

BYDRAES TOT MODELONTWIKKELING TEN EINDE GEREKENARISEERDE STELSLS SE WERKVERRIGTING TE EVALUEER

deur Pieter Johannes Slabbert Bruwer,
M.Sc. (Fisika), M.Sc. (Rekenaarwetenskap)

Proefskrif aangebied ter voldoening aan die vereistes vir die graad DOCTOR SCIENTIAE in REKENAARWETENSKAP in die fakulteit NATUURWETENSKAPPE aan die POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT VIR CHRISTELIKE HOËR ONDERWYS

Promotor: Prof. J.M. Hattingh, D.Sc.
Hulppromotor: Prof. J.J.D. Havenga, D.Econ.

Oktober 1981

VOORWOORD

Graag wil ek langs hierdie weg aan die volgende persone en instansies my opregte dank betuig:

- Aan my promotor, professor J.M. Hattingh vir sy besonder bewame leiding en hulp.
- Aan my hulppromotor, professor J.J.D. Havenga vir waardevolle wenke en sy hulp.
- Aan professor Henry C. Lucas jr., van die New Yorkse Universiteit vir sy hulp en wenke gedurende my besoek aan hom.
- Aan professor H.S. Steyn en mnr. J.W.J. van Wyk van die Statistiese Konsultasiedienste vir hulle hulp en wenke met betrekking tot die statistiese verwerking van die data.
- Aan prof. D.J. Wissing vir die nodige taalkundige versorging.
- Aan mev. Mara Scott vir die netjiese tikwerk.
- Aan IBM (S.A.) vir geldelike ondersteuning.
- Aan die PU vir CHO vir geldelike ondersteuning en vir die gebruik van die universiteit se rekenaarfasiliteite.
- Aan mnr. J.T. de Beer vir sy vriendelike hulp.
- Aan my ouers, skoonouers en veral my vrou en kinders vir hulle opoffering, ondersteuning en geduld.

AAN HOM KOM AL DIE EER TOE.

AAN MARLENA, JOBERT EN SANLI

3.2	Plasing van dataverwerkingsdepartemente in organisasies	55	
3.2.1	Sentralisasie vs. desentralisasie		58
3.3	Kontroles met betrekking tot dataverwerking		61
3.4	Probleme met betrekking tot dataverwerkingspersoneel		63
3.4.1	Personeeltekort	65	
3.4.2	Personeelwisseling	66	
3.4.3	Opleiding van rekenaarpersoneel		67
3.5	Ontwerp-, ontwikkelings-, en implementeringsprobleme	69	
3.6	Stelseldokumentasie		73

HOOFSTUK 4

PROBLEME MET BETREKKING TOT DIE IMPLEMENTERING EN GEBRUIK VAN GEREKENARISEERDE INLIGTINGSTELSLS

4.1	Die gebruiker en die dataverwerkingsdepartement		75
4.2	Weerstand teen verandering		79
4.2.1	Faktore wat weerstand veroorsaak		79
4.2.2	Simptome van weerstand en die minimalisering daarvan		81
4.3	Konflik tussen gebruikers en die dataverwerkingsdepartement		83
4.3.1	Redes vir konflik	85	
4.3.2	Kommunikasieprobleme		90

HOOFSTUK 5

BESTUUR AS GEBRUIKER VAN GEREKENARISEERDE INLIGTINGSTELSLS

5.1	Bestuur en bestuursfunksies		97
5.1.1	Beplanning en kontrole		100
5.1.2	Bestuurstyl		103
5.2	Bestuursinligtingstelsels		105
5.2.1	Wat is inligting?	107	
5.2.2	Die kwaliteit van inligting		108
5.2.3	Die waarde van inligting		109

5.3	Rekenaarondersteunde besluitneming	111
5.3.1	Die mens as inligtings-/besluitnemings- verwerker	113
5.3.2	Besluitnemingsmodelle	115
5.3.3	Besluitnemingskriteria en organisatoriese be- sluitneming	120
5.3.3.1	Kriteria vir besluitneming	122
5.3.3.2	Organisatoriese besluitneming	123
5.3.4	Besluitnemingsstyl	125
5.3.5	Houding van bestuur	127

HOOFSTUK 6

SUKSESVOLLE OF ONSUKSESVOLLE GEREKENARISEERDE INLIGTING- STELSELS

6.1	Vorige navorsing en navorsingsmodelle	129
6.2	Navorsingsmodelle wat ondersoek word	133
6.2.1	Die gebruikersmodel en hipoteses	133
6.2.2	Die bestuurderskomponent en hipoteses	143
6.3	Die navorsingsomgewing	144
6.3.1	Intydse interaktiewe stelsels	145
6.3.2	Gekoppelde interaktiewe stelsels	146
6.3.3	Gekoppelde stelsels	146
6.3.4	Bondelverwerkingstelsels - rekenkundig en statisties	147
6.3.5	Bondelverwerking met invoer vanaf intydse, gekoppelde interaktiewe en gekoppelde stelsels	147
6.4	Die eksperiment	147
6.4.1	Vraelyste en loodsopnames	148
6.4.2	Steekproefbeplanning en die insameling van data	149

HOOFSTUK 7

VERWERKING EN ANALISE VAN DATA

7.1	Veranderlikes in die studie	152
7.2	Toets van hipoteses deur middel van korrelasies	157
7.2.1	Korrelasiemetode	157
7.2.2	Bespreking van resultate	167

7.2.2.1 Die gebruikersmodel	167
7.2.2.2 Die bestuurdersmodel	170
7.2.3 Lineêre regressie en faktorontleding	173
7.2.3.1 Die gebruikersmodel	173
7.2.3.2 Die bestuurdersmodel	178
7.2.3.3 Redusering van die aantal onafhanklike veranderlikes	182

HOOFSTUK 8

OPTIMERINGSTEGNIEKE TOEGEPAS OP DIE LINEÊRE REGRESSIEMODEL

8.1 Optimeringsprobleme	186
8.2 Optimering van die afhanklike veranderlike in die lineêre regressiemodel	187
8.2.1 Probleemstelling	187
8.2.2 Formulering van die model	190
8.3 Resultate en bespreking	194
8.3.1 Houding van die bestuur teenoor rekenarisering	195
8.3.2 Bestuursondersteuning	200
8.3.3 Te veel detail in uitvoerverslae	203
8.3.4 Te min detail in uitvoerverslae	205
8.3.5 Akkuraatheid van die inligting wat deur die stelsels verskaf word	207
8.3.6 Betrokkenheid van bestuurders in die ontwikkeling van stelsels	209
8.3.7 Besikbaarheid van hulpbronne	211
8.3.8 Dienstydpêrk van die bestuur in die organisasie	213
8.3.9 Tegnieese kwaliteit van rekenaarpersoneel	215
8.3.10 Agting van rekenaarpersoneel vir die bestuurder se bestuursbekwaamheid	217
8.3.11 Opleiding aan gebruikers verskaf	219
8.3.12 Betrokkenheid van gebruikers	221
8.4 Beperking op meer as een veranderlike	223
8.5 Vereenvoudigde model	224

HOOFSTUK 9

KOSTEMODELLE

9.1 n Eenvoudige kostemodel	230
9.1.1 Inleiding	230
9.1.2 Die eenvoudige kostemodel	232
9.1.2.1 Formulering van die model	232
9.1.2.2 Bespreking van die model	233

9.1.3 Voorbeeld	235	
9.1.4 Implementering van die eenvoudige kostemodel		240
9.2 n Algemene kostemodel	242	
9.2.1 Voorbeeld	245	
9.2.2 Formulering van die algemene kostemodel		247

HOOFSTUK 10

ALGEMENE SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

10.1 Samevatting en gevolgtrekkings	254	
10.1.1 Die gebruikersmodel en hipoteses		254
10.1.2 Die bestuurdersmodel en hipoteses		255
10.2 Die lineêre regressiemodel	255	
10.3 Optimeringstegniek	256	
10.4 Kostemodelle	257	
10.5 Aanbevelings	258	
10.6 Verdere navorsing	260	

BIBLIOGRAFIE 262

ENGLISH SUMMARY 273

ADDENDA 282

HOOFSTUK 1

PROBLEEMSTELLING

1.1 Inleiding

Lehman ([103] p.5) omskryf die probleme ten opsigte van die welslae of mislukking van gerekenariseerde inligtingstelsels soos volg:

"Computing costs a lot of money. Even with ever reducing hardware costs, the capital and running expenditure of a computing installation represents and will increasingly represent a very significant amount, absolutely and as a fraction, of an organizations total expenditure. That expenditure is justified if the installation renders a cost-effective service. But an installation should not stand or fall by the effectiveness with which it, as an entity operates. The criterion for success or failure should depend on the value of the service it provides to its environment, absolutely and relative to the service it could provide. A computer installation, like a library, say, must not primarily run well in itself. It, or rather its service must integrate with and support the activities and objectives of its users."

Oor die afgelope dekade is 'n groot aantal rekenaarstelsels vir 'n breë spektrum van toepassings deur privaat sowel as publieke organisasies in gebruik geneem. So 'n verandering waar daar van die konvensionele handstelselmetodes oorgeskakel is na gerekenariseerde stelsels, hou nie slegs groot finansiële implikasies vir 'n onderneming in nie, maar het ook organisatoriese veranderinge tot gevolg.

Wanneer navorsing met betrekking tot gerekenariseerde inligtingstelsels in oënskou geneem word, dan word rekenaarwetenskap by die een pool van die kontinuum en organisato-

riese gedrag by die ander pool aangetref. Die rekenaar= wetenskappool voorsien rekenaartegnologie - met ander woorde die apparatuurs- en programmatuurskomponente waarop die gerekenariseerde inligtingstelsel berus. Uit hierdie tegnologiese oogpunt word byvoorbeeld navorsing oor reke= naarprestasiemetings gevind. Hierdie tipe studie is van kardinale belang wanneer 'n nuwe rekenaar aangekoop moet word, bestaande apparatuurstelsels verbeter moet word of wan= neer nuwe toepassings ontwerp moet word. Ander navorsing hou in die ontwikkeling van bedryfsisteme, tegnieke vir die skryf van vertalers en ander hoë-vlaktale, navorsing aangaande da= tabasisse, programstrukture en modulêre benadering in stel= sels ([74] pp. 1953-58), ontwikkeling van algoritmes en teg= nieke aangaande operasionele navorsingstoepassings, en so meer.

In die middel van die kontinuum vind ons die mees algemene navorsingsvelde, byvoorbeeld:

1. besluitneming - die wyse waarop indiwidue inlig= ting verwerk en die waarde van inligting ([143] p.54);
2. stelselontleding en ontwerp - 'n proses waardeur bestaande inligtingstelselprosedures verander en verbeter word en nuwe stelsels implementeer kan word ([147] en [23] p.27);
3. projekbestuur - die koördinerings en monitor van stelselontwikkeling, insluitende probleme met be= trekking tot skedulering en hulpbrontoewysing. (Navorsing aangaande programmeringsbenaderings is gedoen deur Baker ([6] pp.56-73).)

By die organisatoriese gedragspool word studies aangetref oor implikasies vir die organisasie wat meegebring word deur rekenaarstelsels en identifiseerbare faktore wat 'n by=

drae tot die welslae of mislukking van gerekenariseerde inligtingstelsels lewer. In hierdie verband bestaandaar ses empiriese studies deur Henry C. Lucas jr. in "Why Information Systems Fail" [127]. Navorsing met betrekking tot hierdie toepassingsveld van die rekenaar het tot dusver weinig aandag in Suid-Afrika geniet, desondanks die toenemende groei aan rekenaar-gebruikers in alle sektore van die samelewing.

1.2 Omskrywing van die probleem

Die ontwerp en bedryf van gerekenariseerde inligtingstelsels is lank (en sekerlik in sommige organisasies vandag nog) as primêr tegniese aktiwiteite aanvaar. As gevolg van hierdie houding ten opsigte van tegnologie is die feit dat feitlik alle gerekenariseerde inligtingstelsels in die konteks van 'n organisasie bestaan, geneel en al geignoreer. Oor die afgelope dekade het organisasies 'n groot aantal gerekenariseerde inligtingstelsels ontwerp - tegnies miskien uitstekend, maar dit word nogtans as mislukking beskou. Volgens Lucas ([46] pp.325-328) is die mees ernstige probleme in die gebruik van gerekenariseerde inligtingstelsels organisatories eerder as tegnies van aard.

As gevolg van die steeds toenemende aantal rekenaargebruikers in Suid-Afrika is dit nodig dat navorsers bewus sal wees van die veranderinge, implikasies en gevolge wat rekenaargebruik vir 'n organisasie kan inhou. Organisatoriese effektiwiteit is basies die verantwoordelikheid van die bestuur van die organisasie. Dit is die bestuur wat moet besluit:

- (i) of 'n rekenaar gebruik gaan word en hoe dit gebruik gaan word;
- (ii) watter organisatoriese veranderinge nodig word wanneer daar gerekenariseer word;

en (iii) dit is ook die bestuur wat moet toesien dat hierdie veranderinge wel gemaak word.

Bestuursaksie beïnvloed natuurlik die wyse waarop rekenaar-tegnologie in die organisasie ontwikkel, en omgekeerd verander rekenargebruik die bestuurder se besluitnemingsmetodes op sekere voorspelbare maniere. Dit is egter nie net die bestuur van 'n organisasie wat deur die gebruik van die rekenaar geaffekteer word nie maar ook die gewone gebruiker in die departemente waarin daar gerekenariseer word.

Die rekenaar kan nie op sy eie in 'n organisasie funksioneer nie. Dit is rekenaarpersoneel wat die rekenaar as instrument of hulpmiddel aanwend om sekere take te verrig of sekere take te vergemaklik. Die personeel - in die geval van 'n gesentraliseerde rekenaarstelsel - bevind hulleself in 'n posisie waar daar deurentyd met gebruikers kontak gemaak word. Uit die literatuur blyk dit dat talle gerekenariseerde stelsels misluk het, en dit nie noodwendig as gevolg van swak tegniese kwaliteit nie, maar omdat daar sekere ander belangrike faktore, wat die welslae of mislukking van 'n gerekenariseerde stelsel bepaal, buite rekening gelaat is.

1.3 Doel van die studie

Die doel van hierdie studie kan kortliks in vier hoofpunte saamgevat word, naamlik:

- (i) om die gebruik van gerekenariseerde inligtingstelsels en die welslae daarvan soos dit deur die gebruiker waargeneem word, te ondersoek;
- (ii) om vas te stel watter faktore die grootste hidrae lewer tot die sukses van gerekenariseerde stelsels;
- (iii) om deur middel van optimaliseringsmetodes vas te

stel watter faktore die belangrikste is om te verander sodat die welslae optimaal verhoog kan word, en

- (iv) om modelle te formuleer waardeur dit vir die bestuur van 'n organisasie moontlik sou wees om kapitaal so aan te wend dat die gerekenariseerde stelsels optimale werkverrigting lewer.

By "gebruiker" word daar onderskeid gemaak tussen twee kategorieë gebruikers. Die eerste kategorie is die transaksiegeoriënteerde gebruiker wat van dag tot dag met die gerekenariseerde stelsel in die uitvoering van sy pligte te doen kry, terwyl die tweede kategorie die werknemers is wat sodanige posisies in die organisasie beklee dat hulle sinvolle rekenaar-ondersteunde besluite kan neem. Die tweede kategorie is dus dié van bestuur.

Verskeie faktore of veranderlikes wat die welslae van gerekenariseerde inligtingstelsels kan beïnvloed is in die verlede ondersoek, en in hierdie verband het Henry C. Lucas jr. van die New Yorkse Universiteit, 'n groot bydrae gelewer. 'n Paar ander navorsers wat ook bydraes in hierdie en aanverwante navorsingsrigtings gelewer het, is Enid Mumford, E. Burton Swanson, Russel R. Ackoff, R.D. Mason en I. Mitroff, M.S. Scott Morton, John T. Garrity, J. Huysmans en andere. Die verbande wat deur hierdie navorsers tussen sekere veranderlikes gevind word, is egter nie voldoende om die bestuur van 'n organisasie in staat te stel om 'n bepaalde tegniek of prosedure te volg waarvolgens die werkverrigting van die gerekenariseerde stelsels in die organisasie optimaal verbeter kan word nie.

1.4 Indeling van die studie

Omdat daar so 'n groot verskeidenheid begrippe en mense betrokke is in 'n omgewing waar 'n rekenaar gebruik word, is dit nodig om hierdie begrippe en mense kortliks in Hoofstukke 2, 3, 4 en 5 te bespreek.

Hoofstuk 2 handel oor organisasies en inligtingstelsels. Dáár word oorsigtelik na sekere definisies, teorieë en strukture gekyk. In Hoofstuk 3 word dataverwerking in 'n organisasie kortliks behandel, terwyl Hoofstukke 4 en 5 die twee kategorieë gebruikers waarop hierdie navorsing betrekking het, naamlik die transaksie-georiënteerde gebruiker en bestuur met aanverwante begrippe, behandel. Die teorie wat in hierdie hoofstukke behandel word, het 'n geweldige groot omvang en hierdie is geen poging om dit absoluut volledig te dek nie. Dit dien slegs as agtergrond vir diegene wat die proefskrif lees om die studie in die regte perspektief te sien.

In Hoofstuk 6 word hipotetiese navorsingsmodelle, die navorsingsomgewing, en die eksperiment bespreek, en in Hoofstuk 7 word die data wat ingesamel is, met behulp van 'n verskeidenheid statistiese metodes ondersoek en verwerk. In Hoofstuk 8 word die lineêre regressiemodel deur middel van 'n optimaliseringstegniek verder ontleed, en in Hoofstuk 9 word 'n eenvoudige kostemodel voorgestel en met behulp van hipotetiese kostes gedemonstreer. 'n Algemene kostemodel word ook in hierdie hoofstuk bespreek en geformuleer. Hoofstuk 10 bevat die algemene samevatting, gevolgtrekkings en aanbevelings. Die addenda bevat die vraelyste, die statistiese en operasionele navorsingsmetodes wat gebruik is, die rekenaarprogramme wat vir hierdie projek ontwikkel is, asook 'n deelversameling van die bestuurdersdata.

1.5 Probleme ondervind in die studie

Een van die eerste en basiese probleme wat ná 'n aanvanklike literatuurstudie oor die onderwerp ondervind is, is die behoorlike bemeestering van die metodologie van so 'n ondersoek wat betrekking het op die toepassingsveld van die rekenaar. Om die ondersoekmetodes wat betrekking het op doelstellings (i) en (ii) in 1.3 behoorlik te bemeester het die skrywer 'n besoek van drie maande aan die Departement Rekenaartoepassings en Inligtingstelsels van die New Yorkse Universiteit gebring, en die tegnieke onder leiding van Henry C. Lucas jr. bestudeer.

'n Tweede redelik kritiese probleem was om die samewerking van 'n groot organisasie te verkry waar data vir die projek ingesamel kon word. Na vele samesprekings en motiverings is die samewerking van so 'n groot organisasie wel verkry.

Die derde probleem was om genoeg data deur middel van vraelyste van die gebruikers van gerekenariseerde inligtingstelsels in die organisasie te verkry. Uit die aard van die saak het die navorsingsprojek nie geweldige hoë prioriteit by die organisasie geniet nie, met die gevolg dat die verkryging van die data met groot moeite gepaard gegaan het.

Ten slotte behoort die resultate van hierdie navorsingsprojek riglyne aan die bestuur van 'n organisasie, en ook aan die bestuur van die dataverwerkingsdepartement vir die optimale verbetering van bestaande stelsels en vir die ontwikkeling en implementering van nuwe stelsels te verskaf. Die resultate behoort ook verder vir rekenaarverskaffers en rekenaarspesialiste wat rekenaardienste aan die organisasie verskaf, van belang te wees en bestuurders behoort geïnteresseerd te wees in die implikasies van die studie wanneer inligtingstelselprobleme ter sprake kom.

HOOFSTUK 2

ORGANISASIES EN INLIGTINGSTELSELS

2.1 Die geskiedenis van, en 'n oorsig oor gerekenariseerde inligtingstelsels

Dataverwerking deur middel van handmetodes of met behulp van elektriese rekenmasjiene was beperk tot klein onafhanklike probleme wat slegs numeriese data verwerk het. Die probleme moes relatief klein wees, omdat die verwerker oor 'n beperkte geheue beskik het. Om dieselfde rede moes die probleme ook onafhanklik wees. Enige gemeenskaplike data vir twee probleme kon slegs ten koste van aktiewe geheue vir elke probleem in die verwerker se geheue gestoor word. Die data moes numeries wees omdat die verwerkersfunksies beperk was tot rekenkundige operasies. Die vermoë om alfabetiese data vanaf 'n invoerrekord na 'n uitvoerrekord te kopieer was beperk, maar dit het ook geheuestoorryimte vereis. Die probleme was almal essensieel transaksie-georiënteerd, dit wil sê dieselfde basiese stel operasies is op elke opeenvolgende transaksie in die invoerstroom, uitgevoer. Met hierdie vermoëns beskikbaar, is daar toepassings ontwikkel wat ekonomies hoogs regverdigbaar was. Ons dink hier aan toepassings soos die voorbereiding van salarisse, kosteberekening, rekeninge ensovoorts, wat almal onder die transaksiekategorie sorteer.

Die eenheidsrekord het die tipe dataverwerking wat deur boekhoumasjiene en die vroeë rekenaars gedoen is, grootliks beïnvloed. Die 80-kolomkaart, wat as eenheidsinvoerrekord gebruik is, het vaste-lengtevelde in voorafgespesifiseerde kaartkolomme bevat. As gevolg van beperkte ruimte of as 'n metode om ruimte te bespaar, is kodes, in plaas van die inligting self, gebruik. Die gevolg was dat die rekenaar-era 'n omgewing geskep het waarin alle inligting voorgestel is in

die vorm van numeriese kodes in vaste posisies met vaste eenheidsrekordlengte. Tot die laat-sestigerjare was rekenaartoepassings slegs groter en beter boekhoumasjientoepassings.

Met die afname in die koste van rekenaargeheue het ontwerpers van groter geheue gebruik gemaak om gapings in toepassings binne funksionele eenhede in die organisasie te oorbrug. Alle data aangaande die werknemers van 'n organisasie kon byvoorbeeld in een datalêer saamgevoeg word. Historiese data kon geberg word - so ook die uitvoere van programme, wat dan weer as invoer vir ander programme kon dien. Die data was steeds grootliks numeries gekodeerd en die velde was van vaste lengte. Sommige geïntegreerde stelsels het 'n begin gemaak om die vaste-lengtevelde in veranderlike-lengterekords te groepeer. Verwerking was egter steeds transaksie-georiënteerd in die sin dat elke transaksie gewoonlik slegs een rekord in die lêer geaffekteer het.

Die inligtingsontploffing het in hierdie stadium 'n behoefte laat ontstaan vir die verwerking van karakter-georiënteerde probleme soos die verwerking van biblioteekboeke, katalogi en verslae. Die sleuteleienskap van hierdie tipe verwerking was die oorheersing van alfabetiese, data-georiënteerde woorde en sinsnedes. Dit het hoofsaaklik die deursoek van lêers vir die prosessering van onder andere lyste woorde, sinsnedes en skrywers behels, en uit hierdie lêer-deursoekbehoefte het 'n nuwe tipe dataverwerking voortgevloei, wat lêer-georiënteerd en transaksie-beheerd was. Die transaksies bepaal die verwerking wat gedoen moes word, maar die prosesse is afhanklik van die databasis. Elke transaksie mag verskeie programme wat een of meer lêers gebruik, betrek, en een of meer tipes uitvoer lewer. Die gebruikers van sodanige stelsels het 'n behoefte aan baie lang alfabetiese rekords gehad. Aangesien hierdie rekords

uit velde van variërende lengte bestaan het, is die konsep van 'n format-lêer ontwikkel. Dit het oor die vermoë beskik om rekords van veranderlike lengte te hanteer deur na 'n data-definisie wat die toelaatbare rekord inhoud, konteks en interne struktuur beskryf, te verwys.

Omstreeks 1963 was die gebruikers van nie-numeriese dataverwerking die enigste wat hul werk as "inligtingstelsels" of "inligtinghanteringstelsels" beskryf het ([91], [116]). Dit het egter nie lank geneem voordat die numeriese dataverwerkers besef het dat die "inligtingstelsel" in wese 'n meer algemene geval van gefintegreerde dataverwerking was nie. In die besonder het die format-lêerkonsep 'n graad van veralgemeendheid in lêer-hantering voorsien wat voorheen 'n gebrek in kommersiële rekenaarstelsels was. Dit het verder die moontlikheid voorsien om rekenaars in die areas van besighheidsbeplanning, bedryf en bestuur toe te pas - iets wat op hierdie stadium nog nie moontlik was nie, omdat dit konsepte is wat moeilik gekwantifiseer kon word.

Enige organisasie het transaksies wat verwerk moet word om sy dag-tot-dag-aktiwiteite uit te voer. Hierdie tipe dataverwerking kan as "klerklik" van aard bestempel word, omdat dit in 'n redelike mate standaard prosedures is wat herhaaldelik uitgevoer word. Die rekenaar is bruikbaar om hierdie tipe verwerkings mee uit te voer, maar 'n bestuursinligtingstelsel verrig ook ander take wat dit meer as bloot 'n dataverwerkingstelsel maak. Dit is in wese 'n inligtingverwerkingstelsel wat die kragtigheid van 'n rekenaar benut om inligting aan bestuur vir besluitnemingsdoeleindes te verskaf.

Die bestuursinligtingstelsel is deur R.V. Head ([35] pp.22-27) beskryf as 'n piramidestruktuur waarin die eerste vlak bestaan uit inligting vir transaksieverwerking, die tweede vlak uit inligting ter ondersteuning van die dag-tot-dag-operasies vir

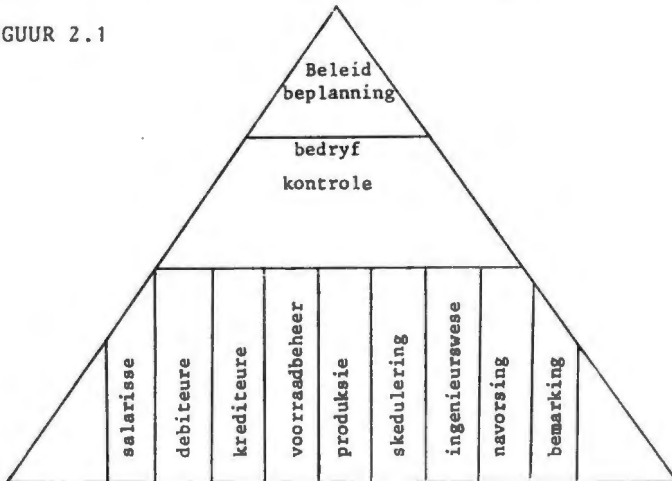
bedryfsbestuur, die derde vlak uit inligting ter ondersteuning van taktiese beplanning en besluitneming vir bestuurskontrole, en die vierde vlak uit inligting vir hoër vlakke van bestuur vir beleid- en beplanningsdoeleindes.

Davis ([99] p.5) definieer 'n bestuursinligtingstelsel as

".. an integrated, man/machine system for providing information to support the operations, management, and decision-making functions in an organization. The system utilizes computer hardware and software, manual procedures, management and decision models, and a data base."

Wanneer ons die piramidestruktuur van bestuursinligtingstelsels, soos voorgestel deur Head ([35] pp.22-27) in oënskou neem (Figuur 2.1), merk ons dat die eerste vlak

FIGUUR 2.1



sommige van die dataverwerkingstoepassings aandui wat 'n tipiese groot organisasie met welslae ontwikkel het. Hierdie toepassingsareas is normaalweg die een na die ander aangepak en gerekenariseer en hierdeur kon die groot volume van tran-

saksies in die organisasie effektief hanteer word. Die konsep wat egter in die laaste klompie jare sterk na vore getree het, het nie net te doen met die verwerking van inligting vir boekhou- of transaksie-georiënteerde toepassings nie, maar om die inligting op verskillende, meer verbeeldingryke maniere beskikbaar te stel en te gebruik.

Bestuursinligtingstelsels kan natuurlik sonder rekenaars bespreek word, omdat so iets in 'n organisasie bestaan; of daar nou 'n rekenaar is of nie. Dit is egter die kragtige verwerkings-, data-manipulerings- en stoorkapasiteit van die rekenaar wat 'n Joeltreffende bestuursinligtingstelsel moontlik maak. Die vraag is nie of die rekenaar gebruik gaan word in die bestuursinligtingstelsel nie, maar wel in watter mate daar verskillende prosesse gerekenariseer gaan word. Die klem val hier nie op die stoor van historiese data nie, maar op die verwerking van inligtingsversoeke en die daarstel van verslae op 'n aanvraagbasis. Dieselfde data wat verkry word vir roetine verwerkingsdoeleindes kan geselekteer en getransformeer word sodat dit gebruik kan word vir bestuurskontroledoeleindes.

Die idee van 'n rekenaargebaseerde inligtingstelsel beteken nie volledige outomatisasie nie. Vir baie probleme vorm die mens en masjien 'n gekombineerde stelsel met resultate wat verkry word deur middel van interaksie tussen die rekenaar en die menslike verwerker. Hierdie interaksie word vergemaklik wanneer daar van gekoppelde stelsels gebruik gemaak word en waar invoer-/afvoer-terminale aan die rekenaar gekoppel is sodat daar onmiddellike reaksie op invoere kan wees wanneer inligting op so 'n wyse benodig word.

2.2 Organisasieteorie en organisasiestrukture

Die rekenaar word gebruik in die konteks van 'n organisasie. Dit is egter 'n feit wat baie keer uit die oog verloor word

wanneer inligtingstelselprobleme ter sprake kom. Dit is dus nodig om deeglik kennis te neem van organisasieteorie en die strukture van organisasies waarin daar van rekenaars gebruik gemaak word. 'n Begrip van organisasies en bestuur is belangrik in die ontleding en ontwerp van selfs die laagste vlak van dataverwerkingstelsels en hierdie begrip is krities in die ontwerp van 'n bestuursinligtingstelsel.

Wie gebruik inligtingstelsels? Daar bestaan baie voorbeelde van inligtingstelsels en vele verskillende tipe gebruikers. 'n Rekenaar-gebaseerde inligtingstelsel bestaan normaalweg in 'n organisasie van een of ander aard. Lede van daardie organisasie is die gebruikers van die inligting wat deur die stelsel geproduseer word. Daar bestaan verskeie redes waarom dit nodig is om organisasies te verstaan voordat Jaar effektief met inligtingstelsels gewerk kan word.

Eerstens is die gebruikers van inligtingstelsels lede van die organisasie. Gedragsfaktore wat spruit uit die lidmaatskap van 'n organisasie beïnvloed die wyse waarop gebruikers op inligtingstelsels reageer. Tegnies elegante stelsels het al misluk as gevolg van onvoldoende gebruikersdeelname in die ontwerp van stelsels, behoeftes wat nie goed begryp is nie, of lomp implementeringsprosedures.

Tweedens is die rekenaardepartement 'n departement in die organisasie. Hierdie departement is betrokke by ander departemente in die organisasie en moet aan verskillende vlakke van bestuur verslag lewer. Om effektief te funksioneer moet 'n lid van die rekenaardepartement die funksies van die organisasie en sy bestuur verstaan.

In die derde plek is 'n rekenaardepartement 'n organisasie op sigself. Afhangende van die grootte van so 'n departement mag daar verskillende vlakke van bestuur en 'n aantal subgroepe in

die departement bestaan. Beginsels van organisasie behoort deur elke lid van die departement verstaan te word om sodoende die maksimum bydrae aan die departement en die organisasie te lewer.

2.2.1 Definisie van 'n organisasie

Schein ([144] p.9) definieer 'n organisasie soos volg:

"An organization is a rational coordination of activities of a group of people for the purpose of achieving some goal".

Daar is 'n paar belangrike aspekte in hierdie definisie, eerstens dat die aktiwiteite van 'n groep mense gekoördineer word; dit wil sê daar is 'n gesamentlike poging. Meeste organisasies bestaan uit 'n arbeidsmag en 'n hiërargie van outoriteite wat sorg vir die rasionele koördinering van aktiwiteite. Die definisie sluit ook die doelstellings van die organisasie in; daar bestaan baie verskillende tipes organisasies met verskillende doelstellings.

Die formele organisasie is dit wat op 'n organisasiekaart verskyn en daar bestaan gewoonlik standaarde en prosedures wat die struktuur van die formele organisasie beskryf. Aan die ander kant bestaan daar in sosiale organisasies patrone van koördinasie wat spontaan ontwikkel uit die interaksie van 'n groep mense. Informele organisasie is dus die patroon van verhoudings en organisasie tussen lede van die formele organisasie en dit word nie op die organisasiekaart gespesifiseer nie.

Die informele organisasie is 'n meer realistiese beeld van die formele organisasie, aangesien dit 'n weerspieëling is van die wyse waarop mense werklik saamwerk. Daar moet derhalwe met die ontwerp van inligtingstelsels gepoog word om onrealistiese

standaarde en prosedures te vermy, want daar mag gevind word dat die reëls nie werklik gevolg word nie en dat die stelsel swak funksioneer omdat formele organisasieoorwegings 'n groot rol gespeel het. 'n Groot probleem is egter dat dit baie moeilik is om die informele organisasie waar te neem en te beskryf. Die informele organisasie is van die persoonlikhede van spesifieke individue en gedragspatrone wat oor die loop van jare ontwikkel het, afhanklik. Mense mag die inligtingstelsels as iets hoogs formeel sien sonder om enige feite omtrent informele organisasie waar te neem. Wanneer vrae omtrent inligtingstelsels gestel word, is dit nodig om te onderskei tussen wat móét wees en wat werklik is. 'n Gebruiker mag sy antwoord baseer op die formele organisasie, terwyl informele organisasie in wese meer relevant vir ons doeleindes is.

2.2.2 Klassieke organisasieteorie

Frederick Taylor het in die laat 1890s die konsep van wetenskaplike bestuur ingelui ([129], [75] p.80). Hierdie benadering fokus op die effektiewe gebruik van mense in organisasies. Dit is 'n rasionele ingenieursbenadering tot arbeid, gebaseer op tyd- en bewegingstudies.

Daar bestaan vier hoofbeginsels met betrekking tot wetenskaplike bestuur. Eerstens moet die beste of ideale metode ontwikkel word om 'n taak uitgevoer te kry en 'n standaard daar te stel. Oorskry die werker hierdie standaard, dan moet hy ooreenkomstig vergoed word. Tweedens moet die beste man vir die werk gekies word en op die beste manier opgelei word om sy taak uit te voer. Derdens moet die wetenskaplike metode met die goed geselekteerde en opgeleide werker gekombineer word, en vierdens moet die nodige samewerking tussen bestuurders en werkers op die basis van arbeidsverdeling bestaan.

Taylor se benadering met betrekking tot mense in organisasies was in 'n groot mate fisiologies van aard. Hy het hoofsaaklik op produksie en klerklike werk klem gelê, waar daar min onderskeid tussen verskillende werkers getref kon word. Hierdie take is natuurlik makliker om te beskryf as ander aktiwiteite wat in 'n organisasie voorkom. Die belangrikste beperking op fisiese aktiwiteite het te doen met kapasiteit. Daar bestaan 'n bogrens vir elke individu se produksietempo. Spoed is ook 'n belangrike komponent van produktiwiteit. Basis is die doel van wetenskaplike bestuur die minimalisering van die koste van 'n taak en die tydsduur vir die uitvoering daarvan.

'n Aantal teoretici (o.a. Gulick, Urwick en Fayol) het die beskrywing van organisasies gebaseer op die groepering van verskillende aktiwiteite in departemente. Hierdie teoretici beskou die organisasie as een groot masjien en probeer om beginsels te ontwikkel wat die masjien se aktiwiteite beheer [104]. Hulle benadering is naamlik dat indien 'n organisasie gegee word, op watter wyse daar te werk gegaan moet word om hierdie eenheidstake te identifiseer en te organiseer in individuele take. Daarna moet hierdie take georganiseer word in administratiewe eenhede, die administratiewe eenhede in groter eenhede en ten slotte moet die topstruktuur daargestel word. Die resultaat is die strukturering van organisasies in departemente en elke departement is verantwoordelik vir 'n versameling take wat deur die werknemers in daardie departement uitgevoer moet word.

Verskillende organisasie-eenhede hou met mekaar verband deur middel van outoriteit, verantwoordelikheid en rekenskap wat gegee moet word. Eersgenoemde is die reg van bevel wat aan 'n pos gekoppel word - dit wil sê wie die ondergeskiktes en wie die bestuurders is. Verantwoordelikheid bestaan uit die

pligte wat met 'n pos geassosieer word, terwyl laasgenoemde die verslaglewering aan hoër vlakke van outoriteit behels.

Hierdie benadering het tot die ontwerp van piramidestruktuurorganisasies gelei, waar outoriteit van bo na onder deur die organisasie vloei. Die bogenoemde teoretici was verder ook gemoeid met die spanwydte van beheer - met ander woorde die hoeveelheid werknemers wat ideaal onder 'n bestuurder kon sorteer.

Vele probleme is deur 'n hele aantal skrywers (onder andere March en Simon [129]) met betrekking tot hierdie wetenskaplike bestuur en departementele benaderings uitgewys. Eerstens is wetenskaplike bestuur fisiologies van aard, waarin die psigologie geheel en al geïgnoreer word, en dit is verder van toepassing op lae-vlak roetinesake sonder om melding te maak van besluitnemingsaktiwiteite in 'n organisasie. Dit aanvaar verder ook dat die mens geheel en al gemotiveer kan word deur middel van vergoeding en dat die mens altyd rasioneel handel. Die departementele benadering het ook die neiging om individue oor die hoof te sien. Dit is baie moeilik om 'n basis vir departementalisasie te definieer en hierdie benadering ignoreer die probleem van koördinasie en interafhanklikheid tussen departemente.

2.2.3 Moderne organisasieteorie

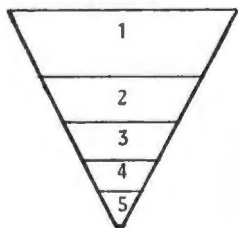
Chester Barnard ([104] p.35) het in 1938 die basis vir die nuwe teorie van organisasies voorgestel : dit is dat organisasies kooperatiewe sisteme is en nie die produkte van meganiese ingenieurswese nie. Hier word natuurlike groepe in 'n organisasie beklemtoon, opwaartse kommunikasie, outoriteit van onder eerder as van bo, en die samewerking van leiers wat as 'n taakmag funksioneer. Simon [147] het voortgebou op Barnard se idees en benadruk die besluitnemingsproses as 'n basis vir die studie van organisasies. Organisasies

is 'n stelsel van koördinerende aktiwiteite wat bestaan uit 'n koöperatiewe groep wat werk om een of ander doelstelling te bereik. Die benadering herken ook die belangrikheid van die informele organisasie.

Sommige van die klassieke teoretici, gemeld in 2.2.2, het die menslike element geheel en al in hulle teorieë geïgnoreer.

'n Benadering waar individue in organisasies uit 'n psigologiese oogpunt bestudeer is, is gebaseer op eksperimente wat deur die Hawthorne Western Electrical Plant van 1927 tot 1932 uitgevoer is ([144] p.7). Gebaseer op hierdie eksperimente het navorsers tot die slotsom gekom dat sosiale faktore uiters belangrik is vir die wyse waarop mense werk en ook 'n groot invloed op hulle produktiwiteit het.

Uitgaande van die Hawthorne- en ander werk is daar psigologiese modelle van mense ontwikkel. Die behoefte-hiërargie, soos voorgestel deur Maslow, is gebruik om die basis van begrip van mense in organisasies te vorm ([130] pp.35-58). Maslow het die volgende vyf vlakke van menslike behoeftes voorgestel:



1. Veiligheids-, sekuriteits- en oorlewingsbehoefes.
2. Sosiale en affiliëringsbehoefes.
3. Ego-, bevredigingsbehoefes.
4. Outonomie en onafhanklikheid.
5. Selfaktualisering of selfbevrediging.

Die teorie het voorgestel dat die laer-vlak behoeftes eers bevredig moes word voordat die mens in hoër-vlak behoeftes sal belangstel.

Beïnvloed deur Maslow, het D. McGregor [192] sy teorie van bestuur ontwikkel. Hy voer aan dat die wyse waarop 'n bestuurder sy taak benader, beïnvloed word deur sy siening of beskouing van die mens. McGregor karakteriseer die twee ekstreemgevalle as Teorie X en Teorie Y.

Teorie X

Hierdie beskouing van die mens is gebaseer op die benadering wat die huidige denke omtrent werk oorheers. Daar is 'n aantal aannames in hierdie teorie, insluitende die idee dat 'n gemiddelde mens 'n afkeer in werk het en dit indien dit moontlik is, sal probeer vermy. Die teorie is verder in ooreenstemming met die beskouing dat mense gedwing, gekontroleer, gelei en gedreig moet word om 'n bydrae te lewer sodat organisatoriese doelstellings bereik kan word. Die gemiddelde mens verkies om gelei te word, het min ambisie, vermy verantwoordelikheid en is basies net besorg oor sekuriteitsbehoeftes.

McGregor verwerp die aannames van Teorie X en stel 'n alternatief, genoem Teorie Y, voor waarin onderliggende aannames gemaak word wat grootliks verskil van dié van Teorie X.

Teorie Y

Hierdie teorie veronderstel dat fisiese en geestelike moeite in werk so natuurlik vir die mens is as wat dit in die geval van spel is. Mense sal selfdissipline en selfkontrole toepas om 'n doelstelling waaraan hulle blootgestel is, te bereik. Mense leer nie net om verantwoordelikheid te aanvaar nie, hulle streef ook daarna. Baie mense in die populasie het die vermoë om 'n hoë graad van verbeelding en vindingrykheid toe te pas in die oplossing van probleme.

Organisatoriese gedrag gebaseer op Teorie X is taamlik wyd en algemeen en dit is duidelik dat hierdie teorie werk. Diegene wat egter die aannames van Teorie Y verkies, glo dat Teorie X 'n menslike koste inhou in die vorm van frustrasie en gebrek aan ontwikkeling van die mens, wat voortspruit uit die toepassing van hierdie teorie. Navorsers in die gedragswetenskappe is geneig om Teorie Y bo Teorie X te stel wanneer dit om voordele vir 'n organisasie gaan wanneer leierskap op hierdie teorie se aannames berus. Een so 'n benadering is die sogenaamde "Stelsel Vier" van Likert [122]. Die werk van Likert beklemtoon werker-deelname en dit is gebaseer op die resultate van 'n aantal sorgvuldige studies. 'n Tipologie van organisasies, wat strek van outoritêr tot deelnemend van aard, is ontwikkel. 'n Belangrike idee van Likert is dat bestuur as 'n koppelvlak moet dien en dat 'n bestuurder invloed by hoër vlakke van bestuur moet hê om doeltreffend te kan funksioneer. 'n Bestuurder dien dan as 'n koppeling tussen ondergeskiktes en hoër vlakke van bestuur in die organisasie.

Schein ([144] p.46) het 'n aantal verskillende modelle en aannames omtrent individue in organisasies gekombineer in 'n model wat hy noem "complex man". Basies veronderstel hierdie model dat die individu sowel kompleks as hoogs veranderlik is en dat hy baie motiewe het, en dat hierdie motiewe met die tyd mag verander. 'n Persoon kan nuwe motiewe aanleer en sal om 'n aantal verskillende redes produktief betrokke raak in 'n organisasie en hy sal verskillend reageer op verskillende bestuurstrategieë. Hierdie meer moderne benadering kan handig wees om verskillende mense se reaksies tot gerekenariseerde inligtingstelsels te verklaar.

2.2.4 Organisasiestrukture

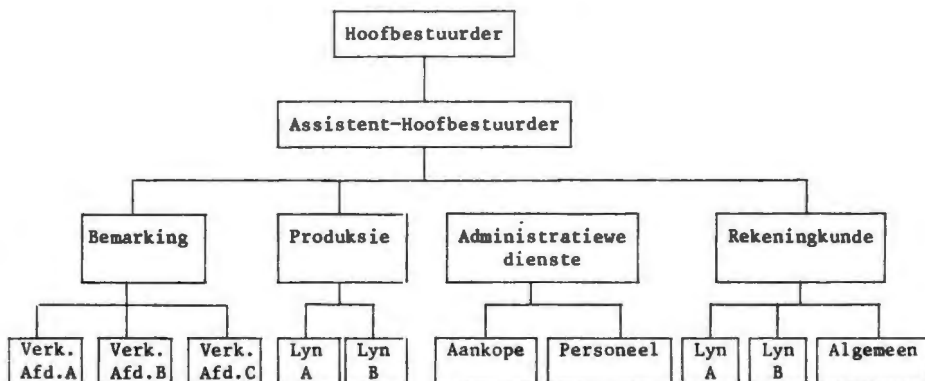
Die koms van die rekenaar in 'n besigheidsongewing het 'n aantal vrae met betrekking tot die effek wat die verandering op die struktuur van die organisasie sal hê, laat ontstaan. Die vrae is primêr gerig op die effek wat outomatisasie op desentralisasie van outoriteit en besluitneming in die organisasie het. Die fokuspunt van besluitneming bepaal of die organisasie as gesentraliseerd of gedesentraliseerd beskou moet word. Wanneer daar sprake van gesentraliseerde outoriteit is, beteken dit in die algemeen dat die verantwoordelikheid vir die formulering van besluite en operasionele strategieë by 'n klein geselekteerde groepie berus, en dat geen magte na persone buite hierdie groepie gedelegeer word nie. Tipies beteken dit dat die mag in so 'n geval in die hande van die topbestuursgroep is. Onder hierdie filosofie van gesentraliseerde outoriteit sal alle belangrike besluite na hoër vlakke van die bestuur verwys word om sodoende deur die besluitnemingsgroep hanteer te word. Alle inligting moet dan aan hierdie groep beskikbaar gestel word.

Desentralisasie van outoriteit impliseer dat beperkte pogings aangewend word om tipes van besluite te skei wanneer outoritêre magte toegeken word. Dit hou dus in dat besluite wat met werksaangeleenthede verband hou, op die laagste vlak in die organisasie geneem kan word. Dit is juis hier waar die nodige kundigheid en inligting saamgevoeg kan word om die nodige besluit te neem. Watter van die twee filosofieë die meeste voordele vir 'n moderne organisasie inhou, is 'n vraag waaroor daar dikwels gedebatteer word. Tot dusver blyk dit dat daar nog geen besondere oorgang na enige van die twee rigtings bestaan nie en dit is op die huidige stadium ook nie moontlik om uitspraak te lewer oor watter benadering die beste is nie.

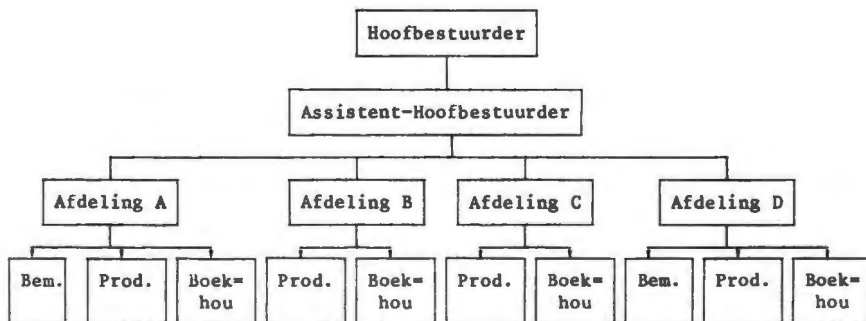
Aangesien die rekenaar dit moontlik maak om groot volumes inligting te stoor en te verwerk, glo die aanhangers van sentralisasie dat dit meer effektief is om beslissingsoutoriteit primêr by topbestuur te laat berus. Die nuwe inligtingstechnologie laat toe dat groter hoeveelhede inligting makliker georganiseer en verwerk kan word in 'n korter tydspanne. Dit verhoog dus die beslissings- en denkvermoë van topvlakgebruikers. Die tegnologie laat verder toe dat topbestuur 'n groter hoeveelheid probleme kan hanteer. Deur meer inligting te kwantifiseer maak rekenaar-gebaseerde stelsels dit vir topbestuur moontlik om sy beheer oor die besluitnemingproses van ondergeskiktes uit te brei ([39] pp.41-58). Daar word ook verder aangevoer dat die nuwe tegnologie dit moontlik maak om komplekse kommunikasiestelsels vir die bedryf van groot gesentraliseerde organisasies te ontwikkel en te onderhou. Meer inligting sal dus vir topbestuur beskikbaar wees, sodat "probeer-en-tref" in die besluitnemingproses verminder kan word.

Diegene ten gunste van desentralisasie van outoriteit voer in baie opsigte soortgelyke argumente aan. Deur besluite op die bedryfsvlak te neem word oordeel grootliks uit die besluitnemingproses verwyder, aangesien die besluitnemer op hierdie vlak direk met die probleem kontak het en kennis dra van die omstandighede wat met 'n besondere probleem verband hou. Inligting aangaande ander aktiwiteite in ander gedeeltes van die organisasie wat die besluit mag beïnvloed, kan aan hom beskikbaar gestel word, aangesien die vermoë van 'n rekenaar-gebaseerde stelsel dit moontlik maak om die nodige inligting op bedryfsvlak beskikbaar te stel. Figuur 1 en Figuur 2 gee respektiewelik skematiese voorstellings van sentralisasie en desentralisasie van outoriteit.

FIGUUR 1



FIGUUR 2



2.3 Organisasies, stelsels, substelsels en inligtingstelsels

Wanneer die teorie van stelsels van nader beskou word, blyk dit dat 'n stelsel ðf abstrak ðf fisies kan wees.

"An abstract system is an orderly arrangement of interdependent ideas or constructs". --- "A physical system is a set of elements which operate together to accomplish an objective" ([99] p.81).

Die begrip "stelsel" is baie moeilik om eksak te definieer. Die 1969-uitgawe van die American Heritage Dictionary het nie minder nie as agt definisies vir die woord "stelsel". Net die eerste een word hier weergegee. Dit lui soos volg:

"A group of interacting, interrelated or interdependent elements forming or regarded as forming a collective entity".

Alhoewel die vorms kan varieer en die doelstellings uiteenlopend van aard kan wees, bestaan daar sekere karakteristieke wat gemeenskaplik is in die meeste, indien nie alle, stelsels nie. Eerstens is stelsels opgebou uit verskillende gedeeltes of komponente. In die tweede plek hou die gedeeltes verband met mekaar en is daar interaksies of interafhanklikheid tussen die gedeeltes of komponente. Derdens sal 'n verandering in een van die komponente heelwaarskynlik een of ander verandering in die ander komponente of in die stelsel as geheel teweegbring. Vierdens werk al die komponente saam na een of ander doelwit of funksie wat die primêre doelstelling is waarna die stelsel in die geheel streef. Die stelsel is verder kompleks met komponente soos persone, idees, materiale, kragte, prosedures en ander faktore, en dit is heel waarskynlik deel van 'n ander groot stelsel net soos wat dit self uit menige substelsels kan bestaan. In die laaste plek blyk dit dat daar 'n oneindige aantal verbande tussen alle tipes van stelsels moontlik is.

'n Geordende groep feite, beginsels, filosofieë, gelowe en tradisies, soos byvoorbeeld die demokratiese regeringstelsel van 'n land, word as 'n stelsel beskryf. 'n Asemhalingstelsel is 'n versameling organe in 'n lewende wese wat een

of meer kritiese funksies verrig. Hierdie stelsel ondersteun die lewende wese wat op sy beurt weer as 'n stelsel beskou kan word. 'n Organisasie van mense, geld, metodes, materiaal en masjiene kan so saam 'n besigheidstelsel vorm. Daar word dikwels na 'n rekenaarkonfigurasie, wat uit 'n aantal reël=drukkers, kaartlesers, geheue-eenhede, kontrole-eenhede, magneetbandaandrywers, skyfaandrywers en ander verwerkings=eenhede bestaan, as 'n stelsel verwys aangesien dit 'n groep aanverwante voorwerpe verteenwoordig wat saam 'n eenheid vorm.

Die stelselkonsep moet goed begryp word voordat enigsins sinvol en intelligent daarmee gewerk kan word, en om hierdie rede is dit nodig om pertinente eienskappe van die stelsel te identifiseer, wat dan verder gebruik kan word om die stelsel te verbeter. Verder beteken benutting van die stelselbenadering dat die komponente van die stelsel op só 'n wyse toegewys en gefintegreer word dat die algehele effektiwiteit van die stelsel geoptimaliseer word. Dit beteken dat die gesamentlike poging van die komponente van die stelsel 'n groter effek moet produseer as wat die som van die afsonderlike eenhede sal wees.

Een voorstellingswyse om stelsels te klassifiseer is gebaseer op twee verskillende vlakke van kriteria, ([92] p.46) naamlik:

1. Voorspelbaarheidsvlak - kriteria van hierdie vlak berus op 'n tweeledige skema : deterministies en waarskynlik.
2. Kompleksiteitsvlak - met hierdie vlak se kriteria is dit moontlik om stelsels drieledig te klassifiseer: eenvoudig, kompleks en hoogs kompleks.

Wanneer met sekerheid voorspel kan word hoedanig 'n stelsel in verskillende situasies sal reageer of handel, word dit 'n

deterministiese stelsel genoem. By so 'n tipe stelsel is daar geen twyfel oor die uitvoer daarvan nie. Gegee die laaste toestand van die stelsel en 'n huidige hoeveelheid inligting, is dit moontlik om presies die volgende toestand van die stelsel te bepaal sonder enige risiko van foute. Omgekeerd, indien die uitkoms van 'n stelsel nie met sekerheid voorspel kan word nie, word die stelsel 'n waarskynlikheidsstelsel genoem. Sommige van hierdie stelsels mag as deterministiese stelsels wat nie ten volle begryp word nie, beskou word. Bestuurders en analiseerders het in alle gevalle altyd met waarskynlikheidsstelsels te doen.

'n Eenvoudige deterministiese stelsel is 'n deterministiese stelsel wat slegs 'n paar substelsels en interverwantskappe bevat en wat 'n volledig voorspelbare gedrag openbaar. 'n Rekenaar is 'n komplekse deterministiese stelsel. Dit is kompleks aangesien dit uit 'n hele aantal komponente bestaan, met ingewikkelde interverwantskappe tussen die komponente. Dit is egter deterministies in die sin dat dit presies sal doen wat dit geprogrammeer is om te doen. Wanneer die gedrag van 'n komplekse deterministiese stelsel nie ten volle voorspelbaar raak nie, beteken dit dat die stelsel 'n fout ontwikkel het. 'n Eenvoudige stelsel se gedrag kan ook waarskynlik van aard wees. 'n Kwaliteitskontrolestelsel wat die aantal defekte in 'n populasie moet voorspel is 'n voorbeeld van 'n eenvoudige waarskynlikheidsstelsel.

'n Organisasie of besigheid waarvan die doel is om profyt te maak, is 'n komplekse waarskynlikheidsstelsel. Besluite, wat 'n verskeidenheid substelsels in die stelsel affekteer, word geneem en die gevolge van die besluite kan die operasies van die organisasie verander om 'n sekere vlak van profyt te lewer - alles berus op waarskynlikheid. 'n Stelsel wat feitlik onmoontlik is om te beskryf sal as hoogs kompleks geklassifiseer word. Aangesien dit so kompleks is, kan hierdie tipe

stelsel nie deterministies wees nie. Hoogs komplekse nie-deterministiese stelsels is egter redelik algemeen te vinde. 'n Land se ekonomie is 'n voorbeeld van so 'n stelsel, want dit is hoogs onwaarskynlik dat dit ooit ten volle beskryf sal kan word. Menige organisasies het vandag so kompleks geword dat hulle in hierdie kategorie val. Dit is dus essensieel dat tegnieke van inligtingsverwerking ontwikkel moet word, sodat bestuur daardeur ondersteun kan word in die hantering van hierdie kompleksiteit.

Elke stelsel is opgebou uit substelsels, wat op hulle beurt weer uit substelsels bestaan. Die interverbindings en interaksies tussen verskillende substelsels word koppelvlakke genoem. Koppelvlakke tree by die grense van substelsels in die vorm van invoere en uitvoere op. In die geval van 'n rekenaar - as 'n stelsel beskou - is die substelsels byvoorbeeld die sentrale verwerker, invoereenhede, uitvoereenhede en eksterne stoormedia. Die koppelvlak is in hierdie geval die oordragskanale.

'n Verdere klassifikasie van stelsels is sogenaamde ope en geslote stelsels. In die fisika word 'n geslote stelsel gedefinieer as 'n stelsel wat self-bevattend is. Dit ruil nie materiaal, energie of inligting met sy omgewing uit nie. In organisasies en inligtingverwerking bestaan daar stelsels wat relatief geïsoleerd van die omgewing is, alhoewel nie geslote in die fisika-sin van die woord nie. Sulke stelsels word soms ook relatief geslote stelsels genoem. 'n Rekenaar-program is 'n relatief geslote stelsel, omdat dit slegs vooraf gedefinieerde invoere aanvaar, dit verwerk en voorafgedefinieerde uitvoere lewer. 'n Relatief geslote stelsel is dus 'n stelsel wat oor gekontroleerde en goed gedefinieerde in- en uitvoere beskik en nie beïnvloed word deur steurings buite die stelsel nie.

'n Ope stelsel, aan die ander kant, ruil inligting, energie of materiale met sy omgewing uit, en hierdie uitruiling mag willekeurige ongedefinieerde invoere insluit. Biologiese stelsels is tipiese voorbeelde van ope stelsels - so ook besigheidsorganisasies. Ope stelsels is geneig om aanpasbaar te wees in die sin dat dit by veranderinge in sy omgewing kan aanpas ten einde te kan bly voortbestaan. Die stelsel is self-organiserend en verander sy organisasie soos omstandighede verander. In besigheidsorganisasies is aanpasbaarheid 'n vereiste om tred te hou met veranderinge in die mark, in kompetisie, ensovoorts.

'n Stelselontleder verkies gewoonlik 'n relatief geslote, deterministiese stelsel; dit wil sê 'n stabiele, voorspelbare stelsel wat altyd presies doen wat dit veronderstel is om te doen. Hierdie stelsels is in die algemeen makliker om te ontwerp as 'n ope waarskynlikheidstelsel omdat hulle gedrag voorspelbaar is. Dit is ook makliker om sulke stelsels te reguleer of te kontroleer. In die geval van inligtingstelsels is elemente soos die rekenaar en rekenaarprogramme relatief geslote en deterministies, terwyl die menslike elemente oop en waarskynlik is. Verskillende variasies van hierdie mens/masjienstelsels is moontlik. In die een ekstreemgeval kan die masjien beklemtoon word en die mens net as 'n monitor vir die masjienoperasies gebruik word, terwyl in die ander ekstreemgeval die masjien deur die mens net as 'n hulpmiddel in berekenings, die voorsiening van inligting of die soek vir data gebruik kan word.

Die konsep van 'n stelsel vereis van die ontwerper om die stelsel in sy geheel te beskou. Die hele stelsel mag egter te groot wees vir detailanalise, sodat dit verdeel kan word in substelsels. Die grense moet noukeurig vasgestel en die koppelvlakke bestudeer word sodat die nodige verbande tussen substelsels goed gedefinieer kan word en die som van al die

substelsels die hele stelsel vorm. Hierdie stelselbenadering kan ook in die geval van 'n inligtingstelsel toegepas word. Die inligtingstelsel ontvang invoere in die vorm van data en instruksies, verwerk die data ooreenkomstig die instruksies en lewer dan die resultate as uitvoer. Die eenvoudigste geval van 'n inligtingsverwerkingstelsel stem ooreen met die basiese stelselmodel van invoer, verwerking en uitvoer. In die meeste gevalle is dit egter so dat alle invoere nie op dieselfde tyd beskikbaar is nie. Die inligtingsverwerkingsfunksie het dikwels data nodig wat in 'n vorige verwerking gelewer is. 'n Data-stoor word dus tot die inligtingstelselmodel bygevoeg sodat die verwerkingsaktiwiteit huidige sowel as gestoorde data tot sy beskikking het. Hierdie basiese inligtingsverwerkingsmodel is nie alleen handig om die algehele inligtingsverwerkingstelsel te verstaan nie, maar ook om individuele inligtingverwerkingstoepassings beter te begryp. Die apparatuur, bedryfstelsel, kommunikasiestelsel en die data-basisstelsel vorm die funksionele substelsels van die inligtingsverwerkingstelsel, terwyl toepassingssubstelsels soos personeel, salarisse en ander soortgelyke stelsels van hierdie funksionele substelsels gebruik maak.

2.4 Die rekenaar en die organisasie - algemene probleemareas

"... the prospective user will be applying computers to certain specific applications within his own organization, and he must ask himself questions such as the following:

- *Will the operations I have in mind really lend themselves well to computerization?*
- *What would be the probable costs and savings involved?*
- *How can I judge whether it would be worth while to embark on a fullscale system design effort?*
- *If we do decide on a computer development program, which would be the better, a phased or single-step approach?*
- *WHAT FACTORS ARE, IN THE LONG RUN, ESSENTIAL TO THE SUCCESS OF ANY GIVEN COMPUTER INSTALLATION?" ([155] p.7)*

Hierdie laaste vraag is baie keer 'n kernvraag nie alleen vir die nuwe gebruiker van 'n rekenaar nie, maar ook vir die gebruiker met baie ondervinding wat nuwe rekenaartoeappings oorweeg. Hoewel dit onmoontlik is om eksakte reëls neer te lê wat die sukses van rekenarisering gaan bepaal (as gevolg van die uiteenlopende aard van die toepassings) het vorige studies sekere basiese riglyne daargestel wat geassosieer kan word met suksesvolle rekenaarstelsels.

Eerstens is gevind dat suksesvolle gebruikers nie die maklikste take eerste gerekenariseer het nie. Ongeag die moeite en hoeveelheid werk wat daarmee gepaard gegaan het, is die mees kritieke probleme in die organisasies eerste aangepak en gerekenariseer. Daar moet dus beplan word om daardie probleme wat die ernstigste in die organisasie blyk te wees, eerste met die rekenaar te probeer oplos al is dit ook hoe moeilik.

Indien 'n rekenaar eenvoudig gebruik word as 'n vinniger metode om verwerkings te doen wat deur mense of eenvoudige masjiene gedoen is, is rekenarisering gewoonlik nie die moeite werd nie. In 'n ondersoek in die VSA ([13] pp.64-69) waarin 8 000 verskillende sake-ondernemings se dataverwerkingsaktiwiteite nagegaan is, is gevind dat die tipe toepassings wat deur 68 persent van die rekenaars verwerk is, roetine-take soos betaalstate, boekhoudings en voorraadbeheer is. Dit ten spyte van die

"enthusiastic anticipation of decisionmaking functions performed by computers". ([88] p.5).

Indien rekenkundige en/of besluitnemingsfunksies sodanig hersien word dat daar ten volle van die rekenaar se vermoë gebruik gemaak kan word, is die moontlikheid op welslae soveel groter. Sommige organisasies kombineer die vorige

onafhanklike rekenkundige funksies met bedryfsinligtingstelsels, ander verander die reeks van besluitnemingstappe of die tipe data wat versamel word, die plek van datavaslegging en die metode daarvan - ander gaan sover om van gedentraliseerde besluitneming na gesentraliseerde besluitneming met die ondersteuning van die rekenaar oor te skakel.

Derdens behoort daar vir suksesvolle gebruik van die rekenaar soveel moontlik voordeel uit sy verwerkingsvermoë getrek te word. Alhoewel daar in sommige organisasies die volle voordeel in slegs een of twee departemente gesien kan word, lewer die meer suksesvolle rekenaarinstallasies 'n diens aan alle funksionele eenhede in die organisasie.

Die vierde en baie belangrike faktor wat in ag geneem behoort te word, is dat alle stelsels, prosedures en besluitnemingsreëls goed verstaan en gedokumenteer behoort te word voordat daar tot rekenarisering oorgegaan word. Die lëers moet goed georganiseer wees en die minimum foute bevat. Alle data behoort noukeurig vir beskikbaarheid en kwaliteit gekontroleer te word. Indien simulasië- of operasionele navorsingsmodelle gebruik gaan word, moet dit vooraf behoortlik ontwerp en getoets word voordat 'n besluit geneem kan word wat daarop gebaseer is.

In die vyfde plek moet daar gepoog word om die beste beskikbare personeel in die organisasie te gebruik om die stelsel te ontwerp en te ontwikkel. Elke gebruiker wat deur die stelsel geaffekteer gaan word, moet betrek word: - bedryfsbestuur, klerklike gebruikers, bemarkingsverteenwoordigers, maatskappydirekteure - elkeen wat potensieel 'n gebruiker van die stelsel gaan wees, behoort soveel moontlik betrek te word in die analise, ontwerp en ontwikkeling van die stelsel. Lucas ([46] pp.325-338, [126] p.15) het in navorsing gevind dat hierdie een van die mees kritiese faktore is wat die

sukses van implementering van 'n nuwe gerekenariseerde stelsel bepaal. Indien die gevoel vanaf die ontledingsfase tot en met die ingebruiknemingsfase by die gebruiker gekweek kan word dat die stelsel hulle eie produk en eiendom is en nie dié van die rekenaardepartement nie, is daar 'n meer positiewe houding aan die kant van die gebruiker teenoor die rekenariseringspoging. Sulke gebruikers sal moeite doen om die stelsel suksesvol te laat funksioneer en 'n ander benadering teenoor die stelsel hê as wanneer dit op hulle afgedwing word. 'n Groter mate van samewerking tussen die gebruiker en die rekenaardepartement kan verder 'n verbeterde stelsel tot gevolg hê voortvloeiend uit die nuttige inligting wat deur die gebruikers aan die stelselontleders en ontwerpers verskaf kan word. Uit die aard van die saak is die kennis van die gebruiker in terme van sy eie tipe werk beter as dié van die rekenaarpersoneel omtrent daardie werk.

"In planning and designing a system for the support of business operations, the user's role is paramount. He is, or should be, the most important contributor to the system development effort. The reason why he and not the system and computer specialists should control system design is twofold:

- 1. The user has a better understanding of the function that the computer is to support or control.*
- 2. It is he who will have to use the new system and operate through it" ([137] pp.2-3).*

Oorhaastige implementering van 'n gerekenariseerde stelsel kan in baie gevalle die stelsel tot 'n mislukking doem. Beplanning moet versigtig en gedetailleerd gedoen word. Die stelsel moet goed uitgetoets en verkieslik vir 'n lang tyd parallel met die ou stelsel bedryf word om te verseker dat die resultate betroubaar en korrek is.

Betrokkenheid en ondersteuning van die kant van die bestuur vanaf die begin van die projek tot die einde en ook met die

gebruik van die stelsel kan nie oorbeklemt word nie. Studies van Lucas ([43] pp.59-67, [42] pp.27-42) en Swanson ([82] pp.178-188) het dit empiries bevestig. Indien die rekenaar slegs as 'n meer gevorderde tegniek gebruik word om huidige funksies vinniger of teen 'n laer koste uit te voer, is die hoeveelheid aandag wat deur die bestuur aan die rekenaarstelsel bestee word, minimaal. Dieselfde geld indien die rekenaar gesien word as 'n misterieuse, tegnies-obskure apparaat wat slegs deur tegnies opgeleide personeel verstaan kan word - in so 'n geval sal alle verantwoordelikheid aan tegnies opgeleide ondergeskiktes oorgelaat word.

Die faktore wat hier genoem is, is veralgemenings en die moontlikheid is groot dat suksesvolle gerekenariseerde stelsels bestaan waar al die faktore nie aanwesig is nie. As daar egter 'n hele paar van hierdie faktore afwesig is, is die kans dat mens met 'n suksesvolle rekenaarstelsel te doen het, redelik skraal.

2.5 Organisatoriese implikasies

Wanneer huidige en potensiele gevolge wat die rekenaar vir 'n organisasie mag inhou in oënskou geneem word, het ons te doen met 'n omgewing waarin bestuurders werksaam is. Die vraag ontstaan onmiddellik watter impak die rekenaar in die algemeen op die organisatoriese struktuur van die besigheid of organisasie mag hê. Die organisasie-funksie behels die groepering van werksgroepe in logiese en effektiewe eenhede om sodoende planne uit te voer en doelwitte te bereik. Om doeltreffend te funksioneer, moet elke lid van so 'n eenheid weet wat van hom verwag word en watter posisie hy beklee. Die formele organisasiestruktuur word, soos reeds vermeld, voorgestel deur 'n organisasiekaart wat dan die posbenamings, die plek in die organisasie en die formele lyne van gesag tussen poste aandui.

Die organisasiestruktuur moet natuurlik buigsaam wees om die veranderinge as gevolg van tegnologiese, sosiale en ekonomiese ontwikkelings te maak. Die aanwending van 'n rekenaar in 'n organisasie kan verreikende gevolge hê vir alle departemente of afdelings waar van konvensionele metodes na gerekenariseerde stelsels oorgeskakel gaan word. Die vlak in die organisasie waar beduidende besluite geneem word, mag wissel. Die konsep van sentralisasie van outoriteit verwys na die konsentrasie van belangrike besluitnemingsmagte in die hande van 'n paar topbestuurders. Desentralisasie van outoriteit aan die ander kant verwys na die mate waarop belangrike besluite op laer vlakke geneem word. Die begrippe kan natuurlik ook geografies gebruik word, byvoorbeeld sentralisasie van rekenaaraktiwiteite mag slegs beteken dat daar van een (of meer) groot rekenaars met personeel gebruik gemaak word sonder om dit enigszins te assosieer met die mag of graad van outoriteit in die organisasie.

Voordat rekenaars in die organisasie gebruik is, is dataverwerkingsaktiwiteite in die algemeen deur verskillende departemente of eenhede op 'n aparte en dus gedesentraliseerde basis gehanteer. Die rekenaar het dit egter moontlik gemaak om dataverwerkingsaktiwiteite te sentraliseer indien dit wenslik is vir die organisasie. Voordele volgens Saunders ([141] p.21) vir sentrale dataverwerkingsaktiwiteite behels onder andere die volgende:

1. Dit mag ekonomies wees.
2. Voordele met betrekking tot die bedryf van stelsels.
3. Beter samewerking tussen verskillende stelsels.
4. Sekere personeelvoordele.
5. Beter benutting van verwerkingsvermoë.

Aan die ander kant hou gedesentraliseerde dataverwerking ook sekere voordele in soos:

1. Groter belang en motivering op verskillende besluitnemingsvlakke.
2. Beter diens met betrekking tot gebruikersbehoefte.
3. Verminderde "aftyd"-risikos.

Daar bestaan vandag drie gedagterigtings met betrekking tot die mate waarin rekenaargebruik 'n effek op sentralisasie of desentralisasie van bestuur in die organisasie sal hê. Die eerste gedagterigting is dat die rekenaar feitlik geen effek op die organisasiestruktuur sal hê nie, omdat die rekenaar neutraal is met betrekking tot die organisasiestruktuur. 'n Tweede gedagterigting is dat dit 'n groter desentralisasie van bestuur tot gevolg kan hê, omdat laer-vlak bestuurders danksy die gebruik van die rekenaar van sekere roetine-sake ontslae kan raak en sodoende meer aandag aan meer belangrike take kan skenk. Die derde gedagterigting volgens Whisler ([153] p.93) is dat rekenaargebruik 'n groter sentralisasie van bestuur tot gevolg kan hê omdat belangrike besluitnemingsdata vinnig verkry kan word en bedryfsbesluite sodoende geneem kan word sonder om laer-vlak bestuurders in ag te neem. Minder laer-vlak bestuurders kan dus 'n gevolg van rekenarisering wees, volgens Whisler.

HOOFSTUK 3 DATAVERWERKING IN 'N ORGANISASIE

3.1 Die rol van die dataverwerkingsdepartement in die organisasie

Uiteenlopende funksies kan deur die dataverwerkingsdepartement vervul word, en dit hang hoofsaaklik van die benadering en beleid van die topbestuur in 'n organisasie af. Om doeltreffend te kan funksioneer, moet die struktuur van die organisasie as geheel en ook dié van die dataverwerkingsdepartement sodanig wees dat die siening van die topbestuur daarin weerspieël word. Die dataverwerkingsdepartement is 'n diensdepartement. In welke mate, watter tipe en op watter manier die diens gelewer word, wissel van organisasie tot organisasie. Die bestuur sal dus een of ander standpunt moet huldig aangaande die rol en funksie van die dataverwerkingsdepartement: word die departement gebruik as hulp vir bestuursbesluitneming en vir beplanning en kontroledoeleindes, of word dit bloot gebruik as 'n vinniger metode om massas papierwerk en roetine-georiënteerde take te verrig?

Die rekenaar voorsien 'n diens aan diegene wat betrokke is by die produksie en verkope van 'n organisasie se produkte. Voordele in enige organisasie kan basies in twee kategorieë verdeel word. Òf daar word meer verkry vir dit wat aangebied word, òf daar word minder bestee aan produksie en verkope van items wat deur die organisasie gelewer word. Die dataverwerkingsdepartement het normaalweg nie direk beheer of verantwoordelikheid om enige van hierdie voordele te bewerkstellig nie. Hulle rol is hoofsaaklik om 'n diens te lewer aan diegene wat die verantwoordelikheid dra. Menige rekenaars word egter ook in nie-winsgewende organisasies gebruik. Die beginsel bly dieselfde behalwe dat die voordele nou nie groter profyt ten doel stel nie, maar die bereik van

ooreenkomstige doelstellings van die organisasie, wat dit ookal mag behels. Rekenaartyd of rekenaardienstyd mag iets wees wat deur 'n organisasie "verkoop" word, in welke geval die dataverwerkingsdepartement direk die verkope of wins van die besigheid kan beïnvloed.

3.1.1 Faktore wat die rol bepaal

3.1.1.1 Aard van die verwerking

Die aard van die dataverwerkingstake sal hoofsaaklik bepaal word deur die tipe en aard van die organisasie self. Dit is egter wenslik dat die rekenaarfasiliteite dwarsdeur die hele organisasie benut sal word. In ondersoeke in die VSA deur McKinsey and Company (67) is gevind dat dit juis die organisasies is wat op alle vlakke deur die organisasie gerekenariseer het, wat meer suksesvol in hul hele rekenariseringsprosjek was as dié wat die rekenaar slegs op 'n beperkte skaal gebruik het.

3.1.1.2 Leierskap

Dit is die taak en verantwoordelikheid van die dataverwerkingsdepartement om leiding aan ander departemente in die organisasie te gee sover dit die ontwikkeling van nuwe toepassings van dataverwerking aanbetref. Topbestuur se betrokkenheid word verseker deur middel van aktiewe deelname van hoër-vlakbestuurders in beheer Komitee vergaderings. Hierdie bestuurders moet egter goed ingelig wees omtrent die vermoëns en beperkings van die rekenaar, en dit is die taak van die rekenaardepartement om hulle hieroor in te lig. 'n Beheer Komitee kan as skakel dien tussen die departementele bestuur en die rekenaardepartement, en soos die invloed van hierdie bestuurders deurfiltreer na laer vlakke in die organisasie des te groter raak die deelname van laer-vlak werknemers in rekenariseringsprojekte. Die waarde van opleiding

of opvoeding van gebruikers met betrekking tot die vermoëns en voordele van rekenarisering kan nie oorbeklemtoon word nie. Die opleiding kan beperk word tot oriënteringskursusse en beginsels van dataverwerking, eerder as om tegniese programmeringskursusse aan te bied. Watter opleiding ookal nodig mag wees, dit kan òf ekstern òf deur die dataverwerkingsdepartement self verskaf word.

3.1.1.3 Prioriteite

'n Belangrike faktor wat konflik tussen departemente of gebruikers en die dataverwerkingsdepartement kan veroorsaak, is wanneer daar op 'n willekeurige basis voorkeur aan sekere gebruikers of take gegee word. Daar mag egter redes wees waarom sekere kliënte voorkeur ontvang, in dié sin dat hulle take van so 'n aard is dat hulle kritiese afleweringstermyns het en daarom hoër prioriteit moet geniet. Dit moet egter suiwer bepaal word op die basis van die noodwendigheid van die taak en die belang daarvan vir die organisasie. Dit is wenslik om so min prioriteite moontlik te hê.

'First come, first served is generally the most acceptable mode of operations' ([140] p.3).

Wanneer prioriteite wel vasgestel moet word, moet dit verkieslik deur die topbestuur gedoen word aan die hand van neergelegde riglyne. Individuele dag-tot-dag prioriteite kan deur die dataverwerkingsdepartement self gedoen word.

