

VOORUITSKATTING EN MODELBOU IN DIE BANKWESE



Dr. P.W. de Lange

"C-Bank's business is lending money. Our success depends on our ability to determine how much money should be loaned to whom and under what terms. Our success, particularly over periods of loose money, also depends on our ability to build and maintain closer relationships with customers than our competitors do. Those relationships depend on the quality of our service, including the speed with which we can respond to loan requests and the general value of our counsel as financiers. All of this requires extensive financial analysis, sometimes under heavy time pressure. It is, therefore, not surprising at all that we would use the computer to permit faster and more comprehensive quantitative analysis"⁵.

1. INLEIDING

Dit is tradisioneel dat daar nooit gepraat word oor die besonderhede van ontledingstegnieke wat deur 'n bank of 'n finansiële instelling gebruik word nie.

Om daardie rede wil ek dan nie die vertroue wat in my gestel was, skend nie. Daar sal kortliks aangedui word wat met modelle bedoel word. Sommige van die projekte wat moontlik gemaak is deur die beskikbaarheid van rekenoutomate, soos dit 'n jaar of wat gelede die geval was in verskeie banke in Engeland, Ierland, Switserland, Kanada, V.S.A. en Brasilië, sal bespreek word. Inligting oor die nutwaarde van verskeie projekte sal waar moontlik aangedui word.

2. 'N MODEL AS HULPMIDDEL TOT BESLUIT-NEMING

'n Model is, in beginsel, 'n voorstelling van die werklikheid. Dit word gebruik as 'n hulpmiddel om meer kennis te bekom deur ontleding en as 'n middel om inligting oor te dra om uiteindelik beter besluit-neming, gegrond op kwantitatiewe ontleding, te verkry.

Modelle in operasionele navorsing¹ neem die vorm van vergelykings aan wat, alhoewel hulle wiskundig ingewikkeld is, 'n eenvoudige onderliggende samestelling het, bv.:

$$U = f(X_i, Y_j)$$

Waar U die nutwaarde is van die stelsel wat ondersoek word;

X_i is die beheerbare veranderlikes, en

Y_j is die nie-beheerbare veranderlikes of konstantes wat U beïnvloed.

f is die onderlinge verhouding tussen U, X_i en Y_j .

Die beperkings in die onderlinge verhoudings moet

ook bygewerk word voordat die model van die stelsel werklik as sodanig kan optree.

Om 'n oplossing te verkry met die gebruik van 'n model word daar geëksperimenteer deur simulatie toe te pas of deur 'n wiskundige ontleding uit te voer.

Simuleringsstegnieke word gebruik om die toekomstige stelsel na te boots wanneer al die nodige voorwaardes gegee word. Dit gee nie die "beste" oplossing nie maar verskeie alternatiewe aannames kan op die proef gestel word om verskeie oplossings te verkry.

'n Tipiese vloeiagram van 'n simulasiemodel² word in figuur 1 aangetoon. Die diagram, wat self-verduidelikend is, bevat die besluitstelsel vir die opstel van 'n balansstaat en die vooruitskatting daarvan.

As 'n voorbeeld van wiskundige ontleding in modelbou kan daar verwys word na gewone lineêre programmering waarmee geoptimeerde resultate verkry kan word:

$$\text{Maks } Z = f(x) = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

waar C_j konstantes is, en
 X_j veranderlikes is.

Z kan ekwivalent aan sê die wins van 'n organisasie gestel word. X_j is die veranderlikes wat in 'n lineêre verband die wins bepaal.

Heelwat probleme is al in die praktyk ondervind met so 'n eenvoudige benadering. Dit is belangrik om kennis te neem van een van die jongste ontwikkelinge in wiskundige ontleding, nl. die ontwikkeling van doelprogrammering ("Goalprogramming"). Die bereiking van botsende doelstellings kan maksimaal bevredig word. 'n Uiteensetting van 'n probleem in lineêre programmering en ook in doelprogrammering word in die Bylae gegee. Dit is 'n baie eenvoudige produksie- en bemarkingsprobleem. Soortgelyke, maar heelwat ingewikkelder probleme, word dikwels deur Amerikaanse banke in 'n raadgevende hoedanigheid vir hulle kliënte ontleed.

(Voordrag gelewer by die Pretoria-tak, SA Rekenaarsvereniging, 20 Maart 1975)

3. VERSKEIE TOEPASSINGS VAN ONTLEDINGS-TEGNIEKE

3.1. Vooruitskatting van die Balansstaat

Soos in enige organisasie gaan dit in 'n bank grootliks om die balansstaat en vooruitbepaling van wins deur topbestuur. In verskeie banke in Switserland en Noord-Amerika word daar van lineêre programmering gebruik gemaak in die bestuur van bates ("asset management").

