

# NOMOGRAFISCH PROGRAMMEREN<sup>1</sup>)

door prof. dr. A. Grypdonck (Hasselt, België)

## 1 De klassieke break-even analyse

De klassieke break-even analyse leidt in haar grafische vorm tot de visualisering van de gekwantificeerde relatie tussen produktievolume, kosten, omzet en winst, waarbij een situatie of een verwachting wordt uitgedrukt met het oog op de voorbereiding van een beleidsbeslissing. Het gaat om een techniek die vooral door W. Rautenstrauch en C. E. Knoepfel in de U.S.A. tot ontwikkeling werd gebracht in de eerste helft van onze eeuw.

De eenvoudige techniek van de break-even analyse is het voorwerp van veelvuldige kritiek. Een van de meest voorkomende opwerpingen richt zich tegen de vooronderstelling van het lineair zijn van het kostenverloop. Een evoluerende bedrijfseconomische theorie (Gutenberg) en empirische onderzoeken (W. Rautenstrauch, J. Dean, J. Johnston, Yntema, e.a.) laten toe te besluiten dat het totale kostenbeeld over een zeer ruim verloop van de bedrijfsdruktegraad ongeveer lineair is.

Tal van andere bezwaren leiden tot omzichtigheid wat opbouw en interpretatie van de break-even grafiek betreft.

Een zeer ernstig bezwaar, en in verband waarmee in de regel slechts hulpmiddelen gegeven worden die weinig voldoening schenken, is de vooronderstelling van een homogene produktie.

## 2 Nomogrammen als uitdrukking van de volume-kosten-winst relatie

De nomografie heeft tot doel de grafische voorstelling van gelijkheden, afhankelijk van het aantal variabelen, zodat, door eenvoudig aflezen, de bij elkaar horende waarden van de veranderlijken kunnen worden vastgesteld. M.a.w. een visuele uitdrukking wordt gegeven die toelaat de waarden van afhankelijke variabelen vast te stellen voor de diverse waarden die de onafhankelijke variabelen kunnen aannemen.

Vooraf het parallelcoördinatennomogram met puntenschaal (M. d'Ocagne) is hierbij nuttig omdat het met een vrij eenvoudige constructie en directe afleesbaarheid toelaat meerdere functionele verbanden in één enkel nomogram onder te brengen en daarbij vrij gemakkelijk interpolatie mogelijk maakt.

De wiskundige modellen die aan de basis liggen van de beslissingsvoorbereiding zijn de uitdrukking van een aantal functionele relaties tussen variabelen die het nagestreefde resultaat (bijv. winstmaximalisering of kostenminimalisering) beïnvloeden.

---

1) Deze bijdrage is in hoofdzaak een samenvatting van het proefschrift „Nomografische break-even programmering bij heterogene produktie” (Katholieke Hogeschool, Tilburg 1969) dat uitgegeven werd in de reeks „Economie en Bedrijfswetenschappen” van de „Limburgse Academische Bibliotheek”, Hasselt 1969 (tekstdeel 295 pag. + deel met 79 fig.). Voor wiskundige aspecten, motivering, gedetailleerde uitwerking en meer complexe voorbeelden zij naar dit werk verwezen.

De (nomo)grafische voorstelling zal niet alleen de voorbereiding van de beslissing evenzeer mogelijk maken als het wiskundige model, maar biedt bovendien communicatievoordelen („visualizing a business”).

Rekening houdend met het onderscheid naar variabiliteit van de kosten kunnen functies worden opgebouwd en grafisch uitgedrukt voor het capaciteitsgebruik van de onderscheiden afdelingen, het kostenbedrag, het omzetbedrag, het brutowinstbedrag bij combinatie van meerdere produkten en verondersteld lineair verloop.

### 3 Nomografische uitdrukking van knelpunten

Van knelpunten is sprake zodra voor de beleidsbeslissing beperkingen worden opgelegd ten gevolge van een produktiefactor of een bedrijfsselement dat zulke imperatieven meebrengt, dat de mogelijkheden van het geheel niet harmonisch of in elk geval niet willekeurig kunnen worden benut. Het kan daarbij gaan om maximumbegrenzungen zoals de beschikbare capaciteit, de beschikbaarheid van grond- of hulpstoffen, de personeelsbezetting, de afzetmogelijkheden, of om minimumbegrenzungen zoals contractuele verplichtingen, de tewerkstelling. Een karakteristieke minimumbegrenzing is te vinden in de eis tot dekking van de vaste kosten.

De mogelijke knelpunten kunnen ook in het nomogram worden opgenomen. De begrenzungen worden bepaald door de grenswaarden van de afhankelijke of de onafhankelijke variabelen zoals door de restricties opgelegd.