3.1.1.4 Integrasie en akkuraatheid

Dit is belangrik dat die dataverwerkingsdepartement beseft dat dit hulle taak is om die behoeftes van al die departemente in die organisasie te integreer. Dit moet op so 'n wyse gedoen word dat daar nie onnodig met die individuele be-

hoeftes van die departemente ingemeng word nie. In dieselfde lig is dit die verantwoordelikheid van die dataverwerkingsdepartement om toe te sien dat die produkte wat deur hulle gelewer word, so akkuraat moontlik is. Dit mag beteken dat die gebruikers gehelp moet word om te sorg dat inligting wat hulle verskaf, betroubaarder gemaak moet word en ook dat alle verwerking met die grootste sorg gedoen word. Tot 'n groot mate is die dataverwerkingspersoneel in staat om kwaliteit en kontrole oor toepassingstake uit te oefen.

3.1.1.5 Kostes

Hierdie item moet uit 'n algemene kostestandpunt beskou word. Oppervlakkige en haastige besluite behoort nie geneem te word nie. Wanneer 'n nuwe produk op die mark verskyn, is dit nie 'n uitgemaakte saak dat dit wel wenslik vir die dataverwerkingsdepartement is om dit aan te koop nie.

Kostekontrole by die individuele take vir ander departemente moet deur gesamentlike pogings van beide die gebruiker en die dataverwerkingsdepartement beslis word.

3.1.1.6 Ontwerpsbeleid

Is die dataverwerkingsdepartement alleen verantwoordelik vir die stelselontwerp, moet die gebruikers dit doen, of moet dit 'n gesamentlike poging wees? Die antwoord wat op hierdie vraag gegee word, sal in 'n groot mate die rol van die dataverwerkingsdepartement, asook die getalle en soort personeel wat benodig word, bepaal ([140] p.4).

Dataverwerking- of inligtingstelselpersoneel is dikwels geneig om die kwaliteit van stelsels aan die tegniese gesofistikeerdheid daarvan te meet. Hoe elegant is die stelsel en hoe gekompliseerd die programmering? Is daar van spesia-

le tegnieke gebruik gemaak met die ontwikkeling daarvan? Tegniese kwaliteit mag voordele hê wanneer spesifieke lêer- of datastrukture en verwerkingsalgoritmes ontwikkel moet word. Dit is ook baie belangrik, want dit is essensieel dat 'n gerekenariseerde stelsel in 'n werkende toestand moet wees...

"however, quality as perceived and defined by the user is the dominant evaluation criterion in creative systems design" ([26] p.72).

Daar bestaan verskeie redes waarom evaluering van stelselkwaliteit, gebaseer op gebruikerskriteria, aangemoedig behoort te word. Eerstens, indien die gebruiker betrokke gaan wees in die ontwerp van 'n stelsel, behoort hy oortuig te word dat sy betrokkenheid produktief sal wees. Wanneer die kwaliteit van die stelsel uit die gebruikersperspektief gedefinieer word, word deelname deur die gebruiker aan die ontwerp en ontwikkeling van die stelsel betekenisvol. Tweedens veroorsaak gebruikers-gedefinieerde kwaliteit minder frustrasie by gebruikers en dit het die neiging om geleenthede vir konflik tussen gebruikers en die dataverwerkingspersoneel te verminder. Die gebruiker is nie gekonfronteer met 'n arbitrêre stelsel wat nie werklik aan sy behoeftes voldoen nie. Derdens, indien die gebruiker betrokke is en die kriterium vir die evaluering van die stelsel definieer, raak hy meer vertrouwd met die stelsel en verstaan hy dit ook beter. Laastens sal verhoogde kontrole en beheer oor die stelsel van die gebruikerskant onsekerheid aangaande die stelsel verminder en verseker dat minder mag in die hande van die dataverwerkingspersoneel gelaat word. Onder hierdie omstandighede is daar 'n baie groter kans dat die gebruiker die stelsel sal aanvaar en dit gebruik.

3.1.1.7 Doelstellings

Dit is 'n ope vraag of 'n inligtingstelsel ooit welslae kan behaal indien die doel daarvan is om kontrole oor werknemers uit te oefen of om hulle te straf. Aangesien bykans enige stelsel die samewerking van gebruikers vereis, is dit onwaarskynlik dat so 'n dissiplinêre stelsel ooit suksesvol in 'n organisasie kan wees, selfs as sou dit op een of ander wyse gemotiveer kan word in belang van die organisasie. Net soos die aanvaarding van gebruikers met die ontwikkeling van stelsels oorweeg moet word, is dit ook nie wenslik om stelsels te ontwikkel om organisatoriese gedragsprobleme op te los nie. Daar ontstaan reeds genoeg probleme van hierdie aard met die ontwikkeling van 'n nuwe stelsel - indien hierdie probleme verder gekombineer word met die probleme wat organisatories van aard is, kan dit onmoontlike eise aan die stelsel stel.

Indien daar een of ander groot organisatoriese gedragsprobleem bestaan wat heeltemal onafhanklik is van die stelsel wat oorweeg word, behoort hierdie probleem eers opgelos te word voordat die ontwikkeling van die stelsel onderneem word. Spesialiste in organisatoriese ontwikkeling behoort verantwoordelik te wees vir die oplossing van so 'n probleem en nie spesialiste in inligtingstegnologie en stelselontwerp nie.

3.1.2 Funksies van die dataverwerkingsdepartement

Voordat enige aktiwiteit georganiseer kan word, is dit essensieel dat hierdie aktiwiteit se funksies gedefinieer en ten volle begryp moet word. Die beplanner van die dataverwerkingsfunksie moet die gedefinieerde funksies eers deeglik ondersoek voordat hulle dan saamgevoeg kan word in 'n betekenisvolle organisasiekaart waaruit spesifieke poste dan ge-

skep kan word. Die vier hoof funksies wat gemeenskaplik is aan enige dataverwerkingsaktiwiteit is stelselontwikkeling, rekenaarbedryf, tegniese ondersteuning en bestuur en administrasie. Elk van hierdie funksies word kortliks bespreek.

3.1.2.1 Stelselontwikkeling

'n Stelsel word in hierdie konteks gedefinieer as 'n versameling programme en prosedures wat van invoerleërs gebruik maak om verlangde uitvoere te lewer. Elke stelsel moet geanaliseer of ontleed word, ontwerp, geprogrammeer, getoets, gefinstalleer, onderhou en periodiek geëvalueer word. Die tegniese oorwegings met betrekking tot bogenoemde funksies word baie breedvoerig in die meeste tegniese handleidings van rekenaarvervaardigers weergegee. In hierdie lig gesien sal daar meer op bestuursoorweging gekonsentreer word, wat as 'n reël nie goed in tegniese literatuur bespreek word nie.

Die tien stelselontwikkelingsfases wat vir die bestuur van belang is, is die volgende:

1. Die studie.
2. Voorstelevaluering.
3. Stelselontwerp.
4. Programmering.
5. Ontwikkeling van nuwe bedryfsprosedures ter ondersteuning van die stelsel.
6. Opleiding.
7. Omskakelingsbeplanning en ontwikkeling van verwante prosedures.
8. Organisasie van leëraktiwiteite.
9. Programtoetsing.
10. Omskakeling.

DIE STUDIE

Alhoewel die meerderheid van organisasies nie georganiseer is om studie en navorsing met betrekking tot hul eie struktuur op 'n gereelde basis te onderneem nie, het die koms van die rekenaar in besigheidstoepassings studies, in die vorm van sogenaamde wenslikheidstudies, afgedwing. Dit skep die geleentheid vir 'n organisasie of vir ten minste 'n departement in 'n organisasie om vir 'n slag behoorlik sy eie aktiwiteite in oënskou te neem.

Die studie op sigself word tipies oor 'n periode van 'n paar maande uitgevoer deur 'n groep wat spesiaal vir hierdie doel afgesonder word. Dit is in werklikheid 'n proses van hersiening waardeur daar gepoog word om 'n probleem beter te verstaan en om oplossings daarvoor aan die hand te doen. Die funksie wat gerekenariseer moet word, word bestudeer met die doel om 'n beter werkverrigting deur middel van die rekenaar daar te stel. Deur middel van die studie moet die volgende drie basiese vraagstukke opgelos word:

- . die tegniese vraag of die taak met bestaande rekenaartegnologie gedoen kan word;
- . die ekonomiese vraag of die taak wel gerekenariseer moet word en watter basiese voordele rekenaarisering inhou, en
- . die vraag of die stelsel, nadat dit gerekenariseer is, wel 'n werkende stelsel sal wees.

Die eerste vraag kan vandag in teenstelling met 'n klompie jare gelede, met die moderne ontwikkeling in tegnologie sekerlik sonder aarseling positief beantwoord word. Die klem in hierdie vraag kan miskien verskuif na hōē daar te werk gegaan moet word met die rekenaarisering. Wat die tweede vraag betref is daar twee punte van belang. Die eerste is naamlik dat dit 'n vraag is wat normaalweg nie die tipe be=

stuursaadag kry wat dit verdien nie. Die standaardmetode om die stelselontwikkelingskoste en stelselbedryfskoste teen die voordele van rekenariserings van die beoogde toepassing op te weeg, is in die algemeen 'n kortsigtige benadering. Die rede hiervoor is dat dit nie die feit in ag neem dat die moontlikheid geskep word dat stelselontwikkelingstalent en stelselontwerpbronne op ander, miskien belangriker terreine, in die organisasie gebruik kan word nie.

In die tweede plek is die persone wat die kosteaspek be-reken gewoonlik rekenkundige en tegniese personeel wat hoogs onwaarskynlik gekwalifiseerd is om 'n waarde te plaas op die ware potensiële voordele wat die nuwe stelsel kan voorsien. Hierdie personeel is moontlik goed opgelei om stelselontwikkelingskoste te bepaal en die vlak van diens wat deur die stelsel verskaf sal word, maar dis te betwyfel of daar van hulle verwag kan word om byvoorbeeld die impak van die nuwe stelsel op voorraadbelegging vas te stel, of die verband daarvan met produksie en diens aan die kliënte te bepaal. Hierdie funksies hoort tuis by 'n besigheidsbestuurder met baie ondervinding wat in staat is om die volle potensiële effek van die nuwe stelsel op die organisasie as geheel te kan evalueer.

Die derde belangrike vraag, naamlik of die beoogde stelsel 'n werkende stelsel sal wees, word baie keer nie deur bestuur in die bestuursvoorstel hanteer nie. Dit is ook moontlik dat die personeel wat vir die studie en die basiese argitektuur van die stelsel verantwoordelik is, nie hierdie vraag aan hulleself beantwoord nie.

Daar bestaan verskillende metodes wat met die ontleding van 'n stelsel gevolg kan word. Wat hier belangrik is, is dat beide die stelselontleders sowel as die bestuur aan hierdie

stelsel kan dink in terme van die ou of bestaande stelsel wat natuurlik stelselontwerpsbesluite aangaande die nuwe stelsel kan beïnvloed.

"One of the axiomas of system development sums it up neatly: Don't automate the system the way it is, but the way it should be" ([137] p.66).

'n Baie belangrike faktor met betrekking tot die uiteindelijke sukses van die stelsel en wat baie keer buite rekening gelaat word, is die mate van betrokkenheid van die gebruiker by die ontwerp en ontwikkeling van die nuwe stelsel.

"The system study should always be conducted by company personnel, with capable business management representation on the study team" ([137] p.67).

Hierdie onderwerp word later breedvoeriger bespreek.

VOORSTEEVALUERING

Die toelaatbaarheidstudie word in die algemeen gevolg deur 'n voorstel wat aan die bestuur gemaak word; trouens, die hele doel van die studie is om so 'n voorstel op te stel en aan die bestuur voor te lê met die nodige inligting om dit te verdedig. Met die evaluering van die voorstel word daar van die bestuur verwag om 'n besigheidsbesluit te neem wat as baie belangrik geag behoort te word.

STELSELONTWERP

Die ontwerp van 'n nuwe toepassingstelsel kan, afhanges van die omvang en kompleksiteit van die toepassing, etlike maande duur. Stelselontwikkelingsmannekragvereistes word normaalweg in terme van manmaande uitgedruk, en dit is 'n redelike objektiewe maatstaf, behalwe vir die feit dat die totale duur van die projek nie veel verkort gaan word deur

te veel mense daaraan te laat werk nie. 'n Bekende aksioma in stelselontwikkeling lui soos volg:

"'n Verdubbeling van mense halveer nie die tydsduur van die projek nie".

Hoe kompleksier die projek en omvangryker die toepassing is, hoe groter is die kans dat die duur van die projek onder=skat gaan word.

PROGRAMMERING

Gedurende die ontwikkeling van 'n gerekenariseerde stelsel is die programmeringsfase normaalweg die stap wat volg op die ontwerp van die stelsel. Dit behels die vertaling van stelselspesifikasies na 'n logiese proses en 'n stel reke=naarinstruksies in 'n bepaalde rekenaartaal vir die verwer=king van 'n gegewe stap binne die stelsel. Die programmering behoort glad te verloop indien die ontwerp van die stelsel behoorlik en volledig gedoen is. Daar word bereken dat 'n programmeerder normaalweg 90 persent van sy tyd gebruik vir probleemdefinisie en slegs 10 persent vir die werklike kode=ring ([137] p.138). Die produktiwiteit van 'n programmeer=der kan dus baie verhoog word deur volledige en duidelike ontwerp=spesifikasies daar te stel.

ONTWIKKELING VAN NUWE BEDRYFSPROSEDURES TER ONDER=STEUNING VAN DIE STELSEL

Hierdie fase, wat gewoonlik 'n rukkie later as programmering begin maar vir die grootste gedeelte parallel met program=mering gedoen word, is die ontwikkeling en dokumentasie van nuwe bedryfsprosedures wat die stelsel ondersteun sodra dit in gebruik geneem word. Hierdie prosedures word somtyds in die vorm van 'n gebruikershandleiding saamgestel en hier is

sprake van twee kategorieë van prosedures, naamlik:

1. Bedryfsprosedures, en
2. stelsel- en lêeronderhoudsprosedures.

Waar prakties moontlik is dit wenslik dat hierdie prosedures getoets moet word voordat daar oorgeskakel word na die nuwe stelsel.

OPLEIDING

As enige gerekenariseerde stelsel suksesvol wil wees, verg dit in 'n baie groot mate die samewerking van die gebruikers. Afhangende wie die gebruikers van die stelsel gaan wees, behoort daar 'n behoorlike program van opleiding aan hulle uitgewerk te word, wat as 'n integrale deel van die stelsel-ontwikkelingspoging geïmplementeer moet word. Wanneer hierdie opleiding glad nie of nie behoorlik gedoen word nie, en die logika van die stelsel nie deur die mense wat dit moet gebruik, verstaan word nie, is dit seker dat groot probleme verwag kan word wanneer die stelsel geïmplementeer word. Dit is 'n goeie idee om nie slegs aan gebruikers wat direk by die stelsel betrokke is, opleiding te verskaf nie, maar ook aan diegene wat op 'n indirekte wyse daarby betrokke is. Die mate van sukses van die stelsel hou direk verband met die hoeveelheid en kwaliteit van opleiding wat aan die gebruikers verskaf is. In hierdie navorsingsprojek word daar onder andere ook gepoog om positiewe bewyse vir hierdie stelling te verkry.

OMSKAKELINGSBEPLANNING EN ONTWIKKELING VAN VERWANTE PROSEDURES

Die omskakeling van die nuwe gerckenariseerde stelsel behels behoorlike beplanning en die ontwikkeling van omskake-

lingsprosedures. Sommige van hierdie prosedures mag vir slegs een dag van krag wees - ander vir miskien 'n paar dae of weke. Die doel van hierdie prosedures is om te verseker dat die oorskakeling glad en ordelik verloop.

Verwante prosedures wat ook gedurende hierdie fase ontwikkel word, is die van rugsteun-, herstel- en ouditspoor. Rugsteunprosedures moet ontwikkel word vir onverwagte stelsel- en apparatuursonderbrekings wat mag ontstaan. Dit voorsien 'n wyse van oorlewing in sodanige situasies deurdat daar òf na 'n rugsteunstelsel oorgeskakel kan word, òf dat daar tydelik van 'n meer primitiewe metode soos byvoorbeeld 'n handstelsel gebruik gemaak kan word.

Stelselherstelprosedures voorsien 'n wyse waarvolgens daar na normale diens teruggekeer kan word sodra 'n fout herstel is, terwyl ouditspoorprosedures metodes voorsien waardeur historiese transaksiedata gestoor kan word vir ouditdoeleindes asook vir die rekonstruksie van die huidige toestand in 'n stelsel in die geval van apparatuursonderbrekings of ander foute.

LÊERS

Normaalweg moet bestaande lêers omgeskakel word na 'n nuwe formaat wat geskik is vir die gerekenariseerde stelsel. Die omskakeling mag 'n herorganisasie, herstrukturering en kodering van rekords behels. Omdat daar in die algemeen 'n redelike tydsverloop is voordat ten volle omgeskakel is na die gerekenariseerde stelsel, beteken dit dat hierdie lêers onderhou en bygewerk moet word tot tyd en wyl daar ten volle tot die gerekenariseerde stelsel oorgegaan is.

PROGRAMTOETSING

Programtoetsing en ontfouting is nie werklik 'n integrale

deel van programmering nie. In die vroeëre rekenaar dae het 'n programmeerder sy program in die geheue gelaai en dan vanaf 'n konsolie die program instruksie vir instruksie deur-gegaan en ontfout. Hierdie metode is egter lank reeds nie meer prakties nie, aangesien programme baie kompleks kan wees en duisende instruksies mag bevat. Die koste verbonde aan so 'n metode van toetsing sal ook baie hoog wees. Wanneer 'n program getoets word, word dit vandag eenvoudig ingelees en verwerk totdat dit as gevolg van 'n fout nie verder uitgevoer kan word nie.

OMSKAKELING

Die finale stap is die oorskakeling van die ou na die nuwe gerekenariseerde stelsel. Dit is 'n kritiese punt in die hele poging en beplanning moet versigtig en volledig gedoen word om risiko's tot 'n minimum te beperk. Teen hierdie tyd behoort alle programme in 'n werkende toestand te wees, al-le prosedures neergeskryf, personeel opgelei en die organisasie gereed wees om die nuwe stelsel te gebruik.

Daar bestaan vier metodes waarvolgens oorskakeling kan geskied. Die eerste metode behels die parallelle verwerking deur middel van die ou metode tesame met die nuwe gerekenariseerde stelsel, totdat alle probleme opgeklaar is. Die tweede metode wat gevolg kan word, is om eers slegs 'n gedeelte van die hele stelsel te implementeer en die res van die stelsel soos tevore te hanteer en dan later ten volle oor te skakel. In die derde metode word die ou stelsel stelselmatig deur die nuwe vervang totdat die nuwe stelsel totaal oorgeneem het. Die laaste metode is waarskynlik die mees drastiese van die vier metodes in welke geval daar met eens geheel en al van die ou na die nuwe metode oorgeskakel word. Die vier metodes het elkeen sy voor- en nadele en dit hang van die organisasie en toepassing af watter metode die mees geskikte een vir 'n bepaalde organisasie is.

3.1.2.2 Rekenaarbedryf

Hierdie funksie kan vergelyk word met dié van 'n vervaardigingsonderneming. Dit sluit in die skedulering van take, onderhoud van toerusting en programmatuur, apparatuurbedryf en onderhoud van datamodulebiblioteke. Die drie hoofgroepe waarin die dataverwerkingsfunksies ingedeel kan word, is:

- . skedulering en kontrole;
- . bedryf van toerusting, en
- . produksie-ondersteuning.

SKEDULERING EN KONTROLE

Dit behels die skedulering van fasiliteite en take en die kontrolering en monitor daarvan soos wat dit afgehandel word. Meeste dataverwerkingsinstallasies hanteer sowel geskuleerde as ongeskuleerde take en skedulering en kontrole vereis daarom die bestuur van take en toerusting op so 'n wyse dat beide tipes aanvraag bevredig kan word.

BEDRYF VAN TOERUSTING

Die toerusting kan uit 'n redelike groot verskeidenheid van apparatuur bestaan. Dit sluit onder andere invoer/afvoereenhede, kommunikasietoerusting, eindpunte, aangekoppelde toerusting en natuurlik die hoofrekenaar self in.

PRODUKSIE-ONDERSTEUNING

Hierdie funksie sluit in onderhoud aan magneetband-, magneetskyf- en bedryfsdokumentasiebiblioteke, die versamel van data vir die verslaglewering omtrent bedryfswerkverrigting, voldoende voorsiening vir sekuriteit om die fisiese installasie te beskerm en die voorsiening van 'n boodskap- en afleweringssdiens.

3.1.2.3 Tegniese ondersteuning

Die moderne dataverwerkingsfunksie benodig ook bykomende tegniese ondersteuning. Hieronder ressorteer die volgende:

- . Dataverwerkingstandaarde. Dit sluit byvoorbeeld in die daarstel van standaarde vir stelselontwikkeling, skedulering, dokumentasie, beperkings, datastandaarde (soos databasisstrukture, sekuriteite, ens.) en standaarde vir die werkverrigting van stelsels en die rekenaardepartement self.
- . Tegniese bystand wat inligting en bystand aan die gebruikers, ontwikkelingspersoneel, bedryfspersoneel en algemene bestuur verleen. Dit sluit ook in die beantwoording van personeel en gebruikers se tegniese vrae, die instandhouding van 'n tegniese biblioteek, die handleidings van die vervaardiger, die publikasie van 'n periodieke bulletin en die verskaffing van opleidingskursusse.
- . Stelselprogrammering: dit is die implementering en instandhouding van die programmatuur van die installasie, insluitende die seleksie en generasie van die bedryfstelsel, bystand aan personeel by die gebruik van die programmatuur van die masjien self, die ontleding en herstel van programmatuur en die ontwikkeling van standaarde met betrekking tot makro's, gebruikers- en nutprogramme.
- . Databasisadministrasie: Dit behels die beplanning vir en ontwerp van metodes om die integriteit van die databasis te beskerm, veral waar die databasis in meer as een toepassing gebruik gaan word. Verdere funksies wat hierby ingesluit kan word, is die volgende:

- . Ontwerp van databasisse.
 - . Standaard vir die gebruik van databasisse.
 - . Ontwikkeling van stelsels en prosedures vir die beveiliging en kontrole van die databasis, insluitende fouterstelprosedures.
 - . Modifikasie en instandhouding van databasisstrukture en die toekenning van ruimte en apparatuur vir alle toepassings.
- . Televerwerkingsfasiliteite - administrasie: Dit is die ontwikkeling, seleksie en verkryging van televerwerkingsfasiliteitkonfigurasies. Dit sluit dus in die vasstelling van die lyne, netwerk en programmatuurskarakteristieke wat nodig sal wees vir die toepassings: ontwikkeling van standaard vir die ontwerp van televerwerkingstoepassings; die verlening van bystand aan stelselontwerpers, stelselprogrammeerders, gebruikers en bestuur van televerwerkingstoepassings en die kontinue instandhouding van die lyne, netwerk- en eindpuntkonfigurasies namate die behoeftes van gebruikers varieer.
 - . Stelselevaluering: Dit word soms ook konfigurasiebestuur genoem ([115] p.16). Dit is dus die "bestuur" van apparatuur/programmatuur op so 'n wyse dat hierdie fasiliteite behoeftes bevredig sonder onnodige oorkapasiteit of die nodigheid om herhaalde veranderinge aan te bring. Verder sluit dit ook in die ontwikkeling van 'n stelsel vir prestasie-meting en die ontleding van hierdie data om die behoefte aan nuwe apparatuur te bepaal. Die toets van nuwe of alternatiewe apparatuur (soms deur simulasie) is deel van hierdie funksie, en natuurlik ook die aanskaf van nuwe apparatuur.

3.1.2.4 Bestuur en administrasie

Die bestuur en administrasie van dataverwerking behels die vele funksies van toesighouding en administrasie wat met enige komplekse bedryfsaktiwiteit gepaard gaan. Die tegnie-se en ontwikkelingsaard van dataverwerking laat egter die klem op sekere aspekte van die bestuursproses val. Die funksies sluit die volgende in:

- . Toesighouding en projekbestuur: Die toesighouding wys hier na die organisasie, leiding, meting en kontrole van mense en prosesse van die aktiwiteit. Die dataverwerkingsdepartement sal normaalweg twee strome van toesighouding hê, naamlik die normale toesighouding oor die organisasie-eenheid en die bestuur van 'n projek wat deur die organisasiefunksies en personeel mag strek. Projekbestuur is 'n spesiale soort bestuur wat die volgende eenskappe vereis: Volledige definisie van die taak en subtake en hulle interafhanklikheid; gebeurtenisse en bronskedule-ring; herhaaldelike heraanpassing van skedules en take, en die ekstensiewe dokumentasie van gebeure en produkte dwarsdeur die projek. Die feit dat gebruikers grootliks by so 'n projek betrokke moet wees, is baie belangrik.

"Managers will have to provide their own time and time for their subordinates to participate in design activities" ([126] p.51).

- . Beplanning: Dit sluit in die skatting, projeksie en skedule-ring van toekomstige behoeftes en die behoeftebepaling daarvan. Beplanning vir 'n dataverwerkingsomgewing word dikwels gedoen onder groter as normale kondisies van onsekerheid, omdat die gebruik van sy moontlikhede gewoonlik in 'n ontwikkelingsstadium is. Dit is dus duidelik dat beplanning spesifiek in fases verdeel moet word, naamlik

kort-, medium-, en langtermyn en dat hierdie projeksies ge-
durig hersien en aangepas word namate groter duidelikheid
verkry word.

Die dataverwerkingsdepartement is verantwoordelik vir die
inisiëring en instandhouding van planne wat in ooreenstem-
ming is met die hele organisasie se doelstellings en om ge-
bruikers op hoogte van hierdie planne te hou.

- . Sekuriteit: Dit sluit in die beveiliging van die installa-
sie self, die data wat daardeur verwerk word en die perso-
neel, programme en apparatuur wat vir die verwerking ver-
antwoordelik is. Om 'n dataverwerkingsaktiwiteit te be-
veilig is die volgende nodig:
 - . Fisiese beveiliging.
 - . Kontroles en prosedures.
 - . Herstel en rugsteun insluitende rekordbeveiliging en
installasie-rugsteun.
- . Rapportering: Die rapporteringsfunksie is belangrik vir
cnige bestuurder. Daar bestaan twee basiese probleme waar-
mee die dataverwerkingsbestuurder te kampe het. Die eer-
ste is die "vertaling" van tegniese probleme en prestasie
in verstaanbare standaarde, en tweedens moet hy sorg vir
die kontinue verslaglewering van beplanningsaktiwiteite,
projekprestasie en gebruik van apparatuur.
- . Personeelbestuur: Dit behels die administrasie en voor-
siening van rekenaarpersoneel. Hierdie is 'n fundamentele
probleem waarmee feitlik alle dataverwerkingsbestuurders
te doene het, want die tekort aan opgeleide rekenaarper-
soneel is oorbekend.

Posdefinisie, werwing en seleksie, opleiding en ontwikke-
ling, prestasiebeoordeling en die administrasie van die per=

soneel is verder by hierdie funksie ingesluit.

- . Finansiële bestuur: Dit behels die instandhouding en ontwikkeling van kosterekords, begroting, rekenings, aankope en verwante aspekte.

3.2 Plasing van dataverwerkingsdepartemente in organisasies

Elke onderneming moet bepaal presies waar hy die dataverwerkingsdepartement binne die organisasiestruktuur gaan plaas. Dit hang natuurlik af van die grootte van die organisasie, die toepassings wat verwerk gaan word, die mate van integrasie wat verlang word, en die belangrikheid wat die topbestuur aan so 'n departement heg.

Die dataverwerkingsdepartement word dikwels as deel van die finansiële departement in die meeste kommersiële organisasies gevind. Dit is logies dat dit daar geplaas word, omdat die rekenkundige afdeling gewoonlik die eerste gebruiker van 'n rekenaar word of eerste 'n behoefte aan 'n rekenaar openbaar. Dit is dus nie ongewoon om 'n situasie te vind waar die rekenaar direk onder die beheer van 'n finansiële bestuurder geplaas is nie. Dit is egter nie noodwendig altyd die geval nie. 'n Installasie wat hoofsaaklik wetenskaplike toepassings behartig, mag die rekenaar in die navorsingsdepartement plaas.

Die organisatoriese plasing van die dataverwerkingsdepartement is dus baie sterk afhanklik van die oorspronklike departement wat die inisiatief geneem het. Nadole van hierdie plasing kan kortliks soos volg opgesom word:

- . Moontlike gebrek aan objektiwiteit by vasstelling van prioriteite: Die personeel van so 'n dataverwerkingsdepartement mag konsentreer op finansiële toepassings ten

koste van ander belangrike nie-finansiële toepassings. Die dataverwerkingsbestuurder sal waarskynlik ook probeer om eerder die wense van sy senior, die finansiële bestuurder, uit te voer as die van ander bestuurders.

- . Beperkte siening: Die voorsieningsproses van nuwe personeel mag inhou dat die mense hoofsaaklik in die finansies belang stel. 'n Belangstelling in die organisasie as geheel mag dan verloor word.
- . Moontlike gebrek aan organisatoriese status: Organisasoriese status en gesag word nie bereik as die top-dataverwerkingsbestuurder 'n hele aantal trappe laer af in die totale organisatoriese struktuur gevind word nie. So 'n organisasie kan nie verwag dat daar iets positiefs in die rigting van volle sisteemintegrasie moet gebeur as die dataverwerkingsbestuurder nie gesag het om interdepartementele verandering te kan aanbring nie.

"Assistant controllers equipped with the best computers in the world are not going to make the vision of applied information technology a reality very often. They are buried too deep in one leg of the business. They lack status. They lack authority. But most important of all, they lack the entrepreneur's view of the enterprise as a whole" ([142] p.276).

Een benadering wat die gebrek aan objektiwiteit by prioriteitsvasstelling kan vermy, is om 'n organisasiedienssentrum in te stel. Elke departement is dan vir die koste van die sentrum verantwoordelik. Omdat die bestuurder van die departement gewoonlik verantwoordelik sal wees aan 'n neutrale topbestuurder op 'n topbestuurskomitee, sal die plasing van die departement iewers aan die buitekant van die eintlike organisasiestruktuur wees. Die hoofnadeel van so 'n plasing is dat so 'n dienssentrum gewoonlik min status en gesag buite sy eie departement het. Daar sal dus min gedoen word

vir die integrasie van die organisasie as geheel en 'n gefragmenteerde elke-departement-vir-homself-benadering kan verwag word.

Die derde moontlikheid is om die dataverwerkingsdepartement as 'n outonome departement in die organisasie te laat funksioneer. Dit is nie vanselfsprekend dat dit vir alle organisasies die beste oplossing is nie, maar daar is rede om te glo dat dit miskien die mees wenslike vir medium tot groot organisasies is, en wel om die volgende redes:

- . Onafhanklikheid. Onafhanklike status word benodig om onpartydige diens aan alle departemente te lewer. 'n Interdepartementele standpunt word dus van die dataverwerkingspersoneel verwag.
- . Status. Die dataverwerkingsbestuurder behoort 'n gewigtige sê te hê by die bepaling van nuwe en bestaande toepassings, behoort moontlik die prioriteite vas te stel en behoort die nodige veranderings dwarsdeur die hele organisasie te kan maak om beter integrasie van sisteme te verseker. Om hierdie take te kan uitvoer moet hy ondersteuning van topleiding op die hoogste vlak hê. In die geval van ingrypende veranderings, sal samewerking nie verkry word as die dataverwerkingsbestuurder nie 'n posisie beklee wat minstens net so hoog is as die hoogste gebruikersdepartement se bestuurder nie. Verder, in die geval van 'n dispuut, behoort die dataverwerkingsbestuurder te rapporteer aan 'n topleier wat op 'n hoër vlak as enige van die strydende partye is.
- . Van personeel in 'n onafhanklike departement kan verwag word om verbeteringe in die organisasie te bevorder en hulle kan ook daartoe aangemoedig word. Hulle kan ook aangemoedig word om nuwe idees wat konvensionele benaderings

omverwerp te implementeer indien dit tot voordeel van die organisasie sou strek.

3.2.1 Sentralisasie vs. desentralisasie

"The centralization issue is not a new one; it has been widely discussed and hotly debated in academic institutions, management literature, and less formal areas for years - long before those particular aspects relating to the use of computers in industry came to the fore" ([33] pp.1-7).

Vele argumente vir of teen sentralisasie kom neer op aangeleentehede wat betrekking het op bestuurstyl. Sterk argumente kan vir beide sentralisasie en desentralisasie geopper word, en die feit dat style verander soos wat bestuursfilosofie pendulum, lewer 'n verdere bydrae tot die verwarring. Dit mag op 'n stadium hoog in die mode wees om 'n gesentraliseerde benadering te volg - net om 'n paar jaar later uit te vind dat dit ondoeltreffend vir die bepaalde organisasie funksioneer. Omdat organisasies karakteriseer word deur 'n verskeidenheid van style, vermoëns en behoeftes, is dit nie moontlik om 'n enkele oplossing voor te stel wat toepasbaar is in alle situasies nie. Daar kan egter alternatiewe voorstel word met vrae wat beantwoord moet word wanneer daar 'n keuse tussen die moontlikhede gemaak moet word.

Volgens Glaser ([33] p.1) is die volgende reëls van toepassing:

- . Die benadering van die organisasie tot dataverwerking moet konsistent wees met die algemene organisatoriese benadering van die organisasie waarin dit funksioneer.
- . Dit sal duur wees en ook moontlik chaos veroorsaak indien enige organisatoriese veranderings gemaak word - met ander woorde, indien 'n gesentraliseerde organisasie goed funksioneer, moet daar nie sonder meer gedesentra-

liseer word nie. Dieselfde geld vir die omgekeerde.
. Hierorganisasie mag 'n goeie idee wees maar slegs hoë
kwaliteit mense en harde werk kan konsekwent goeie
werkverrigting lewer.

'n Sterk argument vir sentralisasie in dataverwerking is
dat rekenarisering 'n hoë-koste-item is. 'n Teenargument vir
desentralisasie is dat die diens aan gebruikers hierdeur ver=
beter word en dat dit die addisionele koste regverdig. In
die meeste industriële dataverwerkingsdepartemente sal die
volgende twee doelwitte gestel word:

1. Die behoefte om die rekenaar in al sy fasette effektief
en doeltreffend te benut.
2. Die behoefte om 'n hoër vlak van diens aan gebruikers
teen 'n lae koste te verskaf.

Ongelukkig is die twee doelstellings dikwels in konflik met
mekaar, want 'n groter doeltreffendheid vir benutting van
rekenaarapparatuur sal feitlik altyd lei tot 'n gedegradeer=
de diens aan individuele gebruikers.

ARGUMENTE TEN GUNSTE VAN SENTRALISASIE

- . Integrasie: Verantwoordelikheid vir ontwerp en verwerking
onder een organisasie bevorder die integrasie en eli=
mineer die duplisering en oorvleueling van stelsels.
- . Prioriteite: Die totale organisatoriese behoeftes kan
gesamentlik oorweeg word en werksprioriteite kan beter
vasgestel word tot voordeel van die hele organisasie.
- . Koste: Omdat die gesamentlike werklading groter is, kan
toerusting gewoonlik op 'n doeltreffender wyse benut
word.
- . Ondersteuningsaktiwiteite. Omdat die gekombineerde perso=
neelbasis groter is, kan die dataverwerkingsdepartement

- dit beter bekostig om professionele bestuur, toerusting, stelselnavorsing, gevorderde beplanning en opleiding en nuwe tegnieke na te streef.
- . Bestuursbelangrikheid: 'n Groter onderneming is meer betekenisvol wat sy invloed op winste en begrotings betref, en word dus makliker raakgesien deur die topbestuur.
 - . Vlak van professionalisme. Die gesentraliseerde organisasie kan beter talent trek en behou: Daar is 'n kleiner personeelomset en bevorderingsmoontlikhede is groter.

"Qualified data processing personnel are scarce and, from all evidence at hand and the present economy not with standing, will continue to be so. They show less elegance to their employer than to their technology. Turnover is high, as individuals move from company to company, boosting their salaries substantially in the process" ([33] p.2).

ARGUMENTE VIR DESENTRALISASIE

- . Vertroudheid met plaaslike omstandighede: Om die rekenaar op 'n intelligente wyse aan te wend om komplekse probleme in 'n komplekse omgewing op te los, moet stelselontleders en programmeerders die probleme in detail verstaan. Hierdie vlak van vertroudheid met probleme kan die beste bereik word deur individue wat na aan die probleem staan en dit goed begryp.
- . Vinnige respons tot plaaslike verwerkingsbehoefte: Die plaaslike bestuur se behoefte aan 'n vinnige dataverwerkingsomkeertyd op groot volumes data vereis dat die rekenaar in die onmiddellike omgewing geplaas moet wees.
- . Wins-en-verlies-verantwoordelikheid: Menige industriële organisasies het dié beginsel van gedentraliseerde verantwoordelikheid vir bedryfsresultate aangeneem. Aangesien die implementering van rekenaartoe toepassings 'n

belangrike rol in werklike winste en verliese kan speel, behoort hierdie take ook gedentraliseer te word.

3.3 Kontroles met betrekking tot dataverwerking

Kwaliteitskontrole oor gerekenariseerde dataverwerking word deur middel van twee stappe kontroles bereik. Die eerste is 'n hiërargie van organisatoriese kontroles waaraan die inligtingverwerking onderworpe is, en die tweede is spesifieke kontroles vir 'n toepassing. Daar bestaan ook kontroleprosedures om die inligtingsbronne teen vernietiging en diefstal te beskerm. Die organisasiestruktuur wat voorsiening maak vir kontrole oor dataverwerking bestaan uit 'n drievlakige hiërargie, naamlik:

- . topbestuur
- . inligtingsverwerkingsbestuur en
- . kontrolefunksies.

TOPBESTUURSKONTROLE

Topbestuur het algehele verantwoordelikheid vir die inligtingsverwerkingsstelsel. Hierdie verantwoordelikheid word in die volgende aktiwiteite gereflekteer:

- . Bemagtiging van groot stelselbyvoegings of veranderings.
- . Post-installerings hersiening van werklike koste en effektiwiteit van die stelsel.
- . Hersiening van organisatoriese en kontrolepraktyke van die inligtingstelselfunksie.
- . Die monitor van werkverrigting of prestasie.

INLICHTINGVERWERKINGSBESTUURSKONTROLE

Die dataverwerkingsbestuur is verantwoordelik vir kontrolepraktieke wat met die bedryf van die inligtingstelsel geassosieer word. Die aktiwiteite wat met hierdie verantwoordelikheid geassosieer kan word, is die volgende:

- . Die voorsiening van gekwalifiseerde personeel en die omsien na hulle belange.
- . Die skedulering en uitoefening van kontrole oor die aktiwiteite van die dataverwerkingspersoneel.
- . Kontrole oor programbronne vir die installasie.
- . Kontrole oor rekenaarleërs.
- . Kontrole oor die ontwikkelingslewensiklus van nuwe toepassings.
- . Kontrole oor die onderhoud van bestaande toepassings.

KONTROLEFUNKSIE

Die kontrolefunksie kan verdeel word in twee tipes naamlik:

1. interne inligtingsverwerkingskontrole, en
2. onafhanklike kontrole van buite.

Die eerste aktiwiteit is die kontrole oor die akkuraatheid van verwerking en ook om te verseker dat geen data verlore raak of foutief hanteer word gedurende die verwerking nie. Hierdie kontrolefunksie kan onder andere die volgende pligte insluit:

- . Onderhoud van rekords oor invoerdata en kontrole-inligting.
- . Beheeruitoefening oor die versending van uitvoer.
- . Die inlig van gebruikers oor foute en die aanbring van korreksies.
- . Onderhoud van 'n foutlys.

Onafhanklike kontrole van buite kan verskillende vorme aanneem. Dit is egter altyd gemoeid met die onafhanklike kontrole oor die funksies van die dataverwerkingsdepartement. Hierdie kontrole kan deur 'n gebruikersdepartement of deur interne ouditeure uitgevoer word.

TOEPASSINGSKONTROLE

Kontrolefunksies in 'n rekenaartoepassing is normaalweg tweërlei van aard. Eerstens is daar kontrole wat gedurende die ontwikkeling van 'n toepassing uitgevoer word, en tweedens kontrole met die bedryf van die toepassing. In nie-gekoppelde data-invoer kan kontrole gedurende die volgende stadia uitgevoer word:

- . Tydens die datavaslegging of -opname.
- . Tydens die data-oordrag vir verwerking.
- . Tydens datavoorbereiding.

In gekoppelde data-invoer is die volgende moontlike kontrolepunte:

- . Tydens die invoer vir verwerking.
- . Gedurende verwerking.
- . Interne kontrole vir toegang tot lêers en programme.
- . Kontrole gedurende die verspreiding van die uitvoer.

3.4 Probleme met betrekking tot dataverwerkingspersoneel

Wanneer 'n organisasie tot die stap van rekenarisering oorgaan, is een van sy groot probleme die indiensneming of aanstelling van geskikte rekenaarpersoneel. Dit is verder in die meeste gevalle nodig om die personeel in 'n minder of meerder mate op te lei of opleiding te laat kry. Die tipe poste wat normaalweg gevul moet word, is inligtingstelselbestuur-

ders, stelselontleders en ontwerpers, programmeerders en rekenaaroperateurs. Dit is verder ook nodig vir enige organisasie om die nodige posbeskrywings van hierdie poste te hê. Die tipe take wat aan 'n bepaalde pos gekoppel word en onder wie se direkte gesag so 'n persoon sorteer - dit wil sê aan wie hy direk verantwoordelik is - moet duidelik uiteengesit word. Dit is ook nodig om volledige spesifikasies aangaande die vereistes wat aan die bekleër van die pos gestel word, daar te stel. Die vereistes sluit in kwalifikasies, opleiding, ondervinding en so meer. Sulke beskrywings is noodsaaklik in die geval van vakante poste wat gevul moet word, vir salarisvasstelling, posevaluerings- en mannekragebeplanningsdoeleindes.

'n Groot besigheidsgestuurde organisasie in die VSA wat al baie jare van rekenaars gebruik maak, het volledige taakbeskrywings vir alle rekenaarpersoneel daargestel. Die beskrywing van die taak van die stelselontleder lees onder andere soos volg ([153] p.13).

1. Die analise van bestaande stelsels om sodoende hulle funksies te bepaal en tekortkominge te identifiseer.
2. Die ontwerp van nuwe stelsels deur van gevorderde tegnologie gebruik te maak om sodoende bestaande en nuwe stelsels beter te laat funksioneer.
3. Die skatting van ontwikkelings- en bedryfskoste van nuwe stelsels, vergelyking hiervan met kostes van bestaande stelsels, en die beskikbaarstelling van hierdie gegewens in 'n aanvaarbare vorm vir bestuursoorwegings.
4. Die ontwikkeling van oorskakelingsprosedures vir nuwe stelsels.
5. Beheeruitoefening oor projekspanne bestaande uit junior ontleders, programmeerders en gebruikerspersoneel.
6. Koördinering van sy werk met gebruikersvertegenwoordigers om sodoende verseker te wees van akkuraatheid en volledigheid van stelselprosedures.

7. Die bestudering van nuwe dataverwerkingsprosedures en -metodes en die beoordeling van hulle bruikbaarheid en toepasbaarheid.

3.4.1 Personeeltekort

Min organisasies het vandag soveel programmeerders en stelselontleders as wat hulle graag sou wou hê. Vir menige organisasie word die probleem al hoe groter namate die behoefte aan rekenarisering van meer ingewikkelde toepassings groei. 'n Opname deur CPL ([94] p.5) in 1979 in Suid-Afrika het getoon dat sowat 25% van bestaande poste by rekenaardepartemente nie gevul is nie. Die onderstaande tabelle gee die tekorte vir verskillende poste in verskillende areas, aan:

TABEL I

PERSONEELTEKORT AS 'N PERSENTASIE VAN BESTAANDE PERSONEEL

Kategorie	Johannesburg en die Rand		Kusgebiede		Landswyd	
	1978	1979	1978	1979	1978	1979
Stelselontleders	22,4	30,0	30,2	21,0	23,4	28,0
Ontledingsprogrammeerders (Analyst Programmers)	28,2	29,7	16,0	22,7	25,5	28,2
Programmeerders	19,3	22,6	13,5	17,0	18,0	21,3

Hierby moet gesê word dat die poste wat wel gevul is, nie noodwendig deur produktiewe personeel is nie - met ander woorde, 'n redelike persentasie van personeel wat poste vul, mag nog onopgelei of in 'n stadium van opleiding wees. Die onderstaande tabel gee die programmeerders met minder as een jaar ondervinding as 'n persentasie van die totale steekproef van programmeerders.

Kategorie	Johannesburg en die Rand		Kusgebiede		Landswyd	
	1978	1979	1978	1979	1978	1979
Programmeerders	15,8	24,1	15,9	21,3	15,8	23,5

Alhoewel nuwe personeel voortdurend in diens geneem word, is die probleem steeds dat die rekenaarpersoneel met die langste ondervinding die organisasie kan verlaat vir beter geleentheid elders. Verder het die toenemende ontwikkeling en vordering 'n tegnologiese kennis en ondervinding nodig wat nie onder die meeste van die organisasies se programmeerders gevind word nie. Kwantiteit en kwaliteit van rekenaarpersoneel is derhalwe groot beperkende faktore ten opsigte van rekenarisering waarmee die meeste organisasies te doene kry.

"This productivity of systems and programming personnel should be of serious concern to the business executive, because qualified people in these categories are, and will continue to be, in critical short supply, as well as expensive" ([137] p.124).

3.4.2 Personeelwisseling

In die lig van opleidingskoste van rekenaarpersoneel gesien, is 'n hoë mate van personeelwisseling in 'n rekenaardepartement 'n groot probleem waarmee organisasies te doene kan hê. Volgens Sanders en Atkinson ([141] p.27) kan die wisseling tot soveel as 40 persent per jaar beloop. Behalwe vir die feit dat nuwe personeel weer opgelei moet word (ten minste totdat hulle 'n produktiewe bydrae kan lewer) is daar natuurlik 'n groot moontlikheid dat die departement se produktiwiteit in 'n groot mate skade kan ly wanneer sleutelpersoneel die departement verlaat.

Hoe kan rekenaardepartementbestuurders hierdie wisseling tot

'n minimum beperk? Sielkundiges het die behoeftes wat menslike gedrag beïnvloed en motiveer duidelik aangedui. Wat behoeftes aanbetref is die volgende van belang:

1. Sielkundige behoeftes.
2. Veiligheidsbehoefte.
3. Sosiale behoeftes.
4. Egoïstiese behoeftes.
5. Behoeftes aan selftevredeheid.

Motiveringsfaktore, volgens professor Herzberg ([115] p.122) sluit die volgende hoëvlakbehoefte in:

1. Die behoefte om iets bruikbaar of nuttig te bereik - met ander woorde om te presteer.
2. Die behoefte om erkenning te kry vir so 'n prestasie.
3. Die behoefte om die werk self te bekenisvol te laat wees.
4. Die behoefte om verantwoordelik te wees in die vorm van besluitneming.
5. Die behoefte om te groei en vooruit te gaan.

B genoemde feite behoort in alle gevalle deur bestuurders van rekenaardepartemente in ag geneem te word om sodoende sorg te dra dat personeel genoegsaam gemotiveer is en tevrede is met hulle omstandighede. Dit mag lei tot 'n laer persentasie van personeelwisseling.

3.4.3 Opleiding van rekenaar personeel

Met opleiding van rekenaar personeel word hier bedoel daardie opleiding wat deur 'n organisasie of departement in 'n organisasie aan 'n personeelid verskaf word voordat so 'n persoon 'n produktiewe bydrae kan lewer. Formele opleiding van rekenaar personeel is 'n studieveld op sigself, sodat dit nie hier breedvoerig bespreek kan word nie.

Alhoewel rekenaarpersoneel formele opleiding mag ontvang het in die vorm van universiteits-, tegniese of ander opleiding, is dit voortdurend noodsaaklik vir 'n organisasie om opleiding aan rekenaarpersoneel te verskaf. Geen formele opleiding is vandag van so 'n aard dat 'n rekenaarpersoneellid in 'n nuwe organisasie of nuwe betrekking kan begin en onmiddellik produktiewe werk kan lewer nie. So 'n persoon beskik miskien oor 'n basiese kennis, maar feit bly staan dat hy in 'n besondere omgewing met besondere vereistes te lande kom, so dat verdere opleiding noodsaaklik is. Dit geld nie alleen vir nuwe personeel met geen ondervinding nie maar ook vir personeel met jarelange ondervinding wat van betrekking of organisasie verander.

Stelselontleders moet die besigheid en industrie verstaan, vertrouwd wees met stelselontleding en ontwerp-tegnieke, asook met die beginsels van rekenaaroperatuur en programmatuur. In die geval van programmeerders is dieselfde beginsels van toepassing en moet 'n programmeerder eers opgelei word in die besondere omgewing voordat hy enigszins produktief kan programmeer. Die tyd van opleiding vir die organisasie mag natuurlik wissel afhange van vorige ondervinding, tipe en kwaliteit formele opleiding. In alle gevalle is dit 'n duur proses vir enige organisasie voordat rekenaarpersoneel produktief kan wees.

"To the surprise (and dismay) of many executives, it has been found that at least six months is generally required before programmers attain a minimum level of proficiency" ([142] p.326).

Die opleidingskoste van byvoorbeeld 'n programmeerder mag maklik etlike duisende Rand beloop. Heelwat ondernemings verskaf die opleidingsdiens self, maar daar is ook baie ander instansies soos universiteite, tegniese kolleges en konsultante wat opleiding verskaf.

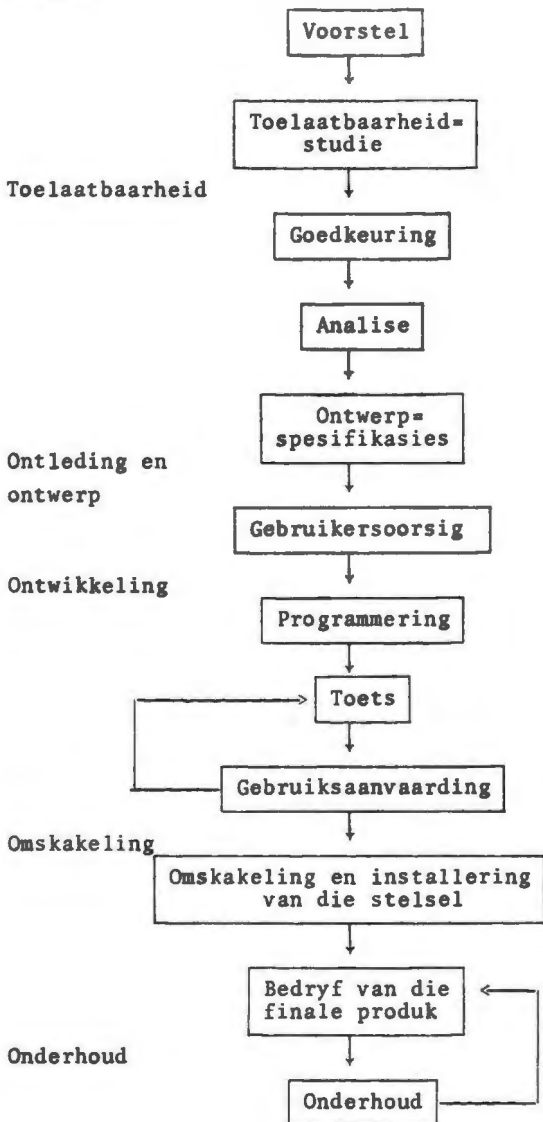
3.5 Ontwerp-, Ontwikkelings- en Implementeringsprobleme

Figuur I verteenwoordig 'n diagramvoorstelling van die verskillende stappe wat vanaf die stelselontledingsfase tot en met die implementering en bedryf van 'n nuwe gerekenariseerde stelsel gevolg word. In meeste van die literatuur oor hierdie onderwerp kan 'n min of meer soortgelyke lys gevind word. Hierdie klassieke model gee nie net vir ons die stappe vanaf stelselontleding tot die finale gebruik nie, maar verdeel ook die verantwoordelikheid tussen die personeel van die dataverwerkingsdepartement en die gebruikers van die stelsel. Gebruikers beveel in baie gevalle die ontwikkeling van 'n stelsel in een of ander funksionele gebied of departement van die organisasie aan. Die dataverwerkingsdepartement onderneem dat 'n toelaatbaarheidstudie uitgevoer word waardeur die huidige toedrag van sake bestudeer word en opgevolg word met voorstelle of aanbevelings ten opsigte van die rekenarisering van die stelsel. Die voorstelle word met gebruikers bespreek en daar word besluit of met die projek voortgegaan sal word of nie. Die rekenaarpersoneel onderneem vervolgens 'n volledige ontleding van die huidige stelsel en neem byvoorbeeld die wyse van inligtingsvloei, die volume van transaksies, en omkeertydvereistes in ag. Hierna word die stelsel deur die rekenaarpersoneel ontwerp en dit sluit in invoer-/afvoer-vereistes en -spesifikasies, leer-organisasie, verwerkingslogika en apparatuurvereistes.

Die gebruiker hersien dan gewoonlik die gedetailleerde ontwerp-spesifikasies en indien dit aanvaarbaar is, word daar met die programmerings- en toetsfase voortgegaan. In baie organisasies word toetsdata deur die gebruikers voorsien vir die toets van die programme. Nadat die toetsuitvoer deur die gebruiker aanvaar is, word daar oorgeskakel na die nuwe gerekenariseerde stelsel. Die finale stap is dan die roetine-gebruik van die voltooide stelsel. Aangesien 'n

FIGUUR I

Stappe



stelsel gewoonlik foute bevat, en aangesien gebruikers steeds nuwe idees mag ontwikkel, is daar altyddeur 'n siklus van onderhoud en verandering aan die stelsel.

Daar bestaan 'n hele aantal probleme met hierdie konvensio-
nele benadering, meer spesifiek in die proses van stelsel-
ontwerp. Die hoofprobleem hier is dat die klassieke metode
van stelselontwerp te veel verantwoordelikheid aan die pro-
fessionele stelselontleder, wat in wese ook maar 'n rekenaar-
spesialis is, gee. Alhoewel gebruikershersiening ingesluit
word in hierdie proses, het dit gewoonlik die neiging om op-
pervlakkig te wees. Baie dikwels gebeur dit dat die dataver-
werkingsdepartement met slegs een alternatief vir die be-
staande stelsel kom - die gebruiker word die keuse gelaat
om dit ðf te aanvaar ðf om glad nie tot rekenarisering oor
te gaan nie. Indien die toelaatbaarheidstudie van meet af
aan slegs deur die dataverwerkingsdepartement gedoen word,
kan dit 'n baie klein mate van gevoel, indien enige, van
eienaarskap by die gebruiker laat ontstaan. In baie gevalle
is die gebruiker ook nie in staat - selfs nadat toetsdata
gebruik is - om die stelsel te evalueer voordat die stelsel
nie deur hom of haar vir 'n tyd lank gebruik is nie.

Opsommend kan gesê word dat daar te min gebruikersbetrokken-
heid by die ontwerp en ontwikkeling van 'n nuwe gerekenari-
seerde stelsel bestaan, wat die gevoel en houding van die
gebruiker teenoor die stelsel baie keer negatief beïnvloed.
'n Tweede nadeel van onvoldoende gebruikersbetrokkenheid is
die feit dat die stelsel nie deur die gebruiker verstaan
word voordat dit geïmplementeer is nie, met die gevolg
dat weinig positiewe terugvoer deur hulle aan die ontwerpers
verskaf kan word.

Ontevredenheid met die konvensionele ontwerpmodel het verskeie
alternatiewe tot gevolg gehad, onder andere die model van

Lucas ([126] p.19). Die model bestaan uit drie komponente, naamlik:

1. gebruikersbeheerde ontwerp;
2. spesiale aandag aan gebruikersbehoefte, en
3. evaluering van stelselkwaliteite volgens gebruikerskriteria.

Gebruikersbeheerde ontwerp hou in dat die gebruiker primêr in beheer van die ontwerpproses is, met die stelselontle-der as skakelkomponent wat alternatiewe metodes kan verduidelik en riglyne kan verskaf. Die doel hiervan is hoofsaaklik om die gebruiker te dwing om die stelsel gedurende die ontwerpfasie te verstaan, sodat veranderinge gemaak kan word wanneer dit op sy maklikste en goedkoopste gedoen kan word. Dit hou verder in dat die dataverwerkingsdepartement minder mag oor die stelsel sal hê, en dat die stelsel gouer en makliker gebruik kan word as gevolg van die gebruiker se betrokkenheid by die ontwerp daarvan. Dit beteken dat die gebruiker in beheer sal wees van die logiese ontwerp van die stelsel, insluitende invoer-/afvoerspesifikasies en verwerkingslogika. Die gebruiker skryf of toets nie programme nie. Hierdie metode laat toe dat die kennis van die gebruiker op sy gebied en die kennis van die stelselontle-der op sy gebied op sy beste benut word in samewerking met mekaar.

Omdat invoervorms soos ontwerp deur rekenaar personeel dikwels verwarrend kan wees en uitvoer ook somtyds nie voldoen aan gebruikersbehoefte nie, is dit nodig dat invoervorms en uitvoerspesifikasies deur die persone wat dit gaan gebruik, ontwerp moet word. Die laaste komponent van die model hou die evaluering van die kwaliteit van die stelsels volgens gebruikerskriteria in. Indien evaluering deur rekenaar personeel gedoen word, is hulle in baie gevalle geneig om die stelsel volgens die tegniese elegansie daarvan te evalueer.

"Users do not care about technical sophistication if it means that a system is too complex or unreliable. Evaluation according to the criteria of usefulness and user appeal should improve the chances of successful implementation" ([49] p.33).

3.6 Dokumentasie

Dokumentasie van 'n stelsel beteken die daarstel van 'n stel dokumente wat algemene en gedetailleerde informasie omtrent die stelsel bevat. In die algemeen is effektiewe dokumentering nodig en baie belangrik vir die implementering, onderhoud en bedryf van die stelsel. Volgens Katzan ([118] p.17) moet dokumentasie vier basiese behoeftes bevredig, naamlik:

1. as 'n verwysing vir die bestuur;
2. as 'n verwysing vir ontwerp-, implementerings- en onderhoudspersoneel;
3. as 'n verwysing vir operateurs, en
4. as 'n verwysing vir die gebruikers van die stelsel.

Ongelukkig word stelseldokumentasie baie keer verwaarloos en indien dit wel gedoen word, word dit as 'n aparte stap in die lewensiklus van die stelsel beskou. In werklikheid word effektiewe dokumentasie verkry wanneer 'n goeie tegniek gebruik word en deur dit alles dan gedurende die dokumentasiefase bymekaar te voeg.

"Quality documentation is just as "easy" to obtain as quality programming, quality engineering or quality anything. It requires hard work by people who know what they are doing" ([79] p.34).

Volgens Smith [79] is daar sewe geheime wat die sukses van goeie dokumentasie verseker. Hy stel dit so:

1. *Quality documentation is produced by people trained to produce quality documentation*
2. *Quality documentation is accomplished by people whose first responsibility is quality documentation*
3. *There are people who like to produce quality documentation*
4. *Quality documentation is needed documentation*
5. *Quality documentation is maintained documentation*
6. *Quality documentation is produced continuously during systems development*
7. *Quality documentation conforms to standards established by experts".*

Die HIPO-tegniek is 'n dokumentasietegniek wat met vrug gebruik kan word wanneer behoorlike dokumentasie daargestel moet word, aangesien die metode verskillende vlakke van detail voorsien. Afhangende van die tipe stelsel wat gedokumenteer word, word daar gewoonlik saam met die HIPO-diagramme ook beskrywings, vloeikaarte, lysse van reëls en miskien ook besluitingsstabelle ontwerp. Ander konvensionele dokumentasiemetodes soos stelselvloeiagramme en beskrywings van programme word uit die aard van die saak ook aanbeveel. Dit is beter om volledige dokumentasie van 'n stelsel te hê - al sou dit 'n minder effektiewe metode wees - as wat daar geen of min dokumentasie oor die stelsel bestaan.

HOOFSTUK 4

PROBLEME MET BETREKKING TOT DIE IMPLEMENTERING EN GEBRUIK VAN GEREKENARISEERDE BESTUURSNLIGTINGSTELSLS

Die personeel in organisasies wat betrokke is by gerekenariseerde stelsels kan in die algemeen in vier kategorieë geklassifiseer word, naamlik: transaksie-georiënteerde bedryfs- of klerklike personeel, bedryfsbestuur - dit wil sê laer- en middelvlakbestuur, topbestuur, en tegniese personeel. Hierdie laasgenoemde groep wat uit programmeerders, stelselontleders en moontlik operasionele navorsers bestaan, is normaalweg die groep wat die meeste betrokke is by die ontwerp en ontwikkeling van 'n bestuursinligtingstelsel en kan as 't ware as "agente" van organisatoriese veranderinge in die bestuursinligtingsarea beskou word. Hierdie groep is dié een groep in die organisasie wat normaalweg geen dis-funksie in gedrag met betrekking tot die verandering wat deur die instelling van die bestuursinligtingstelsel meegebring word, openbaar nie.

Die ander drie kategorieë van gebruikers kan egter in 'n mindere of meerdere mate sekere gedragsafwykings toon wanneer dit gaan om die verandering deur die gerekenariseerde stelsel teweeggebring. Voordat die verskillende vorme wat die weerstand teen die verandering kan aanneem in samehang met die faktore wat die gedrag van mense kan beïnvloed van nader beskou word, word die interaksie van gebruikers en die dataverwerkingspersoneel eers in oënskou geneem.

4.1 Die gebruiker en die dataverwerkingsdepartement

Tradisioneel is die dataverwerkingsdepartement in 'n organisasie vir twee hoofaktiwiteite verantwoordelik.

Die eerste is die bedryf en instandhouding van gerekenariseerde stelsels.

riseerde stelsels wat reeds geïmplementeer is en herhaalde-lik as "produksietake" gebruik word, terwyl die tweede hoof-aktiwiteit van die departement die ontwikkeling van nuwe stelsels behels. Dit hou in die uitvoering van wenslikheidsstudies, ontleding van stelsels en die ontwerp en implemen-tering van hierdie stelsels. In beide hierdie aktiwiteite bestaan daar 'n hoë mate van interafhanklikheid tussen die tegnies-georiënteerde dataverwerkingspersoneel en die uit-eindelige gebruiker van die gerekenariseerde stelsel. Gedurende stelselontwerp byvoorbeeld, is die gebruiker van die dataverwerkingsdepartement afhanklik vir die uitvoering van die wenslikheidsstudie en die ontwerp van die nuwe stel-sel. Die dataverwerkingspersoneel is op sy beurt weer van die gebruikers afhanklik om die data te verskaf sodat die studie en die ontwerp van die stelsel moontlik is.

Beide groepe is wedersyds betrokke by die implementeringsfa-se. Gedurende die toetsfase is die dataverwerkingsdepartement weer eens afhanklik van die gebruikers vir die verskaffing van toetsdata en kontrolering van die resultate. Wanneer die stelsel bedryf word, is die gebruiker van die dataverwerkings-departement afhanklik vir die kodifisering van data, die uit-voering van programme en die verskaffing van die nodige uit-voer. Die dataverwerkingsdepartement mag verder ook verant-wordelik wees vir kontrole oor die akkuraatheid van die re-sultate. Om dit te kan uitvoer, is die EDV¹⁾-departement af-hanklik van die gebruiker om akkurate invoerdata te verskaf en om dit volgens 'n bepaalde skedule te doen.

Baie van die dag-tot-dag-kontak tussen die gebruikers en die EDV-departement het te doen met die bedryf van bestaande stelsels. Dit is egter die ontwerp van nuwe stelsels wat ver-reweg die belangrikste funksie is wat deur die EDV-departement vervul moet word. Stelsels wat vandag ontwerp word, word die produksiestelsels van môre. Die ontwerp van 'n

1) EDV - Elektroniese Dataverwerking

nuwe stelsel is 'n geweldige groot onderneming. Volgens Lucas ([46] p.326) is 'n minimum van een jaar nodig vir die beplanning tot en met die implementering van 'n nuwe stelsel - 'n meer realistiese tydraming is 'n tydperk van twee tot vyf jaar.

Normaalweg vind die volgende reeks aksies plaas wanneer 'n nuwe stelsel ontwerp word. Eerstens word 'n wenslikheidsstudie onderneem. Indien hierdie toepassing kostegewys geregverdig is, word dit met ander moontlike en aantreklike toepassings vergelyk. Op een of ander prioriteitsbasis word 'n voorgestelde toepassing goedgekeur deur die bestuur en die werk kan 'n aanvang neem. Met stelselontleding word 'n poging aangewend om die huidige toedrag van sake en die bestaande prosedures ten volle te begryp, sodat daar met die rekenarisering voortgegaan kan word. Die nuwe stelsel word ontwerp en hersien. Gebruikers is gewoonlik betrokke by die beskikbaarstelling van inligting aangaande die stelsel, en hulle kan normaalweg kommentaar lewer en aanbevelings aan die hand doen aangaande die nuut ontwerpte stelsel. Nadat volledige spesifikasies opgestel is, neem programmering en die toets van die stelsel 'n aanvang. Wysigings kan, en word gewoonlik ook aan die nuwe stelsel aangebring indien lêer- of programoorwegings dit vereis. Ten slotte word daar dan op een of ander stadium oorgeskakel na die nuwe gerekenariseerde stelsel - in sommige gevalle word die ou en nuwe stelsel parallel aan mekaar gebruik en dit plaas uit die aard van die saak groter verpligtinge op die gebruikers.

Indien bestaande gerekenariseerde stelsels in oënskou geneem word (dit blyk ook uit die literatuur), is dit duidelik dat nuwe metodes en beter tegnieke vir die ontwerp van sulke stelsels ontwikkel moet word. In die meerderheid gevalle waar gerekenariseerde stelsels misluk het, of as 'n mislukking beskryf word, is dit nie die rekenaartegnologie wat te-

kort geskiet het nie. Baie ander identifiseerbare faktore is daarvoor verantwoordelik. Die kommunikasiegaping wat in baie gevalle tussen die rekenaarspesialis en die gewone gebruiker of die bestuur tydens die ontwerp van die stelsel bestaan, kan as 'n groot bydraende faktor in die verband gereken word.

"Office supervisory personnel failed to comply with the detailed new procedures due to disinterest, and this is why EDP has not worked. We couldn't get these lamebrains to do what they were told to do and we didn't have direct communication with top management"
([142] p.327).

Oorhaastige implementering in sommige gevalle is ook 'n belangrike faktor. Ongelukkig het gerekenariseerde stelsels die reputasie dat dit aanvaarde prosedures in 'n organisasie omverwerp, en dit het in baie gevalle 'n handige verskoning geword waarom resultate foutief is of waarom projekte nie betyds afgehandel kon word nie. In baie gevalle voldoen die rekenaar en al sy programme aan die spesifikasies - oortref dit selfs somtyds - maar die menslike prosedures wat verlang word om invoerdata te produseer en uitvoerdata te ontleed, is dikwels te blameer vir die "swak rekenaardienste".

Om die waarskynlikheid dat 'n suksesvolle gerekenariseerde stelsel ontwerp gaan word te verhoog, is 'n metode nodig waar die konflik tussen die gebruiker en die dataverwerkingsdepartement sover moontlik uitgeskakel moet word. Om dit te bewerkstellig is 'n nuwe samewerking vanaf die beplanningstadium tot en met die implementering van die nuwe stelsel nodig. 'n Gerekenariseerde stelsel wat goed ontwerp is, behoort samewerking tussen die dataverwerkingsdepartement en die gebruikers aan te moedig eerder as om wrywing te veroorsaak.

4.2 Weerstand teen verandering

"Organizational behavior problems emanate from the impact of the design process and final system on the organization, the work group, and the individual. An information system necessarily creates change. Unfortunately, we have failed to recognize the impact of change on man or dismissed it as "people problems", which are not in the domain of systems design. Yet it is people who are confronted with change and people who cooperate to use an information system" ([126] p.24).

Hierdie probleme wat dikwels in die area van gebruikersamewerking in die ontwerp, weerstand teen veranderinge en aanpassings in die verspreiding van mag tussen organisatoriese subeenhede ondervind word, word baie keer met die term "gebruikersweerstand" opgesom.

4.2.1 Faktore wat weerstand veroorsaak

Waarom word daar in die algemeen hierdie hoë mate van weerstand teenoor rekenarisering gevind? 'n Paar faktore wat dit mag veroorsaak, is die volgende:

- . Die vrees by die werker dat hy sy werk kan verloor.
- . Die feit dat jarelange persoonlike verhoudings met betrekking tot gevestigde stelsels en prosedures nou verbreek word.
- . Die vrees by die werker dat hy nie meer sy werk sal kan doen as dit verander word nie.

In 'n studie van onderliggende redes vir die weerstand teen verandering het Dickson en Simmons ([100] p.253-264) onder andere vyf faktore geïdentifiseer wat verband hou met dis-funksionele gedrag wanneer 'n bestuursinligtingstelsel geïmplementeer word. Die vyf faktore is kortliks die volgende:

1. Meeste komplekse organisasies het goed gedefinieerde departementele grense en divisies van formele verantwoordelikheid, en veranderinge in hierdie grense en divisies tree dikwels op wanneer 'n inligtingstelsel geïmplementeer word. Reif ([77] p.37-38) stel dat

"resistance will be inevitable as departmental boundaries are violated and entire functions are deleted or several combined in the name of greater operating efficiency".

2. Die effek op die informele struktuur is belangrik. 'n Organisasie is geneig om 'n stelsel van waardes, etiese kodes, taboes, spesiale werkverhoudinge en somtyds selfs 'n spesiale taal tussen lede te ontwikkel. Die nuwe stelsel kan ernstige gevolge in terme van gedragsversteuringe in die informele struktuur veroorsaak.
3. Persoonlike faktore en die agtergrond van lede van die organisasie beïnvloed hul gedrag teenoor die nuwe stelsel. Hierdie faktore sluit in ouderdom, dienstyfperk in die organisasie, vlak in die organisasie, kulturele agtergrond, houding teenoor die rekenaar en vorige ontdekkings met organisatoriese veranderinge. Jonger werknemers is geneig om minder weerstand teen veranderinge te toon as wat die geval met sy ouer kollega is. Schlosser ([78] p.92) verwys na hierdie faktore wanneer hy stelselontleders vermaan dat persoonlike karakteristieke van diegene wat deur die stelsel geaffekteer word, probleme kan veroorsaak en 'n situasie kan skep waar individuë nie gereed sal wees om die verandering te aanvaar nie. Die reaksie onder personeel in die verskillende vlakke in 'n organisasie is verder geneig om te varieer. Meeste skrywers is dit eens dat die middelvlakbestuur die grootste weerstand teen veranderinge bied. Beckett ([133] pp.221-222) bevestig dit met die opmerking dat

"there is no disrupting the resistance that precedes major system changes - particularly from the middle management group".

4. Kommunikasie - lede van 'n organisasie kan gunstig reageer op verandering indien die bestuursklimaat sodanig is dat ope kommunikasie kan geskied en daar toegelaat word dat alle griewe gelug kan word. Lede in die organisasie kan ook baie gou die houding van die bestuur teenoor die stelsel agterkom en ook die mate van ondersteuning wat die stelsel van die topbestuur geniet. Die weerstand van die gewone werknemer kan grootliks hierdeur beïnvloed word.
5. Die metodes wat gevolg word om die verandering te bewerkstellig.

"A fair amount of research has pointed up the fact that resistance to change is a reaction primarily to certain methods of instituting change rather than an inherent human characteristic" ([66] p.124).

4.2.2 Simptome van weerstand en die minimalisering daarvan

Dickson en Simmons ([100] pp.253-265) identifiseer die volgende vorms wat weerstand kan aanneem:

1. Aggressiewe gedrag. 'n Aanval (fisies of nie-fisies) op die voorwerp wat die probleme veroorsaak. Die optrede kan wissel van aktiewe sabotasie tot pogings om die stelsel te uittoerlê.
2. Projeksie. Die stelsel word vir alle probleme en foute wat elders gemaak word, geblameer.
3. Vermyding. Mense verdedig hulself deur hulle eenvoudig van frustrerende situasies te onttrek of deur dit heeltemal te vermy. Uitvoere van die stelsel kan in hierdie

geval net geignoreer word - veral wanneer dit nie voldoen aan die inligtingsbehoefte nie.

Hierdie weerstand teen verandering kan waarskynlik verminder word deur die volgende beginsels voor en gedurende die verandering toe te pas:

1. Skep 'n gunstige atmosfeer. Dit is noodsaaklik dat die projek plaasvind in 'n atmosfeer van absolute vertroue tussen die bestuur en werknemers. Duidelike lyne van kommunikasie moet bestaan en alle vrese omtrent werksekuriteit moet uit die weg geruim word.
2. Gebruikersdeelname. 'n Hele aantal studies ([133] p.290, [49] p.65, [82] pp.178-188) het bevestig dat alle lede van die organisasie wat deur die nuwe stelsel geaffekteer gaan word, op een of ander wyse betrek moet word wanneer die stelsel ontwerp en geïmplementeer word.
3. Die stelsel moet verstaanbaar wees. Daar moet baie seker gemaak word dat alle betrokkenes die stelsel en veral hulle eie funksie in die nuwe stelsel goed begryp.
4. Sorg dat daar genoeg ruimte en uitdagings vir die werknemer oorbly. Dit is nie altyd wenslik dat alle funksies gerekenariseer word nie. In belang van die hele organisasie en vir die mees effektiewe stelsel mag dit nodig wees om sekere take in die hande van individue te laat bly.

"The individual must retain his sense of dignity and importance as a human being along with the feeling of worthy contribution to the needs of the organisation"
([100] p.263).

5. Moedig nuwe uitdagings aan. Met die nuwe stelsel word

nuwe geleentheid vir uitdagings geskep, veral vir die bestuur. Dit moet onder die aandag gebring en aangevoerd word.

6. Heroorweeg die prestasiekriteria. Nadat die nuwe stelsel geïmplementeer is, is die prestasiekriteria wat voorheen gebruik is om 'n bestuurder te evalueer nie meer geldig nie en dit moet hersien word.
7. Behou 'n gebruikersoriëntasie.

"The design of the system must fulfill the needs of the user if he is to be satisfied with the output; otherwise, he is compelled to maintain his own system, which, of course, defeats the basic purpose of the installation" ([24] pp.253-265).

Daar bestaan geen enkele faktor wat uitgesonder kan word as een wat in alle omstandighede in alle organisasies weerstand by gebruikers sal veroorsaak nie. Elke situasie behoort geanaliseer te word ten einde optimale prosedures daar te stel waarvolgens disfunksies in organisatoriese gedrag voorkom of herstel kan word.

4.3 Konflik tussen gebruikers en die dataverwerkingsdepartement

Konflik tussen dataverwerkingspersoneel en gebruikersdepartemente kan grootliks tot die mislukking van 'n gerekenariseerde stelsel bydra, en dit kan deur 'n verskeidenheid van faktore veroorsaak word. Die belangrikheid van kommunikasie in 'n moderne organisasie kan nie onderskat word nie, want dit stel die bestuur in staat om die organisasie op 'n sekere wyse te beheer. Die blote feit dat mense betrokke is in die kommunikasieproses, veroorsaak sekere probleme. Een van hierdie probleme ontstaan wanneer die bestuur en rekenarspesialiste met mekaar kommunikeer. Op sy eie is hierdie gebrek aan kommunika-

sie tussen die bestuur en rekenaarspecialiste slegs een van n wye konflik wat voorkom wanneer die rekenaar-gebaseerde bestuursinligtingstelsel geïmplementeer word.

Die verhouding tussen die gebruiker en die dataverwerkingsdepartement is van die uiterste belang wanneer gekyk word na die welslae van rekenaartoeepassings in n organisasie. Hoe meer komplekse en interafhanklike toepassings ontwikkel word, hoe groter behoort die mate van samewerking tussen die gebruikers en die dataverwerkingsdepartement te wees om die rekenariseringspoging suksesvol te maak. Wanneer dataverwerking vir n enkele departement in die organisasie gedoen word, is daar interafhanklikheid tussen dié departement en die dataverwerkingsdepartement. Wanneer bondelverwerking gebruik word, het die data of inligting wat verwerk moet word sy oorsprong in die gebruikersdepartement; die uitvoer wat deur die dataverwerkingsdepartement geproduseer word, gaan weer terug na hierdie departement. In terme van sekwenisiële vloei is die dataverwerkingsdepartement in die middel van hierdie proses.

