'N EKONOMIESE EVALUERING VAN ALTERNATIEWE SPILPUNTBELEGGINGSTRATEGIEë IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK MET INAGNEMING VAN RISIKO

deur

JAN ANDRIES MEIRING

voorgelê om te voldoen aan die vereistes vir die graad

M.Sc.Agric

in die Fakulteit van Landbou (Departement Landbou-ekonomie)
aan die Universiteit van die Oranje-Vrystaat

Studieleier: Prof. Dr. L.K. Oosthuizen

Bloemfontein
November 1989

HIERDIE EKSEMPLAAR MAG ONDER GEEN OMSTANDIGHEDE UIT DIE BIBLIOTEEK VERWYDER WORD NIE

DANKBETUIGINGS

Graag wil ek my dank en waardering aan die volgende persone en instansies betuig vir hulle bydrae in die studie:

* Professor L.K. Oosthuizen vir sy belangstelling, motivering asook waardevolle hulp en bekwame leiding.

* Professor J.M. de Jager en meneer A. Singels vir hulle hulp met die aanpassing en gebruik van die PUTU-gewasgroeisimulasiemodelle.

* Menere C. van der Ryst en W. Greef vir raad en hulp met die ingenieurs-aspekte van spilpuntbesproeiing.

* Meneer G.O.G. Gremmels vir die ontwerp van die spilpuntstelsels.

* Professore J.A. Groenewald, G.F. Ortmann en meneer G.R. Backeberg vir hulle waardevolle advies.

* Meneer C. van Deemter en boere in die ondersoekgebied vir hulle samewerking.

* Menere W. Goosen en P. van der Merwe asook mevrou T. Kühne vir hulle hulp met die verwerking van die data.

* Ronel, my ouers, familie en vriende vir hulle hulp, volgehoue belangstelling en aanmoediging gedurende my studie.

* Ons Hemelse Vader vir Sy genade.

* Die WNK vir die finansiering van die navorsingsprojek oor die ekonomiese evaluering van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die Vrystaatstreek.

* Die UOVS vir finansiële ondersteuning.

Geldelike bystand deur die Waternavorsingskommissie (WNK) vir hierdie navorsing word hiermee erken, maar die menings in die studie moet nie noodwendig aan die WNK toegeskryf word nie.

André Meiring

Bloemfontein
November 1989

INHOUDSOPGAWE

BLADSY

TITELBLAD	i
DANKBETUIGINGS	ii
INHOUDSOPGAWE	iv
LYS VAN TABELLE	ix
LYS VAN FIGURE	xv
OPSOMMING	xvi
ABSTRACT	xix
HOOFSTUK 1: INLEIDING	1
Besproeiing in die Suid-Vrystaat substreek	1
Agtergrond	2
Probleemstelling	4
Doelstellings en taakomskrywing	7
Samestelling van die verhandeling	9
HOOFSTUK 2: DIE ONTWIKKELING EN ILLUSTRERING VAN 'N KOSTEBEREKENINGSPROSEDURE VIR SPILPUNTBESPROEIING	11
Inleiding	11
Literatuurstudie	12
1. Kosteverwantskappe	12
2. Kosteberekeningsmetodes	14
3. Tegniese koëffisiënte	15
Prosedure	16
1. Die beraming van tegniese koëffisiënte	17
2. Ontwikkeling van 'n handberekeningsmetode vir spilpuntkosteberaming	18
Resultate en bespreking van resultate	20
1. Besproeiingskoëffisiënte	21
2. 'n Handmetode vir spilpuntkosteberaming	24
3. Samevattende gevolgtrekking	40

4. Navorsingsimplikasies 41

HOOFSTUK 3: DIE ONTLEDING VAN DIE JAARLIKSE KOSTE VAN TIPIESE SPILPUNTSTELSELS IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK 43

Inleiding 43

Prosedure 45

1. Keuse van besproeiingsgebied en tipe besproeiingstelsels 45
2. Insameling en ontleding van spilpuntdata 46
3. Identifisering van belangrike stelsel-eienskappe 47
4. Identifisering en ontwerp van prototipe spilpuntstelsels 49
5. Kosteberekening 52

Resultate en bespreking van resultate 63

1. Finansiële implikasies van prototipe spilpunte 63
2. Kostevergelyking van alternatiewe spilpunte 66
3. Samevattende gevolgtrekking 75
4. Navorsingsimplikasies 77

HOOFSTUK 4: ONTLEDING VAN DIE EKONOMIESE WINSGEWENDHEID VAN ALTERNATIEWE PROTOTIPE SPILPUNTSTELSELS MET INAGNEMING VAN PRODUKSIE-EN PRYSRISIKO 78

Inleiding 78

Literatuurstudie 80

1. Die netto huidigewaarde-tegniek 80
2. Voordeel:koste-verhouding 85
3. Netto voordeel:beleggingsverhouding 86
4. Gewaskeuse 87
5. Bedryfstakbegrotings 88
6. Produksie- en prysrisiko 90

Prosedure 92

1. Gewaskeuse 92
2. Besproeiingskedulering 93

3. Kosteberaming 101
3.1 Produksiekoste 101
3.2 Besproeiingskoste 103
4. Produkpryse 103
4.1 Katoenprys 104
4.2 Koring- en mielieprys 104
5. Opbrengssimulasie 110
6. Ekonomiese ontleding 112
Resultate en bespreking van resultate 117
1. Koring- en mieliepryse 117
2. Opbrengssimulasies 120
2.1 Koringopbrengste 120
2.2 Mielie-opbrengste 122
2.3 Katoenopbrengste 123
3. Kosteberaming 124
3.1 Besproeiingskoste 124
3.2 Bedryfstakbegrotings 128
4. Ekonomiese winsgewendheid 133
4.1 Netto huidige waarde 133
4.2 Netto voordeel:beleggingsverhouding 137
5. Samevattende gevolgtrekking 140
6. Navorsingsimplikasies 142

HOOFSTUK 5: ONTLEDING VAN DIE FINANSIëLE UITVOERBAARHEID VAN WINSGEWENDE SPILPUNTBELEGGINGSALTERNATIEWE 144

Inleiding 144
Literatuurstudie 145
1. Finansiële risiko 145
2. Finansiële uitvoerbaarheid 146
3. Finansieringswyse 149
Prosedure 150
1. Winsgewende beleggingsalternatiewe 150
2. Jaarlikse kontantvloei 152
3. Finansieringswyse 153

4. Finansiële uitvoerbaarheid 156
Resultate en bespreking van resultate 157
1. Jaarlikse kontantvloei 157
2. Finansiële uitvoerbaarheid 160
3. Samevattende gevolgtrekking 164
4. Navorsingsimplikasies 165
Bylae A: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir stelsels 9, 11, 10, 17, 12 en 18 nadat paaiemente op die koöperasielening en Landbankverband betaal is 167

HOOFSTUK 6: DIE KEUSE VAN RISIKO-DOELTREFFENDE SPILPUNTBELEGGINGSTRATEGIë MET BEHULP VAN STOGASTIESE DOMINANSIE 180

Inleiding 180
Literatuurstudie 182
1. Nutsfunksies 182
2. Absolute risiko-vermydingskoëffisiënt en -funksie 184
3. Doeltreffendheidskriteria 186
4. Stogastiese dominansie 187
4.1 Stogastiese dominansie van die eerste orde 187
4.2 Stogastiese dominansie van die tweede orde 189
4.3 Stogastiese dominansie van die derde orde 190
4.4 Veralgemeende stogastiese dominansie 192
4.5 Resultate van vorige studies 195
Prosedure 196
1. Waarskynlikheidsverdeling 197
2. Toepassing van stogastiese dominansie-kriteria 197
Resultate 198
Bespreking van resultate 202
1. Samevattende gevolgtrekking 204
2. Navorsingsimplikasies 205

Bylae B: Die netto huidige waarde (R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir die agtien spilpuntbelegging-strategieë in die Suid-Vrystaat substreek 206

HOOFSTUK 7: SAMEVATTING 210

Inleiding 210

Die ontwikkeling en illustrering van 'n kosteberekeningsprosedure vir spilpuntbesproeiing 212

Die ontleding van die jaarlikse koste van tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek 215

Ontleding van die ekonomiese winsgewendheid van alternatiewe spilpuntstelsels met inagneming van produksie- en prysrisiko 219

Ontleding van die finansiële uitvoerbaarheid van winsgewende spilpuntbeleggingsalternatiewe 224

Die keuse van risiko-doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë met behulp van stogastiese dominansie-kriteria 228

Samevattende gevolgtrekking 231

Implikasies vir verdere navorsing 232

BRONNELYS 235

LYS VAN TABELLE

		BLADSY
Tabel 2.1:	Waardes vir die veranderlikes p, r en b in die wrywingsvergelyking, $h_f = (b\ l\ q^p)/d^r$	21
Tabel 2.2:	Lewensduur en reswaarde as persentasie van die aankoopprys van verskillende komponente van 'n spilpuntbesproeiingstelsel	22
Tabel 2.3:	Beraming van herstel- en onderhoudskoste as persentasie van die aankoopprys van 'n spilpunt	23
Tabel 2.4:	Arbeidbehoeftes (minute / 24 uur wat gepomp word) vir die bedryf van verskillende groottes spilpunte	24
Tabel 3.1:	Beskrywing van prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	51
Tabel 3.2:	Pomptempo's van agtien prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek en die ooreenstemmende deursnee, wrywing en koste van die hoofpyplyn	63
Tabel 3.3:	Benattingswydte, statiese hoogte, totale druk, motorgrootte en kapitaalbelegging (R) van pompeenheid van agtien prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek	64
Tabel 3.4:	Kapitaalbelegging en jaarlikse vaste, veranderlike en totale koste van prototipe spilpunte met 'n beplande watertoediening van 11 000 kubieke meter water in die Suid-Vrystaat substreek	67
Tabel 3.5:	Veranderlike koste per kubieke meter water gepomp vir agtien prototipe spilpunte ten opsigte van water, arbeid, herstelwerk en onderhoud en elektrisiteit in die Suid-Vrystaat substreek	69

Tabel 3.6:	Per eenheid vaste en veranderlike koste van agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	71
Tabel 3.7:	Die gelykbreekopbrengs van koring en die besproeiingskoste per hektaar teen 'n totale bruto besproeiing van 700 mm vir agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	74
Tabel 4.1:	Opbrengsmikpunte(kg/ha), besproeiingsiklusse(dae) en bruto besproeiingshoeveelhede (mm/seisoen) vir verskillende prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat streek	97
Tabel 4.2:	Bruto besproeiingstoedienings met spilpuntstelsels vir koring, mielies en katoen vir die periode 1978-1987 in die Suid-Vrystaat substreek	100
Tabel 4.3:	Aangepaste nasionale koring- en mielie produksie en die ooreenstemmende verwagte produsentepryse vir die periode 1965 tot 1988	118
Tabel 4.4:	Gesimuleerde koringopbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata	121
Tabel 4.5:	Gesimuleerde mielie-opbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se weerdata	122
Tabel 4.6:	Gesimuleerde katoenopbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata	123
Tabel 4.7:	Jaarlikse versekering en vaste elektrisiteitskoste van agtien prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek, September 1989	124
Tabel 4.8:	Beraamde besproeiingsveranderlike koste vir agtien prototipe spilpuntstelsels vir die verbouing van koring vanaf 1978-1987 in die Suid-Vrystaat substreek	125

Tabel 4.9:	Beraamde besproeiingsveranderlike koste vir agtien prototipe spilpuntstelsels vir die verbouing van mielies vanaf 1978/1979 tot 1987/88 in die Suid-Vrystaat substreek	126
Tabel 4.10:	Beraamde besproeiingsveranderlike koste vir agtien prototipe spilpuntstelsels vir die verbouing van katoen vanaf 1978/1979 tot 1987/88 in die Suid-Vrystaat substreek	127
Tabel 4.11:	Bedryfstakbegroting vir koring onder spilpuntbesproeiing, geplant op 1 Julie in die Suid-Vrystaat substreek, Mei 1989	129
Tabel 4.12:	Bedryfstakbegroting vir laat-mielies onder spilpuntbesproeiing, geplant op 20 Desember in die Suid-Vrystaat substreek, Mei 1989	130
Tabel 4.13:	Bedryfstakbegroting vir masjiengeplukte katoen onder spilpuntbesproeiing, geplant op 20 Oktober in die Suid-Vrystaat substreek, Mei 1989	131
Tabel 4.14:	Die laagste, hoogste en gemiddelde netto huidige waarde asook die standaard afwykings oor die leeftyd van die agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	133
Tabel 4.15:	Die gemiddelde netto huidige waarde van agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek oor die lewensduur van die stelsel uitgedruk as 'n bedrag per jaar en per hektaar	136
Tabel 4.16:	Aanvanklike belegging, gemiddelde netto huidige waarde en die standaard afwyking asook die netto voordeel:beleggingverhouding van agtien prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek	138
Tabel 5.1:	Beskrywing van die relatiewe winsgewendheid van die ses spilpuntstelsels waarvoor finansiële uitvoerbaarheidsontledings in die Suid-Vrystaat substreek gedoen word	151

Tabel 5.2:	Vergelyking tussen die twee wyses van finansiering vir die ses spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek, Oktober 1989	154
Tabel 5.3:	Aantal herhalings per jaar met jaarlikse kontantvloeitekorte na betaling van die paaiemente op die koöperasielening vir ses winsgewende prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, Oktober 1989	161
Tabel 5.4:	Aantal herhalings per jaar met jaarlikse kontantvloeitekorte na betaling van die paaiemente op die Landbankverband vir ses winsgewende prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, Oktober 1989	163
Tabel 5.5:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 9 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is	168
Tabel 5.6:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 9 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is	169
Tabel 5.7:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 11 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is	170
Tabel 5.8:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 11 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is	171
Tabel 5.9:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 10 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is	172
Tabel 5.10:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 10 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is	173

Tabel 5.11:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 17 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is	174
Tabel 5.12:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 17 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is	175
Tabel 5.13:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 12 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is	176
Tabel 5.14:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 12 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is	177
Tabel 5.15:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 18 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is	178
Tabel 5.16:	Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 18 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is	179
Tabel 6.1:	Die netto huidige waarde(R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels 1 tot 6 in die Suid-Vrystaat substreek	207
Tabel 6.2:	Die netto huidige waarde(R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels 7 tot 12 in die Suid-Vrystaat substreek	208
Tabel 6.3:	Die netto huidige waarde(R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels 13 tot 18 in die Suid-Vrystaat substreek	209

Tabel 6.4: Volgorde waarin agtien alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek mekaar domineer volgens verskillende stogastiese dominansie-kriteria 199

LYS VAN FIGURE

		BLADSY
Figuur 1.1:	Besproeiingsgebiede met watervoorsiening uit die P.K. le Rouxdam	3
Figuur 6.1:	Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels 9, 11, 5 en 7 in die Suid-Vrystaat substreek	201
Figuur 6.2:	Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels 15, 10, 6 en 18 in die Suid-Vrystaat substreek	202

OPSOMMING

Die gebrek aan betroubare prosedures vir die ekonomiese evaluering van spilpuntbeleggingsalternatiewe lei enersyds tot onbevredigende navorsingsresultate ten opsigte van die ekonomie van besproeiing en veroorsaak andersyds dat besproeiingsboere dikwels beleggingsbesluite neem wat ekonomies ondoeltreffend en finansieel onuitvoerbaar is.

Die doel met die studie is om 'n wetenskaplike prosedure te ontwikkel en te illustreer om die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van alternatiewe spilpuntbeleggings in die Suid-Vrystaat substreek, met die inagneming van risiko, te evalueer.

Daar is nagenoeg 112 grondeienaars in die ondersoekgebied en sowat 80 persent van die 8 500 hektaar ingelyste besproeiingsoppervlakte is onder spilpuntbesproeiing. Data is met behulp van die groepbesprekings- en Delphi-tegnieke ingesamel. Data is ook deur middel van die PUTU-gewasgroeisimulasiemodel gegenereer.

Die navorsingsmetodologie behels eerstens die ontwikkeling van 'n kosteberekeningsprosedure vir spilpunte wat die tegniese aspekte van die stelsels in ag neem. Agtien verteenwoordigende spilpuntstelsels vir die Suid-Vrystaat substreek is saamgestel en ontwerp. Nadat besproeiingskosteberamings vir al die stelsels gedoen is, is ekonomiese winsgewendheidsontledings met behulp van die netto huidigewaarde-tegniek uitgevoer. Gegewe 'n wisselboustelsel van koring, mielies en katoen, is die ekonomiese ontledings vir 'n periode van vyftien jaar gedoen en twintig keer vir elke beleggingsalternatief herhaal. Produksie- en prysrisiko is in die ontledings in ag geneem deur opbrengste te simuleer en tydreeksontledings te doen. Die netto voordeel:beleggingsverhouding is gebruik

om die spilpuntstelsels volgens relatiewe winsgewendheid in rangorde te skik. Daarna is finansiële uitvoerbaarheidsontledings vir ses winsgewende spilpuntbeleggings gedoen deur die kontantvloei-tegniek toe te pas. Laastens is risiko-doeltreffende beleggingstrategieë deur middel van stogastiese dominansie-kriteria geselekteer.

Die hoofresultaat van die studie is dat 'n prosedure vir die ekonomiese evaluering van toepaslike spilpuntbeleggingstrategieë ontwikkel is waarmee besproeiingsboere en -adviseurs die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntstelsels bevredigend kan ontleed. Oor die algemeen is die doelwitte van die studie tot 'n voldoende mate bereik.

'n Kosteberekeningsprosedure is ontwikkel wat die tegniese eienskappe van spilpuntstelsels volledig in ag neem. Vaste en veranderlike koste, sowel as die marginale faktorkoste van spilpuntbesproeiing, kan met 'n handmetode of 'n rekenaarprogram vir nuwe of bestaande spilpuntstelsels beraam word.

Agtien tipiese spilpunte met groottes van dertig en sestig hektaar, toedieningskapasiteite van 8 mm, 10 mm en 12 mm en pomphoogtes van -15 m en 10 m is vir klei- en sandgronde in die ondersoekgebied ontwerp. 'n Styging in pomphoogte en kapasiteit lei tot hoër vaste en veranderlike kostes terwyl kleigronde ook hoër besproeiingskostes as sandgronde het.

Al agtien tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek is ekonomies winsgewend. 'n Sestighektaar-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m en 'n kapasiteit van 12 mm met sandgrond onder besproeiing, is die winsgewendste spilpuntbelegging met 'n gemiddelde netto huidige waarde van R 563 238. Produksie- en prysrisiko veroorsaak groot verskille in die verwagte netto huidige waarde.

Twee van die ses geselekteerde winsgewende spilpuntstelsels is egter finansieel onuitvoerbaar indien 'n koöperasie-lening vir 'n periode van vyf jaar teen 'n rentekoers van 19,75 persent gebruik word. Die waarskynlikheid dat 'n kontantvloeitekort gedurende die vyfde jaar van die beleggings sal voorkom, is 65 en 70 persent en die tekort kan tot R 20 678 beloop.

Risiko-doeltreffende beleggingstrategieë is deur middel van eerste orde stogastiese dominansie geselekteer.

Die vernaamste implikasie van die studie is dat ekonomiese en finansiële ontledings van die ekonomie van besproeiing tot 'n geheelplaasvlak uitgebrei moet word.

ABSTRACT

The lack of reliable procedures for the economic evaluation of centre pivot investment alternatives results in unsatisfactory research results in respect of the economics of irrigation on the one hand, and often causes irrigation farmers to make investment decisions that are economically inefficient and financially unfeasible on the other hand.

The purpose of the study was to develop and illustrate a scientific procedure to evaluate the economic profitability and financial feasibility of alternative centre pivot investments in the Southern Free State subregion, taking risk into account.

There are approximately 112 land owners in the area studied, and approximately 80 per cent of the 8 500 hectare of scheduled irrigation area is under centre pivot irrigation. Data was collected by means of the group discussion and the Delphi technique. Data was also generated by means of the PUTU crop growth simulation model.

The research methodology entailed, firstly, the development of a cost-accounting procedure for centre pivots which took the technical aspects of the systems into account. Eighteen representative centre pivot systems were compiled and designed for the Southern Free State subregion. After irrigation cost-accounting was done for all the systems, economic profitability analyses were carried out by means of the net present-value technique. Given a crop rotation system of wheat, maize and cotton, the economic analyses for a period of fifteen years were made and repeated twenty times for each investment alternative. Production and price risk were taken into account in the analyses by simulating yields and making time series analyses. The net benefit:investment ratio was used

to rank the centre pivot systems according to relative profitability. Subsequently financial profitability analyses for six profitable centre pivot investments were made by applying the cash flow technique. Finally risk-efficient investment strategies were selected by means of stochastic dominance criteria.

The main result of the study was that a procedure for the economic evaluation of appropriate centre pivot investment strategies was developed whereby irrigation farmers and advisers can analyse the economic profitability and financial feasibility of centre pivot systems satisfactorily. In general the objectives of the study were achieved to a sufficient extent.

A cost-accounting procedure was developed that took the technical properties of centre pivot systems into account fully. Fixed and variable cost, as well as the marginal factor cost of centre pivot irrigation, can be estimated by hand method or computer programme for new or existing centre pivot systems.

Eighteen typical centre pivots ranging in size form thirty to sixty hectare, with application capacities of 8 mm, 10 mm and 12 mm and pumping heights of -15 m and 10 m were developed for clay and sandy soils in the study area. An increase in pumping height and capacity led to higher fixed and variable costs, while clay soils also had higher irrigation costs than sandy soils.

All eighteen typical centre pivot systems in the Southern Free State were economically profitable. A sixty hectare system with a static height of -15 m and a capacity of 12 mm on sandy soil under irrigation was the most profitable centre pivot investment with an aggregate net present value of R 563 238. Production and price risk caused big differences in the net present value that can be expected.

Two of the six selected profitable centre pivot systems are financially unfeasible if a cooperative loan for a period of five years at an interest rate of 19,75 per cent is used. The probabilities that a cash flow deficit will occur during the five years of the investments are 65 and 70 per cent and the deficit can amount to R 20 678.

Risk-efficient investment strategies were selected by means of first order stochastic dominance.

The most important implication of the study is that the economic and financial analyses of the economics of irrigation must be extended to a total farm level.

HOOFSTUK 1

INLEIDING

BESPROEIING IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

Die twee belangrikste besproeiingsgebiede in die Suid-Vrystaat substreek[1] is die Rietrivier en Vanderkloof Staatswaterskemas. Besproeiingsontwikkeling in die gebied tussen die twee skemas is deur die Sarel Haywardkanaal moontlik gemaak. Volgens die Departement van Landbou en Watervoorsiening (1987, p. 9) is daar 257 grondeienaars in die bogenoemde gebiede en beslaan die ingelyste besproeiingsoppervlakte 16 304 hektaar. Die Rietrivierskema met watervoorsiening uit die Kalkfonteindam is reeds in 1942 voltooi. Besproeiingsontwikkeling in die Vanderkloof Staatswaterskema het na die voltooiing van die P.K. le Rouxdam in 1975 begin. Twee-en-tagtig persent van die oppervlakte in die Rietrivier Staatswaterskema word vloedbesproei. Die meer onlangse ontwikkeling van die Vanderkloof Staatswaterskema gedurende 'n tydperk waarin gemeganiseerde besproeiingstelsels beskikbaar geraak het, het veroorsaak dat 80 persent van die boere in dié gebied van spilpuntbesproeiing gebruik maak.

Die belangrikheid van spilpuntbesproeiing in die Vanderkloof Staatswaterskema maak die Suid-Vrystaat substreek 'n goeie keuse vir die ekonomiese evaluering van spilpuntbeleggingstrategieë. Verdere besproeiingsontwikkelingsmoontlikhede in die gebied onderkant die P.K. le Rouxdam dra by tot die belangrikheid van 'n ekonomiese evalueringstudie oor spilpuntbeleggingsbesluite in die gebied. Die kaart in

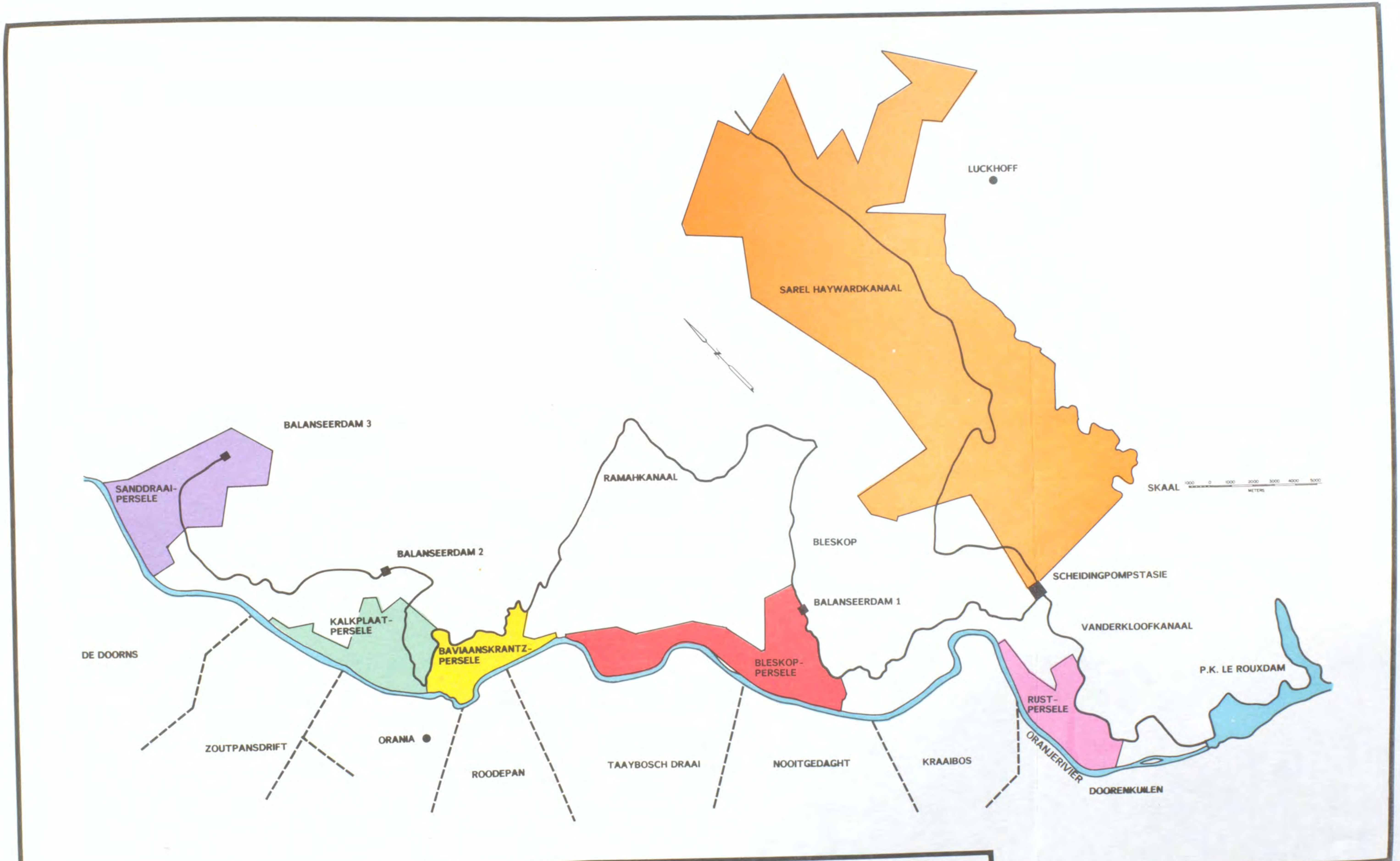
1. Die Suid-Vrystaat substreek verwys na die gebiedsindeling deur die Departement van Landbou en Watervoorsiening

figuur 1.1 toon die besproeiingsgebiede met watervoorsiening uit die P.K. le Rouxdam.