Daar word van die bestuur verwag om vooruitskatting van finansiële bronne te doen waarop winsmaksimering verwag word. By verskeie banke word die vooruitskatting op 'n vyfjaargrondslag gedoen maar dit was my indruk dat die analitici nie tevrede was met resultate nie. Analitiese tegnieke met behulp van rekenaarprogramme word gebruik om snelle verandering van beleggingstrategie te vergemaklik.

Simulasie soortgelyk aan bogenoemde, word by verskeie Amerikaanse banke toegepas vir die vooruitskatting van 'n balansstaat. Hierdie banke is ook dinamies ingestel soos bv. 'n bank in Kanada wat 'n jaar gelede besig was om 'n model vir bates en laste te herskryf ten einde dit moontlik te maak om die invloed van verandering in rentekoerse vinnig te peil.

Een van die New Yorkse banke het 'n program om huidige waardeberekenings te gebruik om die opbrengskoers van eksterne herbelegging in verbande, lenings en verhuring op 'n gemeenskaplike grondslag te plaas.

'n Bank in North Carolina weer het 'n program wat op 'n maandgrondslag die maandelikse staat van 'n gekose groep lopende rekeninge vir 'n jaar vooruitskat. Aansienlike mannekragbesparing is daardeur verkry. Die proses word nog verder gevoer deurdat die program van elke rekening ook 'n twaalfmaandelikse balansstaat, opbrengsstaat en ander beheerinsligting van lopende rekeninge opstel. Die koste/voordeel-ontleding was suksesvol.

3.2. Rentekoersvooruitskatting

Rentekoersvooruitskattings, een van die belangrikste aspekte van die finansiële wêreld, veroorsaak nog hoofbrekens. Daarom vind 'n mens by die meeste groot bankinstellings dat verskeie aspekte tesame met meganistiese vooruitskattings van rentekoerse op 'n komitee grondslag bespreek en waardeur word.

Ek wil geensins die kompleksiteit van rentekoersvooruitskatting onderskat nie maar die ondervinding het getoon dat daar tog sukses met die gebruik van meganistiese metodes behaal kan word, wanneer 'n lang datareeks en waar 'n rekenaar met 'n groot geheue om etlike honderde interasies uit te voer, beskikbaar is. Resultate soortgelyk aan die wat onlangs gepubliseer is³ insake die vooruitskatting van die goudprys is ook verkry op verskeie tipes rentekoersreekse.

3.3. Beleggingsmodelle en korporatiewe* finansiële beplanningsdienste

Konsultante in Parys, Frankryk, het 'n produksie- en nutbeleggingsprogram vir een van die Franse banke

verwerk om beleggingsmodelle te kan hanteer. Daarna het 'n groot aanvraag by die Franse versekeringsmaatskappye vir die program ontstaan. Ek het die sonderlinge eer gehad om in 1971 die eerste bekendstelling van dié beleggingsprogram in Parys te kon bywoon.

Die hele gedagte van korporatiewe beleggingsadvies deur Amerikaanse banke is moontlik gemaak deur die beskikbaarheid van verskeie beleggingsprogrammatuur. Die tipe diens maak gebruik van die groot rekenoutomaatgeheues van bankinstellings wat nie 'n volle 24 uur gebruik word nie. Dié konsultdiens is ook aansienlik goedkoper as die van 'n professionele konsultant wat waarskynlik direkte koste vir rekenoutomaattyd moet bereken.

Dit is nie so eenvoudig om met behulp van lineêre programmering die juiste beleggingsoptimering te verkry nie. Daarom vind 'n mens dat sommige banke oorslaan na doelprogrammering soortgelyk aan die in die Bylae bespreek. Verskeie botsende doelstellings kan binne bepaalde aanvaarbaarheidsgrense tevrede gestel word.

3.4. Kontantbestuur ("Cash Management")

'n Ontleedstudie in Engeland het daartoe gelei dat die kontant voorhande in takke verminder is met 15%. Daar is ook 'n model vir die doeltreffende plasing van sentrums vir kontantverspreiding in Engeland in gebruik. 'n Franse konsultant het reeds 27 kontantbestuurstudies vir Franse banke gedoen en laasgenoemde beraam dat die vermindering in kontant voorhande gemiddeld R5 000 000 per organisasie beloop.