Indien foute ontstaan, is dit maklik vir die gebruikersdepartement om die rekenaar daarvoor te blameer, alhoewel die invoer moontlik foutief kon wees. In n geval waar die stelsel om een of ander rede buite werking is, mag dit veroorsaak dat die besigheid of organisasie tot stilstand gedwing word tensy daar voorsiening gemaak is vir behoorlike rugstunprosedures. In gekoppelde verwerking is dit die gebruiker se verantwoordelikheid om data in te sleutel en dit is die EDV-departement wat vir die infrastruktuur moet sorg sodat korrekte en betroubare uitvoer aan die gebruiker gelewer word. Die gebruiker moet verder vertrou wees met die stelsel om sodoende in staat te wees om daarmee te kommunikeer sodat die inligting wat verlang word, maklik deur hom verkry kan word.

Met die analise en ontwerp van 'n nuwe gerekenariseerde inligtingstelsel is die dataverwerkingsgroep hoogs afhanklik van die gebruiker vir die nodige inligting om die stelsel so te ontwerp dat dit aan gebruikers se behoeftes voldoen. Dit is die gebruiker wat die stelsel moet gebruik en daarmee moet saamleef, en hy is derhalwe tot 'n groot mate van die dataverwerkingspersoneel afhanklik.

"User departments should do business with Systems and Programming in their own company somewhat as they would do - would have to do - with an outside service bureau.

If users approach the job this way, or more precisely, if management would make them approach it this way, they would perforce develop skills in defining their own information needs and thus become better 'customers' for systems and programming specialists" ([137] p.126).

Die interafhanklikheid tussen die gebruiker en die dataverwerkingsdepartement word dikwels gedurende die ontwikkelingsfase opgemerk, maar baie keer word weinig gedoen om samewerking verder aan te moedig. Die gebrek daaraan om gebruikers behoorlik te oriënteer is een van die oorsake wat lei tot ongewenste gevolge - die een wat die meeste bespeur word, is 'n verhoogde mate van konflik tussen die gebruikersdepartement en die dataverwerkingsdepartement.

4.3.1 Redes vir konflik

Daar bestaan verskeie redes waarom konflik tussen gebruikersdepartemente en die dataverwerkingsdepartement kan ontstaan.

TAAKVERSKILLE

Die taak van die dataverwerkingspersoneel verskil heelwat van die take van ander personeel in die organisasie. Die data-

verwerkingspersoneel bestaan uit spesialiste met 'n verskeidenheid van tegniese agtergronde. Die werksure van hierdie personeel is ook nie altyd 'n agt-tot-vyf-roetine nie, omdat werkstye baie keer gedikteer word deur die beskikbaarheid van die rekenaar, deur besondere behoeftes in die organisasie of deur besondere bedryfsprosedures wat gevolg word. Ongelukkig is dit so dat nie almal in die organisasie bewus is van die realiteite van die dataverwerkingsomgewing nie.

"Because of the nature of the service it provides, the data-processing staff must understand a great deal about the workings of the functional areas it serves. Unfortunately, most users do not display a similar interest in data processing".

"... It is important for the user to attempt to meet the data-processing staff at least halfway and to develop an understanding of some of the basic principles of the computer and its applications ... By the same token it is the responsibility of the data-processing department to explain technical information to the user in terms he can easily understand" ([124] p.185).

Die konflik wat deur hierdie taakverskille veroorsaak word, kan kortliks saamgevat word as die gevolg van

- 1) gebrekkige kommunikasie;
- 2) 'n onderlinge gebrek aan begrip van die onderskeie departemente se funksies, en
- 3) organisatoriese en departementele doelwitte wat nie aan almal in die organisasie bekend is nie.

VERSKILLE IN DIE METING VAN PRESTASIE

Kriteria vir die meting van prestasie verskil in die verskillende departemente in 'n organisasie. Vir dataverwerking mag prestasie geëvalueer word in terme van die gesofistikeerdheid van stelsels wat ontwikkel is of in terme van die

aantal suksesvolle stelsels wat geïmplementeer is. Indien laasgenoemde kriterium gebruik word, kan stelsels ontwikkel word wat uit 'n rekenaaroogpunt redelik eenvoudig is, maar wat nie van soveel waarde vir die gebruiker gaan wees as die meer ingewikkelde toepassings nie. 'n Ander probleem kan ontstaan as klem slegs op ontwikkeling van gesofistikeerde stelsels gelê word en 'n gebruikersdepartement het 'n redelik eenvoudige stelsel nodig om 'n dringende probleem op te los. Die bestuur sal dus die doelwitte van die organisasie en departemente asook die bedryfsplanne daarvan aan alle betrokkenes beskikbaar moet stel en die kriteria wat as maatstaf vir prestasie gebruik word, voortdurend moet dophou sodat daar nie houdings geskep word wat onversoenbaar is met hierdie doelwitte nie.

ONSEKERHEID

Daar bestaan onsekerhede in die omgewing van 'n organisasie waarmee die organisasie gekonfronteer word en die organisasie self skep ook vir hom onsekerhede deur sy eie operasies. Byvoorbeeld: 'n gebruiker se aanvraag na 'n sekere produk kan hoogs onseker wees; dit word beïnvloed deur die sterkte van die ekonomie, voorkoms van die produk, ensovoorts. Daar mag ook onsekerheid in die produksieproses wees: sal voorrade beskikbaar wees, en sal elke departement sy taak betyds voltooi vir die volgende departement se produksiesiklus?

Die aktiwiteite van die dataverwerkingsdepartement word ook met talle onsekerhede gekonfronteer. In stelselontleding en -ontwerp is daar onsekerheid of die stelselontleder die gebruiker se behoeftes volledig verstaan en of die spesifikasies en die stelselontleder se idee van die stelsel met mekaar ooreenstem. Programmering is ook 'n hoogs onsekere taak: sal programme byvoorbeeld volgens die skedule voltooi word en gaan hulle voldoen aan die oorspronklike spesifikasies?

Gaan toetsing volledig genoeg gedoen word sodat die stelsel 'n werkende stelsel is wanneer dit geïmplementeer word? Gaan die gebruikers die uitvoer gebruik? Is die uitvoer dit wat werklik deur hulle verlang word?

Onsekerheid bestaan ook in die bedryf van stelsels. Sal take betyds afgehandel word? Sal gebruikers die invoer-data betyds verskaf, en sal die aantal foute tot 'n aanvaarbare vlak beperk wees? Samevattend is dit duidelik dat dataverwerking met 'n groot aantal onsekerhede moet saamleef en dit kan as 'n belangrike faktor beskou word waarom konflik mag ontstaan.

VERANTWOORDELIKHEID VIR FOUTE

As gevolg van die sekwenisiële vloeï van inligting is dit nie altyd baie duidelik wie vir foute verantwoordelik is nie. Is dit die dataverwerkingsdepartement wat foute gemaak het in die voorbereiding van die invoer, of het die brondata vanaf die gebruiker alreeds die foute bevat? Dit is moeilik om die verantwoordelike op te spoor en net so moeilik om die foute op te spoor. Baie meer tyd word somtyds bestee om andere te blameer eerder as om die tyd te gebruik vir die daarstel van beter prosedures, sodat dieselfde foute nie in die toekoms herhaal sal word nie. Hierdie is veral die gevolg van 'n swak definisie van verantwoordelikhede en swak stelselontwerp wat nie genoeg voorsiening maak vir kontroles nie.

JALOESIE EN ONTEVREDENHEID

Die klem op ontwikkeling van gerekenariseerde stelsels het daartoe bygedra dat 'n tekort aan gekwalifiseerde rekenaarpersoneel op alle terreine van dataverwerking ontstaan het. Hierdie tekort het op sy beurt weer aanleiding gegee tot hoër salarisse aan rekenaarpersoneel. Hierdie hoër salarisse,

gekombineer met die oënskynlike aantreklike werksure van dataverwerkingspersoneel, skep ontevreedenheid by ander departemente in die organisasie. Die rekenaarpersoneel se salarisse kan ook konflik veroorsaak wanneer dit blyk dat sulke hoë salarisse verkry word deur mense met òf min jare ervaring en/of min of geen akademiese agtergrond nie. Die situasie is veral irriterend vir ouer personeel wat na 'n dienstermyn van tien tot vyftien jaar eers dit kan verdien waarmee die jong werknemer by die rekenaar begin.

Dataverwerkingspersoneel het 'n geskiedenis van werksverandering. Dit is nie ongewoon vir 'n programmeerder of stelselontleder om 'n organisasie na die voltooiing van een projek te verlaat en diens by 'n ander te aanvaar vir 'n redelike verhoging in salaris nie.

Sommige van hierdie omstandighede kan ook lei tot ontevreedenheid by die rekenaarpersoneëllid. As sy eie salaris nie aangepas word teen 'n redelike koers nie, raak hy gou ontevrede wanneer hy sy salaris met die van andere in dieselfde veld vergelyk. As die dataverwerkingsdepartement 'n geskiedenis van slegte verhoudinge met gebruikers het, mag 'n rekenaarpersoneëllid die organisasie verlaat in ruil vir 'n omgewing met meer harmonie.

KOMMUNIKASIEPROBLEME

Die rekenaar en rekenaartoepassings het 'n hele nuwe woorde-skat tot gevolg gehad. Hierdie taal word menigmaal deur 'n rekenaarpersoneëllid op 'n gebruiker afgedwing - die helfte daarvan onverstaanbaar vir hom. In baie gevalle vloei die kommunikasie net in een rigting; die gebruiker skud sy kop ter stawing sonder dat hy enige benul het van waarom dit gaan. Die teenoorgestelde is net so waar vir die rekenaarpersoneëllid wat nie vertrou is met die terminologie van 'n

besondere funksionele gebied nie. Hierdie kommunikasiegaping wat tussen rekenaarpersoneel en gebruikers bestaan, is baie keer 'n belangrike oorsaak van konflik en word in die volgende paragraaf breedvoeriger bespreek.

PERSOONLIKE FAKTORE

Verskeie navorsers het 'n verskeidenheid van persoonlike faktore wat konflik kan veroorsaak geïdentifiseer (Argyris, Lucas, Davis, Dickson & Simmons). Weerstand teen verandering is 'n baie belangrike rede (sien Dickson & Simmons). Verdere faktore soos persoonlike vooroordele, die gevoel van loopbaanbedreiging, die posisie van 'n werknemer in die organisasie, en ouderdom hou almal verband met konflik wat veroorsaak kan word wanneer EDV-personeel met personeel van ander departemente onderhandel. Die hoë mate van akkuraatheid van die logika en detail wat deur sy werk vereis word, mag 'n heel ander benadering in die oplos van 'n probleem by rekenaarpersoneel tot gevolg hê as wat die geval by ander spesialiste in die organisasie is. Dit kan natuurlik ook aanleiding tot konflik gee.

4.3.2 Kommunikasieprobleme

Omdat die kommunikasiegaping wat daar in baie gevalle tussen die rekenaarspesialis en die bestuur van 'n organisasie of gewone gebruiker bestaan, 'n groot oorsaak kan wees waarom gerekenariseerde inligtingstelsels kan misluk, is dit nodig om kommunikasie as begrip en doel van nader te beskou. In terme van 'n model van 'n kommunikasiestelsel in die teorie van kommunikasie definieer Davis kommunikasie soos volg:

"The message which comes from a source to the transmitter is generally encoded by a transmitter before can be sent through the communications channel and must be decoded by a receiver before it can be understood by the destination" ([99.] p.34).

As gevolg van die feit dat rekenaar personeel hulle eerder met mekaar as met ander personeel in die organisasie assosieer, vind ons baie keer kommunikasieprobleme. Die mate van spesialisasie in die rekenaarveld het tot die gevolg dat terminologie wat verband hou met die rekenaar en rekenaar gebruik so dikwels gebesig word dat sulke terme ook baie keer in kommunikasie met die gebruiker gebruik word. In sy navorsing in die VSA het Withington ([156] p.27) dan ook gevind dat rekenaar personeel in die algemeen hul eerder met personeel van dieselfde departement, selfs in 'n ander organisasie, assosieer as met ander personeel van dieselfde organisasie. Die redes hiervoor kan kortliks soos volg opgesom word:

- . Gemeenskaplike belangstellingsterrein ten opsigte van tegnologie, apparatuur en programmatuur.
- . Die kombinasie van ouderdom, agtergrond en salarisse van rekenaar personeel is heelwat verskillend as die van personeel in ander departemente.
- . Rekenaar personeel is oor die algemeen relatief jonk.
- . Rekenaar personeel verskil van hulle kollegas in ander departemente in die organisasie as gevolg van hulle agtergrond en "waarde".
- . Rekenaar personeel is nie so afhanklik van jare van ondervinding vir bevordering nie - eerder van gespesialiseerde opleiding en 'n talent vir programmeringswerk; iets waarvoor hulle baie gou erkenning kry.

DIE BEGRIP KOMMUNIKASIE

"Een van die mens se besondere vermoëns is dié van kommunikasie. Hy besit die vermoë om op verskillende maniere met andere op besonder verstaanbare wyse te kommunikeer. Die hoë ontwikkelingspeil wat hy bereik het, is in geen geringe mate aan hierdie vermoë toe te skryf nie. Die geskiedenis van die toring van Babel

Leer ons dat een van die eerste groot projekte van die mens misluk het as gevolg van 'n verwarring in die kommunikasiemedium" ([152] p.8).

Daar heers redelik uiteenlopende menings onder skrywers oor wat onder die begrip kommunikasie verstaan moet word.

Flippo definieer kommunikasie as

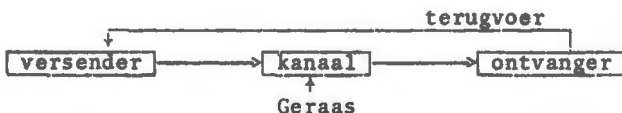
"the act of inducing others to interpret an idea in the manner intended by the speaker or writer"
([105] p.420).

Reynders ([139] p.92) se siening van die begrip is dat dit in sy wese niks anders as 'n proses van mededeling of berigging is nie.

Darnell ([18] pp.5-16) huldig 'n wyer standpunt. Hy beweer dat die studie van kommunikasie bloot as 'n fokus op boodskappe of die simboliese transmissie van gedagtes, 'n baie eng vertolking van die werklike omvang van kommunikasie is. Sy standpunt is dat die invloed van die volgende ook deeglik begryp moet word:

- Die veranderende omgewing waarin die mens hom bevind.
- Die afhanklikheid van sy omgewing.
- Sy onvermoë om foute te beheer.
- Die uitwerking wat interaksie op kommunikasie het.
- Die uitwerking van die reaksie op andere.

Kommunikasiestelsels kan skematies soos volg voorgestel word:



Wanneer dit 'n fisiese kommunikasiestelsel is, is die versender, kanaal en ontvanger fisiese komponente van die stelsel en in die oordra van inligting of data kan geraas of versteuringe van buite 'n foutiewe boodskap by die ontvanger tot gevolg hê. Om die moontlikheid van foutiewe boodskappe te verminder is dit nodig om oorbodigheid vir kontroledoelendes in die boodskap in te bou. 'n Terugvoer van die boodskap vanaf die ontvanger na die versender is noodsaaklik om te verseker dat die boodskap wel reg ontvang is.

Wanneer die kommunikasiestelsel uit mense bestaan, met ander woorde in die konteks van 'n bestuursinligtingstelselsituasie, bestaan daar ook vorms van geraas of versteuringe wat 'n boodskap kan beïnvloed. Faktore soos 'n verskil in agtergrond, verskil in wyses waarop inligting oorgedra en geïnterpreteer word, vooroordele, vlak van aandag, fisiese verskille in gehoor, en gesigsvermoë kan alles steuringe in die boodskap veroorsaak sodat dit verkeerd geïnterpreteer word of hoegenaamd nie begryp word nie. Ook hier is dit dus van toepassing dat oorbodigheid in die boodskap ingebou moet word en deur middel van terugvoer te verseker dat die boodskap begryp is.

KOMMUNIKASIEGAPING MET BETREKKING TOT REKENAARSPESIALISTE EN DIE GEBRUIKER

Die gebrek aan kommunikasie tussen die gebruiker en rekenaarspesialiste moet nie as 'n losstaande probleem gesien word nie. Dit is veel eerder een van die verskyningsvorme van 'n baie omvangryker konflik wat heel gou met die toetrede van die rekenaar tot die organisasie ontstaan. Hierdie konflik tussen verskillende groepe in die organisasie kan hoofsaaklik toegeskryf word aan die gebrekkige kennis wat die gewone werknemer of bestuurder van die rekenaar se vermoëns het.

"The individual's negative attitude is conditioned by his lack of EDP knowledge" ([150] p.616).

Die groot aantal vergesogte staaltjies wat in omloop is oor welke dinge die rekenaar verrig het, speel geen ondergeskikte rol in die gebrek aan basiese kennis nie.

REKENAARTERMINOLOGIE

'n Besondere verantwoordelikheid rus in hierdie verband op die rekenaarspesialis om so 'n eenvoudig moontlike taal te besig wanneer hy met 'n oningeligde persoon kommunikeer. Niemand word werklik beïndruk deur ritse vakterme nie - dit gee slegs aanleiding tot isolasie. Wat egter ook waar is, is dat die tegniese agtergrond en besondere omgewing waarin hy hom bevind, die rekenaarspesialis kondisioneer om 'n woordeskat op te bou en in kommunikasie met werknemers van ander departemente te gebruik sonder dat hy daarvan bewus is. Daar moet dus aan die kant van die gebruiker nie gehuier word nie om navraag te doen na die betekenis van 'n besondere term wat nie begryp word nie en deur middel van terugvoer te verseker dat die boodskap korrek ontvang is.

SAMEWERKING EN OPLEIDING

'n Moontlike oplossing vir die gebrek aan kennis van mekaar se vakgebiede is om aan die bestuur en die gewone gebruiker opleiding te verskaf oor die basiese beginsels van rekenaars en aan rekenaarspesialiste oor die basiese bestuursbeginsels. Dan is dit nodig om, wanneer nuwe toepassings in 'n departement ontwikkel moet word, die gebruiker sover moontlik en soveel moontlik te betrek om saam te werk sodat 'n positiewe houding teenoor rekenarisering by die gebruiker gekweek kan word. Die verband tussen 'n gebrekkige kennis en 'n positiewe houding teenoor die rekenaar en hoe opleiding deur die rekenaarspesialis tegelykertyd die kennis kan verbreed

en 'n positiewe houding teweeg kan bring, word soos volg deur Thierauf en Geeding ([150] p.616) gestel:

"A positive attitude towards data processing is a requirement for anyone who desires to move up the management ladder ... It is acquired by taking formal courses, attending seminars, and working on the job. The aspiring individual is exposed to EDP experts whose enthusiasm will be instrumental in dispelling any negative opinions and attitudes on the subject ... The changing of the human element from a negative outlook to a positive one provides an essential key to successful data processing".

DIE BESTUUR SE ROL

Die bestuur speel 'n leiersrol in enige organisasie. Vir die implementering van 'n suksesvolle gerekenariseerde stelsel is die ondersteuning wat die poging vanaf die ontwerpstadium tot en met implementering van die kant van die bestuur ontvang, van die uiterste belang.

"Aside from cost, another important reason for active management involvement is the fact that success in making the computer pay off tends to depend on such involvement" ([137] p.65).

Die klassieke McKinsey-ondersoek ([67] p.27), waarin meer as 300 rekenaarinstellasies in 27 groot vervaardigingsmaatskappye ondersoek is, het aan die lig gebring dat die mees belangrike faktor vir die sukses van rekenaartoepassings nie tegniese vaardigheid of 'n kragtige rekenaar was nie, maar die ondersteuning aan die kant van die bestuur.

Moore ([134] p.212) lewer die volgende pleidooi by die bestuur om simpatiek te staan teenoor die rekenaarspesialiseerde probleme:

"You must be sympathetic to your young and ambitious staff. Had you been born 20 years later you might have been one of them. Remember the frustration you suffered due to non-communicative unsympathetic management when you were young? Are you any better than they were? Due to employment problems you may not have found it easy to change your job. The competent youngster of today has no such problem. He can afford to lose you; can your organization afford to lose him?"

Gerekenariseerde inligtingstelsels misluk dikwels nie as gevolg van tegniese redes nie, maar die oorsaak is in baie gevalle organisatories van aard en die bestuur is soms direk of indirek die oorsaak daarvan. Konflik en kommunikasieprobleme tussen dataverwerkingspersoneel en gebruikersdepartemente is ernstige probleme en die volgende wenke kan moontlik van toepassing wees om konflik te verminder en kommunikasie te verbeter:

- . Positiewe ondersteuning aan die kant van die bestuur in enige rekenariseringspoging.
- . Opleiding aan die bestuur en gebruikersdepartemente ten opsigte van rekenariseringsbeginsels.
- . Die daarstel van meganismes vir beter samewerking tussen EDV-personeel en gebruikersdepartemente.
- . Organisatoriese doelwitte moet aan almal in die organisasie bekend gemaak word.
- . Persoonlike faktore moet nie as onbelangrik geag word nie.

In kommunikasie met gebruikersdepartemente moet dataverwerkingspersoneel altyd seker maak dat dit wat hy probeer oordra wel begryp en reg geïnterpreteer word. Dit kan gedoen word deur nie onnodig onverstaanbare rekenaarsterme te gebruik nie, en deur die boodskap so eenvoudig moontlik te probeer hou. Dieselfde geld vir personeel van gebruikersdepartemente. 'n Goue reël: kommunikeer met ander soos jy graag wil hê ander met jou moet kommunikeer!

HOOFSTUK 5

DIE BESTUUR AS GEBRUIKER VAN GEREKENARISEERDE INLIGTINGSTELSELS

Dit is wenslik om die bestuur as gebruiker van gerekenariseerde inligtingstelsels afsonderlik te beskou, aangesien die funksies van die bestuur grootliks van dié van die transaksie-georiënteerde gebruiker verskil. 'n Begrip van organisasie en bestuur is belangrik vir selfs die laagste vlak van inligtingverwerkingsisteme en hierdie begrip is krities vir die ontwerp van 'n bestuursinligtingstelsel. Daar heers vandag 'n redelike mate van verskil in opinie omtrent die doeltreffendste metode van organisasie en bestuur. Daar bestaan ook vele teorieë omtrent bestuur - sommige heel teenstrydig met mekaar. In hierdie hoofstuk word konsepte met betrekking tot bestuur bespreek wat spesifiek van belang is in inligtingstelselontwerp. Die implementering van 'n rekenaar-gebaseerde inligtingstelsel mag nie alleenlik die organisasiestruktuur en motiverings in organisasies beïnvloed nie, maar dit kan ook 'n groot invloed op die bestuur en besluitneming hê.

5.1 Bestuur en bestuursfunksies

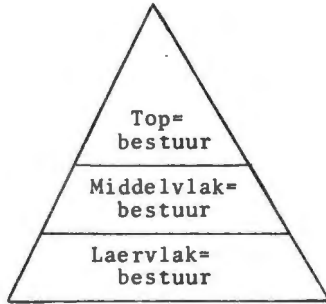
'n Tradisionele beginpunt aan die kant van 'n ontwerper van 'n bestuursinligtingstelsel is om die verskillende funksies van die bestuur deeglik in oënskou te neem. Daar bestaan tans heelwat verskillende klassifikasies van bestuursfunksies. In hierdie konteks word vyf funksies van 'n bestuur van nader beskou. Hierdie funksies neem aan dat 'n organisasie doelwitte het wat nie bereik kan word sonder die nodige bestuur van materiële en menslike hulpbronne nie. Die funksies is kortliks die volgende:

1. **Beplanning:** Dit behels die seleksie van doelstellings en definiëring van beleid, prosedures en programme om hierdie doelstellings te bereik.
2. **Organisasie:** Bybehorende aktiwiteite moet saam gegroeper word, organisatoriese vorms en verbande moet gevestig word om hierdie aktiwiteite uit te voer.
3. **Koördinerings:** Aktiwiteite moet behoorlik geskeduleer word en die nodige meganismes daargestel word vir koördinerings van die aktiwiteite.
4. **Leiding:** Die bestuur speel 'n leiersrol in enige organisasie. 'n Basiese funksie van 'n bestuur is dus om leiding te verskaf, riglyne neer te lê en die nodige motivering aan ondergeskiktes te verskaf.
5. **Beheer en kontrole:** Die funksie behels die meting van prestasie en prestasie-afwykings vanaf die oorspronklike plan. Kontrole en beheer moet uitgeoefen word en die nodige prosedures en programme daargestel word vir die regstelling van aktiwiteite of die aanbring van beleidsveranderinge.

Om hierdie funksies uit te voer, moet die bestuur die aktiwiteite wat met die funksies verband hou, koördineer. Hulle is verder betrokke in besluitneming en daar is menslike interaksie in elk van die funksies. Die menslike interaksie het nie alleen betrekking op mense binne die organisasie nie maar ook op mense daarbuite - hoër outoriteite sowel as ondergeskiktes. Beide die kwaliteit van 'n bestuurder se besluit en sy vermoë om met mense te onderhandel sal die effektiwiteit van die organisasie se werkverrigtinge grootliks beïnvloed.

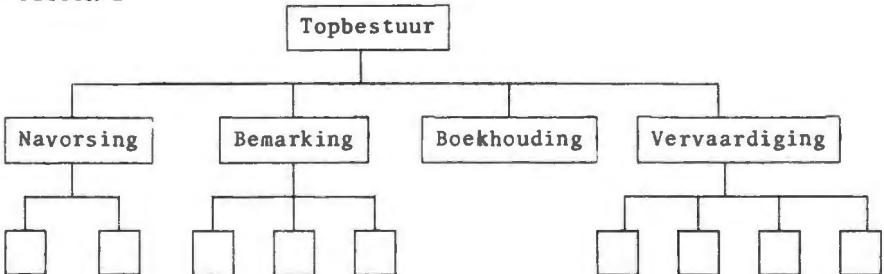
Die funksies van die bestuur hou direk verband met die organisasiestruktuur wat as 'n rangskikking van substelsels met gesags-, outoriteits- en verantwoordelikhedsverbande beskou kan word. Die basiese organisasiestruktuur is 'n hiërargiese, piramiedvormige struktuur met die topbestuur bo, die middelvlakbestuur in die middel en laer-vlakbestuur in die onderste gedeelte soos voorgestel in Figuur 1.

FIGUUR 1



In die diagram word die topbestuur deur 'n klein oppervlak verteenwoordig, die middelvlakbestuur deur 'n groter, en die laer-vlak deur die grootste vlak. Dit is as gevolg van die feit dat die getalle van bestuurders in 'n organisasie in daardie verhouding voorkom. Wanneer die organisasiestruktuur meer formeel geskets word, kan dit die vorm hê van Figuur 2.

FIGUUR 2



Die gesags- en rapporteringsverbande word deur die lyne op die diagram weergegee.

Outoriteit is die reg om te beveel, met ander woorde die reg om gesag af te dwing. Indien 'n persoon verantwoordelikheid vir 'n aktiwiteit het, moet hy ook gesag hê. Outoriteit of gesag word gehandhaaf deur beheer oor bronne, vergoedings en funksies uit te oefen en om die mag te hê om besluite hieroor te neem.

Onder die "spanwydte van beheer" word normaalweg verstaan die aantal ondergeskiktes aan 'n bestuurder. Hierdie aantal word nie gedefinieer deur tradisionele bestuursteorie nie maar die aanvoeling is dat hierdie getal redelik klein moet wees.

Slegs die twee funksies wat in 'n groot mate op 'n rekenaargebaseerde inligtingstelsel kan steun word vervolgens bespreek.

5.1.1 Beplanning en kontrole

'n Plan is 'n voorafbepaalde wyse van optrede en dit verteenwoordig organisatoriese doelwitte en die aktiwiteite benodig om dit te bereik. Menigmaal word daar van organisatoriese doelwitte gepraat asof dit losstaande is van die lede van die organisasie.

Cyert en March ([96] pp.26-45) wys daarop dat mense doelwitte het maar versamelings van mense nie. Die doelstellings van 'n organisasie verteenwoordig in effek 'n serie van beperkings wat deur individuele lede van die organisasie afgedwing word. Indien 'n organisasie as 'n koalisie van individue, elkeen met sy eie doelwitte, beskou word, is die organisatoriese doelwitte dit wat bereik word deur onderhandelings tussen

die indiwidue. Hierdie doelstellings verander wanneer daar 'n verandering van lede is, of wanneer die doelstellings van indiwidue verander. Die onderhandelings word in die algemeen baie beperk deur die bestaande struktuur. Meganismes soos bedryfsprosedures, besluitnemingsreëls en begrotings kan onderhandelingsooreenkomste semi-permanent maak.

As gevolg van beperkte tyd van indiwidue van 'n organisasie, word onderhandelings nie elke keer van voor af aangeknop nie maar gaan dit normaalweg voort van waar dit laas opgehou het. Daar word in elk geval nie aan alle sake aandag gegee nie, maar slegs aan daardie wat op 'n bepaalde stadium dringend aandag nodig het.

Die doelstellings van 'n besigheidsorganisasie word in die algemeen uitgedruk in terme van wins, verkope, markaandele, produksie ensovoorts. Hierdie doelstellings word in operasionele terme uitgedruk in byvoorbeeld so iets soos "*die omset moet met ses persent verhoog word*".

. Beplanning

Analoog aan die piramiedvormige organisasiestruktuur word daar in die literatuur normaalweg na drie vlakke van beplanning verwys. Die drie vlakke is strategiese beplanning, taktiese beplanning en bedryfsbeplanning. Anthony ([89] pp.15-45) noem hierdie drie vlakke strategiese beplanning, bestuurskontrole en operasionele kontrole. Die drie vlakke stem rofweg ooreen met langtermyn, mediumtermyn en korttermyn beplanning.

Strategiese beplanning is beplanning vir 'n relatief lang periode. Die besluite wat hier geneem moet word, hou verband met die tipe besigheid waarin die organisasie hom behoort te bevind, die afsetgebied, die produkmengsel, toekomst-

stige uitbreiding ensovoorts.

Taktiese beplanning het betrekking op mediumtermyn beplanning. Dit sluit onder andere die wyse in waarop bronne aangeskaf en georganiseer moet word en die wyse waarop werk gestruktureer en personeel verkry en opgelei moet word.

Bedryfsbeplanning is 'n korttermyn beplanning en dit hou verband met korttermyn besluite vir die dag-tot-dag-operasies.

. Kontrole

Die kontrolefunksie behels 'n beheeraktiwiteit wat afwykings van 'n voorafgestelde doelwit meet en korrektiewe aksies invoer. Die basiese elemente van beheer is kortliks die volgende:

1. 'n Standaard wat verwagte prestasie spesifiseer. Dit kan 'n begroting, bedryfsprosedure of beslissingsalgoritme wees.
2. Die meting van werklike prestasie.
3. Vergelyking tussen die verwagte en werklike prestasie.
4. Rapportering van afwykings aan 'n kontrole-eenheid soos 'n bestuurder.
5. 'n Versameling aksies wat deur die kontrole-eenheid geneem kan word om prestasie te verbeter indien dit ongunstig is.
6. In geval waar hierdie aksies nie die verlangde uitwerking het nie, moet 'n metode bestaan waarvolgens 'n hoër kontrole-eenheid sekere toestande kan verander, soos byvoorbeeld om 'n nuwe bestuurder aan te stel of om die prestasiestandaarde te hersien.

Die bestuurder of kontrole-eenheid hoef slegs gemoeid te wees met afwykings wat buite sekere grense val. Dit vermindert die inligtingsverwerkingsvereistes van die bestuurder

sodat sy volle aandag aan ondersoek en die daarstel van korrektiewe aksies in probleemareas gewy kan word. 'n Proses kan egter ook oorgekontroleer word in die sin dat dit veel meer kos om kontrole uit te oefen as die voordele wat uit die kontrole spruit.

Die beperkings van die mens as inligtingsverwerker (sien Simon en Newell ([100] pp.39-50)) plaas 'n redelike lae limiet op die hoeveelheid menslike beplanning. Die verwerkingskoste en tyd wat benodig word om alternatiewe planne ter oorweging voor te berei is hoog. 'n Rekenaarondersteunde beplanningsprosedure kan hierdie beperking oorkom en die kontroleproses op vele wyses verbeter.

5.1.2 Bestuurstyl

Vroeër is dit van die doelstellings van die lede van 'n organisasie aanvaar dat dit konsistent met die organisasie se doelwitte moet wees. Dit is ook aanvaar dat werknemers altyd positief op gesag sal reageer en dat geldelike vergoeding as genoegsame motivering kan dien. Latere studies het die konsep van 'n organisasie as 'n sosiale sisteem daargestel. Daar is onder andere gevind dat motivering op meer as net geldelike vergoeding berus. Leierskapstyle wat die tevredenheid van werknemers sou verhoog, is voorgestel. Die navorsingsresultate van gedragsnavorsers het tot geen enkele stel bewese beginsels gelei nie, maar die hoofuitvloeisel van hierdie navorsing was dat menslike behoeftes in ag geneem moes word in die ontwerp van organisasies. Motivering is die rede vir iemand om sekere aktiwiteite te verrig.

Dit word normaalweg uitgedruk in terme van iemand se dryfvere of behoeftes. Die behoeftes van enige persoon is nie vas nie; dit verander met die tyd soos hy in sy loopbaan vorder en soos sekere behoeftes 'n bepaalde vlak van tevredenheid be-

reik. 'n Hiërargie van menslike behoeftes is deur Maslow¹⁾ ontwikkel.

Die hoërvlak behoeftes word slegs aangewakker indien die laervlak behoeftes in 'n mate bevredig is. Maslow se hiërargie van behoeftes is algemeen van toepassing en 'n klassifikasie wat meer direk op werksituasies betrekking het, is deur Herzberg ([13] p.212) ontwikkel. Hy klassifiseer die faktore wat met werktevredenheid verband hou, in twee groepe. Die eerste groep het betrekking op omgewingsfaktore wat nie tevredenheid motiveer nie maar waarvan die afwesigheid wel ontevredenheid sal veroorsaak. Dit sluit faktore soos organisasiebeleid en administrasie, salaris, interpersoonlike verhoudings en werksomstandighede in. Die ander groep faktore kan die motiveerders genoem word en as bepalend vir werktevredenheid beskou word. Dit sluit erkenning, interessante en uitdagende werk en verantwoordelikheid in.

Gedragnavorsers het verskeie tipes van bestuurstyle of leierskapstyle geïdentifiseer, waarvan die belangrikste twee die outokratiese styl en die ondersteunende styl is.

- . Outokratiese styl. Hierdie tipe bestuurder lê beleid neer en lei die aktiwiteite wat nodig is om dit uit te voer. So 'n persoon gee selde redes vir opdragte. Hy word in sy optrede gesterk deur die mag om te straf of te vergoed.
- . Ondersteunende styl. Hierdie bestuurder word ook die deelnemende, konsulerende of demokratiese tipe leier genoem. Die bestuurder beraadslaag met sy ondergeskiktes omtrent voorstelle en besluite wat hulle raak of oor besluite wat deur hulle uitgevoer moet word. Algemene leiding word hier verskaf en die ondergeskiktes word aangemoedig om hulle eie inisiatief te gebruik. Sommige navorsers voer aan dat die mees effektiewe metode van bestuur afhanklik

1) Sien Hoofstuk 2, §2.2.2.

is van die persoonlikheid van die leier, die take wat uitgevoer moet word en die houding, behoeftes en verwagtinge van die ondergeskiktes sowel as die fisiese omgewing waarin hulle hul bevind.

Navorsing tot op hede dui daarop dat die ondersteunende leierskapstyl lei tot groter tevredenheid maar nie noodwendig tot 'n hoër produksie nie. Een belangrike oorweging is die mate waarin 'n bestuurder sy bestuursfunksies uitvoer. Die doeltreffende uitvoering van hierdie funksies is belangrik vir hoër produktiwiteit. Resultate het aangetoon dat ondersteunende styl gekombineer met doeltreffende uitvoering van bestuursfunksies lei tot beide verhoogde tevredenheid en verhoogde produktiwiteit.

Volgens Filley en House ([104] pp.405-406) is 'n outokratiese, nie-deelnemende leierskapstyl die mees effektiewe styl wanneer roetine-besluite geneem moet word, daar standaard prosedures en reëls bestaan en ondergeskiktes geen behoefte aan deelname het nie. Ondersteunende, deelnemende leierskapstyl is die mees effektiewe styl wanneer besluite nie roetine is nie, inligting en reëls vir besluitneming nie gestandaardiseer is nie, daar voldoende tyd beskikbaar is om ondergeskiktes te betrek en die ondergeskiktes 'n behoefte aan onafhanklikheid het en voel dat hulle deelname nie gering geskat word nie.

5.2 Bestuursinligtingstelsels

Davis ([99] p.5) definieer 'n bestuursinligtingstelsel as

"an integrated, man/machine system for providing information to support the operations, management, and decision-making functions in an organization. The system utilizes computer hardware and software,

manual procedures, management and decision models, and a data base".

Lucas ([126] p.5) lê die klem op besluitneming en verduidelik die begrippe "inligting" en "stelsel" afsonderlik.

"An information system is designed to support decision-making. A system is a set of organized procedures which are executed to produce a desired output. Information, itself, is some tangible or intangible entity which reduces uncertainty about a future state or event".

'n Bestuursinligtingstelsel bestaan in enige organisasie - of die organisasie oor rekenaarfasielitte beskik of nie. Dit is egter die kragtige verwerkings- en datamanipuleringsvermoë van die rekenaar wat 'n bestuursinligtingstelsel en wat daar vandag onder begryp word, moontlik maak. Die idee van 'n rekenaar-gebaseerde bestuursinligtingstelsel beteken nie volledige outomatisasie nie. Die man/masjien-konsep impliseer dat sommige take beter deur die mens uitgevoer kan word terwyl ander weer meer effektief deur die rekenaar hanteer kan word. Vir menige probleme vorm die man en masjien 'n gekombineerde stelsel waardeur resultate verkry kan word deur middel van dialoog en interaksie tussen die rekenaar en die menslike verwerker.

Vroeëre dataverwerkingstelsels - en in baie gevalle die huidige - volg die handverwerkingstelselbenadering waar elke toepassing op sy eie hanteer en verwerk word en daar van afsonderlike lêers gebruik gemaak word. Hierdie benadering het voordele met betrekking tot verwerking- en kontrole-effektiwiteit maar dit lei tot duplisering van lêers. Elke toepassing is verder beperk tot die data waarvoor dit beplan is. 'n Toepassing wat byvoorbeeld datagedeeltes van verskeie toepassings benodig, sal sy eie lêer moet skep met die nodige datagedeeltes. 'n Geïntegreerde stelsel is gebaseer op die konsep dat daar integrasie van data en verwerking moet wees. Data-integrasie is moontlik

deur middel van 'n databasis. Vir 'n inligtingstelsel beteken dit dat alle data waartoe die gebruiker toegang moet hê, in die databasis bevat moet wees. In rekenaar-gebaseerde inligtingstelsels word die term "databasis" dan ook gebruik vir alle data wat maklik vir die rekenaar vir verwerking toeganklik is. Die beheer en bestuur van die databasis word deur 'n programmatuurstelsel, genoem die databasisbeheerstelsel, hanteer.

5.2.1 Wat is inligting?

"Inligting" is 'n term wat dikwels gebruik word sonder dat die betekenis daarvan goed begryp of verklaar word. Die term kan verwys na rou data, die kapasiteit van 'n kommunikasiekanaal, of data wat verwerk is. In inligtingstelsels is daar verskeie idees omtrent die presiese betekenis van die term. Sommige idees is onder andere die volgende: Dit is 'n byvoeging tot een of ander voorstelling; dit het 'n verrassingswaarde; dit vertel iets aan die ontvanger wat hy nie voorheen geweet of kon voorspel het nie; dit vermindert onsekerheid in 'n wêreld van onsekerhede.

Davis ([99] p.32) definieer inligting soos volg:

"Information is data that has been processed into a form that is meaningful to the recipient and is of real or perceived value in current or prospective decisions".

Die verband tussen data en inligting is dus dat die inligtingstelsel data tot inligting verwerk wat bruikbaar is in besluitneming. Dit is natuurlik so dat dit wat vir een persoon of toepassing as inligting beskou kan word, vir 'n ander as rou data geklassifiseer word, afhangende van die aard van die toepassing. Die waarde van inligting hou ook direk verband met besluite wat geneem moet word. Indien daar

nie tussen alternatiewe 'n keuse gemaak moet word nie, of geen besluite geneem moet word nie, is inligting nie nodig nie. Wanneer dit egter gebruik word ter ondersteuning van besluite wat geneem moet word, kan die aard van die inligting die volgende wees:

- . Dit is valse inligting. Indien die ontvanger dit glo, het dit dieselfde effek as wanneer dit waar sou wees.
- . Dit is nuwe inligting. Die inligting mag heeltemal nuut en vars vir die ontvanger wees.
- . Dit is bykomstige inligting. Die ontvanger beskik reeds oor sekere inligting en hierdie inligting is 'n byvoeging tot die bestaande inligting.
- . Dit is korrektiewe inligting. Die ontvanger het vroeër vals inligting ontvang en hierdie inligting stel dit reg.
- . Dit is bevestigende inligting. Die ontvanger beskik reeds oor die inligting en hierdie is slegs om dit te bevestig. Hierdie inligting het ook waarde in die sin dat dit die ontvanger groter vertrouwe gee in die inligting waarvoor hy reeds beskik.

5.2.2 Die kwaliteit van inligting

In 'n ondersoek wat deur Adams ([3] p.4) onder bestuurders uitgevoer is omtrent hulle houding teenoor inligtingstelsels, het hy gevind dat hulle min of meer dieselfde waarde heg aan verbetering in die kwaliteit sowel as kwantiteit van die inligting. Met 'n keuse tussen die twee het 90% egter verbeterde kwaliteit bo verhoogde kwantiteit verkies.

Inligting kan varieer in kwaliteit as gevolg van vooroordele of as gevolg van foute. Indien eersgenoemde die geval is, en die ontvanger is daarvan bewus, kan hy voorsiening daarvoor maak. Foute in inligting is van 'n meer ernstige aard en dit kan deur die volgende veroorsaak word:

- . Foutiewe datameting- en versamelingsmetodes.
- . Foutiewe verwerkingsprosedures word gevolg.
- . Verkeerde data-opnames of foutiewe korrigerende data.
- . Die gebruik van 'n foutiewe of die verkeerde meesterlêer.
- . Foute in rekenaarprogramme.
- . Voorbedagte vervalsing.

Die foute kan beperk word deur die nodige kontrole-prosedures daar te stel. Dit sluit in interne kontrole, interne en eksterne ouditering, byvoeging van betroubaarheidsgrense tot data en die gee van instruksies aan die gebruikers aangaande die opname van data en die verwerkingsprosedures sodat moontlike foute deur hulle opgespoor kan word.

5.2.3 Die waarde van inligting

Die eerste belangrike faktor wat 'n bydrae tot die waarde van inligting kan maak, is die ouderdom daarvan. Inligting het hoegenaamd geen waarde indien dit te laat aan 'n besluitnemer voorsien word en hy dit nie ter ondersteuning van sy besluite kan gebruik nie. Sommige besluite word op 'n periodieke basis met spesifieke afsnytye geneem. Indien die inligting die besluitnemer wat met die neem van hierdie besluite gemoeid is, te laat bereik, het die inligting vir hom geen waarde nie. Ander besluite word op 'n minder gereelde grondslag met minder kritiese afsnytye geneem en in hierdie geval is die tyd waarop die inligting gelewer word miskien nie van so 'n groot belang nie, mits dit egter net só betyds is dat die besluitnemer daarvan gebruik kan maak.

'n Tweede begrip met betrekking tot die waarde van inligting is sogenaamde perfekte en nie-perfekte inligting. Perfekte inligting laat 'n besluitnemer toe om 'n optimale besluit te selekteer wanneer daar 'n keuse tussen alternatiewe gemaak moet word. Daar is dus in hierdie geval geen onsekerheid oor

die uitkoms van 'n besluit nie, aangesien alle faktore wat die besluit mag beïnvloed, in ag geneem is. Die probleem is egter dat perfekte inligting dikwels nie beskikbaar is nie. In sodanige gevalle kan vooraf-benaderings van uitkomste beïnvloed word deur addisionele inligting, selfs al voorsien die inligting nie sekerheid nie.

Nie-perfekte inligting is basies inligting wat verkry kan word deur steekproefneming. Dit is nie-perfek, aangesien dit 'n benadering waarmee 'n variansie geassosieer is, voorsien eerder as 'n spesifieke waarde. Wanneer 'n besigheidsbesluit geneem moet word en 'n standaard-afwyking van uitkomste daargestel word, is dit moontlik om die waarde van inligting te bereken (sien Davis [99] p.31). Die waarskynlikheid dat 'n verkeerde besluit geneem gaan word, kan in 'n redelike mate hierdeur verminder word.

Die konsep van nie-perfekte inligting is van toepassing op baie situasies waar daar deur middel van steekproefneming of markopnames nie-perfekte inligting verkry word vir besluitnemingsanalise. Met betrekking tot hierdie inligting vind ons die volgende stappe in die besluitnemingsproses:

1. Bepaal die beste aksie wat op vooraf-waarskynlikhede gebaseer kan word.
2. Bepaal of dit enigsins die moeite werd is om steekproefinligting in te samel.
3. Bepaal die optimale monstergrootte.
4. Samel die steekproef in.
5. Hersien vorige waarskynlikhede deur van hierdie monsterverdata gebruik te maak.

Die beslissingsteoriebenadering fokus nie slegs op die waarde wat inligting in die neem van 'n besluit kan hê nie, maar ook op die feit dat meer data addisionele koste meebring.

Die koste mag dalk so hoog wees dat die nie-perfekte inligting wat verkry kan word nie die moeite werd mag wees nie. Hierdie aspek behoort wel deeglik deur die ontwerper van 'n inligtingstelsel in gedagte gehou te word.

Die waarde van inligting kan ook beskou word as die waarde van die verandering in besluitnemingsgedrag as gevolg van die inligting minus die koste van die inligting. Die inligting het natuurlik net waarde vir diegene met die nodige agtergrond en kennis om in besluitneming daarvan gebruik te maak. Die kwantitatiewe benadering met betrekking tot die waarde van inligting kan handig in stelselontwerp en besluitnemingsbenaderings te pas kom. Die inligting-/beslissingstelselontwerper mag in situasies beland waar 'n besluitnemingsalgoritme ontwerp moet word. Die koste-/voordele-analise kan gebruik word om te besluit hoe die algoritme ontwerp gaan word om van bestaande data gebruik te maak, om meer data te versamel of om van minder data gebruik te maak.

Die waarde-van-inligtingsbenadering kan slegs gedeeltelik in besluitnemingsituasies toegepas word. Die teorie is moeilik om toe te pas in baie komplekse, swak gestruktureerde situasies, maar dit is wel bruikbaar om 'n beter insig te gee in besluite wat geneem moet word.

5.3 Rekenaar-ondersteunde besluitneming

Die fokus van die definisie van bestuursinligtingstelsels lê in besluitneming. Simon ([148] p.54) definieer drie stappe in die besluitnemingsproses, naamlik die intelligensiefase, die ontwerpfasie en die keusefasie. Die intelligensiefase bestaan hoofsaaklik uit 'n soektog in die omgewing vir toestande of situasies wat om 'n besluit vra. Rou data word ingesamel, verwerk en geanaliseer om moontlike probleme te identifiseer.

Die ontwerpfasie bestaan uit die ontwikkeling en analise van alternatiewe planne van aksies. Dit behels nie alleen prosesse om die probleem behoorlik te begryp nie, maar ook die ontwikkeling van oplossings en die uittoets daarvan vir toelaatbaarheid.

In 'n keusefasie word daar oorgegaan tot die selektering van 'n plan van aksie uit die beskikbare alternatiewe en die implementering daarvan. Lucas ([126] p.6) voeg implementering as 'n vierde fase by, naamlik die fase waar daar toesien moet word dat die besluit uitgevoer word. Die besluitnemingsproses kan as 'n kontinue proses beskou word waar daar vanaf enige fase teruggekeer kan word na 'n vorige fase. In die keusefasie kan byvoorbeeld alle alternatiewe verwerp word sodat daar dan vir die ontwikkeling van addisionele oplossings teruggekeer word na die ontwerpfasie.

'n Inligtingstelsel kan 'n belangrike rol in al die fases van die besluitnemingsproses speel. In die intelligensiefase behels die soektog 'n ondersoek van data op 'n vooraf-gedefinieerde wyse, asook ondersoeke op 'n ad hoc-basis. Die inligtingstelsel kan so ontwerp word dat dit die besluitnemer in beide bogenoemde ondersoeke tot groot hulp kan wees. Dit behoort so ontwerp te wees dat die stelsel alle data kan deursoek en situasies wat aandag benodig, kan identifiseer. Verder behoort die organisasie en die bestuursinligtingstelsel die nodige kommunikasiekanale te voorsien, sodat waargenome probleme onder die regte vlak van bestuur se aandag gebring kan word. Gedurende die ontwerpfasie kan die inligtingstelsel die besluitnemer van alternatiewe voorsien deur middel van modelle wat data verwerk en oplossings genereer. In die keusefasie word daar dikwels 'n besluitingsreël gespesifiseer wat outomaties deur die inligtingstelsel uitgevoer kan word. Indien die implementeringsfasie bygevoeg word, kan die inligtingstelsel kontroleer of die besluit uitgevoer is of nie.

Aangesien die finale besluit tog by 'n bestuurder berus, is dit nodig om eers die mens as inligtings-/besluitnemingsverwerker van nader te beskou.

5.3.1 Die mens as inligtings-/besluitnemingsverwerker

Die bestuurder as gebruiker van 'n bestuursinligtingstelsel is tipies iemand van wie daar verwag word om besluite te neem wat kan varieer in belangrikheid. Die bestuurder kan dus beskou word as

- . 'n menslike inligtingsverwerker,
- . 'n lid van die organisasie, en
- . 'n besluitnemer.

Die mens is in die algemeen 'n merkwaardige inligtingsverwerker met unieke vermoëns wanneer hy met die rekenaar vergelyk word. Hy het egter ook sekere beperkinge wat sy vermoë om suksesvol te opereer, grootliks beïnvloed. Sommige van die beperkings is die volgende:

- . Sy kapasiteit om in- en uitvoere te hanteer. Wanneer sy limiet bereik word (met ander woorde wanneer hy oorlaai word), daal die tempo waarteen hierdie in- en uitvoere hanteer word en dit kan ver benede sy maksimum vermoë daal.
- . Filtrering van invoere. Om die normale invoere wat deur die omgewing voorsien word (wat in die algemeen reeds die mens se kapasiteit oorskry) te hanteer, is dit noodwendig so dat sekere invoere uitfiltreer word. Hierdie filtreringsproses is ook nie noodwendig rasioneel, realisties of streng in orde van prioriteite nie.
- . Sy kapasiteit om inligting te stoor. Simon en Newell ([100] pp.39-50) onderskei tussen drie tipes geheue in hul model van die mens as inligtingsverwerker. Die drie

tipes is langtermyn-, korttermyn- en eksterne geheue. Die beperkings ten opsigte van sy geheue is kortliks die volgende:

- Langtermyngeheue het essensieel 'n onbeperkte kapasiteit. Waar dit egter slegs 'n paar millisekondes vir 'n lees neem, neem dit 5k tot 10k sekondes om k simbole te ont-hou (skryf in die geheue).
 - Eksterne geheue bestaan uit eksterne media soos papier, mikrofilm ensovoorts. Die toegangstyd om simbole op 'n bepaalde posisie te vind is vir die oog ongeveer 100 millisekondes en leestyd ongeveer 50 millisekondes. Skryftyd is omtrent 1 sekonde.
- . Verwerking van data.

Die beperkings van die mens om data te verwerk hou verband met die aantal simbole wat in die korttermyngeheue gestoor kan word. Navorsing deur Miller ([69] pp.81-97) het aange-toon dat slegs 5 tot 9 met 'n gemiddeld van 7 simbole in die korttermyngeheue gestoor kan word. Dit het gelei tot die algemene gesegde van die "*magical number 7 plus or minus two*". 'n Aantal ander navorsers (Crannell & Parrish [17] pp.319-327, Conrad [16] pp.349-359, Chapdelaine [95], Owsowitz & Sweetland [138]) het hierdie beperkings bevestig.

. Vermoë om beduidende verskille op te merk.

In die uitvoering van sy pligte word daar dikwels van die mens verwag om verskille waar te neem. Weber se wet van merkbare verskille voer aan dat die verskil wat merkbaar is, 'n konstante verhouding van die fisiese dimensies of stimu-lus is. Navorsing het aangetoon dat hierdie wet ook op data-verskille van toepassing is.

. Vermoë om waarskynlikheidsdata te hanteer.

Davis ([99] p.71) voer aan dat navorsingsresultate aangetoon het dat daar groot tekortkominge by die mens as intuïtiewe statistikus bestaan. Voorbeelde hiervan is

- 'n gebrek aan intuïtiewe begrip wat die betekenis van monstergrootte op steekproefvariانسies is;
- 'n gebrek aan intuïtiewe vermoë om korrelasie en oorsake te identifiseer;
- vooroordele met betrekking tot waarskynlikheidskatting, en
- 'n gebrek aan die vermoë om inligting te integreer.

Met betrekking tot die bestuursinligtingstelsel kan die volgende beginsels toegepas word om die invloed van hierdie beperkings te elimineer:

- . Vermoë oorlading by die mens as inligtingsverwerker.
- . Gee data of inligting in 'n direk bruikbare vorm weer.
Skakel hierdeur beperkinge soos filtrering, onvermoë om beduidende verskille op te merk, onvermoë as intuïtiewe statistikus ensovoorts, uit.
- . Kodes behoort binne die grense van die mens se korttermyngeheuevermoë in terme van die *"magical number seven plus or minus two"* te val.

5.3.2 Besluitnemingsmodelle

Daar bestaan vele beskrywende modelle van die besluitnemingsproses. Cambell ([100] pp.91-100) onderskei tussen vier modelle, naamlik die klassieke ekonomiese model, die Skinner-model, die administratiewe model, en die gekontroleerde anargistiese model. Die meerderheid van die modelle wat gebruik word om besluitnemers te beskryf gaan van die

veronderstelling uit dat 'n besluitnemer gekonfronteer word met 'n aantal alternatiewe aksies. Elke aksie, wanneer dit deurgevoer of gekies word, sal lei tot een of ander uitkoms of resultaat. Elke uitkoms het 'n bepaalde waarde vir die besluitnemer en die waarde kan positief of negatief wees. Benewens die waarde van 'n uitkoms word dit verder gekarakteriseer deur die waarskynlikheid dat dit wel sal voorkom wanneer 'n sekere alternatief gekies word. Die totale waarde of nut van 'n besondere alternatief is dus een of ander funksie van die individuele voordele van uitkomste wat daarmee geassosieer word en die waarskynlikheid dat elk van die uitkomste sal voorkom. Verskillende modelle stel verskillende metodes voor waarvolgens die individuele veranderlikes gekombineer moet word om 'n totale nut of totale waarde te gee. Alhoewel daar ook ander besluitnemingsmodelle bestaan, word slegs hierdie vier kortliks bespreek.

. Die klassieke ekonomiese model

Vroeë klassieke beslissingsteorieë baseer die siening van die besluitnemer op variasies op die tema van die klassieke ekonomiese mens. Die inhoud van die teorie is kortliks die volgende:

- Gegee 'n aantal alternatiewe waaruit 'n keuse gemaak moet word, is die waarskynlikheid van alle uitkomste 1.0 (dit wil sê besluitneming onder sekerheid).
- Inligting omtrent beskikbare alternatiewe en uitkomste wat daarmee geassosieer word, is volledig. Die teorie neem dus aan dat alle inligting wat benodig word, beskikbaar is.
- Uitkomste kan ten minste op 'n nut-kontinuum georden word.
- Alternatiewe word só gekies dat die nut van die uitkomste vir die besluitnemer gemaksimaliseer word.

Latere ontwikkelings in die klassieke teorie het die sogenaamde risiko-besluite in ag geneem waar die waarskynlikheid van 'n uitkoms op 'n alternatief nie meer 1.0 is nie, maar wel bekend is. In wese skets die model 'n besluitnemer as 'n volledig kennisdraende wese, oneindig sensitief vir verskille in die nut van uitkomst, en iemand wat altyd poog om een of ander grootheid te maksimaliseer.

. Die administratiewe model

Die administratiewe model het sy oorsprong uit twee gedagterigtings gehad - die een se wortels in die bestuursteorie, terwyl die ander afkomstig is van die psigologie. Die psigologiese uitgangspunt is dat dit die waargenome rang, uitkoms moontlikhede en nut is wat belangrik is, en nie die werklike moontlikheid of werklike waarde van 'n uitkoms nie. Met ander woorde, dit is 'n besluitnemer se waargenome wêreld en nie die werklikheid wat sy keuse beheer nie. Bestuursteoretici het bogenoemde met werklike besluite waarvoor bestuurders te staan kom gekombineer om die volgende aannames vir hierdie model daar te stel:

- Alternatiewe is dikwels nie beskikbaar nie en moet geskep word.
- Inligting met betrekking tot uitkomst is baie onvolledig en daar moet daarna gesoek word.
- Aan 'n soektog na inligting is 'n hoë koste verbode.
- Inligting is dubbelsinnig en dit lei tot onsekerheid omtrent die verwagte waardes van spesifieke uitkomst.

Die administratiewe model hanteer die koste en onsekerheid van inligting deur

- te konsentreer op inligting waarvan die verwagte waarde uitgedruk kan word in kwantitatiewe of skyn-kwantitatiewe terme, en

- uitkomste te hanteer wat vinnig geëvalueer kan word so-
dat onsekerheid oor waarskynlikheids- en waardeberaming
laag kan bly.

Die koste verbonde aan die versamel van inligting kan laag gehou word deur berekenings en inligting eenvoudig te hou en bevrediging eerder as maksimalisering na te streef. Volgens die model word besluitnemers gelei deur hulle verwagtings vir die toekoms, maar leef hulle in 'n wêreld wat te kompleks is om werklik te ken. As resultaat word daar liefers na bevrediging as maksimalisering gestreef en neig hulle om aan uitkomste in terme van 'n bekende kwantitatiewe skaal te dink.

. Die Skinner-model

In die administratiewe model word daar gekonsentreer op die denkwys van bestuurders omtrent besluite wat geneem moet word. Alhoewel die Skinner-model nie ontken dat mense dink en verwagtings het nie, betwyfel hierdie model dit sterk of dit enigsins vrugbaar is om gedrag te probeer verklaar of te kontroleer deur uit te vind hoe mense dink. Hierdie model voer aan dat 'n wyse om keusegedrag te verklaar daarin lê dat vasgestel moet word watter spesifieke vergoedings in die verlede sekere response of uitkomste versterk het. Dit wil sê, 'n keuse of respons word versterk wanneer dit deur uitkomste met 'n hoë waarde vir die individu gevolg word - 'n eenvoudige dog kragtige idee. Die vier hoofpunte van die Skinner-model is die volgende:

- Die mees effektiewe versterkers is daardie wat die direkte aan die respons verbonde is.
- Gedrag word op 'n heelwat sterker vlak gehou wanneer 'n spesifieke respons met tussenposes versterk word, eerder as om dit elke keer te doen wanneer die respons voorkom.

- Positiewe versterking is baie meer effektief as negatiewe versterking. Dit blyk egter dat ons samelewing op die teenoorgestelde wyse opereer.
 - Die uitkomste wat in werklikheid gedrag versterk kan slegs deur empiriese waarneming vasgestel word.
- . Die gekontroleerde anargistiese model

Die model gaan van die veronderstelling uit dat uitkomste in die werklike wêreld te veel en te kompleks is en dat die verband tussen alternatiewe te swak verstaan word om enige sistematiese vergelyking tussen hulle bruikbaarheid te maak. Pogings om besluite te neem deur uitkomste te evalueer sal noodwendig tot gevolg hê dat potensieel belangrike uitkomstes oor die hoof gesien word. Die enigste faktor wat besluitneming nie bloot toevallig maak nie, is die feit dat dit moontlik is om alternatiewe een vir een met 'n historiese model, waarvan die resultaat van uitkomste bekend is, te vergelyk. Om huidige alternatiewe met soortgelyke alternatiewe waarvan die gevolge bekend is, te vergelyk, verskil heelwat van die evaluering van alle uitkomste van 'n aantal alternatiewe. Dit is foutief om 'n organisasie as 'n enkele besluitnemer te beskou. Feitlik alle organisasies bestaan uit kompeterende kragcentrums met uiteenlopende sienings oor potensieële uitkomste en die waarde of nut wat daarmee geassosieer word. Organisasies het ook met eksterne publiek wat hulle eie behoeftes het te doene, en dié is gou om hulle eie belange uit te wys. Dus, alhoewel 'n besluitnemer belangrike potensieële uitkomste kan ignoreer, daar heelwat ander kragcentrums met ander belange is wat gemoed is met al die belangrike uitkomste en wat sal sorg dat dit nie buite rekening gelaat word nie.

5.3.3 Besluitnemingskriteria en organisatoriese besluitneming

'n Uitkoms op 'n besluit definieer die gevolg wanneer 'n seker besluit geneem of aksie van handeling gevolg word. Sekerheid, risiko en onsekerheid is drie begrippe wat met die kennis omtrent uitkomste geassosieer kan word.

- . Sekerheid. In hierdie geval bestaan daar akkurate kennis omtrent die gevolg van elke alternatief en daar bestaan ook slegs een uitkoms vir elke keuse.
- . Risiko. Die moontlike uitkomste kan geïdentifiseer word en 'n waarskynlikheid van voorkoms kan met elk geassosieer word.
- . Onsekerheid. Verskeie uitkomste is moontlik en kan geïdentifiseer word, maar daar bestaan geen kennis van waarskynlikhede wat aan die uitkomste gekoppel kan word nie.

Wanneer die uitkomste bekend en die gevolge van elke uitkoms seker is, behels die besluitnemingsproses die berekening van die optimale uitkoms of aksie. Die berekening kan egter baie groot of onprakties wees. Lineêre programmering is 'n voorbeeld van 'n tegniek waarvolgens 'n optimale oplossing onder sekerheid bereken kan word. Sonder die rekenaar is die oplossing van feitlik enige lineêre programmeringsprobleem nie regverdigbaar nie, en sommige probleme is selfs te groot vir standaard lineêre programmeringsmetodes. Die neem van rasionele besluite wanneer slegs die waarskynlikhede van verskillende uitkomste bekend is, is dieselfde as onder sekerheid behalwe dat die verwagte uitkoms in hierdie geval gemaksimaliseer word en nie die uitkoms self nie. Daar is egter verskeie probleme met die rasionele benadering wanneer daar van verwagte waardes gebruik ge-

maak word. Verwagte waardes as kriteria is op sy geldigste wanneer 'n besluit herhaal kan word. Wanneer die besluit egter net een keer geneem word, is die moontlikheid groot dat gedragsfaktore die besluit gaan beïnvloed. Subjektiewe waarskynlikhede mag verder al wees wat beskikbaar is en geen objektiewe waarskynlikhede nie. Besluitneming onder sekerheid, met ander woorde uitkomst wat bekend is maar waarskynlikhede nie, skeep ook probleme, aangesien die maksimaliseringskriteria nie gebruik kan word nie. 'n Moontlike oplossing is om die onbekende waarskynlikheid te voorsien en die probleem dan te hanteer soos onder sekerheid.

. Geprogrammeerde besluite

Op grond van 'n organisasie of individu se vermoë om vooraf die proses van besluitneming te beplan, kan besluite as geprogrammeerd of nie-geprogrammeerd geklassifiseer word. Geprogrammeerde besluite is daardie besluite wat vooraf deur 'n versameling reëls of besluitnemingsprosedures gespesifiseer kan word. Hierdie tipe besluite kan deur 'n rekenaarprogram hanteer word, aangesien die reëls waarvolgens 'n besluit geneem gaan word, volledig gedefinieer is. Vir 'n spesifieke probleem hoef die waardes van die veranderlikes dan net gespesifiseer te word. Ander metodes om geprogrammeerde besluite te implementeer is om van reëlboeke, beslissingstabelle en regulasies gebruik te maak. Geprogrammeerde besluite impliseer 'n geslote besluitnemingsmodel, aangesien alle uitkomst en gevolg bekend moet wees.

. Nie-geprogrammeerde besluite

Nie-geprogrammeerde besluite is besluite wat òf eenmalig geneem moet word òf meermalig maar elke keer verander wanneer dit geneem word. Besluite in 'n ope besluitnemingsstelsel is nie-geprogrammeerd, aangesien dit nie moontlik is om al-

le faktore vooraf te spesifiseer nie. Nie-geprogrammeerde besluite kan wissel van 'n eenmalige besluit in 'n krisistyd tot herhalende probleme wat so verander dat besluitingsreëls nie geformuleer kan word nie. Geprogrammeerde besluite kan gedelegeer word na laer bestuursvlakke, nie-geprogrammeerde besluite egter nie. Een strategie om die aantal geprogrammeerde besluite te verhoog is om reëls vir alle normale toestande neer te lê en om dit dan deur middel van geprogrammeerde besluitingsreëls te hanteer. Wanneer toestande dan nie aanpas by die besluitingsreëls nie, word die besluit nie-geprogrammeer en dit word deurgegee na 'n hoër bestuursvlak.

5.3.3.1 Kriteria vir besluitneming

'n Besluitnemingsmodel wat aan 'n besluitnemer voorskryf hoe 'n sekere tipe besluit geneem moet word, kan normatief of beskrywend van aard wees. Beskrywende modelle is modelle wat beskryf hoe besluitnemers werklik besluite neem. Lineêre programmering, spelteorie, kapitale begroting en statistiese beslissingsteorie is voorbeelde van normatiewe modelle. Die kriterium waarvolgens daar tussen alternatiewe in die normatiewe model geselekteer word, is maksimalisering. In kwantitatiewe terme word daar na hierdie doelstelling verwys as die doelfunksie van die besluit. In die klassieke ekonomiese model is daar aanvaar dat die rasionele mens "nut" maksimaliseer, waar "nut" gedefinieer word as die plesiergewende of pynvoorkomende eienskappe van 'n uitkoms. In 'n besigheidssituasie is hierdie "nut" normaalweg wins, maar dit kan ook verkope of byvoorbeeld markaandele wees. Die tradisionele kriterium vir besluitneming onder risiko is die maksimalisering van verwagte waarde. Hierdie kriterium het egter sy beperkinge. Dit het aanleiding gegee tot die gedagte dat individue eerder verwagte nut as verwagte waarde maksimaliseer. Die nut van 'n groot som geld met die

afsterwe van 'n persoon is byvoorbeeld groter as die waarde van dieselfde som sonder dood. Net so dubbel mense ten spyte daarvan dat die persentasie terugbetaling baie laag is.

'n Alternatiewe kriterium vir besluitneming is bevrediging. Hierdie gedagte het sy oorsprong by die beskrywende gedragsmodel, wat aanvaar dat besluitnemers nie volledig omtrent alternatiewe ingelig is nie en daarom na inligting moet soek. Hulle is egter nie altyd rasioneel en konsekwent in hul soektog nie. Faktore wat oorweeg moet word, word vereenvoudig om sodoende die alternatiewe te verminder. Besluitnemers beskik oor 'n beperkte kognitiewe vermoë om alternatiewe en/of gevolge waar te neem. 'n Resultaat hiervan is dat hulle hul soektog beperk en die eerste alternatief wat al die probleembeperkings bevredig, aanvaar.

5.3.3.2 Organisatoriese besluitneming

Die gedragsteorie van 'n organisasie is volledig deur Cyert en March [96] beskryf. Die teorie is beskrywend eerder as normatief van aard. Die vier hoofkonsepte wat Cyert en March gebruik om organisatoriese besluitneming te verduidelik is kwasi-oplossing van konflik, onsekerheidsvermyding, probleemsoeke en organisasieskoling.

. Kwasi-oplossing van konflik

In 'n organisasie vind ons normaalweg 'n koalisie van lede met verskillende doelwitte en mag, wat die organisatoriese doelwit kan beïnvloed. Die organisatoriese doelwit verander wanneer nuwe lede die organisasie betree en oues dit verlaat. Menigmaal is daar konflik tussen die verskillende doelwitte van die lede en al word hierdie persoonlike doelwitte geïgnoreer, is daar nog subeenhede in die organisasie

waarvan die doelwitte in konflik met mekaar is. Hierdie konflik kan opgelos word deur middel van die volgende metodes:

- Substelsels kan toegelaat word om hulle eie doelwitte te formuleer om sodoende selforganiserende substelsels te vorm.
- Binne sekere beperkings kan substelsels toegelaat word om hulle eie besluite te neem deur van vooraf-neergelegde reëls en besluitnemingsprosedures gebruik te maak.
- Aan die verskillende doelwitte van die organisasie kan daar op 'n sekvensiële wyse aandag gegee word sodat elke doelwit 'n kans gegun word om die organisatoriese gedrag te beïnvloed. Dit beteken egter ook dat sekere konflik tussen doelwitte nooit opgelos word nie, omdat daar nooit gelyktydig daaraan aandag gegee word nie.

. Onsekerheidsvermyding

Organisasies bevind hulleself in 'n wêreld vol onsekerhede. Die gedrag van die mark, verskaffers, aandeelhouers, regering en so meer is hoogs onseker. Die gedragsteorie vir organisatoriese besluitneming voer aan dat risiko en onsekerhede ten koste van verwagte waarde vermy moet word. In die algemeen sal 'n besluitnemer bereid wees om 'n verlaaging in die verwagte waarde van 'n uitkoms te aanvaar in ruil vir 'n toename in die sekerheid van 'n uitkoms.

. Probleemsoeke

Die gedragsteorie voer aan dat die soeke na 'n probleem op die volgende twee eenvoudige reëls moet berus:

1. Die soeke moet so na moontlik aan die probleemarea, die simptome van probleme, of die huidige oplossing uitge-

voer word.

2. Indien hierdie soektog misluk, brei die soektog dan uit na die organisasie se mees kwesbare area voordat daar in ander areas gesoek word. Die mees kwesbare areas is normaalweg die met moeilik bepaalbare doelwitte.

Organisasieskoling

Organisasies is geneig om 'n aanvaardingsgedrag met die verloop van tyd te toon. Doelstellings word verander en soekprosedures hersien op grond van vorige ondervinding. Die aspirasievlak van doelwitte word ook op grond van resultate wat in die verlede behaal is, verander.

5.3.4 Besluitnemingstyl

Eksperimente wat deur Huysmans ([38] pp.92-104) uitgevoer is, het getoon dat besluitnemingstyl 'n belangrike beperking op die sukses van implementering van 'n gerekenariseerde stelsel kan wees. Daar bestaan nie 'n aanvaarde definisie vir die term "besluitnemingstyl" nie, maar in die algemeen verteenwoordig dit 'n taktiek wat deur 'n individu gebruik word wanneer 'n probleem vanuit 'n sekere perspektief opgelos moet word. Die twee ekstreme van besluitnemingstyl (ook genoem kognitiewe styl) word gewoonlik analities en heuristies genoem. Die analitiese besluitnemer vertrou gewoonlik op georganiseerde inligting en beplande, georganiseerde benadering tot besluitneming, terwyl die heuristiese of intuïtiewe individu vertrou op analogieë en toelaat dat die situasie aanleiding gee tot 'n besluit wat geneem moet word. Individue is nie noodwendig ekstreemgevalle nie maar neig in 'n mate na die een of die ander kant. Die volgende tabel gee 'n opsomming van die twee benaderings ([8] p.73):

TABEL 1

Probleemoplossings- dimensie	Heuristies	Analities
Benadering tot die leerproses	Leer meer deur aksie as wat die situasie geanaliseer word en plaas meer klem op terugvoer	Gebruik 'n beplande sekwenisiële benadering tot probleemoplossing Leer meer deur die situasie te analiseer as deur aksie en plaas minder klem op terugvoer
Soeke	Gebruik probeer-en-tref en spontane aksie	Gebruik formele rasionele analise
Benadering tot analise	Gebruik algemene kennis, intuïsie en gevoel	Ontwikkel eksplisiete, dikwels kwantitatiewe modelle van die situasie
Veldwydte van analise	Beskou die situasie as 'n geheel eerder as bestaande uit 'n struktuur met afsonderlike gedeeltes	Herlei die probleem-situasie tot 'n stelsel onderliggende oorsake
Basis vir gevolgtrekkings	Kyk vir duidelik sigbare verskille wat met die tyd verander	Lokaliseer ooreenkomste of gemeenskaplike faktore deur voorwerpe te vergelyk

Die navorsing aangaande kognitiewe style hou direk verband met die ontwerp van bestuursinligtingstelsels. Rekenaar-gebaseerde stelsels is geneig om ontwikkel te word deur analities/sistematiese individue wat die aard van besluitneming as 'n analities/sistematiese proses beskou. Analities/sistematiese bestuurders maak in die algemeen van sodanige stelsels gebruik omdat dit aanpas by hulle besluitnemingstyl.

Hierdie stelsels word egter nie sonder meer deur heuristiese/intuïtiewe besluitnemers benut nie. Barkin ([7] pp.35-45)

het 'n eksperiment ontwikkel waarmee kognitiewe style gemeet kan word. Dit is gedoen deur van 'n skaalmetingsmetode gebruik te maak waar die een ekstreem op 'n "probeer-en-tref"-indiwidu dui terwyl die ander ekstreem die "kwantitatiewe" indiwidu verteenwoordig. Die eersgenoemde indiwidu, of soos Barkin dit noem, die Tipe I-besluitnemer, is rofweg 'n heuristiese tipe soos deur Huysmans ([38] pp.92-104) analiseer, terwyl die laasgenoemde of Tipe II-besluitnemer rofweg 'n analitiese tipe verteenwoordig.

In sy eksperimente het Huysmans gevind dat

- . Tipe I-besluitnemers meer data selekteer as Tipe II-besluitnemers.
- . Tipe I-besluitnemers meer nie-kritiese data vir 'n besluit selekteer as Tipe II-besluitnemers.
- . Tipe I-besluitnemers minder data selekteer wat krities vir 'n besluit is as Tipe II-besluitnemers.
- . Die verhouding van nie-kritiese data wat geselekteer word tot die totale hoeveelheid data wat geselekteer word hoër is vir Tipe I-besluitnemers as vir Tipe II-besluitnemers.

Die eksperimente van bogenoemde navorsers en navorsing deur Lucas ([48] pp.908-918) het bevestig dat daar 'n besliste verband tussen die wyse waarop 'n indiwidu dink en sy werk benader, en die gebruik van 'n bestuursinligtingstelsel bestaan.

5.3.5 Houding van die bestuur

Volgens Ackoff ([1] pp.147-156) bestaan daar nog 'n wanopvatting in die sin dat 'n bestuurder nie nodig het om te verstaan hoe 'n inligtingstelsel werk nie, en net moet weet hoe om dit te gebruik.

"The designers try to provide managers with very easy access to the system and assure them that they need to know nothing more about it. The

designers usually succeed in keeping managers ignorant in this regard. This leaves managers unable to evaluate the MIS as a whole. It often makes them afraid to even try to do so lest they display their ignorance publicly".

Hierdie neiging is 'n direkte gevolg van gebrek aan belangstelling in en ondersteuning aan enige rekenariseringsproses in die organisasie van die kant van die bestuur.

Navorsing deur Swanson ([82] pp.178-188) waarin die verbande tussen bestuursbetrokkenheid in bestuursinligtingstelselontwikkeling, die "waardering" van die inligtingstelsel, en die navraagbetrokkenheid ondersoek is, het bewys dat

- . toename in die betrokkenheid van 'n bestuurder by inligtingstelselontwerp 'n toename in sy "waardering" vir die stelsel tot gevolg het;
- . 'n toename in die waardering van 'n individu vir 'n inligtingstelsel 'n toename in sy navraagbetrokkenheid tot gevolg het en omgekeerd, en
- . 'n toename in die betrokkenheid van 'n individu met die ontwikkeling van 'n stelsel 'n toename in sy navraagbetrokkenheid (en dus gebruik) van die stelsel tot gevolg het.