Die watervoorsiening in die gebied kom vanaf die P.K. le Rouxdam deur middel van die Vanderkloof-, Ramah- en Sarel Haywardkanale. Die navorsingsresultate van die studie is direk op die Vanderkloof Staatswaterskema en oewerplase langs die Sarel Haywardkanaal van toepassing en word in kleur op die kaart in *figuur 1.1* aangedui. Die Vanderkloof Staatswaterskema bestaan uit vyf groepe persele naamlik die Rust-, Bleskop-, Baviaanskrantz-, Kalkplaat- en Sanddraaipersele. Die grootte van die ingelyste besproeiingsoppervlakte in die Vanderkloof Staatswaterskema is 4 236 hektaar (Departement van Landbou en Watervoorsiening, 1987, p.9). Dié ingelyste oppervlakte word deur 68 grondeienaars besit. Die oewerplase word in oranje op die kaart aangedui. Volgens die Departement van Landbou en Watervoorsiening (1987, p.9) kan 4 306 hektaar grond langs die Sarel Haywardkanaal vir besproeiing ontwikkel word wat sodoende besproeiingspersele vir 44 boere beskikbaar stel.

AGTERGROND

Beleggingsbesluite, wat die aankoop van duursame bates soos spilpuntstelsels behels, is van die belangrikste besluite wat 'n bestuurder kan neem (Boehlje & Eidman, 1986, p. 315). Beleggingsbesluite moet egter net op deeglike ekonomiese winsgewendheids- en finansiële uitvoerbaarheidsontledings gegrond word. Ekonomiese winsgewendheidsontledings bepaal of 'n belegging tot die langtermyn winsgewendheid van 'n onderneming sal bydra. 'n Belegging kan egter ekonomies winsgewend wees maar nogtans te min kontant genereer om die finansiële verpligtinge na te kom. Finansiële uitvoerbaarheidsontledings is dus noodsaaklik om te bepaal of rente- en kapitaaldelgingsverpligtinge nagekom kan word.



Figuur 1.1: Besproeiingsgebiede met watervoorsiening uit die P.K. le Rouxdam

Deur die toepassing van kapitaalbegrotingstegnieke kan ekonomies doeltreffende beleggingstrategieë geïdentifiseer word. 'n Boerdery-onderneming kan egter net suksesvol in 'n dinamiese en riskante omgewing bestuur word indien die tersaaklike risiko's in ag geneem word. Die gebruik van besluitnemingskriteria wat risiko in ag neem, verseker dat risiko-doeltreffende beleggings geselekteer kan word.

PROBLEEMSTELLING

Nuwe toetreders tot besproeiing of boere wat hul bestaande besproeiing wil uitbrei, moet 'n beleggingsbesluit neem. Daar moet besluit word watter wyse van besproeiing gebruik gaan word en indien die keuse op gemeganiseerde besproeiing val, moet 'n besproeiingstelsel gekies word wat die besluitnemer se voorkeure bevredig en wat finansieel uitvoerbaar is. Boere wat reeds spilpuntstelsels gebruik, moet ook kan bepaal of die stelsel winsgewend bedryf word of nie.

Navorsingsresultate oor die ekonomiese evaluering van besproeiingsbeleggings op mikrovlak in Suid-Afrika is skaars. Die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntstelsels is ook nog nie plaaslik bepaal nie. Die stand van sake benadeel nie net alleen besproeiingsboere nie, maar ook instansies en staatsdepartemente wat by besproeiing betrokke is. Verskeie faktore dra by tot die gebrek aan sodanige ekonomiese ontledings.

Bestaande kosteberekeningsprosedures vir spilpuntstelsels is onvoldoende omdat dié prosedures nie die tegniese aspekte van die besproeiingstelsel behoorlik in ag neem nie en omdat metodologiese foute by die hantering van die koste-komponente bestaan.

Die gebrek aan betroubare kosteberekeningsprosedures beteken noodwendig dat die koste-implikasies van die variasie in besproeiingstelsel-eienskappe nie behoorlik in ag geneem word nie. Die relatiewe belangrikheid van sekere stelsel-eienskappe op die ekonomie van besproeiing is ook nie ontleed nie en so ook nie die invloed van die grondtipe op winsgewendheid nie. Die belangrikste nadeel van die onkunde oor besproeiingskoste is dat boere dikwels nie ekonomiese stelsels aankoop nie.

Navorsing oor spilpuntbesproeiing word ook beperk deur onvoldoende tegniese data oor die stelsels wat gebruik word. Verdere ekonomiese evaluering van besproeiingsnavorsing kan nie behoorlik gedoen word nie omdat belangrike tegniese data ontbreek.

Gebrekkige akkerboukundige data is 'n verdere struikelblok in die ekonomiese evaluering van spilpuntbeleggingstrategieë. Onvoldoende data oor wisselboustelsels, opbrengspeile en gewasverbouingspraktyke moet oorkom word.

'n Faset van ekonomiese ontledings wat nie buite rekening gelaat mag word nie, veral in die landbou, is risiko. Die akkommodering van risiko bemoeilik die uitvoering van betroubare ontledings. Plaaslik is min navorsing gedoen wat produksie- en prysrisiko in ag neem. Kriteria om risiko-doeltreffende strategieë te selekteer, is ook in min gevalle empiries toegepas.

Die bogenoemde faktore dra by tot onvoldoende en onbevredigende navorsingsresultate op die terrein van die ekonomie van spilpuntbesproeiing. Ten einde hierdie probleme op te los, moet 'n prosedure ontwikkel en geïllustreer word om spilpuntbeleggingstrategieë, met inagneming van risiko, ekonomies te evalueer.

As hoofhipotese word gestel dat indien 'n prosedure vir die ekonomiese evaluering van toepaslike spilpuntbeleggingsalternatiewe beskikbaar is, sal die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntstelsels deur besproeiingsboere en -adviseurs bevredigend beraam kan word. Verskeie subhipoteses word in die studie gestel:

1. Indien die kosteberekeningsprosedures die tegniese aspekte van spilpuntstelsels volledig by die beraming van totale spilpuntstelselkoste in ag neem en as die jaarlikse koste van sprinkelbesproeiing metodologies korrek beraam word, dan sal die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntbesproeiing bevredigend beraam kan word.

2. Besproeiingsboere en voorligtingkundiges neem nie die ekonomiese en finansiële aspekte van spilpuntbeleggingsbesluite behoorlik in ag nie omdat 'n wetenskaplike kosteberekeningsprosedure wat ekonomies sowel as tegnies goed gefundeerd is, nie beskikbaar is nie.

3. Indien spilpuntstelsel-eienskappe soos grootte, toedieningskapasiteite en statiese hoogtes varieer, dan sal die ekonomiese winsgewendheid van die toepaslike besproeiingsbeleggingstrategieë ook varieer.

4. Spilpuntbesproeiingstelsels op sandgronde is meer winsgewend as soortgelyke stelsels op kleigronde.

5. Die wisselboustelsel is 'n kritiese faktor wat die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntbesproeiingstelsels beïnvloed.

6. Produksie- en prysrisiko van 'n tipiese wisselboustelsel in die Suid-Vrystaat substreek het 'n belangrike invloed op die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van 'n spilpuntbesproeiingsbelegging.

7. Onderskeid moet gelyktydig getref word tussen ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van besproeiingsbeleggingsalternatiewe omdat winsgewende beleggings nie noodwendig finansieel uitvoerbaar is nie.

8. Verskillende finansieringswyses veroorsaak verskille ten opsigte van die finansiële uitvoerbaarheid van beleggingsbesluite.

9. Produksie- en prysrisiko beïnvloed jaarlikse kontantvloei tot so 'n mate dat paaiementverpligtinge in sommige jare nie nagekom kan word nie.

10. Indien stogastiese dominansie-kriteria as besluitnemingsmaatstawwe gebruik word, kan die risiko-doeltreffendste besproeiingsbeleggingstrategieë geselekteer word.

11. Boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid verskil ten opsigte van beleggingstrategieë wat hulle bepaalde voorkeure die beste sal bevredig.

DOELSTELLINGS EN TAAKOMSKRYWING

Die doel van die studie is die daarstelling van 'n prosedure vir die ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë met inagneming van risiko asook om hierdie

prosedure toe te pas op tipiese spilpuntbeleggings in die Suid-Vrystaat substreek. Die breë doelstelling kan omskryf word deur die identifisering van die verskillende aktiwiteite wat verrig moet word.

Die eerste stap in die ekonomie van sprinkelbesproeiing is om besproeiingskoste te beraam. Eerstens moet 'n kosteberekeningsprosedure ontwikkel word vir die beraming van spilpuntstelsels se totale jaarlikse koste asook die marginale faktorkoste van toegediende water. Noodsaaklike koëffisiënte vir kosteberekeningsdoeleindes moet hiervoor beraam word.

Spilpuntstelsel-eienskappe en hulpbronsituasies wat die koste van spilpuntbesproeiing beïnvloed, moet geïdentifiseer word. Indien die belangrikste stelsel-eienskappe bekend is, kan spilpunte wat verteenwoordigend vir 'n gebied is, saamgestel en ontwerp word met inagneming van die eienskappe. Met die gebruik van die kosteberekeningsprosedure kan die ontwerpte stelsels se koste beraam word.

'n Tipiese wisselboustelsel moet geïdentifiseer word om winsgewendheidsontledings te doen. Produksie- en prysrisiko moet ook by sulke ontledings in ag geneem word. Die ekonomiese winsgewendheid van die alternatiewe spilpuntstelsels kan bepaal word deur 'n gepaste kapitaalbegrotingstegniek toe te pas.

'n Prosedure om finansiële uitvoerbaarheid te ontleed indien boere spilpuntbeleggings nie met eie kapitaal kan finansier nie, moet ontwikkel word. Verskillende finansieringswyses moet geëvalueer word om finansiële uitvoerbaarheid te bepaal.

Risiko-doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë kan geïdentifiseer word indien kriteria soos stogastiese dominansie-kriteria as besluitnemingsmaatstawwe gebruik word. Waarskynlikheidsverdelings van die verwagte na-belasting inkomste van die

beleggingsalternatiewe sowel as die besluitnemingsvoorkeure van die boere moet dan in ag geneem word.

SAMESTELLING VAN DIE VERHANDELING

Die verhandeling bestaan uit sewe hoofstukke waarvan die eerste hoofstuk die inleiding is en die sewende hoofstuk 'n samevatting van die studie. Die vyf orige hoofstukke hanteer verskillende aspekte van die ekonomiese evaluering van spilpuntbeleggingstrategieë wat op mekaar volg, maar wat as afsonderlike aktiwiteite uitgevoer kan word. Die vyf hoofstukke bestaan in die meeste gevalle uit 'n inleiding, 'n literatuurstudie, navorsingsprosedure asook resultate en bespreking van resultate.

In hoofstuk 1 word die ondersoekgebied kortliks beskryf en agtergrondinligting word verskaf. Die navorsingsprobleem en hipoteses word gestel asook die doelstellings en taakomskrywing van die studie.

Die tweede hoofstuk het ten doel om 'n kosteberekeningsprosedure vir spilpuntbesproeiing te ontwikkel en te illustreer. Tegniese koëffisiënte wat die koste van spilpuntbesproeiing beïnvloed, is verkry en 'n handmetode is ontwikkel om spilpuntkoste te beraam.

Hoofstuk 3 behels die ontleding van die jaarlikse koste van tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek. Agtien tipiese spilpuntstelsels is op grond van sekere stelseleienskappe vir die ondersoekgebied geïdentifiseer. Die kosteberekeningsprosedure in die vorige hoofstuk is gerekenariseer en gebruik om die tipiese spilpuntstelsels se koste te beraam.

Die prosedure om ekonomiese winsgewendheid vir spilpuntstelsels te bepaal, word in hoofstuk 4 aangetoon. 'n Wisselboustelsel en gepaardgaande besproeiingskeduleringstrategieë is vir die Suid-Vrystaat substreek geïdentifiseer. Deur middel van opbrengssimulasie en tydreeksontledings is produksie- en prysrisiko in ag geneem. Die ekonomiese winsgewendheid van die agtien alternatiewe beleggings is beraam deur die netto huidigewaarde-tegniek toe te pas.

In hoofstuk 5 is die finansiële uitvoerbaarheid van ses van die winsgewende spilpuntbeleggings bepaal. Twee finansieringswyses is ondersoek. Die finansiële uitvoerbaarheid is deur middel van die kontantvloeitegniek ontleed.

In die sesde hoofstuk word risiko-doeltreffende beleggingstrategieë met behulp van stogastiese dominansie-kriteria geïdentifiseer. Gewone en veralgemeende stogastiese dominansie-kriteria word toegepas op waarskynlikheidsverdelings van die na-belasting verwagte inkomste van die alternatiewe beleggings.

Die laaste hoofstuk gee 'n samevatting van die verhandeling. Die vernaamste gevolgtrekkings asook implikasies vir verdere navorsing word gegee.

HOOFSTUK 2

DIE ONTWIKKELING EN ILLUSTRERING VAN 'N KOSTEBEREKENINGSPROSEDURE VIR SPILPUNTBESPROEIING

INLEIDING

Die ekonomiese winsgewendheid van gemeganiseerde sprinkelbesproeiing word grootliks beïnvloed deur die beramings van tegniese koëffisiënte soos die lewensduur van die toerusting, energieverbruik asook herstelwerk en onderhoud met die bedryf van die stelsel (Selly, 1983, p. 483). Tegniese sowel as ekonomiese faktore moet dus oorweeg word by die evaluering van die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van gemeganiseerde sprinkelbesproeiing. Die eerste stap in die ontleding van die ekonomie van sprinkelbesproeiing is om die koste van die besproeiingstelsel te beraam (Oosthuizen, 1985, p. 2).

Die bestaande kosteberekeningsprosedures vir spilpuntstelsels is gebrekkig enersyds omdat die kostes nie metodologies korrek bereken word nie en andersyds omdat die kosteberekeningsprosedures nie die tegniese aspekte van die besproeiingstelsels volledig in ag neem nie. Die Suid-Afrikaanse Besproeiingsinstituut sowel as die Direktoraat Landbou-ingenieurswese se ontwerpvorms vir spilpunte het afdelings wat kosteberamings insluit. Hulle prosedures neem egter nie tegniese koëffisiënte soos byvoorbeeld die verskille in die lewensduur van die verskillende komponente voldoende in ag nie. Metodologiese foute bestaan ook by die hantering van vaste en veranderlike koste asook renteberekening. Die marginale faktorkoste van spilpuntbesproeiing word ook nie bereken nie.

Daar word derhalwe gehipotetiseer dat indien die kosteberekeningsprosedures die tegniese aspekte van spilpuntstelsels volledig in ag neem by die beraming van die totale stelselkoste (vas en veranderlik) en as die marginale faktorkoste van sprinkelbesproeiing metodologies korrek beraam word, dan sal die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntbesproeiing bevredigend bepaal kan word. 'n Verdere hipotese is dat besproeiingsboere en voorligtingkundiges nie die ekonomiese en finansiële aspekte van spilpuntbeleggingsbesluite behoorlik in ag neem nie omdat 'n wetenskaplike kosteberekeningsprosedure wat ekonomies sowel as tegnies goed gefundeerd is, nie beskikbaar is nie. Laastens sal die integrering van 'n wetenskaplike kosteberekeningsprosedure by die spilpuntontwerpvorms van die Suid-Afrikaanse Besproeiingsinstituut en die Direktoraat Landbou-ingenieurswese tot voordeel van almal in besproeiing wees.

Die doel met die hoofstuk is dus om 'n kosteberekeningsprosedure te ontwikkel vir die beraming van spilpuntstelsels se totale jaarlikse koste asook die marginale faktorkoste van toegediende water. Die prosedure moet ekonomies goed gefundeerd wees en die tegniese aspekte van spilpuntstelsels tot 'n voldoende mate in ag neem. 'n Verdere doelwit is om die noodsaaklike koëffisiënte vir kosteberekeningsdoeleindes met kortpadmetodes, sonder tydrowende eksperimente, te beraam.

LITERATUURSTUDIE

1. Kosteverwantskappe

Vir ekonomiese ontledingsdoeleindes word die koste van 'n spilpuntstelsel in twee kategorieë verdeel, naamlik vaste koste en veranderlike koste. Vaste koste is die koste wat nie varieer met die omvang of intensiteit van produksie nie soos

depresiasie, rente en versekering. Veranderlike koste daarenteen varieer met die verandering in produksiepeile. Veranderlike koste kom dus net voor indien geproduseer word. Veranderlike koste wat by 'n spilpuntstelsel voorkom, sluit in elektrisiteitskoste, arbeidskoste, waterkoste asook herstel- en onderhoudskoste.

Die koste-items wat in die veranderlike groep val, hang af van die beplanningshorison. Hoe langer die periode, hoe meer koste-items val in die veranderlike kategorie. Elke situasie bepaal dus watter koste veranderlik is. Die onderskeid tussen vaste en veranderlike koste raak ook belangrik by die allokering van die kostes. Vaste koste per eenheid produksie daal namate produksie toeneem. Veranderlike koste per inseteenheid neig om konstant te bly, soos byvoorbeeld die koste om 'n kubieke meter water toe te dien. Die marginale faktorkoste, dit wil sê die koste van die laaste eenheid van die veranderlike inset wat gebruik is (Boehlje & Eidman, 1984, p. 101), hou dus nie net ten nouste verband met die veranderlike koste nie, maar is ook onontbeerlik vir die bepaling van die winsmaksimerende watertoedieningshoeveelheid.

Twee komponente van vaste koste is rente en depresiasie. Depresiasie as 'n ekonomiese konsep is die vermindering in markwaarde van toerusting as gevolg van slytasie, ekonomiese veroudering en ouderdom (Boehlje & Eidman, 1984, p. 138). Marais (1983, p. 19) onderskei tussen fisiese en ekonomiese depresiasie. Fisiese depresiasie is die geleidelike agteruitgang in toerusting as gevolg van die gebruik daarvan wat nie deur herstel en onderhoud ongedaan gemaak kan word nie. Ekonomiese depresiasie word veroorsaak deur ekonomiese redes wat samevattend as tegnologiese veroudering beskou kan word. Twee besluite moet geneem word voordat depresiasiekoste beraam kan word, naamlik wat die bruikbare lewensduur van die komponent is en wat die herwinnings- of reswaarde aan die einde van die ekonomiese leeftyd is. Depresiasie en rente gekombineerd

verteenwoordig die bedrag wat gereserveer word vir waardevermindering van 'n bate asook vir die rente op die ongedepresieerde waarde. Die tradisionele metodes om die twee kostes te bereken, voorsien nie 'n groot genoeg bedrag om altwee kostes te dek nie. 'n Meer ingewikkelde prosedure, die kapitaalherwinningsmetode, kan gebruik word om die koste meer akkuraat te bereken (Boehlje & Eidman, 1984, p. 142). Die metode is gegrond op die kapitaalherwinningsfaktor, dit wil sê die bedrag geld wat nodig is aan die einde van elke jaar om rente te betaal op die ongedepresieerde kapitaal teen 'n vereiste koers en vir die herwinning van die belegging in 'n sekere aantal jare. Die kapitaalherwinningsfaktor word gegee deur die volgende vergelyking (Thompson *et al.*, 1983, p. 59):

$$CRF = i\,(1+i)^n\,[\,(1+i)^n - 1\,]^{-1} \qquad (2.1)$$

waar CRF = kapitaalherwinningsfaktor,
i = rentekoers vir berekening en
n = lewensduur van die bate-item.

Die nominale rentekoers bestaan uit twee dele, naamlik die reële rentekoers en 'n inflasiepremie. Die keuse van, òf die nominale, òf reële koers vir gebruik in renteberekening, is belangrik. Indien die nominale koers en die huidige vervangingswaarde gebruik word, sal die ekonomiese koste oorskat word met die bedrag van die inflasiekoers (Boehlje & Eidman, 1984, p. 135). Die implikasies van bogenoemde is dat die reële rentekoers gebruik word wanneer met die huidige vervangingswaarde van die bate gewerk word, terwyl die nominale rentekoers by die historiese kosprys van die bate van toepassing is.

2. Kosteberekeningsmetodes

Eidman en Bergsrud (1978) het metodes ontwikkel om die oorspronklike beleggingskoste, jaarlikse eienaarskapkoste en

jaarlikse bedryfskoste vir verskillende sprinkelbesproeiingstelseltipes te beraam. Bogenoemde prosedure is deur Oosthuizen (1985) gemetriseer en vir spilpunte aangepas. Hierdie kosteberekeningsprosedures vorm die basis vir hierdie hoofstuk. Verdere aanpassings word aan die prosedure gemaak soos om die herwinningswaarde van verskillende bate-komponente van 'n spilpunt in berekening te bring en om vir verskillende krag- en watertariewe te voorsien.

3. Tegniese koëffisiënte

Die tegniese koëffisiënte van besproeiingstelsels wat vir ekonomiese ontledings benodig word, verskil in ariede, semi-ariede en humiede besproeiingsgebiede asook tussen lande. Die vernaamste tegniese koëffisiënte van besproeiingstelsels vir gebruik in verskeie gebiede in die VSA word deur Eidman en Bergsrud (1978), Selly (1983) en Thompson *et al.* (1983) verskaf. Ongelukkig bestaan daar in Suid-Afrika 'n ernstige tekort aan eksperimentele data ten opsigte van die tegniese eienskappe van besproeiingstelsels.

Die koëffisiënte wat nodig is in die kosteberekeningsprosedure kan met behulp van verskeie kortpadmetodes ingesamel word. 'n Metode met verskeie voordele bo ander metodes is die Delphi-tegniek.

Die Delphi-tegniek is 'n metode om sistematies onafhanklike menings te vra, te versamel, te evalueer en te verwerk sonder groepbesprekings (Tersine & Riggs, 1976, p. 51). Die grootste voordeel van die metode is geleë in die anonieme insette van die deelnemers. Tersine en Riggs (1976, pp. 51-52) noem die volgende positiewe gevolge wat daaruit voortvloei:

1. Deelnemers gee makliker 'n mening wat hulle nie later hoef te verdedig nie.

2. Betrokke persone kan mekaar nie onderling beïnvloed nie en stem nie saam om by die meerderheidsmening in te val nie.
3. Konsensus van menings word verkry deurdat elke deelnemer sy antwoorde wat betekenisvol afwyk, moet regverdig en persone word dus stelselmatig tot konsensus geforseer.
4. Geografiese verspreiding van deelnemers lewer nie probleme nie.

Luthans en Martinko (1979, p. 342) gee kortliks die stappe waaruit die metode bestaan. Nadat die probleemarea geïdentifiseer is, word 'n paneel van kundiges gekies. 'n Kort vraelys word aan elke deelnemer gestuur om sy antwoorde en beredenering te verkry. Die antwoorde word ontleed en opgesom. Alle lede kry die opsomming om verdere terugvoering in die lig van die resultate te lewer, veral as hulle oorspronklike antwoorde grootliks van die res afwyk. Die proses word herhaal tot genoegsame ooreenstemming bereik is.

Die metode het ook beperkings soos die keuse van paneellede en die tyd wat die proses duur. Daar is egter bevind dat die metode net sulke goeie resultate soos ander groeptegnieke lewer, indien nie beter nie (Tersine & Riggs, 1976, p. 56).

PROSEDURE

Die kosteberekeningsprosedure is ontwikkel om die koste van elektriesaangedrewe spilpunte te beraam. Daar is op elektriese stelsels besluit omdat sulke stelsels algemeen voorkom. Die metode moet die koste kan bereken vir 'n nuut ontwerpte stelsel asook vir 'n bestaande stelsel. Voorsiening moet gemaak word om pomptempo, pompdruk en die grootte van die elektriese motor(s) te bereken vir ten minste twee pompfases indien hierdie besonderhede nie op die ontwerpvorm voorkom nie. Die belastingimplikasies van 'n belegging in spilpunte

volg eers in 'n latere stap (hoofstuk 4) in die ontleding van die ekonomie van sprinkelbesproeiing.

Die bespreking van die ontwikkeling van 'n kosteberekeningsprosedure word in twee dele verdeel. Eerstens word die prosedure bespreek om sekere koëffisiënte te beraam en daarna word beskryf hoe te werk gegaan is om 'n handberekeningsmetode te ontwikkel.

1. Die beraming van tegniese koëffisiënte

Tegniese koëffisiënte waarop kosteberekenings vir spilpunte gegrond word, is beraam deur gebruik te maak van die Delphimetode. By die uitvoering van die metode is die stappe gevolg soos deur Luthans en Martinko (1979, p. 342) asook Tersine en Riggs (1976, p. 53) beskryf.

Die terreine waarop kundigheid benodig is, is eerstens geïdentifiseer en het hoofsaaklik die ingenieursveld behels. Enkele besonderhede wat boere sou kon verskaf, is ook benodig.

Tersine en Riggs (1976, p. 53) noem sekere kriteria vir die selektering van paneellede. Potensiële deelnemers moet kennis hê van die probleemarea. Hulle moet objektief en rasioneel wees en moet bereid wees om tyd en moeite te spandeer om goeie werk te lewer. Volgens die outeurs moet die paneelgrootte 'n minimum wees.

Op grond hiervan is 'n groep van agt ingenieurs gekies waarvan sewe bereid was om deel te neem. Die gekose paneellede is versprei oor die land en verteenwoordig ingenieurs in die privaat en openbare sektor. Aan elkeen is 'n kort vraelys gestuur asook 'n brief wat die prosedure verduidelik. Die tegniese aspekte in die vraelys handel oor wrywing, toedieningsdoeltreffendheid, onderhoud- en herstelwerk asook die lewensduur en herwinningswaarde van die komponente van die

spilpunt. Die antwoorde is getabelleer, opgesom en ontleed. 'n Opsomming van die antwoorde, die verspreiding asook modus is aan elke lid teruggestuur. 'n Brief waarin elkeen gevra is om sy antwoorde te heroorweeg in die lig van die opsomming of om afwykende antwoorde te motiveer, is saam met die opsomming gestuur. Die tweede rondte se reaksie het tot 'n voldoende mate gekonvergeer dat opvolgende rondtes nie nodig geag is nie. 'n Finale keuse ten opsigte van watter waardes in die kosteberekeningsprosedure gebruik sal word, is gemaak nadat die tweede rondte se resultate ontleed is.