Die werklike voordeel word bepaal deur wat die betrokke instansies met hierdie kontantbedrag doen as dit nie in die vorm van kontant gehou word nie.

Die kontantvloei in bankfondse vorm ook 'n deel van die korporatiewe bankmodel van 'n aantal banke in die VSA.

3.5. Ontleding en bestuur van portefeuljes

Dit is natuurlik vir 'n Switserse bank om namens hulle kliënte betrokke te wees by die ontleding van portefeuljes. Portefeuljes kan suksesvol met 'n wiskundige model op 'n rekenoutomaat gedoen word hoofsaaklik omdat die keuse vir belegging in Switserland so omvangryk is. Die daaglikse aantal marknoterings wissel tussen 40 000 en 60 000. Ek is meegedeel dat die program vir portefeuljekeuse vir 'n betrokke bank "duisende frank" werd is en dit was toe reeds twee jaar in gebruik. Vir 90% van hulle kliënte word insligting oor 2 000 sekuriteite ingesamel. In totaal word 500 veranderlikes deur die program gehanteer.

Hierteenoor, in 'n kleiner Switserse bank, waar portefeulje-ontleding ook gedoen word maar waar slegs 'n terminuseenheid beskikbaar was, moet die aandele wat dopgehou word, verminder word van 499

* 'n "Korporatiewe" liggaam verwys na enige liggaam wat 'n regspersoonlike status het.

na 50 aangesien die taak net te omvangryk geword het sonder modelbenadering. Dié klein bank maak dan ook aldaar staat op die raad van aandeel-makelaars.

Die personeel het wel besef dat indien hulle in die besigheidswêreld wou bly voortbestaan, daar veel meer wetenskapliker te werk gegaan sou moes word.

In die VSA is die saak natuurlik fyn uitgewerk. Die voordeel van die portefeulje-kiesprogram is deur een bank soos volg gestel: "It reduces the cost, the chances of error and the time involved in selecting portfolios". Drie beperkings word deur die belegger gestel: nl.

- (1) die maksimum gemiddelde risiko wat hy gewillig is om te neem;
- (2) die grootste deel van die portefeulje wat hy wil toelaat vir belegging in 'n enkele aandeel;
- (3) die bedrag wat hy wil belê.

Maar daar is slegs enkele programme wat vooruitskatting omvat. Ek het die indruk gekry dat daar talle banke was wat heelwat ontwikkelingswerk gedoen het om ordentlike portefeuljemodelle met 'n praktiese inslag te verkry.

3.6. Modelle vir buitelandse belasting en wisselkoerse

By 'n bank in Kalifornië is 'n model om die rol van buitelandse belasting en internasionale lenings-transaksies te bepaal 'n aantal jare reeds in roetine gebruik. Dié betrokke bank was toe besig om 'n wisselkoersmodel te ontwikkel wat hulle beskryf het as 'n "tremendous need", hoofsaaklik a.g.v. die obstabiliteit van wisselkoerse. Hulle beskouing was dat hulle 'n rasionale benadering tot die ontleding van die internasionale geldmark wou hê. 'n Belangrike aspek van hierdie model is dat die bestuur hulleself daarmee oplei om internasionale wisselkoersprobleme op 'n objektiewe wyse te hanteer.

Hierby aanverwant vind 'n mens dat 'n bank in die suide van die VSA weer 'n finansiële beplannings-model ontwikkel het vir 'n multi-nasionale organisasie. Die doel was om vir die korporatiewe finansiële bestuurder die geïntegreerde inslag van belasting, finansiering en eienaarskapoorwegings rakende ondergeskikte maatskappye in ander lande te bepaal. Dit word gebruik om te bepaal watter keuse uitgeoefen moet word in buitelandse lenings; moet dit in Franse frank of in Duitse mark geskied? Die model word ook gebruik om die gevolge van verwagte finansiële skokke in ander lande te bepaal soos bv. die verandering wat teweeggebring is toe Japan skielik sy belastingkoers verander het.

3.7. Omvattende maatskappymodel vir 'n bank-instelling

Daar was algemene ooreenstemming dat die bestaan en gebruik van 'n maatskappymodel van 'n bank dit vir die bestuur moontlik maak om weldeurdatge besluite te neem. Daar is egter uiteenlopende menings oor die verfyndheidspeil van dié modelle.

'n Bank in Kalifornië het in 1966 begin met die saamstel van 'n omvattende maatskappymodel en in

1973 was hulle o.a. in staat om die volgende te doen:

Vooruitskatting van middele ("resources");
Vooruitskatting van verpligtinge ("liabilities");
Berekening van inkomste-en-uitgawestate, effek-tiewe opbrengste en koerse, asook talle ander parameters.