HOOFSTUK 6

SUKSESVOLLE OF ONSUKSESVOLLE GEREKENARISEERDE INLICHTINGSTELSELS

In hierdie hoofstuk word daar in §6.1 kortliks vorige navorsing en navorsingsmodelle bespreek, terwyl die hipotetiese navorsingsmodelle wat in hierdie projek gebruik is, in §6.2 bespreek word. In §6.3 word die navorsingsomgewing waar die data vir hierdie projek ingesamel is, bespreek, en in §6.4 word die eksperiment vir hierdie navorsing kortliks in oënskou geneem.

6.1 Vorige navorsing en navorsingsmodelle

Verskeie navorsers, onder andere Henry C. Lucas, Enid Mumford, E. Burton Swanson, J. Huysmans, Russel R. Ackoff en vele ander het in die verlede navorsingsprojekte met betrekking tot inligtingstelsels aangepak waarin die verbande tussen sekere faktore wat met inligtingstelsels en die gebruik daarvan in verband staan, ondersoek is. Die navorsing het in die algemeen gelei tot 'n beskrywende model van veranderlikes waarin sekere hipoteses bewys is. Moontlike kritiek op hierdie metodes is die feit dat daar nooit 'n konkrete voorstel of tegnieke uit die studies voortgespruit het wat die bestuur van 'n organisasie in staat stel om die gerekenariseerde stelsels te verbeter nie, en dat dit hoofsaaklik om bespiegeling in die algemeen omtrent verbeterde benaderings wat gevolg kan word, gegaan het.

In die verlede is daar egter nog geen navorsing gedoen waar daar spesifiek na die sukses van bestaande gerekenariseerde stelsels en faktore wat daarmee in verband staan, ondersoek ingestel is nie. 'n Tweede punt van kritiek op vorige navorsingsmodelle is die feit dat alle gebruikers van gerekenariseerde inligtingstelsels oor dieselfde kam

geskeer word. Dit wil sê, of die gebruiker nou 'n klerklike, transaksie-georiënteerde gebruiker of 'n bestuurder met bepaalde besluitnemingsfunksies is, daar word geen onderskeid tussen die twee kategorieë gemaak nie. Sommige van die studies het ðf klerklike gebruikers ðf bestuurders betrek en nie die hele gebruikerspopulasie soos wat dit normaalweg in 'n organisasie aangetref word nie.

Wat hierdie navorsingsprojek aanbetref is die gevoel dat dit noodsaaklik is om alle gebruikers van gerekenariseerde stelsels in 'n organisasie te betrek wanneer daar sekere uitsprake gemaak of voorstelle aan die hand gedoen wil word. Die gebruik van gerekenariseerde stelsels uit 'n bestuursoogpunt lê op 'n ander vlak as die gebruik daarvan uit die lae-vlak of transaksie-georiënteerde gebruiker se oog. Dit blyk ook duidelik indien die vorige twee hoofstukke, wat oor hierdie twee kategorieë van gebruikers handel, met mekaar vergelyk word. In hierdie projek is daar beplan om die bestuur sowel as die klerklike gebruikers te betrek om sodoende oor 'n verteenwoordigende populasie van gebruikers van gerekenariseerde stelsels te beskik.

Die sleutelveranderlike in hierdie studie is "sukses van gerekenariseerde stelsels". Die vraag ontstaan onmiddellik: volgens watter kriterium of maatstaf word die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel gemeet? In vorige studies is daar van verskillende metodes gebruik gemaak waarmee sukses ten opsigte van verskeie aspekte van rekenarisering gemeet word.

'n Koste-/voordele-studie is sekerlik een van die beste metodes waarvolgens die sukses van 'n onderneming gemeet kan word. Die voordele wat 'n organisasie uit 'n operasionele navorsingsmodel of gerekenariseerde stelsel kan verkry behoort die ontwikkelings- en bedryfskoste van die model of stelsel vër te oortref. Die probleem met hierdie metode van

evaluering, wanneer gerekenariseerde stelsels ter sprake is, is die feit dat daar vele onmeetbare of ontasbare voordele uit rekenarisering kan spruit. Dit geld veral in die geval waar gerekenariseerde stelsels gebruik word om gesofistikeerde besluite te ondersteun - dit afgesien van die standaard roetine-verwerking van transaksies. Hoe word voordele wat 'n organisasie verkry deur van strategiese beplanningsmodelle gebruik te maak, gemeet teenoor dit wat bereik sou word sonder hierdie modelle?

In 'n vroeë ondersoek deur McKinsey and Company [67] is 27 groot organisasies (tipies met verkope net onder R8 biljoen per jaar) in die V.S.A. ondersoek. Hier is die koste-/voordele-metode gebruik en daar is gevind dat 9 van die organisasies bo-gemiddelde gebruikers van gerekenariseerde stelsels dwarsdeur die organisasies is. Die oorblywende 18 "gemiddelde" organisasies het op 'n beperkte skaal van die rekenaar gebruik gemaak en koste-/voordele-gewys baie swakker as eersgenoemdes presteer. Die belangrikste enkele gevolgtrekking uit hierdie navorsing was dat die sukses van rekenaarstelsels primêr beïnvloed word deur die topbestuur se eie houding en benadering.

As gevolg van die besondere hoë moeilikheidsgraad van die doeltreffende toepassing van hierdie eersgenoemde kriterium is dit wenslik om alternatiewe te oorweeg. 'n Tweede metode wat redelik aantreklik uit 'n metingsoogpunt lyk, is om die mate van gebruik van die stelsel as kriterium vir sukses te gebruik. So 'n studie is in die verlede deur Henry C. Lucas ([41] pp.197-205) uitgevoer. 'n Stelsel wat ontwerp en geïmplementeer is, is in die eerste plek vir die gebruiker daargestel. Indien die stelsel egter nie gebruik word nie, kan dit 'n goeie aanduiding wees dat die rekenariseringspoging in 'n groot mate misluk het.

"In one manufacturing firm, the manager of the information services department had not distributed reports for over a month because he was not completely happy with their quality. Interviews with users indicated that none of them had missed the reports! ... For a technically sophisticated and elegant system to be a success, it must be used." ([41] p.197).

Hierdie metode van evaluering kan egter slegs gebruik word wanneer die gebruik van die stelsel vrywilliglik is, soos byvoorbeeld in die geval van 'n navorsingsituasie. Wanneer die gebruik van die stelsel gedwonge is kan "mate van gebruik" uit die aard van die saak nie gebruik word nie. In die geval van vrywilliglike gebruik kan ons byvoorbeeld die geval kry waar 'n besluitnemer 'n nuwe gerekenariseerde navraagstelsel kan gebruik of ook nie noodwendig hoef te gebruik nie. Gebruik hy dit dikwels, is dit 'n goeie aanduiding dat die stelsel vir hom voordele inhou en as suksesvol geklassifiseer kan word. Omgekeerd, gebruik hy dit hoegenaamd nie, dan dien die stelsel vir hom geen doel nie.

'n Derde kriterium, en veral van toepassing waar die gebruik van die stelsel(s) nie vrywilliglik is nie, is om gebruikerstevredenheid as maatstaf te gebruik. Beskou die geval waar rekenaargebruik in 'n organisasie gedwonge is, soos byvoorbeeld die geval is met rekenkundige stelsels soos debiteure-, krediteure-, grootboek-, voorraadbeheer en soortgelyke stelsels wat gerekenariseer is. Indien 'n gebruiker van hierdie stelsels tevrede is met die prosedures wat gevolg word, met die kwaliteit van die uitvoerverslae en dokumente wat hy ontvang, met die metode van lewering van invoerdata, en met die wyse waarop foute opgespoor en korrigeer kan word en veranderings aangebring kan word, kan dit 'n goeie aanduiding wees dat rekenarisering, en spesifiek met betrekking tot die gerekenariseerde stelsels wat hy gebruik, suksesvol is. Is die omgekeerde egter waar vir alle gebruikers van die stelsel(s), bestaan daar groot rede tot kommer ten opsigte

van die sukses en doeltreffendheid van die bepaalde stelsel(s). In hierdie navorsingsprojek word hierdie kriterium as maatstaf vir die sukses van gerekenariseerde stelsels gebruik.

6.2 Navorsingsmodelle wat in hierdie studie ondersoek word

In die huidige ondersoek word 'n onderskeid tussen die bestuur as gebruiker van gerekenariseerde stelsels en die gewone lae-vlak, transaksie-georiënteerde gebruiker gemaak. Gedagtig hieraan, bestaan die model wat ondersoek word uit twee komponente wat ons as 'n bestuurskomponent en gebruikerskomponent kan klassifiseer. In beide gevalle is die sleutel veranderlike die sukses van die gerekenariseerde stelsels wat gebruik word. Uit die aard van die saak is die bestuurderskomponent van groter belang, aangesien dit uiteindelik die bestuur is wat een of ander aksie moet neem in geval van gerekenariseerde stelsels wat ondoeltreffend funksioneer. Figuur 1 toon die model wat ondersoek word skematies in sy geheel. Dit bestaan uit die twee komponente met die ooreenkomstige verbande tussen verskillende veranderlikes aangedui.

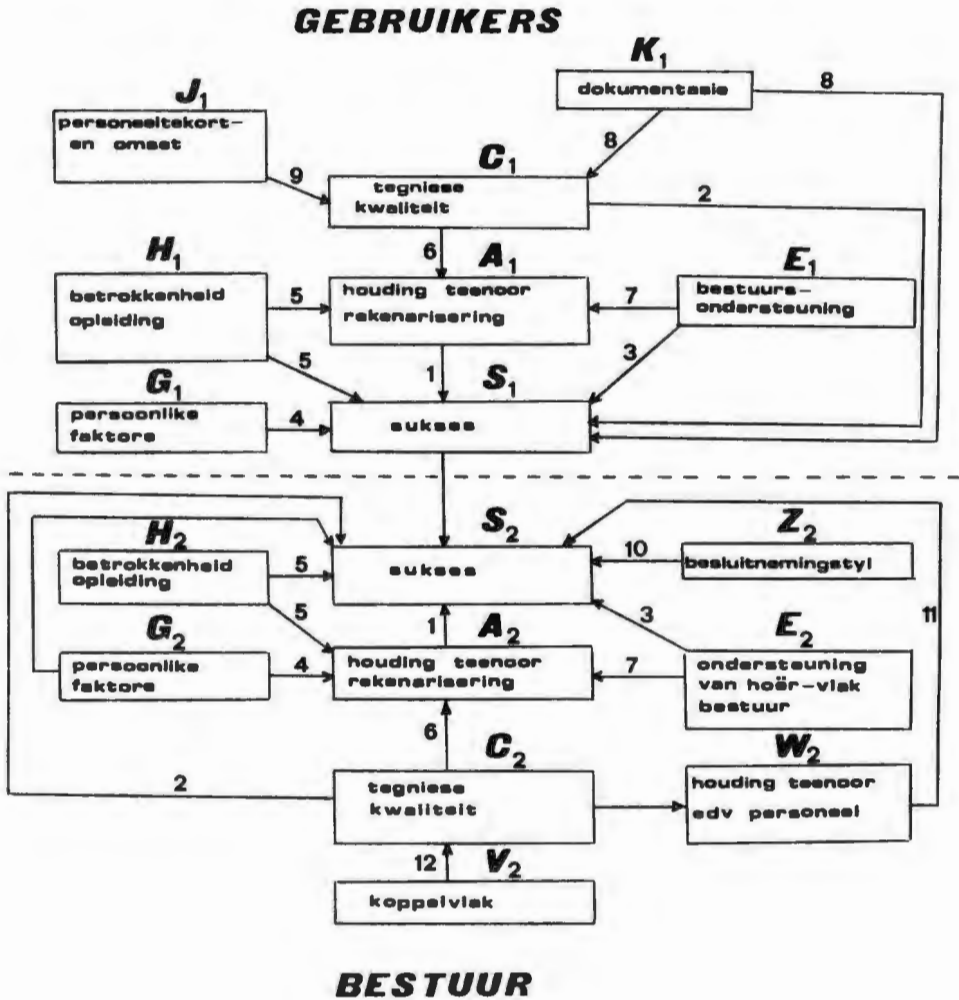
6.2.1 Die gebruikersmodel en hipoteses

Wanneer die gebruikerskomponent beskou word, word gevind dat dit gestel word dat die sukses van gerekenariseerde stelsels soos waargeneem deur die gewone gebruikers 'n funksie is van gebruikershouding teenoor rekenarisering, tegniese kwaliteit van die stelsel, bestuursondersteuning, gebruikersbetrokkenheid, persoonlike faktore en dokumentasie van en opleiding omtrent die stelsel

$$\text{m.a.w. } S_1 = f(A_1, C_1, E_1, H_1, G_1, K_1).$$

Hieruit volg vyf hipoteses, genommer volgens die verbande wat in Figuur 1 aangedui is, asook 'n gedeelte van hipotese 8.

Figuur 1



1. Gebruikershouding teenoor rekenarisering hou verband met die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel.

Spesifieke houdings is 'n goeie voorspeller van sekere gedragspatrone, aangesien houdings ook 'n aksiekomponent bevat. Wanneer 'n stelsel vrywilliglik gebruik word, kan 'n hoë mate van gebruik van die stelsel met gunstige houdings en waarnemings van die stelsel geassosieer word. Indien ons bewus is van iemand se houding teenoor 'n stelsel of teenoor rekenarisering, kan dit tot hulp wees om so 'n persoon se gedrag teenoor die gerekenariseerde stelsel te voorspel.

2. Die tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel hou verband met die sukses van die stelsel.

"Clearly, there are many technical challenges in developing computer-based information systems. However, too often technical issues become the central focus in a computer-based information system and reactions of users are not considered" ([41] p.197).

Met tegniese kwaliteit word nie bedoel lëerorganisasie of programkwaliteite nie, maar wel kwaliteit van die stelsel volgens die mate waaraan die stelsel aan die gebruiker se behoeftes voldoen. Hoewel bogenoemde hipotese vanselfsprekend blyk te wees, word dit in die praktyk baie keer vergeet. Stelselontleders en -ontwerpers is baie keer skuldig in die sin dat invoervorms ontwerp word wat baie moeilik of somtyds selfs onmoontlik is om te voltooi. Net so is uitvoer somtyds so ingewikkeld en moeilik ontsyferbaar dat die gebruik van die inligting ontmoedig word. Dit is egter nie net die formaat van inligting wat belangrik is nie maar ook die logika van die stelsel. Indien 'n operasionele navorsingsmodel onredelike aannames maak, nie bewys en getoets is nie, kan daar nie van die gebruiker verwag word om vertrouwe te hê in die oplossings wat dit aanbied nie. Tegniese kwaliteit

moet dus nie net op tegniese elegansie alleenlik geëvalueer word nie maar ook volgens kriteria van belangrikheid vir gebruikers.

"Unfortunately quality in this technical sense is necessity, but not sufficient criterion for successful implementation" ([42] p.27).

3. Daar bestaan 'n verband tussen bestuursondersteuning en die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel

Aktiewe ondersteuning vanaf bestuurskant sal nie alleen gebruikershoudings nie maar ook direk die gebruik van 'n stelsel beïnvloed. Indien bestuurders betrokke is by die ontwerp van 'n stelsel, 'n aktiewe bydrae lewer in die ontwikkeling daarvan en die uitvoer aktief gebruik, sal ondergeskiktes dit ook doen. Likert [121] benadruk die belangrikheid van bestuursleierskap en ondersteuning in die algemeen.

"If management is clearly committed to an operation in the organisation there should be more favourable attitudes and greater co-operation" ([43] p.61).

Lucas ([127] p.67) vind verder dat daar 'n positiewe verband tussen waargenome bestuursondersteuning en gebruikershoudings teenoor die EDV-personeel bestaan.

"In general, higher level management had more favourable attitudes toward the computer staff and rated the computer as having more potential than did nonmanagement personnel. This findings might be expected since most managers have not been affected directly by computer systems. The manager is able to evaluate the overall contribution of systems to the organisation while non-management users are confronted with day-to-day operating problems and frustrations with computer systems" ... "A continued commitment by management is necessary to encourage successful computer applications" ([43] p.62).

Lucas ([127] p.22) het in drie van sy studies naamlik die ses-maatskappye-studie, die Bay-Area-studie en in sy Universiteitstudie ondersteuning vir die volgende hipotese gekry:

"High levels of management support for and participation in information systems activities result in favourable information services staff attitudes toward their jobs and users and favourable user attitudes and perceptions of information systems and the information services staff".

4. Persoonlike faktore aan die kant van die gebruiker hou verband met die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel soos waargeneem deur die gebruiker.

Persoonlike faktore sluit veranderlikes soos ouderdom, opleiding en ondervinding in. Twee navorsers het die installering van rekenaarstelsels in Britse banke in detail ondersoek (Mumford en Banks [135]) en gevind dat werknemers met verskillende persoonlike veranderlikes soos ouderdom en seks, verskillende reaksies getoon het teenoor nuwe stelsels. Hier word ver wag dat 'n werknemer met jarelange diens in 'n organisasie meer negatief en skepties teenoor gerekenariseerde stelsels sal wees as sy jonger kollega, wat 'n meer positiewe houding teenoor nuwe tegnologiese ontwikkeling sal hê. Dit kan verder ook ver wag word dat werknemers met jarelange ondervinding van minder inligting gebruik maak in besluitneming as werknemers met minder ondervinding. In studies deur Lucas [125] en Werner ([84] pp.133-140) is gevind dat die mate van opleiding, aantal jare in die firma en ouderdom die houding teenoor gerekenariseerde inligtingstelsels beïnvloed. In 'n latere studie van Lucas ([44] pp.197-205) het hy 'n negatiewe assosiasie van opleiding met houdings teenoor 'n stelsel gevind. As moontlike verklaring hiervoor voer hy aan dat die hoër opgeleide individu meer op sy eie bronne vir die stoor en opsporing van inligting mag vertrou. In 'n nog latere publikasie van Lucas waarin die resultate van nege van sy studies saamgevat word, sê hy:

"The clearest finding that emerges from these studies confirms the earlier predictions that the older and less educated member of the organization is most likely to resist a computer-based system" ([42] p.39).

5. Gebruikersbetrokkenheid in die ontwerp, ontwikkeling, implementering en bedryf van 'n gerekenariseerde stelsel het 'n gunstige gebruikershouding teenoor 'n gerekenariseerde stelsel en tot die sukses van die stelsel tot gevolg.

Gebruikersbetrokkenheid in die ontwerp van 'n nuwe stelsel is dikwels in die verlede voorgestel as 'n metode om die kwaliteit van die stelsel en tevredenheid van die gebruiker met die stelsel te verhoog (Lucas [126], [46] pp.335-338, Trist [151], Galbraith [29] pp.361-368). Lucas ([126] p.18) sê die volgende:

"Creative systems design emphasizes the role of the user in designing systems; we shall suggest that the user should actually design the system himself".

Verder met betrekking tot gebruiker/rekenaar interaksie ([126] p.56):

"A well-designed physical user interface can contribute to the solution of organizational behavior problems in systems design. First, a high quality interface can make it easier for users to accept and there is a greater incentive to use the system. If the interface is well designed, changes in existing procedures will clearly be an improvement for the user and his work group and the impact of the system should be perceived as favourable. A good user interface means there will be less need for the user to interact with the information services department under adverse circumstances, and thus the potential for conflict will be reduced".

Indien 'n gebruiker of gebruikers meer betrokke is in die ontwerp, ontwikkeling en implementering van 'n nuwe stelsel,

is die moontlikheid dat die rekenariseringspoging suksesvol gaan wees, veel groter. Wanneer gebruikers deurentyd aktief betrokke is by die ontleding en ontwerpfasie van die stelsel tot en met die implementeringstadium, kry sulke gebruikers meer die gevoel dat die stelsel hul eie produk is en dat dit nie van buite op hulle afgedwing word nie. Verder word die stelsel baie beter deur die gebruiker verstaan, kan die gebruiker goeie terugvoer tydens die ontwikkelingsfasie lewer, en kan die kommunikasiegaping tussen rekenaarspesialiste en gebruikers tot 'n mate oorbrug word. Indien so 'n benadering gevolg word, sal die programmeerder of stelselontleder en die gebruiker meer bewus gemaak word van mekaar se behoeftes en van bestaande prosedures en metodes wat buite mekaar se terreine val - waar die kennis van die een tekort skiet, kan dit deur die ander aangevul word.

Heel dikwels is 'n stelsel tot mislukking gedoem omdat die gebruikers dit nie wil aanvaar nie. Wanneer die oorsake nagegaan word, sal in baie gevalle gevind word dat die gebruiker nie geken was in die ontwerp van die stelsel nie. Waarom word gebruikers baie keer geïgnoreer? Een rede is dat 'n bestuur en dataverwerkingspesialiste hulle teen tegniese probleme blindstaar en die menslike aspekte heeltemal ignoreer.

"In short, the emphasis has too often been placed on work than on workers"([142] p.326).

Gebruikershouding teenoor rekenarisering

Volgens die voorgestelde model is die houding van die gebruiker 'n funksie van die tegniese kwaliteit van die stelsel, gebruikersbetrokkenheid in die ontwerp, ontwikkeling, implementering en bedryf van stelsels, en van bestuursondersteuning.

$$A_1 = f(C_1, H_1, E_1).$$

Die volgende hipoteses volg hieruit:

6. Die tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel hou verband met die houding van die gebruiker teenoor rekenarisering.

'n Stelsel moet van sodanige kwaliteit wees dat die uitvoer waardevol is en gebruik kan word. 'n Gerekenariseerde stelsel van swak kwaliteit kan gebruikers ontmoedig en aanleiding gee tot ongunstige houdings teenoor rekenarisering. Kwaliteit word hier gedefinieer as gebruikers-oriënteerde kriteria eerder as tegniese elegansie. 'n Stelsel van hoë kwaliteit gee aanleiding tot 'n goeie gebruikers-rekenaarinteraksie, is beskikbaar en altyd betroubaar. Daar bestaan vandag baie inligtingstelsels wat so swak ontwerp is dat invoer baie moeilik voorsien kan word en uitvoer op sy beurt so kompleks is dat dit moeilik of onmoontlik is om te gebruik. Negatiewe houdings teenoor rekenarisering word as resultaat van sodanige stelsels verwag.

7. Bestuursondersteuning hou verband met die houding van die gebruiker teenoor gerekenariseerde stelsels.

'n Bestuur oefen 'n groot invloed op ondergeskiktes uit. Gee die bestuur en veral die bestuur van die afdeling of departement waarby die rekenaar gebruik gaan word, sy volle ondersteuning aan enige rekenariseringspoging, kan die houding van die ondergeskiktes positief beïnvloed word. Doen hy dit nie, is dit byna seker dat hy groot probleme van die stelsel kan verwag.

Tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel

Die model suggereer dat die tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel soos waargeneem deur die gebruiker 'n funksie is van die EDV-personeeltekort en derhalwe hoë rekenaarpersoneelomset en die mate en volledigheid van dokumentasie wat bestaan vir bestaande stelsels wat in gebruik is.

$$C_1 = f(J_1, K_1).$$

Die volgende twee hipoteses, waarvan slegs die eerste een statisties getoets sal word, volg hieruit:

8. Onvoldoende dokumentasie van gerekenariseerde stelsels en onvoldoende gebruikersopleiding hou verband met die tegniese kwaliteit en die sukses van die stelsel.

Wanneer bestaande gerekenariseerde stelsels swak (of glad nie) gedokumenteer is nie, het dit 'n verlaagde kwaliteitstelsel tot gevolg, wat op sy beurt weer 'n negatiewe invloed op die gebruikershouding tot gevolg het. In die meeste produksiestelsels is dit van tyd tot tyd nodig om veranderings aan die stelsels as gevolg van nuwe gebruikersbehoefte, verandering in beleid ensovoorts aan te bring. Indien die stelsel nie behoorlik gedokumenteer is nie, kan sulke veranderings tydrowend wees. Dit is vir die gebruiker ook belangrik dat daar behoorlike dokumentasie oor die stelsel wat hy moet gebruik, bestaan. Dit sal nie alleen die gebruiker in staat stel om die stelsel beter te verstaan nie, maar dit kan ook sy houding ten opsigte van die kwaliteit van die stelsel grootliks beïnvloed.

9. Die tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel hou verband met die tekort en hoë omset van rekenaar= personeel.

Alhoewel hierdie stelling nie statisties getoets is nie, word hy tog kortliks bespreek. Om dit statisties te kan toets, sal 'n hele aantal organisasies betrek moet word.

'n Baie belangrike funksie in die personeelvoorsieningsaspek is om te sorg dat daar geskikte persone gevind word om dataverwerkingsposte te vul.

"After all, the quality of the information systems which are developed is directly dependant upon this staffing effort" ([142] p.319).

Personeeltekort in dataverwerkingsdepartemente is waarskynlik een van die mees kritieke probleme waarmee organisasies vandag te kampe het. Uit die aard van die saak is dit nie moontlik om stelsels behoorlik te onderhou en te bedryf en verder nuwe stelsels te ontwikkel nie indien voldoende personeel nie daarvoor beskikbaar is nie. 'n Vakante betrekking in die dataverwerkingsdepartement beteken 'n afname in produktiwiteit, met die gevolg dat nuwe stelsels langer sloer, nie behoorlik gedokumenteer word nie en bestaande stelsels afgeskeep word. 'n Direkte gevolg hiervan mag 'n verlaging in die kwaliteit van die gerekenariseerde stelsels in die oë van die gebruiker wees.

In 'n dataverwerkingsdepartement waarin 'n hoë mate van personeelwisseling plaasvind, word ontwerp en ontwikkelingstake dikwels op kritieke stadia onderbreek. In baie gevalle word vakante betrekkings oor lang periodes nie gevul nie - die gevolg is dat groot vertraging in bepaalde rekenariseringsprojekte kan voorkom, wat 'n negatiewe uitwerking op die gebruiker kan hê ten opsigte van die kwaliteit van die stelsel nog

voordat die stelsel geïmplementeer is. Dit is ook nie net die ontwikkeling van nuwe stelsels wat nadelig getref word deur 'n hoë personeelomset nie, maar ook die bedryf en instandhouding van bestaande stelsels. Nuwe programmeerders of stelselontleders moet eers vertrouwd raak met die bestaande stelsels en nuwe omgewing voordat hulle 'n positiewe bydrae kan lewer.

6.2.2 Die bestuurderskomponent en hipoteses

Met die uitsondering van die laaste stelling in die vorige paragraaf het al die ander net so betrekking op die bestuurderskomponent. Die volgende hipoteses met betrekking tot die bestuur kan egter nog bygevoeg word:

10. Die besluitnemingstyl van 'n bestuurder hou verband met die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel.

Eksperimente wat deur Huysmans uitgevoer is, ([38] pp.92-104) het getoon dat besluitnemingstyl 'n groot beperkende faktor ten opsigte van die implementering van 'n gerekenariseerde stelsel kan wees. Daar bestaan nie 'n aanvaarde definisie vir besluitnemingstyl nie, maar dit verteenwoordig in die algemeen die strategie wat vooraf deur 'n individu gebruik word om 'n probleem aan te pak en sodoende 'n oplossing te vind. Die benadering van 'n natuurwetenskaplike tot die oplossing van 'n probleem sal byvoorbeeld verskil van die benadering van 'n regs- en wetenskaplike. Hierdie hipotese word nie in hierdie navorsingsprojek getoets nie, omdat dit op sigself 'n uitgebreide studie- en navorsingsveld is.

11. Die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel hou verband met 'n bestuur se houding teenoor rekenaarpersoneel.

In groot organisasies is dit gewoonlik bestuurders wat kontak het met dataverwerkingspersoneel, en nie die gewone klerk-

like gebruiker van 'n stelsel nie. Die aanname word gemaak dat 'n gunstige houding van die bestuur teenoor dataverwerkingspersoneel 'n groter sukses volgens gebruikerstevredenheid tot gevolg sal hê. Indirek is dit volgens die model die tegniese kwaliteit van die stelsel wat hierdie neiging sal veroorsaak. Hoe beter die tegniese kwaliteit van die stelsel, met ander woorde tevredenheid ten opsigte van invoer, uitvoer, algemene kwaliteit, dokumentasie, omkeertyd en akkuraatheid van die stelsel, hoe gunstiger sal die houding van die gebruiker teenoor die rekenaardepartement wees en hoe hoër sal die sukses van die stelsels volgens gebruikerstevredenheid wees.

12. Die mens-/stelsel-koppelvlak hou verband met die tegniese kwaliteit van die stelsel ten opsigte van rekenaar-ondersteunde besluitneming en met die sukses van die stelsel uit bestuursoogpunt.

Met mens-/stelsel-koppelvlak word bedoel die meganisme wat in die organisasie gebruik word om die inligting wat van die rekenaar afkomstig is by die bestuurder te besorg en omgekeerd. Is die meganisme lomp, kan dit nie alleen die tegniese kwaliteit van die stelsel beïnvloed nie maar ook die sukses van die stelsel volgens die bestuurder se tevredenheid.

6.3 Die navorsingsomgewing

Die huidige navorsing is uitgevoer in 'n baie groot organisasie wat die rekenaar oor 'n breë spektrum van toepassings aanwend. Die volgende vyf kategorieë van rekenaarstelsels word in die organisasie gebruik:

1. Intydse interaktiewe stelsels.
2. Gekoppelde interaktiewe stelsels.

3. Gekoppelde stelsels.
4. Bondelverwerkingstelsels - rekeningkundige en statistiese stelsels.
5. Bondelverwerkingstelsels met invoer vanaf die intydse, gekoppelde interaktiewe, en gekoppelde stelsels.

6.3.1 Intydse interaktiewe stelsels

Hierdie stelsels verwerk die transaksies soos wat hulle vanaf eindpunte of terminale ingevoer word en uiteraard het hierdie stelsels 'n baie vinnige reaksietyd. Hieronder vind ons twee tipe stelsels, naamlik die produksiebeheerstelsel en die voorraadbeheerstelsel.

Produksiebeheerstelsel

Die doelstellings van hierdie stelsel is kortliks om produksiekwaliteite te verhoog, produksie te verhoog, realistiese afleweringsterminals vir kliënte vas te stel, om koördinasie te verbeter en om akkurate inligting aan die rekeningkundige stelsels te voorsien. Twee verdere doelstellings is om kliënte-verhoudings te verbeter, asook om mannekrag te bespaar. Substelsels wat hierby betrokke is, is die volgende:

Datavaslegging.

Inligtingopsporing.

Bestuursverslae.

Produksieverslae.

Statistiese inligtingstelsels met betrekking tot koste, werkverrigting en voorraad.

Bestellings.

Debiteure.

Versendings.

Eenheidskedulering.

Materiaalnavolging.

Tegnologiese inligting.

Tegnologiese analise en korrelasies.

Vorraadbeheerstelsels

Die stelsels hanteer 'n geweldige hoë volume van transaksies vir deurvoering na die voorraadeenheid sowel as na die finansiële stelsels. Dit hanteer ook bywerk en is "tot-op-die-minuut" op datum vir navraagdoeleindes. Hierdie stelsels se doelstellings is om

1. groot volumes transaksies te hanteer en te kontroleer;
2. meganiese beheer oor voorraadbewegings uit te skakel;
3. "uit-voorraad"-toestande te verminder;
4. akkurate finansiële verslae maandeliks moontlik te maak;
5. koste te verlaag;
6. moontlik mannekrag te verminder;
7. meer akkurate invoer aan voorraadstore te lewer;
8. voorraadopnamefunksies te verbeter, en laastens om
9. onderhoudspersoneel te assisteer in hulle beplanning deur voorraadinligting wat nie verouderd is nie aan hulle te lewer.

6.3.2 Gekoppelde interaktiewe stelsels

Die reaksietyd in hierdie stelsels is nie so krities as in die geval van die intydse stelsels nie. Onder hierdie stelsels word onder andere finansiële boekhoustelsels, swart besigheid-, swart personeelinligting- en swart akkomodasie-stelsels gevind.

6.3.3 Gekoppelde stelsels

Hier gaan dit om verspreide dataverwerking met die hoofdata-basis altyd beskikbaar op die sentrale rekenaar en bedryfs-databasisse by die eindpunte. Rekening en versendings word

onder andere deur hierdie stelsels hanteer.

6.3.4 Bondelverwerkingstelsels - rekeningkundig en statisties

In hierdie stelsels word die data op kaarte gepons, geverifieer en op die bondelverwerkingsmetode verwerk. Stelsels soos kosteberekening, personeel-, onderhouds-, finansiële- en kwaliteitskontrolestelsels sorteer onder hierdie groep.

6.3.5 Bondelverwerking met invoer vanaf intydse, gekoppelde interaktiewe- en gekoppelde stelsels

Vir hierdie bondelverwerkingstake word data deur die intydse en gekoppelde stelsels versamel, en sommige word deur die mens beheer, terwyl ander outomaties uitgevoer word. Onder hierdie stelsels is daar stelsels soos statistiek-, kampanje- en skedulering-, produksierapporterings- en kwaliteitskontrolestelsels.

In die organisasie waar die navorsing uitgevoer is, word daar nagenoeg 140 gerekenariseerde stelsels deur ongeveer 2000 direkte en indirekte gebruikers gebruik. Direkte lae-vlak of transaksie-georiënteerde gebruikers tel sowat 1000, terwyl terwyl 114 bestuurders die stelsels gebruik.

6.4 Die eksperiment

Na vele samesprekings en korrespondensie met die bestuur van die organisasie is toestemming vir die ondersoek en die samewerking van die organisasie in hierdie navorsingsprojek verkry. Inligting sou vanaf die twee kategorieë van rekenaargebruikers deur middel van vraelyste verkry word, waarna statistiese verwerking daarop uitgevoer sou word met die doel om

1. die bestuurders- en gebruikersmodelle en hipoteses te toets, en
2. 'n poging aan te wend om met behulp van meervoudige lineêre regressie en lineêre programmeringstegnieke 'n strategie daar te stel waarvolgens bestaande gerekenariseerde stelsels optimaal benut kan word.

6.4.1 Vraelyste en loodsopnames

Die vraelyste (Addenda A en B) is voorlopig aan die hand van die modelle opgestel, en in die vraelyste moes die oorgrote meerderheid van vrae op 'n 7-puntskaal beantwoord word, soos in die volgende voorbeeld:

In welke mate voel u dat die uitvoer wat u van die rekenaar ontvang, moeilik of maklik is om te lees?

moeilik om te lees	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	maklik om te lees
--------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-------------------

Die 7-puntskaal is gebruik, omdat navorsing in die verlede getoon het dat dit die mees ideale skaal is waarop houdings en waarnemings weergegee kan word. Die vraelyste is met outo-riteite op die gebied van die opstel en verwerking van vraelyste bespreek, veranderinge is aan die konsep-vraelyste aangebring, en 'n ope vraag is aan die einde aangaande die duidelikheid en verstaanbaarheid van die vrae, bygevoeg. Twee verskillende vraelyste - een vir die gewone gebruikers van gerekenariseerde stelsels en die ander vir bestuurders van afdelings wat van gerekenariseerde stelsels gebruik maak, is opgestel. Dit is gedoen omdat die vlak van gebruik uit 'n bestuursoogpunt radikaal van dié van die lae-vlak transaksie-georiënteerde gebruiker verskil.

Die twee vraelyste is in 'n loodsopname vir 'n eerste keer onder gebruikers getoets, en sekere probleme met betrekking tot die

stel van sekere vrae is uitgewys. Nadat dit reggestel is, is die vraelyste n tweede keer getoets waarna dit geblyk het dat die regte inligting daaruit verkry kon word. In beide loodsopnames is daar van sowat 20 respondente gebruik gemaak.

Met betrekking tot die inhoud van die vraelyste is daar voorsiening gemaak daarvoor dat die vrae wat betrekking het op n bepaalde veranderlike nie saam gegroepeer is nie maar na willekeur in die vraelys geplaas is. Ook is daar gepoog om die "hoog-laag"-effek uit te skakel deur in sommige vrae n 7 as "goed" of "hoog" te gebruik, terwyl dit in ander "sleg" of "laag" beteken. In die verwerkings word die nodige transformasies dan weer uitgevoer.

6.4.2 Steekproefbeplanning en die insameling van data

Uit onderhoude wat met die personeel- en dataverwerkingsbestuurders gevoer is, en deur van die formele organisasiekaarte gebruik te maak, was dit duidelik dat die stelsels wat in die organisasie gebruik word, logies of organisatories in ses afdelings verdeel kon word. Die ses afdelings word afdelings A, B, C, D, E en F genoem. Die verspreiding van die verskillende vlakke van bestuur en die hoeveelheid gewone gebruikers in die onderskeie afdelings sien skematies soos volg daar uit:

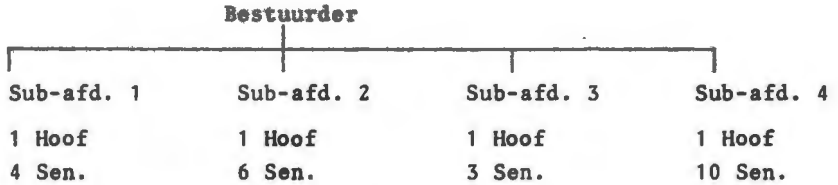
AFDELING A

Bestuurder			
Sub-afd. 1	Sub-afd. 2	Sub-afd. 3	Sub-afd. 4
1 sup.	1 sup.	1 sup.	1 sup.
3 asst. sup.	3 asst. sup.	3 asst. sup.	2 asst. sup.
	7 sen.	7 sen.	

Totale aantal gebruikers wat as bestuurders beskou kan word
= 30

Totale aantal gewone gebruikers = 200.

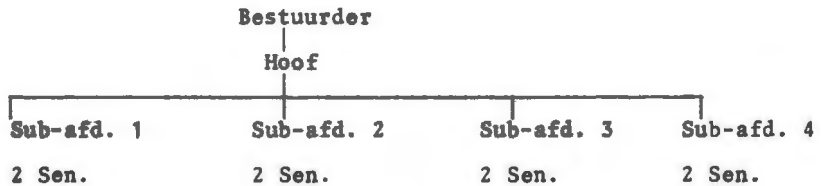
AFDELING B



Totale aantal bestuurders = 28

Ander gebruikers = 100.

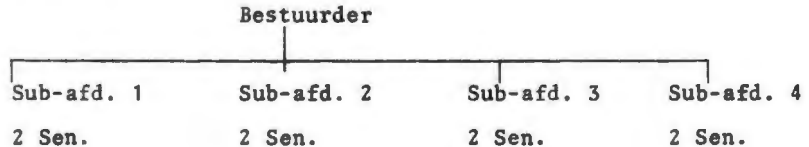
AFDELING C



Totale aantal bestuurders = 10

Ander gebruikers = 51.

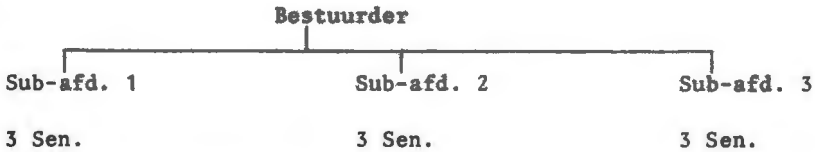
AFDELING D



Totale aantal bestuurders = 9

Ander gebruikers = 300.

AFDELING E



Totale aantal bestuurders = 10

Ander gebruikers = 102.

AFDELING F

Sub-afd. 1	Sub-afd. 2	Sub-afd. 3	Sub-afd. 4
1 Best.	1 Best.	1 Best.	1 Best.
1 Supt.	4 Supt.	3 Supt.	3 Supt.

Totale aantal bestuurders = 15

Ander gebruikers = 260.

Dan is daar nog 12 ander bestuurders wat nie by hierdie groep inskakel nie om 'n totaal te gee van 114 bestuurders en 1010 gewone gebruikers wat direkte gebruikers van gerekenariseerde stelsels is. Data is van die volle populasie van bestuurders ingesamel, terwyl 'n ewekansige steekproef uit die gewone gebruikers 'n totaal van sowat 200 opgelewer het. Die steekproef is so beplan dat 'n dobbelsteen gebruik is om die eerste gebruiker op 'n lys van gebruikers in 'n afdeling te bepaal en om dan elke vierde gebruiker die vraelys te laat voltooi. As gevolg van goeie samewerking aan die kant van die bestuur van die organisasie is daarin geslaag om data by die volle populasie van bestuurders sowel as die steekproef van gewone gebruikers in te samel.

HOOFSTUK 7

VERWERKING EN ANALISE VAN DATA

7.1 Veranderlikes in die studie

Die hipoteses wat in die vorige hoofstuk gestel is, word deur middel van korrelasie getoets deur vas te stel of daar wel 'n verband tussen sekere veranderlikes bestaan. Is $\rho \neq 0$ vir die bestuurderspopulasie, en $r > F$, waar F die kritieke waarde is wanneer 'n inferensie van r op ρ gedoen word vir die steekproef van gebruikers, dan bestaan daar wel 'n lineêre verband tussen individuele veranderlikes. Vervolgens word daar deur middel van stapsgewyse lineêre regressie bepaal wat die lineêre verbande is.

Die veranderlikes wat in die gebruikersmodel ter sprake is, word in Tabel 7.1 weergegee, terwyl die veranderlikes vir die bestuurdersmodel in Tabel 7.2 gegee word. Die eerste onderskrif van elke veranderlike is 1 in die geval van gewone gebruikers en 2 in die geval van die bestuurders.

TABEL 7.1

<u>Veranderlike</u>	<u>Betekenis</u>
<u>Sukses van die gerekenariseerde stelsel (S_1)</u>	

- $S_{1,1}$ - tevredenheid met die stelsel wat hy gebruik
- $S_{1,2}$ - tevredenheid met die uitvoer
- $S_{1,3}$ - tevredenheid met die aktiwiteite van die dataverwerkingsdepartement
- $S_{1,4}$ - tevredenheid met die hantering van invoer

Veranderlike

Betekenis

Gebruikershouding teenoor rekenarisering (A₁)

- A_{1,1} - belangrikheid van rekenaaruitvoer in sy werk
- A_{1,2} - kan doelstellings deur middel van rekenarisering bereik word wat andersins onmoontlik is
- A_{1,3} - belangrikheid van die rekenaar vir die organisasie
- A_{1,4} - die organisasie kan baat deur meer te rekenariseer
- A_{1,5} - besluitneming word vergemaklik
- A_{1,6} - potensiaal van die rekenaar ten opsigte van klerklike werk
- A_{1,7} - rekenariseringsvoordele in die algemeen
- A_{1,8} - ondersteuning van 'n groter mate van rekenaargebruik deur sy departement
- A_{1,9} - ondersteuning van 'n groter mate van rekenaargebruik deur sy organisasie
- A_{1,10} - rekenariseringsnoodsaaklikheid

Bestuursondersteuning (E₁)

- E_{1,1} - ondersteuning van die organisasie se bestuur
- E_{1,2} - onmiddellike senior se ondersteuning

Tegniese kwaliteit van die stelsel (C₁)

- C_{1,1} - tydigheid van uitvoer
- C_{1,2} - akkuraatheid van uitvoer
- C_{1,3} - relevansie van uitvoerinligting
- C_{1,4} - uitvoerformaat
- C_{1,5} - buigsaamheid van uitvoerinligting (moeilikhedsgraad vir die verandering van uitvoer en herstel van foute)
- C_{1,6} - bruikbaarheid van uitvoerinligting
- C_{1,7} - detail in uitvoer
- C_{1,8} - kwaliteit van die gerekenariseerde stelsel
- C_{1,9} - voorbereiding van invoer

- C_{1,10} - korrigeerbaarheid van invoer
- C_{1,11} - akkuraatheid van invoer
- C_{1,12} - volledigheid van invoer
- C_{1,13} - mate waarin die stelsel aan sy vereistes voldoen

Dokumentasie van, en opleiding ontvang omtrent die gerekenariseerde stelsel (K₁)

- K_{1,1} - mate van dokumentasie
- K_{1,2} - kwaliteit van dokumentasie
- K_{1,3} - opleiding ontvang omtrent die stelsel

Gebruikersbetrokkenheid (H₁)

- H_{1,1} - kontak met die dataverwerkingsdepartement
- H_{1,2} - betrokkenheid in die ontwerp van stelsels
- H_{1,3} - betrokkenheid in ontwikkeling
- H_{1,4} - tyd bestee in die ontwerpfase
- H_{1,5} - tyd bestee in die ontwikkelingsfase
- H_{1,6} - betrokkenheid in wysigings

Persoonlike faktore (G₁)

- G_{1,1} - tydperk verbonde aan die organisasie
- G_{1,2} - tydperk in die betrekking
- G_{1,3} - ouderdom
- G_{1,4} - opleiding

TABEL 7.2

Veranderlike Betekenis
Sukses van die gerekenariseerde stelsels (S₂)

- S_{2,1} - tevredenheid met gerekenariseerde stelsels wat hy gebruik

S_{2,2} - sukses van gerekenariseerde stelsels in sy afdeling

Bestuur se houding teenoor rekenarisering (A₂)

A_{2,1} - voordele verbonde aan rekenarisering

A_{2,2} - besluitnemingsvoordele

A_{2,3} - houding teenoor 'n groter mate van rekenarisering deur die organisasie

A_{2,4} - houding teenoor 'n groter mate van rekenaargebruik in die algemeen

Bestuursondersteuning (E₂)

E_{2,1} - ondersteuning van onmiddellike senior

E_{2,2} - ondersteuning van topbestuur

Tegniese kwaliteit (C₂)

C_{2,1} - relevansie van inligting

C_{2,2} - belangrikheid van inligting

C_{2,3} - bruikbaarheid van inligting

C_{2,4} - graad van detail in uitvoerverslae (te veel)

C_{2,5} - graad van detail in uitvoerverslae (te min)

C_{2,6} - akkuraatheid van inligting

C_{2,7} - tydigheid van verslae

C_{2,8} - formaat

Dokumentasie en opleiding (K₂)

K_{2,1} - mate van dokumentasie

K_{2,2} - mate van opleiding aan gebruikers

Veranderlike

Betekenis

Bestuursbetrokkenheid (H_2)

$H_{2,1}$ - mate van betrokkenheid

$H_{2,2}$ - tyd betrokke

Persoonlike faktore (G_2)

$G_{2,1}$ - tydperk verbonde aan die organisasie

$G_{2,2}$ - tydperk in die pos

$G_{2,3}$ - ouderdom

$G_{2,4}$ - opleiding

Hulpbronne (T_2)

$T_{2,0}$ - tevredenheid met die beskikbaarheid van hulpbronne

Mens/masjien koppelvlak (V_2)

$V_{2,0}$ - wyse van inligtingslewering

Houding van die bestuur teenoor dataverwerkingspersoneel (W_2)

$W_{2,1}$ - geïnteresseerd in gebruikers

$W_{2,2}$ - tegnies bekwaam

$W_{2,3}$ - kom met mense oor die weg

$W_{2,4}$ - kwaliteit van werk wat gelewer word

$W_{2,5}$ - geïnteresseerd in die vooruitgang van die hele organisasie

$W_{2,6}$ - agting vir die bestuur se kennis van hul werk

$W_{2,7}$ - simpatiek teenoor die bestuur se probleme

$W_{2,8}$ - opleiding aan gebruikers verskaf

$W_{2,9}$ - gebruikers betrek in rekenariseringsprojekte

Veranderlike

Betekenis

- $W_{2,10}$ - nuwe toepassings betyds voltooi
 $W_{2,11}$ - nuwe toepassings voltooi sodat dit aan die oorspronklike spesifikasies voldoen
 $W_{2,12}$ - stelsels volgens skedule bedryf

7.2 Toets van die hipoteses deur middel van korrelasies

Tabelle 7.1 en 7.2 gee al die veranderlikes wat in hierdie projek gebruik is. Die hipoteses van verbande wat getoets word, volg uit die volgende:

1. Vir die gewone gebruikers

$$S_1 = f(A, C, K, E, H, G) \quad (7.1)$$

$$A_1 = f(C, H, E) \quad (7.2)$$

$$C_1 = f(J, K) \quad (7.3)$$

2. Vir die bestuur

$$S_2 = f(A, K, H, G, C, V, W, E) \quad (7.4)$$

$$A_2 = f(E, H, C, G, K) \quad (7.5)$$

7.2.1 Korrelasiemetode

Deur van die BMDP statistiese programmatuur (Addendum C) gebruik te maak is korrelasies gebruik om te bepaal of daar wel 'n lineêre verband tussen die veranderlikes soos dit in die hipoteses in Hoofstuk 6 gestel word, bestaan. Vir 'n kort bespreking van die metode sien Addendum D.

Gebruikersmodel

Die hipoteses word eers met behulp van die gebruikersdata

getoets. Hipoteses 1 tot 6 wat uit (7.1) volg, word eers in oënskou geneem. Tabel 7.3 gee die korrelasiekoëffisiënte tussen die S en die A-, C- en K-veranderlikes, en Tabel 7.4 die korrelasiekoëffisiënte tussen die S- en die E-, H- en G-veranderlikes. Tabel 7.5 toon die korrelasiekoëffisiënte tussen die A-veranderlikes en die C-, H- en E-veranderlikes, terwyl die korrelasiekoëffisiënte tussen die K-veranderlikes en die C- en S-veranderlikes in Tabel 7.6 weergegee word.

Die kritieke waardes vir F vir hierdie bepaalde steekproef van gebruikers is .138 en .181 respektiewelik vir die 5%- en 1%-vlakke van betekenis. Die korrelasiekoëffisiënte wat met * gemerk is, is betekenisvol by die 5%-vlak, en dié gemerk met ** betekenisvol by die 1%-vlak. Let wel dat die korrelasiekoëffisiënte wat bevat is in die tabelle die korrelasies tussen die afsonderlike veranderlikes verteenwoordig. Wanneer die hipoteses in Hoofstuk 6 formeel getoets word, word daar van kanoniese korrelasies gebruik gemaak (sien Addendum D).

Bestuurdersmodel

Die voorafgaande korrelasiekoëffisiënte het betrekking op die eerste agt hipoteses wat die gewone gebruikers aanbetref. Dieselfde hipoteses word nou met behulp van die bestuurdersdata ondersoek. Tabelle 7.8 tot 7.11 gee die korrelasiekoëffisiënte tussen die veranderlikes vir die bestuurders.

Hipoteses 11, 12 en 13 het betrekking op die bestuurdersmodel en die korrelasiekoëffisiënte tussen die S-veranderlikes en die W- en T-veranderlikes, asook dié tussen die V- en C-veranderlikes word in tabelle 7.12 en 7.13 saamgevat.

TABEL 7.3a

	K _{1,1}	K _{1,2}	K _{1,3}	A _{1,1}	A _{1,2}	A _{1,3}	A _{1,4}	A _{1,5}	A _{1,6}	A _{1,7}	A _{1,8}	A _{1,9}	A _{1,10}
S _{1,1}	.16*	.12	-.04	.08	.00	.26**	.13	.07	.13	.22**	.08	.20**	.14*
S _{1,2}	.07	.18*	.11	.32**	.05	.45**	.28**	.10	.30**	.14*	.24**	.30**	.17*
S _{1,3}	.06	.18*	.02	.29**	.11	.15*	.22**	.05	.23**	.38**	.16*	.29**	.20**
S _{1,4}	.06	.12	.14*	.31**	.12	.17*	.41**	.20**	.26**	.41**	.12	.30**	.01

TABEL 7.3b

	C _{1,1}	C _{1,2}	C _{1,3}	C _{1,4}	C _{1,5}	C _{1,6}	C _{1,7}	C _{1,8}	C _{1,9}	C _{1,10}	C _{1,11}	C _{1,12}	C _{1,13}
S _{1,1}	.29**	.17*	.20**	.07	.15*	.13	.21**	.34**	-.04	.15*	-.10	-.03	.43**
S _{1,2}	.43**	.29**	.40**	.24**	.15*	.35**	.28**	.44**	-.04	.31**	-.12	-.10	.58**
S _{1,3}	.37**	.29**	.45**	.16*	.23**	.34**	.17*	.50**	.01	.33**	.02	.05	.49**
S _{1,4}	.35**	.28**	.30**	.32**	.11	.37**	.29**	.28**	.07	.35**	.14*	.14*	.41**

TABEL 7.3c

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	x .05; s,m,n	x .01; s,m,n
S ₁ :K ₁	.22	.05	.07	.08
S ₁ :A ₁	.61	.37**	.155	.18
S ₁ :C ₁	.82	.67**	.19	.22

TABEL 7.4a

	$E_{1,1}$	$E_{1,2}$	$H_{1,1}$	$H_{1,2}$	$H_{1,3}$	$H_{1,4}$	$H_{1,5}$	$H_{1,6}$	$G_{1,1}$	$G_{1,2}$	$G_{1,3}$	$G_{1,4}$
$S_{1,1}$	.26**	.16*	.04	.06	-.04	-.14*	-.06	-.11	-.09	.06	.01	-.01
$S_{1,2}$	.22**	.35**	.20**	-.12	-.02	-.20**	-.14*	.00	-.11	.02	.03	.02
$S_{1,3}$	.39**	.22**	.18**	.12	.07	-.05	-.02	.07	-.08	.02	-.05	-.15*
$S_{1,4}$	.25**	.36**	.32**	-.10	.06	.00	.01	.12	-.03	-.01	-.02	-.10

TABEL 7.4b

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	$\alpha .05; s, m, n$	$\alpha .01; s, m, n$
$S_1 : E_1$	.50	.25**	.07	.09
$S_1 : H_1$	.34	.12*	.115	.14
$S_1 : G_1$	.25	.06	.95	.115

TABEL 7.5a

	C _{1,1}	C _{1,2}	C _{1,3}	C _{1,4}	C _{1,5}	C _{1,6}	C _{1,7}	C _{1,8}	C _{1,9}	C _{1,10}	C _{1,11}	C _{1,12}	C _{1,13}	E _{1,1}	E _{1,2}
A _{1,1}	.25**	.31**	.17*	.31**	.11	.26**	.21**	.26**	.00	.22**	.00	.04	.34**	.19*	.30**
A _{1,2}	.14*	-.01	.02	.17*	-.13	.14*	.21**	.11	-.06	.22**	-.10	-.07	.16*	.08	.29**
A _{1,3}	.12	.23**	.21**	.27**	.13	.27**	.34**	.21**	.11	.13	.05	.17*	.23**	.18*	.16*
A _{1,4}	.21**	.27**	.21**	.22**	.08	.22**	.22**	.18	.06	.23**	.10	.08	.25**	.10	.29**
A _{1,5}	.20**	.04	.16*	.07	.10	.06	.13	.07	.16*	.08	.19**	.15*	.15*	.12	.22**
A _{1,6}	.13	.18**	.20**	.24**	.00	.19**	.25**	.25**	.07	.17*	-.05	-.05	.28**	.26**	.20**
A _{1,7}	.24**	.25**	.37**	.28**	.20**	.42**	.32**	.34**	.12	.23**	.07	.18*	.41**	.24**	.36**
A _{1,8}	.13	.29**	.14*	.14*	.05	.33**	.15*	.18**	-.01	.10	.00	.02	.13	.08	.17*
A _{1,9}	.25**	.17*	.36**	.25**	.21**	.36**	.18**	.25**	.12	.26**	.11	.11	.23**	.24**	.42**
A _{1,10}	.10	.16*	.29**	.12	.30**	.21**	.04	.28**	.09	.27**	.11	.14*	.11	.23**	.25**

161

TABEL 7.5b

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	$\times .05; s, m, n$	$\times .01; s, m, n$
A ₁ :C ₁	.66	.44**	.25	.28
A ₁ :E ₁	.55	.30**	.125	.150

TABEL 7.6a

	A _{1,1}	A _{1,2}	A _{1,3}	A _{1,4}	A _{1,5}	A _{1,6}	A _{1,7}	A _{1,8}	A _{1,9}	A _{1,10}
H _{1,1}	.30**	.14*	-.05	.36**	.04	.21**	.27**	.10	.39**	.05
H _{1,2}	.13	.09	-.04	.12	.03	.08	.12	-.04	.10	.00
H _{1,3}	.17*	.12	.02	.14*	-.04	.08	.24**	.04	.23**	.10
H _{1,4}	.10	.02	.02	.04	.11	.01	.12	.14*	.07	.07
H _{1,5}	.10	.07	.07	.05	.11	-.08	.17*	.11	.07	.07
H _{1,6}	.20**	.19**	.03	.16*	.07	.15*	.27**	.08	.17*	.08

TABEL 7.6b

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	.05; s,m,n	.01; s,m,n
H ₁ :A ₁	.51	.26**	.18	.19

TABEL 7.7a

	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$											
$K_{1,1}$	.05	.23**	.34**	-.06	.44**	.14*	-.05	.17*	.38**	.07	.45**	.47**	.03
$K_{1,2}$	.10	.06	.15*	.10	.14*	.29**	.06	.25**	.10	.17*	.10	.16*	.25**
$K_{1,3}$	.07	-.02	.09	.03	-.08	.07	.11	.04	-.08	-.04	-.09	-.05	.08

TABEL 7.7b

$K_1:C_1$	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	$\alpha .05; s,m,n$	$\alpha .01; s,m,n$
	.58	.34**	.155	.180

TABEL 7.8a

	$A_{2,1}$	$A_{2,2}$	$A_{2,3}$	$A_{2,4}$	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	$C_{2,3}$	$C_{2,4}$	$C_{2,5}$	$C_{2,6}$	$C_{2,7}$	$C_{2,8}$
$S_{2,1}$	.07	.14	.15	.20	.26	.27	.16	.35	.32	.52	.32	.36
$S_{2,2}$	.21	.21	.10	.28	.29	.29	.21	.39	.34	.56	.38	.34

TABEL 7.8b

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	$\alpha .05; s,m,n$	$\alpha .01; s,m,n$
$S_2:A_2$	.43	.18**	.11	.15
$S_2:C_2$	.67	.45**	.17	.21

TABEL 7.9a

	K _{2,1}	K _{2,2}	E _{2,1}	E _{2,2}	H _{2,1}	H _{2,2}	G _{2,1}	G _{2,2}	G _{2,3}	G _{2,4}
S _{2,1}	.33	.26	.30	.24	.07	.18	-.14	-.18	.04	-.13
S _{2,2}	.28	.24	.23	.20	.15	.17	-.20	-.26	-.12	-.10

TABEL 7.9b

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	$\alpha .05; s, m, n$	$\alpha .01; s, m, n$
S ₂ :K ₂	.33	.11**	.08	.11
S ₂ :H ₂	.18	.03	.08	.11
S ₂ :E ₂	.32	.10*	.08	.11
S ₂ :G ₂	.35	.12*	.11	.15

TABEL 7.10a

	C _{2,1}	C _{2,2}	C _{2,3}	C _{2,4}	C _{2,5}	C _{2,6}	C _{2,7}	C _{2,8}	H _{2,1}	H _{2,2}	E _{2,1}	E _{2,2}
A _{2,1}	.27	.34	.18	.36	.29	.28	.21	.22	-.03	.08	.39	.29
A _{2,2}	.20	.28	.21	.38	.34	.21	.16	.12	.18	.14	.15	.18
A _{2,3}	.20	.18	.15	.35	.21	.16	.27	.26	-.13	-.05	.38	.34
A _{2,4}	.10	.13	.35	.24	.22	.22	.12	.05	-.12	-.11	.22	.06

TABEL 7.10b

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	$\alpha .05; s, m, n$	$\alpha .01; s, m, n$
$A_2:C_2$	.45	.35**	.22	.26
$A_2:H_2$	.35	.13*	.11	.15
$A_2:E_2$	.53	.28**	.11	.15

TABEL 7.11a

	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	$C_{2,3}$	$C_{2,5}$	$C_{2,5}$	$C_{2,6}$	$C_{2,7}$	$C_{2,8}$
$K_{2,1}$	.20	.17	.49	.30	.37	.20	.25	.25
$K_{2,2}$	.17	.04	.37	.23	.27	.23	.43	.28

TABEL 7.11b

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	$\alpha .05; s, m, n$	$\alpha .01; s, m, n$
$K_2:C_2$	.59	.35**	.17	.21

TABEL 7.12a

	$W_{2,1}$	$W_{2,2}$	$W_{2,3}$	$W_{2,4}$	$W_{2,5}$	$W_{2,6}$	$W_{2,7}$	$W_{2,8}$	$W_{2,9}$	$W_{2,10}$	$W_{2,11}$	$W_{2,12}$	$T_{2,0}$
$S_{2,1}$	.43	.59	.24	.42	.35	.28	.35	.32	.18	.33	.39	.35	.45
$S_{2,2}$	.46	.62	.30	.48	.34	.40	.37	.34	.23	.31	.43	.30	.38

TABEL 7.12b

	Kanoniese korrelasie	eiewaarde	$\alpha .05; s,m,n$	$\alpha .01; s,m,n$
$S_2:W_2$	.74	.55**	.22	.26

TABEL 7.13

	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	$C_{2,3}$	$C_{2,4}$	$C_{2,5}$	$C_{2,6}$	$C_{2,7}$	$C_{2,8}$	$S_{2,1}$	$S_{2,2}$
$V_{2,0}$	.36	.36	.20	.35	.41	.31	.53	.32	.36	.32

7.2.2 Bespreking van resultate

7.2.2.1 Die gebruikersmodel

Die eerste vyf hipoteses volg volgens die gebruikersmodel uit die verband

$$S_1 = f(A_1, C_1, E_1, H_1, G_1, K_1).$$

Die korrelasiekoëffisiënte wat in Tabel 7.5 saamgevat is, toon 'n duidelike lineêre verband tussen die suksesveranderlikes $S_{1,1}$, $S_{1,2}$, $S_{1,3}$ en $S_{1,4}$ en die houdingsveranderlikes $A_{1,1}$ tot $A_{1,10}$.²⁷ Van die 40 korrelasiekoëffisiënte is betekenisvol wanneer die 5%-vlak van betekenis gebruik word en 21 is betekenisvol by die 1%-vlak. Net so is 39 van die 52 korrelasiekoëffisiënte tussen die S- en C-veranderlikes betekenisvol by 5%-vlak en daarvan is 31 betekenisvol by die 1%-vlak. Uit Tabel 7.4 blyk dit dat alle korrelasiekoëffisiënte, met die uitsondering van een, wat betekenisvol is by die 5%-vlak, by die 1%-vlak betekenisvol is. Die eerste drie hipoteses, naamlik dat

1. gebruikershouding teenoor rekenarisering,
2. tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel, en
3. bestuursondersteuning verband hou met die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel, word hiermee ook formeel bevestig deur die resultate van die lae-vlak gebruikers van gerekenariseerde stelsels wanneer die kanoniese korrelasietoets uitgevoer word.

Die vierde hipotese stel dat daar 'n lineêre verband tussen persoonlike faktore en die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel bestaan. Uit Tabel 4 blyk egter dat daar met die uitsondering van een korrelasiekoëffisiënt, geen beduidende korrelasies gevind kon word nie. Hierdie hipotese word ook

nie formeel gestaaf deur die kanoniese korrelasietoets nie.

Die resultate vir hipotese 5 word in Tabelle 7.4 en 7.6 saamgevat. Alhoewel daar min betekenisvolle korrelasies (6 op die 5%-vlak van betekenis en 4 op die 1%-vlak) tussen die H- en S-veranderlikes bestaan, is daar tog 'n aanduiding dat gebruikersbetrokkenheid 'n rol in die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel speel. 'n Redelike sterk lineêre verband bestaan tussen die mate van kontak met die dataverwerkingsdepartement en die sukses van die stelsel. Die negatiewe korrelasies tussen die mate van betrokkenheid met die ontwerp van stelsels en die sukses daarvan kan moontlik as gevolg van konflik tussen die gebruikersdepartement en die dataverwerkingsdepartement gedurende die ontwerp van die stelsel, verklaar word. Meer korrelasiekoëffisiënte (15 by 5%-vlak van betekenis en 10 by 1%-vlak) is betekenisvol tussen die A- en H-veranderlikes (Tabel 7.6). Opmerklik is die korrelasies tussen die houdingsveranderlikes (A) en die mate van betrokkenheid in die wysigings van bestaande stelsels ($H_{1,0}$). Hierdie hipotese word ook op grond van die kanoniese korrelasietoets formeel aanvaar.

Gebruikershouding teenoor rekenarisering

Tabel 7.5 bevat die korrelasiekoëffisiënte tussen die tegniese kwaliteit van die gerekenariseerde stelsel en die houding van die gebruiker teenoor rekenarisering (hipotese 6). Baie sterk korrelasies word hier afsonderlik waargeneem (80 beduidend by die 5%-vlak van betekenis en 61 by die 1%-vlak). Die tabel in sy geheel beskou en die kanoniese korrelasietoets toon dat daar 'n sterk lineêre verband tussen die houding van die gebruiker teenoor rekenarisering en die tegniese kwaliteit van die stelsel bestaan en bevestig hiermee hipotese 6. In dieselfde tabel word die korrelasies tussen bestuursondersteuning en die houding van die

gebruiker teenoor rekenarisering gevind. Twee bestuursondersteuningsveranderlikes, naamlik die ondersteuning van die onmiddellike senior ($E_{1,1}$) en die ondersteuning van hoër-vlak bestuur ($E_{1,2}$), is gebruik. 16 Van die 20 korrelasiekoëffisiënte is beduidend by die 5%-vlak van betekenis, en daarvan is 12 beduidend by die 1%-vlak. Die kanoniese korrelasietoets onderskryf die belangrikheid van die bestuur se ondersteuning in rekenariseringsprojekte wanneer dit gaan om die houding van die gebruiker teenoor rekenarisering. Hierdie resultate bevestig Hipotese 7 volgens die gebruikersdata.

Tegniese kwaliteit van die stelsel

Volgens die hipotese wat hieromtrent gestel is, word verwag dat daar 'n lineêre verband bestaan tussen die mate en kwaliteit van dokumentasie en opleiding wat die gebruiker omtrent die stelsel ontvang het, en die tegniese kwaliteit en die sukses van die stelsel. Tabel 7.3 gee die korrelasiekoëffisiënte tussen die S- en K-veranderlikes, en Tabel 7.7 dié tussen die C- en K-veranderlikes. In beide gevalle is daar 'n hele aantal betekenisvolle korrelasies op beide die 1%- en 5%-vlakke teenwoordig, waarvan die sterkste korrelasie .47 is. Die bestaan ($K_{1,1}$) en mate van dokumentasie ($K_{1,2}$) korreleer redelik goed met die S- en C-veranderlikes, maar die opleidingsveranderlike ($K_{1,3}$) toon slegs in een geval (met $S_{1,4}$) 'n beduidende korrelasie van .14 op die 5%-vlak van betekenis. Die hipotese dat dokumentasie van gerekenariseerde stelsels lineêr verband hou met die tegniese kwaliteit van die stelsels word deur die kanoniese korrelasietoets bevestig. Volgens hierdie toets is daar egter nie 'n direkte lineêre verband tussen die K- en S-veranderlikes nie.

7.2.2.2 Die Bestuurdersmodel

Die korrelasiekoëffisiënte van die houding van die bestuur teenoor rekenarisering (A_2), tegniese kwaliteit van die stelsel (C_2) en bestuursondersteuning (E_2) en die sukses van die stelsels (S_2) word in Tabelle 7.8 en 7.9 weergegee. Let daarop dat in die geval van die bestuur die volle gebruikerspopulasie betrek is, sodat 'n korrelasiekoëffisiënt verskillend van nul die nul-hipotese met betrekking tot individuele veranderlikes verwerp.

Sukses uit 'n bestuursoogpunt

In Tabel 7.8 word die korrelasiekoëffisiënte wat betrekking het op hipotese 1 en 2, naamlik die houdingsveranderlikes teenoor rekenarisering (A_2) en die tegniese kwaliteitveranderlikes (C_2) teenoor die sukses van die stelsel (S_2) weergegee. Soos blyk uit die resultate, bestaan daar redelike sterk lineêre verbande tussen die houdingsveranderlikes en suksesveranderlikes (kleinste korrelasie van .07 en grootste .28), asook tussen die tegniese kwaliteitsveranderlikes en die suksesveranderlikes (kleinste .16 en grootste .56). Uit die kanoniese korrelasietoets is dit duidelik dat hipoteses 1 en 2 sterk deur die verwerkte bestuurdersdata ondersteun word.

Vir die derde hipotese is die vier korrelasiekoëffisiënte tussen die S_2 - en E_2 -veranderlikes in Tabel 7.9 weergegee. Die laagste korrelasie is .20 en die hoogste .30 en die kanoniese korrelasietoets toon 'n lineêre verband tussen ondersteuning van die bestuur en die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel op die 5%-vlak van betekenis. Ook bevat in Tabel 7.9 is die korrelasiekoëffisiënte tussen persoonlike faktore en die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel. Waar daar geen beduidende korrelasies in die geval van die

gewone gebruiker gevind kon word nie, is daar wel 'n lineêre verband tussen die sukses soos waargeneem deur die bestuurder en persoonlike faktore volgens die kanoniese korrelasietoets op die 5%-vlak van betekenis. Die persoonlike faktore sluit in die ouderdom van die bestuurder, sy jare van diens in die organisasie, sy dienstydkperk in die bepaalde bestuurspos en sy akademiese kwalifikasies. Die oerbestuurder blyk dus, soos voorspel is deur hipotese 4, meer negatief te wees teenoor 'n gerekenariseerde stelsel as sy jonger kollega. Dit kan moontlik wees dat hy die rekenaar as 'n bedreiging in sy werk sien, maar baie ander redes kan ook hiervoor verantwoordelik wees. Interessant is die feit dat hoër gekwalifiseerde bestuurders ook minder pro-rekenaar blyk te wees. 'n Moontlikheid is dat bestuurders hoofsaaklik op hul eie oordeel en intuisie staatmaak wanneer besluite geneem moet word en dat die besluite nie sterk steun op gerekenariseerde inligting nie. Die beter gekwalifiseerde bestuurder het skynbaar ook meer vertroue in sy eie vermoë as in dié van die rekenaar. Die feit dat daar ook 'n negatiewe korrelasie tussen die bestuurders se dienstydkperk in die organisasie (en ook in sy pos) en die suksesveranderlikes bestaan, kan daarop dui dat die bestuurders met jarelange ondervinding van minder inligting gebruik maak in besluitneming as die bestuurders met min ondervinding.

Net soos in die geval van gewone gebruikers blyk die korrelasies tussen die suksesveranderlikes en die betrokkenheidsveranderlikes klein te wees. Die kanoniese korrelasietoets toon geen lineêre verband tussen die twee groepe veranderlikes nie. Verder is daar 'n negatiewe korrelasie in vyf gevalle van houdingsveranderlikes (A_2) teenoor bestuursbetrokkenheid (H_2). Die kanoniese korrelasietoets ondersteun die hipotese op die 5%-vlak van betekenis en 'n moontlike verklaring vir die negatiewe individuele korrelasies kan wees dat die bestuur verreweg te min betrokke was om 'n sterk po-

sitiese houding teenoor rekenariserings te kon ontwikkel. Die betrokkenheid in 'n projek was dalk net genoeg om sy houding redelik negatief te maak. Konflik tussen sy departement en die rekenaardepartement gedurende die ontwikkeling van die projek is ook 'n moontlike oorsaak.

Bestuurshouding teenoor rekenariserings

Die korrelasiekoëffisiënte in Tabel 7.10 en die kanoniese korrelasietoets toon dat daar wel 'n lineêre verband tussen die tegniese kwaliteit (C_2) van 'n gerekenariseerde stelsel en die houding van die bestuur teenoor rekenariserings (A_2) bestaan. Uit dieselfde tabel blyk dit dat daar ook 'n lineêre verband tussen bestuursondersteuning (E_2) en die houding teenoor rekenariserings bestaan. Dit bevestig hipotese 7.

Tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel

Tabel 7.9 en tabel 7.11 bevat korrelasies tussen S_2 en K_2 en tussen C_2 - en K_2 -veranderlikes respektiewelik, en hipotese 8 word deur die kanoniese korrelasietoets ondersteun.

Houding van die bestuur teenoor rekenaarpersoneel

Hipotese 11 stel dat die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel lineêr verband hou met die bestuur se houding teenoor rekenaarpersoneel. Die resultate wat in Tabel 7.12 bevat is, ondersteun ook hierdie hipotese. Ondersteuning vir hipotese 12 word in Tabel 7.13 gevind.

'n Sterk lineêre verband tussen die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel en die beskikbaarheid van hulpbronne (kapitaal, mannekrag, toerusting ens.) is ook gevind, alhoewel so 'n hipotese nie gestel is nie. Die korrelasiekoëffisiënte

tussen die suksesveranderlikes $S_{2,1}$ en $S_{2,2}$ en die hulpbronveranderlike $T_{2,0}$ is in Tabel 7.12 opgeneem en is onderskeidelik .45 en .38.

Samevattend word gevind dat al tien hipoteses wat statisties ondersoek is, deur die resultate ondersteun word en bestaan die lineêre verbande wat aanvanklik gestel is. In die volgende paragraaf word met behulp van faktorontleding en lineêre regressie vasgestel watter faktore die suksesveranderlikes die beste verklaar en wat die lineêre verbande presies is.

7.2.3 Lineêre regressie en faktorontleding

7.2.3.1 Gebruikersmodel

Dat daar wel lineêre verbande tussen die suksesveranderlikes en verskeie ander veranderlikes bestaan, is nou aan ons bekend. Wat die verbande presies is en watter faktore die belangrikste is, weet ons egter nog nie. Met behulp van stapsgewyse lineêre regressie (BMDP2R) word daar nou eers gesoek na die onafhanklike veranderlikes wat die suksesveranderlikes die beste verklaar. Dit word vir al vier suksesveranderlikes afsonderlik gedoen. Tabel 14 bevat die belangrikste faktore wat ná die verwerking van die data met behulp van die BMDP-program gevind is.

TABEL 7.14

Afhanklike veranderlike = $S_{1,1}$
 $R^2 = .34$

<u>Onafhanklike veranderlikes</u>	<u>Koëffisiënt</u>
Y-afsnit	.979
A _{1,1}	-.28
A _{1,3}	.16
A _{1,9}	.18
C _{1,1}	.13
C _{1,4}	-.08
C _{1,5}	.12
C _{1,7}	.14
C _{1,10}	-.10
C _{1,11}	-.17
C _{1,13}	.39
E _{1,2}	.15
K _{1,1}	.10
K _{1,3}	-.23
H _{1,3}	.19
H _{1,6}	-.26
G _{1,4}	.12

Afhanklike veranderlike = $S_{1,2}$
 $R^2 = .59$

<u>Onafhanklike veranderlikes</u>	<u>Koëffisiënt</u>
Y-afsnit	-.36
A _{1,1}	.09
A _{1,2}	-.12
A _{1,3}	-.11
A _{1,6}	.13
A _{1,7}	.05

Onafhanklike veranderlikesKoëffisiënt

C _{1,1}	.40
C _{1,2}	.17
C _{1,3}	.13
C _{1,8}	.09
C _{1,12}	-.14
C _{1,13}	.19
K _{1,2}	.08
K _{1,3}	.10
E _{1,1}	.16
E _{1,2}	.18
H _{1,1}	-.06
H _{1,5}	-.10
G _{1,1}	-.02
G _{1,3}	.07
G _{1,4}	.14

Afhanklike veranderlike = S_{1,3}
 $R^2 = .46$

Onafhanklike veranderlikesKoëffisiënt

Y-afsnit	.58
C _{1,1}	.11
C _{1,3}	.27
C _{1,5}	.08
C _{1,6}	.17
C _{1,7}	-.09
C _{1,8}	.15
C _{1,13}	.20
K _{1,1}	-.14
E _{1,2}	.17
G _{1,3}	-.05
G _{1,4}	-.09

$$\text{Afhanklike veranderlike} = S_{1,4}$$

$$R^2 = .46$$

<u>Onafhanklike veranderlikes</u>	<u>Koëffisiënt</u>
Y-afsnit	-1.78
A _{1,2}	-.07
A _{1,4}	.33
A _{1,7}	.27
A _{1,8}	-.12
A _{1,10}	-.20
C _{1,1}	.12
C _{1,2}	.12
C _{1,4}	.10
C _{1,10}	.17
C _{1,11}	.11
C _{1,13}	.11
E _{1,1}	.19

Uit die voorafgaande tabel blyk die volgende verbande vir die suksesveranderlikes:

$$S_{1,1} = f(A_1, C_1, E_1, K_1, H_1, G_1)$$

$$S_{1,2} = f(A_1, C_1, E_1, K_1, H_1, G_1)$$

$$S_{1,3} = f(C_1, E_1, K_1, G_1)$$

$$S_{1,4} = f(A_1, C_1, E_1)$$

Let wel dat die veranderlikes in die tabelle die belangrikste veranderlikes is in terme waarvan die S-veranderlikes verklaar kan word. S_{1,1} en S_{1,2} is presies in ooreenstemming met die model in die vorige hoofstuk §6.2.1. S_{1,3} bevat nie A- en H-veranderlikes nie en S_{1,4} nie K-, G- en H-veranderlikes nie. Dit wil dus hieruit blyk dat wat die gebruikersmodel aanbetref, houding teenoor rekenarisering, bestuursondersteuning, dokumentasie en opleiding en tegniese kwaliteit asook persoonlike faktore die belangrikste by-

draende veranderlikes tot die suksesveranderlikes is. Die hipoteses wat betrekking het op die sukses van gerkenari-seerde stelsels word ook deur hierdie bevindinge bevestig.

