times M_b \times F_b \times P_b \end{aligned} \qquad (B.26)$$

wordt aan M toegerekend:

$$\begin{aligned} &Q_w \times M_w \times F(M_w, Q_w) \times P(F(M_w, Q_w), M_w, Q_w) \\ &\quad - Q_w \times M(Q_w) \times F(M(Q_w), Q_w) \times P(F(M(Q_w), Q_w), M(Q_w), Q_w) \end{aligned} \qquad (B.27)$$

wordt aan F toegerekend:

$$\begin{aligned} &Q_w \times M_w \times F_w \times P(F_w, M_w, Q_w) \\ &\quad - Q_w \times M_w \times F(M_w, Q_w) \\ &\quad \times P(F(M_w, Q_w), M_w, Q_w) \end{aligned} \qquad (B.28)$$

en wordt aan P toegerekend:

$$\begin{aligned} &Q_w \times M_w \times F_w \times P_w \\ &\quad - Q_w \times M_w \times F_w \times P(F_w, M_w, Q_w) \end{aligned} \qquad (B.29)$$

Stel nu dat er in het geheel niet met flexibele budgettering wordt gewerkt. Dan blijven alleen de autonome afwijkingen bestaan en worden de termen (B.16) t/m (B.25) alle op vier na nul. De termen die blijven bestaan zijn (B.16), (B.20), (B.23) en (B.25). Of stel dat er geen flexibele budgettering en bovendien geen nacalculatie van kostenfaktorverbruik en inkoopprijs plaatsvindt ($F_w$ en $P_w$ worden niet gemeten). Dan blijven alleen de termen (B.16) en (B.20) bestaan. Of stel dat er uitsluitend t.a.v. het kostenfaktorverbruik met flexibele budgettering wordt gewerkt. In dat geval blijven naast de termen (B.16), (B.20), (B.23) en (B.25) ook nog de termen (B.18) en (B.21) bestaan. Zo zullen in de praktijk dikwijls een aantal van de termen (B.16) t/m (B.25) verdwijnen, maar het algemeen kader blijft gelden voor alle gevallen.