Weer het die beskikbaarheid van die model baie bygedra tot opvoeding in die gebruik van ontleet-tegnieke.

Een van die "go-go"-banke het beweer dat hulle bestuur nie van so 'n omvattende maatskappymodel gebruik maak nie en dat hulle eerder indietestudies doen. Die ontleetgroep was byvoorbeeld nie geraadpleeg om 'n ontleding te doen voordat die bank sy kapitaal vergroot het nie. Op aanvraag kon die bestuur nie analities-aanvaarbare redes verstrek waarom die kapitaaluitbreiding gedoen is nie.

3.8. Pensioenfondse

Die "Management Science"-groep van 'n groot Kanadese bank het die beleggingsportefeulje van hulle pensioenfondse bevraagteken. Hulle het binne ses weke 'n teenvoorstel gemaak nadat van beskikbare programmatuur gebruik gemaak is. Die voorstel is aanvaar en die bankbestuur het toe later op grond van die modelstudies die Kanadese Federale Minister vir Pensioene beïnvloed om die beperkings vir beleggings deur pensioenfondse in sekere sektore van die beurs, op te hef. Verskeie roetinebeheerprogramme gerig op die doeltreffendheid van beleggingsprogramme vir pensioenfondse is tans in gebruik.

3.9. Raadgewende dienste aan kliënte

Omtrent elke bank in die VSA en in Switserland waar ek besoek afgelê het, het 'n raadgewende diens vir kliënte, dog nie soos dit hier te lande gedoen word nie.

Met raadgewende dienste word bedoel raad insake private plasings, tegniese raad, finansiële ontleding en vooruitskatting, advies rakende oorname en same-stellings en ander gespesialiseerde finansiële inligting.

Oor die algemeen is die doel van sodanige raad-gewende dienste eerstens gerig op noue skakeling met goeie kliënte en tweedens op besigheidsontwikkeling om daardeur nog sodanige goeie kliënte te trek. Die diens is alleen geregverdig as dit vinnig met bestaande programmatuur gelewer kan word.

Reeds in 1967 het 'n groot bank in Zurich 'n spesiale maatskappy gestig om aan sy kliënte en selfs aan lede van die publiek raadgewende diens te lewer. Indien 'n privaatpersoon die bank nader vir 'n lening, bv. tweede verband op 'n huis, word 'n spesiale rekenaar-program gebruik om heeltemal nie-emosioneel vas te stel of die aansoeker in staat sal wees om die lening terug te betaal. Die individu se geldverdienvermoë word geprojekteer tesame met die jaarlikse groei van sy inkomste uit sekuriteite en word vir 'n aantal jare bepaal. Die verwagte inflasie word ook in gedagte gehou. 'n Belangrike saak is dat die prosedure nie-emosioneel is en in die beste belang van die kliënt en die bank plaasvind.

'n Soortgelyke maar meer ingewikkelde prosedure word gevolg by leningsaansoeke deur maatskappye.

3.10. Rekenoutomaatstelsels in takbankwese

Die ervaring van banke in Kanada, Kalifornië en North Carolina is van groot belang vir Suid-Afrika. Meeste besluite insake uitbreiding van rekenoutomatisasie soos inbaan-intydstelsels, word gedoen met behulp van omvattende simulasiëprogramme van rekenaarstelsels.

Dit was nie snaaks om in een bank drie sodanige simulasiëprogramme van verskillende kompleksiteit in gebruik aan te tref nie.

'n Mens vind gevalle waar die ontleding toon dat die kostevoordeel van 'n bepaalde stap nie steek hou nie, soos bv. die instel van kontantonttrekmasjiene. Dog dit is tot 'n mate die mode en die inligting oor kostevoordeel word geïgnoreer. Die voordeel word deur bestuur as subtiel en nie-berekenbaar beskou.

3.11. Mannekragsmodelle

Daar was ook verskeie tipes mannekragsbeplanningsprogramme in gebruik by Amerikaanse banke. Sommige banke in die VSA en Kanada het reeds begin dink aan mannekragsmodelle. Die gebruik van doelprogrammering ook in dié verband hou seker die meeste belofte in.