Faktorontleding

Deur van die BMDP4M-program gebruik te maak is daar deur middel van faktorontleding lineêre kombinasies van die S-veranderlikes bereken en die veranderlikes is tot 'n enkele faktor gekombineer. Hierdie enkele S-faktor is weer eens in die stapsgewyse lineêre regressieprogram gebruik om die belangrikste onafhanklike veranderlikes te bepaal. Die enkele faktor wat gebruik is verklaar 49% van die variasie van die S-veranderlikes. Tabel 7.15 bevat die resultate.

TABEL 7.15

$$\begin{aligned} \text{Afhanglike veranderlike} &= S_1 \\ R^2 &= .70 \end{aligned}$$

<u>Onafhanklike veranderlikes</u>	<u>Koëffisiënt</u>
Y-afsnit	-5.90
A _{1,2}	-0.07
A _{1,4}	.07
A _{1,7}	.24
A _{1,10}	-.05
C _{1,1}	.13
C _{1,3}	.13
C _{1,8}	.10
C _{1,9}	-0.03
C _{1,10}	.06
C _{1,13}	.22
E _{1,1}	.11
K _{1,3}	.04
H _{1,5}	-.05

Uit die tabel blyk dit dat 70% van die variasie van S_1 deur die dertien onafhanklike veranderlikes verklaar word. In hierdie geval is

$$S_1 = f(A_1, C_1, E_1, H_1, K_1).$$

Wanneer die S-veranderlikes dus tot 'n enkele faktor gekombineer word, word die S-veranderlike die beste deur houdingsveranderlikes, tegniese kwaliteitsveranderlikes, 'n bestuursondersteuningsveranderlike en mate van opleiding wat aan die gebruikers verskaf is, verklaar. Weer eens is hierdie funksie in ooreenstemming met die oorspronklike model met die uitsondering van persoonlike faktore (G_1) wat hier afwesig is.

7.2.3.2 Bestuurdersmodel

Dieselfde prosedures as by die gewone gebruikers is met die bestuurdersdata gevolg. Tabel 7.16 bevat die belangrikste onafhanklike veranderlikes vir die twee suksesveranderlikes $S_{2,1}$ en $S_{2,2}$ wat deur middel van stapsgewyse lineêre regressie gevind is.

TABEL 7.16

Afhanklike veranderlike = $S_{2,1}$
 $R^2 = .69$

<u>Onafhanklike veranderlikes</u>	<u>Koëffisiënte</u>
Y-afsnit	1.29
$A_{2,1}$	-.19
$A_{2,2}$	-.10
$E_{2,1}$	.12

Onafhanklike veranderlikesKoëffisiënte

C _{2,6}	.29
V _{2,0}	-.15
K _{2,2}	.12
G _{2,3}	.10
T _{2,0}	.18
W _{2,2}	.75
W _{2,4}	-.33
W _{2,8}	.11
W _{2,9}	-.25
W _{2,10}	.17
W _{2,11}	-.23
W _{2,12}	.24

$$\text{Afhanglike veranderlike} = S_{2,2}$$

$$R^2 = .73$$

Onafhanklike veranderlikesKoëffisiënte

Y-afsnit	-1.16
A _{2,2}	.18
A _{2,3}	-.19
A _{2,4}	.22
E _{2,1}	.30
C _{2,1}	-.15
C _{2,3}	-.01
C _{2,4}	.25
C _{2,5}	-.40
C _{2,6}	.33
C _{2,8}	.35
V _{2,0}	-.11
H _{2,1}	.04
H _{2,2}	.17
K _{2,2}	-.12
T _{2,0}	.07

Onafhanklike veranderlikesKoëffisiënte

G _{2,1}	- .03
G _{2,2}	- .04
G _{2,4}	.07
W _{2,1}	.21
W _{2,2}	.28
W _{2,3}	-.23
W _{2,5}	-.09
W _{2,6}	.27
W _{2,8}	.23
W _{2,9}	-.27

In hierdie geval van die bestuur word 69% van die variasie van S_{2,1} deur die 15 onafhanklike veranderlikes verklaar nadat die stapsgewyse lineêre regressie uitgevoer is, en 73% van die variasie van S_{2,2} deur die 25 onafhanklike veranderlikes. Vir die bestuurdersmodel is

$$S_{2,1} = f(A_2, E_2, C_2, V_2, K_2, G_2, W_2)$$

$$\text{en } S_{2,2} = f(A_2, E_2, C_2, V_2, H_2, K_2, T_2, G_2, W_2).$$

Dit toon weer eens dat die verbande wat betrekking het op die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel uit bestuursoogpunt soos wat dit aanvanklik in die hipoteses gestel is, deur hierdie resultate onderskryf word.

Faktorontleding

'n Faktorontleding is op die S_{2,1}- en S_{2,2}-veranderlikes uitgevoer, wat hierdie twee veranderlikes tot een gekombineer het en met hierdie veranderlike as afhanklike veranderlike is stapsgewyse lineêre regressie weer uitgevoer. 86% van die variasie van die S-veranderlikes word deur die enkele faktor wat gebruik is, verklaar. Die resultaat

hiervan verskyn in Tabel 7.17.

TABEL 7.17

Afhanklike veranderlike = S
 $R^2 = .72$

<u>Onafhanklike veranderlikes</u>	<u>Koëffisiënte</u>
Y-afsnit	-3.85
A _{2,1}	-.09
A _{2,2}	.06
A _{2,3}	-.08
E _{2,1}	.19
E _{2,2}	.06
C _{2,4}	.14
C _{2,5}	-.17
C _{2,6}	.23
H _{2,1}	-.10
H _{2,2}	.15
T _{2,0}	.08
G _{2,1}	-.01
G _{2,2}	-.03
W _{2,2}	.33
W _{2,6}	.10
W _{2,8}	.07
W _{2,9}	-.24
W _{2,10}	.06

Die belangrikste veranderlikes in terme waarvan S verklaar word, is drie houdingsveranderlikes, twee bestuurs-
ondersteuningsveranderlikes, drie tegniese kwaliteitsver-
anderlikes, twee bestuursbetrokkenheidsveranderlikes, 'n
hulpbronveranderlike, twee persoonlike faktore en vyf hou-
dingsveranderlikes teenoor die rekenaarpersoneel. Dus is

$S = f(A_2, E_2, C_2, H_2, T_2, G_2, W_2)$ en die volledige regressievergelyking is

$$\begin{aligned}
 S = & -3.85 - .09A_{2,1} + .06A_{2,2} - .08A_{2,3} + .19E_{2,1} \\
 & + .06E_{2,2} + 14C_{2,4} - .17C_{2,5} + .23C_{2,6} - .10H_{2,1} + .15H_{2,2} \\
 & - .01T_{2,0} - .03G_{2,1} - .03G_{2,2} + .33W_{2,2} + .10W_{2,6} + .07W_{2,8} \\
 & - .24W_{2,9} + .06W_{2,10}.
 \end{aligned}$$

Hierdie uitdrukking, wat deur middel van stapsgewyse lineêre regressie verkry is, is nie die "beste" deelversameling van onafhanklike veranderlikes nie, omdat die onafhanklike veranderlikes een vir een in die uitdrukking gebring word. Die metode wat die beste deelversameling van onafhanklike veranderlikes lewer, is die metode van Kendall ([9], p.357), waarmee die optimale deelversameling verkry kan word. Vir die doel van hierdie navorsingsprojek word die stapsgewyse lineêre regressiemetode se deelversameling as goed genoeg aanvaar. Uit die aard van die saak is die rekenaarkoste verbonde aan die beter metode nie regverdigbaar nie. Wanneer die finansiële implikasies egter van so 'n aard is dat absoluut die beste deelversameling verkry moet word, kan die meervoudige regressie- of Kendall-metode gebruik word.

7.2.3.3 Redusering van die aantal onafhanklike veranderlikes

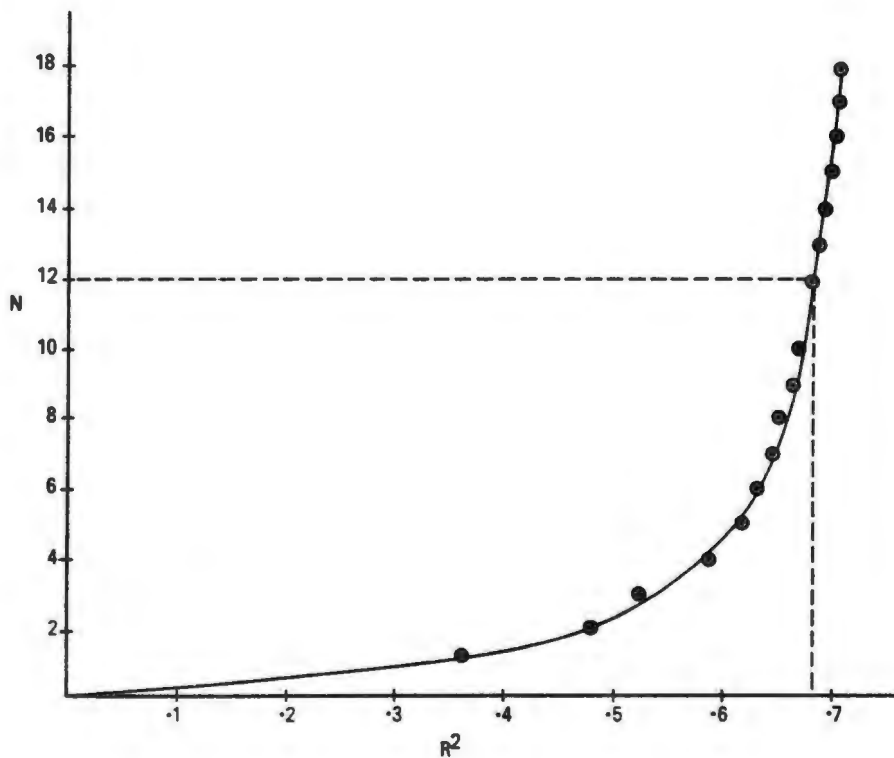
In die regressievergelyking word 18 onafhanklike veranderlikes gevind. Dit is egter wenslik om die aantal veranderlikes so min moontlik met R^2 so hoog moontlik te kry. Die rede hiervoor is naamlik dat mens met so 'n eenvoudige moontlike regressiemodel wil werk waarin slegs die onafhanklike veranderlikes wat 'n redelike groot rol in die verklaring van die afhanklike veranderlike speel, voorkom. Dit is moontlik dat sommige onafhanklike veranderlikes wat in die model voorkom se bydrae tot R^2 relatief klein is en dat sodanige verander-

likes as van minder belang beskou kan word. Die metode wat gevolg is, is om eers grafies vas te stel of daar onafhanklike veranderlikes in die regressiemodel voorkom waarvan die bydrae tot R^2 klein is. Figuur 7.1 is 'n grafiese voorstelling van die aantal veranderlikes (N) in die regressievergelyking teenoor die ooreenstemmende R^2 -waardes wat afkomstig is vanaf die uitvoer van die stapsgewyse lineêre regressieprogram.

Hieruit word opgemerk dat die bydrae tot R^2 van die 18 veranderlikes, vanaf die 12de veranderlike redelik klein is (so-wat 3%). Vervolgens is die 18 veranderlikes in die meervoudige lineêre regressieprogram (BMDP9R) gebruik, wat die beste deelversameling uit hierdie 18 onafhanklike veranderlikes selekteer. Hierdie program neem alle moontlike deelversamelings in ag en kies dan die beste deelversameling hieruit.

Die kriterium wat in hierdie program gebruik is om die beste deelversameling van onafhanklike veranderlikes te vind, word genoem Mallows se C_p -kriterium ([97], p.86). Wanneer 'n groot aantal alternatiewe regressievergelykings oorweeg moet word, is dit duidelik dat een of ander eenvoudige kriterium vir elke passing as maatstaf moet dien. Die maatstaf C_p , wat 'n minimum in die BMDP9R-program gemaak word, meet die kwadraat van die sydigheid plus die som van die variansies van Y by alle datapunte N. Dit is dan 'n eenvoudige funksie van die som van die residue kwadraat van elke passingsvergelyking. Vir die formules vir die berekening van C_p , sien Addendum E. Die deelversameling wat gevind is bevat slegs 12 veranderlikes en word in Tabel 7.18 weergegee.

FIGUUR 7.1



TABEL 7.18

Afhanklike veranderlike = S
 $R^2 = .69$

<u>Onafhanklike veranderlikes</u>	<u>Koëffisiënte</u>
Y-afsnit	-3.74
A _{2,1}	-.08
E _{2,1}	.16
C _{2,4}	.14
C _{2,5}	-.14
C _{2,6}	.23
H _{2,2}	.05
T _{2,0}	.08
G _{2,1}	-.07
W _{2,2}	.34
W _{2,6}	.11
W _{2,8}	.10
W _{2,9}	-.26

69% Van die variasie van S word nog deur hierdie 12 onafhanklike veranderlikes verklaar en nou is die regressievergelyking

$$S = -3.74 - .08A_{2,1} + .16E_{2,1} + .14C_{2,4} - .14C_{2,5} + .23C_{2,6} + .05H_{2,2} + .08T_{2,0} - .07G_{2,1} + .34W_{2,2} + .11W_{2,6} + .10W_{2,8} - .26W_{2,9}$$

HOOFSTUK 8

OPTIMERINGSTEGNIEKE TOEGEPAS OP DIE LINEÛRE REGRESSIEMODEL

Die lineêre regressiemodel wat in die vorige hoofstuk gevind is, gaan nou gebruik word in verdere berekenings, waarin daar na 'n strategie gestreef word waarmee die afhanklike veranderlike S verbeter kan word, deur aanpassings in die beslissingsveranderlikes aan te bring. 'n Lineêre programmeringstegniek wat op die simpleksmetode gebaseer is, is in die berekenings en ontledings gebruik.

8.1 Optimeringsprobleme

Probleme waarin daar gesoek word na die maksimum of minimum van 'n numeriese funksie van 'n aantal veranderlikes met die veranderlikes onderhewig aan sekere beperkings, vorm 'n klas probleme wat optimeringsprobleme genoem word. Die klassieke optimeringstegnieke is al vir meer as 150 jaar bekend. In die afgelope twintig of vyf-en-twintig jaar het daar egter vele nuwe en belangrike optimeringsprobleme in die veld van die ekonomie ontstaan wat baie aandag geniet het. Die klassieke tegnieke was van min waarde vir die oplossing van hierdie probleme, wat as wiskundige programmeringsprobleme geklassifiseer word, en nuwe metodes en tegnieke moes hiervoor ontwikkel word.

'n Volledige bespreking van die lineêre programmeringsprobleem en die simpleksalgoritme kan in enige goeie handboek oor optimalisering gevind word. Vir hierdie doel kan Dantzig [98], Gass [107] en Hadley [111] nagegaan word.

8.2 Optimering van die afhanklike veranderlike in die lineêre regressiemodel

8.2.1 Probleemstelling

Die lineêre regressiemodel, met sukses van gerekenariseerde stelsels as afhanklike veranderlike (S), soos gevind in die vorige hoofstuk, het die volgende vorm:

$$\begin{aligned} S = & - 3.74 - .08A_{2,1} + .16E_{2,1} + .14C_{2,4} - .14C_{2,5} + .25C_{2,6} \\ & + .05H_{2,2} + .08T_{2,0} - .07G_{2,1} + .34W_{2,2} + .11W_{2,6} \\ & + .10W_{2,8} - .26W_{2,9} \end{aligned} \quad (8.1)$$

Wanneer hierdie vergelyking beskou word, is omtrent die enigste afleiding wat gemaak kan word, dat S 'n lineêre funksie is, of afhanklik is van die onderskeie faktore regs in die uitdrukking. Dit is foutief om te beweer dat S verhoog kan word deur dié veranderlikes met positiewe koëffisiënte te verhoog en dié met negatiewe koëffisiënte te verlaag. Dit is selfs ongeldig om te beweer dat S verhoog kan word deur net een of selfs twee van die veranderlikes met positiewe koëffisiënte te verhoog.

Die rede vir bogenoemde stelling berus op die interafhanklikheid wat daar tussen die veranderlikes aan die regterkant van die uitdrukking bestaan. Wanneer een van hierdie veranderlikes verander, beïnvloed hierdie verandering een of meer van die ander veranderlikes, sodat daar geen gronde bestaan om te beweer dat die verhoging van een van die veranderlikes S gaan verhoog nie.

Neem as voorbeeld $T_{2,0}$ (besikbaarheid van hulpbronne) en $W_{2,2}$ (tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel). Dit is haas ondenkbaar dat 'n organisasie uiters bekwame rekenaarpersoneel sal hê maar powere rekenaartoerusting. Alhoewel die moontlikheid bestaan, is dit onwaarskynlik dat die omgekeer-

de nie ook waar is nie. Om hierdie bewering te staaf, beskou die grafiese voorstelling van $T_{2,0}$ teenoor $W_{2,2}$ soos verkry uit die data wat in die projek gebruik is (Figuur 8.1). Die buitelyn dui die konvekse omhullende aan en punte binne hierdie buitelyn kan vir hierdie doeleindes beskou word as die ervaringsgebied.

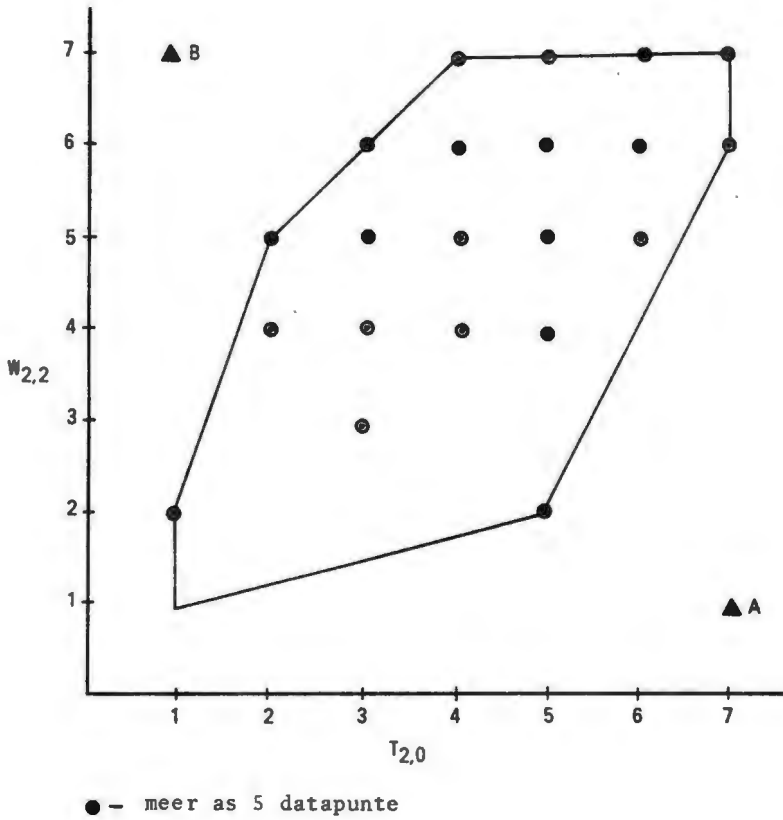
Uit die grafiek is die interafhanklikheid van $T_{2,0}$ en $W_{2,2}$ baie duidelik waarneembaar. Vir hierdie twee veranderlikes is dit duidelik dat daar 'n tendens bestaan dat $T_{2,0}$ groter word met dat $W_{2,2}$ verhoog. Dit is dus nie moontlik om in hierdie ervaringsgebied $T_{2,0}$ baie groot te maak terwyl $W_{2,2}$ onveranderd (klein) gehou word nie (punt A). Dieselfde geld omgekeerd dat mens nooit in die ervaringsgebied 'n punt soos punt B vind waar $W_{2,2}$ groot gemaak kan word terwyl $T_{2,0}$ klein bly nie.

Hierdie afhanklikheid tussen faktore wat die sukses van gerekenariseerde stelsels beïnvloed, is van baie groot belang en dit moet in ag geneem word wanneer enige uitspraak gelewer word aangaande die wyse waarop beslissingsveranderlikes aangepas moet word om die sukses van die gerekenariseerde stelsels te verhoog. 'n Tegniek waar hierdie interafhanklikheid van die veranderlikes wel in ag geneem word, is deur J.M. Hattingh¹⁾ ontwikkel, en in hierdie tegniek word daar 'n lineêre programmeringsmodel vir besluitnemingsdoeleindes ontwikkel.

Die tegniek kom kortliks op die volgende neer (Addendum F, paragraaf 3.3):

1) Die tegniek word volledig bespreek in Addendum F.

FIGUUR 8.1



- 1) Verkry 'n regressiemodel wat bevredigend is.
- 2) Bepaal die ervaringsgebied van die regressiemodel deur die konvekse omhullende van die datapunte te identifiseer.
- 3) Identifiseer die staat- of kontroleveranderlikes waarvan die invloed (op die afhanklike veranderlike) bepaal wil word.
- 4) Kies 'n bepaalde vlak van dié veranderlike.
- 5) Optimeer die regressievergelyking oor die gebied binne die konvekse omhullende waarby die veranderlike op die bepaalde vlak is.
Bepaal telkens die maksimum en minimum.
Kies 'n ander vlak en herhaal die prosedure.
- 6) Skets die optimale waardes (minimum en maksimum) van die regressiefunksie teenoor die verskillende vlakke van die gekose veranderlike.

As mens 'n lineêre regressiemodel het, behels hierdie optimering in die algemeen die oplossing van 'n lineêre program. Soms kan daar van parametriese tegnieke gebruik gemaak word om hierdie optimering uit te voer (sien [107] Hfst. 8).

8.2.2 Formulering van die model

Deur die beperkte lineêre regressiemodelmetode waarna kortliks in die vorige paragraaf verwys is¹⁾, toe te pas op die lineêre regressievergelyking (8.1) kan 'n lineêre programmeringsprobleem geformuleer word, met die doelfunksie en beperkings wat soos volg daar uitsien:

1) Dit word volledig bespreek in Addendum F.

$$\begin{array}{l} \text{Maks} \\ \text{min} \end{array} S = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_k X_k$$

onderhewig aan die volgende beperkings:

$$\begin{aligned} \lambda_1 X_{11} + \lambda_2 X_{21} + \dots + \lambda_N X_{N1} - X_1 &= 0 \\ \lambda_1 X_{12} + \lambda_2 X_{22} + \dots + \lambda_N X_{N2} - X_2 &= 0 \\ &\vdots \\ \lambda_1 X_{1k} + \lambda_2 X_{2k} + \dots + \lambda_N X_{Nk} - X_k &= 0 \\ &X_p = q && (8.2) \\ \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N &= 1 \\ \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N &\geq 0 \end{aligned}$$

X_1, X_2, \dots, X_k onbeperk in teken waar $k = 12, N = 114$ ¹⁾.

$$\begin{aligned} X_1 &= A_{2,1}, X_2 = E_{2,1}, X_3 = C_{2,4}, X_4 = C_{2,5}, X_5 = C_{2,6}, \\ X_6 &= H_{2,2}, X_7 = T_{2,0}, X_8 = G_{2,1}, X_9 = W_{2,2}, X_{10} = W_{2,6}, \\ X_{11} &= W_{2,8} \text{ en } X_{12} = W_{2,9}. \end{aligned}$$

Verder is

$$\begin{aligned} b_0 &= -3.74, b_1 = -.08, b_2 = .16, b_3 = .14, b_4 = -.14, \\ b_5 &= .23, b_6 = .05, b_7 = .08, b_8 = -.07, b_9 = .34, b_{10} = .11, \\ b_{11} &= .10 \text{ en } b_{12} = -.26. \end{aligned}$$

Indien mens hierdie LP wou oplos met X_1, X_2, \dots, X_k onbeperk in teken, sou 'n transformasie op hierdie veranderlikes uitgevoer moes word om die LP te kon oplos. In hierdie ge-

1) In hierdie spesifieke geval is die aantal "onafhanklike" veranderlikes in die regressievergelyking gelyk aan 12 en die aantal bestuurdersrespondente (N) gelyk aan 114.

val sou die LP die volgende vorm moes hê:

$$\begin{array}{l} \text{Maks} \\ \text{min} \end{array} S = b_0 - \left(\sum_{i=1}^N b_i \right) X_0 + b_1 X_1 + \dots + b_k X_k$$

onderhewig aan die volgende beperkings:

$$\begin{array}{r} \lambda_1 X_{11} + \lambda_2 X_{21} + \dots + \lambda_N X_{N1} + X_0 - X_1 = 0 \\ \lambda_1 X_{12} + \lambda_2 X_{22} + \dots + \lambda_N X_{N2} + X_0 - X_2 = 0 \\ \vdots \\ \lambda_1 X_{1k} + \lambda_2 X_{2k} + \dots + \lambda_N X_{Nk} + X_0 - X_k = 0 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad - X_0 + X_p \qquad \qquad = q \\ \lambda_1 \qquad + \lambda_2 \qquad + \dots + \lambda_N \qquad \qquad \qquad = 1 \\ \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N, X_0, X_1, \dots, X_k \geq 0 \end{array}$$

In hierdie spesifieke geval het alle λ 's egter positiewe koëffisiënte (die data is alles positief) en die som van die λ 's word beperk tot 1. Die waardes van X_1, X_2, \dots, X_k moet dus almal nie-negatief wees, sodat dit nie nodig is om die transformasie uit te voer nie. Die eerste formulering van die LP kon dus gebruik word met die uitsondering dat ons sonder verlies aan algemeenheid mag vereis dat X_1, X_2, \dots, X_k nie-negatief is.

Met die uitsondering van die veranderlikes $H_{2,2}$ (betrokkenheid van die bestuur by die ontwikkeling van gerekenariseerde stelsels) en $G_{2,1}$ (dienstydeprik van die bestuurders in 'n bestuurshoedanigheid), was alle ander data wat betrekking het op die "onafhanklike" veranderlikes in die regressiemodel afkomstig vanaf 'n 7-punt skaal (sien Addendum J vir die data wat van die bestuurders verkry is vir die 12 onafhanklike veranderlikes in die regressiemodel). 'n Transformasie is egter ook op die twee veranderlikes se data uitgevoer, sodat alle data met behulp van die 7-punt skaal voorgestel kon word.

Die optimering is soos volg uitgevoer:

'n Rekenaarprogram (Addendum G), waar daar van die simpleksalgoritme gebruik gemaak is, is ontwikkel om die LP¹⁾ op te los. In die program word elkeen van die "onafhanklike" veranderlikes om die beurt in die beperkingsvergelyking (8.2) gebruik. Dit beteken dat p agtereenvolgens die waardes 1, 2, ..., 12 aanneem. Vir elkeen van die veranderlikes word S gemaksimeer en geminimeer waar q aanvanklik gelyk aan 1 gestel word. q word dan met inkremente van 1 vermeerder tot en met 7 en by elkeen van hierdie vlakke word die maksimum en minimum van S bereken deur middel van die LP-program. Parametriese programmering ([107] Hfst. 8) kon hier gebruik word, maar daar is besluit om bogenoemde prosedure te volg. Die rede hiervoor is dat die oorgrote meerderheid datapunte van 'n 7-puntskaal afkomstig is, en die wat nie op 'n 7-puntskaal was nie, is getransformeer na 'n 7-puntskaal. Dit was dus relatief eenvoudig om die LP's op die gewone wyse deur middel van die simpleksmetode op te los, aangesien daar slegs belanggestel is in oplossings van die LP's wanneer 'n beslissingsveranderlike tot een van hierdie sewe vlakke beperk word. Daar bestaan dus geen rede waarom 'n meer gekompliseerde tegniek soos parametriese programmering wat in die algemene geval gebruik kan word, hier gebruik moes word nie.

Die prosedure wat hier gevolg is, het beteken dat daar vir elke beslissingsveranderlike wat in (8.2) gebruik is, 14 lineêre programmeringsprobleme opgelos moes word. 'n Stipperprogram (Addendum H) is verder ontwikkel en hierdie program het die resultate van die eerste program as invoerdata gebruik. Die uitvoer van hierdie program is 'n grafiese voorstelling van die doelfunksiewaardes (maksimum en minimum) wanneer die beslissingsveranderlike in (8.2) beperk word tot die vlakke 1, 2, ..., 7.

1) LP - Linêre Programmeringsprobleem

Dit is natuurlik so dat die moontlikheid bestaan dat daar geen toelaatbare oplossing bestaan wanneer een van die beslissingsveranderlikes tot 'n sekere vlak beperk word nie. Wanneer die deursnede van hierdie vlak en die konvekse omhullende van die datapunte leeg is, bestaan daar nie 'n toelaatbare oplossing nie. As voorbeeld beskou die grafiese voorstelling van $C_{2,6}$ teenoor S (Figuur 8.5). Hier is $C_{2,6}$ beperk tot die vlak 1.0 en geen toelaatbare oplossing kon gevind word nie, aangesien die data nie sodanige datapunte bevat het nie. Net so kry mens in die grafiese voorstelling van $G_{2,1}$ teenoor S (Figuur 8.8) geen toelaatbare oplossing wanneer $G_{2,1}$ beperk word tot die vlak 7.0 nie.

Die program is verder so ontwikkel dat die optimale waardes van al die ander beslissingsveranderlikes by elke optimale oplossing op die grafiek weergegee is.

8.3 Resultate en bespreking

Die resultate word in die vorm van grafiese voorstellings vanaf Figuur 8.1 tot Figuur 8.12¹⁾ weergegee. In hierdie grafiese voorstellings is daar van 'n 7-puntskaal gebruik gemaak. Wanneer die totale oppervlak, soos aangedui op die grafiese voorstellings, in oënskou geneem word, word die volgende opgemerk:

Wanneer 'n beslissingsveranderlike beperk word tot 'n sekere vlak, word die minimum van die sukses (S) wat op daardie vlak behaal is, bepaal, en so ook die maksimum van S . Ander toelaatbare oplossings mag tussen hierdie twee optima bestaan.

1) Die notasie in die grafieke is bv. nie $A_{2,1}$ nie maar wel A_{21} . Dit is as gevolg van beperkings op die stipper wat gebruik is.

Hierdie verskil tussen die maksimum- en minimumwaardes van S by enige bepaalde vlak van die beslissingsveranderlike gee 'n aanduiding van die invloed van die oorblywende beslissingsveranderlikes op S in dié sin dat hierdie verskil klein is in die geval waar die oorblywende beslissingsveranderlikes min invloed het, en dat die verskil groot is indien hulle 'n groot invloed het. Hoe smaller die "band" (wat deur die totale oppervlak in die grafiese voorstelling verteenwoordig word) dus is, hoe kleiner is die invloed van die oorblywende beslissingsveranderlikes op S .

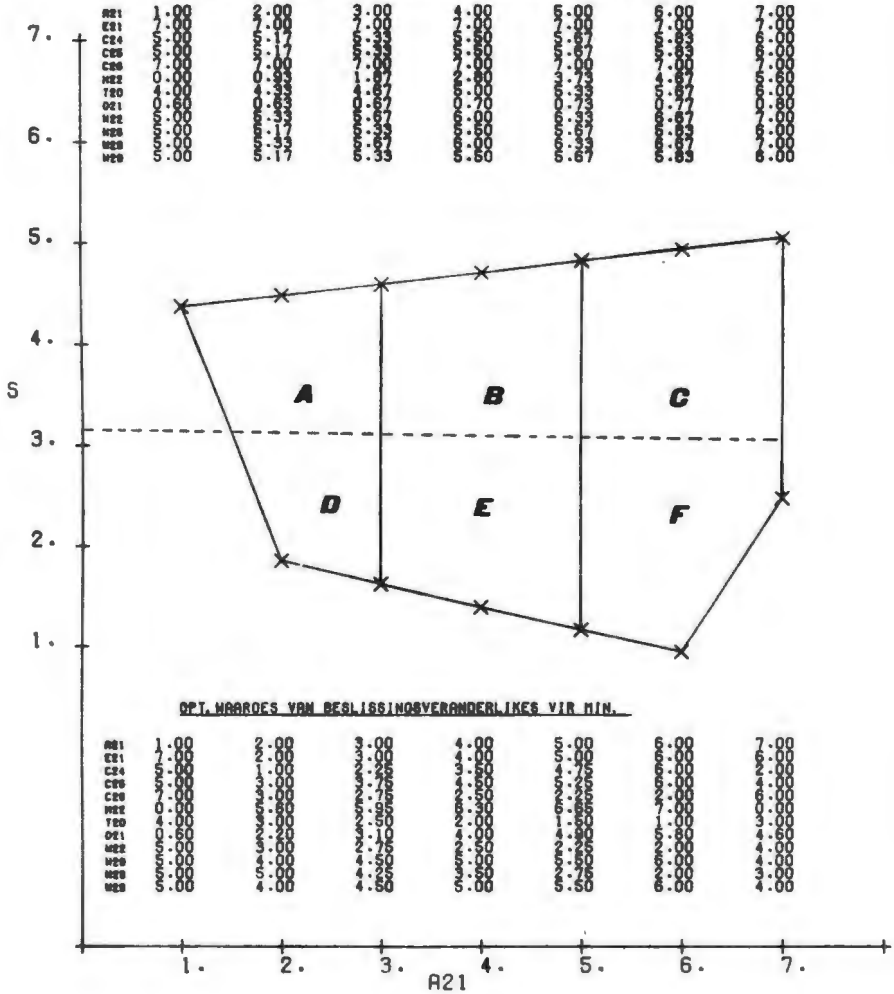
8.3.1 Houding van die bestuur teenoor rekenarisering

Figuur 8.1 is die grafiese voorstelling van die optimale waardes wanneer die veranderlike $A_{2,1}$ beperk word tot die vlakke 1, 2, ..., 7 en die minimum en maksimum van S by elke vlak bereken is. Merk op dat die totale oppervlak, wat verkry is deur die maksimumpunte te verbind en so ook die minimumpunte, verdeel is in ses gebiede A, B, C, D, E en F deurdat die eerste-derde, middelblok en laaste-derde van die gebied gemerk is. Elk van die drie gebiede word verder in twee verdeel deur die gemiddelde waarde van S .

Die enigste rede hiervoor is dat die blokke A en D 'n aanduiding van die sukses van die gerekenariseerde stelsels gee wanneer die beslissingsveranderlike in die grafiese voorstelling tot relatief lae waardes (vlakke 1, 2 en 3) beperk word. So is B en E die oppervlaktes wanneer die beslissingsveranderlike tot vlakke 3, 4 en 5 beperk word, en C en F die oppervlaktes vir die beslissingsveranderlike beperk tot relatief hoë waardes. Dit vergemaklik dus net die ontleding van die grafiek deurdat die effek van die beslissingsveranderlike op die sukses met die eerste oogopslag waargeneem kan word.

FIGUUR 8.1.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIJKE VERANDERLIJKE S
OPT. WAARDES VAN BESLIJSSINGVERANDERLIJES VIR MAKS.



Indien die resultate op die grafiek in oënskou geneem word, merk mens eerstens uit die stygende helling van die lyn wat die maksimum punte verbind, dat hierdie veranderlike $A_{2,1}$ (houding van die bestuur teenoor rekenarisering) wel 'n invloed op die sukses van die stelsels het. Wanneer die houdingsveranderlike hoog is (sê by vlak 7) is die optimale waarde van die afhanklike veranderlike S ook op sy hoogste.

Die invloed van elk van die ander veranderlikes op die sukses van die stelsels word nou beskou. Voordat elkeen afsonderlik behandel word, word eers in Tabel 8.3 die gemiddelde optimale waardes van die verskillende beslissingsveranderlikes by die maksima sowel as by die minima (uit Figuur 8.1) gegee. Die veranderlikes waar die grootste verskil tussen die optimale waardes by die minimum en maksimum voorkom, word met * in die tabel gemerk.

TABEL 8.1

Veranderlike	Gemiddelde optimale waarde by minimum	Gemiddelde optimale waarde by maksimum
$E_{2,1}$	4.7	7.0
$C_{2,4}$	3.5	5.5
$C_{2,5}$	4.5	5.5
* $C_{2,6}$	3.6	7.0
$H_{2,2}$	4.5	2.8
* $T_{2,0}$	2.4	5.0
$G_{2,1}$	3.6	0.7
* $W_{2,2}$	3.1	6.0
$W_{2,6}$	4.9	5.5
* $W_{2,8}$	3.6	6.0
$W_{2,9}$	4.9	5.5

Bestuursondersteuning (E_{2,1})

Bloot uit die gemiddelde waardes blyk dit dat, alhoewel nie baie groot nie, bestuursondersteuning tog invloed op die sukses van die stelsels het. Kyk mens individueel na die gebiede, blyk dit dat indien 'n stelsel in blokke D en E funksioneer, verhoogde bestuursondersteuning die sukses na die gebiede wat bo-gemiddeld is, kan opskuif.

Tegniese kwaliteit (C_{2,4}, C_{2,5} en C_{2,6})

C_{2,4} en C_{2,5} het gemiddeld weinig invloed, maar C_{2,6} (akkuraatheid van die stelsels) se invloed is merkbaar. Indien die stelsel in blok E, met ander woorde met gemiddelde houiding van die bestuur teenoor rekenarisering maar ondergemiddeld suksesvol is, dan kan akkuraatheid 'n redelike groot bydrae tot die verhoging van die sukses tot bogemiddeldheid maak.

Bestuursbetrokkenheid (H_{2,2})

Dit is interessant dat hoe langer die bestuur betrokke was by die ontwerp en ontwikkeling van stelsels, hoe laer die sukses van die stelsels. Dit is hier nie slegs gemiddeld so nie maar dit word deurgaans op die grafiek opgemerk. Dit blyk dat die bestuurder nie tegnies betrokke moet raak by stelsels nie - dit moet oorgelaat word aan die deskundiges op daardie gebied. Natuurlik moet die bestuurder sy behoeftes baie duidelik vir 'n bepaalde toepassingstelsel kan uitdruk, solank hy nie met tegniese detail gekonfronteer word nie.

Tevredenheid met die beskikbaarheid van hulpbronne ($T_{2,0}$)

'n Baie belangrike faktor is die beskikbaarheid van voldoende hulpbronne (personeel, toerusting, kapitaal) soos blyk uit die grafiek. Die gemiddelde optimale waardes by die maksimum en minimum dui dit aan. Dit blyk ook daaruit dat wanneer mens die maksimum gedeelte van die grafiek volg, die waarde van $T_{2,0}$ styg soos wat die grafiek styg. Kyk mens na die minimum gedeelte van die grafiek, dan daal $T_{2,0}$ soos die grafiek daal en styg weer soos wat die grafiek styg.

Tyd van diens in die organisasie ($G_{2,1}$)

Die gemiddelde optimale waarde van $G_{2,1}$ by die minimum is 3.6 en by die maksimum is dit .7. Hierdie is waardes wat geskaal is op 'n 7-punt skaal, en die werklike jare van diens word verkry deur met 5 te vermenigvuldig. Baie pertinent is die feit dat jare van diens van 'n bestuurder in die organisasie omgekeerd eweredig is aan die sukses van die stelsel. Hierdie faktor hou natuurlik direk verband met die ouderdom van die bestuurder en baie redes kan aangevoer word vir hierdie neiging, soos byvoorbeeld die onwilligheid om af te sien van jarelange beproefde prosedures en stelsels, die vrees dat die rekenaar sy werk sal oorneem, ensovoorts.

Houding van die bestuur teenoor rekenaarpersoneel ($W_{2,2}$, $W_{2,6}$, $W_{2,8}$ en $W_{2,9}$)

By $W_{2,2}$ en $W_{2,8}$ is daar gemiddeld 'n groot verskil tussen die minimum- en maksimumwaardes. $W_{2,2}$, wat handel oor die tegniese bekwaamheid van die rekenaarpersoneel, speel 'n groot rol. Net soos in die geval van $T_{2,0}$ styg en daal $W_{2,2}$ saam met die grafiek. Dit is baie duidelik uit die grafiek dat die tegniese bekwaamheid van personeel in die dataverwerkingsdepar-

tement 'n groot invloed op die sukses van gerekenariseerde stelsels het. Merk byvoorbeeld op dat by punt 6, waar die gaping tussen die minimum en maksimum punte op die grafiek die grootste is, die waarde van $W_{2,2} = 2.0$ is by die minimum en 6.67 by die maksimum. Net so blyk dit dat $W_{2,8}$ se waarde by die minimum 2.0 en by die maksimum 6.67 is. Indien mens die hele stel waardes van die veranderlikes by die minimum en maksimum op vlak 6 met mekaar vergelyk, blyk dit dat 'n stelsel wat in gebied F funksioneer verbeter kan word deur beter rekenaarpersoneel aan te stel en om die opleiding aan gebruikers ($W_{2,8}$) omtrent die stelsels wat hulle gebruik, te verbeter.

Samevattend blyk dit uit hierdie grafiek dat die belangrikste faktore wat by die verhoging van sukses 'n rol kan speel, die volgende is: $W_{2,2}$, $W_{2,8}$, $T_{2,0}$, $C_{2,6}$ en $H_{2,2}$. $G_{2,1}$ speel ook 'n pertinente rol, maar mens kan $G_{2,1}$ beskou as 'n staatveranderlike (d.w.s. 'n veranderlike waaraan nie verander kan word nie).

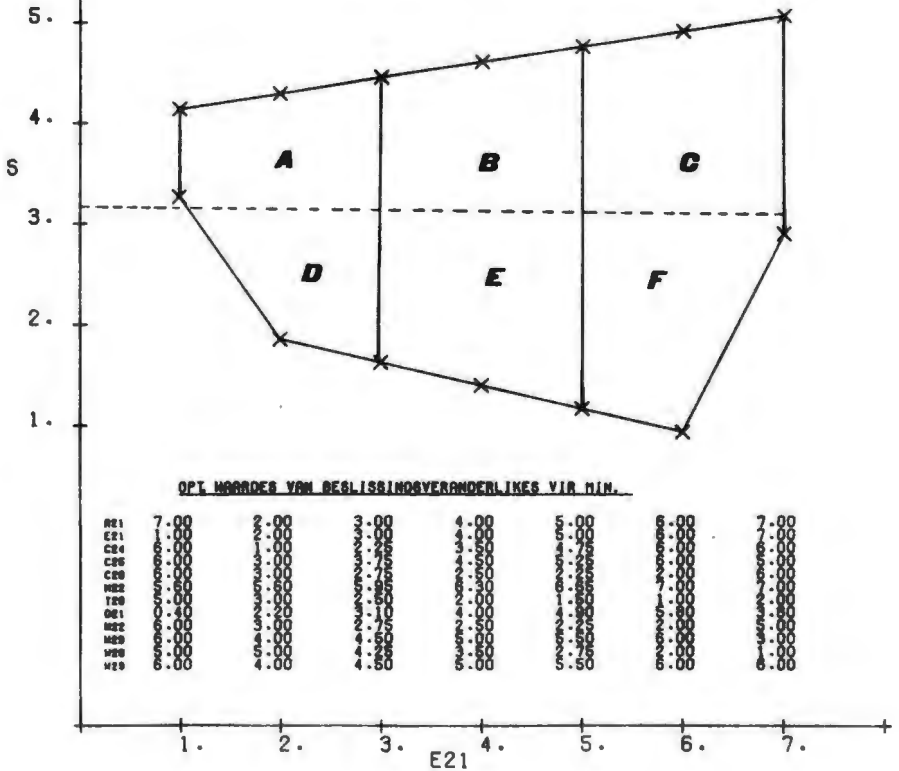
8.3.2 Bestuursondersteuning

Die tweede grafiek (Figuur 8.2) toon die optimale waardes van die beslissingsveranderlikes wanneer $E_{2,1}$ beperk word tot die vlakke 1, 2, ..., 7. Uit die helling van die grafiek vir die maksimum waardes blyk dit duidelik dat bestuursondersteuning 'n invloed het op die sukses van gerekenariseerde stelsels.

FIGUUR 8.2.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIJKE VERANDERLIJKE
OPT. WAARDES VAN BESLISSINGOVERANDERLIJKE VOR MAKS.

R21	6.00	6.17	6.33	6.50	6.67	6.83	7.00
E21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C24	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
C26	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
C28	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
H22	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
T20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Q21	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
H22	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
H26	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
H28	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
H29	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00



TABEL 8.2

Veranderlike	Gemiddelde optimale waardes vir minimum	Gemiddelde optimale waardes vir maksimum
$A_{2,1}$	4.9	6.5
$C_{2,4}$	4.2	4.5
$C_{2,5}$	4.7	4.0
* $C_{2,6}$	3.6	6.0
$H_{2,2}$	6.3	5.6
* $T_{2,0}$	2.4	5.0
$G_{2,1}$	3.5	1.8
* $W_{2,2}$	3.4	7.0
$W_{2,6}$	4.9	6.5
* $W_{2,8}$	3.4	5.5
$W_{2,9}$	5.3	4.5

Bestuurshouding teenoor rekenarisering ($A_{2,1}$)

Dit blyk weer eens uit die gemiddelde sowel as individuele punte op die grafiek dat hierdie veranderlike 'n effense invloed het op die sukses van die stelsels. Dit geld veral vir stelsels in gebied E.

Tegniese kwaliteit van die stelsels ($C_{2,4}$, $C_{2,5}$, $C_{2,6}$)

Dit blyk dat $C_{2,4}$ en $C_{2,5}$ geen invloed het nie, maar $C_{2,6}$ is baie pertinent. Die akkuraatheid van die stelsels speel dus 'n groot rol. Dit is waarneembaar op die gemiddeld sowel as individuele punte.

Bestuursbetrokkenheid ($H_{2,2}$)

Soos in die vorige grafiek het die mate van betrokkenheid van die bestuur weer 'n negatiewe invloed (effens) op die sukses van die stelsels.

Beskikbaarheid van hulpbronne ($T_{2,0}$)

Dit speel baie duidelik deurgaans 'n groot rol. Merk op watter rol dit by stelsels in blokke C en F speel. By die minimumpunt in blok F is $T_{2,0} = 1.0$ en by die maksimum in blok C is $T_{2,0} = 5.67$. Net so wanneer $E_{2,1}$ tot vlak 7 beperk word, is $T_{2,0} = 2.0$ en 6.0 respektiewelik by die minimum en maksimum punte.

Dienstydperk in die organisasie ($G_{2,1}$)

Dieselfde tendens vind mens hier as by die vorige grafiek: minder sukses by bestuurders met langer diensjare.

Houding teenoor rekenaarpersoneel ($W_{2,2}, W_{2,6}, W_{2,8}, W_{2,9}$)

Net soos in die eerste grafiek is tegniese kwaliteit van die rekenaarpersoneel ($W_{2,2}$) en die kwaliteit van opleiding wat aan die gebruikers verskaf word ($W_{2,8}$), van kardinale belang. Die ander twee veranderlikes het hier geen invloed nie.

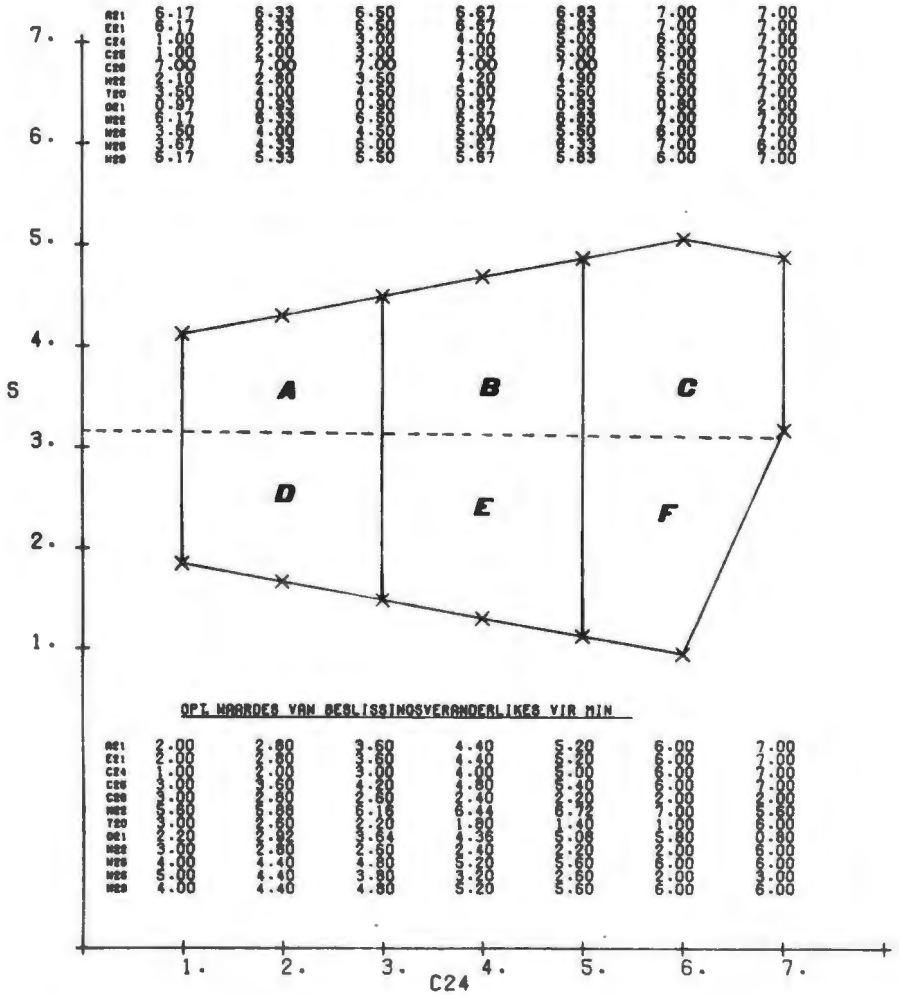
Samevattend is die belangrikste faktore hier $C_{2,6}$, $T_{2,0}$, $W_{2,2}$ en $W_{2,8}$.

8.3.3 Te veel detail in uitvoerverslae ($C_{2,4}$)

Wanneer mens die helling van die lyn wat die maksimum waardes in die grafiek (Figuur 8.3) verbind, beskou, blyk dit dat hierdie veranderlike slegs 'n beperkte rol speel.

FIGUUR 8.3.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE 8
OPT. WAARDES VAN BESLISSINGVERANDERLIKES VIR MAKS.



TABEL 8.3

Veranderlike	Gemiddelde optimale waardes vir minimum	Gemiddelde optimale waardes vir maksimum
A _{2,1}	4.4	6.6
E _{2,1}	4.4	6.6
C _{2,5}	4.9	4.0
*C _{2,6}	2.4	7.0
*H _{2,2}	6.2	4.3
*T _{2,0}	2.6	5.1
*G _{2,1}	3.5	1.0
*W _{2,2}	3.0	6.6
W _{2,6}	5.1	5.1
*W _{2,6}	3.4	5.4
W _{2,9}	5.1	5.8

Wanneer mens die vlak (vlak 6) waar die verskil tussen die minimum en maksimum waardes die grootste is, beskou, merk mens op dat daar slegs vyf veranderlikes is wat baie in die minimum en maksimum waardes van mekaar verskil. Die vyf is C_{2,6}, T_{2,0}, G_{2,1}, W_{2,2} en W_{2,8}. Deur dus slegs aan die vier nie-staatveranderlikes te verbeter, kan 'n stelsel wat swak is (gebied F), bogemiddeld verbeter word. Dit is bekwame rekenaarpersoneel, akkurate stelsels, goeie opleiding aan gebruikers aangaande die stelsels wat hulle gebruik en voldoende hulpbronne. Ook hier sien mens dat die betrokkenheid van bestuurders in die ontwikkeling van stelsels (H_{2,2}) 'n negatiewe invloed op die sukses van die stelsels het.

8.3.4 Te min detail in uitvoerverslae (C_{2,5})

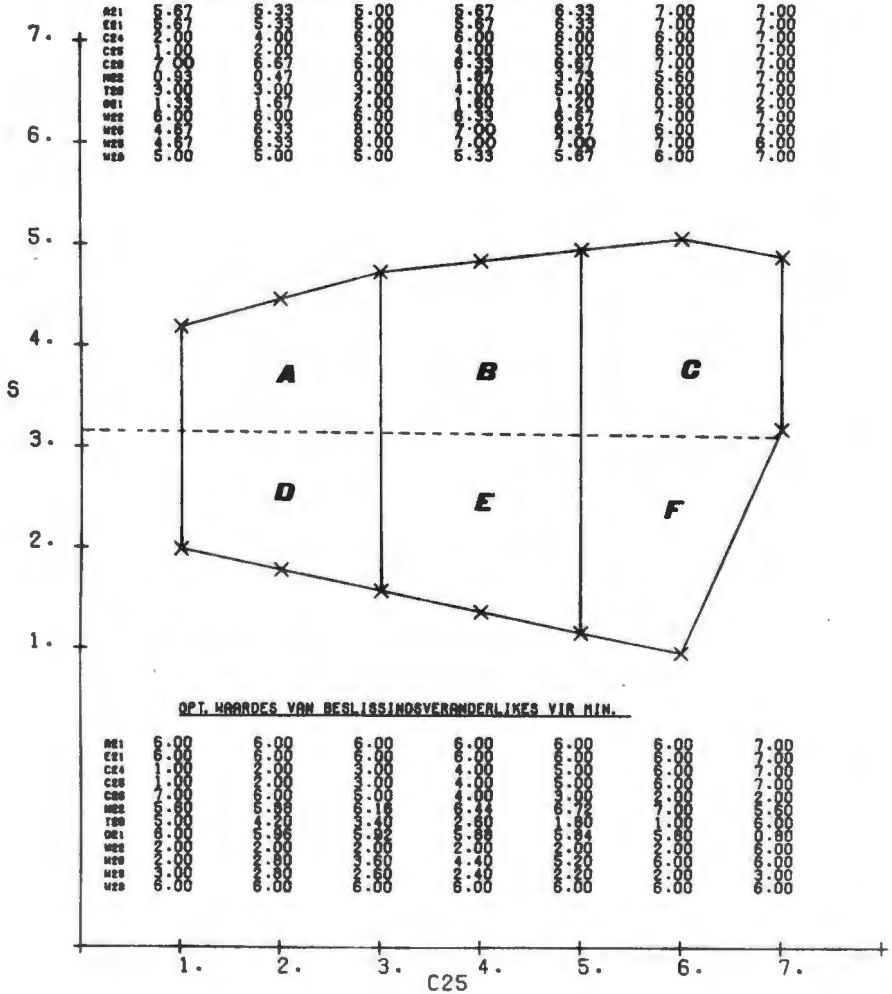
Presies dieselfde tendens blyk uit hierdie grafiek (Figuur 8.4) as wat in die vorige een waargeneem is. Dit blyk ook duidelik uit die tabel wat die gemiddelde waardes bevat (Tabel 8.4).

FIGUUR 8.4.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE 8

OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MAKS.

R21	5.67	5.33	5.00	5.67	6.33	7.00	7.00
R21	6.67	6.33	6.00	6.67	7.33	7.00	7.00
C24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.00	7.00
C25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.00	7.00
C26	7.00	6.67	6.00	6.67	6.00	7.00	7.00
R22	0.93	0.67	0.00	0.93	0.73	0.60	0.60
T28	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.80	0.80
R21	1.33	1.67	2.00	1.67	2.00	7.00	7.00
R22	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00
R23	4.67	4.33	4.00	4.67	5.33	6.00	6.00
R23	4.67	4.33	4.00	4.67	5.33	6.00	6.00
R23	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	7.00	7.00



OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MIN.

R21	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00
R21	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00
C24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00
C25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00
C26	7.00	6.67	6.00	6.67	6.00	7.00	7.00
R22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R21	0.00	0.66	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
R22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R23	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00
R23	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00
R23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00

TABEL 8.4

Veranderlikes	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
$A_{2,1}$	6.0	6.0
$E_{2,1}$	6.0	6.0
$C_{2,4}$	4.0	5.3
* $C_{2,6}$	4.1	6.67
* $H_{2,2}$	6.2	2.8
$T_{2,0}$	3.4	4.4
* $G_{2,1}$	5.2	1.5
* $W_{2,2}$	2.6	6.4
* $W_{2,6}$	4.3	6.4
* $W_{2,8}$	2.6	6.4
$W_{2,9}$	6.0	5.6

Die enigste verskil is dat in hierdie geval $T_{2,0}$ nie so 'n groot rol as in die vorige grafiek speel nie en dat $W_{2,6}$ hier 'n rol speel wat nie in die vorige grafiek teenwoordig was nie. $W_{2,6}$ dui op die agting wat rekenaarpersoneel vir 'n bestuurder se bestuursbekwaamheid het.

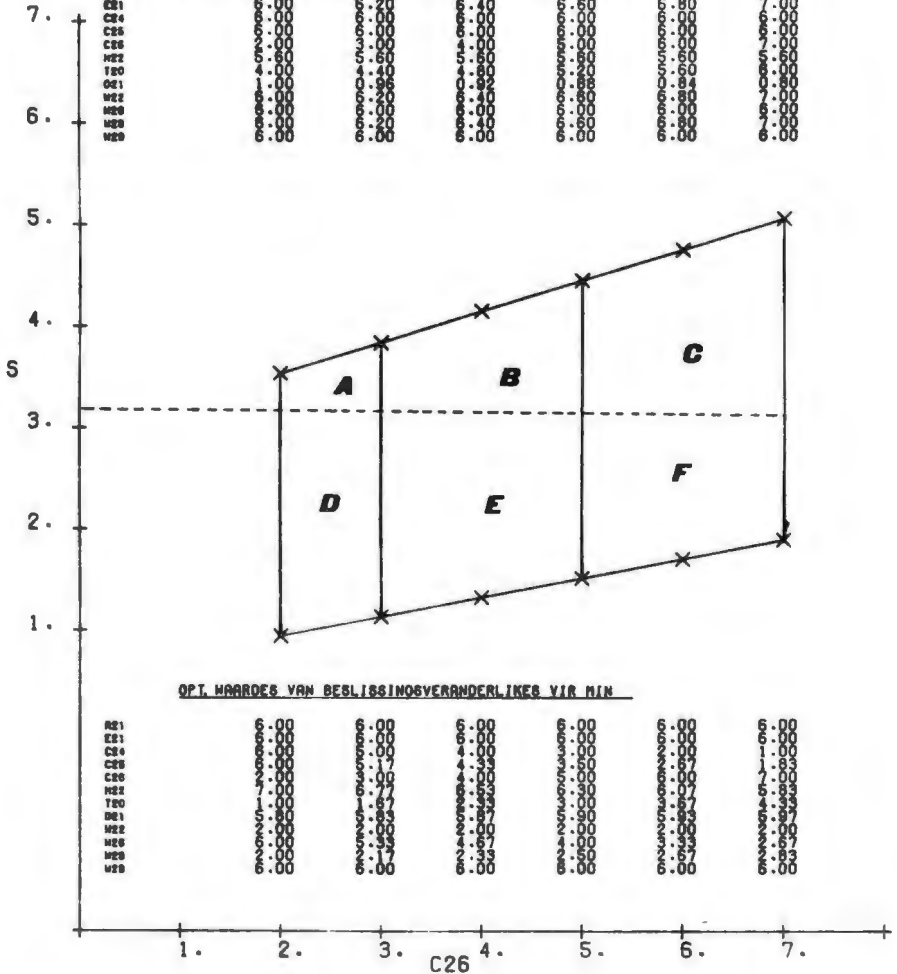
8.3.5 Akkuraatheid van die inligting wat deur die stelsels verskaf word ($C_{2,6}$)

Uit hierdie grafiek (Figuur 8.5) blyk hoe belangrik akkurate inligting in enige organisasie kan wees. 'n Skerp styging in beide die maksimum as minimum van die grafiek word waargeneem wanneer die vlak van $C_{2,6}$ verhoog. Let op hoe gebied A ten opsigte van grootte van die ander verskil. Dit is duidelik dat daar in hierdie ervaringsveld min stelsels is wat bogemiddeld suksesvol is wanneer die akkuraatheid laag is. Omgekeerd is daar relatief baie stelsels (oppervlak C) wat bogemiddeld suksesvol is wanneer die inligting akkuraat is.

FIGUUR 8.5.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE 8
OPT. WAARDES VAN BESLISSINGVERANDERLIKES VIR MAKS.

BE1	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
EE1	6.00	0.20	0.40	0.60	0.80	7.00
CE4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
CE5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
CE6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
HE2	0.80	0.60	0.50	0.60	0.60	5.50
TE0	4.00	4.40	4.80	5.20	5.60	6.00
DE1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80
HE2	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	7.00
HE3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
HE9	0.00	0.00	0.40	0.60	0.80	7.00
HE9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00



OPT. WAARDES VAN BESLISSINGVERANDERLIKES VIR MIN

BE1	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
EE1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
CE4	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	1.00
CE5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
CE6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
HE2	7.00	6.77	6.53	6.30	6.07	5.83
TE0	1.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.33
DE1	0.80	0.83	0.87	0.90	0.93	0.97
HE2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HE3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HE9	0.00	0.00	0.33	0.50	0.67	0.83
HE9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00

TABEL 8.5

Veranderlike	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
$A_{2,1}$	5.6	4.0
$E_{2,1}$	5.6	6.0
* $C_{2,4}$	5.4	5.6
* $C_{2,5}$	3.8	5.6
$H_{2,2}$	6.0	5.2
* $T_{2,0}$	2.4	4.6
* $G_{2,1}$	5.5	.8
* $W_{2,2}$	1.9	6.0
$W_{2,6}$	4.1	5.6
* $W_{2,8}$	2.2	6.0
$W_{2,9}$	5.6	5.6

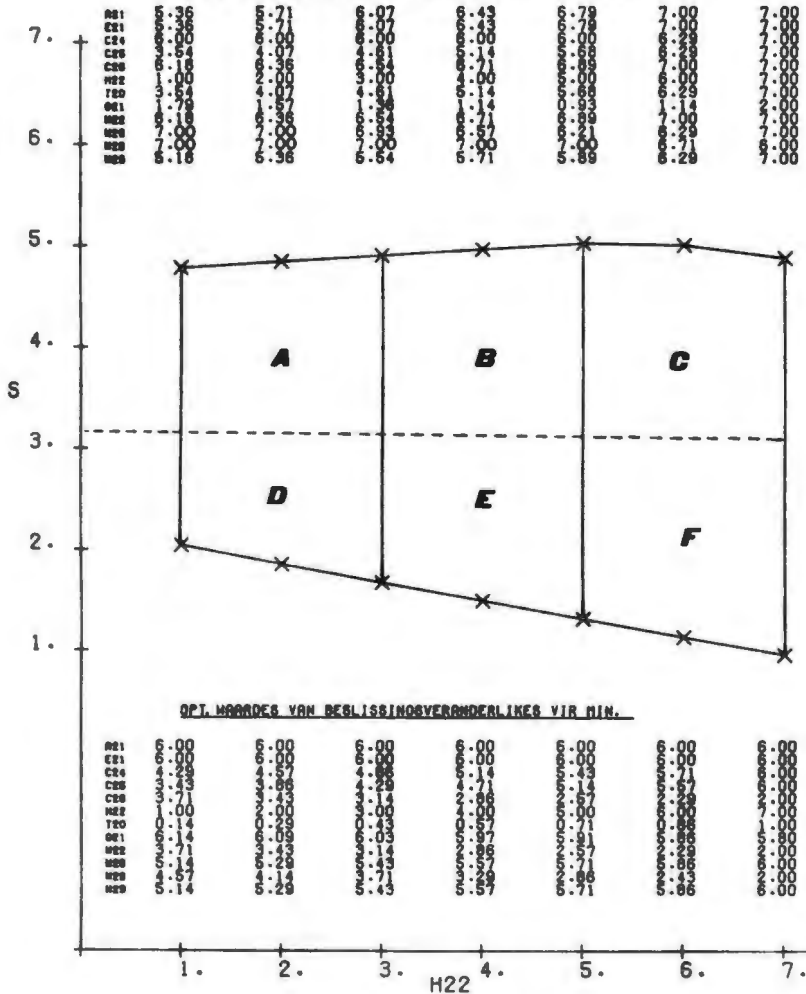
Die graad van detail (te veel of te min $C_{2,4}$ en $C_{2,5}$) speel hier 'n redelike belangrike rol, terwyl die beskikbaarheid van hulpbronne weer eens pertinent voorkom. Die dienstyl van die bestuurders is weer eens ook hier van belang - hoe langer diens hoe swakker die stelsels. Die tegniese kwaliteit van rekenaar personeel en opleiding wat aan gebruikers verskaf word, is baie belangrike faktore.

8.3.6 Betrokkenheid van bestuurders in die ontwikkeling van stelsels ($H_{2,2}$)

Baie duidelik uit hierdie grafiek (Figuur 8.6) blyk die feit dat die betrokkenheid van bestuurders in die ontwikkeling van stelsels geen positiewe invloed op die sukses van die stelsels het nie.

FIGUUR 8.6.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE S
OPT. WAARDES VAN BESLISSINGVERANDERLIKES VIA MAKS.



TABEL 8.6

Veranderlikes	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
$A_{2,1}$	6.0	6.3
$E_{2,1}$	6.0	6.3
$C_{2,4}$	5.1	6.2
$C_{2,5}$	5.6	5.2
* $C_{2,6}$	2.9	6.7
* $T_{2,0}$	.6	5.2
* $G_{2,1}$	6.0	1.4
* $W_{2,2}$	2.9	6.7
$W_{2,6}$	5.6	6.7
* $W_{2,8}$	3.3	7.0
$W_{2,9}$	5.6	5.9

Uit die gemiddeldes en ook by enige individuele vlak op die grafiek blyk dit duidelik dat die sukses verbeter kan word deur die vier veranderlikes $C_{2,6}$, $T_{2,0}$, $W_{2,2}$ en $W_{2,8}$ te vermeerder.

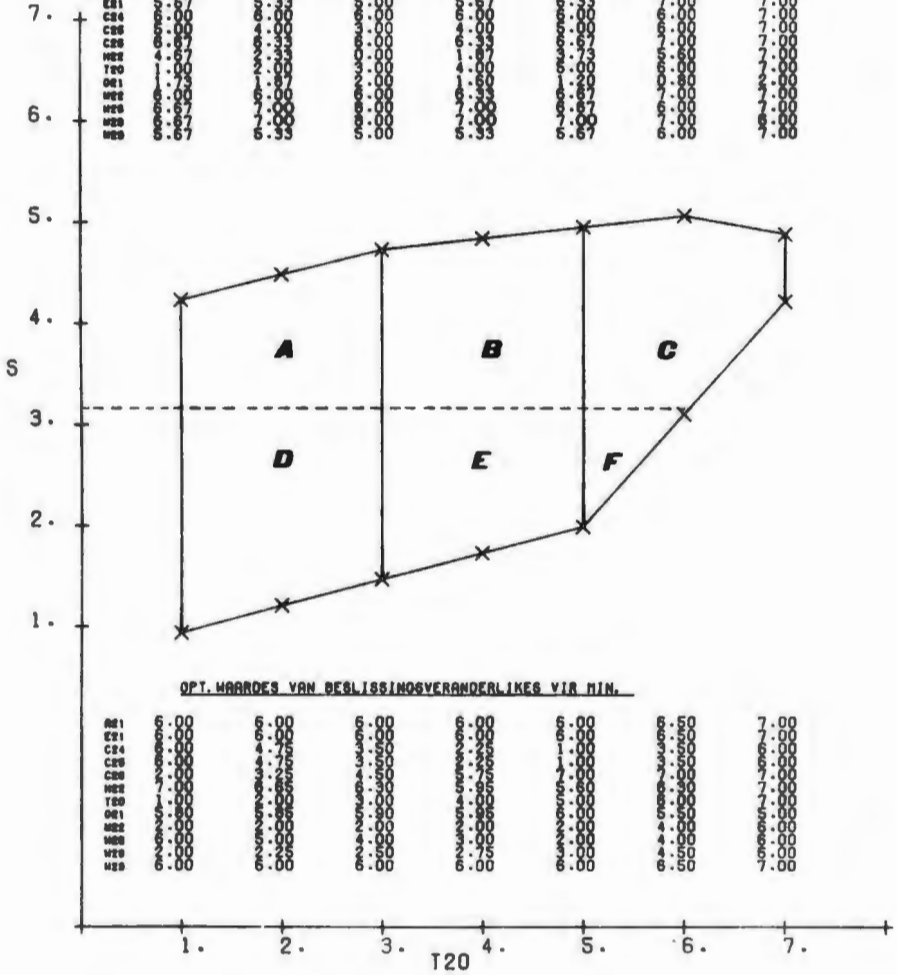
8.3.7 Beskikbaarheid van hulpbronne ($T_{2,0}$)

Figuur 8.7 beklemtoon die belangrikheid van hierdie veranderlike in die sukses van gerekenariseerde stelsels. Merk op hoe min stelsels onder gemiddeld suksesvol funksioneer (gebied F) wanneer die vlak van tevredenheid met die beskikbaarheid van hulpbronne redelik hoog is. Netso, indien die tevredenheid met hierdie veranderlike maksimaal is, is die gaping tussen die minimum en maksimum van die sukses baie klein en kan weinig gedoen word om dit te verbeter. Natuurlik is dit egter so dat die beskikbaarheid van hulpbronne in 'n groot mate beperk word deur die hoë koste daaraan verbonde, en sal mens min gevalle teëkom waar die toerusting, personeel, ensovoorts absoluut voldoende is. Dit is duidelik dat die oorblywende beslissingsveranderlikes by hierdie

FIGUUR 8.7.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIJKE VERANDERLIJKE S
OPT. WAARDEN VAN BESLIJSSINGVERANDERLIJKE VIA MAKS.

AS1	5.33	5.67	5.00	5.67	6.33	7.00	7.00
ES1	5.67	5.33	5.00	5.67	6.33	7.00	7.00
CS4	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	7.00
CS8	5.67	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00
CS9	5.67	5.33	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00
HS2	5.67	5.33	5.00	1.87	3.87	5.60	7.00
TS0	1.00	1.00	3.00	4.00	5.00	5.00	7.00
OS1	1.73	1.87	2.00	1.60	1.20	0.80	3.00
MS2	5.00	5.00	5.00	6.33	6.87	7.00	7.00
WS9	5.67	5.00	5.00	7.00	6.87	6.00	7.00
MS9	5.67	5.00	5.00	7.00	7.00	6.00	7.00
MS8	5.67	5.33	5.00	5.33	5.67	6.00	7.00



vlak (7.0) min invloed op die sukses van die gerekenariseerde stelsels het.

TABEL 8.7

Veranderlikes	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
$A_{2,1}$	6.2	6.1
$E_{2,1}$	6.2	6.0
* $C_{2,4}$	3.9	6.1
$C_{2,5}$	3.9	4.9
$C_{2,6}$	5.2	6.6
* $H_{2,2}$	6.4	3.6
* $G_{2,1}$	5.7	1.6
* $W_{2,2}$	2.9	6.4
* $W_{2,6}$	4.3	6.8
* $W_{2,8}$	3.3	6.9
$W_{2,9}$	6.2	5.7

Uit die tabel vir gemiddeldes blyk dit dat die sukses verhoog kan word deur besonderhede in die uitvoerverslae wat aan bestuurders gelewer word, te verminder ($C_{2,4}$), bestuurders nie in tegniese detail te betrek nie ($H_{2,2}$), tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel te verbeter ($W_{2,2}$), en goeie opleiding aan gebruikers te verskaf ($W_{2,8}$). Verder kan gestreef word na bestuurders waarvoor die rekenaarpersoneel agting het ($W_{2,6}$). Met die bestaande bestuur in 'n organisasie kan daar seker nie veel aan hierdie veranderlike gedoen word nie.

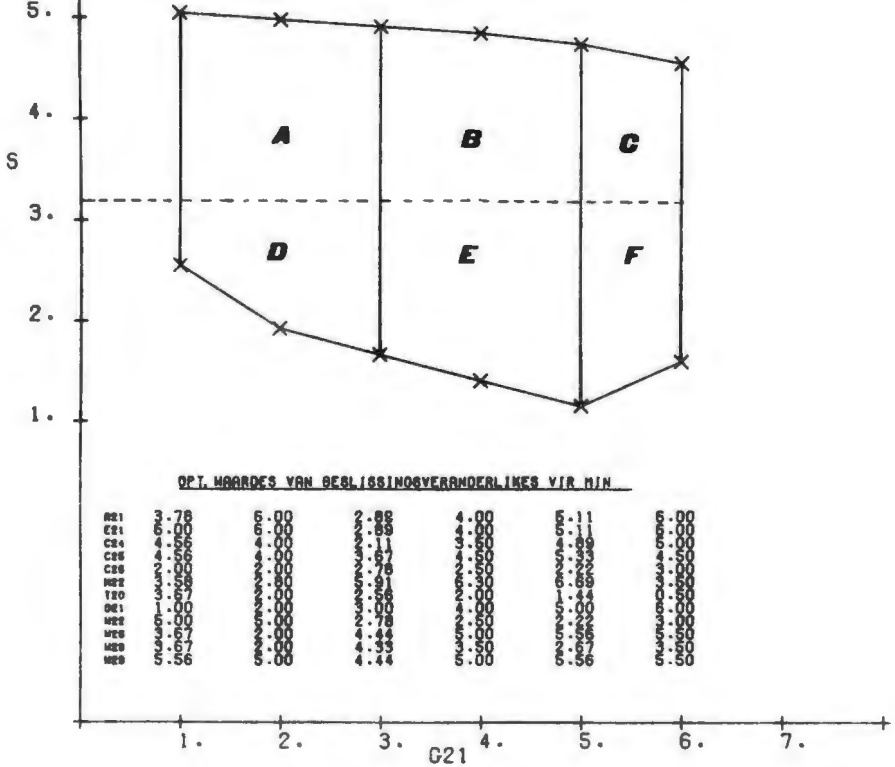
8.3.8 Dienstydperk van die bestuur in die organisasie ($G_{2,1}$)

Uit die hele verloop van hierdie grafiek (Figuur 8.8) is dit duidelik dat die bestuurder met minder jare diens, groter sukses met gerekenariseerde stelsels behaal. Dit is presies in ooreenstemming met wat sover uit alle vorige grafieke waargeneem is.

FIGUUR 8.8.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE S
 OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MAKS.