### 4 Nomografische programmeringsmogelijkheden

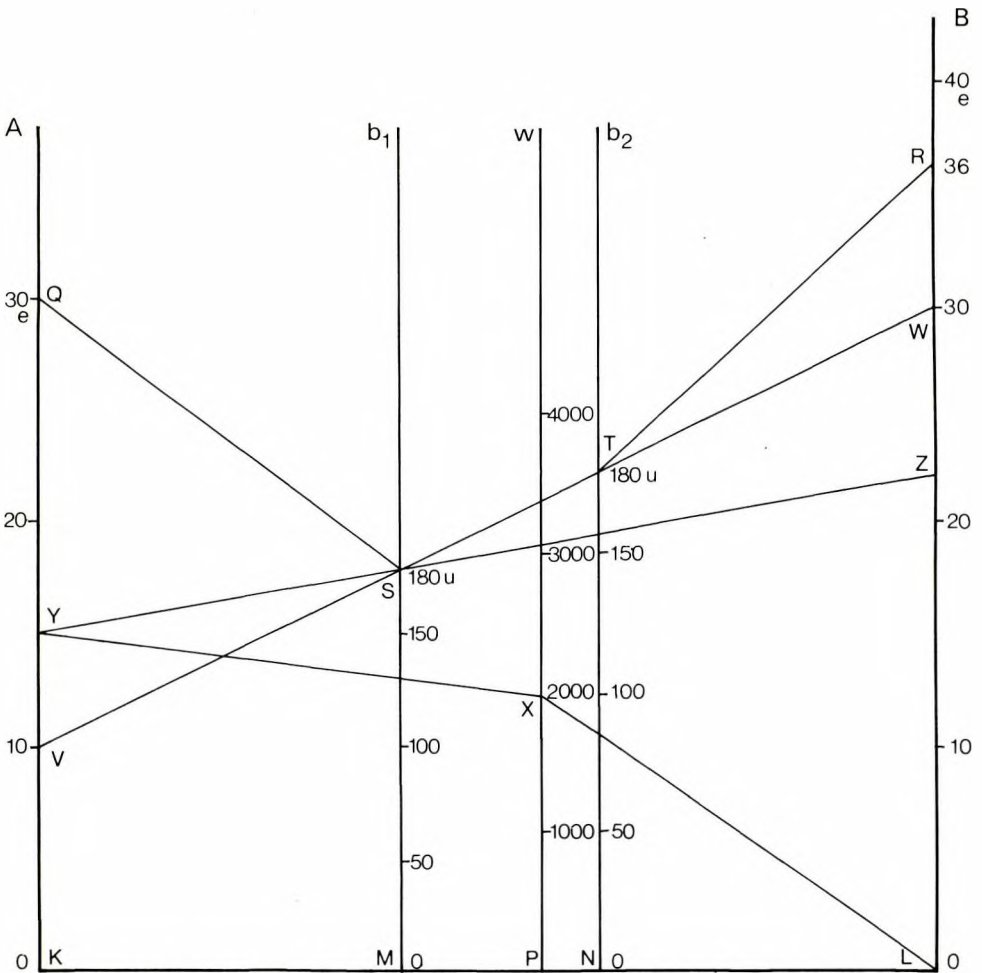
Aan de hand van het volgende beperkte voorbeeld kunnen de programmeringsmogelijkheden worden geïllustreerd.

Verondersteld is een capaciteit van 180 u. in elk van twee afdelingen waarin telkens achtereenvolgens twee produkten dienen bewerkt. De capaciteit en het capaciteitsgebruik zijn als volgt vastgelegd

Afdeling	Beschikbare uren	Vereist per eenheid	
		voor produkt A	voor produkt B
I	180 u.	6 u.	4 u.
II	180 u.	3 u.	5 u.

De brutowinst belooft per eenheid A 70,— en per eenheid B 90,—. De vaste kosten belopen 2000,—. Contractueel wordt een afzet van A vereist ten belope van 15 eenheden.

Het uitdrukken van de functionele relaties in een nomogram leidt tot bijgaande figuur. Twee parallellassen (A en B) worden voorzien van een gelijkmatige schaalverdeling voor de eenheden van elk van de produkten. De basislijn die de nulwaarden verbindt wordt verdeeld in omgekeerde verhouding van de vereiste uren voor afdeling I, hetgeen leidt tot het bepalen van het punt M. In dit punt wordt de drager  $b_1$  getekend die evenwijdig is met de assen. Op analoge wijze wordt gewerkt voor de drager  $b_2$  in verband met afdeling II. De dragers  $b_1$  en  $b_2$  kunnen de capaciteit en de capaciteits-



aanwending uitdrukken. Daartoe worden ze voorzien van een schaalverdeling (die bijvoorbeeld kan worden bepaald op grond van het vastleggen van één waarde : de rechte die Q met L verbindt en een combinatie uitdrukt van 30 eenheden A met 0 eenheden B moet  $b_1$  snijden in het punt met waarde 180 u., omdat deze combinatie de maximale bezetting van afdeling I medebrengt). De drager  $w$  drukt de brutowinstwaarden uit en is getekend op een analoge wijze als het geval was voor de capaciteitsdragers (de omgekeerde verhouding tussen de brutowinsten per eenheid is hier bepalend voor het punt P).