3.12. 'n Korporatiewe model deur 'n bank ontwikkel en deur konsultante in Suid-Afrika gebruik

Die gebruik van 'n korporatiewe model deur Chemical Bank tesame met RTZ-konsultantdienste behoort veral vir ons in Suid-Afrika besonder interessant te wees.⁵

Van die eerste toepassings van die genoemde organisasies se model het deel gevorm van die waardebeoordeling van die voorgestelde kopermyne by Phalaborwa in Suid-Afrika. Vir die eerste keer sou lae- en hoë-erts in enorme hoeveelhede ontgin word. Vir die eerste keer is 'n prosedure voorgestel vir koperontginning op 'n groot skaal waarby honderde miljoene dollar betrokke sou wees. Tradisionele metodes van ontwerp en waardebeoordelings van verskeie verhoudings kon in die vooraf-berekeninge nie gebruik word nie. Ekonomiese ontleding van 'n ekstraksie hantering en verwerking van veel groter hoeveelhede erts as wat nog ooit voorheen uitgevoer was, moes gedoen word.

Die grondslag van die Phalaborwamodel was die nabootsing van die fisiese beweging van materiaal deur 'n reeks prosesse. Elke proses het verwys na 'n fisiese aksie soos ekstraksie, vervoer, vergruising, konsentrasie, smelting, raffinering, aflewering, ens. Daar sou voorraadophoping voor en na elke stap in die verwerking plaasvind. Die ophoping sou baie wisselend in hoeveelhede wees.

Die aanvangspunt van die model was die verwagte aanvraag vir verskeie tipes klaarverwerkte koper waarvandaan die model dan die nodige terugwerking so ver terug soos die afname in die koperertsreserwes uitgevoer het. Die omgekeerde prosedure kon ook gevolg

word om finaal die hoeveelheid koper wat verkoop kon word, te bereken. Verder kon beperkings op die deurvloeiervolumes deur elke prosesstap gestel word sodat die model se werking sou staak as dié besondere prosesstap se deurvloeiervolume oorskry sou word.

By hierdie fisiese model is die finansiële aspekte gevoeg. Verskeie kostefunksies is gebruik. Om die verskeie tussenvoorrade te bereken, is 'n stelsel van waarde-eenhede bygewerk. Die verlangde aantal dae-voorraad is bepaal vir elke tussenvoorraadopunt. Die kontantvloei kon goed bereken word aangesien die aantal dae wat sou verloop van die dag wanneer die uitgawe of inkomste aangegaan sou word tot die dag wanneer die uitbetaling gedoen sou word of die betaling ontvang sou word as invoerdata deur die program van die beplanners en dus bestuur, verlang is.

Volledige depresiasieprosedures is gebruik vir elke deel van die prosesapparatuur wat as vaste bates aangegee is. Die kapitaaluitgawes is gekoppel aan die prosesseringvolume en in sekere prosesse kon die model aantoon dat addisionele kapitaal benodig word.

Die model het die oorweging van verskeie tipes finansiering moontlik gemaak. Die volledige kontantvloei wat aan die projek verbonde sou wees, kon bereken word, verdiskonteer word teen huidige waarde ("net present value"). Die interne rendement kon daarna bereken word.

Die konsultante kon met behulp van die model, wat deur die bank ontwikkel is, die omstandighede bepaal waarby die Phalaborwa-ontwikkeling winsgewend sou word binne die raamwerk van 'n reeks moontlike erts-volumes en werkkostes, 'n moontlike reeks koperpryse en die finansieringskostes.

'n Belangrike resultaat van dié gebruik van die bank se model was dat tydens die finale stappe in die finansiële onderhandelinge die konsultante kon aantoon dat sommige vereistes van ander banke meer eisend was as wat die betrokke banke self as regverdigbaar beskou het.

4. Operasionele navorsing in die hantering van gelde vir behuising en sanitasie in Brasilië

Die besoek aan die Nasionale Behuisingbank (BNH) van Rio de Janeiro was besonder insiggewend. Onlangs is daarheen geskrywe om op hoogte te kom met die vordering wat intussen gemaak is maar geen verdere inligting is tot dusver ontvang nie.

'n Groep raadgevers van die Universiteit van Stanford het 'n ondersoek gedoen en verskeie voorstelle gedoen oor doelmatige besteding en beheer van kapitaal-besteding. Die BNH was besonder vol idees en planne. Of almal die planne deurgevoer is, weet ek nie. Dog, laat my toe om enkele van die idees te noem.

4.1. Wetenskaplike ontleding van die spaar- en leningstelsel in Brasilië

Die groep was besig om die finansiële en ekonomiese gedrag van die stelsel, kontantvloei en vooruitskatting van wins-en-verliesstate met verskeie rekenaarprogramme uit te voer.