R21	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
R21	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
C24	6.00	6.00	6.00	6.00	6.40	7.00
C26	6.00	6.00	6.00	6.00	6.40	7.00
C26	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
R22	6.67	6.04	6.41	6.78	7.00	7.00
T20	6.06	6.32	6.58	6.84	7.00	7.00
R21	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
R22	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
R23	6.06	6.32	6.58	6.84	7.00	7.00
R23	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
R23	6.05	6.32	6.58	6.84	7.00	6.00



TABEL 8.8

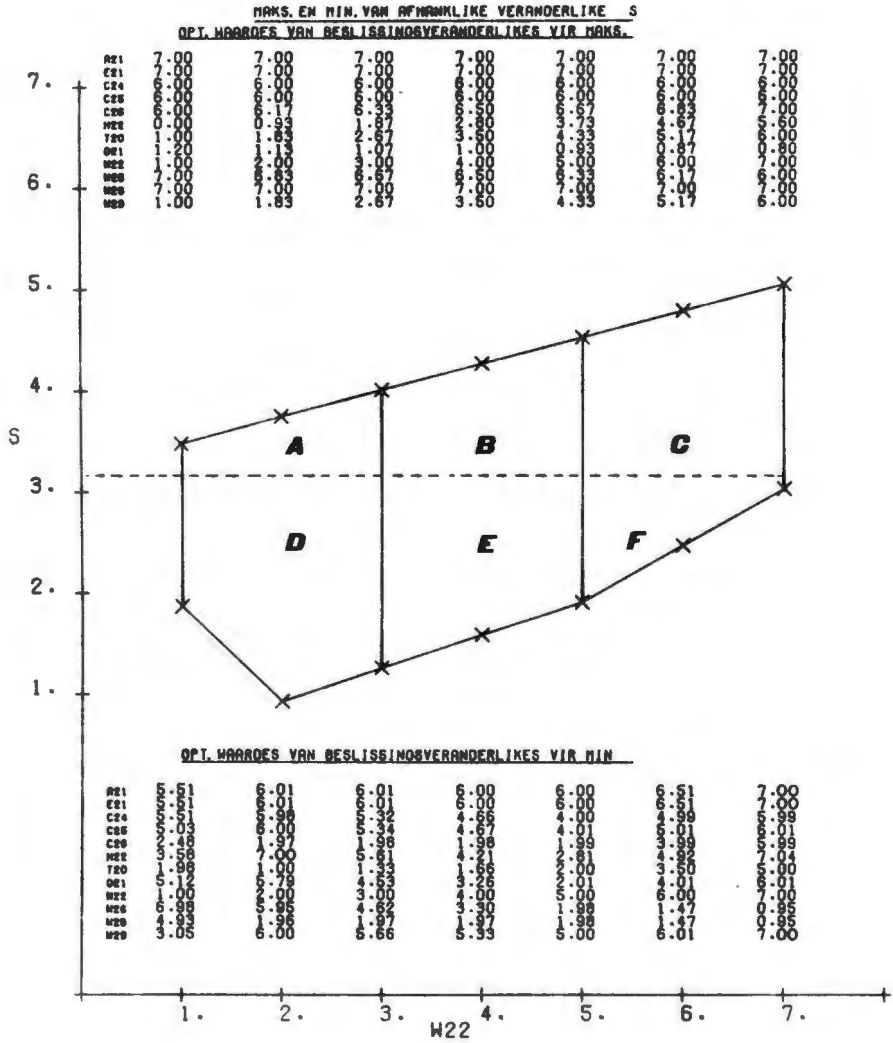
Veranderlikes	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
$A_{2,1}$	4.8	7.0
$E_{2,1}$	5.1	7.0
$C_{2,4}$	4.0	6.2
$C_{2,5}$	4.2	6.2
* $C_{2,6}$	2.6	6.7
$H_{2,2}$	4.1	6.6
* $T_{2,0}$	1.7	6.3
* $W_{2,2}$	3.5	6.9
$W_{2,6}$	4.5	6.4
* $W_{2,8}$	3.5	6.9
$W_{2,9}$	5.2	6.4

Alhoewel alle veranderlikes verbeter kan word, is die vier waar daar die grootste verskil tussen die gemiddelde optimale minimum en gemiddelde optimale maksimum bestaan weer eens $C_{2,6}$, $T_{2,0}$, $W_{2,2}$ en $W_{2,8}$.

8.3.9 Tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel ($W_{2,2}$)

Hierdie grafiek toon die skerpste toename in sukses wanneer $W_{2,2}$ vermeerder word (Figuur 8.9). Hier merk mens weinig bogemiddeld suksesvolle stelsels wanneer tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel laag is (gebied A), terwyl min ondergemiddeld suksesvolle stelsels bestaan wanneer die tegniese kwaliteit hoog is (gebied F).

FIGUUR 8.9.



TABEL 8.9

Veranderlike	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
$A_{2,1}$	6.1	7.0
$E_{2,1}$	6.1	7.0
$C_{2,4}$	5.2	6.0
$C_{2,5}$	5.2	6.0
* $C_{2,6}$	2.9	6.5
* $H_{2,2}$	5.0	2.8
$T_{2,0}$	2.4	3.5
* $G_{2,1}$	4.4	1.0
* $W_{2,6}$	3.6	6.5
* $W_{2,8}$	2.2	7.0
* $W_{2,9}$	5.4	3.5

Behalwe dat $T_{2,0}$ in hierdie geval nie so 'n groot invloed het as voorheen nie, geld dieselfde vir hierdie grafiek as vir die voriges. Bykomend egter is die negatiewe rol van $W_{2,9}$. Gebruikersbetrokkenheid blyk nie juis hier bevorderlik te wees vir die sukses van gerekenariseerde stelsels nie. Dit is opmerklik dat ook hier presies dieselfde vir bestuursbetrokkenheid geld. $W_{2,6}$ is hier ook pertinent met die groot verskil tussen sy maksimum en minimum. Die bekwaamheid van die bestuurder speel dus 'n groot rol in die kwaliteit van die gerekenariseerde stelsels.

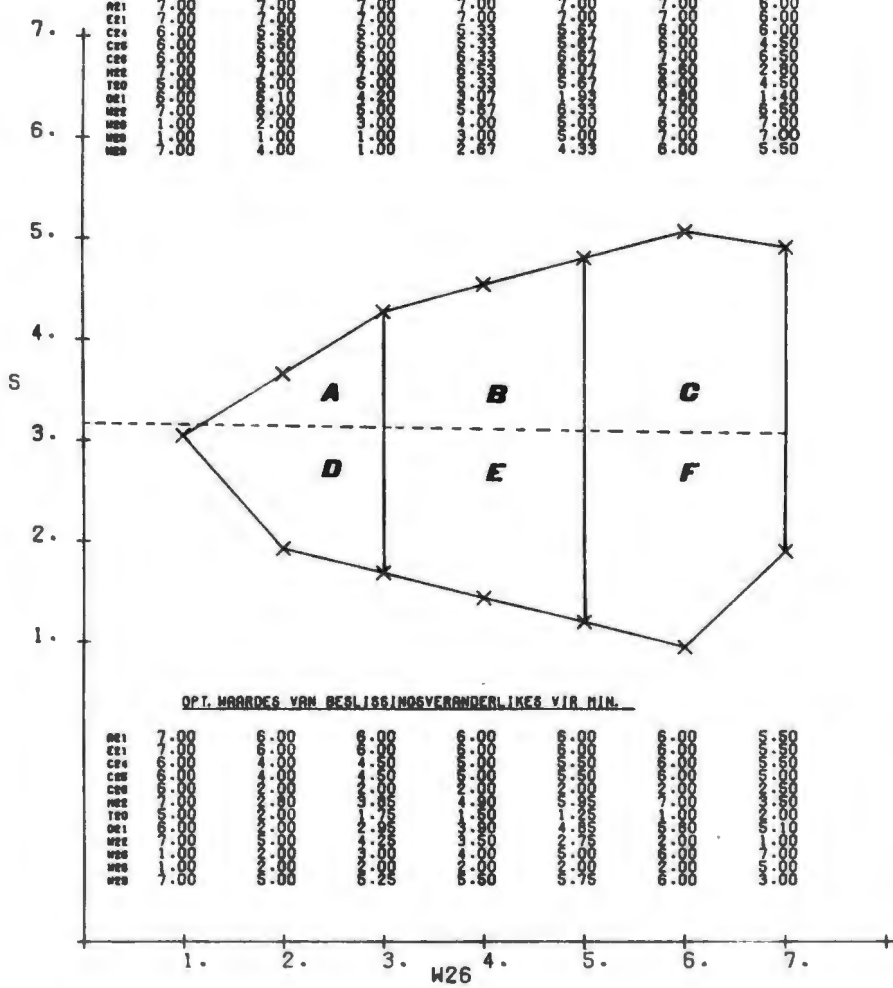
8.3.10 Agting van rekenaarpersoneel vir die bestuurder se bekwaamheid ($W_{2,6}$)

Uit Figuur 8.10 is dit duidelik dat hierdie veranderlike ook 'n rol speel in die sukses van die stelsels, maar die groot verskil in afstand tussen die maksima en minima veral wanneer $W_{2,6}$ tot die gemiddelde en hoër vlakke beperk word, dui daarop dat die ander oorblywende beslissingsveranderlikes 'n groot invloed op die sukses het.

FIGUUR 8.10.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIJKE VERANDERLIJKE S
OPT. WAARDES VAN BESLIJSSINGSVERANDERLIJES VUR MAKS.

BE1	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.00
BE2	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.00
BE3	6.00	5.00	5.00	5.33	6.67	6.00	6.00
BE4	6.00	5.00	5.00	5.33	6.67	6.00	4.50
BE5	6.00	5.00	5.00	5.33	6.67	6.00	5.00
BE6	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
BE7	6.00	5.00	5.00	5.33	6.67	6.00	4.50
BE8	6.00	5.00	5.00	5.33	6.67	6.00	4.50
BE9	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
BE10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.00	7.00
BE11	7.00	4.00	1.00	5.67	4.33	6.00	5.50



OPT. WAARDES VAN BESLIJSSINGSVERANDERLIJES VUR MIN.

BE1	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50
BE2	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50
BE3	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
BE4	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
BE5	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
BE6	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
BE7	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
BE8	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
BE9	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
BE10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
BE11	7.00	5.00	2.25	4.50	3.75	4.00	3.50
BE12	7.00	5.00	2.25	4.50	3.75	4.00	3.50

TABEL 8.10

Veranderlikes	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
A _{2,1}	6.2	6.9
E _{2,1}	6.2	6.9
C _{2,4}	5.2	5.6
C _{2,5}	5.1	5.4
*C _{2,6}	2.6	6.4
H _{2,2}	5.0	5.1
*T _{2,0}	2.1	5.2
G _{2,1}	4.4	3.2
*W _{2,2}	3.6	6.2
W _{2,8}	2.3	3.6
W _{2,9}	5.4	4.4

Die enigste drie veranderlikes wat hier baie duidelik verander kan word om die sukses te verhoog is C_{2,6}, T_{2,0} en W_{2,2}.

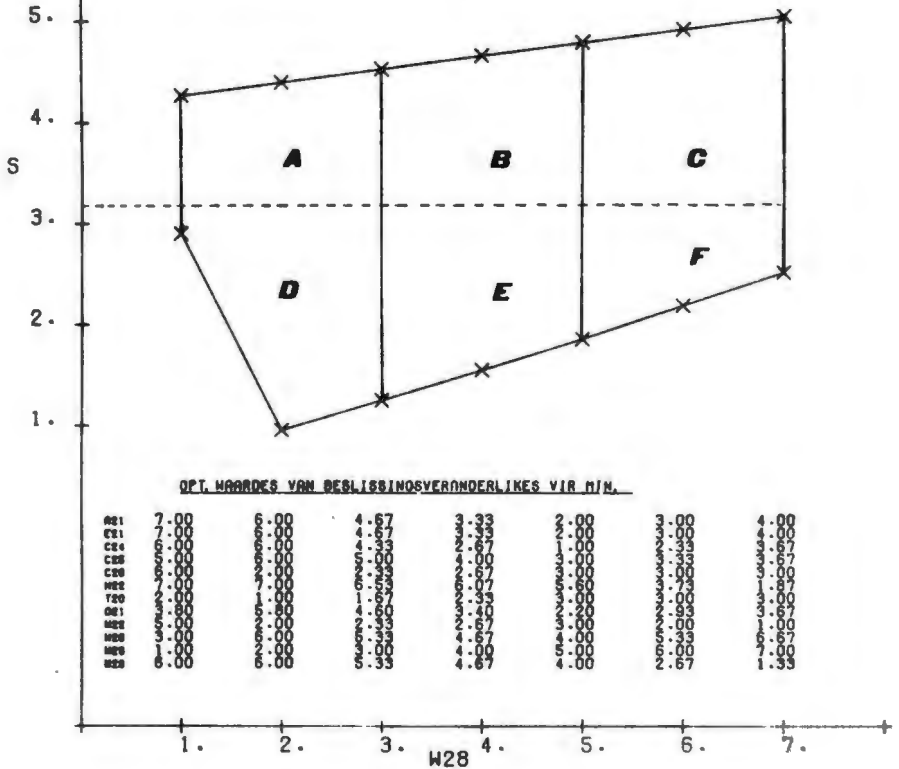
8.3.11 Opleiding aan gebruikers verskaf deur rekenaarpersoneel (W_{2,8})

Hierdie veranderlike is baie belangrik. Dit kan duidelik in Figuur 8.11 opgemerk word dat die sukses deurentyd verhoog wanneer hierdie veranderlike verhoog word.

FIGUUR 8.11.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE S
 OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MAKS.

AB1	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
CB1	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
CB4	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
CB8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CB9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WB2	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
TS0	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
WB1	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
WB2	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
WB8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WB9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MIN.

AB1	7.00	6.00	4.67	3.33	2.00	3.00	4.00
CB1	7.00	0.00	4.00	2.67	1.00	3.00	4.00
CB4	6.00	0.00	4.33	2.67	1.00	3.33	3.67
CB8	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	3.67	3.67
CB9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00
WB2	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
TS0	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
WB1	0.00	0.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.67
WB2	0.00	0.00	3.33	2.67	0.00	0.00	1.00
WB8	3.00	0.00	3.33	4.67	4.00	3.33	6.67
WB9	1.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	7.00
WB9	6.00	0.00	0.33	4.67	4.00	2.67	1.33

TABEL 8.11

Veranderlike	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
*A _{2,1}	4.5	7.0
*E _{2,1}	4.3	7.0
*C _{2,4}	3.7	5.5
C _{2,5}	4.3	5.5
*C _{2,6}	3.1	6.2
H _{2,2}	5.4	6.3
*T _{2,0}	2.3	5.5
G _{2,1}	3.8	2.5
*W _{2,2}	2.6	6.0
W _{2,6}	5.0	4.5
W _{2,9}	4.5	5.5

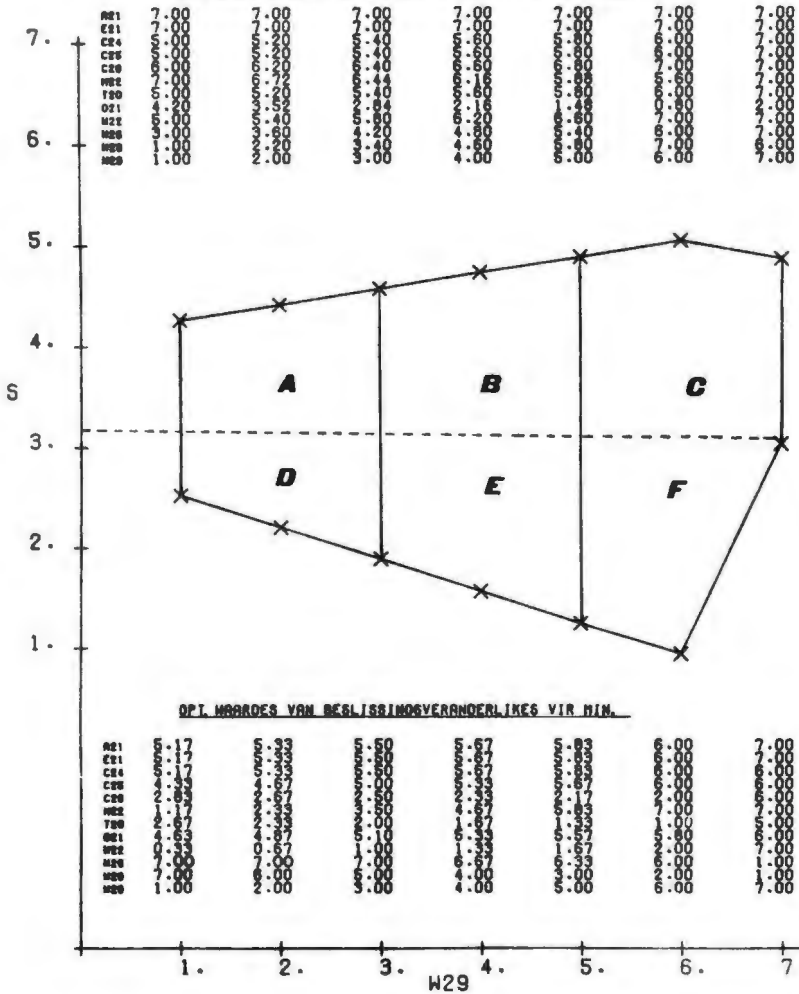
Die grootste verskille tussen gemiddelde optimale waarde vir minimum en gemiddelde optimale waardes vir maksimum word weer by C_{2,6}, T_{2,0} en W_{2,2} gevind. 'n Redelike verskil kom egter ook voor by A_{2,1}, E_{2,1} en C_{2,4}. Dit is interessant om op te merk dat A_{2,1} en E_{2,1} feitlik deurentyd dieselfde maksimum en minimum waardes het. Dit is egter ook maklik te verklaar, aangesien 'n bestuurder met 'n positiewe houding teenoor rekenariserings ook ondersteuning sal verleen aan die rekenariserings van stelsels - wat weer eens die interafhanklikheid tussen sommige van die "onafhanklike" veranderlikes beklemtoon.

8.3.12 Betrokkenheid van gebruikers by die ontwerp van stelsels (W_{2,9})

In hierdie laaste grafiek (Figuur 8.12) kan gemerk word dat die helling van die lyn wat die maksimum punte verbind effens styg met groterwordende W_{2,9}. Dus, alhoewel die invloed van hierdie veranderlike nie groot is nie, is daar tog 'n effense positiewe invloed op die sukses te bespeur.

FIGUUR 8.12.

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE S
OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKE VIR MAKS.



TABEL 8.12

Veranderlike	Gemiddelde optimale waarde vir minimum	Gemiddelde optimale waarde vir maksimum
A _{2,1}	5.8	7.0
E _{2,1}	5.8	7.0
C _{2,4}	5.8	5.7
C _{2,5}	5.3	5.7
*C _{2,6}	2.9	6.6
H _{2,2}	4.5	6.4
*T _{2,0}	2.3	5.7
*G _{2,1}	5.3	2.4
*W _{2,2}	2.0	6.1
W _{2,6}	5.9	4.9
W _{2,8}	3.4	4.3

W_{2,8} se verskil is hier nie so groot nie, maar verder is dit weer dieselfde faktore as voorheen wat die grootste invloed op die sukses van die gerekenariseerde stelsels het. Die groot verskil tussen die maksima en minima dui op die groot invloed van die oorblywende beslissingsveranderlikes.

8.4 Beperking op meer as een veranderlike

In die voorafgaande grafiese voorstellings is een van die veranderlikes op 'n keer beperk tot die waardes 1, 2, ..., 7. Vir die bestuur van 'n organisasie mag dit egter wenslik of selfs noodsaaklik wees om die effek wat die beperking van meer as een veranderlike op 'n keer op die optimale oplossings gaan hê, in oënskou te neem. Die model wat hier gebruik is, maak voorsiening vir die beperking van meer as een veranderlike op 'n keer. Al wat vereis word, is 'n beperkingsvergelyking vir elke addisionele veranderlike wat beperk word.

Uit die grafieke 8.1 tot 8.12 blyk dit dat vyf belangrike veranderlikes die sukses van gerekenariseerde stelsels beïnvloed. Indien dit wel so is, behoort die effek duidelik waarneembaar te wees wanneer meer as een van hierdie veranderlikes beperk word in die model. Die verskille tussen die minimum en maksimum punte op die grafiese voorstellings behoort aansienlik te krimp. Om dit te illustreer, word $T_{2,0}$ (hulpbronne) tot 2.0 beperk, en word S geminimaliseer en gemaksimaliseer waar $W_{2,2}$ (tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel) beperk word tot die waardes 1, 2, ..., 7 (Figuur 8.9.1). Hierna word $T_{2,0}$ beperk tot 3.0 (Figuur 8.9.2) en laastens tot 4.0 (Figuur 8.9.3).

In hierdie oplossings tree die interafhanklikheid van $T_{2,0}$ en $W_{2,2}$ weer duidelik na vore. Wanneer $T_{2,0}$ tot die waarde 2.0 beperk word, bestaan daar geen toelaatbare oplossing wanneer $W_{2,2}$ tot die vlak 7.0 beperk was nie (Figuur 8.9.1). Net so op die volgende grafiek (Figuur 8.9.2) waar $T_{2,0}$ tot 3.0 en $W_{2,2}$ tot 7.0 beperk word. Daar het dus geen geval voorgekom waar die rekenaarpersoneel tegnies hoogs bekwaam was en die hulpbronne baie swak nie.

Wanneer die drie grafiese voorstellings saam in oënskou geneem word, is die invloed van $T_{2,0}$ opmerklik. Dit is baie duidelik (veral by die minimumkant van die grafieke) hoedat $T_{2,0}$ die sukses beïnvloed. Merk ook op hoe die gebiede A, B en C vanaf Figuur 8.9.1 tot Figuur 8.9.3 al groter word (dit wil sê 'n groter aantal bogemiddeld suksesvolle stelsels) en gebiede C, D en E al kleiner word met dat $T_{2,0}$ styg.

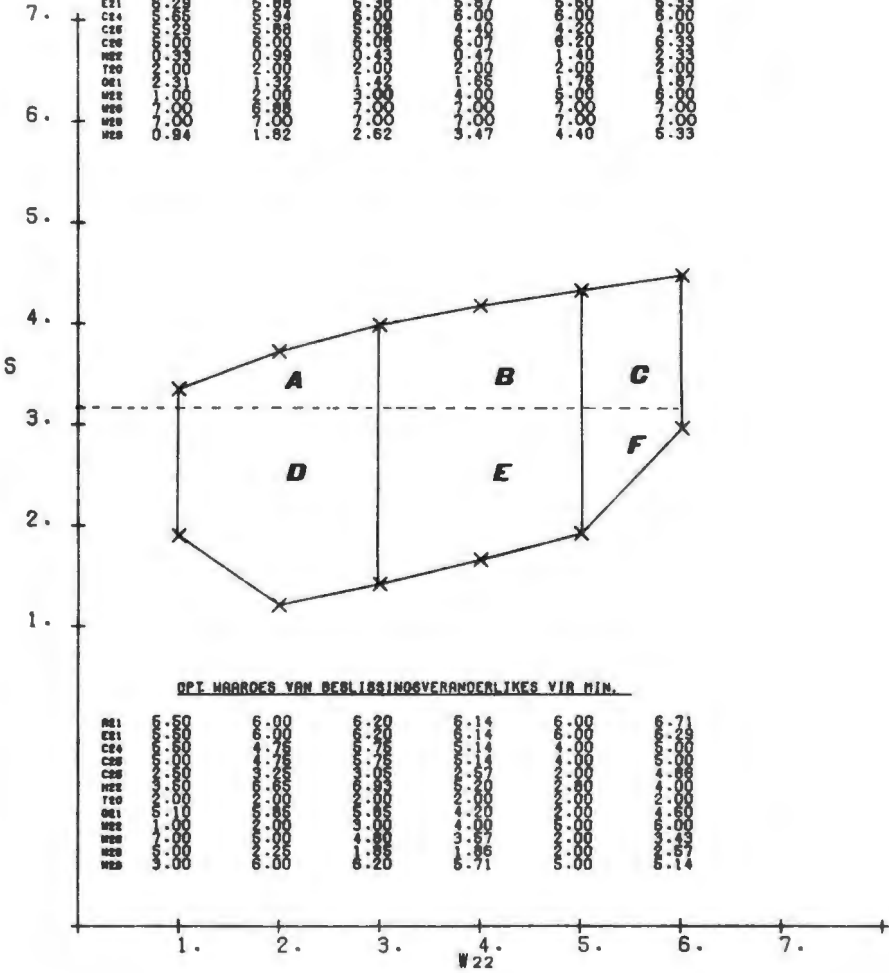
8.5 Vereenvoudigde model

Daar is aanvanklik in hierdie projek 'n hipotetiese model (vgl. Hoofstuk 6) gebruik om die invloed van sekere verander-

FIGUUR 8.9.1

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE S
OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MAKS.

AE1	0.29	6.88	6.38	5.93	5.80	6.67
C21	0.29	6.88	6.38	6.87	6.60	6.33
C24	0.94	6.94	6.00	6.00	6.00	6.00
C25	0.29	6.88	6.08	4.40	4.20	4.00
C26	0.00	6.00	6.08	6.07	6.20	6.33
HEZ	0.33	0.99	0.43	0.47	1.40	0.33
TEO	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
OE1	0.31	1.32	1.42	1.66	1.78	1.87
WEZ	1.00	2.08	2.00	4.00	5.00	5.00
WEO	1.00	6.88	7.00	7.00	7.00	7.00
WER	1.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
WES	0.84	1.82	2.62	3.47	4.40	6.33

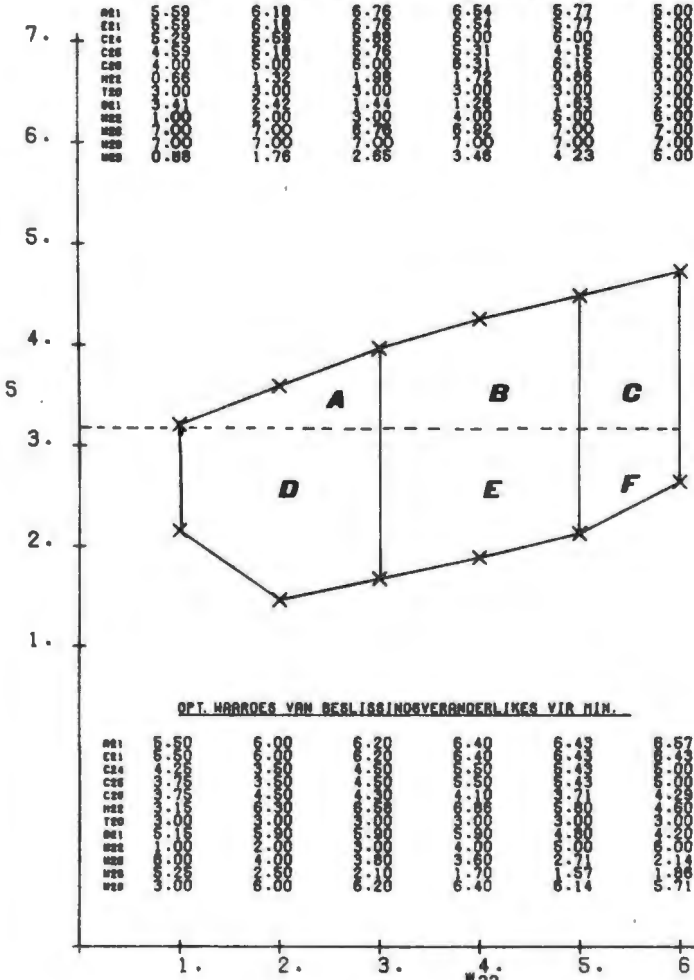


OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MIN.

AE1	6.60	6.00	6.20	6.14	6.00	6.71
C21	6.60	6.00	6.20	6.14	6.00	6.71
C24	6.60	4.76	4.76	4.76	4.00	4.00
C25	6.60	4.76	4.76	4.76	4.00	4.00
C26	6.60	3.25	3.05	3.27	3.20	4.48
HEZ	6.60	0.65	0.90	0.20	0.80	0.00
TEO	6.60	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
OE1	6.10	0.86	0.85	4.20	0.00	0.00
WEZ	6.00	2.00	4.00	4.00	0.00	0.00
WEO	6.00	6.00	4.80	3.67	0.00	0.43
WER	6.00	2.25	1.86	1.86	0.00	0.57
WES	6.00	6.00	6.20	6.71	5.00	6.14

FIGUUR 8.9.2

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIJKE VERANDERLIJKE S
OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIJKE VIR MAKS.

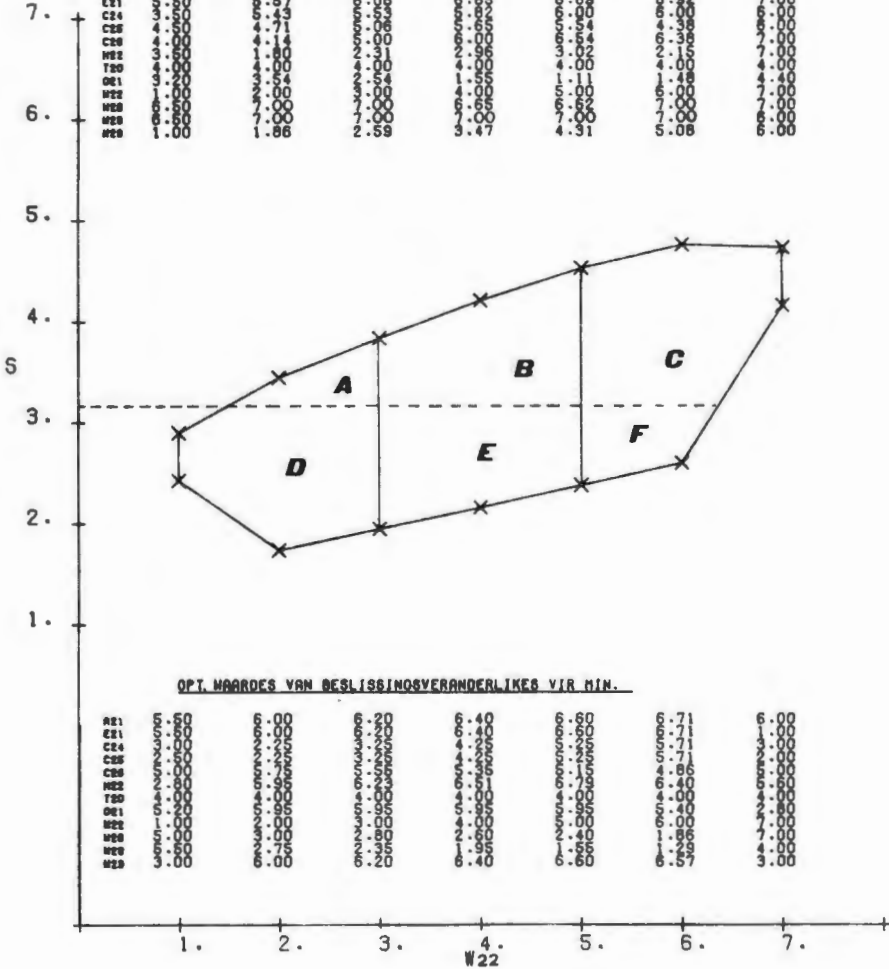


FIGUUR 8.9.3

MAKS. EN MIN. VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE S.

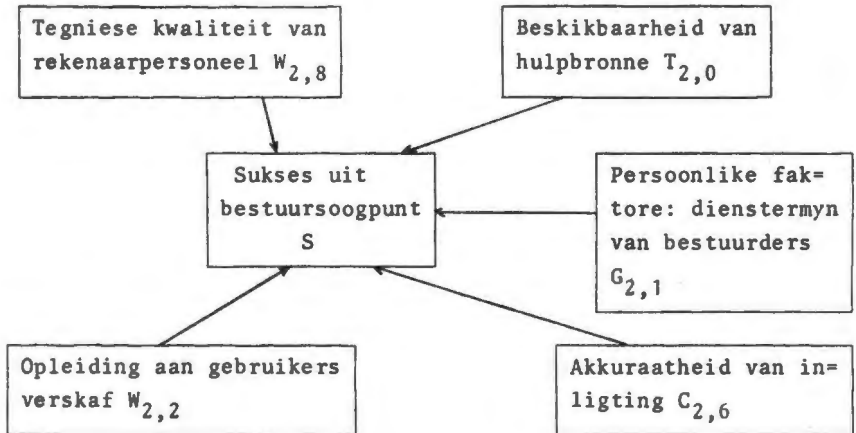
OPT. WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MAKS.

RE1	6.00	5.57	6.06	6.65	6.69	6.92	7.00
RE2	6.50	6.57	6.06	6.65	6.69	6.92	7.00
RE3	6.50	6.43	6.53	6.65	6.69	6.92	7.00
CE4	4.00	4.71	4.06	4.65	4.69	4.92	6.00
CE5	4.00	4.14	4.00	4.00	4.54	4.38	7.00
CE6	4.00	1.80	4.31	2.96	3.02	2.15	7.00
T20	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
DE1	9.20	5.54	5.6	4.55	1.11	1.48	4.40
DE2	6.00	7.00	6.00	4.00	5.00	6.00	7.00
WE8	6.00	7.00	7.00	6.65	6.62	7.00	7.00
WE9	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.00
WE9	1.00	1.86	2.59	3.47	4.31	5.08	6.00



likes op die sukses van gerekenariseerde stelsels te bepaal. Hierdie model bestaan uit 'n gebruikers- en bestuurderskomponent. Die data wat van die bestuurders afkomstig is, is verder gebruik om die belangrikste faktore wat die sukses van gerekenariseerde stelsels beïnvloed, te bepaal.

Uit die voorafgaande grafiese voorstellings is dit duidelik dat die model in Hoofstuk 6 vereenvoudig kan word na die volgende skematiese model:



Een van die vyf faktore, naamlik $G_{2,1}$, is 'n staatveranderlike waaraan niks gedoen kan word nie. Aan die ander vier wat in die model verskyn, kan sekerlik iets gedoen word.

Nadat daar 'n "bevredigende" regressiemodel van "onafhanklike" veranderlikes gevind is, kan daar deur middel van hierdie optimeringstechniek presies vasgestel word watter faktore of veranderlikes die belangrikste is om te verander en hoedanig dit verander moet word om die sukses van die gerekenariseerde stelsels optimaal te verhoog. Hierdie metode kan van veel groter nut vir die bestuur van 'n organisasie wees as wanneer

die bestuur net kennis sou dra van verbande wat daar tussen sekere veranderlikes of faktore aan die een kant, en die sukses van gerekenariseerde stelsels aan die ander kant bestaan. Deur hierdie metode te gebruik kan groter helderheid omtrent die werklike rede(s) waarom sommige gerekenariseerde stelsels misluk, verkry word.

HOOFSTUK 9 KOSTEMODELLE

9.1 'n Eenvoudige kostemodel

9.1.1 Inleiding

In die vorige hoofstuk is sekere kritiese veranderlikes wat die sukses van gerekenariseerde stelsels grootliks beïnvloed, geïdentifiseer. Vyf veranderlikes, naamlik $C_{2,6}$, $T_{2,0}$, $G_{2,1}$, $W_{2,2}$ en $W_{2,8}$, het die grootste effek op die sukses, en een hiervan, $G_{2,1}$, wat die dienstermyn van die bestuurder in die organisasie verteenwoordig, is 'n staatveranderlike. Dit is dus 'n veranderlike waaraan weinig, indien enigiets, gedoen kan word. Wanneer die bestuur van die organisasie egter besluit om die kwaliteit van die gerekenariseerde stelsels te verbeter, is die oorblywende vier veranderlikes dié wat by voorkeur aandag behoort te geniet. 'n Baie belangrike aspek wat nou na vore tree, is die koste verbonde aan die verhoging van enige van die veranderlikes en die fondse wat beskikbaar is om die sukses van die gerekenariseerde stelsels te verhoog.

Alhoewel die koste verbonde aan al elf veranderlikes (die staatveranderlike uitgesonderd, ter sprake is, word die bespreking kortliks tot die vier veranderlikes $C_{2,6}$, $T_{2,0}$, $W_{2,2}$ en $W_{2,8}$ beperk. Om byvoorbeeld $C_{2,6}$ (akkuraatheid van inligting) op 'n hoër vlak te kry, kan beteken dat sekere stelsels herontwerp en geïmplementeer moet word. Dit kan ook apparatuur- en personeelimplikasies inhou. Dit mag ook verder beteken dat sekere prosedures verander moet word en nuwe prosedures ingestel moet word om groter akkuraatheid te verseker. Om dit moontlik te maak, beteken dat 'n redelike hoeveelheid kapitaal bestee moet word.

Die verbetering van die beskikbaarheid van hulpbronne ($T_{2,0}$), wat items soos rekenaartoerusting en personeel insluit, is 'n redelike duur transaksie. Dit kan 'n groter rekenaarimpliseer, wysiging van, en uitbreiding aan bestaande rekenfasiliteite, nuwe of addisionele randapparatuur, eindpunte, die herstrukturering en skep van nuwe poste in die gebruikersdepartemente, ensovoorts. Net so het $W_{2,2}$ (tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel) 'n baie groot invloed op die sukses van die gerekenariseerde stelsels. Dit is egter 'n bekende feit dat bekwame rekenaarpersoneel 'n uiters skaars en duur item is. Om deeglike opleiding aan gebruikers in gebruikersdepartemente te verskaf, het ook nie 'n verwaarloosbare kostekomponent nie. Aan die verbetering van die oorblywende veranderlikes is uit die aard van die saak ook 'n koste verbonde, en dit kan nie geignoreer word nie, maar hier is kortliks net die vier belangrikste veranderlikes beskou.

Hierdie koste-aspek is 'n belangrike oorweging vir die bestuur wanneer die verbetering van gerekenariseerde stelsels ter sprake kom - veral gesien in die lig dat daar nie onbeperkte kapitaal beskikbaar gaan wees vir hierdie verbetering nie. Die kern van die probleem is egter die feit dat daar interafhanklikheid tussen die verskillende "onafhanklike" veranderlikes bestaan. Daar moet nou gesoek word na die beste kombinasie van vlakke van hierdie veranderlikes om die sukses optimaal te verhoog, terwyl die koste verbonde aan elkeen van die veranderlikes in gedagte gehou word. Dit mag miskien optimale besteding van fondse wees om $T_{2,0}$ met 1 eenheid (op 'n 7-puntskaal), $C_{2,6}$ met 3 eenhede, $W_{2,2}$ met 5 eenhede, en $W_{2,8}$ met 2 eenhede te verhoog. Die beskikbaarheid van die hoeveelheid kapitaal is egter 'n groot beperking op hierdie verbetering van die veranderlikes. Met die beskikbare fondse mag die sukses optimaal verhoog word deur byvoorbeeld die toerusting staties te laat, opleiding aan gebruikers heelwat te verbeter, die akkuraatheid van inligting te verbeter, en die

kwaliteit van die rekenaarpersoneel grootliks te verbeter. Aan die ander kant mag die toerusting van so 'n aard wees dat alle kapitaal daaraan bestee moet word en niks aan enige van die ander veranderlikes nie. Die vraag vir die bestuur is dus hoedanig die kapitaal tot hulle beskikking op die verskillende veranderlikes aangewend kan word om die sukses optimaal te verhoog.

9.1.2 Die eenvoudige kostemodel

9.1.2.1 Formulering van die model

'n Model wat uitsluitel oor die laaste vraag in die vorige paragraaf gee, is ontwikkel en geprogrammeer (Addendum I). Net soos die geval van die model in die vorige hoofstuk word hierdie model ook gegiet in die vorm van 'n lineêre programmeringsprobleem wat deur middel van die simpleksmetode opgelos word.

Om notasie te vereenvoudig, stel weer dat

$$\begin{aligned} X_1 &= A_{2,1}, X_2 = E_{2,1}, X_3 = C_{2,4}, X_4 = C_{2,5}, X_5 = C_{2,6}, \\ X_6 &= T_{2,0}, X_7 = H_{2,2}, X_8 = G_{2,1}, X_9 = W_{2,2}, X_{10} = W_{2,6}, \\ X_{11} &= W_{2,8}, X_{12} = W_{2,9}. \end{aligned}$$

Stel ook dat

$$\begin{aligned} b_0 &= -3.74, b_1 = -.08, b_2 = .16, b_3 = .14, b_4 = -.14, \\ b_5 &= .23, b_6 = .05, b_7 = .08, b_8 = -.07, b_9 = .34, b_{10} = .11, \\ b_{11} &= .10, \text{ en } b_{12} = -.26. \end{aligned}$$

Neem aan dat q 'n bekende vlak is van een van die beslissingsveranderlikes sê X_p , waarby die organisasie hom bevind (bv.

die vlak 2.0 vir X_8 op 'n 7-puntskaal).¹⁾ Neem verder aan dat die kostes verbonde aan die veranderlikes X_1, X_2, \dots, X_{12} om dit met een eenheid op 'n 7-puntskaal te vermeerder, respektiewelik Q_1, Q_2, \dots, Q_{12} is, en veronderstel dat daar in totaal R Rand aan 'n gerekenariseerde stelsel bestee kan word.

Die koste-model is nou die volgende:

$$\text{Maks } S = b_0 + b_1X_1 + \dots + b_kX_k, \quad k = 12 \quad (9.1)$$

onderhewig aan die volgende beperkings:

$$\begin{aligned} \lambda_1X_{11} + \lambda_2X_{21} + \dots + \lambda_NX_{N1} - X_1 &= 0 \\ \lambda_1X_{21} + \lambda_2X_{22} + \dots + \lambda_NX_{N2} - X_2 &= 0 \end{aligned} \quad (9.2)$$

$$\begin{aligned} &\vdots \\ \lambda_1X_{1k} + \lambda_2X_{2k} + \dots + \lambda_NX_{Nk} - X_k &= 0 \\ X_p &= q \end{aligned} \quad (9.3)$$

$$Q_1X_1 + Q_2X_2 + \dots + Q_kX_k \leq R \quad (9.4)$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N = 1 \quad (9.5)$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N, X_1, X_2, \dots, X_k \geq 0 \quad (9.6)$$

9.1.2.2 Bespreking van die model

Hierdie model verskil nie veel van die model wat in die vorige hoofstuk gebruik is nie. b_1, b_2, \dots, b_k verteenwoordig weer eens die koëffisiënte van die veranderlikes X_1, X_2, \dots, X_k in die doelfunksie wat van die lineêre re-

1) In die werklike data verteenwoordig hierdie vlak 'n diensteryn van 10 jaar vir bestuurders in 'n bestuursomgewing.

gressiemodel afkomstig is. N is die aantal datapunte vir elk van die veranderlikes en R in (9.4) die kapitaal wat in totaal beskikbaar is vir die gerekenariseerde stelsel (dit wil sê dit wat reeds bestee is tesame met die kapitaal wat addisioneel bestee kan word). X_p is een van die beslissingsveranderlikes wat beperk word tot 'n vlak q in (9.3). Die som van die λ 's word weer tot 1 beperk in (9.5), en die oplossing van hierdie LP lewer optimale waardes van die beslissingsveranderlikes wanneer hoogstens R Rand in totaal bestee kan word en een van die veranderlikes tot 'n vlak q beperk word.

'n Aannee wat hier gemaak word is dat daar slegs een gerekenariseerde stelsel bestaan wat nie na wense funksioneer nie en verbeter moet word. Dit word dan verder aanvaar dat dit vir die bestuur van 'n organisasie moontlik is om die kostes/eenheid Q_1, Q_2, \dots, Q_k ¹⁾ te verskaf - So ook R en die vlak q waartoe 'n beslissings- of staatveranderlike beperk moet word. R kan verder varieer word, sodat die volledige beeld van die verloop van sukses teenoor die bestede kapitaal, verkry kan word wanneer dit grafies voorgestel word (bv. Figuur 9.1).

'n Rekenaarprogram is ontwikkel om hierdie LP op te los en daarin word daar voorsiening gemaak dat R varieer kan word en die optimale oplossing telkens verkry word.²⁾ Enige veranderlike kan tot 'n sekere vlak beperk word en dit is ook moontlik om meer as een sodanige veranderlike op 'n keer te beperk. Vir elke beperkte veranderlike beteken dit net 'n

-
- 1) 'n Aannee wat hier gemaak word, is dat die kostestying per eenheid vir 'n veranderlike lineêr is.
 - 2) In hierdie geval kan parametries LP tegnieke goed toegepas word. Die rekenaarprogram wat egter hiervoor ontwikkel is, word in Addendum I weergegee.

addisionele beperkingsvergelyking soos (9.3) in die model. Dit mag ook wenslik wees dat sekere beslissingsveranderlikes nie laer as 'n sekere vlak moet wees nie. Weer is dit 'n beperkingsvergelyking van die vorm $X_p \geq q$ vir elke sodanige veranderlike.

9.1.3 Voorbeeld

Aangesien werklike kostes nie by die organisasie waarby die navorsing gedoen is, verkry kon word nie, word daar van hipotetiese kostes gebruik gemaak om die model te illustreer. As voorbeeld word die grafiese voorstelling van $C_{2,1}$ teenoor sukses (Figuur 8.8) gebruik en daar word aangeneem dat die gemiddelde dienstydperk van 'n bestuurder 10 jaar is. Dit is vlak 2 op die 7-puntskaal. Indien die gerekenariseerde stelsels by die minimum sukses funksioneer, word opgemerk dat

$$\begin{aligned} C_{2,6} &= 2.0 \\ T_{2,0} &= 2.0 \\ W_{2,2} &= 5.0 \\ \text{en } W_{2,8} &= 2.0. \end{aligned}$$

In die optimale oplossing vir die maksimum is die waardes van hierdie veranderlikes

$$\begin{aligned} C_{2,6} &= 7.0 \\ T_{2,0} &= 6.32 \\ W_{2,2} &= 7.0 \\ \text{en } W_{2,8} &= 7.0. \end{aligned}$$

Ons stel nou

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_7 = Q_8 = Q_{10} = Q_{12} = .2 \\
 Q_6 &= .6 \\
 Q_9 &= .5 \\
 \text{en } Q_{11} &= .1,
 \end{aligned}
 \tag{9.7}$$

wat die verskillende hipotetiese koste per eenheid verteenwoordig wat jaarliks aan die veranderlikes bestee kan word om verbetering te bewerkstellig.

Die lineêre programmeringsprobleem is opgelos waar R vanaf 1 tot 20 met inkremente van een gevarieer is. Vanaf 'n kapitaalbestelling 1 tot 8 eenhede is daar geen toelaatbare oplossings nie en vanaf 18 is daar geen verdere verhoging in sukses nie. Die resultate word grafies in Figuur 9.1 voorgestel.

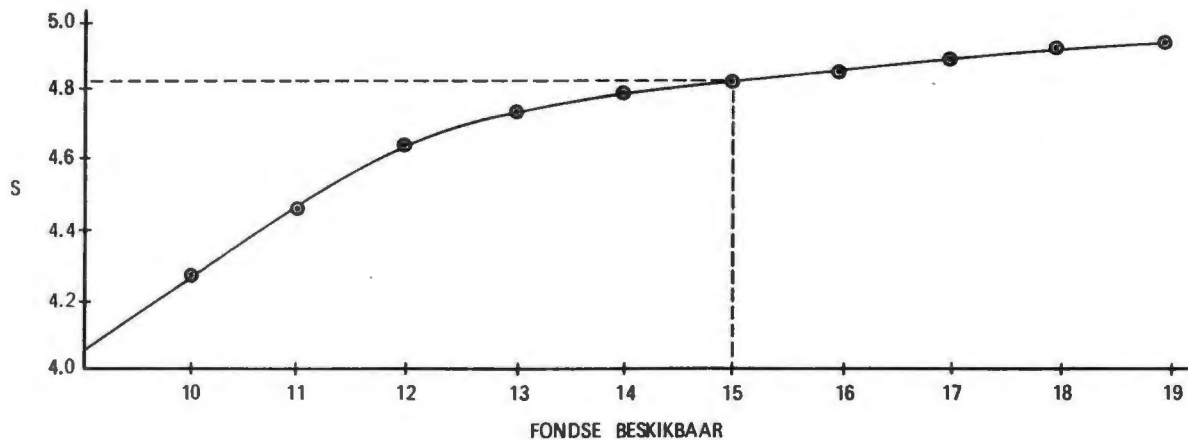
Bespreking

In die grafiese voorstelling word opgemerk dat die sukses vinnig toeneem vanaf 9 tot en met 13 en daarna begin die kurwe af te plat. Vanaf 15 en hoër blyk daar relatief min verdere verhoging in die sukses te wees. In werklikheid kan die sukses van 18 af nie verder verhoog word nie.

Neem as voorbeeld die vlak $R = 15$, wat met 'n stippellyn op die grafiek aangedui is. Neem aan dit verteenwoordig R150 000 en die vlak van sukses wat met hierdie bedrag bereik kan word is voldoende vir die bepaalde organisasie. Die R150 000 verteenwoordig die totale bedrag wat aan die verskillende veranderlikes bestee moet word om dit op die gewenste vlak van sukses te kry.

Tabel 9.1 verteenwoordig die waardes van die veranderlikes wanneer die stelsel op die minimum suksesvlak (uit Figuur 8.8) en die waardes van die veranderlikes op die verlangde vlak

FIGUUR 9.1
 GRAFIESE VOORSTELLING VAN TOENAME IN SUKSES MET TOENEMENDE FONDSE BESKIKBAAR EN
 G21 BEPERK TOT 2.0



OPTIMALE WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MAKS.

A ₁	2.7	3.3	4.0	4.7	5.2	5.5	5.8	6.2	6.5	6.8	7.0
E ₁	5.1	5.1	5.1	5.0	5.2	5.5	5.8	6.2	6.5	6.8	7.0
C ₁	3.3	4.0	4.8	5.7	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.3
S ₁	3.3	3.2	3.1	3.0	3.3	3.8	4.3	4.7	5.2	5.7	6.3
H ₁	5.9	6.0	6.0	6.0	6.1	6.3	6.4	6.6	6.7	6.9	7.0
T ₁	.4	.3	.2	.1	.6	1.6	2.5	3.5	4.5	5.4	6.3
W ₁	2.3	2.5	2.7	2.9	3.3	3.9	4.4	4.9	5.5	6.9	7.0
W ₂	4.4	5.3	6.4	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.7	6.5	6.5
W ₃	2.5	3.8	5.5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.7
W ₄	1.3	2.4	3.5	4.6	5.1	5.3	5.6	5.8	6.0	6.2	6.5

van sukses (uit Figuur 9.1) opereer.

TABEL 9.1

Veranderlike	Waardes van veranderlikes op minimum vlak van sukses	Waardes van veranderlikes by verlangde vlak van sukses
A _{2,1}	6.0	5.8
E _{2,1}	6.0	5.8
C _{2,4}	4.0	6.0
C _{2,5}	4.0	4.3
C _{2,6}	2.0	6.4
H _{2,2}	2.8	2.5
T _{2,0}	2.0	4.4
G _{2,1}	2.0	2.0
W _{2,2}	5.0	6.4
W _{2,6}	2.0	7.0
W _{2,8}	2.0	7.0
W _{2,9}	5.0	5.6

Word die koste per eenheid ook met R10 000 vermenigvuldig soos in die geval van die kapitaal wat bestee moet word, word (9.4)

$$\begin{aligned}
 &2000 A_{2,1} + 2000 E_{2,1} + 2000 C_{2,4} + 2000 C_{2,5} + 2000 C_{2,6} \\
 &+ 6000 H_{2,2} + 2000 T_{2,0} + 2000 G_{2,1} + 5000 W_{2,2} + 2000 W_{2,6} \\
 &+ 1000 W_{2,8} + 2000 W_{2,9} \leq 15\ 000
 \end{aligned}
 \tag{9,8}$$

Deur die waardes van die veranderlikes op die minimum vlak van sukses (uit Figuur 8.8) en die waardes daarvan op die verlangde vlak van sukses (uit Figuur 9.1) te gebruik, kan die volgende bereken word:

1. Die totale bedrag wat reeds aan al die veranderlikes op die minimum vlak bestee is.

2. Die totale bedrag wat aan al die veranderlikes op die gewenste vlak van sukses bestee moet word.
3. Die afsonderlike bedrae wat addisioneel aan elkeen van die veranderlikes bestee moet word.

Die resultate vir hierdie voorbeeld word in Tabel 9.2 saamgevat.

TABEL 9.2

Veranderlike	Reeds bestee	Totaal by gewenste vlak van sukses	Bedrag wat addisioneel aan elke veranderlike bestee moet word
A _{2,1}	2000x6.0 = 12 000	2000x5.8 = 11 600	verminder met R400
E _{2,1}	2000x6.0 = 12 000	2000x5.8 = 11 600	verminder met R400
C _{2,4}	2000x4.0 = 8 000	2000x6.0 = 12 000	R 4 000
C _{2,5}	2000x4.0 = 8 000	2000x4.3 = 8 600	R 600
C _{2,6}	2000x2.0 = 4 000	2000x6.4 = 12 800	R 8 800
H _{2,2}	6000x2.8 = 16 800	6000x2.5 = 15 000	verminder met R1 800
T _{2,0}	2000x2.0 = 4 000	2000x4.4 = 8 800	R 4 800
G _{2,1}	2000x2.0 = 4 000	2000x2.0 = 4 000	Geen
W _{2,2}	5000x5.0 = 25 000	5000x6.4 = 32 000	R 7 000
W _{2,6}	2000x2.0 = 4 000	2000x7.0 = 14 000	R10 000
W _{2,8}	1000x2.0 = 2 000	1000x7.0 = 7 000	R 5 000
W _{2,9}	2000x5.0 = 10 000	2000x5.6 = 11 200	R 1 200
	R109 800	R148 600	R38 800

Opmerking: Die feit dat die som in kolom 3 nie R150 000 is nie maar wel R148 600, kan aan afronding by die waardes van die verskillende veranderlikes toegeskryf word.

Om op te som: Indien die organisasie reeds R109 800 bestee het aan die rekenarisering van stelsels, moet 'n addisionele R38 800 bestee word om die vlak van die sukses na die vlak wat in hierdie voorbeeld gebruik is, te verhoog.

In hierdie voorbeeld is die gebruik van die model met hipotetiese koste-data gedemonstreer en alle veranderlikes behalwe $G_{2,1}$ is in ag geneem. Indien die bestuur egter net daarin sou belangstel om geld aan die vier belangrikste veranderlikes (soos blyk uit Hoofstuk 8) te bestee, kan dieselfde probleem opgelos word met 'n beperkingsvergelyking vir elk van die ander veranderlikes om hulle tot die vlak waarby hulle tans opereer, te beperk. Dit word ook in hierdie voorbeeld opgemerk dat die besteding aan sommige veranderlikes verminder moet word. Indien die bestuur dit nie wenslik ag nie kan dieselfde probleem opgelos word met 'n addisionele beperkingsvergelyking vir elk van hierdie veranderlikes.

9.1.4 Implementering van die eenvoudige kostemodel

As die kostes Q_1, Q_2, \dots, Q_k en 'n totale bedrag R wat aan 'n gerekenariseerde stelsel bestee kan word, bekend is, is dit moontlik om met behulp van die eenvoudige kostemodel vas te stel hoeveel kapitaal aan elke veranderlike bestee moet word om 'n vlak van die beslissingsveranderlikes te bereik waardeur die sukses van die stelsel tot 'n bepaalde vlak verbeter kan word.

Veronderstel 'n gerekenariseerde stelsel S_1 funksioneer nie na wense nie en daar word deur middel van die kostemodel aanbeveel dat R_1 Rand aan veranderlike X_1 , R_2 Rand aan veranderlike X_2 , ..., en R_k Rand aan veranderlike X_k bestee moet word. Nou kan dit wees dat veranderlikes X_i en X_j veranderlikes is wat sodanig is dat dit geheel of gedeeltelik gebruik word deur ander stelsels S_m, S_n en S_p .¹⁾ Wanneer slegs die een stelsel S_1 nie na wense funksioneer nie, kan

1) In die praktyk kan die veranderlike X_i byvoorbeeld die beskikbaarheid van hulpbronne wees. Die hulpbronne wat deur stelsel S_1 gebruik word, kan ook geheel of gedeeltelik deur S_m, S_n en S_p gebruik word.

die fondse sekerlik so aangewend word dat S_1 wel tot op die gewenste vlak van sukses gevoer kan word. Dit wat dan bestee is aan beslissingsveranderlikes wat ook die stelsels S_m , S_n en S_p beïnvloed, kan hierdie stelsels net verbeter (beperkings in die model kan so gestel word dat die beslissingsveranderlikes net kan verbeter).

Die probleem is egter veel groter wanneer meer as een stelsel, sê die stelsels S_1 , S_2 en S_3 nie na wense funksioneer nie, en die beslissingsveranderlikes waaraan verander moet word om die stelsels te verbeter 'n rol (geheel of gedeeltelik) in elkeen van die stelsels speel. Die vraag is nou: wat is die optimale wyse van besteding aan die beslissingsveranderlikes sodat S_1 , S_2 en S_3 gelyktydig optimaal verbeter gaan word? Die probleem raak nog meer gekompliseerd wanneer sommige beslissingsveranderlikes uit meer as een bronkomponent¹⁾ bestaan.

Die kostemodel soos dit hier geformuleer is, kan op 'n iteratiewe wyse aangewend word wanneer meer as een gerekenariseerde stelsel in 'n organisasie verbeter moet word²⁾. Die metode behels dan kortliks die volgende:

1. Identifiseer die stelsel waarmee die mees kritiese probleme ondervind word.
2. Identifiseer die belangrikste beslissingsveranderlikes wat verander kan word om die stelsel optimaal te verbeter.
3. Gebruik die eenvoudige kostemodel en bestee die ooreenkomstigste fondse aan die bronkomponente van die beslissingsveranderlikes.

1) Onder 'n bronkomponent word verstaan die onderafdelings van 'n beslissingsveranderlike waaraan werklik geld bestee kan word om dit te verbeter.

2) Let wel dat dit nie die optimale wyse is waarop 'n hele aantal stelsels gelyktydig verbeter kan word nie.

singsveranderlikes.

4. Herhaal die prosedure. (Die stelsel waarmee aanvanklik die tweede meeste probleme ondervind is, mag nou heelwat laer op die lys wees.)

9.2 'n Algemene kostemodel

Gestel die vlak van veranderlike X_j is 'n resultaat van vlakke van sy komponente voorgestel deur die veranderlikes $Y_{j1}, Y_{j2}, \dots, Y_{jd}$.

Veronderstel dat die veranderlike X_j die beskikbaarheid van hulpbronne voorstel. Die hulpbronne bestaan uit sekere basiese komponente, byvoorbeeld krag van die sentrale verwerker, skyfspasie, programmatuur ensovoorts. Die vlak van X_j kan hoër of laer verstel word deur van die komponente te verbeter. X_j se vlak kan byvoorbeeld verhoog word deur slegs een van sy bronkomponente te verbeter, of dit kan geskied deur 'n deelversameling van die bronkomponente, of deur al die bronkomponente op 'n sekere beplande wyse te verbeter. Die probleem word verder gekompliseer deur die feit dat die bronkomponente deur verskillende gerekenariseerde stelsels gedeel kan word.

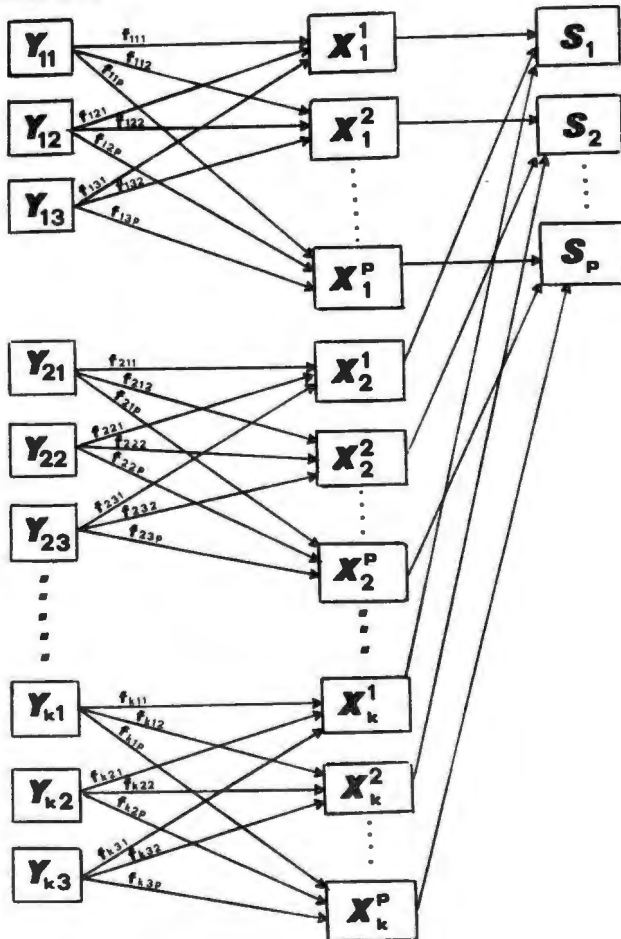
Dit is dikwels moeilik om die koste daaraan verbonde om die vlak van 'n veranderlike X_j een eenheid (op 'n 7-puntskaal) hoër te maak, te verkry, aangesien dit op verskillende maniere bewerkstellig kan word deur van die komponente te verbeter. Dit is gewoonlik makliker om te bepaal wat die koste daaraan verbonde is om een van die komponente Y_{ji} op 'n hoër vlak te kry. Ons dui hierdie koste aan as K_{ji} , synde die koste om die vlak van Y_{ji} met een eenheid te verhoog.

In 'n situasie waar byvoorbeeld die sentrale rekenaarfasiel=teite aangewend word om verskillende gerekenariseerde stel=

sels 1, 2, ..., p te ondersteun, is die vraag dus eintlik wat aan die basiese komponente van die rekenaarfasiliteit gedoen kan word om die sukses van die stelsels wat aangedui word met S_1, S_2, \dots, S_p op 'n beplande wyse te verbeter.

In die skets hieronder word aangedui hoe die uiteindelijke afhanklikheid van die sukses van die stelsels afhang van die komponente van die bronne.

FIGUUR 9.2



In die skets dui $X_1^j, X_2^j, \dots, X_k^j$ die veranderlikes aan wat die sukses S_j van die stelsel j beïnvloed. In hierdie studie is byvoorbeeld gevind dat $X_1^j, X_2^j, \dots, X_k^j$ veranderlikes kan wees soos beskikbaarheid van hulpbronne, tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel, ensovoorts.

'n Veranderlike soos tegniese kwaliteit van personeel kan gewoonlik fyner verdeel word in komponente soos kwaliteit van operateurs, bedryfstelselpersoneel ensovoorts. Ter wille van eenvoudigheid is daar in die skets 'n situasie aangedui waar elke veranderlike slegs afhanklik is van drie komponente.

Daar word aanvaar dat gewigte f_{ijk} bekend is, soos aangedui in die skets en wat soos volg geïnterpreteer word:

f_{ijk} = gewig van bronkomponent Y_{ij} in die bydrae tot die vlak van die veranderlike X_i^k . Daar word dus in hierdie model aanvaar dat elke veranderlike X_i^j lineêr afhang van die bronkomponente $Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in_i}$, en wel soos volg:

$$X_i^j = f_{i1j}Y_{i1} + f_{i2j}Y_{i2} + \dots + f_{in_i j}Y_{in_i} \quad (9.9)$$

Daar word verder aanvaar dat die gewigte die eienskappe het dat:

$$f_{inj} \geq 0 \text{ vir alle } i, n \text{ en } j$$

en $\sum_{n=1}^{n_i} f_{inj} = 1.$

Hierdie lineêre verband impliseer byvoorbeeld dat indien Y_{i1}, \dots, Y_{in_i} almal sê op vlak 7 is, dat X_i^j ook op vlak 7 sal wees.

9.2.1 Voorbeeld van hierdie model

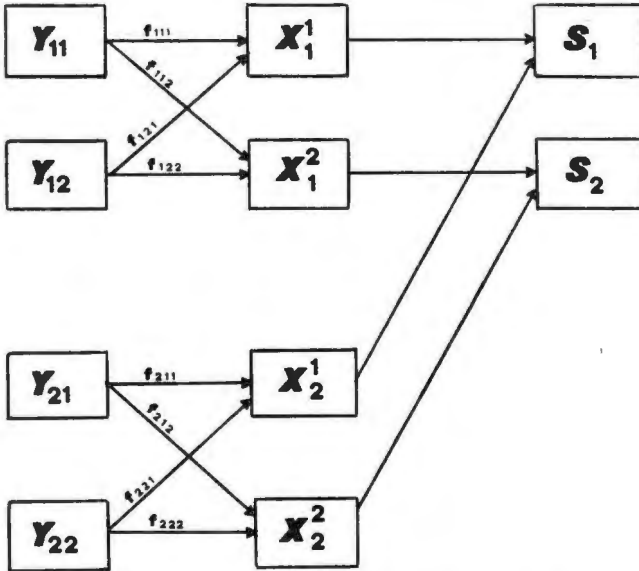
Neem ter wille van eenvoudigheid aan dat daar in 'n bepaalde organisasie slegs twee gerekenariseerde stelsels 1 en 2 bestaan, en die ooreenkomstige vlakke van sukses van hierdie stelsels word met S_1 en S_2 aangedui. Neem verder aan dat die sukses van hierdie stelsels 'n funksie is van slegs twee veranderlikes en dat elke veranderlike uit slegs twee bronkomponente bestaan.

In die praktyk kan die twee veranderlikes waarvan die sukses afhanklik is byvoorbeeld die beskikbaarheid van hulpbronne en die tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel wees. Die twee bronkomponente waaruit die hulpbronne bestaan, kan byvoorbeeld die krag van die sentrale verwerker en skyfspasie wees. Net so kan die bronkomponente waaruit die rekenaarpersoneel bestaan, hoë-vlak programmeerders en rekenaaroperateurs wees. Die notasie hiervoor is dus soos volg:

- X_1^1 - Beskikbaarheid van hulpbronne vir stelsel 1.
- X_2^2 - Beskikbaarheid van hulpbronne vir stelsel 2.
- Y_{11} - Krag van die sentrale verwerker.
- Y_{12} - Skyfspasie.
- X_2^1 - Kwaliteit van rekenaarpersoneel vir stelsel 1.
- X_2^2 - Kwaliteit van rekenaarpersoneel vir stelsel 2.
- Y_{21} - Kwaliteit van hoë-vlak programmeerders.
- Y_{22} - Kwaliteit van rekenaaroperateurs.

Die volgende skets (Figuur 9.3) is 'n skematiese voorstelling van hierdie voorbeeld.

Figuur 9.3



In hierdie voorbeeld is f_{111} die gewig wat die krag van die sentrale verwerker het met betrekking tot sy bydrae tot die veranderlike "besikbaarheid van hulpbronne" vir stelsel 1. f_{121} Is die gewig van die bronkomponent skyfspasie ten opsigte van die hulpbronveranderlike vir dieselfde stelsel. Net so is die ander f_{inj} 's ooreenkomstige gewigte van bronkomponente in die bydrae tot die vlak van 'n veranderlike vir die stelsel j.

Die gerekenariseerde stelsel 1 kan byvoorbeeld grootliks berekening-georiënteerd wees en min van magnetiese skywe gebruik maak. In so 'n geval kan f_{111} byvoorbeeld .8 en $f_{121} = .2$ wees. Stelsel 2 is moontlik kommersieel georiënteerd en hoogs afhanklik van leerverwerking maar nie soveel op die sentrale verwerker aangewys nie. In so 'n geval kan $f_{112} = .3$ en $f_{122} = .7$ wees. As daar net so gewigte aan die ander bronkomponente toegeken word, word die volgende stel lineêre verbande uit (9.9) verkry:

$$\begin{aligned}
X_1^1 &= f_{111}Y_{11} + f_{121}Y_{12} \\
X_1^2 &= f_{112}Y_{11} + f_{122}Y_{12} \\
X_2^1 &= f_{211}Y_{21} + f_{221}Y_{22} \\
X_2^2 &= f_{212}Y_{21} + f_{222}Y_{22}
\end{aligned}
\tag{9.10}$$

Stel ons dat $f_{111} = .8$, $f_{121} = .2$, $f_{112} = .3$, $f_{122} = .7$,
 $f_{211} = .4$, $f_{221} = .6$, $f_{212} = .6$ en $f_{222} = .4$

dan word (9.10)

$$\begin{aligned}
X_1^1 &= .8Y_{11} + .2Y_{12} \\
X_1^2 &= .3Y_{11} + .7Y_{12} \\
X_2^1 &= .4Y_{21} + .6Y_{22} \\
X_2^2 &= .6Y_{21} + .4Y_{22}
\end{aligned}
\tag{9.11}$$

9.2.2 Formulering van die algemene kostemodel

Veronderstel dat 'n organisasie 'n spesifieke bedrag R wil bestee ten einde sy gerekenariseerde stelsels te verbeter. Die vlakke van elke veranderlike X_i^j kan gemeet word (soos wat dit ook in hierdie projek gemeet is). Die gewigte f_{inj} van elke bronkomponent Y_{in} se bydrae tot die vlak van die veranderlike X^j kan by benadering deur die organisasie verskaf word. Die huidige vlak van die bronkomponente Y_{in} kan dan geskat word deur van die nie-lineêre kleinste-kwadratemetode van Gauss-Newton gebruik te maak (sien [101] Appendix A15, p.808) deur vir elke veranderlike X_i^j die kwadratische verband

$$\sum_{j=1}^p (X_i^j - f_{i1j}f_{i1} - f_{i2j}Y_{i2} - \dots - f_{i\ell j}Y_{i\ell})^2$$

waar $i = 1, 2, \dots, k$, te minimaliseer.

Dit kan gedoen word deur van die BMDP3R-rekenaarprogram gebruik te maak ([10] p.464).

In hierdie situasie word daar dus veronderstel dat die f_{inj} 's bekend is, dat metings op X_i^j beskikbaar is, en dat die Y_{in} -waardes geskat word deur die metode wat aangedui is. Ten einde die skattings wat verkry word te interpreteer, is dit wenslik dat die skatters beperk word om tussen die vlakke 1 en 7 te lê, sodat 'n skatter wat byvoorbeeld die waarde 7 aanneem, geïnterpreteer kan word as 'n bronkomponent wat op die maksimum vlak is. Vir hierdie doel word die skattingsmetode dus so geïmplementeer dat die skatters tussen die vlakke 1 en 7 beperk word.

Doelwit

Die doelwit wat beskou kan word, bestaan daaruit dat die sukses van die gerekenariseerde stelsels verbeter moet word tot die mate wat deur die beskikbare bedrag R toegelaat word.

Gestel V_1, V_2, \dots, V_p is vlakke van sukses wat nagestreef word vir die p stelsels. Beskou dan die volgende doelfunksie waarvan die minimum verkry wil word:

$$Z = \sum_{i=1}^p \alpha_i^! |V_i - b_0 - b_1X_1^i - b_2X_2^i - \dots - b_kX_k^i| \quad (9.12)$$

waar k dui op die aantal veranderlikes en $\alpha_i^!$ 'n gewig wat aan elke stelsel wat verbeter moet word, toegeken kan word. Die beperkings waaraan hierdie doelfunksie onderhewig is, is die volgende:

$$\begin{aligned}
\lambda_1^1 x_{11} + \lambda_2^1 x_{21} + \dots + \lambda_N^1 x_{N1} - x_1^1 &= 0 \\
\lambda_1^1 x_{12} + \lambda_2^1 x_{22} + \dots + \lambda_N^1 x_{N2} - x_2^1 &= 0 \\
&\vdots \\
\lambda_1^1 x_{1k} + \lambda_2^1 x_{2k} + \dots + \lambda_N^1 x_{Nk} - x_k^1 &= 0 \\
\lambda_1^2 x_{11} + \lambda_2^2 x_{21} + \dots + \lambda_N^2 x_{N1} - x_1^2 &= 0 \\
\lambda_1^2 x_{12} + \lambda_2^2 x_{22} + \dots + \lambda_N^2 x_{N2} - x_2^2 &= 0 \\
&\vdots \\
\lambda_1^2 x_{1k} + \lambda_2^2 x_{2k} + \dots + \lambda_N^2 x_{Nk} - x_k^2 &= 0
\end{aligned} \tag{9.13}$$

$$\begin{aligned}
&\vdots \\
\lambda_1^p x_{11} + \lambda_2^p x_{21} + \dots + \lambda_N^p x_{N1} - x_1^p &= 0 \\
\lambda_1^p x_{12} + \lambda_2^p x_{22} + \dots + \lambda_N^p x_{N2} - x_2^p &= 0 \\
&\vdots \\
\lambda_1^p x_{1k} + \lambda_2^p x_{2k} + \dots + \lambda_N^p x_{Nk} - x_k^p &= 0 \\
&\quad \quad \quad x_j^1 &= q_1 \\
&\quad \quad \quad x_j^2 &= q_2 \\
&\quad \quad \quad \vdots \\
&\quad \quad \quad x_j^p &= q_p \\
\lambda_1^1 + \lambda_2^1 + \dots + \lambda_N^1 &= 1 \\
&\vdots \\
\lambda_1^p + \lambda_2^p + \dots + \lambda_N^p &= 1 \\
x_i^j = f_{i1j} y_{i1} + f_{i2j} y_{i2} + \dots + f_{i\ell_i j} y_{i\ell_i} & \tag{9.14}
\end{aligned}$$

$i = 1, 2, \dots, k$
 $j = 1, 2, \dots, p$
 $\ell_i =$ aantal komponente van veranderlike x_i^j 1)

1) Ons mag veronderstel dit is nie afhanklik van j nie omdat 'n gewig van nul toegelaat kan word.

$$= \sum_{n=1}^{\ell_i} f_{inj} Y_{in} \quad (9.15)$$

$$\begin{aligned} & K_{11} Y_{11} + K_{12} Y_{12} + \dots + K_{1\ell_1} Y_{1\ell_1} \\ + & K_{21} Y_{21} + K_{22} Y_{22} + \dots + K_{2\ell_2} Y_{2\ell_2} \\ + & \dots \\ & \vdots \\ + & K_{k1} Y_{k1} + K_{k2} Y_{k2} + \dots + K_{k\ell_k} Y_{k\ell_k} \leq R \end{aligned}$$

$$\lambda_j^i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, P \\ j = 1, 2, \dots, N$$

$$Y_{ij} \geq 0, \quad i = 1, \dots, k \\ j = 1, \dots, \ell_i.$$

Uit die doelfunksie (9.12) word opgemerk dat daarna gestreef word om die absolute verskil tussen die vlakke van sukses wat nagestreef word in die verskillende stelsels en die sukses van die stelsel uitgedruk as 'n funksie van die veranderlikes wat dit bepaal so klein moontlik te maak¹⁾.

(9.12) is in verkorte vorm:

$$Z = \sum_{i=1}^P \alpha_i' |V_i - b_0 - \sum_{t=1}^k b_t X_t^i|. \quad (9.16)$$

Word (9.15) hierin gesubstitueer, dan word (9.16):

1) Let op dat hierdie soort probleem ook moontlik deur doelwitprogrammeringstegnieke hanteer sou kon word.

$$Z = \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| V_i - b_0 - \sum_{t=1}^k b_t \sum_{n=1}^{\ell_i} f_{tni} Y_{tn} \right|$$

Net so kan (9.15) ook in (9.12) gesubstitueer word. Uit die voorafgaande kan nou die volgende lineêre programmeringsprobleem met betrekking tot die algemene kostemodel geformuleer word¹⁾ (waar $\alpha_i = \frac{1}{\alpha_i}$).

$$\text{Min } \sum_{i=1}^p (\epsilon_{i1} + \epsilon_{i2}) \alpha_i \quad (9.17)$$

onderhewig aan die volgende beperkings:

$$V_1 - b_0 - \sum_{t=1}^k b_t \sum_{n=1}^{\ell_1} f_{tn1} Y_{tn} + \epsilon_{11} - \epsilon_{12} = 0$$

$$V_2 - b_0 - \sum_{t=1}^k b_t \sum_{n=1}^{\ell_2} f_{tn2} Y_{tn} + \epsilon_{21} - \epsilon_{22} = 0$$

⋮

$$V_p - b_0 - \sum_{t=1}^k b_t \sum_{n=1}^{\ell_p} f_{tnp} Y_{tn} + \epsilon_{p1} - \epsilon_{p2} = 0$$

$$\lambda_1^1 X_{11} + \lambda_2^1 X_{21} + \dots + \lambda_N^1 X_{N1} - \sum_{n=1}^{\ell_1} f_{1n1} Y_{1n} = 0$$

$$\lambda_1^2 X_{12} + \lambda_2^2 X_{22} + \dots + \lambda_N^2 X_{N2} - \sum_{n=1}^{\ell_2} f_{2n2} Y_{2n} = 0$$

⋮

$$\lambda_1^k X_{1k} + \lambda_2^k X_{2k} + \dots + \lambda_N^k X_{Nk} - \sum_{n=1}^{\ell_k} f_{kn1} Y_{kn} = 0$$

$$\lambda_1^2 X_{11} + \lambda_2^2 X_{21} + \dots + \lambda_N^2 X_{N1} - \sum_{n=1}^{\ell_1} f_{1n2} Y_{1n} = 0$$

$$\lambda_1^2 X_{12} + \lambda_2^2 X_{22} + \dots + \lambda_N^2 X_{N2} - \sum_{n=1}^{\ell_2} f_{2n2} Y_{2n} = 0$$

1) Kyk na [76].

$$\begin{aligned} & \vdots \\ & \lambda_1^2 X_{1k} + \lambda_2^2 X_{2k} + \dots + \lambda_N^2 X_{Nk} - \sum_{n=1}^{\ell_k} f_{kn2} Y_{kn} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \vdots \\ & \lambda_1^p X_{11} + \lambda_2^p X_{21} + \dots + \lambda_N^p X_{N1} - \sum_{n=1}^{\ell_1} f_{1np} Y_{1n} = 0 \end{aligned}$$

$$\lambda_1^p X_{12} + \lambda_2^p X_{22} + \dots + \lambda_N^p X_{N2} - \sum_{n=1}^{\ell_2} f_{2np} Y_{2n} = 0$$

\vdots

$$\lambda_1^p X_{1k} + \lambda_2^p X_{2k} + \dots + \lambda_N^p X_{Nk} - \sum_{n=1}^{\ell_k} f_{knp} Y_{kn} = 0$$

$$\sum_{n=1}^{\ell_1} f_{1nj} Y_{1n} = q_1$$

\vdots

$$\sum_{n=1}^{\ell_k} f_{knj} Y_{kn} = q_k$$

$$\lambda_1^1 + \lambda_2^1 + \dots + \lambda_N^1 = 1$$

\vdots

$$\lambda_1^p + \lambda_2^p + \dots + \lambda_N^p = 1$$

$$K_{11} Y_{11} + K_{12} Y_{12} + \dots + K_{1\ell_1}$$

$$+ K_{21} Y_{21} + K_{22} Y_{22} + \dots + K_{2\ell_2}$$

+ ...