Boere is ook met die Delphi-metode betrek om aspekte oor arbeid en versekering uit te klaar. Inligting wat ten opsigte van arbeid benodig was, is die tipe take wat arbeiders verrig by spilpuntbesproeiing wat nie geassosieer kan word met die gewas nie, die tyd wat daaraan bestee word en die vergoeding wat sulke werkers ontvang. Praktyke wat gevolg word ten opsigte van die versekering van spilpunte is ook uitgeklaar. Tien boere is gekies op grond van vorige deelname aan navorsingsprojekte. Die boere bedryf besproeiing in die besproeiingsgebiede met watervoorsiening uit die P.K. le Rouxdam. Sewe boere het uiteindelik deelgeneem. Die tipe vrae en die aard van die antwoorde het opvolgrondtes onnodig gemaak.

2. <u>Ontwikkeling van 'n handberekeningsmetode vir spilpunt-kosteberaming</u>

Die doelwit is om 'n handberekeningsmetode te ontwikkel om die koste van 'n spilpunt akkuraat genoeg te beraam. Die uiteensetting van die metode moet van so 'n aard wees dat persone sonder ekonomiese vakkennis die jaarlikse koste van 'n elektriesaangedrewe spilpunt kan beraam.

Die eerste stap was die identifisering van alle tersaaklike koste-items by spilpuntbesproeiing wat nie gekoppel word aan

die verbouing van gewasse nie, maar direk aan die stelsel of die werking daarvan.

Die volgende stap was om te verseker dat elke betrokke koste-item metodologies korrek hanteer word. Terselfdertyd moet rekening gehou word met praktyke en beleide wat gevolg word asook met tegniese eienskappe van elke stelsel. Gevolglik moes ekonomiese- en ingenieurskundigheid, inaggenome die beleid ten opsigte van elektrisiteits- en waterkoste asook praktyke wat boere volg, gekombineer word. Escom en die Departement van Waterwese is besoek om die tariefstrukture vir elektrisiteits- en waterkoste te verkry. Die kosteberekeningsprosedure moet voorsiening maak vir ten minste vyf verskillende watertariewe by Staatswaterskemas en twee elektrisiteitstariewe asook 'n vaste koste komponent by elektrisiteitskoste.

Op grond van Oosthuizen (1985) se indeling is besluit om die berekeningsmetode soortgelyk in te deel maar met sekere aanpassings. Eerstens word die fisiese besonderhede en pryse aangeteken waarna die oorspronklike kapitaalbelegging en berekening van vaste koste hanteer word. Derdens word die bedryfskoste bereken waarna 'n opsomming van die kostes in deel vier gegee word.

Die berekening van sekere komponente van die spilpunt se koste verg verduideliking. Daar is besluit om net soos Oosthuizen (1985) die kapitaalherwinningsmetode te gebruik om rente en depresiasie te bereken omdat dit meer akkuraat is as die tradisionele metodes (Boehlje & Eidman, 1984, p. 143). Die basiese vergelyking vir kapitaalherwinning is as volg:

$$\text{Kapitaalherwinning} = [(\text{aankoopprys} - \text{herwinningswaarde}) \times (\text{kapitaalherwinningsfaktor})] + [(\text{herwinningswaarde}) \times (\text{rentekoers})] \qquad (2.2)$$

Vergelyking (2.2) maak voorsiening vir 'n positiewe herwinningswaarde, wat nie die geval is met die metode van Eidman en Bergsrud (1978) nie. Die reële rentekoers behoort gebruik te word sodat rentekoste nie oorskat word nie omdat daar met huidige lyspryse van spilpunte gewerk word.

Die bedryfskoste van 'n spilpuntstelsel moet gegrond word op die beplande jaarlikse watertoediening. Die veranderlike koste hang ten nouste saam met die beplande jaarlikse watertoediening. Alle veranderlike kostes, naamlik die koste van elektrisiteit, water, arbeid en instandhouding moet uitgedruk word as 'n koste per kubieke meter water gepomp.

Aangesien tegniese koëffisiënte van spilpunte soos lewensduur, herwinningswaarde, doeltreffendhede en die hoeveelheid herstel- en onderhoudskoste varieer as gevolg van verskillende fisiese omstandighede, die manier van bedryf en die gebruik per jaar, moet voorsiening gemaak word vir die gebruik van verskillende koëffisiënte in die kosteberekeningsprosedure. Verskillende tegniese koëffisiënte kan dus ingevul word vir gebruik in kosteberamings eerder as absolute waardes. Sekere groothede soos kapitaalherwinningsfaktore kan met vergelykings bereken word of uit tabelle afgelees word.

Die voorgestelde prosedure word geïllustreer deur die jaarlikse koste van 'n sestighektaar-spilpunt te beraam. Die spilpuntkoëffisiënte wat met behulp van die Delphi-metode beraam is, word in die berekenings gebruik.

RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

Die resultate word in twee dele aangebied. Die eerste gedeelte van die resultate handel oor die koëffisiënte wat nodig is vir die beraming van spilpuntkoste. Daarna word die

werksblad wat ontwikkel is om jaarlikse spilpuntkoste te beraam, aangebied.

1. Besproeiingskoëffisiënte

Die toedieningsdoeltreffendheid van 'n spilpunt is nodig om pomptempo te bereken sodat verliese tot op die grond in berekening gebring kan word. Die toedieningsdoeltreffendheid het koste-implikasies omdat hoër pomphoeveelhede vir toedieningsverliese moet vergoed. Volgens die deelnemende ingenieurs moet 85 persent as toedieningsdoeltreffendheid vir spilpunte gebruik word. Die gebruik van verskillende toedieningsdoeltreffendheidspersentasies onder verskillende omstandighede sal op spekulasie berus.

Die vergelyking om wrywing in die hooflyn te beraam, maak gebruik van die veranderlikes p, r en b. Die veranderlikes het verskillende waardes vir elke tipe pyp. Die waardes wat vir elke tipe pyp verkry is, word in *tabel 2.1* aangetoon .

Tabel 2.1: Waardes vir die veranderlikes p, r en b in die wrywingsvergelyking, $hf = (b\ l\ q^p)/d^r$

Tipe pyp	p	r	b x (10^{-10})
PVC	1,7715	4,7715	4,5472
Asbessement	1,7857	4,7857	4,3828
Metaal	1,9200	5,1264	1,8192

Die waardes het egter 'n klein invloed op wrywing, veral as gevolg van die klein verskille tussen die waardes van elke tipe pyp. Aanpaksels wat mettertyd in pype ontstaan, kan 'n groter invloed op wrywing hê.

Depresiasie van 'n bate-komponent word grootliks beïnvloed deur die lewensduur en die herwinningswaarde daarvan. Baie

faktore kan egter die lewensduur beïnvloed (Selly, 1983, p. 487; Thompson et al., 1983, p. 57). Die lewensduur en herwinningswaarde van verskillende komponente van 'n spilpunt onder Suid-Afrikaanse toestande word in *tabel 2.2* gegee.

Tabel 2.2: Lewensduur en herwinningswaarde as persentasie van die aankoopprys van verskillende komponente van 'n spilpuntbesproeiingstelsel

Komponent	Lewensduur	Reswaarde
Sentrifugale pomp	15 jaar	15 %
Dompelpomp	10 jaar	5 %
Elektriese motor	15 jaar	20 %
Skakelaar	15 jaar	20 %
Kabels	20 jaar	15 %
Asbessementpyp	20 jaar	30 %
PVC-pyp	20 jaar	25 %
Staalpyp	15 jaar	20 %
Aluminiumpyp	10 jaar	15 %
Spilpunt	15 jaar	25 %

Die lewensduur van spilpuntkomponente is oor die algemeen korter as die riglyne wat die Amerikaanse Vereniging van Landbou-ingenieurs aanbeveel (Thompson, et al., 1983, p. 58). Die verskil is waarskynlik toe te skryf aan ongunstige plaaslike toestande wat insluit die klimaat, topografie en bestuur asook laer kwaliteit van die toerusting.

Die koëffisiënte wat gebruik word vir die beraming van herstel- en onderhoudskoste is op soortgelyke wyse verkry. Die waardes word in *tabel 2.3* gelys.

Die herstel- en onderhoudskoste, is net soos die lewensduur en herwinningswaarde van die spilpuntkomponente, afhanklik van die toestande waaronder die stelsel bedryf word. Die herstel- en onderhoudskoste is tydens die Delphi-rondtes verkry as 'n persentasie van die aankoopprys van die komponente. Die pompe se koste is direk aan die gebruik daarvan gekoppel deur die

Tabel 2.3: Beraming van herstel- en onderhoudskoste as persentasie van die aankoopprys van 'n spilpunt

Komponent	Koste
Elektriese motors	1,0 % van koopprys/jaar
Sentrifugale pomp	2,0 % van koopprys/1000 uur
Dompelpomp	2,5 % van koopprys/1000 uur
Verspreidingstelsel	5,0 % van koopprys/jaar
Ondergrondse pype	0,5 % van koopprys/jaar

koëffisiënt uit te druk as 'n persentasie per 1000 uur wat gepomp word. Aangesien stelsels nie elke jaar ewe veel gebruik word nie, sal dit beter wees om die herstelkoste van die motors, verspreidingstelsel en pype ook te koppel aan die gebruik daarvan. Hierdie koëffisiënte is ongelukkig net verkry as 'n persentasie van die aankoopprys van die komponent.

Permanente arbeiders op 'n plaas se vergoeding kan beskou word as 'n vaste koste. Arbeidskoste verkry egter 'n veranderlike karakter sodra die arbeid aangewend word in 'n spesifieke bedryfstak omdat arbeidskoste dan tussen verskillende bedryfstakke toegedeel kan word. Die arbeidskoste by spilpuntbesproeiing is veranderlik omdat die aantal benodigde arbeidsure bepaal word deur die ure wat die stelsel gebruik word. Die hoeveelheid arbeid wat per bedryfsuur benodig word, sal beïnvloed word deur die grootte van die stelsel en die tipe taak wat verrig word.

Arbeiders word volgens die boere oor die algemeen gebruik om die spilpunt aan en af te skakel en om verstopte spuite skoon te maak. Arbeid wat aan die gewasse gekoppel is soos vir die toediening van stikstof en herstelwerk is hier uitgesluit. Die arbeidsbehoefte (minute) vir elke 24 uur wat die stelsel werk, word vir verskillende grootte stelsels in *tabel 2.4* gegee.

Tabel 2.4: Arbeidsbehoefte (minute / 24 uur wat gepomp word) vir die bedryf van verskillende groottes spilpunte

Grootte (ha)	Arbeid (minute)
20	30
30	31
40	33
60	35

Die klein verskille in arbeidstyd tussen verskillende grootte stelsels kan daaraan toegeskryf word dat net die skoonmaak van verstopte spuite gekorreleerd is met die grootte van die stelsel.

2. *'n Handmetode vir spilpuntkosteberaming*

Die kosteberekeningsprosedure bestaan uit vier gedeeltes. Algemene inligting word op die eerste gedeelte ingevul. Dele twee en drie word gebruik om onderskeidelik die jaarlikse vaste koste en die bedryfskoste van die spilpunt te beraam. 'n Opsomming van die beraamde kostes word in die laaste gedeelte gegee. By die berekenings word deurgaans in hakies verwys na watter item se waarde/antwoord in die betrokke berekening gebruik moet word.

Ontwerpbesonderhede van 'n nie-sleepbare spilpunt met sestig hektaar onder besproeiing, word gebruik om die prosedure te demonstreer. Die stelsel het 'n bruto kapasiteit van 12 mm per dag en is ontwerp vir 'n sandgrond. Die voltooide werksblaaie word vervolgens aangebied.

DEEL 1: ALGEMENE INLIGTING

Vul die volgende besonderhede in vir verdere gebruik in die kosteberekenings.

1. Bestuur van die spilpunt

1.1	Effektiewe besproeiingsbehoefte per dag	: 9,35	mm.
1.2	Aantal besproeiingsdae per week	: 7	dae.
1.3	Aantal besproeiingsure per dag	: 22	ure.
1.4	Mees algemene tydstelling	: 29	%.
1.5	Ure arbeid benodig per 24 ure besproeiing	: 0,58	ure.
1.6	Oppervlakte jaarliks onder gewasverbouing	: 90	ha.

2. Stelsel-eienskappe

2.1	Oppervlakte per siklus besproei	: 60	ha.
2.2	Toedieningsdoeltreffendheid van die stelsel	: 85	%.

2.3 Hooflyn:

		Tipe pyp		Lengte		Deursnee
2.3.1	Fase 1	-	2.3.1.1:	- m.	2.3.1.2:	- mm.
2.3.2	Fase 2	A/S	2.3.2.1:	490 m.	2.3.2.2:	300 mm.

2.4 Pompdoeltreffendheid	Fase 1	2.4.1	: -	%.
	Fase 2	2.4.2	: 83	%.
2.5 Aandrywingsdoeltreffendheid	Fase 1	2.5.1	: -	%.
	Fase 2	2.5.2	: 100	%.

2.6	Aantal elektriese motors vir aandrywing	: 8	.
2.7	Grootte van die motors	: 0,57	kW.

3. Hidroulika

3.1	Vertikale hoogte	Fase 1	3.1.1: -	m.
		Fase 2	3.1.2: -15,0	m.
3.2	Verskil in hoogte tussen pomplewering en die ingang van die verspreidingstelsel		: 3,7	m.
3.3	Druk by die ingang van die verspreidingstelsel		: 41,54	m.

4. Water

4.1 Ingelyste oppervlakte onder spilpunt : 60 ha.

4.2 Kwota : 11 000 m^3/ha/jaar.

4.3 Maksimum addisionele aankope : 0 m^3/ha/jaar.

4.4 Beplande waterverbruik : 11 000 m^3/ha/jaar.

4.5 Waterkoste:

		Hoeveelheid		Koste
Tarief 1	4.5.1.1:	11 000 m^3/ha	4.5.1.2:	1,65 c/m^3.
Tarief 2	4.5.2.1:	- m^3/ha	4.5.2.2:	- c/m^3.
Tarief 3	4.5.3.1:	- m^3/ha	4.5.3.2:	- c/m^3.
Tarief 4	4.5.4.1:	- m^3/ha	4.5.4.2:	- c/m^3.
Tarief 5	4.5.5.1:	- m^3/ha	4.5.5.2:	- c/m^3.

5. Elektrisiteit

5.1 Grootte van die toevoerpunt : >50 kVA.

5.2 Basiese betaling per maand : R 81,16.

5.3 Energieprys:

		Hoeveelheid per maand	Koste
5.3.1	Hoë tarief	5.3.1.1: 1000 kWh	5.3.1.2: 15,59 c/kWh.
5.3.2	Lae tarief	5.3.2.1: ≥1000 kWh	5.3.2.2: 9,02 c/kWh.

6. Renteberekening

6.1 Nominale rentekoers vir renteberekening : 20,0 %.

6.2 Jaarlikse inflasiekoers : 15,0 %.

7. Versekering

7.1 Tipe versekering:
7.1.1: Brand- en stormskade
7.1.2: -
7.1.3: -

7.2 Waardasie van bogrondse komponente as % van die aankoopprys vir bg. versekering :
7.2.1: 100 %.
7.2.2: - %.
7.2.3: - %.

7.3 Versekeringstarief vir elke tipe: 7.3.1: 0,8 %.
7.3.2: - %.
7.3.3: - %.

8. Ander kostes

8.1 Arbeidskoste : R 1,00 per uur.

8.2 Onderhouds- en herstelkoste:

8.2.1 Pompe : 2,0 % van koopprys / 1000 h / jaar.

8.2.2 Elektriese toerusting : 1,0 % van aankoopprys / jaar.

8.2.3 Ondergrondse pype : 0,5 % van aankoopprys / jaar.

8.2.4 Verspreidingstelsel en bogrondse pype : 5,0 % van aankoopprys / jaar.

Ander:

8.2.5 - : - % van aankoopprys / jaar.
8.2.6 - : - % van aankoopprys / jaar.
8.2.6 - : - % van aankoopprys / jaar.

9. Pomptempo

Indien pomptempo bekend is, gaan voort met (9.2).

9.1 Berekening van pomptempo[1]:

$$\text{Pomptempo} = \frac{(2.1) \times (1.1) \times 9{,}8}{(1.3) \times (2.2)/100} \times \frac{7}{(1.2)}$$

$$= \underline{294} \ m^3/h.$$

9.2 Pomptempo vir berekeningsdoeleindes (skryf ontwerpwaarde in of gebruik (9.1) se antwoord) : 300 m^3/h.

---

1. $$q = \frac{g\,a\,d}{t\,n} \times \frac{7}{x}$$

waar g = gravitasie versnelling in $m.s^{-2}$,
q = pomptempo in m^3/h,
a = oppervlakte in ha,
d = effektiewe besproeiingsbehoefte in mm/dag,
t = besproeiingsure/dag,
n = % toedieningsdoeltreffendheid en
x = besproeiingsdae/week.

10. Totale pompdruk

Indien wrywingsverlies in die hooflyn bekend is, gaan voort met (10.2) om pompdruk te bereken. Indien dit ook bekend is, gaan voort met (10.3).

10.1 Berekening van wrywingsverlies[2]:

10.1.1 Wrywingsverlies in fase 1 $= \dfrac{b\ (2.3.1.1)\ \times\ (9.2)^p}{((2.3.1.2)/1000)^r}$
= ___-___ m.

10.1.2 Wrywingsverlies in fase 2 $= \dfrac{b\ (2.3.2.1)\ \times\ (9.2)^p}{((2.3.2.2)/1000)^r}$
= ___1,81___ m.

10.2 Totale pompdruk:

10.2.1 Pompdruk, fase 1 = (3.1.1) + (10.1.1)
= ___-___ m.

10.2.2 Pompdruk, fase 2 = (3.1.2) + (10.1.2) + (3.2) + (3.3)
= ___32,05___ m.

10.2.3 Totale pompdruk = (10.2.1) + (10.2.2)
= ___32,05___ m.

10.3 Pompdruk vir berekeningsdoeleindes (skryf ontwerpwaardes in of gebruik (10.2) se antwoorde) :

10.3.1 Pompdruk in fase 1 : ___-___ m.
10.3.2 Pompdruk in fase 2 : ___32,10___ m.
10.3.3 Totale pompdruk : ___32,10___ m.

---

2. $h_f = \dfrac{b\ l\ q^p}{d^r}$

waar h_f = wrywingsverlies in m,
b,p,r = konstantes vir elke tipe pyp,
q = pomptempo in m^3/h,
l = lengte van die pyp in m en
d = binne-deursnit van die pyp in m.

11. Kragbenodigdhede

Indien elektriese motors se groottes bekend is, gaan na (11.3) en vul die waardes in.

11.1 Benodigde netto kragvereiste[3]:

11.1.1 Netto kW in fase 1 = $\frac{(9.2) \times (10.3.1) \times 10}{3600}$
= ___-___ kW.

11.1.2 Netto kW in fase 2 = $\frac{(9.2) \times (10.3.2) \times 10}{3600}$
= _26,75_ kW.

11.1.3 Totale netto kW = (11.1.1) + (11.1.2)
= _26,75_ kW.

11.2 Benodigde bruto kragvereiste[4]:

11.2.1 Bruto kW in fase 1 = (11.1.1) / [(2.4.1)/100 x (2.5.1)/100]
= ___-___ kW.

11.2.2 Bruto kW in fase 2 = (11.1.2) / [(2.4.2)/100 x (2.5.2)/100/]
= _32,23_ kW.

11.2.1 Totale bruto kW = (11.2.1) + (11.2.2)
= _32,23_ kW.

11.3 Grootte van elektriese motors:

Kies beskikbare grootte(s) wat aan vereistes in (11.2) voldoen, of skryf motorgrootte volgens ontwerp in.

11.3.1 Motorgrootte vir fase 1 : ___-___ kW.
11.3.2 Motorgrootte vir fase 2 : _37,0_ kW.
11.3.3 Totale leweringsvermoë van die motors = (11.3.1) + (11.3.2)
= _37,0_ kW.

---

3. $\text{kW (netto)} = \frac{q\ h\ 10}{3600}$

waar q = pomptempo in m^3/h en
h = betrokke totale pompdruk in m.

4. Bruto kW = (Netto kW) / (pompdoeltreffendheid x aandrywings-doeltreffendheid)-

DEEL 2: OORSPRONKLIKE BELEGGING EN JAARLIKSE VASTE KOSTE

12. Rente en depresiasie

12.1 Reële rentekoers[5] $= \frac{[(6.1)/100 + 1]}{[(6.2)/100 + 1]} - 1$
$= \underline{4,35}$ %.

12.2 Besonderhede van die oorspronklike belegging:

Item no.	Komponente van die belegging	Beleggings-koste	Reswaarde as % van kolom 1	Verwagte lewensduur
		Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3
1.	Sentrifugale pomp	R 4 717	15 %	15 jaar
2.	Elektriese motors	R 7 320	20 %	15 jaar
3.	Skakelaar	R 1 524	20 %	15 jaar
4.	Elektriese kabels	R 9 544	15 %	20 jaar
5.	Pype en lasse - ondergronds	R 26 668	30 %	20 jaar
6.	Pype en lasse - bogronds	R 6 690	20 %	15 jaar
7.	Verspreidingstelsel	R 171 534	25 %	15 jaar
8.	-	R -	- %	- jaar
9.	-	R -	- %	- jaar
10.	-	R -	- %	- jaar
	Totaal	R 227 997		

5. $r = (1 + n) / (1 + i) - 1$

waar r = reële rentekoers,
n = nominale rentekoers en
i = inflasiekoers.

12.2.1 Totale aanvanklike beleggingskoste (totaal kolom 1): R 227 997 .

12.2.2 Beleggingswaarde betrokke by versekering = (12.2.1) - (item no.5 in kolom 1)
= R 201 329 .

12.3 Berekening van rente en waardevermindering:

Item no.	Reswaarde (kolom 1) x (kolom 2/100)	Rente op reswaarde (12.1)/100x (kolom 4)	Depresieerbare deel (kolom 1 - kolom 4)	Kapitaalherwinningsfaktor[6]	Kapitaalherwinning (kolom 6 x kolom 7)[7]
	Kolom 4	Kolom 5	Kolom 6	Kolom 7	Kolom 8
1.	R 707,55	R 30,78	R 4 009,45	0,092156	R 369,50
2.	R 1 464,00	R 63,68	R 5 856,00	0,092156	R 539,67
3.	R 304,80	R 13,26	R 1 219,20	0,092156	R 112,36
4.	R 1 431,60	R 62,27	R 8 112,40	0,075880	R 615,57
5.	R 8 000,40	R 348,02	R 18 667,60	0,075880	R 1 416,50
6.	R 1 338,00	R 58,20	R 5 352,00	0,092156	R 493,22
7.	R 42 883,50	R 1 865,43	R 128 650,50	0,092156	R 11 855,92
8.	R -	R -	R -	-	R -
9.	R -	R -	R -	-	R -
10.	R -	R -	R --	-	R -
Totaal	R 56 129,85	R 2 441,64	R 171 867,15		R 15 402,74

12.3.1 Jaarlikse depresiasie en rente (totaal kolom 5 + totaal kolom 8): R 17 844,38.

---

6. $CRF = i(1+i)^n[(1+i)^n - 1]^{-1}$

waar CRF = kapitaalherwinningsfaktor,
i = rentekoers vir berekening en
n = lewensduur van die komponent.

7. Bestaan uit rente en depresiasie.

13. Ander vaste kostes

13.1 Versekering:

13.1.1 Tipe (7.1.1) Jaarlikse koste = (12.2.2) x (7.2.1)/100 x (7.3.1)/100
= R *1 610,63*.

13.1.2 Tipe (7.1.2) Jaarlikse koste = (12.2.2) x (7.2.2)/100 x (7.3.2)/100
= R ____-____.

13.1.3 Tipe (7.1.3) Jaarlikse koste = (12.2.2) x (7.2.3)/100 x (7.3.3)/100
= R ____-____.

13.1.4 Totale versekeringskoste = (13.1.1) + (13.1.2) + (13.1.3)
= R *1 610,63*.

13.2 Elektrisiteit:

13.2.1 Jaarlikse basiese betaling = 12 maande x (5.2)
= R *973,92*.

14. Jaarlikse eienaarskapkoste

14.1 Totale jaarlikse vaste koste = (12.3.1) + (13.1.4) + (13.2.1)
= R *20 428,93*.

DEEL 3: JAARLIKSE BEDRYFSKOSTE VAN 'N SPILPUNTSTELSEL

15. Jaarlikse bedryf van die stelsel

15.1 Water gepomp (m^3) volgens beplanning = (4.1) x (4.4)
= *660 000* m^3/jaar.

15.2 Water gepomp (mm.ha) volgens beplanning = (15.1) / 10
= *66 000* mm.ha / jaar.

15.3 Ure gepomp = (15.1) / (9.2)
= *2 200* uur.

16. Elektrisiteitsverbruik

16.1 Jaarlikse hoeveelheid hoë tarief krag = (5.3.1.1) x 12 maande.
= *12 000* kWh.

16.2 Jaarlikse elektrisiteitsverbruik:

16.2.1 Pomp van water = (11.3.3) x (15.3)
= *81 400* kWh.

16.2.2 Aandryf van die stelsel = (2.6) x (2.7) x (15.3) x (1.4)/100
= *2 909* kWh.

16.2.3 Totale elektrisiteitsverbruik = (16.2.1) + (16.2.2)
= *84 309* kWh.

16.2.4 Elektrisiteitsverbruik per uur = (16.2.3) / (15.3)
= *38,32* kWh.

16.3 Elektrisiteitskoste:

16.3.1 Hoë tarief krag:

16.3.1.1 Water gepomp teen hoë tarief = (16.1) / (16.2.4) x (9.2)
= *93 946* m^3.

16.3.1.2 Totale koste van hoë tarief krag = (16.1) x (5.3.1.2)/100
= R *1870,80*.

16.3.1.3 Elektrisiteitskoste per m^3 toegedien
= (5.3.1.2)/100 x (16.2.4) / (9.2)
= R *0,0199*.

16.3.2 Lae tarief krag:

16.3.2.1 Water gepomp teen lae tarief = (15.1) - (16.3.1.1)
= 566 054 m^3.

16.3.2.2 Totale koste van lae tarief krag
= [(16.2.3) - (16.1)] x (5.3.2.2)/100
= R 6 522,27 .

16.3.2.3 Elektrisiteitskoste per m^3 toegedien
= (5.3.2.2)/100 x (16.2.4) / (9.2)
= R 0,0115 .

16.3.3 Totale elektrisiteitskoste = (16.3.1.2) + (16.3.2.2)
= R 8 393,07.

17 Waterkoste

17.1 Water aankope teen tarief 1:

17.1.1 Hoeveelheid:

Indien (4.4) ≤ (4.5.1.1) = (4.4) x (4.1)
= 660 000 m^3.

Indien (4.4) > (4.5.1.1) = (4.5.1.1) x (4.1)
= - m^3.

17.1.2 Aankope teen hoër tarief = (4.4) - (4.5.1.1)
= 0 m^3.

17.1.3 Waterkoste teen tarief 1 = (4.5.1.2)/100 x (17.1.1)
= R 10 890 .

17.2 Water aankope teen tarief 2:

17.2.1 Hoeveelheid:

Indien (17.1.2) ≤ (4.5.2.1) = (17.1.2) x (4.1)
= - m^3.