4.2. Ontwikkeling van 'n nasionale plan vir die voorsiening van behoorlike sanitasiegiewe

Die gelde vir bogenoemde word deels deur BNH en deels deur die regering voorsien. Die doelstelling was om teen einde 1980 behoorlike watervoorsiening en rioleerstelsels aan tussen 80% en 90% van die stedelike bevolking in Brasilië beskikbaar te stel. Weereens is 'n wiskundige model vir die hantering van die probleem ontwikkel.

Die verskillende minimumlenings wat aan verskeie organisasies aangebied is, is eers gesimuleer om vas te stel of die tussen- en einddoelwitte bereik sou word voordat 'n lening aangegaan is.

4.3. Nasionale beheer van huiskonstruksie

'n Vinnige ondersoek is elke maand in 74 munisipaliteite gedoen. 'n Rekenaarprogram het die koste per vierkante meter bereken vir 27 verskillende tipes behuisingsprojekte. Projekties vir beplanning is gedoen. Die werk het destyds so omvangryk geword dat daar reeds beplan is om oor te skakel na een of ander vorm van monsterneming.

4.4. Simulering van die huismark

Die ontwikkeling van 'n simulasiëprogram is begin om as grondslag te dien vir die leen van geld aan die mark. Vooruitskattings van aanvraag en fondse beskikbaarheid van geld is reeds gedoen.

4.5. Simulering van die ontwikkeling van nuwe tipes huise

'n Program sou ontwikkel word om die huismark te volg, en wel in elke dorp in elke provinsie sodat die aanvaarbaarheid van sê 2 000 huise van tipe A en 5 000 van tipe B getoets kon word.

4.6. Studie van konstruksiekoste

Daar is begin met 'n program vir multikorrelasie van 'n kostefunksie van 80 materiale se kostes en verskeie tipes arbeid met die algehele koste per vierkante meter. Dan is daar ook beplan om korrelasie te vind tussen sê tien groepe verskillende koste-items en die algehele kostefunksie sodat monsterneming sinvol gedoen kon word.

4.7. Ekonomiese studie van die finansiering van konstruksiemateriale

Wanneer 'n privaatindividu geld nodig vir die bou van 'n huis, nader hy die naaste tak van 'n gewone

handelsbank. Besonderhede van die hoeveelheid verskillende boumateriale en spesifieke koste word verlang. Die banktak stuur die aansoek aan die BNH waar 'n rekenoutomaatprogram toets of die materiaal-spesifikasies sin maak in terme van die "normale" patroon van materiaalhoeveelhede en -koste. Indien die aansoek nie probleme oplewer nie, word die lening verder verwerk. Indien die kapitaal beskikbaar is, word die lening goedgekeur. Die administrasie van die lening word hanteer deur die banktak waar die aansoek ingedien is. Die prosedure is in Junie 1973 in werking gestel.