\vdots

$$+ K_{k1} Y_{k1} + K_{k2} Y_{k2} + \dots + K_{k\ell_k} \leq R$$

(9.18)

$$\lambda_j^i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, p \\ j = 1, 2, \dots, N$$

$$7 \geq Y_{ij} \geq 1, \quad i = 1, \dots, k \\ j = 1, \dots, \ell_k$$

Opmerkings

- 1) In die doelfunksie (9.17) word ϵ_{i1} en ϵ_{i2} gebruik om voorsiening te maak vir 'n positiewe of negatiewe verskil tussen die vlakke waarna gestreef word en die lineêre funksie wat die sukses van die stelsel bepaal. Aangesien ϵ_{i1} 'n negatiewe verskil verteenwoordig, is dit 'n aanduiding dat indien ϵ_{i1} op 'n positiewe vlak in die oplossing verskyn, die vlakke waarna gestreef is, oortref word. In hierdie lig gesien kan ϵ_{i1} uit die doelfunksie gelaat word, aangesien 'n oplossing wat die vlak van sukses waarna gestreef is, oortref, nie gepenaliseer behoort te word nie.
- 2) Daar kan veronderstel word dat die vlak van die veranderlike X_j (vir elke stelsel) telkens op 'n bepaalde vlak vasgehou word (vandaar die beperkings $X_1^j = q_i$ of $\sum_{n=1}^{\ell_i} f_{inj} Y_{in} = q_i$).
Indien daar meer sulke veranderlikes beperk moet word, sal daar soortgelyke beperkings bygevoeg moet word.
- 3) In hierdie model kan R varieer word. Dit sal 'n beeld van die suksestoename gee. Tipies behoort dit te gebeur dat 'n lae waarde van R impliseer dat die suksesvlakke van die stelsels nie naby die vlakke waarna gestreef word, gebring kan word nie, en dat hoër waardes van R die model al hoe meer in staat stel om die vlakke waarna gestreef word te bereik.

HOOFSTUK 10

ALGEMENE SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

10.1 Samevatting en gevolgtrekkings

10.1.1 Die gebruikersmodel en hipoteses

'n Model waarin die sukses van gerekenariseerde stelsels as afhanklike veranderlike, en 'n aantal ander veranderlikes as onafhanklike veranderlikes gebruik is, is opgestel vir die gewone transaksie-georiënteerde gebruikers van gerekenariseerde stelsels. Uit hierdie model het 'n aantal hipoteses voortgevloei wat deur middel van data wat in 'n baie groot organisasie ingesamel is, en statistiese tegnieke getoets is. Deur van (i) korrelasie, en

(ii) lineêre regressie gebruik te maak, is daar aangetoon dat daar lineêre verbande bestaan tussen:

1. gebruikershouding teenoor rekenarisering en die sukses van gerekenariseerde stelsels;
2. die tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel en die sukses van die stelsel;
3. bestuursondersteuning en die sukses van gerekenariseerde stelsels;
4. persoonlike faktore aan die kant van die gebruiker en die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel;
5. gebruikersbetrokkenheid in die ontwerp, ontwikkeling, implementering en bedryf van 'n gerekenariseerde stelsel en die houding van die gebruiker teenoor 'n gerekenariseerde stelsel;
6. die tegniese kwaliteit van 'n gerekenariseerde stelsel en die houding van die gebruiker teenoor rekenarisering;
7. bestuursondersteuning en die houding van die gebruiker teenoor gerekenariseerde stelsels, en

8. dokumentasie en gebruikersopleiding en die tegniese kwaliteit en sukses van gerekenariseerde stelsels.

10.1.2 Die bestuurdersmodel en hipoteses

Net soos in die geval van die gewone gebruikers is data in die organisasie, van alle bestuurders wat betrokke is by gerekenariseerde stelsels, ingesamel, en deur gebruik te maak van 'n bestuurdersmodel, is 'n aantal hipoteses gestel en deur middel van korrelasie en regressiemetodes getoets. Al agt verbande in 10.1.1 wat betrekking het op die gewone gebruiker is met behulp van die bestuurdersdata getoets en sterk ondersteuning is daarvoor gevind.

Twee addisionele verbande uit die bestuurdersmodel is ook deur die data ondersteun. Die twee is die volgende:

1. Die houding van die bestuur teenoor rekenaarpersoneel hou verband met die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel.
2. Die mens-/stelsel-koppelvlak hou verband met die tegniese kwaliteit van die stelsel ten opsigte van rekenaarondersteunde besluitneming en met die sukses van die stelsel.

'n Verdere verband wat nie formeel in die oorspronklike model betrek is nie, maar waar daar 'n baie sterk lineêre verband gevind is, is tussen die tevredenheid van 'n bestuurder met die beskikbaarheid van hulpbronne en die sukses van die gerekenariseerde stelsel.

10.2 Die lineêre regressiemodel

'n Faktorontleding is op die twee veranderlikes¹⁾ wat gebruik is om die sukses van gerekenariseerde stelsels te meet, uitgevoer, sodat sukses uitgedruk kon word deur middel van 'n

1) Dit is ten opsigte van die data wat van die bestuurders verkry is.

enkele maatstaf S . Deur van stapsgewyse lineêre regressie gebruik te maak, is die aantal onafhanklike veranderlikes in terme waarvan S verklaar kan word, gereduseer tot 18 veranderlikes. Hierdie veranderlikes het 72% van die variasie van S verklaar. Deur verder gebruik te maak van meervoudige lineêre regressie met Mallows se C_p as kriteria, is die "beste" deelversameling onafhanklike veranderlikes in terme waarvan S verklaar word, geselekteer. 69% van die variasie van S is deur 12 onafhanklike veranderlikes verklaar. Hierdie 12 veranderlikes is die volgende:

- $A_{2,1}$ - Die bestuur se houding teenoor rekenarisering.
- $E_{2,1}$ - Die ondersteuning van die bestuur ten opsigte van rekenariseringsprojekte.
- $C_{2,4}$ - Die graad van detail in uitvoerverslae (te veel).
- $C_{2,5}$ - Die graad van detail in uitvoerverslae (te min).
- $C_{2,6}$ - Akkuraatheid van inligting.
- $H_{2,2}$ - Die hoeveelheid tyd wat die bestuur in rekenariseringsprojekte betrokke was.
- $G_{2,1}$ - Dienstydepk van bestuurders in die organisasie.
- $T_{2,0}$ - Tevredenheid van die bestuur ten opsigte van die beskikbaarheid van hulpbronne.
- $W_{2,2}$ - Die tegniese bekwaamheid van rekenaarpersoneel.
- $W_{2,6}$ - Die kwaliteit van die bestuurder se bestuursvernuf.
- $W_{2,8}$ - Die opleiding wat aan gebruikers verskaf word.
- $W_{2,9}$ - Die mate waarin gebruikers betrek word in rekenariseringsprojekte.

10.3 Optimaliseringstegniek

Die lineêre regressiefunksie is as doelfunksie in 'n optimaliseringsprobleem gebruik om die maksimum en minimum van sukses te bepaal wanneer 'n onafhanklike veranderlike sekere vaste waardes aanneem binne die beperkings wat deur die ervaringsgebied neergelê is. Uit grafiese voorstellings kon die

invloed wat die onafhanklike veranderlikes op die optimale waardes van sukses uitgeoefen het, baie duidelik waargeneem word. Hier is gevind dat vyf veranderlikes 'n baie groot invloed op die sukses van gerekenariseerde stelsels het. Die vyf veranderlikes is die volgende:

- $C_{2,6}$ - Akkuraatheid van inligting.
- $G_{2,1}$ - Dienstydpark van bestuurders in die organisasie.
- $T_{2,0}$ - Beskikbaarheid van hulpbronne.
- $W_{2,2}$ - Die tegniese kwaliteit van rekenaarpersoneel.
- $W_{2,8}$ - Die opleiding wat aan gebruikers verskaf word.

10.4 Kostemodelle

'n Eenvoudige kostemodel is ontwikkel waarin daar weer eens gebruik gemaak is van optimalisering. Wanneer sowel die koste verbonde aan die onafhanklike veranderlikes as die totale hoeveelheid kapitaal wat aan rekenarisering bestee kan word, bekend is, is dit moontlik om 'n lineêre programmeringsprobleem te formuleer waarin 'n kostebepelingsvergelyking voorkom. Deur die kapitaal te varieer is dit moontlik om die toename in sukses waar te neem wanneer die kapitaalbesteding verhoog word. Wanneer dit grafies voorgestel word kan die bestuur baie maklik bepaal

- 1) wat die optimale bedrag is wat bestee moet word om die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel tot 'n sekere vlak te verhoog, en
- 2) presies waaraan verskillende bedrae bestee moet word.

Die eenvoudige kostemodel kan gebruik word wanneer daar slegs een gerekenariseerde stelsel op 'n keer verbeter wil word. Wanneer meer as een gerekenariseerde stelsel nie na wense funksioneer nie, kan hierdie model op 'n iteratiewe wyse aangewend word. Die oplossings wat so verkry word is

egter nie 'n optimale oplossing wanneer 'n hele aantal gerekenariseerde stelsels gelyktydig verbeter moet word nie.

'n Algemene kostemodel is laastens ontwikkel en geformuleer waarin die bronkomponente van die verskillende beslissingsveranderlikes wat verbeter moet word, in ag geneem word. Ook word die interafhanklikheid van verskillende stelsels met betrekking tot die bronkomponente deur die model in ag geneem. Deur hierdie model te gebruik kan verskeie gerekenariseerde stelsels in die organisasie wat nie na wense funksioneer nie, gelyktydig optimaal verbeter word deur die bedrag wat hiervoor beskikbaar is in ag te neem.

10.5 Aanbevelings

Uit die navorsing wat uitgevoer is, is dit baie duidelik dat daar baie belangrike faktore bestaan wat die sukses van gerekenariseerde stelsels kan beïnvloed en dat suiwer tegniese kwaliteite en toerusting slegs 'n nodige voorwaarde is dat gerekenariseerde stelsels doeltreffend funksioneer maar nie 'n voldoende voorwaarde nie. Uit 'n bestuursoogpunt is dit baie moeilik om vas te stel waar presies die probleemareas lê wanneer daar nie sukses met gerekenariseerde stelsels behaal word nie.

Die volgende aspekte is 'n paar aanbevelings wat kan meehelp dat die bestuur van organisasies die werkverrigting van gerekenariseerde stelsels meer doelmatig kan evalueer met die gevolg dat probleemareas geïdentifiseer kan word en dit die regmatige aandag kan geniet.

1. Die heel eerste aanbeveling is dat die bestuur van 'n organisasie wat van die rekenaar gebruik maak, moet beseft dat rekenarisering nie bloot die aankoop van rekenaar-toerusting beteken nie. Verskeie ingewikkelde probleme en

komplikasies is die noodwendige gevolg van die gebruik van die rekenaar. Dit word dus aanbeveel dat elke bestuurder in 'n organisasie homself deeglik sal vergewis van wat rekenarisering inhou en watter voordele dit vir hom in sy besluitnemingsfunksie en vir sy organisasie inhou. Tweedens moet hy hom ook vergewis van wanneer en op watter basis 'n gerekenariseerde stelsel geïmplementeer kan word.

2. 'n Tweede aanbeveling is dat daar deur die bestuur van organisasies indringend na die opleiding van gebruikers van gerekenariseerde stelsels gekyk moet word. Uit die navorsingsresultate blyk hierdie faktor een van die belangrike knelpunte in die werkverrigting van gerekenariseerde stelsels van organisasies te wees.

Die opleiding behoort ook nie net eenmalig te geskied nie maar wel deurlopend. 'n Gerekenariseerde stelsel is in elk geval nie staties nie en gebruikers moet deurentyd baie goed op hoogte van die funksies en bedryf van die stelsel gehou word.

3. 'n Derde aanbeveling is dat die bestuur van organisasies moet aandag skenk aan die dokumentering en dan ook effektiewe dokumenteringstegnieke van gerekenariseerde stelsels. Menige gerekenariseerde stelsel sien vandag daar uit soos 'n laslappieskombers en een van die groot redes hiervoor is die feit dat sulke stelsels nie behoorlik gedokumenteer is nie en dus nie behoorlik onderhou kan word nie.
4. Vierdens word aanbeveel dat dit lonend kan wees vir 'n bestuur om die tegniese kwaliteit van sy rekenaarpersoneel te verbeter. Dit kan gedoen word deur middel van kort kursusse wat deurlopend deur 'n verskeidenheid van

buro's en rekenaarmaatskappye, en ook deur sommige uni= versiteite aangebied word. Die kwessie van goed opgeleide rekenaarpersoneel is egter 'n knelpunt wat nie baie mak= lik opgelos kan word nie. Dit is 'n oorbekende feit dat daar 'n geweldige tekort aan rekenaarpersoneel bestaan, laat staan nog te sê goed opgeleide, tegniese bekwame re= kenaaarpersoneel. Organisasies kan egter baat deur goed om te sien na sodanige personeel indien hulle daarvoor be= skik. Indien hulle nie daarvoor beskik nie is dit nood= saaklik om die personeel die nodige opleiding te laat on= dergaan.

5. Laastens word aanbeveel dat die bestuur van enige organi= siasie kan baat deur gebruik te maak van die tegniek wat in hierdie proefskrif bespreek, ontwikkel en gedemon= streer is, om sodoende noukeurig die knelpunte in die werkverrigting van sy gerekenariseerde stelsels te be= paal. In die tegnieke word daar van wetenskaplik gefun= deerde metodes gebruik gemaak en die lukraakmetodes wat in die verlede gebruik is, kan heeltemal uitgeskakel word.

10.6 Verdere navorsing

In die formulering van die eenvoudige en algemene kostemo= del word die aanname gemaak dat die kostestyging per eenheid (op 'n 7-puntskaal) om 'n beslissingsveranderlike te verbe= ter, lineêr is. Dieselfde aanname word in die algemene kos= temodel met betrekking tot die bronkomponente van die be= slissingsveranderlikes gemaak.

Dit mag wees dat sommige van, of al die bronkomponente van beslissingsveranderlikes se koste om die vlak daarvan met een eenheid te verhoog, nie noodwendig lineêr toeneem nie. Indien die bronkomponent byvoorbeeld die krag van die sen= trale verwerker is, mag dit vir die huidige op so 'n vlak

wees dat dit met weinig koste op 'n volgende vlak gebring kan word. Is die vlak van hierdie bronkomponent egter op 'n hoër vlak, mag dit 'n geweldige groot uitgawe beteken om dit op 'n nóg hoër vlak te bring.

'n Verfyning van die algemene kostemodel kan met behulp van verdere navorsing in hierdie verband gemaak word. In die algemeen gesproke sal dit neerkom op die oplossing van nie-lineêre programmeringsprobleme.

BIBLIOGRAFIE

TYDSKRIFARTIKFELS

1. ACKHOFF, R.L.: "Management Misinformation Systems", Management Science 14(4) : pp. 147-156, 1967.
2. ACKHOFF, R.L. : "Towards a System of System Concepts", Management Science, pp.661-671, July, 1971.
3. ADAMS, C.R. : "Attitudes of Top Management Users toward Information Systems and Computers", Working Paper 73-97, The Management Information Systems Research Center, University of Minnesota, Minneapolis, September 1973, p.4.
4. ARGYRIS, C. : "The Individual and Organization: Some Problems of Mutual Adjustment", Administrative Science Quarterly, Vol. 2, No. 1, pp. 1-24, 1957.
5. ARON, J.D.: "Information Systems in Perspective", Computing Surveys, December 1969, pp. 213-236.
6. BAKER, F.J. : "Chief Programmer Team Management of Production Programming", IBM Systems Journal 11(1): pp.56-73.
7. BARKIN, S.R. and DICKSON, G.W.: "An Investigation of Information Systems Utilization", Information and Management 1 (1977) p. 35-45.
8. BARRET, M.: "Information Processing Types and Simulated Decision Making", Working Paper 73-2, The Management Information Research Center, University of Minnesota, Minneapolis. 1974.
9. BEALE, E.M.L., KENDALL, M.G. and MANN, D.W., "The discarding of variables in multivariate Analysis", Biometrika, 54, 3 and 4, 1967, p.357.
10. BECKETT, J.A. : "The Total Systems Concept: its Implications for Management". In Myers (133).
11. CAMBELL, J.P.: "Decision making, Conflict Resolution and the Steady State", in (100).
12. CARLSON, E.D.: "Evaluating the Impact of Information Systems". Management Informatics, Vol. 3, No. 2, 1974.
13. COMPUTER WORLD, Junie 1969.
14. COUGER, J.D. (ed.): "Updating the Survey on Computer Users and Computer Curriculums", Computer Newsletter for Schools of Business, Vol. 4, No. 2, Okt. 1970, pp.1-6.

15. COOKE, J.E. and KUCHTA, T.: "Feasibility studies for the selection of Computer Systems and Applications", in Design and Management of Information Systems by David H. Li, Science Research Associates, 1972, (120).
16. CONRAD, R.: "Errors of Immediate Memory", The British Journal of Psychology, Vol. 50, No. 4, November 1959, pp.349-359.
17. CRANNELL, C.W. and PARRISH, J.M.: "A Comparison of Immediate Memory Span for Digits, Letters and Words", The Journal of Psychology, Vol. 44, Oktober 1957, pp.319-327.
18. DARNELL, D.K.: "Toward a Reconceptualization of Communication", The Journal of Communications 2:15-16, 1971.
19. DEAN, N.J.: "The Computer Comes of Age", Harvard Business Review, Januarie-Februarie 1968, pp.83-91.
20. DEARDEN, J.: "MIS is a Mirage", Harvard Business Review, Januarie-Februarie 1972.
21. DEARDEN, J.: "Myth of Real-time Management Information", Harvard Business Review, Mei-Junie 1966, pp.123-132.
22. DICKSON, G.W.: "Management Information Devison Systems", Business Horizons, Desember 1968, pp.17-26.
23. DICKSON, G.W. and POWERS, R.: "MIS Project Management, Myths, Opinions and Reality" In Information Systems Administration by W. McFarlan, R. Nolan and D. Norton. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1973,(131).
24. DICKSON, G.W. and SIMMONS, J.K.: "The Behavioral side of MIS - some aspects of the "people problem". Foundation for the School of Business, Indiana University, 1970, pp.253-265.
25. DIEBOLD, J.: "Bad Decisions on Computer Use", Harvard Business Review, Januarie-Februarie 1969, pp.14-28.
26. FERRARA, R. and NOLAN, R.L.: "New look at Computer Data Entry", Journal of Systems Management, Februarie 1973.
27. FERREIRA, J. and COLLINS, J.F.: "The Changing Role of the MIS executive" Datamation, 1971, pp.26-32.
28. FRANE, J.W. and HILL, M.: "Factor Analysis as a Tool for Data Analysis", Comm. Statist. Theory and Methods, Vol. A5, No. 6, 1976.
29. GALBRAITH, J.R.: "Achieving Integration Through Information Systems", Cambridge Sloan School of Management, Working Paper 361-68, 1968.

30. GALBRAITH, J.R.: "Organization Design: An Information Processing View", Interfaces, Vol. 4, No. 3, Mei 1974.
31. GARRITY, J.T.: "Top Management and Computer Profits", Harvard Business Review, Julie-Augustus 1963, pp.6-12.
32. GERRITY, T.: "Design of Man-Machine Decision Systems: An Application to Portfolio Management", Sloan Management Review, 12(2): pp.59-75, 1971.
33. GLASER, G.: "The Centralization vs. Decentralization issue: arguments, alternatives, and guidelines", Data Base (2:3), Fall/Winter 1970, pp.1-7.
34. HARDIN, E.: "Computer Automation, Work Environment and Employee Satisfaction. A case study", Industrial and Labor Relations Review, Vol. 13, Julie 1968, pp.559-657.
35. HEAD, R.V.: "Management Information Systems: a critical appraisal", Datamation, Mei 1967, pp.22-27.
36. HERZBERG, F.: "One more time: How do you Motivate Employees?" Harvard Business Review, Januarie-Februarie 1968, pp.53-62.
37. HUSE, E.F.: "The Impact of Computerized Programs on Managers and Organizations" in Myers (131) p.290.
38. HUYSMANS, J.: "The effectiveness of the Cognitive Style Constraint in Implimenting Operations Research Proposals", Management Science, Vol. 17, No. 1, September 1970, pp.92-104.
39. LEAVIT, H.J. and WHISLER, T.L.: "Management in the 1980's", Harvard Business Review, November-Desember 1968, pp.41-58.
40. LEHMAN, M.M.: "Performance Evaluation, phenomenology, Computer Science and Installation Management", in Performance of Computer Installations deur D. Ferrari. 1978. North-Holland, (103).
41. LUCAS, H.C. jr.: "The use of an Interactive Information Storage and Retrieval System in Medical Research", Communications of the ACM. Maart 1978. Vol. 21. No. 3.
42. _____ "Empirical Evidence for a Descriptive Model of Implementation", MIS Quarterly, Junie 1978. pp.27-42.
43. _____ "Measuring Employee Reactions to Computer Operations", Sloan Management Review, Spring 1970. pp.59-67.

44. _____ "The Implementation of an Operations Research Model in the Brokerage Industry", Management Science, Oktober 1975. pp.66-75.
45. _____ "System Quality, user reactions and the use of Information Systems", Management Informatics, Vol. 3 (1974) No. 4.
46. _____ "A user Oriented approach to Systems Design" Proc. ACM Nat. Conf. 1971, pp.325-338.
47. _____ "User reactions and the Management of Information services", Management Informatics, Vol. 2, No. 4, 1973.
48. _____ "Performance and the use of an Information System", Management Science, Vol. 21, No. 8, April 1975.
49. _____ "The Evolution of an Information System. From Key-Man to Every Person", Sloan Management Review, Winter 1978 Vol. 19, no. 2.
50. _____ "The use of an Accounting Information System, Action and Organizational Performance", The Accountant Review, Oktober 1975.
51. _____ "An Empirical Study of a framework for information Systems", Decision Sciences, Vol. 5, No. 1, Januarie 1974.
52. LUCAS, H.C. jr.: "Unsuccessful Implementation: The case of a Computer-Based Order Entry System", Decision Sciences, Vol. 9, 1978.
53. _____ "Computers in the Service of Man: The Computer Professional in an Alien Subculture", Proc. of the ACM, Augustus 1973.
54. _____ "Technological Consulting in a Grass Roots, Action Oriented Organization", Sloan Management Review. Taff 1972. Vol. 14, No. 1.
55. _____ "The Implementation of Computer-Based Models", Management Accounting, Februarie 1976, pp.49-50.
56. LUCAS, H.C. jr., LARRECKE, J.C. and MONTGOMERY, D.B.: "Integrating the Computer into a Business School Curriculum", Decision Sciences, Vol. 5, No. 2, April 1974.
57. LUCAS, H.C. jr.: "A CRT Report Generating System", Communications of the ACM, Vol. 17, No. 1, Januarie 1974.

58. LUCAS, H.C. jr.: "An Experimental Investigation of the use of Graphics in Decision Making", School of Business, New York University, April 1979.
59. _____ "Performance Evaluation and Monitoring", Computing Surveys, Vol. 3, No. 3, September 1971.
60. LUCAS, H.C. jr., LARRECKE, J.C. and MONTGOMERY, D.G.: "Evaluation of a Time-Shared Computer using a synthetic Job", Sistemas, Mexico, Oktober 1973.
61. LUCAS, H.C. jr. and NEILSEN, N.R.: "The Impact of the mode of Information Presentation on Learning and Performance", New York University, Working Paper 77-96, Desember 1977.
62. LUCAS, H.C. jr. and KAPLAN, R.B.: "A structured Programming Experiment", The Computer Journal, Vol. 19 No. 2, April 1976.
63. LUKE, J.: "Data Base Systems: Putting Management Back in the Picture", CSC Report, Vol. 9, No. 1, 1975, pp.159-162.
64. MASLOW, A.H.: "A Theory of Human Motivation", Psychological Review, Julie 1943, pp.370-396.
65. MASON, R.D. and MITROFF, I.I.: "A Program for Research on Management Information Systems", Management Science, 19(5), 1973, pp.475-487.
66. MCGREGGOR, D.: "The Scanlan Plan Through a Psychologist Eyes", Technology, Industry and Man, 1967.
67. MCKINSEY and Company: "Getting the most of your Computer", McKinsey and Company, New York, 1964.
68. _____ "Unlocking the Computer's Profit Potential", McKinsey and Company, Chicago, 1968.
69. MILLER, G.A.: "The Magical Number Seven, plus or minus two: Some limits on our capability for Processing Information", The Psychological Review, Vol. 63, No.2, Maart 1956, pp.81-97.
70. MORRISON, D.F.: "Multivariate Statistical Methods", McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.
71. MUMFORD, E.: "Implementing EDP Systems - a Sociological Perspective" The Computer Bulletin (UK), Januarie 1969, pp.10-13.

72. MYERS, C.A.: "The Impact of Computers on Management", Cambridge, MIT Press, 1967.
73. NOLAN, R.L.: "Plight of the EDP Manager", Harvard Business Review, Vol. 51, No. 3, Mei-Junie 1973.
74. PARNAS, D.: "On the criteria to be used for decomposing systems into modules", Comm. of the ACM, 15(12), 1972, pp.1953-58.
75. PERROW, C.: "The Short and Glorious History of Organizational Theory", Organizational Dynamics, Summer 1973.
76. RABINOWITZ, P.: "Applications of linear programming to numerical analysis", SIAM Review Vol. 10, No. 2 (1968) pp.121-159.
77. REIF, W.E.: "Computer Technology and Management Organization", Iowa City: Bureau of Business and Economic Research, University of Iowa, 1968.
78. SCHLOSSER, R.E.: "Psychology for the Systems Analyst", Management Services, Nov./Des. 1964.
79. SMITH, D.P.: "Cut the fog about Systems Documentation", Journal of Systems Management, Desember 1979.
80. SIMON, H.A. and NEWELL, A.: "Human Problem solving - the state of the theory in 1970", American Psychological Ass., Carnegie-Mellon University, 1971.
81. SPRAGUE, H. jr.: "System Support for a Financial Planning Model", National Ass. of Accountants, New York, 1972.
82. SWANSON, B.E.: "Management Information Systems. Appreciation and Involvement", Management Science, Vol. 21, No. 2, Oktober 1974.
83. TAYLOR, J.W. and DEAN, N.J.: "Managing to Manage the Computer", Harvard Business Review, September-Oktober 1966 pp.98-109.
84. WERNER, D.J.: "A study of the use of an experimental information system in a medical environment", Management Informatics, Vol. 33, Junie 1974, pp.133-140.
85. WHISLER, T.L.: "The impact of Information Technology on Organizational Control", in The Impact of Computers on Management by Charles A. Meyers, Cambridge, The MIT Press, 1967, (131).

86. WOLFE, P.: "A Technique for solving degeneracy in linear programming", J. Soc. Indust. Appl. Math., Vol. 11, No. 2, June 1963.
87. ZAIN, W.M.: "Blueprint for MIS", Harvard Business Review, November-December 1970, pp.95-100.

BOEKE

88. ALBRECHT, L.: Organization and Management of Information Processing Systems, Macmillan Book Company, New York, 1973.
89. ANTHONY, R.N.: Planning and Control Systems: A framework for Analysis, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1965.
90. BARKE, H.: Computer Applications in the Behavioral Sciences, Prentice-Hall, New York, 1962.
91. BECKER, J. and HAYES, R.M.: Information Storage and Retrieval: Tools, Elements, Theories. Wiley, New York, 1963.
92. BURCH, J.G. jr. and STRATER, F.R.: Information Systems: Theory and Practice. Santa Barbara. California, Hamilton Publishing Company, 1974.
93. CAMPBELL, D.T. and STANLEY, J.C.: Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research. Rand McNally, Chicago, 1963.
94. COMPUTER PERSONELL (Pty) Ltd.: CPL Data Processing Survey, Augustus 1979.
95. CHAPDELAIN, P.A.: Accuracy Control in Source Data Collection, Headquarters, Air Force Logistics Command, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1963.
96. CYERT, R.M. and MARCH, J.G.: A Behavioral Theory of the Firm. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1963.
97. DANIEL, C. and WOOD, F.S.: Fitting equations to Data. Wiley Interscience, New York, 1971.
98. DANTZIG, G.B.: Linear Programming, Addison Wesley Publishing Company, London, 1972.
99. DAVIS, G.B.: Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure and Development, McGraw-Hill, New York, 1974.

100. DAVIS, G.B. and EVEREST, G.C.: Readings in Management Information Systems, McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.
101. DIXON, W.J. and BROWN, M.B.: BMDP-77, Biomedical Computer Programs P-Series, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, 1977.
102. EDWARDS, A.R.: An Introduction to Linear Regression and Correlation. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1976.
103. FERRARI, D.: Performance of Computer Installations, North-Holland, London, 1978.
104. FILLEY, A.C. and HOUSE, R.J.: Managerial Process and Organizational Behaviour, Scott Foresman and Company, Glenview, 1969.
105. FLIPPO, E.B.: Principles of Personnel Management, Tokyo, McGraw-Hill, Kagakusha Ltd. 1971.
106. GALBRAITH, J.R.: Organizational Design: An Information Processing View. Addison Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Mass., 1974.
107. GASS, S.I.: Linear Programming. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1958.
108. GORSUCH, R.L.: Factor Analysis. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1974.
109. GRAYBILL, F.A.: Theory and Application of the linear model. Duxbury Press., Massachusetts, 1976.
110. HADLEY, G.F.: Linear Algebra, Addison Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Mass., 1961.
111. HADLEY, G.F.: Linear Programming. Addison Wesley Publishing Company, London, 1972.
112. HARPER, W.L.: Data Processing Documentation: Standards, Procedures and Applications. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1973.
113. HERTZBERG, F.: Work and the Nature of Man, The World Publishing Company, Cleveland, 1966.
114. HILL, M.A.: BMDP User's Digest - a condensed guide to the BMDP Computer Programs. BMDP Statistical Software, Department of Biomathematics. University of California, Los Angeles, 1979.

115. Installation management. Organizing the data processing activity, IBM Manual, 3de uitgawe, 1973, GC 20-1622-2.
116. HOWERTON, P.W.: Information Handling: First Principles. Spartan Books, Washington DC, 1963.
117. KATZ, D. and KAHN, L.: The Social Psychology of Organizations. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1966.
118. KATZAN, H. jr.: Systems Design and Documentation - An Introduction to the HIPO method, Van Nostrand Reinhold, New York, 1976.
119. LEYDER, L.C.: De Invoering en het beheer van de Computer in de onderneming. Standaard Wetenschappelijke Uitgeverij, Antwerpen/Utrecht, 1971.
120. LI, D.H.: Design and Management of Information Systems. Science Research Associates, New York, 1972.
121. LIKERT, R.: New Patterns of Management. McGraw-Hill Book Company, New York, 196
122. _____ The Human Organization. Its Management and Value. McGraw-Hill Book Company, New York, 1967.
123. LLEWELLYN, R.W.: Information Systems. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1976.
124. LUCAS, H.C. jr.: Computer-Based Information Systems in Organizations. Palo Alto. Science Research Associates, 1973.
125. LUCAS, H.C. jr.: The Implementation of Computer-Based Models. National Association of Accountants. New York, 1975.
126. _____ Toward Creative Systems Design. Columbia University Press, New York, 1974.
127. _____ Why Information Systems Fail. Columbia University Press, New York, 1975.
128. _____ Information Systems Concepts for Management. McGraw-Hill Book Company, New York 1978.
129. MARCH, J. and SIMON, H.A.: Organizations. John Wiley and Sons., Inc., London, 1958.
130. MASLOW, H.: Motivation and Personality, 2nd Edition, Harper and Row, New York, 1970.

131. MCFARLAN, W., NOLAN, R. and NORTON, D.: Information Systems Administration. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1973.
132. MCGREGOR, D.M.: The Human Side of Enterprise, McGraw-Hill Book Company, New York, 1971.
133. MYERS, C.A.: The impact of Computers on Management. Cambridge: The MIT Press, 1967.
134. MOORE, D.W.: Management Problems in the 1970's, System Analysts, Business Management and Computers, London, 1968.
135. MUMFORD, E. and BANKS, O.: The Computer and the Clerk. London, Routledge and Kegan Paul, 1967.
136. MUMFORD, E. and WARD, T.B.: Computers: Planning for People. London, B.T. Batsford, 1968.
137. ORLICKY, J.: The successful computer system. McGraw-Hill Book Company, New York, 1969.
138. OWSOWITZ, S. and SWEETLAND, A.: Factors Affecting Coding Errors, Rand Memorandum, 4346, The Rand Corporation, Santa Monica, California, 1965.
139. REYNDERS, H.J.J.: Die taak van die Bedryfsleier, Pre-toria, Van Schaik's, 1967.
140. RUBIN, M.C.: Handbook of Data Processing Management, Data Processing Administration, Volume 6, Auerbach Publishers, London, 1971.
141. SANDERS, D.H. and ADKINSON, L.: Study Guide to accompany Computers in Business. New York, McGraw-Hill Book Company, 1972.
142. SANDERS, D.H.: Computers and Management, McGraw-Hill Book Company, New York, 1970.
143. SCOTT, Morton, M.S.: Management Decision Systems. Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1971.
144. SCHEIN, E. Organizational Psychology. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall 1965.
145. SHARPE, W.F.: The economics of Computers, New York. Columbia University Press, 1969.

146. SCHULTZ, G.P. and WHISLER, T.L.: Management Organization and the Computer. The Free Press of Glencoe, Illinois, 1969.
147. SIMON, H.A.: The Shape of Automation for Men and Management. New York, Harper and Row, 1965.
148. _____ The New Science of Management Decision, Harper and Brothers, New York, 1960.
149. SNEDECOR, G.W. and COCHRAN, W.G.: Statistical Methods. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1976.
150. THIÉREAU, R.J. and GEEDING, D.W.: Data Processing for Business and Management, John Wiley, New York, 1973.
151. TRIST, E.L.: Organizational Choice. London, Tavistock Publications 1971.
152. WIESNER, F.J.: Kommunikasie in die Bedryf, MBA skripsie, PU vir CHO, 1976.
153. WHISLER, T.L.: The Impact of Computers on Management. Cambridge: The MIT Press, 1967.
154. WHISLER, T.L. Information Technology and Organizational Changes. Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, 1970.
155. WITHINGTON, F.G.: The Use of Computers in Business Organizations, Addison-Wesley, New York, 1966.
156. _____ The real computer: its influence, uses and effects, Addison-Wesley, New York, 1969.
157. WONNACOT, T.H. and WONNACOT, R.J.: Introductory Statistics. John Wiley and Sons, New York, 1977.
158. YOURDAN, E.: Design of On-Line Computer Systems. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1972.

SUMMARY

INTRODUCTION

The central problem in this research project amounts to the fact that the design and implementation of computer-based information systems have for a long time (and in some organizations are still being) accepted as being primarily technical activities. As a result of this attitude about technology, the fact that practically all computer-based information systems exist within the context of an organization has been largely ignored. From the literature it has emerged that many computer-based information systems have failed, not necessarily as a result of poor technical quality, but because certain other important aspects, which determine the success or the failure of a computer-based system, have been ignored.

The aim of the study

The aim of this study may be summed up in the four main points, viz.:

- i) to investigate the use of computer-based information systems and their success as perceived by the user;
- ii) to determine which factors make the largest contribution to the success of computerized systems;
- iii) to determine, by means of optimizing methods, which factors are the most important to change, so that the performance of the information systems may be optimally improved; and
- iv) to formulate a model which would enable the management of an organization to apply capital in such a way that the computerized systems may provide optimum performance.

A distinction was made in this respect between two categories of user, viz. the low-level, transaction-oriented or clerical user and the management of the organization.

Various researchers, including Henry C. Lucas Jnr. (who probably made the most important contribution) have investigated the use and the application of computer-based information systems. Some others, who have also made contributions in this and related fields, include Enid Mumford, E. Burton Swanson, Russel R. Ackoff, R.D. Mason and I. Mitroff, M.S. Scott Morton, John T. Garrity and J. Huysmans. The relationships that these researchers established between certain variables, however, are not adequate to enable the management of an organization to improve the performance of the computerized systems in the organization optimally.

Hypothetical research model

By means of using a descriptive model of variables, and with the aid of BMDP statistical programs, correlation and regression methods were used to investigate linear relationships between certain variables and the success of computerized systems.

Criterion for success

The following three criteria may be used to measure the success of a computerized system:

- i) cost/benefit;
- ii) extent of use; and
- iii) user satisfaction.

(i) Is a very effective criterion but is difficult to implement seeing that certain intangible advantages, which cannot readily be measured, may also be derived from computerization.

(ii) Can only be used when the use of the systems take place on a voluntary basis.

In this research project, then, user satisfaction was used as a measurement for the success of the various systems.

Collection of data

In order to determine the relationships between various variables, data from users of computerized systems in a very large organization were collected. In this organization there are about 140 computerized systems used by about 1200 clerical staff and 114 managers.

Questionnaires were designed for the clerical workers as well as for the managers, and a random sample of 200 ordinary users and the full population of managers were involved in the investigation.

Relationships which were studied

By using correlations, canonical correlations and linear regression, it could be indicated that the following linear relationships exist:

Between:

- i) user attitude towards computerization and the success of computerized systems;
- ii) the technical quality of a computerized system and the success of the system;
- iii) managerial support and the success of a computerized system;
- iv) personal factors on the part of the user and the success of a computerized system;
- v) user involvement in the design, development, implementation and use of a computerized system and the attitude of the user towards a computerized system;
- vi) the technical quality of a computerized system and the attitude of the user towards computerizing;
- vii) managerial support and the attitude of the user towards computerized systems;

- viii) documentation and user training and the technical quality and success of computerized systems;
- ix) the attitude of management towards computer personnel and the success of a computerized system;
- x) the man/machine interface and the technical quality and success of the system; and
- xi) the availability of resources and the success of computerized systems.

The linear regression model

The managerial model was used to determine a linear regression model of variables in terms of which success could be explained. By using factor analysis, the two variables used to determine the success of computerized systems were combined to form a single factor, so that success could be expressed by means of linear regression as a linear relationship of a number of variables.

By using stepwise linear regression, the number of independent variables in terms of which success could be explained was reduced to 18 variables (the number at the outset had been 39). These variables explained 72% of the variation of the success variable. Because there was a need for as simple a model as possible for the rest of the study, a multiple linear regression program was used for this model to select the "best" subset of independent variables in terms of which success could be explained. 69% of the variation in success could be explained through the 12 variables in this subset. The twelve variables were the following:

- A_{2,1} - the attitude of management towards computerization
- E_{2,1} - support of management
- C_{2,4} - degree of detail in output reports (too much)
- C_{2,5} - degree of detail in output reports (too little)
- C_{2,6} - accuracy of information
- H_{2,2} - involvement of management

- G_{2,1} - terms of service of managers
- T_{2,0} - availability of resources
- W_{2,2} - technical quality of computer personnel
- W_{2,6} - quality of the manager's managerial skills
- W_{2,8} - training provided for users
- W_{2,9} - extent to which users are involved in computerizing projects.

The linear regression model which was obtained, consisted of the following:

$$\begin{aligned}
 S = & -3.74 - .98A_{2,1} + .16E_{2,1} + .14C_{2,4} - .14C_{2,5} + .23C_{2,6} \\
 & + .07H_{2,2} + .08T_{2,0} - .01G_{2,1} + .34W_{2,2} + .11W_{2,6} \\
 & + .10W_{2,8} - .26W_{2,9}.
 \end{aligned}$$

The restricted linear regression model method

The influence that a specific independent variable has on the dependent variable is now of importance. Should there have been no interdependence between the decision variables, one could merely note the regression co-efficient of the specific variable. In such a situation it would be theoretically possible to determine for example the maximum of the dependent variable by setting those values of the decision variables which have positive regression co-efficients as high as possible, and those which have negative co-efficients, as low as possible.

The problem which develops when this procedure is followed, is often that this combination of levels of variables which is represented, is not capable of physical implementation. There might be no data points in which a specific variable X_j is on a high level and another variable X_m also on a high level. Should it then be proposed that both these variables be at a high level, this could be an unrealistic

proposal which cannot be implemented in physical terms. It should thus be accepted that one can only suggest levels of variables which would fall within the area of experience.

The area of experience in this study is regarded as the data points which we have available. In this project data were collected from 114 managers so that 114 data points are available. To determine the convex hull all convex combinations of the data points observed should be studied.

Suppose that the influence of a specific variable, for example X_p , on the dependent variable S is studied. In the first place it is necessary to know the area of variation covered by X_p within the available data. In this project the data are derived from a 7-point scale, so that the minimum values which may be discerned for all the variables are 1, and the maximum 7.

Were it to be posited¹⁾ that $X_p = q$ where $q \in (1, 7)$, then it would be desirable to determine the values of the remaining decision variables, such that S could be a maximum (or a minimum). For this purpose a linear programming problem was formulated and solved. The solution of the linear program then yields the maximum (minimum) of S as well as the levels of the decision variables X_1, X_2, \dots, X_k , where this optimal level is reached. By solving this linear program for the various possible values of q in the interval $(1, 7)$, the maximum and minimum values of S may be determined together with the optimal levels of the remaining decision variables.

1) This is often helpful in a situation where X_p is a state variable and not a decision variable.

In the above discussion only the one decision variable X_p was selected at a particular level and the linear program solved, but it is of course possible to restrict more than one decision variable at specific levels and then to solve the linear program.

In this project this technique was applied and graphic representations obtained for each of the 12 "independent" variables together with the optimal values of the decision variables when one variable at a time is restricted to the values 1, 2, ... 7.

Another aid of these solutions was that five factors which have a particularly significant influence on success could be identified. These factors are the following:

- * Accuracy of the information yielded by the systems.
- * The availability of resources.
- * The term of service of a manager within the organization.
- * The technical quality of computer personnel.
- * Training of users of the computer made available by computer personnel.

One of the factors, viz. the term of service of a manager within the organization, can be regarded as a state variable (about which nothing can be done).

A simple cost model

Although the cost involved in all eleven variables (excluding the state variable) is of significance when the success rate has to be improved, the above four are those which should preferably be given attention. For the management of an organization it is important to know in what way funds should be applied so that the success of the systems

could be maintained at the desired level of efficiency.

The basic problem here is that the cost involved in the raising of the various variables would differ in the different instances. The availability of capital is a further limitation on the expansion of the variables. Suppose that the total capital which may be applied for computer purposes (that is, capital already spent plus additional funds which will be spent) is R Rand. Suppose further that the costs involved in increasing variables X_1, X_2, \dots, X_k by one unit on the 7-point scale are Q_1, Q_2, \dots, Q_k respectively.

By using R in a cost-limiting inequality in a linear program, and by, for example, restricting one or more state variables to a specific value, the optimal values of the decision variables and the objective function values may be determined by solving the linear program for various values of R .

A general cost model

When a single computerized system has to be improved, the simple cost model above may be fruitfully applied. In the case where multiple computerized systems depend upon the same resources, it may be difficult to find values for the costs Q_1, Q_2, \dots, Q_k in the simple cost model.

The level of a variable X_j may be set higher by improving some of the components not necessarily in a unique way. Suppose that the level of a variable X_j is a result of levels of its components represented by the variables $Y_{j1}, Y_{j2}, \dots, Y_{j\ell}$. Suppose for instance that the variable X_j represents the availability of resources. The resources consist of certain basic components, such as power of the

central processor, disc space, software, etc. Thus it would be desirable to formulate a model where the cost of improving the level of the source components is considered. It is assumed in this model that the relationships between the variables X_1, X_2, \dots, X_k and the source components are available. This model can be used in situations where multiple systems depend upon the quality of the source components affecting the variables X_1, X_2, \dots, X_k (which in turn affects the success levels of the systems).

It is in fact applicable to a situation where management has to be advised on the use of monetary resources to improve the level of the source components in order to attain desirable levels of success in critical computerized systems depending upon the same source components.

ADDENDUM A



GEBRUIKERSVRAELYS
AANWYSINGS:

Die onderstaande vrae word gevolg met 'n lyn waarop 7 syfers verskyn. Omsirkel asseblief die syfer wat u antwoord die beste verteenwoordig op die vraag. Byvoorbeeld as die volgende vraag gestel word:

a. Wat is die temperatuur vandag?

koud 1 2 3 4 5 6 7 warm

As u dink dit is warmer as die gemiddelde temperatuur kan u die "5" omkring. (Merk asseblief op dat 'n "7" nie altyd "gunstig" of "hoog" beteken nie en dat in sommige vrae 'n "1" dui op 'n meer gunstige antwoord.

1. Ek vind dat rekenaaruitvoer belangrik is in my werk.

verskil 1 2 3 4 5 6 7 stem saam

2. Deur te rekenariseer kan besighede of organisasies doelstellings bereik wat andersins onmoontlik is.

verskil 1 2 3 4 5 6 7 stem saam

3. Ek is tevrede met die gerekenariseerde stelsels wat ek gebruik Ek is nie tevrede met die gerekenariseerde stelsels wat ek gebruik nie.

4. My organisasie moes nooit begin het om rekenaars te gebruik nie.

stem saam 1 2 3 4 5 6 7 verskil

5(a) In welke mate voel u dat die uitvoer wat u van die rekenaar ontvang betyds of nie betyds is nie?

nie betyds 1 2 3 4 5 6 7 betyds

(b) In welke mate voel u dat die uitvoer wat u van die rekenaar ontvang akkuraat of onakkuraat is?

onakkuraat 1 2 3 4 5 6 7 akkuraat

- (c) In welke mate voel u dat die uitvoer wat u van die rekenaar ontvang die inligting gee wat u verlang of nie die inligting gee wat u verlang nie?

die inligting gee 1 2 3 4 5 6 7 nie die inligting
wat u verlang gee wat u verlang
nie

- (d) In welke mate voel u dat die uitvoer wat u van die rekenaar moeilik of maklik is om te lees?

moeilik is om 1 2 3 4 5 6 7 maklik is om te
te lees lees

- (e) In welke mate voel u dat die uitvoer wat u van die rekenaar ontvang maklik of moeilik is om te verander en foute te herstel?

maklik verander kan 1 2 3 4 5 6 7 moeilik is om te
word en foute maklik verander en foute
lik herstel kan te te herstel
word

- (f) In welke mate is die uitvoer wat u van die rekenaar ontvang bruikbaar of onbruikbaar?

is nie bruikbaar 1 2 3 4 5 6 7 is bruikbaar
baar nie

- (g) In welke mate voel u dat die uitvoer wat u van die rekenaar ontvang te veel detail of die regte hoeveelheid inligting bevat?

te veel detail 1 2 3 4 5 6 7 die regte hoeveelheid
heid inligting

6. Sover my wete streek bestaan daar

dokumentasie (m.a.w. 1 2 3 4 5 6 7 geen dokumentasie
iets wat op 'n manier neergeskryf is oor die stelsel
om te sê hoe u die gebruik
stelsel moet gebruik) nie

7. Sover my wete streek bestaan daar

swak dokumentasie oor 1 2 3 4 5 6 7 goeie dokumentasie
die stelsel wat ek gebruik oor die stelsel
gebruik wat ek gebruik

8. My organisasie kan net baat vind deur meer te rekenariseer

verskil 1 2 3 4 5 6 7 stem saam

9. Die kwaliteit van die gerekenariseerde stelsel wat ek gebruik, is volgens my mening

goed 1 2 3 4 5 6 7 swak

10. Deur te rekenariseer is dit moontlik om besluite te neem wat sonder die rekenaar nie moontlik sou wees nie.

verskil 1 2 3 4 5 6 7 stem saam

11. Ek voel dat my organisasie se bestuur

nie 'n groter mate van gebruik van die rekenaar ondersteun nie	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	'n groter mate van gebruik van die rekenaar ondersteun
--	----------------------	--

12. Ek is nie tevrede met die uitvoer wat ek van die rekenaar ontvang nie	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	Ek is tevrede met die uitvoer wat ek van die rekenaar ontvang
---	----------------------	---

13. Ek voel dat rekenarisering ten opsigte van klerklike werk

min potensiaal het 1 2 3 4 5 6 7 baie potensiaal het

14(a) In welke mate voel u dat die inligting (bv. op 'n vorm) wat u moet voorberei vir die rekenaar moeilik of maklik is om voor te berei?

moeilik om voor te berei	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	maklik om voor te berei
--------------------------	----------------------	-------------------------

(b) In welke mate voel u dat die inligting wat u moet voorberei vir die rekenaar maklik of moeilik gekorrigeer kan word?

maklik om te korrigeer	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	moeilik om te korrigeer
------------------------	----------------------	-------------------------

(c) In welke mate voel u dat die inligting wat u moet voorberei vir die rekenaar akkuraat of onakkuraat is?

onakkuraat	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	akkuraat
------------	----------------------	----------

(d) In welke mate voel u dat die inligting wat u moet voorberei vir die rekenaar volledig of onvolledig is?

onvolledig	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	volledig
------------	----------------------	----------

15. Wat is u algemene vlak van tevredenheid met die aktiwiteite van die rekenaardepartement

tevrede 1 2 3 4 5 6 7 ontevrede

16. Volgens my mening voldoen die gerekenariseerde stelsel wat ek gebruik aan al die vereistes wat daaraan gestel is

verskil 1 2 3 4 5 6 7 stem saam

17. Daar is baie voordele verbonde aan rekenarisering in die algemeen

verskil 1 2 3 4 5 6 7 stem saam

18. Ek is nie 1 2 3 4 5 6 7 Ek is tevrede met die wyse waarop invoer (bv. op 'n vorm) aan die rekenaar gelewer moet word nie

tevrede met die wyse waarop invoer aan die rekenaar gelewer moet word

19. Ek voel dat my onmiddellike senior

'n groter mate 1 2 3 4 5 6 7 nie 'n groter mate van gebruik van die rekenaar ondersteun

van gebruik van die rekenaar ondersteun nie

20. My departement in my organisasie moes nooit van 'n rekenaar gebruik gemaak het nie

stem saam 1 2 3 4 5 6 7 verskil

21. In die gebruik van die gerekenariseerde stelsel in my departement het ek

geen kontak met 1 2 3 4 5 6 7 kontak met die rekenaardepartement

22. Ek ondersteun nie 1 2 3 4 5 6 7 Ek is ten gunste van 'n groter mate van gebruik van die rekenaar in die algemeen nie

te van rekenaar gebruik in organisasies

23. Rekenarisering in organisasies het 'n mode geword en is baie keer nie regtig nodig nie

verskil 1 2 3 4 5 6 7 stem saam

24. Hoe lank is u al werksaam vir die huidige organisasie? (tot die naaste volle jaar bereken)

jaar

(bv. vir 1 jaar)

25. Hoe lank is u in die huidige betrekking werksaam? (tot die naaste volle jaar bereken)

jaar

26. Hoe oud was u met u laaste verjaardag?

- | | |
|-------------------------------|---|
| (a) 20 jaar of jonger? | 1 |
| (b) van 21 tot 25 jaar? | 2 |
| (c) van 26 tot 30 jaar? | 3 |
| (d) van 31 tot 35 jaar? | 4 |
| (e) van 36 tot 40 jaar? | 5 |
| (f) van 41 tot 45 jaar? | 6 |
| (g) van 46 tot 50 jaar? | 7 |
| (h) ouer as 50 jaar? | 8 |

Trek 'n kringetjie om die syfer wat ooreenstem met u antwoord op die volgende vrae:

27. Wat is u hoogste vlak van opleiding? (merk slegs 1 hokkie)

- | | |
|--|---|
| (a) Hoërskool | 1 |
| (b) Kollege-/universiteitsopleiding sonder diploma/graad | 2 |
| (c) Kollege-/universiteitsopleiding met diploma | 3 |
| (d) B-graad | 4 |
| (e) Universiteitsopleiding met B-graad en diploma | 5 |
| (f) Honns.-graad | 6 |
| (g) Universiteitsopleiding met Honns.-graad en diploma | 7 |
| (h) M-graad | 8 |
| (i) D-graad | 9 |

28. Is nuwe rekenaartoeepassings in u departement of afdeling ontwikkel sedert u diens in hierdie departement of afdeling aanvaar het?

Ja	1
Nee	2

29. Indien "ja" geantwoord op vraag 28 is hierdie toepassings ontwerp sedert u hier werksaam is?

Ja	1
Nee	2

30. Indien "ja" geantwoord op vraag 29 in welke mate was u by die ontwerp daarvan betrokke?

- (a) gladnie betrokke by die ontwerp nie

1

- (b) baie min betrokke

2

- (c) redelik betrokke

3

- (d) baie betrokke

4

- (e) in volle beheer van die ontwerp

5

31. Indien "ja" geantwoord op vraag 28 in welke mate was u by die ontwikkeling van die rekenaartoeepassing(s) betrokke?

- (a) gladnie betrokke by die ontwikkeling nie ...

1

- (b) baie min betrokke

2

- (c) redelik betrokke

3

- (d) baie betrokke

4

- (e) in volle beheer van die ontwikkeling

5

32. Indien u betrokke was by die ontwerp daarvan, in welke mate was u betrokke?

- (a) een volle dag of minder

1

- (b) tussen een en vyf dae

2

- (c) van 6 dae tot 'n maand

3

- (d) meer as 'n maand

4

33. Indien u betrokke was by die ontwikkeling daarvan, in welke mate was u betrokke?

- | | |
|-----------------------------------|---|
| (a) een volle dag of minder | 1 |
| (b) tussen een en vyf dae | 2 |
| (c) van 6 dae tot 'n maand | 3 |
| (d) meer as 'n maand | 4 |

34. Is enige wysigings aan bestaande gerekenariseerde stelsels in u departement aangebring sedert u diens in hierdie departement aanvaar het?

Ja	1
Nee	2

35. Indien "Ja" geantwoord op vraag 34 in welke mate was u betrokke met die wysigings aan die gerekenariseerde stelsel?

- | | |
|---|---|
| (a) gladnie betrokke nie | 1 |
| (b) baie min betrokke | 2 |
| (c) redelik betrokke | 3 |
| (d) baie betrokke | 4 |
| (e) in volle beheer van die wysigings | 5 |

36. Toe ek die eerste keer met rekenaarverwerking te doen gekry het, het ek opleiding daaromtrent ontvang.

Ja	1
Nee	2

37. Indien "Ja" geantwoord op vraag 36 in welke mate het u opleiding ontvang?

- | | |
|---------------------------------------|---|
| (a) min opleiding | 1 |
| (b) redelike mate van opleiding | 2 |
| (c) baie opleiding | 3 |
| (d) intensiewe opleiding | 4 |

38. Is daar enige faktore wat volgens u mening 'n bydrae kan lewer tot die sukses van 'n gerekenariseerde stelsel?

ADDENDUM B

BESTUURDERSVRAELYS

--	--	--	--	--	--	--

Aanwysings:

Die onderstaande vrae word gevolg met 'n lyn waarop 7 syfers verskyn. Omsirkel asseblief die syfer wat u antwoord die beste verteenwoordig op die vraag. Byvoorbeeld as die volgende vraag gestel word:

- a. Wat is die temperatuur vandag?

Koud 1 2 3 4 5 6 7 Warm

As u dink dit is warmer as die gemiddelde temperatuur kan u die "5" omring. (Merk op dat 'n "7" nie altyd "gunstig" of "hoog" beteken nie en dat in sommige vrae 'n "1" dui op 'n meer gunstige antwoord.)

1. In welke mate is u tevrede of nie tevrede met die gerekenariseerde stelsels waarmee u in die uitvoering van u pligte mee te doene het?

nie tevrede 1 2 3 4 5 6 7 tevrede

2. Hoe suksesvol is die gerekenariseerde stelsels waarmee u departement of afdeling gemoed is na u mening?

nie suksesvol nie 1 2 3 4 5 6 7 suksesvol

3. Daar is baie voordele verbonde aan rekenarisering in die algemeen.

stem saam 1 2 3 4 5 6 7 verskil

4. Deur te rekenariseer is dit moontlik om besluite te neem wat sonder die rekenaar nie moontlik sou wees nie.

verskil 1 2 3 4 5 6 7 stem saam

5. My organisasie kan baat vind deur op alle terreine meer te rekenariseer.

stem saam 1 2 3 4 5 6 7 verskil

6. Ek is ten gunste van 'n groter mate van rekenaargebruik in organisasies
- 1 2 3 4 5 6 7 Ek ondersteun nie 'n groter mate van gebruik van die rekenaar in die algemeen nie.

7. Ek voel dat my onmiddellike senior

n groter mate van gebruik van die rekenaar ondersteun	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	nie n groter mate van gebruik van die rekenaar ondersteun nie
---	----------------------	---

8. Ek voel dat my organisasie se bestuur

nie n groter mate van gebruik van die rekenaar ondersteun nie	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	n groter mate van gebruik van die rekenaar ondersteun
---	----------------------	---

9. Ek meen dat die inligting wat ek van die rekenaar ontvang (direk of indirek) ter ondersteuning van besluite wat ek moet neem

- | | | |
|--------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| (a) nie relevant is nie | <u>1 2 3 4 5 6 7</u> | relevant is |
| (b) misbaar is | <u>1 2 3 4 5 6 7</u> | onmisbaar is |
| (c) bruikbaar is | <u>1 2 3 4 5 6 7</u> | onbruikbaar is |
| (d) te veel detail bevat | <u>1 2 3 4 5 6 7</u> | die regte hoeveelheid inligting bevat |
| (e) te min detail bevat | <u>1 2 3 4 5 6 7</u> | die regte hoeveelheid inligting bevat |
| (f) akkuraat is | <u>1 2 3 4 5 6 7</u> | onakkuraat is |
| (g) nie betyds is nie | <u>1 2 3 4 5 6 7</u> | betyds is |
| (h) in n swak formaat is | <u>1 2 3 4 5 6 7</u> | in die regte formaat is |

10. In welke mate word die gerekenariseerde stelsel(s) wat deur u departement of afdeling gebruik word, ook deur ander departemente of afdelings in u organisasie gebruik?

min 1 2 3 4 5 6 7 baie

11. Beskou u uself as

eerstevlak

1

middelvlak

2

of topbestuur

3

in u organisasie?

12. Gebruik u departement of afdeling gerekenariseerde stelsel(s) wat in meer as een afdeling gebruik word?

1	Ja
2	Nee

INDIEN "JA" GEANTWOORD OP VRAAG 12 GAAN AAN MET VRAAG 13
ANDERSINS GAAN AAN MET VRAAG 14.

13. In welke mate moes u kompromieë aangaan met ander departemente omtrent die gerekenariseerde stelsel(s) wat gemeenskaplik gebruik word?

min of gladnie 1 2 3 4 5 6 7 in 'n redelike groot mate

14. In welke mate voel u tevrede met die manier waarop gerekenariseerde inligting aan u afgelewer word?

ontevrede 1 2 3 4 5 6 7 tevrede

15. Is nuwe rekenaartoeappings vir u departement of afdeling ontwikkel sedert u 'n bestuurspos in die organisasie beklee?

1	Ja
2	Nee

INDIEN "JA" GEANTWOORD OP VRAAG 15, BEANTWOORD ALLE VERDERE VRAE. INDIEN "NEE" GEANTWOORD OP VRAAG 15, MOET DAN NIE VRAAG 16 EN 17 BEANTWOORD NIE.

16. Toe nuwe rekenaartoeappings vir my departement of afdeling ontwikkel is, was ek

- (a) gladnie betrokke by die ontwikkeling nie
(b) baie min betrokke
(c) redelik betrokke
(d) baie betrokke
(e) in volle beheer van die ontwikkeling

1
2
3
4
5

17. Die totale hoeveelheid tyd wat deur my spandeer is aan 'n rekenaartoeappingsontwikkelingsprojek vir my departement of afdeling was

- (a) geen
- (b) een volle dag of minder
- (c) tussen een en vyf dae
- (d) van 6 dae tot 'n maand
- (e) meer as 'n maand

1
2
3
4
5

18. In welke mate word opleiding verskaf aan gebruikers van gerekenariseerde stelsels in u departement of afdeling?

min 1 2 3 4 5 6 7 baie

19. In hoe 'n groot mate bestaan daar gebruikersdokumentasie aangaande die gerekenariseerde stelsels wat in u departement of afdeling gebruik word?

min of gladnie 1 2 3 4 5 6 7 voldoende dokumentasie nie dokumentasie

20. Wat is u algemene vlak van tevredenheid aangaande die beskikbaarheid van hulpbronne (kapitaal, mannekrag, toerusting ens.) vir rekenariseringsdoeleindes vir u departement of afdeling?

ontevrede 1 2 3 4 5 6 7 tevrede

21. Hoe lank is u al werksaam in die huidige organisasie? (tot die naaste volle jaar bereken)

jaar

(bv. vir 1 jaar)

0 1

22. Hoe lank is u in u huidige pos werksaam?

jaar

23. Hoe oud was u met u laaste verjaardag?

- (a) 20 jaar of jonger?
- (b) van 21 tot 25 jaar?
- (c) van 26 tot 30 jaar?
- (d) van 31 tot 35 jaar?
- (e) van 36 tot 40 jaar?
- (f) van 41 tot 45 jaar?
- (g) van 46 tot 50 jaar?
- (h) ouer as 50 jaar?

1
2
3
4
5
6
7
8

24. Wat is u hoogste vlak van opleiding? (merk slegs 1 hokkie)

- (a) Hoërskool
- (b) Kollege-/universiteitsopleiding sonder diploma/graad
- (c) Kollege-/universiteitsopleiding met diploma/graad
- (d) B-graad
- (e) Universiteitsopleiding met B-graad en diploma
- (f) Honns.-graad
- (g) Universiteitsopleiding met Honns.-graad en diploma
- (h) M-graad
- (i) D-graad

1
2
3
4
5
6
7
8
9

25. In welke mate voel u dat die gerekenariseerde stelsels wat deur u departement of afdeling gebruik word, aan die doelstellings waarvoor dit geïmplementeer is, voldoen?

voldoen aan die 1 2 3 4 5 6 7 voldoen nie aan die doelstellings nie

26. In welke mate maak u van gerekenariseerde inligting (wat direk of indirek aan u gelever word), gebruik, ter ondersteuning van besluite wat u in die uitvoering van u pligte moet neem?

min 1 2 3 4 5 6 7 baie

27. Tot watter vlak van bestuur gebruik resultate van die gerekenariseerde stelsels in u departement of afdeling volgens u mening?

Bestuur hoef glad=	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	Topbestuur maak
nie die resultate								van die resul=
te sien nie								tate gebruik

28. Is die stelsels in u departement of afdeling van so'n aard dat die tipe transaksies wat deur hulle hanteer word uiteenlopend van aard is of van dieselfde tipe?

van dieselfde tipe	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	uiteenlopend van
								aard

29. My indrukke van die rekenaarpersoneel is dat hulle

(a) nie gefinteresseerd is in die gebruiker nie	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	gefinteresseerd is in die gebruiker
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-------------------------------------

(b) tegnies nie bekwaam is nie	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	tegnies bekwaam is
--------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--------------------

(c) nie oor die weg kom met mense nie	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	oor die weg kom met mense
---------------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------------------------

(d) lae kwaliteit werk lewer	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	hoë kwaliteit werk lewer
------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--------------------------

(e) gefinteresseerd is in die vooruitgang van die hele organisasie	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	net daarin gefinteresseerd is om hulle eie departement op te bou
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--

(f) agting het vir my kennis van my werk	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	geen agting het vir my kennis van my werk nie
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---

(g) onsimpatiek is teenoor my probleme	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	simpatiek gesind is teenoor my probleme
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---

(h) gebruikers oplei	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	geen opleiding aan gebruikers verskaf nie
----------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---

(i) nie gebruikers betrek wanneer nuwe toepassings ontwikkel word nie	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	gebruikers betrek wanneer nuwe toepassings ontwikkel word
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---

- (j) nuwe toepassings 1 2 3 4 5 6 7 agter skedule is met nuwe toepas=
betyds voltooi sings
- (k) nuwe toepassings 1 2 3 4 5 6 7 nuwe toepassings
voltooi sodat nie volgens die
dit voldoen aan oorspronklike spe=
die oorspronklike spesifikasies vol=
ke spesifikasies tooi nie
- (l) bestaande stelsels 1 2 3 4 5 6 7 nie volgens ske=
volgens skedule dule die bestaan=
bedryf de stelsels be=
dryf nie

30. Met watter gerekenariseerde stelsels is u gemoeid in die uitvoering van u pligte? (Skryf die stelsels in die orde van u betrokkenheid daarby, neer.)

ADDENDUM C

BMDP STATISTIESE PROGRAMMATUUR

'n Baie groot verskeidenheid statistiese programme is ontwikkel deur die Health Sciences Computing Facility, Department of Biomathematics, School of Medicine, Universiteit van California, Los Angeles. Hierdie programme is volledig gedokumenteer in Dixon W.J. en Brown, M.B.: BMDP-77, Biomedical Computer Programs, P-Series, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, 1977.

In hierdie projek is daar onder andere van die volgende programme gebruik gemaak:

- . BMDP2M
- . BMDP4M
- . BMDP6M
- . BMDP2R
- . BMDP9R

Die programme wat gebruik is, is 1979 hersiene uitgawes en die Health Sciences Computing Facility word geldelik ondersteun deur NIH Special Research Resources, Grant RR-3.

ADDENDUM D

Statistiese Verwerkingsmetodes

Met die verwerking van die data wat deur middel van vraelyste ingesamel is, is daar van die BMDP statistiese programmatuur en 'n IBM 370/125 rekenaar gebruik gemaak. Drie statistiese metodes is onder meer gebruik naamlik korrelasies, meervoudige lineêre regressie en faktor ontleding. Elk van die metodes word kortliks bespreek.

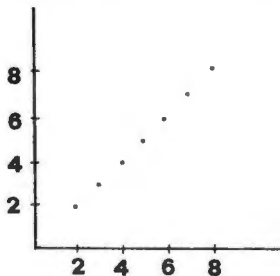
1. Korrelasies

1.1 Die korrelasiekoëffisiënt

Met die bespreking van die korrelasiekoëffisiënt word die aandag beperk tot die geval van lineêre verbande. Waar eenvoudige regressie-analise ons toon hoe veranderlikes lineêr verband hou met mekaar, toon korrelasie-analise ons die graad waartoe veranderlikes in 'n lineêre verband met mekaar staan. Wanneer die korrelasiekoëffisiënt van twee stogastiese veranderlikes X en Y bepaal word, verteenwoordig dit die graad van die lineêre verband teenwoordig tussen die veranderlikes.

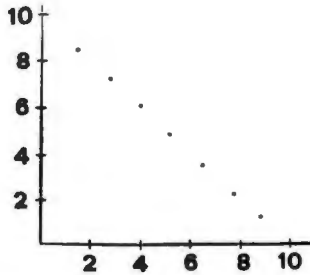
Beskou eerstens die geval waar daar 'n perfekte positiewe verband tussen twee veranderlikes bestaan soos in Figuur 1.

Figuur 1



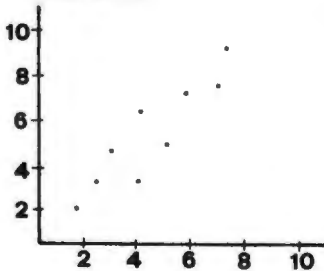
In hierdie geval is die korrelasiekoëffisiënt gelyk aan 1.00. Figuur 2 demonstreer die geval waar daar 'n perfekte negatiewe verband tussen die twee veranderlikes bestaan in welke geval die korrelasiekoëffisiënt gelyk is aan - 1.00.

Figuur 2

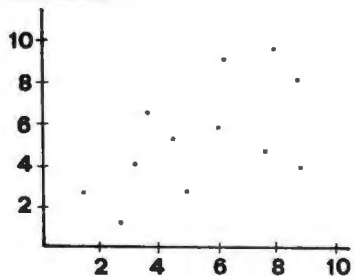


In die algemeen is daar egter nie 'n perfekte verband tussen veranderlikes nie en kan ons verspreidings soos in figuur 3 en figuur 4 verwag. In die geval van figuur 3 sal die korrelasiekoëffisiënt positief maar kleiner as 1.00 wees terwyl die korrelasiekoëffisiënt in figuur 4 se geval ook positief maar nog kleiner as vir figuur 3 sal wees.

Figuur 3



Figuur 4



1.2 Formules vir die korrelasiekoëffisiënt

1.2.1 Die gemiddelde en variansie van 'n veranderlike

Die gemiddelde van Y-waardes dui ons aan met \bar{Y} waar $\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}$ en $\sum Y$ beteken 'n sommasie van al die n waardes van Y. $(Y - \bar{Y})$ gee vir ons die afwyking van die Y-waardes van die gemiddelde Y-waarde en die algebraïese som van al hierdie afwykings is gelyk aan 0.

$$\therefore \sum (Y - \bar{Y}) = 0.$$

Dit is altyd die geval want wanneer ons die n waardes sommeer kry ons

$$\begin{aligned}\Sigma(Y - \bar{Y}) &= \Sigma Y - n\bar{Y} \\ &= \Sigma Y - \Sigma Y = 0\end{aligned}$$

Wanneer die som van die kwadrate van die afwykings van die gemiddelde deur $n - 1$ gedeel word vind ons 'n grootheid wat bekend staan as die variansie.

Die variansie word gewoonlik aangedui met S^2 en vir die Y -veranderlikes kry ons dat

$$S_Y^2 = \frac{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}{n - 1}$$

Die vierkantswortel van die variansie word die standaardafwyking S_Y genoem.

$$\therefore S_Y = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

1.2.2 Kovariansie van X en Y

Beskou die som van die produkte van die X en Y pare se afwykings van hulle respektiewelike gemiddeldes.

$$\begin{aligned}\Sigma(X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) &= \Sigma XY - \bar{Y}\Sigma X - \bar{X}\Sigma Y + n\bar{X}\bar{Y} \\ &= \Sigma XY - n\bar{X}\bar{Y} - n\bar{X}\bar{Y} + n\bar{X}\bar{Y} \\ &= \Sigma XY - n\bar{X}\bar{Y}\end{aligned}$$

$$\text{of } \Sigma(X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) = \Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}$$

Stel $x = X - \bar{X}$ en $y = Y - \bar{Y}$

$$\begin{aligned}\text{dan is } \Sigma xy &= \Sigma(X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) \\ &= \Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}\end{aligned}$$

Hierdie som van die produkte vir die X en Y pare se afwykings van hulle gemiddeldes gedeel deur $n-1$, staan bekend as die kovariansie C_{xy} .

$$\text{Dus } C_{xy} = \frac{\Sigma XY}{n-1}$$

1.2.3 Formules vir die korrelasiekoëffisiënt

Die korrelasiekoëffisiënt kan gedefinieer word as die kovariansie van X en Y gedeel deur die produk van die standaardafwykings van die X en Y veranderlikes of

$$r = \frac{C_{xy}}{S_x S_y} \quad (1)$$

Merk ook op dat

$$C_{xy} = r S_x S_y \quad (2)$$

Substitusie van sommige identiteite in (1) lewer

$$r = \frac{\Sigma(X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) / (n-1)}{\sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{n-1}} \sqrt{\frac{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}{n-1}}} \quad (3)$$

$$= \frac{\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y) / n}{\sqrt{\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2 / n} \sqrt{\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2 / n}} \quad (4)$$

$$= \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2} \sqrt{\Sigma y^2}}$$

1.3 Toets van hipotese

Laat ρ die populasie korrelasiekoëffisiënt wees. In die geval waar 'n hele populasie beskou word en 'n hipotese ondersoek word, dit wil sê of daar geen verband tussen twee stogastiese veranderlikes X en Y bestaan nie is dit slegs nodig om ondersoek in te stel of $\rho = 0$ is. Is daar wel 'n verband, is $\rho \neq 0$.

In die geval van 'n steekproef van 'n bepaalde populasie moet die inferensie van r op ρ beskou word. In hierdie geval bestaan daar 'n kritieke waarde van r wat uit 'n tabel (Snedecor and Cochran¹) p.557) afgelees kan word en vir dié korrelasiekoëffisiënt om betekeniskenisvol te wees, moet dit groter as hierdie kritieke waarde wees.

1) Snedecor G.W. and Cochran W.G. Statistical Methods. The Iowa State University Press, Ames, IOWA U.S.A. 1976.

2. Meervoudige korrelasies en regressie

Veronderstel ons beskik oor n onderwerpe en vir elke onderwerp metings vir 'n aantal veranderlikes. Een van die veranderlikes is van primêre belang in die sin dat ons dit wil voorspel in terme van een of ander ge-weegde lineêre kombinasie van die ander veranderlikes. Ons verwys na hierdie veranderlike wat ons wil voorspel as Y en die oorblywende K veranderlikes as die X veranderlikes. Dus het ons 'n meervoudige regressie uitdrukking

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k \quad (1)$$

en die probleem is om a , b_1 , b_2 , ..., b_k te vind wat die hoogste moontlike positiewe korrelasie tussen die waargenome waardes van Y en die voorspelde waardes van Y' , genoem Y' sal lewer. Wanneer dit gedoen is, word die resulterende korrelasiekoëffisiënt tussen Y en Y' 'n meervoudige korrelasiekoëffisiënt genoem en verteenwoordig deur $R_{YY'}$. Hoe groter die aantal X -veranderlikes, hoe meer kompleks raak dit om die waardes van b_1 , b_2 , ..., b_k te vind. Met behulp van die rekenaar is dit egter nie moeilik om die berekenings uit te voer nie.

2.1 Berekening van b_1 en b_2 vir 'n twee-veranderlike probleem

Met twee X -veranderlikes word die regressie uitdrukking

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (2)$$

Die maksimum waarde van die korrelasiekoëffisiënt tussen die waargenome Y -waardes en die voorspelde Y -waardes Y' , kan gevind word indien ons die waardes van a , b_1 en b_2 vind wat die som van die kwadrate van die foute van die voorspellings of die som van die residuë kwadraat, minimaliseer, of

$$SS_{\text{res}} = \sum (Y - Y')^2$$

Die verlangde waarde van a word gegee deur die uitdrukking

$$a = \bar{Y} - b_1\bar{X}_1 - b_2\bar{X}_2 \quad (3)$$

Substitusie van hierdie uitdrukking in (2) lewer

$$Y' = \bar{Y} + b_1(X_1 - \bar{X}_1) + b_2(X_2 - \bar{X}_2)$$

of $Y' = \bar{Y} + b_1X_1 + b_2X_2$

Indien die som van die residue kwadraat dan geminimaliseer moet word, moet die waardes van b_1 en b_2 die volgende uitdrukkings bevredig:

$$b_1 \Sigma x_1^2 + b_2 \Sigma x_1 x_2 = \Sigma x_1 y \quad (4)$$

$$\text{en } b_1 \Sigma x_1 x_2 + b_2 \Sigma x_2^2 = \Sigma x_2 y \quad (5)$$

Hier het ons nou twee vergelykings met twee onbekendes wat met behulp van standaard algebraïese metodes opgelos kan word. As ons byvoorbeeld (4) met Σx_2^2 en (5) met $\Sigma x_1 x_2$ vermenigvuldig, dan kry ons

$$b_1 (\Sigma x_1^2) (\Sigma x_2^2) + b_2 (\Sigma x_1 x_2) (\Sigma x_2^2) = (\Sigma x_1 y) (\Sigma x_2^2) \quad (6)$$

$$\text{en } b_1 (\Sigma x_1 x_2)^2 + b_2 (\Sigma x_1 x_2) (\Sigma x_2^2) = (\Sigma x_2 y) (\Sigma x_1 x_2) \quad (7)$$

Trek ons (7) van (6) af, vind ons

$$b_1 (\Sigma x_1^2) (\Sigma x_2^2) - b_1 (\Sigma x_1 x_2)^2 = (\Sigma x_1 y) (\Sigma x_2^2) - (\Sigma x_2 y) (\Sigma x_1 x_2)$$

$$\text{of } b_1 = \frac{(\Sigma x_1 y) (\Sigma x_2^2) - (\Sigma x_2 y) (\Sigma x_1 x_2)}{(\Sigma x_1^2) (\Sigma x_2^2) - (\Sigma x_1 x_2)^2} \quad (8)$$

Deur 'n soortgelyke prosedure te volg, vind ons dat

$$b_2 = \frac{(\Sigma x_2 y) (\Sigma x_1^2) - (\Sigma x_1 y) (\Sigma x_1 x_2)}{(\Sigma x_1^2) (\Sigma x_2^2) - (\Sigma x_1 x_2)^2} \quad (9)$$

2.2 Betekenis van R^2

Die kwadreeerde meervoudige korrelasie R^2 in die geval van meervoudige lineêre regressie gee 'n aanduiding van die persentasie variasie van die afhanklike veranderlike wat deur die onafhanklike veranderlikes verklaar word. In die ondersoek is die BMDP 9R-program gebruik waarin die deelversameling onafhanklike veranderlikes selekteer word wat die afhanklike veranderlike die beste verklaar.