Indien (17.1.2) > (4.5.2.1) = (4.5.2.1) x (4.1)
= - m^3.

17.2.2 Aankope teen hoër tarief = (17.1.2) - (4.5.2.1)
= - m^3.

17.2.3 Waterkoste teen tarief 2 = (4.5.2.2)/100 x (17.2.1)
= R - .

17.3 Water aankope teen tarief 3:

17.3.1 Hoeveelheid:

Indien (17.2.2) ≤ (4.5.3.1) = (17.2.2) x (4.1)
= ___-___ m^3.

Indien (17.2.2) > (4.5.3.1) = (4.5.3.1) x (4.1)
= ___-___ m^3.

17.3.2 Aankope teen hoër tarief = (17.2.2) - (4.5.3.1)
= ___-___ m^3.

17.3.3 Waterkoste teen tarief 3 = (4.5.3.2)/100 x (17.3.1)
= R ___-___.

17.4 Water aankope teen tarief 4:

17.4.1 Hoeveelheid:

Indien (17.3.2) ≤ (4.5.4.1) = (17.3.2) x (4.1)
= ___-___ m^3.

Indien (17.3.2) > (4.5.2.1) = (4.5.2.1) x (4.1)
= ___-___ m^3.

17.4.2 Aankope teen hoër tarief = (17.3.2) - (4.5.4.1)
= ___-___ m^3.

17.4.3 Waterkoste teen tarief 4 = (4.5.4.2)/100 x (17.4.1)
= R ___-___.

17.5 Water aankope teen tarief 5:

17.5.1 Hoeveelheid:

Indien (17.4.2) ≤ (4.5.5.1) = (17.4.2) x (4.1)
= ___-___ m^3.

Anders is maksimum (4.5.5.1) = (4.5.5.1) x (4.1)
= ___-___ m^3.

17.5.2 Waterkoste teen tarief 5 = (4.5.5.2)/100 x (17.5.1)
= R ___-___.

17.6 Totale waterkoste = (17.1.3) + (17.2.3) + (17.3.3)
+ (17.4.3) + (17.5.2)
= R ___10 890___.

18. Arbeidskoste

18.1 Arbeidsure benodig = (15.3) / 24 uur x (1.5)
= 53 ure / jaar.

18.2 Totale arbeidskoste per jaar = (8.1) x (18.1)
= R 53 .

18.3 Arbeidskoste per m^3 water gepomp = (18.2) / (15.1)
= R 0,0001 m^3 water.

19. Herstel- en onderhoudskoste

19.1 Jaarlikse herstel- en onderhoudskoste van die pompe
= (12.2, item 1, kolom 1) x (8.2.1)/100 x [(15.3)/1000 uur]
= R 207,55.

19.2 Jaarlikse herstel- en onderhoudskoste van die elektriese motors en toerusting
= (12.2, item 2 + item 3, kolom 1) x (8.2.2)/100
= R 88,44.

19.3 Jaarlikse herstel- en onderhoudskoste van ondergrondse pype
= (12.2, item 5, kolom 1) x (8.2.3)/100
= R 133,34.

19.4 Jaarlikse herstel- en onderhoudskoste van die verspreidingstelsel en bogrondse pype
= (12.2, item 6 + item 7, kolom 1) x (8.2.4)/100
= R 8 911,20.

19.5 Ander herstel- en onderhoudskoste
= (12.2, item 8, kolom 1) x (8.2.5)/100
+ (12.2, item 9, kolom 1) x (8.2.6)/100
+ (12.2, item 10, kolom 1) x (8.2.7)/100
= R - .

19.6 Totale jaarlikse herstel- en onderhoudskoste
= (19.1) + (19.2) + (19.3) + (19.4) + (19.5)
= R 9 340,53.

19.7 Jaarlikse herstel- en onderhoudskoste per m^3 water toegedien
= (19.6) / (15.1)
= R 0,0142 .

DEEL 4: OPSOMMING VAN KOSTES

20. Jaarlikse koste vir beplande watertoediening

20.1 Vaste koste:

20.1.1 Totale jaarlikse eienaarskapkoste = (14.1)
= R *20 428,93*.

20.2 Veranderlike koste:

20.2.1 Totale elektrisiteitskoste = (16.3.3)
= R *8 393,07*.

20.2.2 Totale waterkoste = (17.6)
= R *10 890,00*.

20.2.3 Totale arbeidskoste = (18.2)
= R *53,00*.

20.2.4 Totale herstel- en onderhoudskoste = (19.6)
= R *9 340,53*.

20.3 Totale koste per jaar = (20.1.1) + (20.2.1) + (20.2.2)
+ (20.2.3) + (20.2.4)
= R *49 105,53*.

21. Allokering van koste

21.1 Vaste koste per hektaar gewasverbouing = (14.1) / (1.6)
= R *226,99*.

21.2 Arbeidskoste per m^3 water gepomp = (18.3)
= R *0,0001*.

21.3 Herstel- en onderhoudskoste per m^3 water gepomp = (19.7)
= R *0,0142*.

21.4 Elektrisiteitskoste per m^3 water gepomp:

	Tarief	m^3 water gepomp	Koste / m^3 water
21.4.1	Hoog	(16.3.1.1) = *93 946* m3	(16.3.1.3) = R *0,0199*.
21.4.2	Laag	(16.3.2.1) = *566 054* m3	(16.3.2.3) = R *0,0115*.

21.5 Waterkoste:

	Tarief	m^3 water gepomp	Koste / m^3 water
21.5.1	1	(17.1.1) = *660 000* m3.	(4.5.1.2)/100 = R *0,0165*.
21.5.2	2	(17.2.1) = - m3.	(4.5.2.2)/100 = R -.
21.5.3	3	(17.3.1) = - m3.	(4.5.3.2)/100 = R -.
21.5.4	4	(17.4.1) = - m3.	(4.5.4.2)/100 = R -.
21.5.5	5	(17.5.1) = - m3.	(4.5.5.2)/100 = R -.

22. Marginale faktorkoste

Addisionele koste om 'n ekstra eenheid water (m^3) toe te dien:

= (21.2) + (21.3) + [~~(21.4.1)~~ of (21.4.2)][8] + [(21.5.1) of ~~(21.5.2)~~ of ~~(21.5.3)~~ of ~~(21.5.4)~~ of ~~(21.5.5)~~][8]

= R *0,0423*.

8. Die marginale elektrisiteits- en waterkoste hang af van die tariefklas waarbinne die betrokke m^3 water val.

Besonderhede van die besproeiingstelsels, die beplande bestuur daarvan asook water-, elektrisiteits- en arbeidskoste word op deel 1 ingevul. Die pomptempo, wrywing in die hooflyn, pompdruk en vereiste motorgrootte kan bereken word indien die gegewens nie op die ontwerpvorm is nie. In die voorbeeld is die waardes wel bereken, alhoewel ontwerpwaardes in die verdere berekenings gebruik is. Die werksblad maak voorsiening vir stelsels waar water in twee fases gepomp word. Die besonderhede in hierdie gedeelte van die werksblad word in die daaropvolgende kosteberekeninge gebruik.

Die jaarlikse vaste koste naamlik, rente en depresiasie, versekering en vaste elektrisiteitskoste word in deel 2 beraam. Die beleggingskoste van die stelsel se verskillende komponente, wat algemene verkoopbelasting en oprigtingskoste insluit, moet hiervoor ingevul word. Kapitaalherwinningsfaktore kan deur middel van vergelykings bereken word of uit tabelle afgelees word. In dié geval beloop die stelsel se jaarlikse rente en depresiasie, versekering en vaste elektrisiteitskoste onderskeidelik R 17 844, R 1 611 en R 974, wat 'n jaarlikse eienaarskapkoste van R 20 429 gee.

Op die derde gedeelte van die werksblad word die hoeveelheid water wat jaarliks gepomp word en die werksure wat daarvoor nodig is, bereken. Vervolgens word elektrisiteits-, water-, arbeids- asook herstel- en onderhoudskoste beraam. Aangesien hierdie items veranderlike koste is, word elkeen van die bogenoemde kostes uitgedruk as 'n koste per kubieke meter water gepomp.

Deel 4 is 'n opsomming van die beraamde kostes. Eerstens word die jaarlikse vaste koste en die onderskeie veranderlike koste-items se bedrae vir die beplande watertoediening gegee. Die totale jaarlikse koste met 'n watertoediening van 11 000 kubieke meter water per hektaar is vir die sestighektaar stelsel R 49 106. Daarna word die vaste koste op 'n hektaar

basis verskaf. Die veranderlike koste per kubieke meter water toegedien, word ook verskaf. Twee verskillende elektrisiteitskostes kom voor omdat verbruikers duurder betaal vir die eerste 1000 kWh wat per maand verbruik word. Voorsiening word ook by waterkoste gemaak vir vyf verskillende watertariewe. Die marginale faktorkoste om 'n eenheid water toe te dien, kan ook bereken word. Die koste om 'n kubieke meter water addisioneel toe te dien, is 4,23 sent.

3. <u>Samevattende gevolgtrekking</u>

Met die ontwikkelde kosteberekeningsprosedure kan die jaarlikse vaste en veranderlike koste van 'n elektries-aangedrewe spilpunt en die marginale faktorkoste van besproeiingswater metodologies korrek beraam word. Die gebruik van hierdie spilpuntkosteberekeningsprosedure sal lei tot 'n bevredigende ekonomiese evaluering van spilpuntbesproeiing. Die sterkpunt van die metode is dat ekonomiese beginsels toegepas word in 'n prosedure wat ook die tegniese eienskappe van die stelsel in ag neem. Die koste van nuwe sowel as bestaande spilpunte kan beraam word. Aangesien die marginale faktorkoste van toegediende water bereken word, kan die optimale besproeiingshoeveelheid ook bepaal word.

Die kosteberamings berus op die betroubaarheid van sekere tegniese koëffisiënte van spilpunte. Vaste koste word beïnvloed deur die lewensduur en herwinningswaarde van die verskillende komponente van 'n stelsel. Veranderlike koste daarenteen word beïnvloed deur ramings van herstel- en onderhoudskoste. Die herstel- en onderhoudsramings kan moontlik verbeter word deur die koëffisiënt te koppel aan die jaarlikse gebruik van die komponent en nie net aan die oorspronklike aankoopprys daarvan nie. Die jaarlikse vaste koste vir die spilpuntstelsel wat as voorbeeld gebruik is om die kosteberekeningsmetode te illustreer, is R 20 429, wat neerkom op 'n koste van R 266,99 per hektaar met 'n besproeiingsopper-

vlakte benutting van 150 persent. Die veranderlike koste is 4,23 sent per kubieke meter water wat toegedien word.

Die Delphi-tegniek is 'n geskikte metode om 'n ingewikkelde probleem soos 'n kosteberekeningsprosedure vir 'n spilpunt in 'n kort tydsbestek te ontwikkel terwyl die tegniese eienskappe van spilpuntbesproeiing ten volle in ag geneem is. Hierdie resultate kan soortgelyke studies in ander gebiede in die toekoms vergemaklik. Die ontwikkeling van hierdie kosteberekeningsprosedure voorsien in 'n groot behoefte van almal wat met besproeiing gemoeid is. Ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntbeleggings kan met behulp van die beramings bepaal word. Die prosedure is dus tot voordeel van boere, ander kundiges en instansies wat in die verlede as gevolg van 'n gebrek aan 'n ekonomies en tegnies goed gefundeerde kosteberekeningsprosedure ekonomiese ontledings afgeskeep het.

4. <u>Navorsingsimplikasies</u>

1. Die kosteberekeningsprosedure kan in ekonomiese studies gebruik word om die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntbeleggings meer akkuraat te bepaal as in gevalle waar ongefundeerde aannames gemaak word.

2. Die kosteberekeningsprosedure kan aangepas word om die koste van ander tipes gemeganiseerde besproeiingstelsels te beraam.

3. Die betroubaarheid van die tegniese koëffisiënte wat met behulp van die Delphi-metode bepaal is, kan met eksperimenteel bepaalde waardes geverifieer word sodra sodanige koëffisiënte uit navorsing beskikbaar raak.

4. Hierdie kosteberekeningsprosedure behoort by die spilpuntontwerpvorms van SABI en die Direktoraat Landbouingenieurswese geïntegreer te word omdat dit tot voordeel van almal in besproeiing sal wees.

HOOFSTUK 3

DIE ONTLEDING VAN DIE JAARLIKSE KOSTE VAN TIPIESE SPILPUNT-STELSELS IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

INLEIDING

Die eerste stap by ekonomiese en finansiële ontledings is om moontlike winsgewende beleggingsalternatiewe te identifiseer (Boehlje & Eidman, 1984, p. 315). In die geval van besproeiing moet verskillende besproeiingstelsels as alternatiewe beleggings oorweeg word. Die boer se keuse van die tipe besproeiingstelsel word beïnvloed deur faktore soos die beskikbaarheid van arbeid, die grootte en ligging van besproeibare grond, die aanvanklike beleggingskoste en jaarlikse bedryfskoste, tipe stelsels op aangrensende lande asook die aggressiwiteit waarmee ondernemings hulle produkte bemark (Wilson & Eidman, 1981, p. 22). Verskillende tipe besproeiingstelsels soos spilpunt-, kantrol- of lineêre-stelsels word aangetref. Verder kan 'n spesifieke besproeiingstelsel getipeer word deur eienskappe soos grootte, kapasiteit en druk. Die selektering van besproeiingstelsels vir 'n gebied moet hierdie faktore in ag neem.

Wilson en Eidman (1981) het tipiese of prototipe besproeiingstelsels vir die suide van Minnesota geïdentifiseer deur 'n gestruktureerde vraelys by 'n steekproef besproeiingsboere te voltooi. Spilpunte, kruipspuite en kantrolstelsels is op grond van die opname gekies om ekonomies ontleed te word. 'n Ander benadering om tipiese stelsels te identifiseer, is deur Gill (1984, p. 30) gevolg. Hy het tipiese besproeiingstelsels vir sy navorsing op grond van ingenieurs se aanbevelings

gekies. In Suid-Afrika is prototipe gemeganiseerde besproei-ingstelsels nog nie formeel geïdentifiseer en ekonomies ontleed nie.

Die Departement van Landbou en Watervoorsiening (RSA, 1987) se verslag oor die besproeiingsontwikkeling in die Vrystaatstreek bevat ongelukkig geen besonderhede oor die eienskappe van gemeganiseerde stelsels nie. Die gebrek aan sodanige inligting beperk nie alleen die uitvoering van navorsing oor die ekonomie van besproeiing nie, maar dui ook daarop dat die eienskappe van stelsels nie behoorlik deur boere in ag geneem word by die berekening van die ekonomie van sprinkelbesproeiing nie. Burger (1989, p. 17) het in sy openingstoespraak by die sewende kongres van die Suid-Afrikaanse Besproeiingsinstituut (SABI) twee probleme uitgelig wat met bogenoemde probleem verband hou en waaraan SABI aandag behoort te gee. Volgens hom neem die boer sowel as die ontwerper nie die tipe grond in ag by stelselkeuse en ontwerp nie en gevolglik word swak aangepaste stelsels gekoop. Tweedens word stelsels meestal in die laer prysklas gekoop sonder om die gewasbehoeftes behoorlik in berekening te bring.

Die prototipe besproeiingstelsels in hierdie studie is geïdentifiseer deur eerstens 'n loodsondersoek by voorligtingkundiges en boere in die besproeiingsgebiede binne die Vrystaatstreek uit te voer, tweedens deur beskikbare ontwerpbesonderhede van spilpunte by besproeiingsondernemings te ontleed en derdens ingenieurs se kundigheid te gebruik. Daarna is die jaarlikse koste van hierdie stelsels rekenaarmatig beraam.

Drie doelwitte word in hierdie hoofstuk nagestreef. Eerstens word beoog om stelsel-eienskappe en hulpbronsituasies te identifiseer wat die koste van spilpuntbesproeiing kan beïnvloed. Die tweede doelwit is om prototipe spilpuntstelsels vir besproeiingsgebiede van die Suid-Vrystaat substreek te identifiseer en te ontwerp. Derdens word die jaarlikse koste van

die prototipe spilpunte beraam. Die volgende hipoteses word gestel:

1. Variasie van stelsel-eienskappe veroorsaak jaarlikse verskille in vaste koste asook veranderlike koste van spilpunte.

2. Die grondtipe hou nie net inkomste-implikasies in nie, maar beïnvloed besproeiingskoste omdat die besproeiing-stelsel se ontwerp daarvan afhang.

PROSEDURE

Die prosedure behels eerstens die selektering van 'n geskikte besproeiingsgebied wat dan ook die tipe besproeiingstelsels wat ontleed word, bepaal. Die insameling en ontleding van spilpuntstelseldata word daarna hanteer. Vervolgens word die vernaamste stelsel-eienskappe geïdentifiseer. Hierdie prose-dure lei tot die saamstelling en ontwerp van prototipe spilpunte. Laastens word die stelsels se koste rekenaarmatig bereken.

1. <u>Keuse van besproeiingsgebied en tipe besproeiingstelsels</u>

'n Loodsondersoek is in die vernaamste besproeiingsgebiede van die Vrystaatstreek uitgevoer. Die Suid-Vrystaat substreek is om verskeie redes vir die navorsing gekies.

Die neiging in die Suid-Vrystaat substreek om oor te slaan na gemeganiseerde besproeiingstelsels (RSA, 1987, p. 17), maak 'n ekonomiese ontleding van spilpuntbesproeiing vir die gebied baie relevant. Verder bestaan groot uitbreidingsmoontlikhede vir besproeiing in die gebied. Die Departement van Waterwese voorsien dat daar sowat 15 000 hektaar grond mettertyd langs die Sarel Haywardkanaal besproei kan word (RSA, 1987, p. 27).

Nuwe toetreders tot besproeiing of boere wat uitbrei, kan dus by die resultate baat.

Die voorkoms van boere in die gebied wat reeds langer as tien jaar met gemeganiseerde stelsels besproei, hou voordele in indien sekere data ingesamel of geverifieer moet word. Navorsingsresultate ten opsigte van gronde in die gebied onder die P.K. le Rouxdam asook besproeiingskedulering vir verskillende gewasse, kan ook in die studie gebruik word (Bennie *et al.*, 1988).

Meer as tagtig persent van die boere in die Vanderkloof Staatswaterskema gebruik spilpuntstelsels vir besproeiing (RSA, 1987, p. 18). Die algemene voorkoms van spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek word gestaaf deur gegewens van die Departement van Landbou en Watervoorsiening. Die kapitaalintensiewe aard van gemeganiseerde stelsels vereis ook dat die winsgewendheid van besproeiing met die stelsels geëvalueer word. Die gevoel van voorligtingkundiges in die streek is dat verdere besproeiingsontwikkeling waarskynlik met spilpunte sal geskied. Daar is dus besluit om die klem in hierdie studie op spilpuntstelsels te plaas.

2. <u>Insameling en ontleding van spilpuntdata</u>

Volledige ontwerpbesonderhede van spilpunte wat in die Vrystaatstreek opgerig is, is moeilik bekombaar. 'n Metode om die inligting te verkry sou wees om vraelyste aan boere te pos of die vraelyste deur middel van persoonlike besoeke by boere te voltooi. Weens die tegniese aard van die benodigde inligting is geoordeel dat die boere nie die beste inligtingsbron is nie. Daar is besluit om die inligting te bekom van instansies wat betrokke is by die oprigting van sulke stelsels of wat besonderhede van ontwerpte stelsels het. Die ingenieursafdeling op Glen en besproeiingsfirmas in Bloemfontein

en Luckhoff is besoek om die inligting in te samel. Die data is op 'n gestruktureerde vraelys ingevul.

Die inligting wat so verkry is, is egter onvolledig. Die ontwerpdata van 339 spilpunte is volgens geografiese ligging gegroepeer. Frekwensietabelle is opgestel vir die verdeling van die resultate soos oppervlakte onder besproeiing, moederlynlengte, druk, kapasiteit en jaar van oprigting. Die data is as agtergrondinligting gebruik by die verdere stappe om tipiese besproeiingstelsels saam te stel.

3. Identifisering van belangrike stelsel-eienskappe

'n Belangrike faset by die keuse van prototipe besproeiingstelsels is die bepaling van die kriteria of eienskappe om tussen alternatiewe stelsels te onderskei. Gill (1984, p. 31) het in sy studie oor die keuse van alternatiewe beleggings in spilpunte vir Sentraal-Minnesota die oppervlaktes onder die stelsels, die bruto toedieningstempo en die leweringsvermoë van die bron (pomptempo) laat varieer. Hamilton *et al.* (1982, p. 284) het bevind dat die hoogte en afstand wat water gepomp moet word besproeiingsontwikkeling kan beperk, veral as elektrisiteitstariewe hoog is. Daar moes dus bepaal word watter eienskappe van spilpunte hier plaaslik as belangrik vir die ekonomie van besproeiing beskou word. 'n Belangrike oorweging by die identifisering van die eienskappe wat spilpuntkoste beïnvloed, is die balans tussen die kapitaalbelegging en die bedryfskoste van die stelsel. Drie besproeiingsingenieurs het saamgewerk om die vernaamste stelsel-eienskappe van spilpunte vir die Suid-Vrystaat substreek te identifiseer.

Aangesien grondtekstuur 'n vername determinant is by die ontwerp van spilpunte, veral ten opsigte van kapasiteit van die stelsel, is die voorkoms van verskillende grondvorms in die gebied onderkant die P.K. le Rouxdam in ag geneem. Die Hutton- en Oakleafgrondvorms, wat onderskeidelik met 'n lae en

hoë klei-inhoud geassosieer word, word hoofsaaklik benut vir besproeiing (RSA, 1987, p. 11). Bennie *et al.* (1988) het in hulle navorsing in dieselfde gebied gronde gebruik waarvan die klei-inhoud in die boonste grondlaag varieer van 3,77 persent tot 25,7 persent en sluit Clovelly- en Oakleafgrondvorms in.

Stelsel-eienskappe wat volgens die ingenieurs die jaarlikse koste grootliks kan beïnvloed, is die grootte van die stelsel, die kapasiteit van die stelsel, die druk wat verskaf moet word en die lengte van die hoofpyplyn. Die grootte van die stelsel en die hooflynlengte het 'n direkte invloed op die kapitaalbelegging. Die kapasiteit van die stelsel het ook deels 'n invloed op die kapitaalbelegging omdat groter pompe, motors en moontlik pype met groter deursnee vereis word.

Die grootte en kapasiteit van die stelsel is eienskappe wat gewoonlik veranderlik is en berus op die eienaar se voorkeure. Beperkings soos infiltrasietempo van die grond kan die grootte en kapasiteit van die stelsel tot 'n sekere maksimum beperk. Die hooflynlengte is egter situasiegebonde en kan nie verander nie.

Die totale druk wat gelewer moet word en die kapasiteit van die stelsel beïnvloed die jaarlikse bedryfskoste. Die druk word gewoonlik op 'n minimum peil bereken, met inagneming van wrywing, statiese hoogte en die druk van die spuitpakket, wat op sy beurt afhanklik is van die infiltrasievermoë van die grond. Die infiltrasievermoë van die grond het ook 'n belangrike invloed op die ontwerp van 'n stelsel. Gronde met 'n lae infiltrasievermoë veroorsaak gewoonlik 'n styging in die energieverbruik en kapitaalbelegging omdat die benattingsbandwydte vergroot moet word om die toedieningstempo te verlaag.

Die basiese uitgangspunt is dus om drie stelsel-eienskappe te laat varieer: grootte, kapasiteit en statiese hoogte en elkeen

van die stelsels wat so saamgestel word te ontwerp vir twee hulpbronsituasies: sand- en kleigronde.

4. Identifisering en ontwerp van prototipe spilpuntstelsels

Nadat op die vernaamste stelsel-eienskappe besluit is, is prototipe spilpunte voorlopig op grond van hierdie eienskapverskille geïdentifiseer.

Die bedoeling met die prototipe spilpunte is nie om optimale stelsels saam te stel nie, maar om die mees algemene stelsels in die ondersoekgebied te beskryf. 'n Belangrike voorvereiste vir die finale aanvaarding van die prototipe stelsels is of die boere hulle met die stelsels kan vereenselwig. Tydens 'n groepbespreking onder leiding van 'n voorligtingkundige met 'n paar kundige boere en 'n besproeiingstegnikus in die gebied is ooreengekom dat die voorgestelde tipiese spilpuntstelsels verteenwoordigend van die meeste stelsels in die gebied is. Die basiese vereistes waaraan elke prototipe spilpuntstelsel moet voldoen, is dus vasgestel en geverifieer.

Met inagneming van die geïdentifiseerde spilpunt-eienskappe en grondtipes is agtien verskillende spilpuntstelsels in samewerking met ingenieurs saamgestel. Hierdie besonderhede is deur twee besproeiingsfirmas gebruik om die spilpunte te ontwerp en kwotasies te verskaf. Die een firma se ontwerpe en kwotasies is gebruik omdat die ontwerpe meer volledig was en die firma ook 'n groter verskaffer van spilpunte in die navorsingsgebied is.

Die onderskeid ten opsigte van grondtipes is gebaseer op verskille in die klei-inhoud van die grond. Die verskille in die klei-inhoud van die grond kan inkomste-implikasies hê indien verskillende opbrengste gerealiseer word. Kosteverskille op gronde waarvan die klei-inhoud verskil, kan veroorsaak word deur verskillende verbouingspraktyke asook deur

besproeiingskoste wat verskil weens stelselontwerpverskille. Die klei-inhoud van die boonste grondlaag bepaal die finale infiltrasievermoë van die gronde wat die ontwerp van die stelsel beïnvloed. Volgens Bennie (1984, p. 17) verteenwoordig die finale infiltrasievermoë die minimum infiltrasietempo van die grond. Op aanbeveling van ingenieurs is klei- en sandgronde gekies met finale infiltrasievermoëns van 25 mm per uur en 40 mm per uur onderskeidelik. Die stelsels op die kleigrond moet dus 'n breër benattingsbandwydte hê as 'n soortgelyke stelsel op sandgrond. Besproeiingsgrond met 'n helling van twee persent is gekies sodat afloop wel by die ontwerp van die stelsel in ag geneem moet word.

Die basiese eienskappe en grondtipe waarvolgens die prototipe stelsels ontwerp is, word in *tabel 3.1* aangetoon. Die stelselnommers in die tabel word vervolgens gebruik wanneer na die ooreenstemmende prototipe spilpunt verwys word.

Die agtien prototipes word deur twee basiese spilpunte, naamlik sestig- en dertighektaar-stelsels getipeer. Beide die tipes is nie sleepbaar nie. Die sestighektaar-stelsel is 'n agttoring stelsel wat bestaan uit vyf torings van 47,85 meter, drie torings van 61,26 meter en 'n oorhang van 13,41 meter. Die dertighektaar-stelsel is 'n vyftoring stelsel met drie torings van 61,26 meter, twee van 54,56 meter en 'n 13,41 meter oorhang. Beide tipes spilpunte het 0,57 kW motors op die torings. Die hoofpyplyn is 490 m lank by die sestighektaar-stelsels en 610 m by die dertighektaar-spilpunte. Die verskil in lengte kom voor omdat die dertighektaar-stelsels oor die algemeen verder van die watervoorsieningspunt geleë is. Die elektriese kabels is net so lank soos die hooflyn. Die sestighektaar-stelsels het 'n 10 mm driekern kabel en gronddraad teenoor die 6 mm vir die dertighektaar-stelsels. Al agtien stelsels het skakelaars wat by lae temperature en lae druk afskakel.