Op de winstdrager drukt de waarde 2000,- (punt X) de brutowinst uit die vereist is om de vaste kosten te dekken.

Onder meer zijn nu de volgende programmeringsmogelijkheden voorhanden :

- Uitdrukken van de volume-kosten-winst relatie voor gelijk welke combinatie van beide produkten. De rechte YZ laat toe af te lezen welke de bezettingsgraad en de winstmogelijkheid is voor een aantal eenheden A en B.

- Uitdrukken van de maximale capaciteitsbenutting. De rechte VW drukt uit hoeveel winst kan behaald worden en welk het aantal eenheden is dat in de combinatie dient opgenomen om volledige bezetting te bekomen.
- Begrenzing van de maximale mogelijkheden. De gebroken lijn QSTR drukt deze begrenzing uit. Elke combinatie die deze gebroken lijn snijdt drukt een produktencombinatie uit die met de bestaande capaciteit niet verwezenlijkbaar is.
- Begrenzing van de minimale mogelijkheden. De gebroken lijn YXL drukt de minimale begrenzing uit, bepaald door enerzijds de contractuele afzet van A en anderzijds het dode punt (punt X). Alleen combinaties die uitgedrukt worden door rechten die deze begrenzing niet snijden beantwoorden aan de gestelde eisen.
- Optimale oplossing. Indien winstmaximalisatie vereist is zou de combinatie uitgedrukt door VW de optimale oplossing brengen, want de combinatie lijn snijdt de winstlijn zo hoog mogelijk. In het voorliggende geval is deze combinatie nochtans niet haalbaar vanwege de minimumbegrenzing. Een haalbare oplossing is dan wel bepaald door de rechte YZ. Op de winstlijn kan worden afgelezen welk winstoffer dient gebracht ten gevolge van de contractuele minimumproductie van A.
- Isobezettingspunten. Elk punt van één van de dragers is een isobezettingspunt, in die zin dat alle combinatie lijnen die door dat punt lopen dezelfde bezettingsgraad laten behouden voor die afdeling.
- Isowinstpunten. Alle combinatie lijnen die door een bepaald punt van de winstdrager gaan, drukken combinaties uit die aanleiding zijn tot hetzelfde brutowinstbedrag.
- Break-even situatie. Alle combinatie lijnen die door het punt X lopen drukken combinaties van A en B uit die in elk geval toelaten de vaste kosten te dekken.

Uit dit beperkte voorbeeld en uit deze beperkte opsomming kan worden afgeleid dat deze nomografische aanpak heel wat meer mogelijkheden biedt dan de klassieke break-even analyse. De benaming kan dan ook beter worden „nomografische break-even programmering”, waarin „break-even” niet meer alleen duidt op het dode punt, maar op evenwichts- of indifferentiesituaties in het algemeen.

## 5 Aanvullende bemerkingen

- Nomografisch programmeren en lineaire programmering. Uit het voorgaande blijkt reeds duidelijk dat het parallellessenomogram beantwoordt aan een aantal mogelijkheden van lineaire programmering. De mogelijkheden van grafische lineaire programmering worden er door uitgebreid, enerzijds omdat een ganse waaier van waarden voor meerdere functionele verbanden op een vrij eenvoudige wijze kan worden uitgedrukt en afgelezen, anderzijds omdat het aantal onafhankelijke variabelen niet beperkt hoeft te blijven tot twee. De nomografische aanpak laat inderdaad toe te programmeren voor meer dan twee produkten, zij het dan dat het aantal ook niet te hoog mag zijn.
- Niet-lineair verloop. Ook bij niet-lineair verloop zijn een aantal mogelijk-

heden van nomografische uitdrukking voorhanden. De praktische mogelijkheden blijven nochtans beperkt doordat de grafische voorstellingen te complex worden wat de hanteerbaarheid vermindert.

- Nomografisch programmeren hoeft niet noodzakelijk beperkt te blijven tot de mogelijkheden in deze bijdrage (en in het genoemde boek) aangehaald. Ook in andere gevallen, zoals bij mengproblemen, indifferentieproblemen, voorraadproblemen kan van nomogrammen gebruik gemaakt worden voor de beslissingsvoorbereiding<sup>2</sup> ).

---

2) Enige grondslagen en voorbeelden in dit verband werden in andere bijdragen gepubliceerd, o.a. „Grafische benadering van een mengprobleem” in „Organisation scientifique - Wetenschappelijke organisatie”, Brussel 10-1968, „Nomografische benadering van een mathematisch programmeringsprobleem” in „Mededelingen Operationele Research”, mei 1968, „Indifferentie-programmering van de winst bij heterogene produktie”, MBAO maart 1969, „Nomografische benadering van de optimale bestelgrootte en seriegrootte”, MBAO mei 1969.