5. Kanoniese Korrelasies

Toets vir die onafhanklikheid van versamelings veranderlikes

Laat die hipotese wat getoets moet word wees dat daar geen verband tussen twee groepe veranderlikes bestaan nie. Daar

kan nou van 'n toets¹⁾ p.253 gebruik gemaak word waar die grootste kanoniese eiewaarde en 'n kritieke waarde gebruik word. Indien die grootste kanoniese eiewaarde met C_1 aangedui word en die kritieke waarde met $x_{\alpha; s, m, n}$ dan word die hipotese aanvaar indien

$$C_1 \leq x_{\alpha; s, m, n} \text{ waar}$$

α = vlak van betekenis

$s = \min(p, q)$

(p, q) = aantal veranderlikes vir die twee versamelings respektiewelik

$$m = \frac{|p-q|-1}{2}$$

$$n = \frac{N-p-q-2}{2}$$

N = aantal datapunte.

Die grootste eiewaarde word verkry deur van die BMDP6M programpakkie gebruik te maak en $x_{\alpha; s, m, n}$ word vanaf 'n tabel afgelees¹⁾ p.379-403. 'n Volledige bespreking van die metode en formules kan gevind word in 1) p.253-259.

4. Faktorontleding

Faktorontleding is 'n tegniek waarmee 'n aantal veranderlikes reduseer kan word na een of meer faktore. Hierdie tegniek het basies drie doelstellinge naamlik

- (1) om korrelasies van 'n groot aantal veranderlikes te bestudeer deur die veranderlikes in faktore te groepeer sodanig dat die dominerende veranderlikes in elke faktor hoog korreleer;
- (2) om elke faktor te interpreteer ooreenkomstig die veranderlikes wat tot hom behoort; en
- (3) om verskeie veranderlikes op te som deur middel van 'n paar faktore. Die BMDP4M-program in die BMDP reeks is gebruik en vir 'n volledige bespreking van faktorontleding, sien Frane en Hill.²⁾ p.487

1) Morrison Donald F., Multivariate Statistical Methods. McGraw-Hill Book Company, New York. 1976.

2) Frane James W. and Maryann Hill. "Factor Analysis as a tool for Data Analysis". Comm. Statist. Theory and Methods. Vol. A5 NO. 6, 1976.

ADDENDUM E

Berekening van Cp as kriteria vir die beste passing

Die totale som van die foute kwadraat vir N datapunte, wanneer n passingsvergelyking met p terme (insluitend b_0) gebruik word, is

$$\sum_{j=1}^N (v_j - \eta_j)^2 + \sum_{j=1}^N \text{Var.}(Y_{pj})$$

waar $v_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots)$ die verwagte waarde van die werklike uitdrukking is en

$$v_j = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i x_{ij} \text{ die verwagte waarde is van}$$

die regressievergelyking wat gebruik word.

$$(v_j - \eta_j) = \text{sydigheid by die } j\text{-de datapunt}$$

$$p = k+1 \text{ met } \beta_0 \text{ teenwoordig en}$$

$$p = k \text{ wanneer } \beta_0 \text{ afwesig is.}$$

Laat gerieflikheidshalwe SSB_p staan vir

$$\sum_{j=1}^N (v_j - \eta_j)^2 \text{ en definieer 'n grootheid } \Gamma_p,$$

die gestandaardiseerde totale fout kwadraat as

$$\Gamma_p = \frac{SSB_p}{\sigma^2} + \frac{1}{\sigma^2} \sum_{j=1}^N \text{Var.}(Y_{pj})$$

Dit kan aangetoon word dat

$$\sum_{j=1}^N \text{Var.}(Y_{pj}) = p\sigma^2.$$

Deur hierdie twee uitdrukkings te kombineer vind ons

$$\Gamma_p = \frac{SSB_p}{\sigma^2} + p.$$

Die som van die residue kwadraat RSS_p , van 'n p-term vergelyking het die verwagting

$$E\{RSS_p\} = SSB_p + (N-p)\sigma^2.$$

Oplossing van SSB_p lewer

$$SSB_p = E\{RSS_p\} - (N-p)\sigma^2$$

en so

$$\Gamma_p = \frac{E\{RSS_p\}}{\sigma^2} - (N-p) + p$$

$$= \frac{E\{RSS_p\}}{\sigma^2} - (N-2p)$$

Met 'n goeie benadering van σ^2 ($s \hat{=} s^2$), is C_p 'n benadering van Γ_p

$$C_p = \frac{RSS}{s^2} - (N-2p).$$

Alle deelversamelings van onafhanklike veranderlikes word deur die BMDP9R-program oorweeg en die een met die kleinste C_p -waarde word as "beste" aanvaar wanneer hierdie kriterium gebruik word.

ADDENDUM F

Regressiemodelle, onderhewing aan beperkings, vir optimering*
en vooruitskatting - J.M. Hattingh PU vir CHO

1. Inleiding

Die probleem van regressiemodelle en hulle interpretasie word ondersoek. Die uitgangspunt is dat daar dikwels in die praktyk, selfs vir 'n gegewe regressiemodel waarmee 'n navorser "tevrede" voel, probleme ontstaan by die interpretasie en gebruik van die model. In hierdie lesing word metodes ondersoek om hierdie probleme te ondervang deur 'n model op te stel wat die ervaringsgebied waaroor die eksperimenteerder beskik, in aanmerking te neem. Hierdie ervaringsgebied van die eksperimenteerder word voorgestel as die konvekse omhullende van die datapunte wat beskikbaar is. Hierna word daar met behulp van 'n Lineêre programmeringsmodel aangetoon hoe daar op 'n praktiese wyse uitsprake gegee kan word oor aspekte soos optimale vlakke van beslissingsveranderlikes en vooruitskatting.

In paragraaf 2 word die lineêre regressiemodel kortliks bespreek en probleme rondom die interpretasie en gebruik van die model word uitgelig. In paragraaf 3 word die Beperkte Regressiemodelmetode wat ons ontwikkel het, bespreek en 'n voorbeeld van die toepassing van die metode word geïllustreer. In paragraaf 4 gee ons 'n aanduiding van die toepasbaarheid van hierdie metode in die algemeen en moontlike uitbreidings.

* Lesing gelewer by 'n Simposium van die Vaalriviervak - PU vir CHO oor "Beheer en Besluitneming in die Bedryfsomgewing" gehou by die Riverside Holiday Inn te Vanderbijlpark op 23 en 24 April 1979.

2. Die Lineêre regressiemodel en sy gebruike

Beskou die model

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i$$

waar die ε_i onafhanklike variante is met

$$E(\varepsilon_i) = 0 \text{ en } \text{Var.}(\varepsilon_i) = \sigma^2 \quad \forall i$$

Vir dié model is:

- (i) X_{i1}, \dots, X_{ik} waardes gespesifiseer deur die navorser.
- (ii) X_{ij} die i -de waarde van die j -de onafhanklike veranderlike.
- (iii) $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ onbekende parameters wat geskat moet word.

Daar bestaan heelwat metodes om die parameters

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ te skat en skatters b_0, b_1, \dots, b_k te verkry.

Ons veronderstel dat ons N waarnemings $(Y_i, X_{i1}, \dots, X_{ik})$ tot ons beskikking het.

Een van die mees bekende metodes is die metode van kleinste kwadrate wat b_0, b_1, \dots, b_k bepaal so dat

$\sum_{i=1}^N \Delta_i^2$ 'n minimum is, waar $\Delta_i = Y_i - b_0 - b_1 X_{i1} - \dots - b_k X_{ik}$

Van die bekendste ander metodes om hierdie skattings te verkry is

- (i) Deur die b_0, b_1, \dots, b_k te verkry wat $\sum_{i=1}^N |\Delta_i|$ minimeer of
- (ii) Deur van Mallows se C_p kriterium gebruik te maak. [2]

Sommige stapsgewyse metodes poog om van die veranderlikes te elimineer uit die regressiemodel om 'n meer eenvoudige model te verkry (Kyk bv. na [1] en [4].)

Ons noem kortliks 'n paar probleme wat in hierdie verband mag voorkom:

1. Die data word dikwels nie verkry uit 'n ontwerpte eksperiment nie en daar bestaan dikwels interafhanklikheid tussen beslissingsveranderlikes.
2. Dikwels is daar twyfel of die lineêre regressiemodel goed genoeg is om die werklikheid te weerspieël.
3. Nie-meetbare veranderlikes wat tog 'n rol kan speel is nie in die regressiemodel vervat nie.
4. Hoe kan foute of uitskieters in die gegewe data geelimineer word?
5. Hoeveel en welke onafhanklike veranderlikes moet gebruik word?
6. Hoe word a priori inligting en beperkings op parameters in ag geneem?
7. In die geval waar ons heeltemal "tevrede" is met die regressiemodel is daar nog vrae soos:
 - (a) Hoe interpreteer ons die vergelyking?
 - (b) Wat is die invloed van 'n bepaalde "onafhanklike" veranderlike?
 - (c) Hoe gebruik ons die verkregte vergelyking in die geval waar ons in vooruitskating of optimalisering van die afhanklike veranderlike belangstel?

In hierdie lesing beperk ons ons tot die vrae wat onder (7) genoem word.

Ons ondersoek nou die nut van 'n verkregte regressievergelyking.

Sy nut word dikwels bevraagteken in die lig van die volgende situasies wat mag voorkom.

- (a) 'n Totaal "ander" vergelyking word verkry as 'n ander regressiestudie op soortgelyke data gedoen word. (Ten spyte daarvan dat beide passings dikwels betekenisvol is.)
- (b) Die teken en numeriese grootte van verkrege regressiekoëffisiënte klop dikwels nie met die fisiese werklikheid nie.
- (c) Om die afhanklike veranderlike te optimeer en/of voorspellings te maak moet ons weet oor welke gebied die vergelyking van toepassing is.

Ons lig hierdie sake toe met 'n hipotetiese voorbeeld.

Voorbeeld

Beskou 'n chemiese reaktor waarin sekere rougasmengsels omgesit word na finale produkte. Gestel 'n katalisator word gebruik om die reaksie aan te help en gestel die meetbare veranderlikes is

Y \equiv omsettingskoëffisiënt

X_1 \equiv temperatuur en

X_2 \equiv aktiwiteit van die katalisator (dikwels gemeet deur die inverse van die ouderdom)

Dit is gebruikelik om namate die omsetting versleg (as gevolg van verswakking van die katalisator) die temperatuur te verhoog om die reaksie aan te help.

Derhalwe toon 'n enkelvoudige regressie van Y op X_1 alleen dikwels 'n negatiewe regressiekoëffisiënt (as gevolg van die gebruikelike produksieprosedure).

Regressie van Y op beide X_1 en X_2 kan dikwels 'n beter prentjie skilder.

Gestel ons vind die regressievergelyking

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 \text{ met } b_1, b_2 > 0$$

Watter vlakke van die beslissingsveranderlikes sou ons voorstel om Y te maksimeer?

Eerstens let ons op dat X_2 'n sogenaamde staatveranderlike is in die sin dat hy nie onder die eksperimenteerder se beheer is nie.

X_1 is wel 'n kontrole of beslissingsveranderlike maar hy kan in praktiese situasies nie onafhanklik van X_2 varieer nie.

Let op dat 'n hoë vlak van X_2 gewoonlik ooreenkom met 'n lae vlak van X_1 en andersom.

Hierdie is 'n voorbeeld van die situasie waar daar interafhanklikheid tussen die onafhanklike veranderlikes is. Dit is dus duidelik dat ons hierdie situasie verder sal moet ontleed om realistiese voorstelle in verband met die beheer van die produksieproses te kan maak. In die volgende paragraaf word daar aandag gegee aan 'n metode wat in hierdie (en ander) situasies gebruik kan word.

3. Die beperkte regressiemodelmetode

3.1 Die ervaringsgebied van die regressiemodel

In hierdie paragraaf kyk ons na die gebied waarin ons ervaring het in die sin dat ons oor datapunte beskik in hierdie gebied.

Vir hierdie doel beskou ons die konvekse omhullende wat verkry word deur alle konvekse kombinasies van waargenome datapunte te beskou.

Gestel ons beskou die punte

$$V_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}) \text{ vir } i = 1, 2, \dots, N.$$

Dan kan ons die konvekse omhullende voorstel as die volgende versameling:

$$C = \{Z/Z \in E^k \text{ en } Z = \sum_{i=1}^N \lambda_i V_i \text{ met } \lambda_i \geq 0 \text{ en } \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1\}$$

Ons stel nou belang in die gedrag van die regressiefunksie oor hierdie gebied C.

3.2 Die invloed van 'n "onafhanklike" veranderlike

Gewoonlik stel 'n navorser belang in die invloed wat 'n bepaalde onafhanklike veranderlike op die afhanklike veranderlike het. Indien daar geen interafhanklikheid tussen beslissingsveranderlikes was nie, kan bloot gelet word op die regressiekoëffisiënt van die bepaalde veranderlike. In so 'n situasie sou dit teoreties moontlik wees om byvoorbeeld die maksimum van die afhanklike veranderlike Y te verkry deur dié waardes van die beslissingsveranderlikes wat positiewe regressiekoëffisiënte het so hoog as moontlik en die waardes van dié wat negatiewe koëffisiënte het, so laag as moontlik te stel. Die probleem wat ontstaan wanneer hierdie prosedure gevolg word, is dikwels dat hierdie kombinasie van vlakke van die veranderlikes wat voorgestel word nie fisies moontlik is nie. Daar is miskien geen datapunt waarin 'n bepaalde veranderlike X_j op 'n hoë vlak is en 'n ander veranderlike X_m ook op 'n hoë vlak is nie. As daar dus voorgestel word dat albei hierdie veranderlikes op 'n hoë vlak moet wees, kan dit dus 'n onrealistiese voorstel wees wat nie

fisies uitgevoer kan word nie. Ons aanvaar dus in hierdie bespreking dat ons slegs vlakke van veranderlikes wil voorstel wat binne die ervaringsgebied van die eksperimenteerder is in die sin dat dit vlakke van die beslissingsveranderlikes voorstel wat binne die konvekse omhullende C val.

Gestel ons aanvaar dat ons die invloed van 'n bepaalde veranderlike X_p op die afhanklike veranderlike Y wil bepaal.

Eerstens kan ons vasstel oor watter gebied X_p varieer in die data wat ons het.

Gestel die minimum waargenome waarde is K' en die maksimum K'' .

Stel ons $X_p = q$ waar $q \in (K', K'')$ wil ons nou graag die waardes van die oorblywende beslissingsveranderlikes so bepaal dat Y 'n maksimum of 'n minimum is.

Vir hierdie doel moet ons die volgende Lineêre Program oplos.

Maks.
(Min.) $Y = b_0 + b_1X_1 + \dots + b_kX_k$

Onderhewig aan

$$\lambda_1 X_{11} + \lambda_2 X_{21} + \dots + \lambda_N X_{N1} - X_1 = 0$$

$$\lambda_1 X_{12} + \lambda_2 X_{22} + \dots + \lambda_N X_{N2} - X_2 = 0$$

⋮

$$\lambda_1 X_{1k} + \lambda_2 X_{2k} + \dots + \lambda_N X_{Nk} - X_k = 0$$

$$X_p = q$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_N = 1$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N \geq 0$$

en X_1, X_2, \dots, X_k onbeperk in teken.

Die oplossing van die LP hierbo gee dan die maksimum (minimum) van Y , asook die vlakke van X_1, X_2, \dots, X_k waar hierdie optimum bereik word.

Deur hierdie LP op te los vir die verskillende moontlike waardes van q in die interval (K', K'') kan ons telkens beide die maksimum en die minimumwaardes van Y verkry te same met die optimale vlakke van die oorblywende beslissingsveranderlikes.

Hierdie berekenings kan uitgevoer word deur van parametrisiese LP tegnieke gebruik te maak. (Kyk na [3] hoofstuk 8.)

Let op dat die verskil tussen die maksimum en minimum waardes van Y by enige bepaalde vlak q van X_p 'n aanduiding gee van die invloed van die oorblywende beslissingsveranderlikes op Y in die sin dat hierdie verskil klein is in die geval waar die oorblywende beslissingsveranderlikes min invloed het en dat die verskil groot is indien hulle 'n groot invloed het. Verder is dit duidelik dat hierdie prosedure veral bruikbaar word in die geval waar X_p op 'n bepaalde vlak gekies en die LP opgelos maar dit is natuurlik moontlik om meer as een beslissingsveranderlike (staatveranderlike) op bepaalde vlakke te stel en dan die LP op te los.

3.3 Samevatting van die beperkte regressiemodel metode

3.3.1 Verkry 'n regressiemodel wat "bevredigend" is.

3.3.2 Bepaal die ervaringsgebied van die regressiemodel deur die konvekse omhullende van die datapunte te identifiseer.

3.3.3 Identifiseer die staat- of kontroleveranderlike waarvan ons die invloed (op die afhanklike veranderlike) wil bepaal.

- 3.3.4 Kies 'n bepaalde vlak van dié veranderlike.
- * 3.3.5 Optimeer die regressievergelyking oor die gebied binne die konvekse omhullende waarby die veranderlike op die bepaalde vlak is. Bepaal telkens beide die minimum en maksimum. Kies 'n ander vlak en herhaal die prosedure.
- 3.3.6 Skets die optimale waardes (minimum en maksimum) van die regressiefunksie teenoor die verskillende vlakke van die gekose veranderlike.

Voorbeeld¹⁾

Gestel ons wil die voordele van 'n voorgestelde besproeiingskema evalueer in 'n sekere gebied. Die evaluering moet geskied deur gebruik te maak van data wat ons het wat die opbrengs (Y) en die reënval (X_1) oor 'n aantal jare gee nl.:

Jaar	Opbrengs (Y)	Lente reënval (X_1)	Gem. Temp. (X_2)
1963	60	8	56
1964	50	10	47
1965	70	11	53
1966	70	10	53
1967	80	9	56
1968	50	9	47
1969	60	12	44
1970	40	11	44

Y - afhanklike veranderlike

X_1 - onafhanklike veranderlike (beslissingsveranderlike)

X_2 - onafhanklike veranderlike (staatveranderlike)

*As ons 'n lineêre regressiemodel het, behels hierdie optimering in die algemeen die oplossing van 'n lineêre program. Soms kan daar van parametriesse tegnieke gebruik gemaak word om hierdie optimering uit te voer. In die lineêre geval kan daar van parametriesse LP metodes gebruik gemaak word.

1) Uit die boek: Wonnacott & Wonnacott: "Introductory Statistics" Bls. 304, Wiley - 1972.

Die volgende lineêre regressievergelyking word verkry (van Y op X_1 alleen):

$$\hat{Y} = 76.7 - 1.67 X_1$$

Die standaardfout van die regressiekoëffisiënt van X_1 is $S_{b1} = 4.0$. Beskou die skets in Figuur 1.

Ons let daarop dat die passing swak is. Inderdaad vind ons dat $R^2 = 0.028$.

Verder merk ons op dat die regressiekoëffisiënt negatief is in teenstelling met ons intuisie.

Ons bekyk vervolgens die meervoudige regressie van Y op X_1 en X_2 .

Die vergelyking wat ons verkry is:

$$Y = -144.6 + 5.71X_1 + 2.95X_2$$

Die standaardfoute van die regressiekoëffisiënte van X_1 en X_2 is respektiewelik:

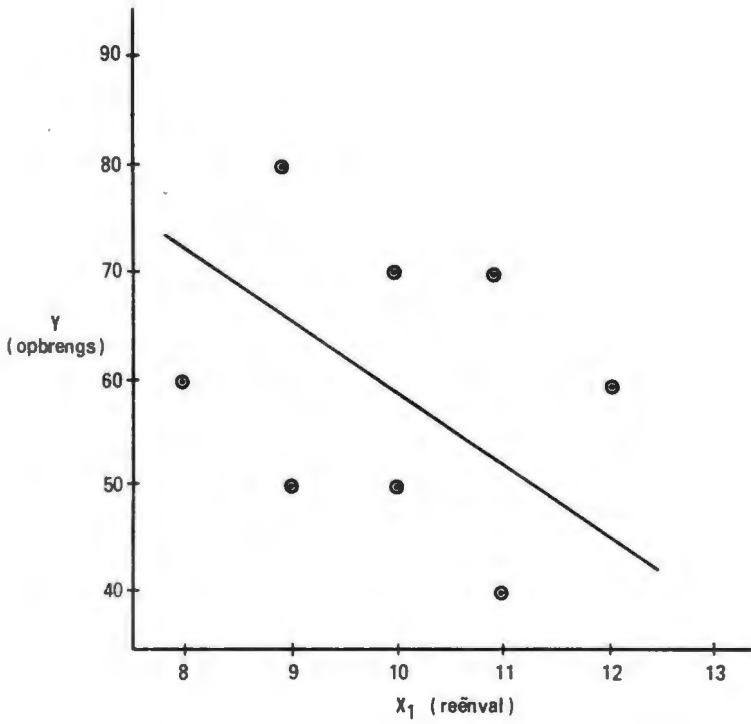
$$S_{b1} = 2.68 \text{ en } S_{b2} = 0.69.$$

Let op dat die passing heelwat "beter" is en dat albei die verkregte regressiekoëffisiënte positief is. Dit dui daarop dat daar moontlik 'n indirekte effek van reënval via temperatuur is soos logies voorgestel in die skets in Figuur 2.

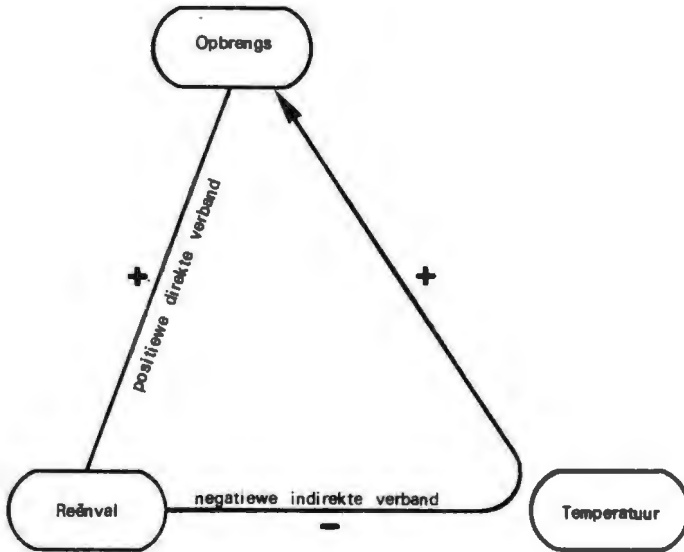
Ons beskou die algoritme wat ons bespreek het soos toegepas op hierdie voorbeeld.

Die hoofkomponente word aangedui in Figuur 3.

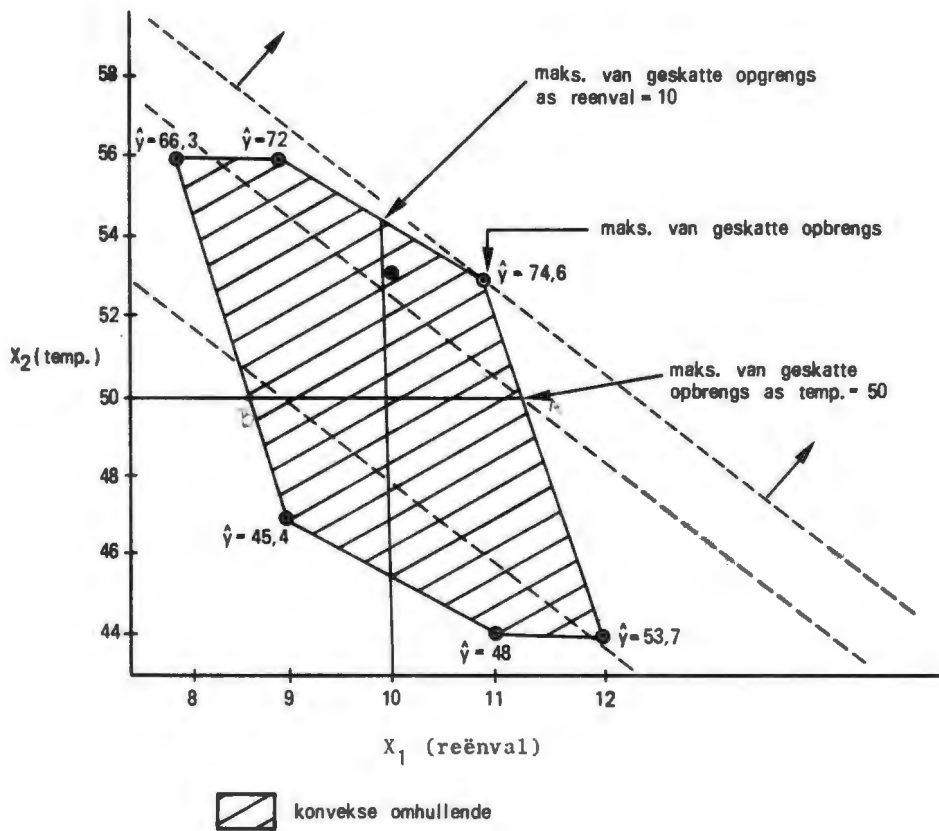
FIGUUR 1



FIGUUR 2



FIGUUR 3



Eerstens let ons op dat daar klaarblyklik interafhanklikheid tussen X_1 en X_2 is. Die konvekse omhullende is aangedui. Gestel ons beskou die effek van temperatuur (X_2) op Y . Kies ons 'n vlak van X_2 sê $X_2 = 50$ sien ons dat die toelaatbare gebied van die LP die deursnede van die versamelings gegee deur $X_2 = 50$ en die konvekse omhullende is.

Maksimeer ons die doelfunksie

$$(1) Y = -144.6 + 5.71X_1 + 2.95X_2$$

onderhewig aan die toelaatbare gebied, word die oplossing verkry waar

$$\begin{aligned} X_1 &= 11.33, \\ \text{met } \hat{Y} &= 67.6. \end{aligned}$$

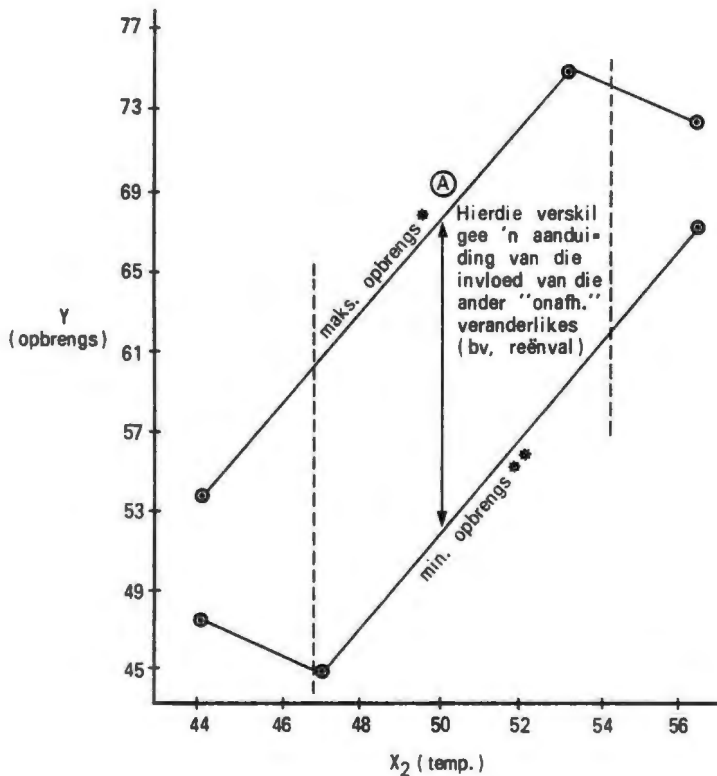
Sou ons die doelfunksie (1) minimeer onderhewig aan dieselfde beperkings, verkry ons die oplossing waar

$$\begin{aligned} X_1 &= 8.67, \\ \text{met } \hat{Y} &= 52,39. \end{aligned}$$

Op 'n soortgelyke wyse kan ons ander vlakke van X_2 kies en die prosedure herhaal.

Hierdie maksimum en minimum waardes kan geskets word en die resultaat word in Figuur 4 aangedui.

FIGUUR 4



- * maksimum opbrengs as X_2 op 'n bepaalde vlak gehou word en die ander veranderlike(s) optimaal gekies word binne die konvekse omhullende.
- ** minimum opbrengs as X_2 op 'n bepaalde vlak gehou word en die ander veranderlike(s) so swak moontlik gekies word binne die konvekse omhullende.

Let op die sterk positiewe invloed van temperatuur op die opbrengs. Die punt A word verkry as $X_2 = 50$ en X_1 as 11.33 gekies word. In hierdie geval is $Y_{\text{maks}} = 67.6$.

Let verder op dat die vertikale afstand tussen die maksimum en minimum ons 'n aanduiding gee van die relatiewe belangrikheid van die veranderlike X_2 op die afhanklike veranderlike Y (opbrengs).

Soortgelyk kan ons die metode toepas om die invloed van die veranderlike X_1 (reënval) op Y te verkry. Die prosedure is presies analoog aan die geval wat hierbo bespreek is en ons verkry die skets soos voorgestel in Figuur 5.

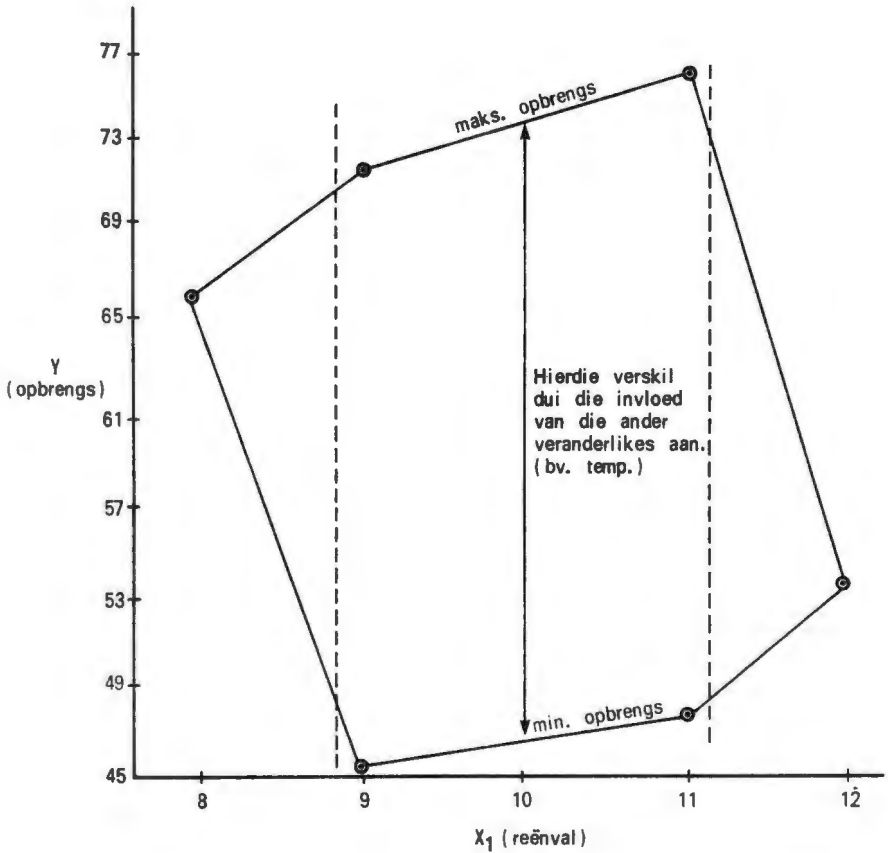
Let op dat in hierdie geval, daar 'n relatief groot verskil tussen die maksimum- en minimumwaardes is, wat aandui dat die ander veranderlike(s) 'n relatief groot invloed het.

4. Samevatting en uitbreidings

Die metode wat hier aangedui is kan in die algemeen toegepas word op die lineêre regressiemodel. Ons het in die werk hierbo slegs gekyk na die geval waar telkens een beslissingsveranderlike of staatveranderlike op 'n bepaalde vlak gehou word, maar dit is moontlik om gelyktydig meer as een veranderlike op 'n bepaalde vlak te hou en dit mag wenslik wees in sommige toepassings.

Indien ons nie met 'n lineêre regressiemodel te make het nie, maar byvoorbeeld 'n kwadratiese regressiefunksie verkry, sou die moontlikheid bestaan om van ander optimeringstegnieke, soos kwadratiese programmering, gebruik te maak om die optimering uit te voer.

FIGUUR 5



VERWYSINGS

- [1] Beale, E.M.L., Kendall, M.G. and Mann, D.W.: "The discarding of variables in multivariate Analysis", *Biometrika*, 54, 3 and 4, 1967, p. 357.
- [2] Daniel C. and Wood, F.S.: *Fitting equations to Data*. Wiley Interscience, New York, 1971.
- [3] Gass, S.I.: *Linear Programming*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1958.
- [4] Graybill, F.A.: *Theory and Application of the linear model*. Duxbury Press., Massachusetts, 1976.

ADDENDUM G

BEPERKTE LINEËRE REGRESSIEMODEL PROGRAM

```

DIMENSION X(15),Y(15,150),D(15,150),F(150),IBV(150),SC(150)
DIMENSION FUP(150),FLOP(150),GRAFA(2400)
DIMENSION ITRANS(20),ITRA(20),VERAN(12)
DIMENSION IMAR(20)
DOUBLE PRECISION X,Y,D,F,IBV,SC,FUP,FLOP
OPEN 4,'TOPDATA'
IM=1
MA=0
J=1
C ALLE DATA WORD NA 7 PUNTE GESKAAL IN HIERDIE PROGRAM
C DIE EERSTE DATAKAART BEVAT DIE AANTAL VERANDERLIKES MAT
C GESKAAL MOET WORD ASOOK DIE AANTAL WAAROP TRANSFORMASIES
C UITGEVOER MOET WORD . INDIËN GEEN PUNS NULLE.
READ (1,7000)NAR,NAK
7000 FORMAT (12I2)
IF (NAK.EQ.0.AND.NAR.EQ.0) GO TO 3000
IF (NAK.EQ.0) GO TO 7008
C INDIËN DAAR GEEN TRANSFORMASIES OF SKALING GEDOEN WORD
C NIE MOET NET DIE OPEENVOLGENDE DATA MAT VAN TOEPASSING IS
C GEPONS WORD
C TWEDE STEL DATAKAARTE - VERANDERLIKES MAT TRANSFORMEERK WORD
C 12 OP N KAART , 2 PLEKKE PER GETAL
READ (1,7000) (ITRANS(I),I=1,NAK)
IF (NAR.EQ.0) GO TO 3000
C DERDE STEL DATAKAARTE - VERANDERLIKES MAT GESKAAL WORD
C DIESELFDE FORMAT AS VIR DIE TWEEDE STEL
7008 READ (1,7000) (ITRA(I),I=1,NAR)
C VIERDE STEL DATAKAARTE - DIE GRÖUTHEID VANWAAR GESKAAL WORD
C OPEENVOLGEND VIR ELKE VERANDERLIKE MAT OP DIE DERDE STEL DATA
C VOORKOM
READ (1,7000) (IMAR(I),I=1,NAR)
C DIE VOLGENDE KAART BEVAT DIE AANTAL BEPENKINGSVERGELYKINGS.
C DIE AANTAL KOLOMME (INSLUITEND DIE KOLOM VAN KONSTANTES,
C DIE AANTAL REELE VERANDERLIKES +1. DIE DRIE GETALLE WORD
C REGS IN OPEENVOLGENDE SES-KOLOM VELDE GEPONS.
READ (1,104)KW,KZ,KY
104 FORMAT (12I6)
KR=KW-2
C DIE VERANDERLIKES SOOS GEPONS VANAF 8V. N VRAELYS WORD
C NOU INLEES. DIE FORMAT MOET MIER GESPEEIFISEERK WORD
C AANGESIËN DIT AFHANKLIK IS VAN DIE VERANDERLIKES MAT IN
C DIE REGRESSIEVERGELYKING VOORKOM
JOB=1
3000 READ (1,100) (X(I),I=1,KR)
100 FORMAT (9X,F1.0,3X,F1.0,4X,3F1.0,9X,F1.0,2X,F1.0,F2.0,9X,
*F1.0,3X,F1.0,1X,2F1.0)
IF (X(1).EQ.0) GO TO 50
IF (NAK.EQ.0) GO TO 7778
DO 7002 I=1,NAK
JAF=ITRANS(I)
7002 X(JAF)=7-X(JAF)+1
7778 IF(NAR.EQ.0) GO TO 7779
DO 7003 I=1,NAK
J=ITRA(I)
7003 X(J)=(X(J)/FLOAT(IMAR(I)))*7.0
J=1
7779 DO 140 K=1,KR
140 Y(K,JOB)=X(K)
MA=MA+1
JOB=JOB+1
GO TO 3000
C DIE VOLGENDE DATAKAART BEVAT DIE FAKTOR WAARMEE DIE
C DOELFUNKSIE GEDEEL MOET WORD SO DAT DIT OP N 7-PUNT

```

```

C      SKAAL INPAS.
50     READ (1,7004) GUEEL
7004   FORMAT (F6.2)
      DO 15 I=1,12
15     WRITE (J,172)(Y(I,J),J=1,MA)
      IX=KZ-1
      KF=KM-2
C      DIE VOLGENDE KAART BEVAT DIE NAME (4 ALFANUMERIESE KARAKTERS )
C      VAN DIE ONAFHANKLIKE VERANDERLIJES.
      READ (1,7001)(VEKAN(I),I=1,KK)
7001   FORMAT (12A4)
C      AFHANKLIKE VERANDERLIJKE
      READ (1,7005) SUKS
7005   FORMAT (A4)
C      DIE OEFENFUNKSIE WERK NOL INGELEES 6-SYFER VELD, 12 OP N KAART
      READ (1,102)(F(M),M=1,IX)
102    FORMAT (12F6.0)
      DO 1022 M=1,IX
1022   FLOP(M)=F(M)
      IF (KB - 999999) 60,01,61
61     CALL EXIT
60     WRITE (J,112)
112    FORMAT (1H1)
      DO 700 NOF=1,12
      DO 701 NOR=1,7
      KF=KM
      KS=KZ
      KM=MA+1
      KR=KF-2
      JS=MA+1+KR
      JD=KR+KF+MA
      JQ=JS+1
      JW=KM+1
      JL=JD+1
      ITEL=C
660   DO 601 I=1,KR
      DO 601 J=1,MA
601   D(I,J)=Y(I,J)
      DO 611 I=1,KR
      DO 611 J=KM,JD
611   D(I,J)=0.0
      J=KM
      DO 63 I=1,KR
      D(I,J)=-1.0
63    J=J+1
      J=JS
      DO 64 I=1,KF
      D(I,J)=1.0
64    J=J+1
      J=JD+1
      DO 65 I=1,KK
      D(I,J)=0.0
      I=KF-1
      DO 67 J=1,JD
67    D(I,J)=0.0
      J=KS-2
      D(I,J)=1.0
      DO 68 J=1,MA
68    O(I,J)=1.0
      J=KZ
      D(I,J)=1.0
      I=KF
      DO 66 J=1,JD
66    O(I,J)=0.0
      J=KM+NOF-1
      N(I,J)=1.0

```

```

J=J0+1
D(I,J)=NUR
J=KS-1
D(I,J)=1.0
172 FORMAT (30F4.0)
IF (ITEL.EQ.1) GO TO 770
GO TO 350
770 DO 88 MAN=1,IX
88 F(MAN)=FOP(MAN)
LMG=KM+KR-1
DO 888 MAN=KM,LMG
888 F(MAN)=-FOP(MAN)
GO TO 361
C HIERDIE PROGRAM MAAK VAN DIE SIMPLEKSMETJDE VIR DIE UPLOSSING
C VAN LINEERE PROGRAMMERINGSPROBLEME GEBRUIK. DIE LIMiet IS 15
C RYE EN 150 KULOMME. DAAR WORD ALTYD WEMAKSIMALISEER. OM TE
C MINIMALISEER MOET DIE DUELFUNKSIE KWEFFISIENTE MET -1 VERMENIG-
C VULDIG WORD.
C
350 IX = KZ - 1
DO 3500 M=1,IX
3500 F(M)=FLOP(M)
DO 77 M=1,IX
77 FOP(M)=F(M)
361 DO 20 N = KY, IX
DO 30 L = 1, KM
IF(D(L,N) - 1.) 30, 40, 30
30 CONTINUE
GO TO 20
40 IBV(L) = N
20 CONTINUE
Z = 0.
DO 210 M = 1, KM
IBVM = IBV(M)
210 Z = Z + D(M,KZ) * F(IBVM)
NOTAB = 1
13 SCHMAX = 0.
DO 31 N = 1, IX
DO 32 I = 1, KM
IF(N - IBV(I)) 32, 31, 32
32 CONTINUE
SUM = 0.
DO 33 I = 1, KM
J = IBV(I)
33 SUM = SUM + F(J) * D(I,N)
SC(N) = F(N) - SUM
IF(SC(N) - SCHMAX) 31, 31, 44
44 SCHMAX = SC(N)
IPIVCC = N
31 CONTINUE
DO 200 M = 1, KM
IBVM = IBV(M)
200 SC(IBVM) = 0.
303 FORMAT (11X, 2MF=, E10.3)
IF(SCHMAX - 0.000001) 14, 14, 45
C DIE WAARDE .000001 WURD VIR AFRONDING GEBRUIK . DIE WAARDE MAG VAN
C DIE PROBLEEM WAT OPGELOS WORD EN DIE REKENAAR WAT GEBRUIK WORD
C AFHANG.
45 NOTAB = NOTAB + 1
3 SMLVAL = 99999999.
IPIVRC = 0
DO 4 M = 1, KM
IF (D(M,IPIVCO) - 0.000001) 4,4,5
C DIE WAARDE .000001 WURD VIR AFRONDING GEBRUIK. HIERDIE WAARDE MAG
C VAN DIE PROBLEEM WAT OPGELOS WORD EN DIE REKENAAR WAT GEBRUIK
C WORD AFHANG.

```

```

5 QUONT = D(M,KZ) / D(M,IPIVCO)
  IF(QUONT - SMLVAL) 6,4,4
6 IPIVRG = M
  SMLVAL = QUONT
4 CONTINUE
  IF(IPIVRG) 46, 46, 47
46 WRITE (3, 455)
455 FORMAT (31M ONBEGRENSDE TUELAATBARE GEBIED)
  GO TO 701
47 IBV(IPIVRG) = IPIVCO
  DIV = D(IPIVRG, IPIVCO)
  DO 7 N = 1, KZ
7 D(IPIVRG,N) = D(IPIVRG,N) / DIV
12 DO 10 M = 1, KM
  IF (M - IPIVRG) 9, 10, 9
9 CM = -D(M,IPIVCO)
  DU 11 N = 1, KZ
  TM = D(IPIVRG,N)*CM
11 D(M,N) = D(M,N) + TM
10 CONTINUE
  Z = Z + SMLVAL * SCMAX
  GO TO 13
14 WRITE (3, 108)
108 FORMAT(1MO, 9HOPLOSSING)
  WRITE (3,109)
109 FORMAT(1MO, 12HVERANDERLIKE,4X,6HMAAKDE)
  DO 21 M = 1, KM
21 WRITE(3,110) IBV(M), D(M,KZ)
110 FORMAT(1M , 15, F15.5)
  WRITE(3,303) Z
  WRITE (3, 111)
111 FORMAT(1MO, 32HALLE ANDER VERANDERLIKES = ZCRU.)
  LQP=1
  KPN=KM
  KAF=KM+KR
7020 DO 7117 M=LQP,KM
  IF (IBV(M)-EQ.KPN) GO TO 7118
7117 CONTINUE
  KPN=KPN+1
  IM=IM+1
  GRAFA(IM)=0.0
  IF (KPN.EQ.KAF) GO TO 7119
  GO TO 7020
7118 GRAFA(IM)=D(M,KZ)
  IM=IM+1
  KPN=KPN+1
  IF (KPN.EQ.KAF) GO TO 7119
  GO TO 7020
7119 GRAFA(IM)=ABS(Z/GDEEL)
  IM=IM+1
  ITEL=ITEL+1
  IF (ITEL.EQ.2) GO TO 701
  GO TO 660
701 CONTINUE
  WRITE (3,901)NCF
901 FORMAT (2X,16HOPLOSSINGS VIR Y,12,4X,5HMLAAR)
700 CONTINUE
  WRITE (4,9050) KA,KW
9050 FORMAT (2I2)
  WRITE (4,9051) SUKS
9051 FORMAT (A4)
  WRITE (4,9052)(VERAN(I),I=1,KM)
9052 FORMAT (12A4)
  WRITE (1,9000) GRAFA
9000 FORMAT (13F6.2)
  WRITE (4,9000) GRAFA
  STOP
END

```

ADDENDUM H
STIPPERPROGR.W

```

DIMENSION GRAF(200),XYPAR(7,4)
DIMENSION XMAX(144,7),XMIN(144,7),VERAN(12)
AB=0.0
CALL PLOTS (0,0,0)
OPEN 4,'DOPDATA'
C DIE EERSTE DRIE LEES-INSTRUKSIES HET BETREKING OP DATA WAT
C REEDS IN DIE EERSTE PROGRAM INGELEES IS
READ (4,9050)KR,KW
9050 FORMAT (2I2)
KR=12
KW=14
READ (4,9051)JSUKS
9051 FORMAT (A4)
READ (4,9052)(VERAN(I),I=1,KR)
9052 FORMAT (12A4)
JPS=KR*KW+KW
JAI=1
DO 7030 JAN=1,2
XPA=FLOAT(JAN)
C DIE DATA VIR N GRAFIEK WORD VAMAF DIE LEER GELEES
READ (4,3)(GRAF(I),I=JAI,JPS)
3 FORMAT (13F6.2)
C XYPAR IS N 7*4 MATRIKS WAT DIE X-Y PARE VIR DIE GRAFIEK BEVAT
N=JAN
DO 1333 J=1,2
DO 1332 I=1,7
XYPAR(I,J)=GRAF(N)
N=N+2*(KR+1)
1332 CONTINUE
N=KR+1
1333 CONTINUE
N=KR+JAN+1
DO 1445 J=3,4
DO 1444 I=1,7
XYPAR(I,J)=GRAF(N)
N=N+26
1444 CONTINUE
N=26
1445 CONTINUE
KNOF=0
C ONS BOU NOU 2 MATRIKSE XMIN EN XMAKS OP VIR DIE BYSKRIFTE IN DIE
C GRAFIEK.
DO 1122 IFL=1,1
DO 1123 I=1,7
DO 1124 J=1,KR
JKS=J*KNOF
1124 XMAX (J,I)=GRAF(JKS)
KNOF=KNOF+2*KR+2
1123 CONTINUE
KNOF=KR+1
DO 1125 I=1,7
DO 1126 J=1,KR
JKS=J*KNOF
1126 XMIN(I,J)=GRAF(JKS)
KNOF=KNOF+2*KR+2
1125 CONTINUE
KNOF=KNOF-KR-2
1122 CONTINUE
C IN HIERDIE STADIUM BEVAT XMAX EN XMIN DIE TABELLE VIR ALLE
C GRAFIEKE EN XYPAR DIE (X,Y) PARE.
WRITE(3,1130)((XYPAR(I,J),J=1,4),I=1,7)
1130 FORMAT(1X,4F6.3)
WRITE(3,1131)((XMAX(I,J),J=1,7),I=1,12)

```

```

1131 FORMAT(IX,7F8.3)
WRITE (3,1131)((XMIN(I,J),J=1,7),I=1,12)
CALL PLOT (AB,-14.0,-3)
CALL PLOT (AB,3.0,-3)
C
TREK X-AS
DO 1011 I=1,9
AX=FLOAT(I-1)
1011 CALL SYMBOL (AX,-2.0,0.14,3,0.0,-2)
DO 1015 AX=1.0,7.0
1015 CALL NUMBER (AX,-2.25,0.14,AX,0.0,0)
CALL PLOT(0.0,0.0,3)
C
TREK Y-AS
DO 1017 AY=1.0,7.0
1017 CALL SYMBOL (0.0,AY,0.14,3,90.0,-2)
DO 1020 AY=1.0,7.0
1020 CALL NUMBER (-0.5,AY,0.14,AY,0.0,0)
CALL PLOT (0.0,0.0,3)
CALL PLOT (0.0,-2.0,2)
CALL PLOT (3.0,9.0,3)
CALL SYMBOL (3.0,8.0,0.14,'FIGUUR 8.',0.0,10)
CALL PLOT (4.25,9.0,3)
CALL NUMBER (4.5,8.0,0.14,XPA,0.0,0)
CALL PLOT (3.0,7.9,3)
CALL PLOT (4.7,7.9,2)
CALL PLOT (1.75,7.70,3)
CALL SYMBOL (1.75,7.70,.09,'MAKS EN MIN VAN AFHANKLIKE VERANDERLIKE',0.0,34)
CALL SYMBOL (5.30,7.70,.09,'SAKS,0.0,4)
CALL PLOT (1.75,7.65,3)
CALL PLOT (5.50,7.65,2)
CALL PLOT (1.75,7.55,3)
CALL SYMBOL (1.00,7.50,.09,'OPT WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MAKS',0.0,49)
C
DIE GRAFIEKE WORD GETREK
CALL PLOT (1.00,7.48,3)
CALL PLOT (5.5,7.48,2)
IF (XYPAR(1,2).GT.7.0) GO TO 1051
GO TO 1052
1051 CALL PLOT (2.0,XYPAR(2,2),3)
GO TO 1053
1052 CALL PLOT (1.0,XYPAR(1,2),3)
1053 DO 1050 K=1,7
SOP=FLOAT(K)
IF (XYPAR(K,2).GT.7.0) GO TO 1050
CALL SYMBOL (SOP,XYPAR(K,2),0.14,4,0.0,-2)
1050 CONTINUE
IF (XYPAR(1,4).GT.7.0) GO TO 1061
GO TO 1062
1061 CALL PLOT (2.0,XYPAR(2,4),3)
GO TO 1063
1062 CALL PLOT (1.0,XYPAR(1,4),3)
1063 DO 1060 K=1,7
SOP=FLOAT(K)
IF (XYPAR(K,4).GT.7.0) GO TO 1060
CALL SYMBOL (SOP,XYPAR(K,4),0.14,4,0.0,-2)
1060 CONTINUE
CALL PLOT (0.75,0.75,3)
CALL SYMBOL (1.0,0.35,.09,'OPT WAARDES VAN BESLISSINGSVERANDERLIKES VIR MIN',0.0,48)
DIE WAARDES VAN DIE BESLISSINGSVERANDERLIKES WORD OOREENKOMSTIG
C
DIE MINIMUM EN MAKSIMUM PUNTE OP DIE GRAFIEK GESKRYF
CALL PLOT (1.0,0.32,3)
CALL PLOT (5.5,0.32,2)
AX=0.75
AY= 7.25
DO 1070 J=1,7
DO 1071 I=1,KR
CALL NUMBER (AX,AY,0.10,XMAK(I,J),0.0,2)
AY=AY-0.13

```



```

1071 CALL PLOT (AX,AY,3)
CONTINUE
AY= 7.25
AX=AX+1.0
1070 CALL PLOT (AX,AY,3)
AX=0.25
AY= 7.25
DO 8070 J=1,KR
CALL SYMBOL (AX,AY,0.07,VERAN(J),0.0,4)
AY=AY-0.13
CALL PLOT (AX,AY,3)
8070 CONTINUE
C MINIMUM WAARDES
CALL PLOT (0.75,1.75,3)
AX=0.75
AY=0.00
DO 1080 J=1,7
DO 1081 I=1,KR
CALL NUMBER (AX,AY,0.10,XXMIN(I,J),0.0,2)
AY=AY-0.13
CALL PLOT (AX,AY,3)
1081 CONTINUE
AX=AX+1.0
1080 AY=0.00
AX=0.25
AY=0.00
DO 8080 J=1,KR
CALL SYMBOL (AX,AY,0.07,VERAN(J),0.0,4)
AY=AY-0.13
CALL PLOT (AX,AY,3)
8080 CONTINUE
AX=0.05
AY=8.75
CALL PLOT (AX,AY,3)
AX=3.5
AY=-2.40
CALL PLOT (AX,AY,3)
CALL SYMBOL (AX,AY,0.14,VERAN(JAN),0.0,4)
CALL PLOT (-0.05,4.0,3)
AB=AX
CALL SYMBOL (-1.00,3.5,0.14,SUKS,0.0,4)
AB=AB+10.0
AY=3.0
CALL PLOT (AB,AY,3)
7030 CONTINUE
CALL CLEAR
CALL EXIT
END

```

ADDENDUM I
KOSTEPROGRAM

```

DIMENSION X(20),Y(20,150),D(20,150),F(150),IBV(150),SC(150)
DIMENSION POP(150),FLUP(150)
DIMENSION ITRANS(20),ITRA(20),VERAN(12)
DIMENSION IMAR(20),AKOS(150),BEPERK(10,150)
DOUBLE PRECISION X,Y,D,F,IBV,SC,FUP,FLUP
IM=1
MA=0
J=1
IR=1
C ALLE DATA WORD NA 7 PUNTE GESKAAL IN HIERDIE PRJGRAM
C DIE EERSTE DATAKAART BEVAT DIE AANTAL VERANDERLIKES WAT
C GESKAAL MOET WORD ASJUK DIE AANTAL WAAROP TRANSFORMASIES
C UITGEVOER MOET WORD . INDIEN GEEN PUNS NULLE.
7000 READ (1,7000)NAR,NAK
      FORMAT (12I2)
      IF (NAK.EQ.0.AND.NAR.EQ.0) GO TO 3000
      IF (NAK.EQ.0) GO TO 7008
C INDIEN JAAR GEEN TRANSFORMASIES OF SKALING GEDUEN WORD
C NIE MOET NET DIE OPEENVOLGENDE DATA WAT VAN TOEPASSING IS
C GEPONS WORD
C TWEEDE STEL DATAKAARTE - VERANDERLIKES WAT TRANSFORMEER WJND
C 12 OP N KAART , 2 PLEKKE PER GETAL
      READ (1,7000) (ITRANS(I),I=1,NAR)
      IF (NAR.EQ.0) GO TO 3000
C DERDE STEL DATAKAARTE - VERANDERLIKES WAT GESKAAL WORD
C DIESELFOE FORMAT AS VIR DIE TWEDE STEL
7008 READ (1,7000) (ITRA(I),I=1,NAK)
C VIERDE STEL DATAKAARTE - DIE GROOTHEID VANWAAR GESKAAL WORD
C OPEENVOLGEND VIR ELKE VERANDERLIKE WAT OP DIE DERDE STEL DATA
C VOORKOM
      READ (1,7000) (IMAR(I),I=1,NAK)
C DIE VOLGENDE KAART BEVAT DIE AANTAL BEPERKINGSVERGELYKINGS,
C DIE AANTAL KOLJNNE (INSLUITEND DIE KOLON VAN KONSTANTES,
C DIE AANTAL REELE VERANDERLIKES +1. DIE DRIE GETALLE WORD
C REGS IN OPEENVOLGE VDE SES-KULUM VELDE GEPONS.
      READ (1,104)KW,KZ,KY
104  FORMAT (12I6)
C DIE AANTAL ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES WJND INGELEES
      READ (3,104) KR
C DIE VERANDERLIKES SOOS GEPUNS VAMAF BV. N VRAELYS WJRD
C NUU INGELEES. DIE FORMAT MOET HIER GESPEEIFISEER WORD
C AANGESIEN DIT AFHANKLIK IS VAN DIE VERANDERLIKES WAT IN
C DIE REGRESSIEVERGELYKING VOORKOM
      JOB=1
3000 READ (1,100) (X(I),I=1,KR)
100  FORMAT (9X,F1.0,3X,F1.0,4X,3F1.0,9X,F1.0,2X,F1.0,F2.0,9X,
      *F1.0,3X,F1.0,1X,2F1.0)
      IF (X(1).EQ.0) GO TO 50
      IF (NAK.EQ.0) GO TO 7778
      DO 7002 I=1,NAK
      JAF=ITRANS(I)
7002 X(JAF)=7-X(JAF)+1
7778 IF (NAR.EQ.0) GO TO 7779
      DO 7003 I=1,NAR
      J=ITRA(I)
7003 X(J)=(X(J)/FLOAT(IMAR(I)))*7.0
      J=1
7779 DO 140 K=1,KR
140  Y(K,JOB)=X(K)
      MA=MA+1
      JOB=JOB+1
      GO TO 3000
C DIE VOLGENDE DATAKAART BEVAT DIF FAKTOR WAARMEF DIE

```

```

C   DOELFUNKSIE GEDEEL MOET WORD SQUAT DIT OP N P-PUNT
C   SKAAL IMPAS.
50  READ (1,7004) GDEEL
7004 FORMAT (F6.2)
    DO 15 I=1,12
15  WRITE (3,172)(Y(I),J),J=1,MA)
    IX=KZ-1
C   DIE VOLGENDE KAART DEBAT DIE NAME (4 ALFANUMERIESE KARAKTERS )
C   VAN DIE AFHANKLIKE VERANDERLIKES.
    READ (1,7001)(VERAN(I),I=1,KR)
7001 FORMAT (12A4)
C   AFHANKLIKE VERANDERLIKE
    READ (1,7005) SUKS
7005 FORMAT (A4)
C   DIE DOELFUNKSIE WORD NOU INGELEES 6-SYFER VELDE,12 OP N KAART
    READ (1,102)(F(M),M=1,IX)
102  FORMAT (12F6.0)
    DO 1022 M=1,IX
1022 FLOP(M)=F(M)
    IF (Kb - 999999) 60,61,61
    61 CALL EXIT
    60 WRITE (3,112)
    112 FORMAT (1H1)
    KS=KZ
    KF=KM
    KM=MA+1
    KR=KF-3
    JPLA=MA+KR
    JS=MA+1+KR
    JD=KR+KF+MA
    JQ=JS+1
    JW=KM+1
    JL=JD+1
C   LEES PRIMERE BEPERKING IN (VERANDERLIKE,BEPERKINGSVLAK)
    READ (3,333) NOF,NOR
333  FORMAT (2F4.1)
C   LEES KOSTEBEPERKING IN
    READ (3,222)(AKOS(I),I=1,JL)
222  FORMAT (12F0.2)
C   LEES AANTAL ADDISIONELE BEPERKINGS
    READ (3,444) IDANT
444  FORMAT (I2)
    IF (IDANT.EQ.0) GO TO 660
C   LEES DIE VOLLEDIGE BEPERKINGSVERGELYKINGS NUU IN
    DO 555 I=1, IDANT
555  READ (3,222)(BEPERK(I),J),J=1,JL)
    DO 701 I=VS=1,20
701  DO 601 I=1,KR
    601 DO 601 J=1,MA
    D(I,J)=Y(I,J)
    DO 611 I=1,KR
    611 DO 611 J=KM,JD
    D(I,J)=0.0
    J=KM
    DO 63 I=1,KR
    D(I,J)=-1.0
    63  J=J+1
    J=JS
    DO 64 I=1,KF
    D(I,J)=1.0
    64  J=J+1
    J=JD+1
    DO 65 I=1,KR
    O(I,J)=0.0
    65  I=KF-1
    DO 67 J=1,JD

```

```

67  O(I,J)=0.0
    J=KS-2
    D(I,J)=1.0
    DO 68 J=1,MA
68  D(I,J)=1.0
    J=KZ
    D(I,J)=1.0
    I=KF
    DO 66 J=1,JD
66  D(I,J)=0.0
    J=KM+MF-1
    D(I,J)=1.0
    J=JO+1
    O(I,J)=NOR
    J=KS-1
    U(I,J)=1.0
    I=I-2
    DO 6121 J=1,JO
6121 D(I,J)=0.0
    DO 6124 J=1,JL
6124 D(I,J)=AKOS(J)
    O(I,J)=IVOS
    IF (IDANT.EQ.U) GO TO 2222
    KAP=I+3
    KAR=KAP+IDANT
    DO 6123 I=KAP,KAR
    DO 6122 J=1,JL
6122 D(I,J)=BEPERK(I,R,J)
6123 IR=IR+1
2222 DO 2 I=1,KW
    Z
    WRITE (3,172)(D(I,J),J=1,1+2)
172  FORMAT (30F4.1)
C    HIERDIE PROGRAM MAAK VAN DIE SIMPLEKSMETODE VAN DIE OPLOSSING
C    VAN LINEERE PROGRAMMERINGSPROBLEME GEBRUIK. DIE LIMIET IS 15
C    RYE EN 150 KOLOMME. DAAR WORD ALTYD GEMAKSIMALISEER. OM TE
C    MINIMALISEER MOET DIE DOELFUNKSIE KOEFFISIENTE MET -1 VERMENIG-
C    VULDIG WORD.
C
350  IX = KZ - 1
361  DO 20 N = KY, IX
    DO 30 L = 1, KW
    IF(D(L,N) - 1.) 30, 40, 30
30  CONTINUE
    GO TO 20
40  IBV(L) = N
20  CONTINUE
    Z = 0.
    DO 210 M = 1, KW
    IBVM = IBV(M)
210  Z = Z +D(M,KZ)* F(IBVM)
    NOTAB = 1
13  SCMAX = 0.
    DO 31 N = 1, IX
    DO 32 I = 1, KW
    IPIN = IBV(I)
32  CONTINUE
    SUM = 0.
    DO 33 I = 1, KW
    J = IBV(I)
33  SUM = SUM + F(J) * D(I,N)
    SC(N) = F(N) - SUM
    IF(SC(N) - SCMAX) 31, 31, 44
44  SCMAX = SC(N)
    IPIVC0 = N
31  CONTINUE
    DN 200 M = 1, KW

```

```

      IBVM = IBV(M)
200 SC(IBVM) = 0.
303 FORMAT (11X, 2MF=, E10.3)
      IF(SCMAX - 0.000001) 14, 14, 45
C     DIE WAARDE .000001 WORD VIR AFRONDING GEBRUIK . DIE WAARDE MAG VAN
C     DIE PROBLEEM WAT OPGELOS WORD EN DIE REKENAAR WAT GEBRUIK WORD
C     AFHANG.
45 NOTAB = NOTAB + 1
3 SMLVAL = 99999999.
  IPIVRC = 0
  DO 4 M = 1, KM
    IF (D(M, IPIVCO) - 0.000001) 4, 4, 5
C     DIE WAARDE .000001 WORD VIR AFRONDING GEBRUIK. HIERDIE WAARDE MAG
C     VAN DIE PROBLEEM WAT OPGELOS WORD EN DIE REKENAAR WAT GEBRUIK
C     WORD AFHANG.
5 QUONT = D(M, KZ) / D(M, IPIVCO)
  IF (QUONT - SMLVAL) 6, 4, 4
6 IPIVRC = M
  SMLVAL = QUONT
4 CONTINUE
  IF (IPIVRO) 46, 46, 47
46 WRITE (3, 455)
455 FORMAT (31H UNBEGRENSDE TOELAATBAKE GEBIED)
  GO TO 701
47 IBV(IPIVRO) = IPIVCO
  DIV = D(IPIVRO, IPIVCO)
  DO 7 M = 1, KZ
7 D(IPIVRO, M) = D(IPIVRO, M) / DIV
12 DO 10 M = 1, KM
  IF (M - IPIVRO) 9, 10, 9
9 CM = -D(M, IPIVCO)
  DO 11 N = 1, KZ
  TM = D(IPIVRO, N) * CM
11 D(M, N) = D(M, N) + TM
10 CONTINUE
  Z = Z + SMLVAL * SCMAX
  GO TO 13
14 DO 144 M=1, KM
144 IF (IBV(M).GT.JPLA) GO TO 1008
  GO TO 1114
1008 WRITE (3, 1007)
1007 FORMAT (1H0, 23HONTOLAATBAKE OPLOSSING)
  GO TO 701
1114 WRITE (3, 108)
108 FORMAT(1H0, 9HOPLOSSING)
  WRITE (3, 109)
109 FORMAT(1H0, 12HVERANDERLIKE, 4X, 6HWAARDE)
  DO 21 M = 1, KM
21 WRITE(3, 110) IBV(M), D(M, KZ)
110 FORMAT(1M , 15, F15.5)
  WRITE(3, 303) Z
  WRITE (3, 111)
111 FORMAT(1H0, 32HALLE ANDER VERANDERLIKES = ZERO.)
701 CONTINUE
  WRITE (3, 901) NOF
901 FORMAT (2X, 16HOPLOSSINGS VIR V, 12, 4X, 5HKLAAR)
300 STOP
  END

```

ADDENDUM J

BESTUURERSDATA VIR DIE VERANDERLIKES IN DIE REGRESSIEMODEL

A_{2,1} 7. 7. 7. 6. 6. 7. 6. 6. 7. 7. 6. 5. 7. 7. 2. 7.
 5. 6. 6. 7. 7. 6. 7. 5. 7. 7. 7. 6. 7. 7. 7. 7.
 6. 7. 7. 2. 7. 6. 7. 2. 7. 6. 7. 7. 7. 7. 7. 7.
 6. 6. 7. 2. 6. 4. 7. 1. 6. 7. 4. 7. 7. 7. 7. 7.
 7. 5. 2. 6. 6. 7. 6. 7. 7. 7. 6. 6. 6. 6. 6. 7.
 2. 6. 7. 6. 6. 7. 6. 6. 7. 7. 6. 5. 7. 7. 2. 7.
 5. 6. 6. 7. 7. 6. 7. 5. 7. 7. 7. 6. 7. 6. 2. 7.
 7.

E_{2,1} 6. 6. 7. 6. 7. 7. 6. 5. 6. 7. 6. 5. 7. 7. 5. 7.
 5. 6. 5. 6. 7. 7. 7. 5. 6. 7. 7. 7. 7. 7. 7. 7.
 1. 7. 7. 5. 6. 6. 7. 6. 7. 7. 7. 7. 7. 7. 7. 7.
 7. 6. 6. 2. 6. 5. 4. 7. 7. 7. 4. 7. 7. 7. 7. 7.
 5. 6. 6. 6. 6. 7. 6. 1. 7. 6. 5. 6. 7. 7. 6. 6.
 6. 6. 6. 7. 6. 7. 7. 6. 5. 6. 7. 6. 5. 7. 7. 5.
 7. 5. 6. 5. 6. 7. 7. 7. 6. 7. 7. 7. 7. 6. 6. 7.
 7.

C_{2,4} 7. 5. 7. 6. 6. 6. 1. 3. 6. 5. 4. 5. 6. 4. 3. 6.
 6. 4. 4. 2. 7. 4. 6. 5. 6. 7. 2. 7. 6. 7. 7. 3.
 3. 6. 5. 2. 5. 6. 3. 6. 6. 5. 6. 7. 6. 6. 4. 3.
 6. 6. 1. 6. 5. 6. 5. 7. 5. 6. 6. 6. 7. 7. 7. 5.
 3. 2. 6. 6. 7. 1. 6. 6. 2. 5. 6. 5. 6. 4. 6. 5.
 3. 5. 7. 6. 6. 6. 1. 3. 6. 5. 4. 5. 6. 4. 3. 6.
 6. 4. 4. 2. 7. 4. 6. 4. 5. 6. 7. 2. 6. 4. 6. 7.
 6.

C_{2,5} 7. 5. 7. 6. 6. 6. 1. 4. 6. 5. 3. 4. 6. 4. 3. 5.
 3. 4. 4. 5. 7. 4. 5. 4. 5. 6. 7. 3. 7. 6. 7. 5.
 2. 6. 6. 6. 4. 5. 6. 5. 6. 5. 5. 6. 7. 6. 6. 4.
 5. 6. 3. 3. 6. 5. 5. 5. 7. 6. 6. 6. 5. 7. 7. 7.
 5. 6. 6. 6. 6. 7. 1. 6. 5. 5. 3. 6. 5. 6. 4. 6.
 5. 5. 5. 7. 6. 6. 6. 1. 4. 6. 5. 3. 4. 6. 4. 3.
 5. 3. 4. 4. 5. 7. 4. 5. 4. 5. 6. 7. 3. 6. 4. 6.
 7. 6.

C_{2,6} 2. 4. 2. 6. 1. 1. 1. 4. 1. 2. 4. 5. 3. 3. 2. 3.
 2. 3. 3. 3. 1. 1. 1. 5. 2. 1. 1. 2. 6. 1. 1. 2.
 3. 3. 2. 4. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 1. 1. 1. 1. 2.
 2. 3. 2. 5. 2. 3. 2. 1. 2. 2. 2. 1. 2. 2. 2. 2.
 5. 3. 2. 1. 3. 2. 1. 2. 1. 2. 5. 2. 4. 3. 6. 6.
 6. 2. 4. 2. 6. 1. 1. 1. 4. 1. 2. 4. 5. 3. 3. 2.
 3. 2. 3. 3. 3. 1. 1. 1. 5. 2. 1. 1. 2. 2. 5. 6.
 1. 2.

H_{2,2} 5. 1. 5. 5. 1. 3. 4. 3. 5. 5. 1. 1. 3. 1. 1. 2.
 1. 4. 5. 5. 5. 1. 1. 4. 2. 1. 1. 3. 4. 5. 5. 2.
 4. 3. 5. 4. 1. 3. 5. 4. 5. 5. 1. 5. 5. 5. 4. 2.
 5. 5. 4. 4. 5. 1. 4. 1. 5. 5. 1. 4. 5. 5. 5. 5.
 1. 5. 1. 4. 5. 5. 1. 4. 1. 3. 1. 1. 5. 3. 2. 1.
 3. 5. 1. 5. 5. 1. 3. 4. 3. 5. 5. 1. 1. 3. 1. 1.
 2. 1. 4. 5. 5. 5. 1. 1. 4. 2. 1. 1. 3. 5. 5. 4.
 1. 1.

T_{2,0} 6. 5. 6. 1. 7. 5. 5. 3. 1. 5. 2. 3. 4. 5. 2. 3.
 3. 3. 5. 5. 6. 3. 4. 1. 4. 3. 7. 3. 6. 7. 7. 6.
 4. 5. 5. 5. 3. 5. 6. 6. 6. 6. 6. 7. 5. 4. 6. 5.
 6. 6. 5. 3. 4. 5. 5. 4. 5. 7. 4. 6. 2. 6. 6. 6.
 3. 4. 1. 6. 3. 3. 3. 5. 1. 5. 1. 5. 6. 4. 2. 5.
 5. 3. 5. 6. 1. 7. 5. 5. 3. 1. 5. 1. 3. 4. 5. 2.
 3. 3. 3. 5. 5. 6. 3. 4. 1. 1. 3. 7. 3. 5. 4. 4.
 4. 1.

G_{2,1} 11. 22. 30. 29. 16. 6. 30. 22. 8. 21. 31. 22. 5. 3. 7. 18.
 10. 20. 11. 10. 28. 6. 1. 26. 27. 1. 14. 15. 4. 23. 10. 16.
 14. 22. 30. 7. 23. 27. 31. 25. 18. 17. 8. 25. 30. 22. 13. 12.
 8. 20. 25. 11. 6. 18. 27. 3. 6. 30. 18. 4. 19. 22. 22. 22.
 10. 15. 9. 20. 10. 5. 5. 2. 11. 15. 7. 7. 15. 24. 10. 7.
 1. 20. 22. 30. 29. 16. 6. 30. 22. 88. 21. 31. 22. 5. 3. 7.
 18. 10. 20. 11. 10. 28. 6. 1. 26. 27. 1. 14. 15. 3. 15. 5.
 9. 6.

W_{2,2} 7. 6. 7. 2. 6. 6. 2. 5. 6. 5. 4. 1. 4. 4. 5. 5.
 6. 5. 5. 2. 7. 6. 6. 4. 6. 6. 7. 5. 6. 7. 7. 7.
 7. 6. 7. 6. 4. 5. 6. 5. 7. 5. 5. 6. 4. 7. 6. 6.
 6. 6. 6. 3. 6. 5. 6. 5. 6. 6. 6. 7. 5. 7. 7. 7.
 6. 6. 5. 6. 6. 5. 6. 6. 6. 7. 5. 6. 5. 5. 5. 5.
 5. 5. 6. 7. 2. 6. 6. 2. 5. 6. 5. 4. 1. 4. 4. 5. 5.
 5. 6. 5. 5. 2. 7. 6. 6. 4. 6. 6. 7. 5. 6. 6. 6.
 6. 1.

W_{2,6} 6. 5. 6. 6. 6. 7. 2. 5. 6. 3. 5. 7. 3. 5. 4. 6.
 4. 5. 5. 5. 7. 5. 4. 4. 6. 5. 7. 5. 6. 7. 7. 7.
 7. 6. 1. 6. 4. 6. 6. 6. 7. 4. 5. 6. 3. 7. 6. 6.
 6. 6. 5. 4. 4. 2. 6. 5. 6. 6. 6. 6. 3. 7. 7. 7.
 5. 4. 5. 6. 5. 5. 3. 6. 7. 6. 4. 5. 3. 5. 2. 4.
 5. 4. 5. 6. 6. 6. 7. 2. 5. 6. 3. 5. 7. 3. 5. 4.
 6. 7. 5. 5. 5. 7. 5. 4. 4. 6. 5. 7. 5. 6. 6. 6.
 5. 7.

W_{2,8} 7. 4. 7. 2. 5. 6. 3. 2. 6. 1. 5. 7. 2. 4. 2. 4.
 4. 5. 3. 5. 7. 2. 1. 2. 4. 2. 7. 2. 3. 7. 6. 7.
 4. 7. 1. 5. 3. 5. 6. 6. 7. 3. 6. 6. 5. 6. 6. 5.
 5. 6. 5. 5. 4. 7. 5. 5. 4. 7. 5. 5. 4. 6. 6. 7.
 1. 7. 7. 7. 4. 4. 5. 6. 4. 5. 3. 5. 7. 2. 5. 6.
 3. 4. 2. 3. 5. 3. 4. 7. 2. 5. 6. 3. 2. 6. 1. 5.
 7. 2. 4. 2. 4. 7. 5. 3. 5. 7. 2. 1. 2. 4. 2. 7.
 2. 2. 6. 6. 5. 7.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $w_{2,9}$ | 6. | 4. | 6. | 6. | 6. | 6. | 6. | 4. | 6. | 1. | 5. | 1. | 4. | 5. | 1. | 6. |
| | 5. | 5. | 4. | 2. | 7. | 4. | 4. | 4. | 4. | 4. | 7. | 4. | 6. | 7. | 7. | 7. |
| | 3. | 6. | 7. | 5. | 4. | 5. | 6. | 6. | 7. | 6. | 6. | 7. | 4. | 6. | 6. | 6. |
| | 6. | 6. | 6. | 4. | 4. | 5. | 5. | 5. | 5. | 5. | 6. | 6. | 6. | 7. | 7. | 7. |
| | 4. | 5. | 5. | 6. | 5. | 4. | 5. | 6. | 7. | 5. | 4. | 6. | 5. | 5. | 5. | 2. |
| | 6. | 3. | 4. | 6. | 6. | 6. | 6. | 6. | 4. | 6. | 1. | 5. | 1. | 4. | 5. | 1. |
| | 6. | 5. | 5. | 4. | 2. | 7. | 4. | 4. | 4. | 4. | 4. | 7. | 4. | 7. | 7. | 6. |
| | 7. | 1. | | | | | | | | | | | | | | |