Tabel 3.1: Beskrywing van prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Grootte, kapasiteit[1] en statiese hoogte van spilpunte asook grondtipe
1	Sestighektaar, 8 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op sandgrond.
2	Sestighektaar, 8 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op kleigrond.
3	Sestighektaar, 8 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van +10 m op sandgrond.
4	Sestighektaar, 8 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van +10 m op kleigrond.
5	Sestighektaar, 10 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op sandgrond.
6	Sestighektaar, 10 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op kleigrond.
7	Sestighektaar, 10 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van +10 m op sandgrond.
8	Sestighektaar, 10 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van +10 m op kleigrond.
9	Sestighektaar, 12 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op sandgrond.
10	Sestighektaar, 12 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op kleigrond.
11	Sestighektaar, 12 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van +10 m op sandgrond.
12	Sestighektaar, 12 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van +10 m op kleigrond.

1. Bruto toediening per dag

Tabel 3.1 (vervolg)

Stelsel-nommer	Grootte, kapasiteit en statiese hoogte van spilpunte asook grondtipe
13	Dertighektaar, 8 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op sandgrond.
14	Dertighektaar, 8 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op kleigrond.
15	Dertighektaar, 10 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op sandgrond.
16	Dertighektaar, 10 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op kleigrond.
17	Dertighektaar, 12 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op sandgrond.
18	Dertighektaar, 12 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op kleigrond.

Die twee basiese tipe stelsels is aangepas vir verskille in kapasiteit, statiese hoogte en infiltrasievermoë van die grond. Drie verskillende stelselkapasiteite met bruto daaglikse lewerings van 8 mm, 10 mm en 12 mm is ingesluit. Die pomptempo's van die hoë, gemiddelde en lae kapasiteit spilpunte is 200 m^3/h, 250 m^3/h en 300 m^3/h onderskeidelik by die sestighektaar-stelsels en 100 m^3/h, 125 m^3/h en 150 m^3/h by die dertighektaar-stelsels onderskeidelik. Twee verskillende statiese hoogtes word onderskei by die prototipe stelsels, naamlik -15 m en 10 m. Die negatiewe hoogte van 15 m geld vir stelsels onder die Ramahkanaal terwyl die stelsels met 'n hoogte van 10 m besproeiingstelsels langs die Sarel Haywardkanaal verteenwoordig.

5. Kosteberekening

Rekenaarmatige kosteberekenings hou verskeie voordele in. Deur spilpuntkosteberamings op 'n persoonlike rekenaar te doen, sal tydbesparings en groter akkuraatheid verseker, veral as die koste vir verskeie stelsels bereken moet word. 'n

Rekenaarprogram, IRRCOST, is by die Universiteit van Minnesota ontwikkel vir die beraming van besproeiingstelsels se koste. Die eenhede waarin gewerk word, asook die vorm waarin die insetdata vereis word, soos beskryf deur Eidman (1978), veroorsaak probleme om die program plaaslik te gebruik.

Die handmetode om spilpuntkoste te beraam (hoofstuk 2), is gerekenariseer deur van 'n rekenaarprogram met 'n werksblad gebruik te maak. Die Lotus-program is hiervoor gebruik as gevolg van die algemene beskikbaarheid daarvan. Die handmetode is die basis waarop die rekenaarprogram ontwikkel is en gevolglik is die prosedure op dieselfde wyse ingedeel. Die vermoë om van ingewikkelde vergelykings gebruik te maak, het dit moontlik gemaak om baie berekeninge uit te skakel wat eers in afsonderlike stappe met die hand gedoen is. Dieselfde verwantskappe en parameters wat in die handmetode gebruik is, word in die rekenaarprogram gebruik. Vir praktiese doeleindes is die werksblad in sewe bladsye ingedeel wat in normale drukgrootte op 'n A4-grootte blaai inpas. Die eerste drie bladsye dien as insetvorms vir die data terwyl die resultate van die beramings op bladsy vier tot ses verskyn. Die sewende blaai is gebruik vir tabelle met algemene waardes ("default values") wat hoofsaaklik uit tegniese koëffisiënte bestaan.

Die jaarlikse koste van die agtien spilpuntstelsels is beraam deur die bogenoemde gerekenariseerde kosteberekeningsprosedure te gebruik.

Die eerste drie bladsye, met die besonderhede van 'n sestighektaar-stelsel met 'n bruto kapasiteit van 12 mm per dag en 'n negatiewe vertikale hoogte van 15 meter, word hieronder as voorbeeld aangetoon. Die stelsel is ontwerp vir die sandgrond met 'n finale infiltrasietempo van 40 mm per uur. Dieselfde stelsel se ontwerpbesonderhede is in hoofstuk 2 gebruik om die voorgestelde kosteberekeningsmetode te illustreer.

=========SPILPUNTKOSTEBERAMING===============Bladsy=1=============

Betrokke persoon	:_____________________	Invul van gegewens(1)	
Stelsel	:_____________________		
Lêernaam	:__________	Datum :	24-Nov-89

==

Vul die volgende besonderhede in die aangeduide ruimtes in.

1. BESTUUR VAN DIE SPILPUNT:

Effektiewe besproeiingsbehoefte per dag	:	9.35 mm.
Aantal besproeiingsdae per week	:	7 dae.
Aantal besproeiingsure per dag	:	22 ure.
Mees algemene tydstelling, bv.60.00%.	:	46 %.
Oppervlakte jaarliks onder gewasverbouing	:	90 ha.

2. STELSEL-EIENSKAPPE:

Oppervlakte wat stelsel besproei	:	60.00 ha.
Hooflyn:		
Tipe (asbessement=1, pvc=2, staal=3)	:	
Fase 1 - tipe	:	0 .
Fase 2 - tipe	:	1 .
Fase 1 - lengte	:	0 m.
- deursnee	:	0 mm.
Fase 2 - lengte	:	490 m.
- deursnee	:	300 mm.
Pompdoeltreffendheid - fase 1	:	0 %.
- fase 2	:	83 %.
Aandrywing van die stelsel:		
Aantal elektriese motors	:	8 .
Grootte van die motors	:	0.57 kW.

3. HIDROULIKA:

Vertikale hoogte - fase 1	:	0.00 m.
- fase 2	:	-15.00 m.
Verskil in hoogte tussen pomplewering en ingang van die verspreidingstelsel	:	3.70 m.
Druk: ingang van die verspreidingstelsel	:	41.54 m.

4. WATER:

Ingelyste oppervlakte	:	60 ha.
Kwota water per jaar	:	11000 kub.m/ha.
Masimum addisionele wateraankope per jaar	:	0 kub.m/ha.
Beplande waterverbruik per jaar	:	11000 kub.m/ha.

Aankope teen die verskillende tariewe en pryse van elke tarief:

Tarief 1:	11000 kub.m/ha.	1.65 c/kub.m.
Tarief 2:	0 kub.m/ha.	0.00 c/kub.m.
Tarief 3:	0 kub.m/ha.	0.00 c/kub.m.
Tarief 4:	0 kub.m/ha.	0.00 c/kub.m.
Tarief 5:	0 kub.m/ha.	0.00 c/kub.m.

Gaan voort op bladsy 2: Alt+A, "Blaai", "2"

==

=========SPILPUNTKOSTEBERAMING==============Bladsy=2============
Invul van gegewens(2)

Kosteberaming vir ____________________
Stelsel :____________________ Datum : 24-Nov-89

===

5. ELEKTRISITEIT:

Grootte van die toevoerpunt (< 25 kVA=1, 26-50 kVA=2, 51-100 kVA=3) : 3 .

6. RENTEBEREKENING:

Nominale rentekoers vir renteberekening : 20.0 %.
Jaarlikse inflasiekoers : 15.0 %.

7. VERSEKERING:

Tipes versekering uitgeneem en versekeringstarief:

1.:Brand- en stormskade Tarief : 0.8 %.
2.:____________________ Tarief : 0.0 %.
3.:____________________ Tarief : 0.0 %.

Waardering van bogrondse komponente as % van aankoopprys:

1. : 100 %.
2. : 0 %.
3. : 0 %.

8. ARBEIDSKOSTE:

Vergoeding aan arbeiders : 1.00 rand/uur.

9. POMPTEMPO:

Indien onbekend, lees "0" in : 300 kub.m/h.

10. TOTALE POMPDRUK:

Wrywing in hooflyn (indien onbekend, lees "0" in):
Fase 1 : 0.00 m.
Fase 2 : 1.86 m.
Pompdruk (indien onbekend, lees "0" in):
Fase 1 : 0.00 m.
Fase 2 : 32.10 m.

11. KRAGBENODIGDHEDE:

Motorgrootte (indien onbekend, lees "0" in):
Fase 1 : 0 kW.
Fase 2 : 37 kW.

Gaan voort op bladsy 3: Alt+A, "Blaai", "3"

===

=========SPILPUNTKOSTEBERAMING==============Bladsy=3============
Invul van gegewens(3)

Kosteberaming vir ___________________
Stelsel :___________________ Datum : 24-Nov-89

==

12.OORSPRONKLIKE KAPITAALUITLEG:

Vul die aankoopprys van die volgende komponente, ingesluit AVB en installeringskoste, in die aangeduide ruimtes in:

1. Sentrifugale pomp -	:	R	4717
2. Elektriese motors -	:	R	7320
3. Skakelaar -	:	R	1524
4. Elektriese kabels -	:	R	9544
5. Pype en lasse (ondergronds) -	:	R	26668
6. Pype en lasse (bogronds) -	:	R	6690
7. Verspreidingstelsel -	:	R	171534

Indien sekere komponente nie hierbo ingesluit is nie, gee die naam en die volgende besonderhede van elke komponent:

8.: ___________________	Aankoopprys : R	0 .
	Lewensduur :	0 jaar.
	Skrootwaarde :	0 %.
	Herstel- en onderhoud as % van prys:	0 %/jaar.
9.: ___________________	Aankoopprys : R	0 .
	Lewensduur :	0 jaar.
	Skrootwaarde :	0 %.
	Herstel- en onderhoud as % van prys:	0 %/jaar.
10.:___________________	Aankoopprys : R	0 .
	Lewensduur :	0 jaar.
	Skrootwaarde :	0 %.
	Herstel- en onderhoud as % van prys:	0 %/jaar.

13.POMPDRUK EN MOTORGROOTTE VIR BEREKENINGSDOELEINDES:

Druk nou eers "Alt" en "A" gelyktydig en kies eers die "Hidroulika" keuse en dan die "Pompdruk" keuse.

Beraamde pompdruk - fase 1	:	0.00 m.
Ingeleesde pompdruk - fase 2	:	32.10 m.

Vul nou die pompdruk vir verdere berekening in.

Pompdruk - fase 1	:	0.00 m.
Pompdruk - fase 2	:	32.10 m.

Druk nou weer "Alt" en "A" gelyktydig en kies dan die "Hidroulika" keuse en daarna die "Motors" keuse.

Beraamde bruto kragvereiste - fase 1	:	0.00 kW.
Ingeleesde motorgrootte - fase 1	:	37.00 kW.

Kies die motorgrootte(s) wat gebruik gaan word.

Elektriese motor vir fase 1	:	0 kW.
Elektriese motor vir fase 2	:	37 kW.

Druk nou "Alt" en "A" gelyktydig en kies "Uitwerk" en "Beraam".
==

Die fisiese eienskappe van elke besproeiingstelsel, soos aangedui in die firma se kwotasies, is onder punte 2, 3, 9, 10 en 11 van die werksblad ingelees. Hierdie gegewens sluit in die oppervlakte wat die stelsel kan besproei, die tipe, lengte en deursnee van die hoofpyplyn, die pompdoeltreffendheid en die aantal en grootte van die elektriese motors wat die stelsel aandryf. Hidroulika-besonderhede naamlik die vertikale hoogte, die verskil in hoogte tussen pomplewering en die ingang van die verspreidingstelsel en die druk by die ingang van die verspreidingstelsel, is by punt 3 ingelees. Die pomptempo, wrywing in die hooflyn en totale druk asook die grootte van die elektriese motor(s) is onderskeidelik by punte 9, 10 en 11 ingelees.

Die koste van elke komponent, wat algemene verkoopbelasting en oprigtingskoste insluit, is op die derde bladsy onder punt 12 ingelees. Die koste is op 8 Junie 1989 per kwotasie van 'n besproeiingsfirma verkry.

Die bestuur van elke stelsel hou nou verband met die ontwerp daarvan. By die ontwerp van die stelsels is aangeneem dat elke stelsel 22 uur vir sewe dae van die week bedryf kan word. Die tydstelling van elke stelsel is bereken met inagneming van die stelsel se toedieningstempo, die bandwydte van toediening, die snelheid van die motors en die finale infiltrasietempo van die grond. Die tydstelling is geneem vir die langste moontlike besproeiingsiklus (dae) sonder dat afloop plaasvind. Die oppervlakte onder gewasbenutting word gebaseer op 150 persent benutting van die stelsel se oppervlakte per jaar.

'n Laaste inset-item wat aan 'n spesifieke stelsel se ontwerp gekoppel is, is die grootte van die elektrisiteitstoevoerpunt. Hierdie item en die arbeidsvergoeding is van boere verkry soos in hoofstuk 2 uiteengesit. Ses-en-twintig kVA tot 50 kVA en 51 kVA tot 100 kVA word as voldoende beskou vir onderskeidelik dertig- en sestighektaar-spilpunte. Die heersende

arbeidskoste is R 1,00 per uur indien die gemiddelde werksure per maand of week in ag geneem word.

Die ingelyste oppervlakte word geneem as sestig hektaar, met 'n waterkwota van 11 000 kubieke meter water per hektaar per jaar teen 1,65 sent per kubieke meter. Versekeringstariewe vir die gebied is tariewe soos van toepassing op 20 Julie 1989 en is verkry van 'n versekeringsmaatskappy. Elektrisiteitstariewe vir landelike kleinkragverbruikers soos van toepassing vanaf Januarie 1989, is gebruik om elektrisiteitskoste vir elke stelsel te beraam.

Die nominale rentekoers en die inflasiekoers wat gebruik word vir die berekening van rentekoste, is van landbou-ekonome verkry deur die Delphi-tegniek (hoofstuk 2) toe te pas. Volgens die deelnemers aan die Delphi-proses kan 'n rentekoers van twintig persent en 'n inflasiekoers van vyftien persent oor die volgende vyf jaar verwag word. Die twee koerse is gebruik vir die berekening van die reële rentekoers. Die tegniese koëffisiënte, soos die lewensduur en die herwinnings- of reswaarde van die komponente en koëffisiënte vir herstel- en onderhoudskoste wat in hoofstuk twee bepaal is, is gebruik.

Die resultate wat met die gerekenariseerde kosteberekeningsprosedure verkry word, stem ooreen met die kosteberamings wat met die handmetode in hoofstuk twee verkry is. Die drie bladsye, met die kosteberamings vir die stelsel wat as voorbeeld hanteer is, word vervolgens aangetoon.

=========SPILPUNTKOSTEBERAMING==============Bladsy=4============
Kosteberekening (1)

Kosteberaming vir ____________________
Stelsel :____________________ Datum : 24-Nov-89

==

14.JAARLIKSE VASTE KOSTE:

Totale kapitaalbelegging	: R	227997.00
Rente en depresiasie:		
Sentrifugale pomp -	: R	400.20
Elektriese motors -	: R	603.24
Skakelaar -	: R	125.59
Elektriese kabels -	: R	677.70
Pype en lasse (ondergronds) -	: R	1764.08
Pype en lasse (bogronds) -	: R	551.32
Verspreidingstelsel -	: R	13718.65
Ander	: R	0.00
Totale jaarlikse rente en depresiasie	: R	17840.77
Jaarlikse versekering:		
1.Brand- en stormskade	: R	1610.63
2.____________________	: R	0.00
3.____________________	: R	0.00
Totale jaarlikse versekering	: R	1610.63
Totale jaarlikse vaste elektrisiteitskoste	: R	973.92
Totale jaarlikse vaste koste	: R	20425.32

15.BEDRYFSKOSTE VAN DIE SPILPUNTSTELSEL:

Water gepomp volgens beplanning	:	660000 kub.m/jaar.
Ure gepomp per jaar	:	2200 uur.
Elektrisiteitsverbruik:		
Verbruik vir pomp van water	:	81400 kWh/jaar.
Verbruik vir stelselaandrywing	:	4615 kWh/jaar.
Totale verbruik per jaar	:	86015 kWh/jaar.
Verbruik per uur	:	39.10 kWh/uur.
Hoë tarief elektrisiteit:		
Water gepomp teen hoë tarief	:	92077 kub.m/jaar.
Totale koste van hoë tarief krag	: R	1870.80
Koste per kub.m toegedien	: R	0.0203
Lae tarief elektrisiteit:		
Water gepomp teen lae tarief	:	567923 kub.m/jaar.
Totale koste van lae tarief krag	: R	6676.13
Koste per kub.m toegedien	: R	0.0118
Totale elektrisiteitskoste	: R	8546.93

Verdere kosteberekenings op bladsy 5: Alt+A, "Blaai", "5".
==

=========SPILPUNTKOSTEBERAMING==============Bladsy=5=============

Kosteberekening (2)

Kosteberaming vir ____________________

Stelsel :____________________ Datum : 24-Nov-89

===

Wateraankope:		
Tarief 1:		
Hoeveelheid aangekoop	:	660000 kub.m/jaar.
Waterkoste teen tarief 1	: R	10890.00
Koste per kub.m toegedien	: R	0.0165
Tarief 2:		
Hoeveelheid aangekoop	:	0 kub.m/jaar.
Waterkoste teen tarief 2	: R	0.00
Koste per kub.m toegedien	: R	0.0000
Tarief 3:		
Hoeveelheid aangekoop	:	0 kub.m/jaar.
Waterkoste teen tarief 3	: R	0.00
Koste per kub.m toegedien	: R	0.0000
Tarief 4:		
Hoeveelheid aangekoop	:	0 kub.m/jaar.
Waterkoste teen tarief 4	: R	0.00
Koste per kub.m toegedien	: R	0.0000
Tarief 5:		
Hoeveelheid aangekoop	:	0 kub.m/jaar.
Waterkoste teen tarief 5	: R	0.00
Koste per kub.m toegedien	: R	0.0000
Totale waterkoste	: R	10890.00
Arbeidskoste:		
Arbeidsure benodig per jaar	:	53 uur
Arbeidskoste per kub.m water toegedien	: R	0.0001
Totale besproeiingsarbeidskoste per jaar	: R	53.47
Herstel- en Onderhoudskoste:		
Pompe	: R	207.55
Elektriese toerusting en motors	: R	88.44
Ondergrondse pype	: R	133.34
Verspreidingstelsel en bogrondse pype	: R	8911.20
Ander	: R	0.00
Koste per kub.m water toegedien	: R	0.0142
Totale herstel- en onderhoudskoste	: R	9340.53
Totale veranderlike koste vir beplanning	: R	28830.93

Opsomming van koste op bladsy 6: Alt+A, "Blaai", "6".

===

=========SPILPUNTKOSTEBERAMING===============Bladsy=6============
Opsomming van koste

Kosteberaming vir ____________________
Stelsel :____________________ Datum : 24-Nov-89

==

16.OPSOMMING VAN SPILPUNTKOSTE:

Jaarlikse koste vir beplande watertoediening:		
Vaste koste:		
Totale eienaarskapkoste	: R	20425.32
Veranderlike koste:		
Totale elektrisiteitskoste	: R	8546.93
Totale waterkoste	: R	10890.00
Totale arbeidskoste	: R	53.47
Totale herstel- en onderhoudskoste	: R	9340.53
Totale veranderlike koste	: R	28830.93
Totale koste per jaar	: R	49256.25
Allokering van koste:		
Vaste koste per ha gewasverbouing	: R	226.95
Arbeidskoste per kub.m water gepomp	: R	0.0001
Herstelkoste per kub.m water gepomp	: R	0.0142
Elektrisiteitskoste per kub.m water gepomp		
Hoë tarief	: R	0.0203
Lae tarief	: R	0.0118
Waterkoste per kub.m water gepomp		
Tarief 1	: R	0.0165
Tarief 2	: R	0.0000
Tarief 3	: R	0.0000
Tarief 4	: R	0.0000
Tarief 5	: R	0.0000

Marginale faktorkoste -
Die koste per kub.m water gepomp verander by sekere pomphoeveelhede a.g.v. verskillende elektrisiteits- en watertariewe:

Pomphoeveelheid waar koste verander.		Koste / eenheid water toegedien in sent.	
kub.m	mm.ha	Kub.m	mm.ha
			0.00
0	0.0	0.00	0.00
0	0.0	0.00	0.00
0	0.0	0.00	0.00
0	0.0	0.00	51.05
1	0.1	5.11	42.49
92078	9207.8	4.25	

Einde
==

Wat die jaarlikse vaste koste betref, word die totale kapitaalbelegging eerste getoon. Die jaarlikse vaste koste-items, naamlik rente en depresiasie vir die spilpunt se verskillende komponente, versekering en vaste elektrisiteitskoste word aangetoon.

Onder die bedryfskoste opskrif word die hoeveelheid water en ure wat per jaar gepomp word eerstens gegee. Elektrisiteitsverbruik word verdeel tussen dié vir stelselaandrywing en dié vir die pomp van water. Onderskeid word ook gemaak tussen die verskillende elektrisiteitstariewe wat kan geld. Waterkoste, herstel- en onderhoudskoste en arbeidskoste word op bladsy 5 hanteer. Waterkoste kan teen vyf verskillende tariewe bereken word. Herstel- en onderhoudskoste word vir die verskillende komponente getoon. Laastens word die totale veranderlike koste gegee.

Die laaste bladsy van die resultate gee 'n opsomming van die kostes. Die vaste koste, die verskillende veranderlike koste bedrae, asook die totale jaarlikse koste vir die beplande watertoediening, word verskaf. Die koste word daarna geallokeer. Vaste koste word geallokeer per hektaar gewasverbouing terwyl veranderlike koste uitgedruk word as 'n koste per kubieke meter water gepomp. Aangesien veranderings in veranderlike koste intree as gevolg van verskillende elektrisiteits- en watertariewe, word die marginale faktorkoste van 'n eenheid water gegee by die pomphoeveelheid waar 'n verandering in koste intree.

Die vaste en veranderlike koste is vir elk van die agtien spilpuntstelsels beraam. Vir vergelykingsdoeleindes is die besproeiingskostes per hektaar uitgedruk vir koringproduksie met 'n bruto seisoenale besproeiingstoediening van 700 mm. Gegewe 'n koringprys van R 338,65 per ton, word die gelykbreekopbrengs ook bereken.

RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

1. Finansiële implikasies van prototipe spilpunte

Die verskille in grondtipe en stelsel-eienskappe van die agtien prototipe spilpunte beïnvloed die koste van besproeiing in terme van die kapitaalbelegging en die jaarlikse bedryfskoste. Die verskille in stelselkapasiteit en dus die pomptempo's beïnvloed die kapitaalbelegging sowel as die bedryfskoste van die stelsels. Besonderhede hiervan word in *tabel 3.2* aangetoon.

Tabel 3.2: Pomptempo's van agtien prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek en die ooreenstemmende deursnee, wrywing en koste van die hoofpyplyn

Stelsel-nommers	Pomptempo (m3/h)	Deursnee (mm)	Wrywing[2] (m)	Kapitaalbelegging (R)
1 - 4	200	200	6,37	13 006
5 - 8	250	250	3,18	17 593
9 - 12	300	300	1,86	23 600
13 - 14	100	150	7,93	10 624
15 - 16	125	150	13,42	10 624
17 - 18	150	200	4,81	15 937

2. Hooflynlengtes - Stelsels: 1 tot 12 = 490 m
13 tot 18 = 610 m

Die verhoging in wrywing as gevolg van 'n hoër pomptempo indien die deursnee van die hooflyn nie vergroot word nie, is sigbaar by stelsels 15 en 16 in vergelyking met stelsels 13 en 14. Die verhoogde wrywing noodsaak die gebruik van wyer pype wat 'n groter kapitaalbelegging tot gevolg het. Pype met 'n groter deursnee lei dus tot 'n daling in bedryfskoste maar 'n styging in die kapitaalbelegging.

Die totale druk waaronder die stelsel bedryf word, beïnvloed ook die bedryfskoste en die kapitaalbelegging. Die laer infiltrasievermoë van die kleigrond vereis 'n breër benattingsbandwydte om afloop te voorkom. Die bandwydte word bepaal deur die wyse van watertoediening en die druk waarby die spuitpakket werk. Hierdie druk, die statiese hoogte en die wrywing in die pype asook die pomptempo van die stelsel bepaal die keuse van die pomp asook die grootte elektriese motor en skakelaar wat vereis word. Die verskille in bandwydte, statiese hoogte, totale druk, die grootte van die motors en die kapitaalbelegging van die pompeenheid (wat die pomp, skakelaar en motor insluit) word vir elke prototipe in *tabel 3.3* aangetoon.

Tabel 3.3: Benattingswydte, statiese hoogte, totale druk, motorgrootte en kapitaalbelegging (R) van pompeenheid van agtien prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Bandwydte (m)	Statiese hoogte(m)	Totale druk (m)	Motor (kW)	Kapitaal-belegging
1	13	-15	27,59	22	10 534
2	28	-15	34,63	30	11 844
3	13	10	48,12	45	16 106
4	28	10	55,16	44	21 068
5	16	-15	30,46	30	11 888
6	34	-15	44,54	45	16 106
7	16	10	50,99	55	18 500
8	34	10	65,07	74	27 113
9	19	-15	32,10	37	13 561
10	41	-15	49,70	60	23 774
11	16	10	52,63	60	23 774
12	41	10	70,23	90	32 212
13	9	-15	20,72	15	7 085
14	20	-15	24,15	15	8 882
15	11	-15	26,62	15	8 882
16	24	-15	30,40	18,5	9 749
17	14	-15	23,50	18,5	9 749
18	29	-15	27,02	18,5	9 749

Die verskille in benattingsbandwydtes vir die klei- en sandgronde is duidelik sigbaar. Stelsels met ongelyke nommers is ontwerp vir sandgrond en het dus 'n smaller bandwydte as die ooreenstemmende stelsel wat direk daarop volg en vir kleigrond ontwerp is. Die bandwydte vergroot ook met 'n toename in die pomptempo's, soos in die geval van stelsels 1, 5 en 9 wat net verskil ten opsigte van kapasiteit en die gepaardgaande pomptempo.

Die verskille in totale druk as gevolg van bandwydteverskille is ook waarneembaar, byvoorbeeld 'n verskil van 3,43 m tussen stelsels 13 en 14, wat toeneem tot 17,6 m tussen stelsels 17 en 18. Die twee pare stelsels se verskille in bandwydte is onderskeidelik 11 m en 22 m. Die toename in bandwydte het dus 'n groot invloed op die totale druk wat die pomp moet lewer. Die hoër druk verhoog die bedryfskoste asook die kapitaalbelegging. Die verskil in motorgrootte is in die uiterste geval 30 kW tussen stelsels 11 en 12, wat beteken dat teen 'n tarief van 15,59 c/kWh daar 'n kosteverskil van R 4,68 sal ontstaan vir elke uur gepomp. Die groter pompeenheid vereis in hierdie geval ook 'n addisionele kapitaalbelegging van R 8 438.