5. SLOT

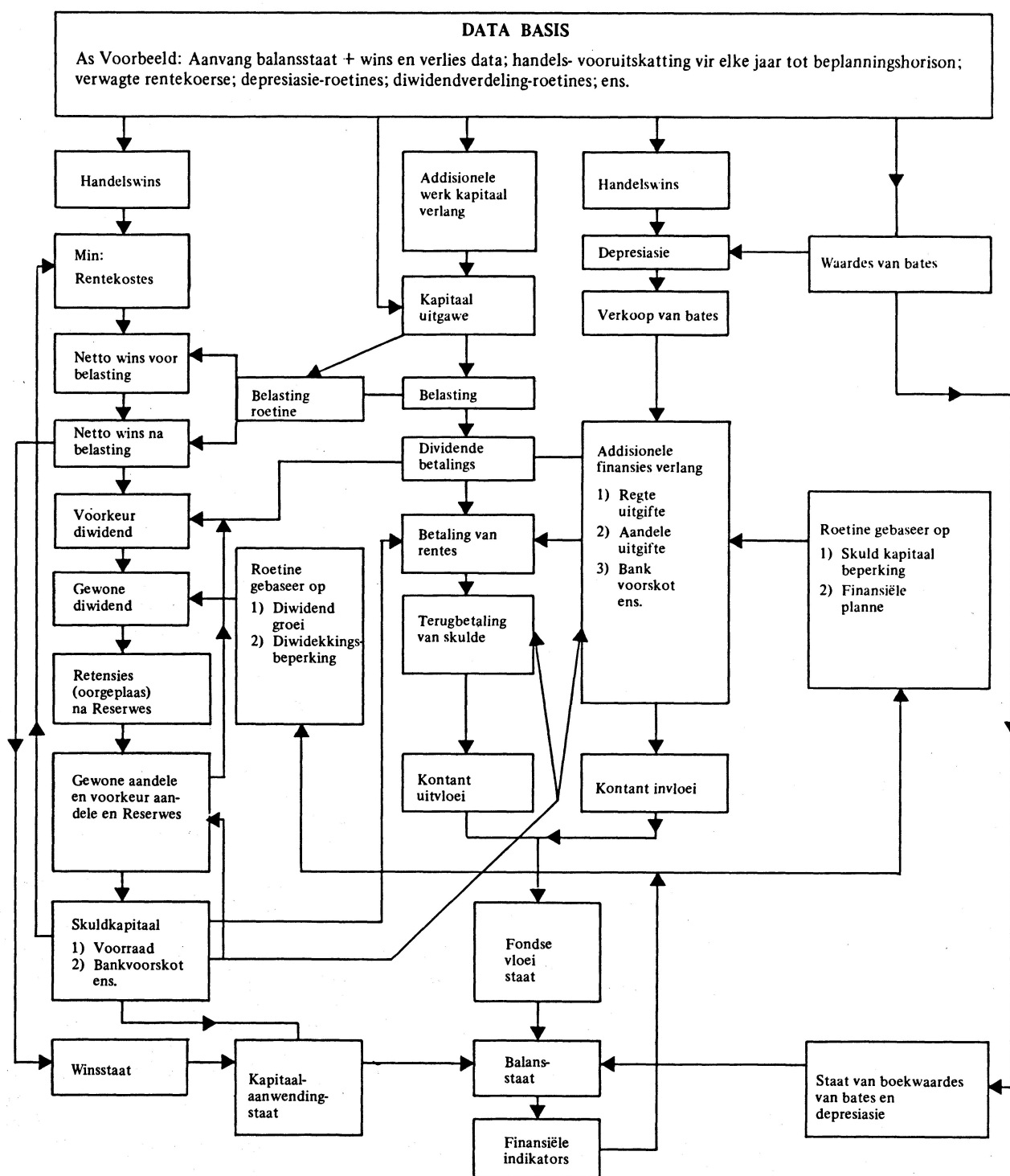
Daar is nog enkele ander sektore in die bankwese soos operasionele sake waar analitiese tegnieke soos operasionele navorsing 'n bydrae lewer in banke in Noord-Amerika. Elders in die wêreld is die aanvaarding van die soort analitiese studie nog baie stadig, dog een of ander tyd sal dit ook hierheen oorwaai wanneer daar meer opgeleide bestuurders in die bankwese is. Bankwese sal dan éérs "nie meer dieselfde wees nie".

6. BEDANKING

Dit is 'n besondere voorreg om my dank uit te spreek teenoor RIO TINTO vir toestemming om te verwys na die voorafontleding wat vir die Phalaborwa-studie gedoen is. Die organisasie wat dit moontlik gemaak het dat inligting in die buiteland ingewin kon word, word vriendelik bedank.

7. VERWYSINGS

1. Ackoff, R.L. & Sasieni, M.W. *Fundamentals in Operations Research*. John Wiley & Sons (1968), p. 9.
2. Schreiber, A.N. *Corporate Simulation Models*. Washington University (1970).
3. De Lange, P.W. et al. *Application of Adaptive Filtering Forecasting to the Gold Bullion Price*. *Bedryfsleiding/Business Management* 5, nr. 3, pp. 3-6 (Aug. 1974).
4. Lee, Sang M. *Goalprogramming for Decision Analysis*. Auerback Publ. (1972), p. 42.
5. Heestand, O.J. *Use of Computer Models for Financial Analysis and Planning* Voordrag gelewer by 'n konferensie wat geborg is deur Instituto Mobiliare Italiano, Rome (1975, Oktober 11).



BYLAE

Elementêre voorbeeld van die formulering van 'n probleem in lineêre programmering asook in doel-programmering.

Die voorbeeld onder bespreking word gegee deur Sang M. Lee⁴. Die is toevallig 'n tipiese produksie- en bemarkingsprobleem wat moontlik tans deur Suid-Afrikaanse firmas wat televisieapparaat produseer, ervaar word.

'n Elektroniese firma produseer twee tipes televisiestelle, beide kleur en swart-en-wit. Volgens ervaring neem die produksie van òf 'n kleur- òf 'n swart-en-witstel gemiddeld een uur in die produksieaanleg. Die normale produksievermoë is 40 uur per week. Die bemarkingsafdeling rapporteer dat a.g.v. verkoops-moontlikhede, die maksimum aantal kleur- en swart-en-witstelle wat verkoop kan word respektiewelik 24 en 30 per week is. Die bruto wins op 'n kleurstel is R80 en dié op 'n swart-en-witstel is R40.