Die verskille in die statiese hoogtes van die sestighektaarprototipes het dieselfde gevolge as die verskille in benattingsbandwydte. Stelsels 5 en 7, waarvan die statiese hoogte met 25 m verskil, se totale druk verskil met 20,53 m en lei op sy beurt tot 'n verskil van 25 kW in motorgrootte.

Die hoër pomptempo's het nie groot drukverskille tot gevolg nie, behalwe die addisionele druk om die benattingsbandwydte te verbreed. Die groter volume water wat in dieselfde tydseenheid hanteer word, benodig egter groter pompe en motors. So is stelsels 6 en 10 verskillend ten opsigte van kapasiteit en dus pomptempo en veroorsaak dat die stelsels se motorgrootte met 15 kW verskil en die kapitaalbelegging met R 7 668. Stelsels 15 en 16 se totale druk is ten spyte van 'n

laer kapasiteit hoër as die van stelsels 17 en 18. Hierdie verskil word veroorsaak deur die kleiner deursnee van stelsels 15 en 16 se hooflyne en die wrywing wat 8,61 m hoër is as die wrywing in die hooflyn van stelsels 17 en 18 (*tabel 3.2*).

Dit is dus duidelik dat die grond se infiltrasievermoë, die stelsel se kapasiteit en die statiese hoogte gesamentlik 'n invloed op die bedryfskoste en kapitaalbelegging van spilpunte het. Die eienskappe is interafhanklik en situasie-gebonde en stelselkoste kan dus net vergelyk word indien die stelsel as 'n geheel ontleed word.

2. <u>Kostevergelyking van alternatiewe spilpunte</u>

Die koste van al agtien prototipe spilpunte is met die rekenaarprogram beraam. *Tabel 3.4* toon die kapitaalbelegging van elke stelsel asook die jaarlikse vaste, veranderlike en totale koste.

Die groot verskille in kapitaalbelegging wat wissel van R 66 911 tot R 88 121 tussen die dertighektaar-stelsels (13 - 18) en die sestighektaar-stelsels is duidelik sigbaar en dus ook die verskil in vaste koste. Die veranderlike koste van die stelsels verskil ook omdat die koste bereken is vir elke stelsel se totale oppervlakte met 'n watertoediening van 11 000 kubieke meter water per hektaar. Die klein stelsels se kapitaalbelegging en vaste koste is in verhouding egter meer as die van die sestighektaar-stelsels. Stelsel 17 se kapitaalbelegging en vaste koste wat onderskeidelik R 151 443 en R 13 555 is, beloop meer as die helfte van R 237 553 en R 21 308, wat die kapitaalbelegging en vaste koste van die ooreenstemmende sestighektaar-stelsel is. Met die veranderlike koste is dit ook die geval vir die ooreenstemmende stelsels, byvoorbeeld stelsels 9 en 17 is albei 12 mm-stelsels op sandgrond met 'n statiese hoogte van

-15 m. Stelsel 17 se veranderlike koste van R 16 201 is in verhouding egter meer as die R 28 677 van stelsel 9.

Tabel 3.4: Kapitaalbelegging en jaarlikse vaste, veranderlike en totale koste van prototipe spilpunte met 'n beplande totale watertoediening van 11 000 kubieke meter water in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Kapitaal-belegging (R)	Jaarlikse koste (R)		
		Vas	Veranderlik	Totaal
1	210 071	19 102	27 770	46 872
2	211 484	19 230	30 308	49 538
3	215 746	19 617	34 724	54 341
4	222 674	20 253	34 925	55 178
5	219 536	19 825	28 469	48 294
6	220 929	19 960	32 148	52 108
7	226 149	20 425	34 521	54 946
8	234 105	21 161	39 440	60 601
9	227 997	20 425	28 677	49 102
10	237 553	21 308	33 564	54 872
11	240 378	21 556	33 615	55 171
12	246 119	22 086	39 659	61 745
13	140 766	12 736	16 869	29 605
14	144 573	13 080	17 139	30 219
15	142 562	12 903	16 009	28 912
16	145 439	13 158	17 026	30 184
17	151 443	13 555	16 201	29 756
18	149 432	13 379	16 140	29 519

By al die grondtipes is die kapitaalbelegging van die stelsels op die kleigrond (gelyke nommers) groter as die op die sandgrond, behalwe die van stelsel 17 wat groter is as die van stelsel 18. Hierdie uitsondering word veroorsaak deur stelsel 17 se duurder verspreidingstelsel. Die verskille in kapitaalbelegging word hoofsaaklik veroorsaak deur verskille in die pompeenhede. Die stelsels op die kleigrond se vaste en veranderlike koste is ook hoër as die van die stelsels op die sandgrond, behalwe dié van stelsel 17 wat ook hoër is as die

van stelsel 18 as gevolg van hoër vaste koste en hoër herstel- en onderhoudskoste by die veranderlike koste-items.

Die verhoging in statiese hoogte by die sestighektaar-stelsels het deurgaans 'n groter kapitaalbelegging en jaarlikse kostes tot gevolg. Die invloed op veral die veranderlike koste is groot, byvoorbeeld R 27 770 by stelsel 1 met 'n hoogte van -15 m en R 34 724 by stelsel 3 met 'n hoogte van 10 m, wat albei 8 mm-stelsels op 'n sandgrond is. By die 12 mm-stelsels op kleigrond, stelsels 10 en 12, is die verskil in veranderlike koste R 6 095 per jaar.

Die toename in kapasiteit van die stelsels gaan ook gepaard met 'n groter kapitaalbelegging en hoër vaste koste. Dit is egter nie altyd die geval met die veranderlike koste nie. Die voordeel van 'n lae kW motor by 'n lae kapasiteit stelsel word soms teëgewerk deur die verhoogde aantal pompure van so 'n stelsel om dieselfde hoeveelheid water as 'n hoë kapasiteit stelsel te pomp. Dit is die geval met stelsel 3 en 7. Stelsel 3 wat 'n 8 mm-stelsel is, het 'n 45 kW motor teenoor die 55 kW motor van die 10 mm-stelsel. Stelsel 3 moet egter 3 300 uur per jaar pomp aan 660 000 kubieke meter water teenoor 2 640 uur van stelsel 7. Stelsel 3 se totale elektrisiteitskoste beloop R 14 441 per jaar teenoor R 14 135 van stelsel 7.

Vaste koste per jaar maak sowat 9 persent van die totale kapitaalbelegging uit. Vaste koste dra in die geval van die sestighektaar-stelsels tussen 35 persent en 42 persent by tot die totale koste indien 11 000 kubieke meter water per hektaar per jaar gepomp word, terwyl vaste koste se bydrae tot totale koste 43 persent tot 46 persent by die dertighektaar-stelsels is.

Die veranderlike koste van elke stelsel is bereken in sent per kubieke meter water wat gepomp word. Die kostes word in *tabel 3.5* aangetoon.

Tabel 3.5: Veranderlike koste per kubieke meter water gepomp vir agtien prototipe spilpunte ten opsigte van water, arbeid, herstelwerk en onderhoud en elektrisiteit in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Veranderlike koste (c/m^3)				
	Water	Arbeid	Herstel-werk	Elektrisiteit Hoog	Elektrisiteit Laag
1	1,65	0,01	1,39	1,78	1,03
2	1,65	0,01	1,40	2,44	1,41
3	1,65	0,01	1,41	3,58	2,07
4	1,65	0,01	1,47	3,53	2,04
5	1,65	0,01	1,41	1,94	1,12
6	1,65	0,01	1,40	2,92	1,69
7	1,65	0,01	1,43	3,50	2,02
8	1,65	0,01	1,46	4,73	2,73
9	1,65	0,01	1,42	1,99	1,15
10	1,65	0,01	1,45	3,21	1,86
11	1,65	0,01	1,47	3,19	1,84
12	1,65	0,01	1,47	4,77	2,76
13	1,65	0,02	1,81	2,40	1,39
14	1,65	0,02	1,88	2,43	1,40
15	1,65	0,02	1,83	1,93	1,12
16	1,65	0,02	1,86	2,40	1,39
17	1,65	0,01	1,86	1,98	1,15
18	1,65	0,01	1,83	2,00	1,16

Waterkoste se tarief bly konstant teen 1,65 c/m^3 water. Arbeidskoste se bydrae tot totale veranderlike koste is baie klein. Die arbeidskoste vir die sestighektaar-stelsels en die dertighektaar-stelsels met 'n kapasiteit van 12 mm per dag is 0,01 c/m^3 water. Die arbeidskoste van die 8 mm en 10 mm, dertighektaar-stelsels is egter 0,02 c/m^3 water. Die hoër koste is die gevolg van die laer pomptempo's van die stelsels

en dus meer pompure wat nodig is vir dieselfde hoeveelheid water as die 12 mm-stelsels.

Die herstel- en onderhoudskoste hou verband met die kapitaalbelegging van die betrokke stelsel omdat die koste as 'n persentasie van die waarde van die verskillende komponente bereken word. Bogenoemde aanname verklaar die hoër herstelkostes vir die dertighektaar-stelsels.

Elektrisiteitskoste per kubieke meter water gepomp, word verdeel in twee verskillende kostes. Die hoë koste geld vir water wat met die eerste 1 000 kWh krag per maand, teen 'n tarief van 15,59 c/kWh, gepomp word. Die lae koste is bereken teen 'n elektrisiteitstarief van 9,02 c/kWh. Die belangrikheid van elektrisiteitskoste blyk duidelik uit die verskil tussen die twee kostes, veral by stelsels wat baie krag verbruik. In die geval van stelsel 12 veroorsaak die verlaging in elektrisiteitskoste 'n daling van 2,01 c/m^3 water wat gepomp word of 20,1 sent vir elke millimeter water wat per hektaar toegedien word. Die verskille in kostes tussen die alternatiewe stelsels word veroorsaak deur die verskille in totale druk en dus motorgroottes. Die bespreking van die verskille in totale veranderlike koste (*tabel 3.4*) geld dus ook hier. Die koste per kubieke meter water toegedien styg namate benattingswydte en statiese hoogte toeneem. Verhoogde kapasiteit lei nie altyd tot 'n verhoging in die koste per kubieke meter water toegedien nie, byvoorbeeld stelsels 13 en 14 in vergelyking met 15 en 16. Die ooreenstemmende kleiner pomp van 'n laer kapasiteit stelsel vereis meer pompure om dieselfde hoeveelheid water te pomp. Die voordeel van 'n kleiner elektriese motor gaan dus so verlore.

Die relatiewe belangrikheid van elektrisiteit as 'n komponent van veranderlike koste blyk duidelik in die tabel. Elektrisiteitskoste per kubieke meter water gepomp, is in die meeste gevalle hoër as die koste van water en herstelwerk,

veral by stelsels met 'n hoë kragverbruik. Arbeidskoste, is soos verwag, by die arbeidsbesparende besproeiingswyse baie klein. Water- en herstelkoste is min of meer ewe groot. Verhogings in elektrisiteitskoste sal boere dus nadeliger tref as verhogings in water- en arbeidskoste.

Die vaste en veranderlike besproeiingskoste wat met elke besproeiingstelsel geassosieer word, word in *tabel 3.6* aangetoon.

Tabel 3.6: Per eenheid vaste en veranderlike koste van agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek

Stelselnommer	Vaste koste (R/ha)	Veranderlike koste[3] (c/mm.ha)	
		Hoog	Laag
1	212,24	48,39	40,88
2	213,66	55,02	44,73
3	217,97	66,48	51,42
4	225,03	66,61	51,72
5	220,28	50,10	41,94
6	221,78	59,81	47,51
7	226,94	65,84	51,11
8	235,12	78,48	58,56
9	226,95	50,65	42,26
10	236,75	63,19	49,66
11	239,52	63,17	49,74
12	245,40	78,99	58,89
13	283,03	58,85	48,73
14	290,67	59,78	49,55
15	286,73	54,25	46,12
16	292,41	59,33	49,21
17	301,23	55,06	46,71
18	297,30	54,96	46,52

3. Hoë koste as gevolg van hoë elektrisiteitstarief van eerste 1 000 kWh per maand

Die totale jaarlikse vaste koste word uitgedruk as 'n koste per hektaar teen 'n oppervlakbenutting van 150 persent per jaar. Die koste varieer per hektaar van R 212 tot R 301. Daar bestaan duidelike verskille in vaste koste tussen die

dertig- en sestighektaar-stelsels. Die groter kapitaalbelegging per hektaar lei tot 'n hoër vaste koste per hektaar by die dertighektaar-stelsels. Die vaste koste van 'n 8 mm-stelsel op sandgrond wat dertig hektaar kan besproei (stelsel 13), is R 70,79 per hektaar hoër as die van 'n ooreenstemmende stelsel wat sestig hektaar besproei, wat 'n styging van 33 persent is. Die vaste koste van die dertighektaar-stelsels is van 25 persent tot 36 persent hoër as die van die ooreenstemmende sestighektaar-stelsels.

Die verskille in vaste koste tussen stelsels met verskillende statiese hoogtes en kapasiteite en op verskillende gronde, is klein. Die grootste kosteverskil tussen stelsels op sand- en kleigrond is tussen stelsel 10, 'n 12 mm-stelsel op 'n kleigrond, waarvan die vaste koste R 9,80 per hektaar hoër is as die van stelsel 9 op 'n sandgrond. 'n Kosteverhoging van R 13,34 per hektaar word veroorsaak deur die toename in statiese hoogte van -15 m tot 10 m by stelsels 6 en 8 terwyl die verhoging in kapasiteit van 10 mm tot 12 mm per dag by stelsels 6 en 10 'n styging in die vaste koste van R 14,79 per hektaar tot gevolg het.

Die vaste besproeiingskoste per hektaar word dus die meeste beïnvloed deur die oppervlakte wat die stelsel besproei. Dit is verklaarbaar deur die sirkelvormige besproeiingswyse van spilpuntstelsels. Die byvoeging van 'n addisionele eenheid tot die stelsel se lengte lei tot 'n meer as proporsionele vergroting in die oppervlakte wat besproei word. Die beleggingskoste en dus ook die vaste koste per hektaar neem dus af. Druk- en kapasiteitsverskille, asook verskille in grondtipes, beïnvloed egter nie die vaste koste per hektaar tot dieselfde mate nie.

Die veranderlike koste in *tabel 3.6* word uitgedruk as die koste (sent) om een millimeter water per hektaar toe te dien. Die hoë koste is die gevolg van die hoë elektrisiteitstarief

van die eerste 1 000 kWh wat elke maand verbruik word. Die verskille in die veranderlike koste tussen stelsels word veroorsaak deur verskille in statiese hoogtes, kapasiteit asook verskille in herstel- en onderhoudskoste van die stelsels. Die invloed van die faktore is reeds bespreek by *tabel 3.4*. Die koste om 'n millimeter water per hektaar toe te dien is laer vir die sestighektaar-stelsels as die ooreenstemmende dertighektaar-stelsels. Kapasiteitsverskille veroorsaak nie 'n groot verandering in veranderlike koste nie, die koste om 'n mm.ha toe te dien vir stelsels met kapasiteite van 8 mm, 10 mm en 12 mm per dag op sandgronde met 'n statiese hoogte van -15 m is 40,88 sent, 41,94 sent en 42,26 sent. Die styging in die statiese hoogte met 25 m veroorsaak egter 'n styging in koste van 9,17 sent per mm.ha by 10 mm-stelsels op sandgrond (stelsels 5 en 7). Die grondtipe is ook belangrik by veranderlike koste. Die koste van 'n mm.ha toegediende water neem met 9,15 sent toe indien dit met 'n 12 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van 10 m (stelsel 12) op 'n kleigrond toegedien word in vergelyking met 'n stelsel op sandgrond (stelsel 11).

Die gevolge van verskille in besproeiingskoste tussen die stelsels word in *tabel 3.7* geïllustreer. Die koste om een hektaar koring met elke stelsel te besproei, word gegee. Die veranderlike koste is vir 'n watertoediening van 700 mm deur die seisoen bereken.

Die verskille in die gelykbreekopbrengste tussen die prototipe spilpunte is 'n aanduiding van die besproeiingskostekosteverskille tussen die stelsels. Om stelsel 1 se besproeiingskoste, wat die laagste is, te dek, word 'n koringopbrengs van 1,51 ton benodig. Die stelsel met die hoogste koste, stelsel 14, se koste is gelykstaande aan 'n opbrengs van 1,98 ton koring.

Tabel 3.7: Die gelykbreekopbrengs van koring en die besproeiingskoste per hektaar teen 'n totale bruto besproeiing van 700 mm vir agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Koste (R)			Gelykbreek-opbrengs[4] (t)
	Vas	Veranderlik	Totaal	
1	212	299	511	1,51
2	214	326	540	1,59
3	218	373	591	1,75
4	225	375	600	1,77
5	220	307	527	1,56
6	222	346	567	1,68
7	227	371	598	1,77
8	235	423	658	1,94
9	227	309	536	1,58
10	237	361	597	1,76
11	240	361	601	1,77
12	245	425	671	1,98
13	283	367	650	1,92
14	291	373	664	1,96
15	2[illegible]7	349	636	1,88
16	292	371	663	1,96
17	301,	353	654	1,93
18	297	352	649	1,92

4. Teen 'n geweegde prys van R 338,65 per ton

Hoër opbrengste moet onder die dertighektaar-stelsels gerealiseer word om gelyk te breek met die sestighektaar-stelsels. Stelsels op kleigrond vereis ook hoër opbrengste om besproeiingskoste te delg as soortgelyke stelsels op sand-grond. Stelsels met 'n statiese hoogte van 10 m benodig ook addisionele opbrengste teenoor die stelsels met 'n hoogte van -15 m om dieselfde netto wins te lewer. 'n Boer met 'n sestighektaar-stelsel met 'n lewering van 10 mm per dag wat 'n statiese hoogte van 10 m moet oorkom, moet in vergelyking met 'n boer met 'n stelsel met 'n hoogte van -15 meter 260 kg/ha meer kry om dieselfde netto boerdery-inkomste te realiseer as nie-besproeiingskoste verder eenders is.

Hoe meer die koringprys daal, hoe groter sal die verskille in die vereiste gelykbreekopbrengste tussen die stelsels raak, terwyl die omgekeerde ook geld.

Die veranderlike koste se bydrae tot totale koste vir die produksie van koring met 'n watertoediening van 700 mm wissel in hierdie geval van 54 persent tot 64 persent. Die dertighektaar-stelsels, waarvan die vaste koste per hektaar in verhouding tot die sestighektaar-stelsels hoër is, se veranderlike koste beloop 54 persent tot 57 persent van die totale koste en die bydrae is in al die gevalle laer as die van die veranderlike koste van die groter stelsels.

3. Samevattende gevolgtrekking

Drie vername stelsel-eienskappe en een hulpbronsituasie is geïdentifiseer wat spilpuntkoste in die Suid-Vrystaat substreek beïnvloed. Die grootte van die stelsel, die kapasiteit van die stelsel en die hoogte wat water gepomp word, is stelsel-eienskappe wat definitiewe koste-implikasies inhou. Verder word die besproeiingskoste ook bepaal deur die grondtipe wat besproei word, naamlik sand- of kleigrond.

Agtien prototipe spilpuntstelsels is vir die Suid-Vrystaat substreek saamgestel en ontwerp met inagneming van die bogenoemde faktore wat koste-verskille veroorsaak. Twee groottes spilpunte, naamlik dertighektaar- en sestighektaar-stelsels is ingesluit. Stelselkapasiteite van 8 mm, 10 mm en 12 mm per dag en pomphoogtes van -15 m en 10 m is gebruik. Spilpunte wat saamgestel is deur die verskillende groottes, kapasiteite en pomphoogtes te kombineer, is ontwerp vir sand- en kleigronde.

Die gerekenariseerde kosteberekeningsprosedure maak dit moontlik om verskillende spilpunte se jaarlikse koste akkuraat en

vinnig te beraam. Die resultate van die gerekenariseerde en handmetode stem ooreen. Die kosteberekeningsprosedure maak kostevergelykings tussen alternatiewe stelsels en die uitvoering van ekonomiese ontledings moontlik.

Die variasie in prototipe spilpunte ten opsigte van faktore soos die oppervlakte besproei, statiese hoogtes en kapasiteit het definitiewe koste-implikasies. 'n Toename in die grootte van spilpunte lei tot 'n verlaging in koste per hektaar omdat die oppervlakte wat besproei word verhoudelik vinniger toeneem as die kapitaalbelegging. Die vaste koste van die dertighektaar-stelsels is van 25 persent tot 36 persent hoër as die ooreenstemmende sestighektaar-stelsels. Veranderlike koste is baie afhanklik van die statiese hoogte wat water gepomp moet word en die elektrisiteitsprys. Die veranderlike koste om 11 000 kubieke meter water toe te dien op sandgrond met 'n sestighektaar-stelsel met 'n kapasiteit van 8 mm is R 27 770 as die statiese hoogte -15 m is, terwyl dit styg na R 34 724 as die statiese hoogte 10 m is. Kapasiteitsverskille daarenteen het nie so 'n groot invloed soos verskille in statiese hoogte nie.

'n Styging in die klei-inhoud van die grond verhoog bedryfskoste aansienlik omdat infiltrasiebeperkings deur hoër druk in die spilpunt oorkom moet word. Die koste van 'n mm.ha water wat met 'n sestighektaar-stelsel met 'n kapasiteit van 12 mm en 'n statiese hoogte van 10 m toegedien word, is 9,15 sent hoër op kleigrond in vergelyking met sandgrond.

Die eienskappe van 'n spilpunt en die grondtipe beïnvloed dus besproeiingskoste. Die bogenoemde redes veroorsaak redelike groot jaarlikse kosteverskille as gevolg van die eienaarskap en bedryf van spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek. Die verskille vereis hoër opbrengste indien dieselfde netto resultate bereik wil word.

7. Navorsingsimplikasies

1. Die gerekenariseerde kosteberekeningsmetodes kan in die praktyk en vir verdere navorsing van groot waarde wees om spilpuntkoste akkuraat en vinnig te beraam.

2. Die vernaamste fisiese faktore wat spilpuntkoste beïnvloed, is geïdentifiseer maar die belangrikheid van hierdie eienskappe op die ekonomie van besproeiing moet in verskillende gebiede bepaal word.

3. Die agtien verteenwoordigende prototipe spilpunte vir die Suid-Vrystaat substreek kan in verdere ekonomiese en finansiële ontledings gebruik word.

4. Die resultate oor spilpuntkoste kan as riglyne dien by die keuse en ontwerp van spilpuntstelsels en wanneer verskillende grondtipes oorweeg word vir besproeiingsontwikkeling.

5. Die beraamde besproeiingskoste kan gebruik word om die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van die beleggings in die agtien prototipe spilpuntstelsels te beraam.

HOOFSTUK 4

ONTLEDING VAN DIE EKONOMIESE WINSGEWENDHEID VAN ALTERNATIEWE PROTOTIPE SPILPUNTSTELSELS MET INAGNEMING VAN PRODUKSIE- EN PRYSRISIKO.

INLEIDING

Kapitaalitems moet dikwels aangekoop word om produksieplanne te kan uitvoer. Beleggingsbesluite, wat die aankoop van duursame bates soos grond, geboue en masjinerie behels, is van die belangrikste besluite wat 'n bestuurder kan neem (Boehlje & Eidman, 1984, p. 315). Die beleggingsbesluit behels die evaluering van beplande beleggings en die allokering van kapitaal tussen kompeterende beleggings (Stevens, 1978, p. 1). Die evaluering van alternatiewe beleggings en hul invloed op winsgewendheid en kontantvloei is 'n kritiese taak in boerderybeplanning en kan alleen gedoen word deur kapitaalbegrotings en finansiële ontledings uit te voer. 'n Belegging word deur Bierman en Smidt (1988, p. 121) gedefinieer as die aanwending van bronne met die hoop om voordele in die toekoms te realiseer.

Nuwe toetreders tot besproeiing of boere wat wil uitbrei, kom ook voor beleggingsbesluite te staan. Die kapitaalintensiewe aard van gemeganiseerde besproeiingstelsels vereis die evaluering van die beoogde beleggings. Robertson (1982) het aangetoon dat die winsgewendheid van besproeiingsbeleggings bepaal kan word deur die netto huidige waarde van sulke beleggings te bereken. Boggess en Amerling (1983) het met 'n bio-ekonomiese simulasiemodel die risiko en opbrengs van besproeiingsbeleggings bepaal. Die winsgewendheid van prototipe

besproeiingstelsels is ook deur Wilson en Eidman (1981) by die besproeiing van verskillende grondtipes bepaal. Besproeiingsbeleggingsbesluite in Sentraal Minnesota is met behulp van die netto huidigewaarde-tegniek deur Gill (1984) geëvalueer. Navorsingsresultate oor die evaluering van besproeiingsbeleggings op mikrovlak in Suid-Afrika is skaars. In die gevalle waar verskillende stelsels oorweeg is (Backeberg, 1988), het die werk nie ten doel om alternatiewe stelsels teen mekaar op te weeg nie. Die ekonomiese winsgewendheid van alternatiewe spilpuntstelsels is ook nog nie plaaslik bepaal nie.

Die swak finansiële posisie waarin baie besproeiingsboere hulle bevind, beklemtoon die belangrikheid van deeglike evaluering van die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntstelsels. Die doel van 'n ekonomiese winsgewendheidsontleding is om te bepaal of 'n projek tot die langtermyn winsgewendheid van 'n firma bydra (Boehlje & Eidman, 1984, p. 316).

Die doel van die hoofstuk is om die ekonomiese winsgewendheid van die geïdentifiseerde prototipe spilpunte, soos beskryf in hoofstuk 3, te bepaal deur die netto huidigewaarde-tegniek toe te pas. Produksie en prysrisiko word by die ontledings in ag geneem. Gegewe 'n uitvoerbare wisselboustelsel en 'n gepaardgaande redelike optimale skeduleringstrategie, word die volgende hipoteses gestel:

1. Indien die grootte, kapasiteit en statiese hoogte van spilpuntbesproeiingstelsels varieer, dan sal die ekonomiese winsgewendheid van die toepaslike besproeiingsbeleggingstrategieë ook varieer.

2. Spilpuntbesproeiingstelsels op sandgronde is meer winsgewend as soortgelyke stelsels op kleigronde.

3. Die wisselboustelsel is 'n kritiese faktor wat die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntbesproeiingstelsels beïnvloed

4. Produksie- en prysrisiko van 'n tipiese wisselboustelsel in die Suid-Vrystaat substreek het 'n baie belangrike invloed op die ekonomiese winsgewendheid van 'n spilpuntbesproeiingstelsel.

LITERATUURSTUDIE

Boehlje en Eidman (1984, p. 315) beskryf vier stappe vir die evaluering van beleggingsalternatiewe:

1. Identifiseer moontlike winsgewende beleggingsalternatiewe.
2. Ontleed die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van die alternatiewe.
3. Herevalueer die besluit met verskillende prys- en opbrengsaannames.
4. Maak 'n keuse op grond van die resultate van die bogenoemde stappe asook ander beskikbare inligting.

Casler *et al.* (1984, p. 1) meen ook dat beleggingsbesluite van die belangrikste bestuursbesluite is wat geneem kan word en moet dus op betroubare prosedures berus.

1. Die netto huidigewaarde-tegniek

Reëls wat gebruik word by die neem van beleggingsbesluite word normaalweg kapitaalbegrotingstegnieke genoem. Volgens Bierman en Smidt (1988, p. 6) word 'n kapitaalbegrotingstegniek gekarakteriseer deur koste en voordele wat oor tydperiodes versprei is.

Kapitaalbegrotingstegnieke moet aan vier vereistes voldoen (Copeland & Weston, 1983, p. 26):

1. Alle kontantvloei moet in ag geneem word.
2. Kontantvloei moet teen die geleentheidskoste van fondse verdiskonteer word.
3. By onderling uitsluitende beleggingsalternatiewe moet die een gekies word wat die eienaar se welvaart maksimeer.
4. 'n Bestuurder moet elke belegging onafhanklik van die ander kan oorweeg.

Vier kapitaalbegrotingstegnieke word algemeen gebruik, naamlik die rekenkundige opbrengskoers-, terugbetaal-, interne opbrengskoers- en netto huidigewaarde-metodes. Die eersgenoemde twee metodes neem nie alle relevante kontantvloei en die tydwaarde van geld in ag nie. Copeland en Weston (1983, p. 31) het die netto huidigewaarde-metode en die interne opbrengskoers-metode op grond van hul gestelde vereistes vergelyk en gevind dat die interne opbrengskoers nie aan die laaste drie vereistes voldoen nie. Op grond hiervan het Gill (1984, p. 15) die netto huidigewaarde-tegniek gekies as 'n gepaste kapitaalbegrotingstegniek vir die ontleding van besproeiingsbeleggings. Die netto huidigewaarde-metode is ook in verskeie ander studies gebruik om die winsgewendheid van besproeiingsbeleggings te bepaal (Robertson, *et al.* 1982; Boggess & Amerling, 1983; Bosch *et al.*, 1988; Lazarus & Scott, 1981).

Volgens Boehlje en Eidman (1984, p. 318) is die netto huidigewaarde-tegniek meer verkieslik as ander kapitaalbegrotingstegnieke omdat hierdie tegniek die geleentheidskoste en tydwaarde van geld in ag neem. Bierman en Smidt (1988, p. 6) beskou die verdiskonteerde kontantvloei of netto huidigewaarde-raamwerk as die beste metode om kontantvloei van beleggings te ontleed, met die voorbehoud dat die tegniek reg gebruik moet word. As motivering vir die stelling word aangevoer dat die metode ten

minste net so goed is as enige ander metode om die ekonomiese waarde van 'n belegging te meet onder gedefinieerde omstandighede. Die voortreflikheid van hierdie metode is volgens Casler *et al.* (1986, p. ix) al duidelik geïllustreer.

Die netto huidige waarde van 'n belegging is die maksimum bedrag wat 'n onderneming vir 'n geleentheid om die belegging te maak, kan betaal sonder om finansieel swakker daaraan toe te wees (Lambrechts *et al.*, 1986, p. 151; Bierman & Smidt, 1988, p. 45).

Die eenvoudigste vergelyking vir die berekening van die netto huidige waarde, N, is soos volg (Boehlje & Eidman, 1984, p. 321):

$$N = \sum_{n=1}^{k} \frac{I_n}{(1 + d)^n} - O \qquad (4.1)$$

waar n = periode,
k = laaste termyn van invloei,
I = netto kontantinvloei in periode n,
d = verdiskonteringskoers en
O = kontantbelegging.

Die volgende stappe word gevolg by 'n netto huidigewaarde-ontleding (Boehlje & Eidman, 1984, pp. 321-327):

1. Kies 'n gepaste verdiskonteringskoers om toekomstige kontantvloei tot huidige waarde aan te pas.
2. Bereken die huidige waarde van die kontantbelegging wat benodig word om die bate aan te koop. Die addisionele beleggings wat aangegaan sal word om komponente van die bate te vervang moet ook tot die huidige waarde verdiskonteer word en by die oorspronklike belegging gevoeg word.

3. Bereken die jaarlikse netto kontantvloei vir elke jaar van die belegging se ekonomiese lewensduur.
4. Bereken die huidige waarde van jaarlikse netto kontantvloei.
5. Bereken die somtotaal van netto huidige waarde van die belegging.
6. Aanvaar of verwerp die belegging.

Die keuse van 'n gepaste verdiskonteringskoers wat die koste van kapitaal weerspieël, is belangrik. Die geweegde gemiddelde koste van kapitaal word as die beste verdiskonteringskoers beskou (White *et al.*, 1978, p.21; Copeland & Weston, 1983, p. 37; Casler *et al.*, 1984, p. 47; Gill, 1984, p. 6; Fiske, 1986, p. 57). Die waarde van 'n belegging word nie beïnvloed indien die verdiskonteringskoers in nominale of reële terme is nie, solank die gepaste koers gebruik word. Beide die kontantvloei en verdiskonteringskoers moet of in nominale of reële terme wees (Boehlje & Eidman, 1984, p. 326; Bierman & Smidt, 1988, p. 217).

Die finansieringswyse van die kapitaalbelegging beïnvloed nie die waarde van die belegging nie. Die kapitaalbronne (skuld of eie kapitaal) en die aftrekbaarheid van rente vir belastingdoeleindes is reeds in ag geneem in die eerste stap by die berekening van die koste van kapitaal (Boehlje & Eidman, 1984, p. 324). Om dieselfde rede word rente op skuld om die bate te finansier nie as 'n jaarlikse kontantuitgawe ingesluit nie.

Depresiasie word nie ingesluit by die jaarlikse kontantvloei nie, maar beïnvloed die kontantinvloei indirek deur belastingvermindering (Boehlje & Eidman, 1984, p. 324). Belastingbesparings is gelykstaande aan 'n kontantinvloei (Fuller & Nordquist, 1978, p. 3). Gegewe 'n konstante marginale belastingkoers, is die waarde van depresiasie in die vroeë jare van 'n bate se leeftyd hoër as die in latere jare. Versnelde depresiasie metodes verhoog dus die huidige waarde van 'n

belegging in vergelyking met die reguitlynmetode onder 'n aanname van 'n konstante marginale belastingkoers (Musser *et al.*, 1986, p. 980).

Bosch *et al.*, (1988, p. 173) het die volgende vergelyking gebruik vir die berekening van netto huidige waarde, NPV:

$$NPV = -Co + ATNI + D + S \qquad (4.2)$$

waar Co = kapitaalbelegging,
ATNI = huidige waarde van na-belasting netto kontantinvloei,
D = huidige waarde van belastingbesparings as gevolg van depresiasie en
S = na-belasting huidige herwinningswaarde van die bate.

Die belastingbesparings as gevolg van depresiasie, D, word soos volg bereken:

$$D = \sum_{t=1}^{n} \frac{D_t \times I_t}{(1 + k)^t} \qquad (4.3)$$

waar D_t = depresiasie in jaar t,
I_t = marginale belastingkoers in jaar t,
k = geweegde gemiddelde koste van kapitaal en
t = periode.

Ten spyte van verskeie voordele van die netto huidigewaarde-tegniek het die metode ook swak punte. Beleggings kan net vergelyk word as hulle dieselfde leeftyd het (Casler, *et al.*, 1984, p. 30). Volgens Lambrechts *et al.* (1986, p. 152) word met die metode aanvaar dat alle tussentydse netto kontantinvloei teen dieselfde verdiskonteringskoers herbelê word en dat alle tussentydse finansiering teen dieselfde koers plaasvind. Projekte met positiewe netto huidige waardes kan ook nie in

rangorde geplaas word nie, want dit is 'n absolute en nie 'n relatiewe maatstaf nie (Gittinger, 1982, p. 329). Volgens Ortmann (1981, p. 6) word die projek met die hoogste netto huidige waarde gekies as projekte onverenigbaar is. Die grootte van die netto huidige waarde kan egter net gebruik word om beleggingsalternatiewe in winsgewendheidsvolgorde te rangskik as die aanvanklike kapitaalbeleggings ewe groot is.

2. Voordeel:koste-verhouding

Lambrechts *et al.* (1986, p. 153) beveel aan dat prioriteitsbepaling by beleggingsbesluite geskied deur die verhouding tussen die netto huidige waarde en die huidige waarde van die belegging te bepaal of deur die verskil tussen die som van die huidige waarde van netto kontantinvloei en die som van die huidige waarde van die belegging.

Die eerste wyse van prioriteitsbepaling is soortgelyk aan 'n voordeel:koste-verhouding, wat volgens Gittinger (1982, p. 343) verkry word as die huidige waarde van die voordele gedeel word deur die huidige waarde van die kostes. Die voordeel:koste-verhouding diskrimineer teen projekte met relatiewe hoë bruto inkomste en bedryfskostes al is die projekte welvaartgenererend. Verskille ten opsigte van die voordele en koste wat deur verskillende navorsers in ag geneem word, maak dit moeilik om sulke projekte te vergelyk. Om hierdie rede beveel Gittinger (1982, p. 346) aan dat alle navorsers wat in 'n land met die metode werk 'n algemene konvensie behoort te gebruik om die voordele en koste te bereken. Die besluitnemingskriteria hier is om alle projekte te aanvaar met 'n voordeel:koste-verhouding van groter as een.

Die voordeel:koste-verhouding kan egter ook nie gebruik word om beleggings in prioriteitsvolgorde te plaas nie (Gittinger, 1982, p. 346). In baie gevalle is dit egter nodig om 'n betroubare maatstaf te hê om beleggings in voorkeurvolgorde te

rangskik. Beleggings moet in voorkeurvolgorde gerangskik word as beperkte hulpbronne veroorsaak dat net een belegging uitgevoer kan word alhoewel al die alternatiewe tot langtermyn winsgewendheid bydra.

3. <u>Netto voordeel:beleggingsverhouding</u>

'n Gepaste en baie handige kriterium om onafhanklike projekte in prioriteitsvolgorde te plaas, is die netto voordeel:beleggingsverhouding wat in die meeste gevalle betroubaar is (Gittinger, 1982, p. 347). Dit kom daarop neer dat die huidige waarde van netto voordele gedeel word deur die huidige waarde van die belegging en is 'n vorm van 'n voordeel:koste-verhouding.

Die besluitnemingskriterium wat by die maatstaf geld, is dat alle projekte met 'n netto voordeel:beleggingsverhouding van groter as een, aanvaar word wanneer die voordele en belegging teen die geleentheidskoste daarvan verdiskonteer word. Die belegging met die grootste verhouding word eerste aangegaan. Deur die onafhanklike beleggings in volgorde van dalende netto voordeel:beleggingsverhoudings te kies, word die opbrengs op elke rand wat belê is, gemaksimeer. Hiervolgens word die netto huidige waarde van 'n groep beleggings wat gemaak word, gemaksimeer en dus ook die inkomste stroom.

Die voordeel:beleggingsverhouding maak dit ook moontlik om te sien watter persentasie styging in beleggingskoste of daling in voordele kan plaasvind voordat die belegging nie meer ekonomies voordelig sal wees nie.

Die voordeel:beleggingsverhouding het ook sekere beperkings (Gittinger, 1982, p. 349). Onderling uitsluitende projekte kan net volgens prioriteit gerangskik word indien netto voordeel:beleggingsverhoudings vir al die projekte in 'n beleggingsprogram bekend is. In sekere uiterste gevalle kan

die verhouding tot verkeerde beleggingsbesluite lei maar dit kan normaalweg geïgnoreer word. Derdens geld die verhouding nie by dinamiese optimalisering nie.

4. Gewaskeuse

Die huidige waarde van die jaarlikse netto kontantvloei van die gewasopeenvolgingstelsel, wat ingesluit is in *vergelyking (4.2)*, is 'n belangrike komponent van die netto huidige waarde van 'n belegging. Die wisselboustelsel wat gevolg word onder besproeiing het dus 'n belangrike invloed op die netto huidige waarde van alternatiewe spilpuntbeleggings. Die klimaat, geografiese ligging en beskikbare implemente, kan beperkend inwerk op die keuse van moontlike gewasse wat verbou kan word.

Koring en mielies is die belangrikste kontantgewasse wat in die Suid-Vrystaat substreek onder besproeiing verbou word. Daar is onderskeidelik nagenoeg 7 000 hektaar en 1 300 hektaar van elk in 1987 geplant (RSA, 1987, pp. 21, 23). Mielieverbouing toon egter 'n dalende tendens. Volgens die Departement van Landbou en Watervoorsiening (RSA, 1987) word aartappels, katoen en grondbone ook in die streek verbou.

'n Wisselboustelsel wat gevolg word, is een van die belangrikste faktore wat die lewensvatbaarheid van besproeiingsboerdery beïnvloed (Niksch, 1988, p. 1). Die opbouing van grondgedraagte siektes is 'n beperking vir die toepassing van sekere gewasopeenvolgingstelsels. Groeiseisoenlengte wat vir optimale produksie vereis word, is 'n verdere beperking. Die verbouing van gewasse soos aartappels en grondbone vereis gespesialiseerde toerusting wat addisionele kapitaalbelegging benodig. Aartappels en katoen wat met die hand gepluk word, verg ook baie arbeid.

'n Mielie/koring-opvolgstelsel is as gevolg van twee redes onprakties om te volg (Niksch, 1988, p. 1). Die opbou van

grondgedraagte siektes veroorsaak dalende opbrengste. Die relatiewe lang groeiseisoenlengte van die gewasse veroorsaak dat beide gewasse vanaf die tweede jaar later geplant sal word.

Koring word geplant gedurende 'n tyd wat min ander gewasse geplant kan word. Die lengte van koring se groeiseisoen veroorsaak dat net laat-mielies en aartappels geplant kan word nadat die koring gestroop is.

Die bogenoemde faktore veroorsaak dat die beskikbare besproeiingsoppervlakte nie jaarliks ten volle benut kan word nie. Oor die langtermyn kan daar jaarliks net 150 persent tot 175 persent van die besproeiingsoppervlakte benut word. Niksch (1988, p. 2) beveel 'n stelsel aan wat bestaan uit mielies, katoen, koring en aartappels. Sestig persent van die oppervlakte word vir mielies gebruik, 25 persent vir katoen, 75 persent vir koring en 15 persent vir aartappels. In die stelsel wat Van der Walt (1988, p. 47) voorstaan vir boere wat grondboon- en aartappeltoerusting het, word 75 persent van die oppervlakte vir koringproduksie gebruik, 50 persent vir laat-mielies en 25 persent elk vir aartappels en grondbone. Beide die twee aanbevole stelsels verseker 'n grondbenutting van 175 persent oor twee seisoene. Indien grondbone en/of aartappels nie verbou kan word nie, kan dit onderskeidelik met katoen en mielies vervang word.

5. Bedryfstakbegrotings

Gewaskeuse is een van die faktore wat die jaarlikse inkomstes en kostes by spilpuntbesproeiing beïnvloed. Bedryfstakbegrotings is projeksies van die verwagte gemiddelde jaarlikse koste en inkomste van 'n gewas.

Bedryfstakbegrotings word vir verskillende gewasse deur die Direktoraat Landbou-ekonomie opgestel deur middel van die

COMBUD-prosedure. Die Direktoraat Landbou-ekonomie het begrotings vir koring, mielies, droëbone, sojabone, aartappels en katoen vir die Ramahbesproeiingsgebied beskikbaar (RSA, 1988, pp. 102-114). Alhoewel die begrotings jaarliks aangepas word, word die koste-implikasies van veranderde verbouingspraktyke nie jaarliks weergegee nie. Eienaarskapkoste word ook nie in die begrotings in ag geneem nie omdat hierdie begrotings van 'n korttermyn aard is.

Boehlje en Eidman (1984, p. 89) onderskei tussen langtermyn en korttermyn bedryfstakbegrotings. In die langtermyn begroting word kostes ingesluit wat oor die korttermyn nie varieer nie. Die kostes bestaan hoofsaaklik uit eienaarskapkoste van masjinerie soos depresiasie en rente, lisensies en versekering. In die algemeen geld dat indien die beplanningsperiode langer word, vermeerder die aantal kostes wat in die veranderlike kategorie val.

'n Stel bedryfstakbegrotings wat voorsiening maak vir gewasse en vee is deur Apland (1986) ontwikkel. Die begrotings werk op 'n werksblad van 'n rekenaarprogram soos Lotus. Die voordeel van die begrotingsontwikkelaar is dat dit op 'n persoonlike rekenaar bedryf kan word en voorsiening maak vir die opstel van kort- sowel as langtermyn bedryfstakbegrotings.

Twee hooftipes lêers word in die begrotingsontwikkelaar van Apland (1986) gebruik. Alle besonderhede van tot veertig werktuie op 'n plaas word in die een lêer ingelees. Dit sluit besonderhede soos aankoopprys, ouderdom, leeftyd in uur, jaarlikse gebruik, drywing en behuisings- en versekeringskoste in. Daar moet ook aangedui word watter metode van kosteberekening verkies word, byvoorbeeld by die berekening van die herwinningswaarde van bates. Die nominale rentekoerse en die inflasiekoers word ingelees vir berekening van die reële rentekoers. Die tweede lêer word gebruik om insette, die hoeveelhede en die eenheidsprys van elke item vir die verskil-

lende vertakkings in te lees. Voorsiening word ook gemaak vir die inlees van addisionele vaste kostes. Alle bewerkings wat vir die vertakking uitgevoer moet word, asook die implementnommer van die betrokke implement in die eerste lêer word ingelees. Deur middel van berekenings met die ingeleesde waardes en die oordra van inligting tussen die twee lêers, word langtermyn bedryfstakbegrotings saamgestel.

6. Produksie- en prysrisiko

Die klimaat het 'n groot invloed op gewasopbrengste en uiteindelike wins wat boere realiseer. Die opbrengs per hektaar en die produkprys is twee van die mees kritiese veranderlikes wat die winsgewendheid van 'n bepaalde gewas bepaal (Oosthuizen, 1983, p. 66). Alhoewel besproeiing die risiko om lae opbrengste te verkry verminder, word opbrengste steeds deur die weer beïnvloed en kan faktore soos uiterste temperature steeds opbrengste nadelig beïnvloed. In die geval van produkte wat hoofsaaklik op droëland verbou word en waarvan die prys onder andere deur die totale nasionale oeslewerings bepaal word, verminder besproeiing dus geensins die risiko om laer pryse te realiseer nie.

Boggess en Amerling (1983, p. 80) het gevind dat alhoewel besproeiing as risiko-verminderend beskou word, besproeiingsbeleggings in baie gevalle riskant is. Boggess en Amerling (1983) asook Bosch *et al.* (1988) het gevind dat die winsgewendheid en risiko van besproeiingsbeleggings hoofsaaklik berus op die opbrengs wat gerealiseer word en die produkprys.

Volgens Nelson *et al.* (1978, p. 1.3) is die identifisering van bronne van risiko 'n belangrike deel van die besluitnemingsproses. Die relatiewe belangrikheid van elke tipe risiko verskil tussen ondernemings en verander met verloop van tyd.

Twee tipes risiko wat by besproeiingsbeleggings ter sprake is, is dus produksie- en prysrisiko. Produksierisiko is die variasie in opbrengs as gevolg van onvoorspelbare faktore soos weer, peste, siektes, genetiese variasie en die tydigheid van bewerkings (Nelson *et al.*, 1978, p. 1.3). Prysrisiko is die variasie en onvoorspelbaarheid van pryse wat boere vir produkte ontvang. Van die skommelinge in pryse is gedeeltelik voorspelbaar, naamlik neigings, siklusse en seisoenaliteit (Nelson, 1978, p. 1.4).

Die tekortkoming in baie plaaslike studies wat oor die ekonomie van besproeiing handel, is die aannames ten opsigte van opbrengste en pryse. Gemiddelde langtermyn opbrengste word aangeneem en pryse wat konstant gehou word of aangepas word met 'n algemene inflasiekoers word gewoonlik gebruik (Janse van Rensburg, 1983; Backeberg, 1984; Kirsten & Backeberg, 1988). Alhoewel sensitiwiteitsontledings vir veranderings in opbrengspeile en pryse gedoen word, word die belangrike gevolge van opbrengste en pryse wat jaarliks wissel nie oor die beplanningstermyn in ag geneem nie. Die eindresultaat van 'n beplanning met 'n gemiddelde prys of opbrengs kan baie gunstiger vertoon as in 'n geval waar variërende pryse en opbrengste gebruik word wat dieselfde gemiddelde waardes gee.

Produksierisiko kan in ag geneem word deur van 'n gewasgroeisimulasiemodel gebruik te maak (Nielson, 1982; Boggess & Amerling, 1983; Bosch *et al.*, 1988). Biologiese, chemiese en fisiologiese prosesse wat gewasgroei bepaal, word gewoonlik wiskundig in die modelle verteenwoordig (Boggess & Amerling, 1983, p. 85). Funksies wat in die modelle gebruik word, is afgelei van die prosesse wat plaasvind en die koëffisiënte wat gebruik word is empiries bepaal. Weerdata, grondinligting asook besproeiingsdata word verder as insette in die modelle gebruik. Historiese weerdata word gewoonlik gebruik met die

aanname dat die weersomstandighede weer kan voorkom. Die resultaat is dus opbrengste wat van jaar tot jaar wissel.

Bruto gewasinkomste varieer egter jaarliks omdat produkpryse verander. Gill (1984) het produkprysvariasie in ag geneem by die evaluering van besproeiingsbeleggings deur historiese pryse ewekansig aan die gesimuleerde opbrengste te koppel. Bosch (1984) het op dieselfde wyse pryse ewekansig uit 'n waarskynlikheidsverdeling gekies wat met geprojekteerde pryse as basis saamgestel is. Die prosedure wat gevolg is, verseker dus dat prys- en produksierisiko in ag geneem word.

PROSEDURE

Die prosedure vir die ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggings, sluit in die keuse van 'n wisselboustelsel en skeduleringstrategieë vir die gewasse, beraming van kostes en inkomstes, opbrengssimulasie en die berekening van die netto huidige waarde van die beleggings.

1. Gewaskeuse

Die uitgangspunt by die ekonomie van besproeiing is om 'n gewasopeenvolgingstelsel te kies wat verteenwoordigend vir die gebied is. Daar word egter nie slegs een tipiese gewasopeenvolgingstelsel in die gebied gevolg nie omdat die relatiewe winsgewendheid van gewasse oor die verloop van tyd verander. Die doel is verder ook nie om 'n optimale stelsel te identifiseer nie en daarom is die inskakeling van groente- en voergewasse nie oorweeg nie.

Uit die literatuurstudie blyk dit dat kontantgewasse soos koring, mielies, katoen, grondbone, sojabone en aartappels oorweeg kan word vir 'n wisselboustelsel. Alhoewel grondbone en aartappels by gewaswisselboustelsels ingesluit is, word dit

nie in hierdie studie oorweeg nie omdat te min boere vir die verbouing daarvan ingerig is. Sojabone is ook nie oorweeg nie as gevolg van die gewas se gevoeligheid vir uiterste temperature.

Die gewasse wat dus in hierdie studie ingesluit word in 'n wisselboustelsel is koring, mielies en katoen. Die groeiseisoenlengtes van die gewasse beperk grondbenutting tot 150 persent van die oppervlakte per jaar, waarvan elke gewas 50 persent uitmaak terwyl 50 persent braak lê. Hierdie gewasopeenvolgingstelsel kan jaarliks toegepas word indien elke halwe sirkel afsonderlik bewerk word. Sulke verdelings lewer volgens landboukundiges en boere praktiese probleme en is die toepassing van die stelsel op 'n volle sirkel oor 'n twee jaar siklus verkiesliker.

Die eerste winterseisoen word die totale oppervlakte met koring beplant wat in Desember geoes word. Daarna word mielies dadelik geplant op die grond waarop die koring gestroop is. Die oesdatum van die laat-mielies in die volgende jaar, naamlik Julie veroorsaak dat koring nie weer geplant kan word nie. Die grond lê dan braak totdat katoen in Oktober geplant word. Die katoen word in Mei gepluk, waarna koring weer geplant kan word om die stelsel te herhaal. Hierdie gewasopeenvolgingstelsel is aanvaar as 'n tipiese stelsel vir die gebied.

2. Besproeiingskedulering

Besproeiingskedulering behels besluite ten opsigte van die hoeveelheid en tydigheid van watertoediening. Besproeihoeveelheid en tydigheid van watertoediening. Besproeiingskeduleringstrategieë kan 'n groot invloed hê op die winsgewendheid van 'n belegging (Bosch *et al.*, 1988, p. 172). Die gewas, grond en besproeiingstelsel is drie belangrike veranderlikes wat in ag geneem moet word by die formulering van 'n skeduleringstrategie. Die bestuur van besproeiingswater op

plaasvlak kan egter slegs effektief wees indien die besproeiingstelsel by die toedieningsvereistes van die skeduleringsprogram wat gevolg word, aangepas is of omgekeerd (Bennie *et al.*, 1988, p. 63).

Twee metodes kan volgens Bosch *et al.* (1988, p. 172) gevolg word om ekonomies doeltreffende skeduleringstrategieë te bepaal. Eerstens kan stogastiese dinamiese programmering gebruik word. 'n Ander metode is deur simulasie te gebruik. Die doel met die navorsing is nie om optimale beleggingsalternatiewe te selekteer nie en daarom word prototipe spilpuntbeleggings met 'n tipiese wisselboustelsel gebruik.

Bennie *et al.* (1988) se skeduleringsmodel, BEWAB, is in dié navorsing gebruik. Verskeie redes dien as motivering vir die keuse. Die rekenaarprogram is ontwikkel uit empiriese navorsingsresultate oor verskeie jare wat in die navorsingsgebied uitgevoer is. Die program maak voorsiening vir al drie gewasse in die gekose wisselboustelsel en is al prakties uitgetoets. Grondeienskappe, soos tekstuur en diepte, wat die profielbeskikbare waterkapasiteit bepaal, word in ag geneem. By die toepassing van skedulering word reënval in ag geneem wat die voordeel het dat die koste-implikasies van verskillende besproeiingsbenodigdhede as gevolg van jaarlikse variasie van die reënval, verreken word. Die program kan ook maklik deur besproeiingsboere gevolg word en word reeds in die gebied gebruik.

Die rekenaarprogram is gebruik om skeduleringstrategieë vir koring, mielies en katoen te bepaal. In elke geval is die grondsoort en die vermoë van die besproeiingstelsel in ag geneem. Vier verskillende skeduleringstrategieë word vir elke gewas gegee indien die program uitgevoer word. Een strategie voorsien in die volledige gewaswaterbehoeftes terwyl die res gewaswaterbehoefte gedeeltelik aanvul. In die laasgenoemde gevalle word water in die grondprofiel benut en stel hoër

vereistes aan besproeiingsbestuur. In dié navorsing is die strategie om volledig in gewaswaterbehoefte te voorsien deurgaans gevolg.