As die hoofbestuurder van die maatskappy slegs winsmaksimering onder normale produksie- en mark-toestande ten doel sou hê, kan die besluitprobleem maklik geformuleer word met lineêre programmering:

$$\begin{aligned} \text{Mak. } Z &= R80.X_1 + R40.X_2 \\ \text{onderhewig aan } X_1 + X_2 &\leq 40 \\ X_1 &\leq 24 \\ X_2 &\leq 30 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \\ \text{Waar } X_1 &= \text{aantal kleurtelvisiestelle} \\ X_2 &= \text{aantal swart-en-wittelevisiestelle} \end{aligned}$$

Die optimale oplossing wat verkry word is

$$\begin{aligned} X_1 &= 24 \text{ en } X_2 = 16, \\ \text{met 'n totale wins } Z &= R2\ 560. \end{aligned}$$

Maar die hoofbestuurder kan egter produksie-voorwaardes stel wat as volg kan wees:

1. Daar moet voorkom word dat daar 'n ondergebruik van normale produksiefasiliteite plaasvind. (Geen werkers mag afgedank word nie.)
2. Daar moet soveel stelle moontlik verkoop word. Aangesien die bruto wins op kleurstelle twee keer meer as die bruto wins op swart-en-witstelle is, word verlang dat twee keer meer kleurstelle as swart-en-witstelle verkoop moet word.
3. Verder word verlang dat oortydwerk tot 'n minimum beperk word. Daar is dus eerstens 'n produksiebeperking:

$$X_1 + X_2 + d^-_1 - d^+_1 = 40$$

waar d^-_1 onderbenutting van normale werkure

d^+_1 oortydwerkure.

Volgens die teorie word $d^-_1 \cdot d^+_1 = 0$ gestel en dus is of $d^-_1 = 0$ of $d^+_1 = 0$ in die oplossing wat verkry gaan word.

Die bemarkingsdepartement se verwagte omset is 24 en 30 kleur- en swart-en-witstelle respektiewelik. 'n Positiewe afwyking $d^+_1 = 0$ in die bereiking van die doelwit is nie vol nie maar volledigheidshalwe word dit in die formulering ingesluit:

$$X_1 + d^-_2 - d^+_2 = 24$$

$$X_2 + d^-_3 - d^+_3 = 30$$

waar d^-_2 en d^-_3 die onderbereiking van bemarkingsdoelwit vir kleur- en swart-en-witstelle verteenwoordig,

en waar d^+_2 en d^+_3 die hoeveelheid is waarmee die respektiewelike markdoelstellings oortref mag word. (In die besondere geval is dit zero.)

Verder is daar nog die toekenning van prioriteite in die nastreef van die doelstellings:

p_1 = hoogste prioriteit wat toegeken word aan die minimering van die onderbenutting van die produksiefasiliteite (nl. d^-_1)

p_2 = tweede prioriteitsfaktor wat toegeken word aan die minimering van die onderbereiking van die bemarkingsdoelwitte (nl. d^-_2 en d^-_3).

Maar die hoofbestuurder wil hê die klem op die bereiking van die twee doelwitte moet verskil sodat doelwitnastrewing vir die verkoop van kleurstelle twee keer hoër is as dié van swart-en-witstelle.

p_3 = laagste prioriteitsfaktor wat verwys na die minimering van oortyd in die produksieaanleg (nl. d^+_1).

Die volledige doelfunksie kan soos volg gestel word:

$$\text{Min } Z = p_1 d^-_1 + 2 p_2 d^-_2 + p_2 d^-_3 + p_3 d^+_1$$

onderhewig aan:

$$X_1 + X_2 + d^-_1 - d^+_1 = 40$$

$$X_1 + d^-_2 - d^+_2 = 24$$

$$X_2 + d^-_3 - d^+_3 = 30$$

$$X_1, X_2, d^-_1, d^-_2, d^-_3, d^+_1, d^+_2, d^+_3 \geq 0$$

Nou word Z vertolk as die totaal van die nie-bereikbare deel van die bestuur se doelwitte. Die oplossingstegnieke is gepubliseer en Sang M. Lee verstrek 'n FORTRAN-program wat reeds deur mnr. Albert van der Westhuyzen, tans aan Control Data Corporation in Pretoria verbonde, op proef gestel is.