Die BEWAB-program vereis as insette die keuse van alternatiewe gewasse en plantdatums, die opbrengsmikpunt, inligting ten opsigte van die grond en die verlangde besproeiingsiklus. Die program is uitgevoer vir elke kombinasie van gewas, stelselkapasiteit en grondsoort, dit wil sê koring, mielies en katoen vir 8 mm-, 10 mm- en 12 mm-spilpuntstelsels op sand- en kleigrond. Die stelselkapasiteite en grondsoorte word in hoofstuk 3 beskryf.

Hoër opbrengsmikpunte lei tot hoër waterbehoeftes. Opbrengsmikpunte is sodanig gekies dat die effektiewe besproeiingsbehoeftes in spitstyd binne die stelselkapasiteite van onderskeidelik 8 mm, 10 mm en 12 mm per dag val. Die werkswyse is gevolg omdat aangeneem word dat 'n boer 'n spilpuntstelsel koop met 'n kapasiteit waarmee hy sy beplande opbrengsmikpunt sal realiseer. 'n Skeduleringsprogram kan aan die stelselkapasiteit gekoppel word omdat Bennie *et al.* (1988, p. 67) sekere verwantskappe gebruik het om totale waterbehoeftes van die onderskeie gewasse by beplande oesopbrengste te bereken.

Grondinligting kan op verskeie wyses as inset in die BEWAB-program verskaf word. Een van die doelwitte van die program is om die profielbeskikbare waterkapasiteit te bereken. Die profielbeskikbare waterkapasiteit is die verskil in die profielwaterinhoud tussen die boonste grens (veldwaterkapasiteit) en die onderste grens van plantopneembare water (Bennie *et al.*, 1988, p. 2). In hierdie geval is die profielbeskikbare waterkapasiteite van die betrokke sand- en kleigronde bekend en is die waardes van onderskeidelik 100 mm en 45 mm vir die sand- en kleigrond ingelees (sien hoofstuk 3). Indien die waardes nie bekend was nie, moet grondeien-

skappe soos gronddiepte, grofslik- en klei-inhoud asook die tekstuurklas verstrek word.

'n Verdere inset is die keuse van 'n besproeiingsiklus. Hoe langer die siklus, hoe groter die toedieningshoeveelheid per siklus en hoe minder raak die aantal besproeiings per seisoen. Aangesien verdampingsverliese dan ook verminder, moet die besproeiingsiklus dus so lank moontlik wees. Die finale infiltrasietempo van die grond en die toedieningstempo van die stelsel beperk egter die maksimum besproeiingshoeveelheid per toediening. Die toedieningshoeveelheid per siklus word gereguleer deur die tydstelling van die spoed waarmee die spilpunt beweeg. Met inagneming van die infiltrasievermoë van die grond en die toedieningstempo van elke stelsel is die langste besproeiingsiklus (dae) vir elke stelsel bereken wat nie afloop veroorsaak nie. Die siklusse is in die program gebruik as inset vir die skeduleringstrategie.

In *tabel 4.1* word die opbrengsmikpunte gegee wat gebruik is om skeduleringstrategieë vir die verskillende kombinasies van stelselkapasiteite, grondtipe en gewasse te verkry. Die stelselnommers verwys deurgaans in die hoofstuk na die stelselnommers van elke prototipe spilpunt soos in *tabel 3.1* in hoofstuk 3 beskryf is.

In die geval van koring wissel die mikpunte vanaf 5,5 ton per hektaar tot 8,0 ton per hektaar; vir mielies varieer dit van 8,0 ton tot 10,0 ton per hektaar en vir katoen van 3,0 ton tot 5,5 ton per hektaar. Die maksimum potensiële opbrengste wat volgens boere gerealiseer kan word, is tydens 'n groepbespreking in die gebied vasgestel. Hierdie maksimum potensiële opbrengste is gebruik as maksimum opbrengste by die 12 mm-stelsels.

Tabel 4.1: Opbrengsmikpunte (kg/ha), besproeiingsiklusse (dae) en bruto besproeiingshoeveelhede (mm/seisoen) vir verskillende prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek

Kapasiteit	8 mm-stelsels		10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
Stelselnr.	1,3,13	2,4,14	5,7,15	6,8,16	9,11,17	10,12,18
Grond	Sand	Klei	Sand	Klei	Sand	Klei
<u>Koring</u>						
Opbrengs	5 500	5 500	7 000	7 000	8 000	8 000
Siklus	6	4	5	3	4	3
Besproei-ing	508	511	642	638	729	725
<u>Mielies</u>						
Opbrengs	8 000	8 000	9 000	9 000	10 000	10 000
Siklus	6	4	5	3	4	3
Besproei-ing	617	625	690	685	736	741
<u>Katoen</u>						
Opbrengs	3 000	3 000	4 500	4 500	5 500	5 500
Siklus	6	4	5	3	4	3
Besproei-ing	706	706	916	911	1048	1048

Die besproeiingsiklus verkort namate die stelsel se kapasiteit toeneem. Verder is kleigronde se besproeiingsiklusse korter as die van ooreenstemmende sandgronde.

Die totale bruto besproeiingstoedienings volgens elke skeduleringstrategie word vir die agtien kombinasies van gewas, grondtipe en stelselkapasiteit gegee. Die BEWAB-program gee die effektiewe besproeiingstoedienings. Op grond van die toedieningsdoeltreffendskoëffisiënt van 85 persent vir spilpunte wat met die Delphi-rondtes bepaal is (hoofstuk 2),

is die syfers aangepas na die bruto besproeiingshoeveelhede wat in die tabel verskaf word.

Die totale bruto besproeiingsbehoefte om al drie gewasse onder die 8 mm-stelsels te verbou is 2 154 mm op sandgrond en 2 167 mm op kleigrond. Vir die 10 mm-stelsels is bruto besproeiingshoeveelhede onderskeidelik 2 645 mm en 2 628 mm op die sand- en kleigrond en vir die 12 mm-stelsels onderskeidelik 2 956 mm en 2 958 mm op die sand- en kleigrond. Die belastingjaar waarin die boere 'n waterkwota kry, strek van 1 April tot 31 Maart die volgende jaar. Die waterkwota vir die gebied is 11 000 m^3/ha wat gelykstaande aan 1 100 mm/ha water is. Die waterkwota gee vir twee jaar 'n totaal van 2 200 mm water wat net voldoende sal wees vir die 8 mm-stelsels. Boere kan egter addisionele water aankoop indien daar nie watertekorte bestaan nie en met die watervoorsiening vir die P.K. le Rouxdam is die moontlikheid van sulke tekorte baie klein. Jaarlikse aankope van 4 000 m^3 sal voldoende wees vir die 12 mm-stelsels. 'n Praktiese probleem is die belastingjaar vir die kwota en die feit dat kwotas nie oorgedra kan word nie. Die groeiseisoen van koring val binne een belastingjaar terwyl dit nie die geval met mielies en katoen is nie. Voorafbeplanning sal dit egter moontlik maak om die kwota ten volle te benut omdat mielies en katoen elk met water uit twee verskillende kwotas besproei kan word.

Die aanbevole besproeiingshoeveelhede per siklus in elke skeduleringstrategie word egter verminder (met 'n maksimum van die aanbevole hoeveelheid) met reënval wat in die siklus voorkom. Elf jaar se historiese weerdata, wat strek vanaf 1978 tot 1988, is gemeet by die weerstasie by die P.K. le Rouxdam. Die weerdata is vanaf die Landbouweerkundedatabank in Pretoria deur middel van rekenaarkoppeling met die Departement van Landbou en Watervoorsiening op Glen verkry. Die data sluit daaglikse reënvalsyfers vir die periode in. Vir elk van die agtien skeduleringstrategieë is die reënval wat binne elke

besproeiingsiklus voorgekom het, gesommeer. Die proses is vir al die jare se reënval herhaal. Elke aanbevole besproeiingshoeveelheid per siklus is toe met die reënval gedurende die siklus verminder.

Die aanname word gemaak dat die grondprofiel gedurende planttyd by veldwaterkapasiteit is. Die skeduleringstrategieë van volledige aanvulling van gewaswaterbehoeftes behoort aan die einde van elke seisoen weer 'n vol grondprofiel tot gevolg te hê. Simulasies met die gewasgroeimodelle het egter die teendeel aangetoon. Twee redes kan moontlik hiervoor aangevoer word. Eerstens vind skedulering vir 'n sekere opbrengsmikpunt plaas. Die profielbeskikbare water in die vol profiel word egter ook deur die plant benut wat hoër opbrengste tot gevolg het maar ook veroorsaak dat die profiel nie by veldwaterkapasiteit is aan die einde van die seisoen nie. Tweedens kan verdampingsverliese moontlik tekorte in die profiel veroorsaak.

Aangesien simulasies vir 'n periode van vyftien jaar gedoen moet word, sal die verontagsaming van die grondwatertekorte tot gevolg hê dat besproeiingskoste onderberaam word. Die simulasiemodelle wat gebruik is, simuleer ook grondwatertoestande. Nadat elke simulasie gedoen is, is die verskil in die grondwatertoestand tydens die plantdatum en die oesdatum bereken. Die hoeveelheid water, omgesit in bruto hoeveelhede, is by elke skeduleringshoeveelheid getel. Daar word dus aangeneem dat hierdie hoeveelheid water toegedien moet word om die grondprofiel voor die volgende plantdatum by veldwaterkapasiteit te kry.

Die bruto besproeiingstoedienings met elk van die agtien skeduleringstrategieë word in *tabel 4.2* aangetoon. Vir elke strategie is die aanpassings ten opsigte van reënval en tekorte in die grondprofiel gemaak vir die tien jare waarvoor weerdata beskikbaar is.

Tabel 4.2: Bruto besproeiingstoedienings met verskillende spilpuntstelsels vir koring, mielies en katoen vir die periode 1978 - 1987 in die Suid-Vrystaat substreek

Bruto besproeiingstoediening per seisoen (mm)						
Kapasiteit	8 mm-stelsels		10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
Stelselnr.	1,3,13	2,4,14	5,7,15	6,8,16	9,11,17	10,12,18
Grond	Sand	Klei	Sand	Klei	Sand	Klei
Koring						
1978	715	691	806	826	891	911
1979	651	645	729	800	820	892
1980	664	659	751	829	828	901
1981	651	661	765	796	854	875
1982	653	655	752	805	848	895
1983	648	700	735	820	836	913
1984	622	625	719	785	811	880
1985	666	693	796	849	878	932
1986	682	679	780	833	875	931
1987	596	609	687	762	785	845
Gemiddeld	655	662	752	811	843	898
Mielies						
1978/79	645	591	694	668	728	725
1979/80	618	584	667	662	713	721
1980/81	575	546	620	611	667	662
1981/82	607	567	651	651	691	705
1982/83	772	706	819	764	852	818
1983/84	656	609	698	682	736	741
1984/85	642	589	676	659	702	716
1985/86	704	644	744	695	776	721
1986/87	651	628	701	698	758	756
1987/88	509	474	542	555	561	601
Gemiddeld	638	594	681	665	718	717
Katoen						
1978/79	926	847	1 133	1 081	1 301	1 199
1979/80	875	800	1 071	982	1 205	1 094
1980/81	825	739	1 012	980	1 182	1 094
1981/82	894	794	1 049	996	1 192	1 104
1982/83	1 011	914	1 191	1 138	1 352	1 242
1983/84	916	820	1 105	1 034	1 242	1 151
1984/85	884	795	1 036	954	1 149	1 062
1985/86	918	822	1 087	1 011	1 159	1 107
1986/87	955	853	1 102	1 021	1 221	1 135
1987/88	794	755	995	964	1 164	1 092
Gemiddeld	900	814	1 078	1 016	1 217	1 128

Die variasie tussen jare se besproeiingshoeveelhede word veroorsaak deur wisselende weersomstandighede. So is die hoë reënval gedurende Februarie 1988 duidelik waarneembaar in die lae besproeiingshoeveelhede vir die 1987/88 seisoen vir mielies. Die styging in besproeiingshoeveelhede tussen die 8 mm-, 10 mm- en 12 mm-stelsels is ook by al die gewasse sigbaar indien na die gemiddelde besproeiingstoedienings gekyk word. Katoen benodig die meeste water, gevolg deur koring en dan mielies. Mielies benodig minder water as koring omdat reën selde in die winter voorkom en omdat die opbrengsmikpunte vir laat-mielies relatief laag is.

Hierdie besproeiingshoeveelhede is gebruik om besproeiingskoste te beraam.

3. Kosteberaming

Die kostes wat ter sprake is by die ekonomiese evaluering van spilpuntbeleggings kan in twee groepe verdeel word. Die eerste groep is gekoppel aan die verbouing van die betrokke gewas terwyl die tweede groep voorkom omdat daar besproei word. Na die twee groepe word onderskeidelik as produksie- en besproeiingskoste verwys.

3.1 Produksiekoste

Produksiekoste is beraam deur gewasbegrotings op te stel vir koring, mielies en katoen. Die inligting wat benodig is, is verkry deur twee groepbesprekings met plaaslike produsente te hou gedurende Maart en April 1989. 'n Voorligtingkundige en boere wat deur hom geïdentifiseer is op grond van hul kennis ten opsigte van die verbouing van die betrokke gewasse, is by die bespreking betrek. Vyf boere was betrokke by die groepbesprekings oor koring- en mielieverbouing (geelmielies) en vier by die groepbesprekings oor katoenverbouing.

Die inligting is verkry deur gebruik te maak van 'n vraelys. 'n Oorhoofse projektor is gebruik as hulpmiddel vir doelmatige kommunikasie. Besonderhede wat verkry is, behels onder meer inligting oor grondtipe en -diepte, plantdatum, kultivar en plantestand. Die opbrengsdata bestaan uit die moontlike opbrengste en die waarskynlikheid van voorkoms asook die gradering van die produk. Van alle produksie-insette is die handelsnaam en hoeveelheid asook die maand van toediening verkry. Volledige inligting oor die bewerkingspraktyke is versamel. Die inligting oor die tipe en grootte van die implemente wat vir elke bewerking gebruik word, die hoeveelheid arbeiders wat betrokke is en die maand waarin dit plaasvind, is vir elke bewerking verkry.

Die begrotingsontwikkelaar wat Apland (1986) ontwikkel het, is gemetriseer en gebruik om bedryfstakbegrotings vir koring, mielies en katoen op te stel. 'n Stel werktuie wat nodig is vir die verbouing van die drie gewasse is in die meganisasieleêer ingelees. Aankooppryse van trekkers en implemente is geneem uit die Kostegids vir Masjinerie (RSA, 1989a). Die inligting wat gedurende die groepbesprekings verkry is, is as insette vir die program gebruik. Alle pryse wat gebruik is, is die nuutste pryse wat beskikbaar was gedurende die einde van April 1989. Die pryse is vanaf die maatskappye of instansies wat die produk/diens lewer verkry.

Onderskeid kan getref word tussen die vaste en veranderlike koste in die bedryfstakbegrotings. Veranderlike koste kan verdeel word in twee kategorieë naamlik koste wat varieer ten opsigte van veranderings in opbrengs en veranderings in oppervlakte. Betreffende produksiekoste is stroop- en vervoerkoste opbrengsveranderlik terwyl die res oppervlakveranderlik is. Vaste koste behels die eienaarskapkoste van masjinerie en implemente en is met die Apland-begrotingsontwikkelaar beraam.

3.2 Besproeiingskoste

Besproeiingskoste bestaan ook uit veranderlike- en vaste koste en word beïnvloed deur die betrokke stelsel wat gebruik word.

Aangesien die kostes beraam word om die netto huidige waarde van elke belegging te bereken, word rente- en depresiasiekoste nie in ag geneem nie. Twee ander vaste koste items is egter ter sprake naamlik die jaarlikse versekering van die stelsel en die vaste elektrisiteitsheffing per maand. Die vaste koste wat vir elke stelsel beraam is (hoofstuk 3), is in ag geneem met 'n 150 persent benutting van die besproeiingsoppervlakte.

Besproeiingsveranderlike koste is ook in hoofstuk 3 vir elke stelsel beraam en uitgedruk as 'n koste om 'n millimeter water per hektaar toe te dien. 'n Hoë en lae koste geld egter omdat 12 000 kW.h elektrisiteit per jaar teen 'n hoër tarief gebruik word. Die besproeiingskoste om elk van die besproeiingshoeveelhede, soos in *tabel 4.2* aangetoon, toe te dien, is bereken. Aangesien koring en katoen elk die grootste deel benut van die twee jare waaroor die wisselboustelsel strek, is die hoë tarief krag vir die twee gewasse gebruik. Die veranderlike besproeiingskoste vir mielies is dus bereken deur die lae koste te gebruik.

Die bogenoemde produksie- en besproeiingskostes is uiteindelik gebruik om die jaarlikse koste vir die verbouing van elke gewas onder besproeiing te beraam.

4. Produkpryse

Die winsgewendheid van besproeiingsbeleggings is baie sensitief vir die produkpryse wat gebruik word (Boggess & Amerling, 1983, p. 90; Bosch *et al.*, 1988, p. 178). Nie net die pryspeile is belangrik nie maar ook die prysrisiko wat met elke gewas geassosieer word.

4.1 Katoenprys

Katoenverbouing hou nie tans vir die produsent 'n groot prysrisiko in nie. Die verwagte oesgrootte in die 1988/89 jaar is 360 000 bale terwyl binnelandse verbruik sowat 410 000 bale is (LANVOKON, 1989). Die moontlikheid van prysdalings is volgens ekonome onwaarskynlik. Indien 'n surplus voorkom, kan katoen winsgewend uitgevoer word.

Tydens die groepbesprekings het die boere besluit dat katoen meganies geoes word. Die produsenteprys vir masjiengeplukte saadkatoen word dus gebruik. Volgens die produsente word 95 persent van die oes as MH002 gegradeer en die orige vyf persent as MM002. Teen die produsentepryse van onderskeidelik 100c/kg en 97c/kg word 'n geweegde prys van 99,85c/kg gerealiseer. 'n Prys van R 1,00/kg veselkatoen word dus in die ontledings gebruik om die inkomste uit katoen te bereken.

4.2 Koring- en mielieprys

Die verbouing van koring en mielies hou vir die produsent besliste prysrisiko's in sedert van die eenkanaal-vasteprysskema wegbeweeg word. Vir beide gewasse maak die onderskeie bemarkingsrade prysbegrotings voor die aanvang van die plantseisoen bekend. Hierdie begrotings of prysscenario's word gebaseer op faktore soos die grootte van die oes, die internasionale mark, die binnelandse mark en bemarkingskoste.

Die netto produsentepryse vir mielies vir moontlike oesleweringe vir die 1989/90-bemarkingseisoen is gedurende Augustus 1988 bekend gemaak. Die produsentepryse vir geelmielies met die geassosieerde oeslewerings, is soos volg (LANVOKON, 1989):

Oeslewering (ton)	Netto produsenteprys (R/ton)
6 000 000	250
7 000 000	237
8 000 000	223
9 000 000	212
10 000 000	203

Die koringraad het beraamde pryse vir die 1989/90 bemarkingseisoen gedurende April 1989 bekend gemaak. Die produsenteprys vir A1-koring vir sekere oesgroottes is soos volg (RSA, 1989b):

Oesgrootte (ton)	Produsenteprys (R/ton)
2 750 000	373
3 000 000	358
3 250 000	345
3 500 000	334

Historiese koring- en mielie-oesgroottes kan gebruik word om moontlike lewerings vir die volgende jare te bepaal. Vir beide gewasse is werklike produksiesyfers en die oppervlakte wat jaarliks geplant is vanaf 1955/56 tot 1987/88 bekend (RSA, 1989c).

Die produksiesyfers verskil egter van jaar tot jaar. Drie faktore kan vir hierdie veranderings verantwoordelik wees. Eerstens beïnvloed weersomstandighede die gewasopbrengste. Droë toestande gedurende planttyd veroorsaak kleiner aanplantings en gevolglik 'n laer produksie. Ongunstige toestande soos droogte en uiterste temperature gedurende die groeiseisoen benadeel ook produksie. Dié variasie is onvoorspelbaar en geen tendens sal oor tyd waarneembaar wees nie. Hierdie variasie is die hoofoorsaak van prysrisiko. Volgens Nelson *et al.* (1978, p. 1.4) word onvoorspelbare afwykings deur veranderings in vraag- en aanbodtoestande veroorsaak. Groot afwykings in die vraag kom egter nie jaarliks voor nie

en prysrisiko word dus hoofsaaklik deur veranderings in aanbodtoestande veroorsaak.

Tweedens kan opbrengste en dus ook die oesgrootte varieer as gevolg van 'n verandering in tegnologie. Navorsing lei tot tegnologiese vordering sodat beter kultivars, bewerkingspraktyke en nuwe middels vir plaag- en onkruidbeheer met verloop van tyd die opbrengs per hektaar behoort te verhoog. In teenstelling met die gemelde invloed van klimaat, behoort laasgenoemde faktor te lei tot 'n stygende tendens ten opsigte van opbrengste wat gerealiseer word.

Die derde faktor wat die nasionale produksie kan beïnvloed, is die oppervlakte wat jaarliks vir die verbouing van koring of mielies benut word. Soos reeds genoem kan ongunstige planttoestande variasie ten opsigte van oppervlakte wat geplant is,veroorsaak wat geen tendens sal volg nie. Die relatiewe winsgewendheid van 'n gewas asook ander voor- of nadele kan egter lei tot 'n vermindering of uitbreiding in die oppervlakte wat verbou word. Hierdie veranderings behoort egter 'n tendens met verloop van tyd te toon.

Aangesien die eerste genoemde faktor die oorsaak is van prysrisiko, word die variasie in produksie gebruik om prysrisiko by die ontleding van die winsgewendheid van die alternatiewe spilpuntbeleggings in berekening te bring. Die aanname wat gemaak word, is dat elk van die oesgroottes wat die afgelope 33 jaar voorgekom het, 'n gelyke kans het om weer voor te kom. Volgens die huidige bemarkingsbenadering bepaal die oesgrootte dan die produsenteprys.

Die veranderings in oesgrootte as gevolg van die verandering in tegnologie en as gevolg van geleidelike veranderings in oppervlakte aangeplant, veroorsaak egter dat die historiese oesgroottes nie vergelykbaar is met oesgroottes wat tans gerealiseer kan word nie. Die gevolge van die twee faktore

behoort egter as tendense waarneembaar te wees en kan sodoende bepaal word.

Die beskikbare data oor historiese koring- en mielie-oesgroottes asook die oppervlaktes wat geplant is, kwalifiseer as tydreekse. Volgens Spiegel (1972, p. 283) is 'n tydreeks 'n stel waarnemings wat op spesifieke tye of datums met eenderse intervalle geneem is. Vier bewegings kan by tydreekse geïdentifiseer word (Spiegel, 1972, p. 284) naamlik langtermyn, sikliese, seisoenale en ongereelde bewegings. Die langtermynbeweging verwys na die algemene rigting waarin 'n grafiek van 'n tydreeks beweeg en strek gewoonlik oor 'n lang periode. 'n Lyn wat die neiging voorstel kan bereken word deur van die metode van kleinste kwadrate gebruik te maak.

Tegnologiese vordering word hoofsaaklik in opbrengs per hektaar weerspieël en nie die totale oesopbrengs nie. Elke jaar se oesgrootte is dus gedeel deur die oppervlakte geplant om die opbrengs per hektaar te verkry en die data is grafies voorgestel. Vir beide koring en mielies is 'n duidelike opwaartse tendens sigbaar. Daar word aangeneem dat die verwantskap tussen tyd en opbrengs per hektaar reglynig is. 'n Tendenslyn is bepaal deur die TSP-rekenaarpakket te gebruik om die tydreekse te ontleed.

In die geval van koring is die volgende lineêre regressievergelyking verkry:

$$Y = 414,29 + 28,00\ X \qquad (4.4)$$

waar Y = opbrengs per hektaar in kg en
X = tyd in jare waar 1946 = 1.

Die t-waarde vir die regressiekoëffisiënt van 28 kg is 8,688 en aansienlik hoër as $t_{32;0,001}$. Daar kan dus aanvaar word dat

tegnologiese vordering oor die afgelope 33 jaar koringopbrengste jaarliks met 28 kg per hektaar laat styg het.

Die lineêre regressievergelyking vir die mielie-opbrengs per hektaar is:

$$Y = 1\ 082{,}05 + 31{,}32\ X \qquad (4.5)$$

waar Y en X dieselfde verklaring het as in *vergelyking (4.4)*.

Die t-waarde vir die regressiekoëffisiënt van 31 kg is 3,561 wat hoër is as $t_{32;0,001}$. Mielie-opbrengste het dus jaarliks as gevolg van tegnologiese ontwikkeling met 31 kg per hektaar gestyg.

Aangesien die tendense in opbrengs per hektaar betekenisvol is, is opbrengste vir mielies en koring vir al die jare tot die vlak van 1988 se tegnologie aangepas. Hierdie aanpassings is gedoen deur die jaarlikse styging in opbrengs by te tel by die werklike opbrengs per hektaar vir elke jaarverskil tussen die jaar waarin betrokke opbrengs voorgekom het en 1988.

Lineêre regressievergelykings vir die oppervlakte wat jaarliks geplant is vir koring- en mielieverbouing is op dieselfde wyse verkry. Die vergelyking vir die oppervlakte koringverbouing oor die afgelope dertig jaar is:

$$Y = 1\ 249\ 498 + 24\ 563\ X \qquad (4.6)$$

waar Y = totale oppervlakte koring geplant in ha en
X = tyd in jare waar 1965 = 1.

Die t-waarde vir die regressiekoëffisiënt is 6,905 en dus betekenisvol. Daar is dus die afgelope 33 jaar 'n jaarlikse uitbreiding in koringaanplantings van 24 563 hektaar per jaar.

Die lineêre regressievergelyking vir die oppervlakte aangeplante mielies is:

$$Y = 4\ 047\ 595 + 7\ 514\ X \qquad (4.7)$$

waar Y en X dieselfde verklaring het as in *vergelyking (4.6)*.

Die t-waarde vir die regressiekoëffisiënt is egter 1,177 wat eers betekenisvol is by $t_{32;0,248}$. In die geval kan daar nie met sekerheid gesê word dat die aanplantings met 7 514 ha per jaar toegeneem het nie.

Koringaanplantings van vorige jare is op dieselfde wyse as die opbrengste aangepas tot 'n vergelykbare oppervlakte met die in 1988. Die jaarlikse variasie wat nog steeds voorkom, kan dan onder andere aan ongunstige planttoestande toegeskryf word.

Aangepaste oesgroottes vir koring is verkry vir die 33 jaar deur elke jaar se aangepaste opbrengs per hektaar met die aangepaste oppervlakte te vermenigvuldig. In die geval van mielies is die aangepaste opbrengs per hektaar met die oorspronklike oppervlakte vermenigvuldig. Vir beide gewasse is daar dus aangepaste oesgroottes vir 'n periode van 33 jaar verkry wat op dieselfde vlak van tegnologie en omvang van aanplantings is as die in 1988.

Deur die koring- en mielieprysbegrotings te gebruik, is aan elkeen van die jare 'n produsenteprys toegeken asof die oes in die bemarkingsjaar van die begrotings voorkom. Vir elke jaar is die geprojekteerde produsenteprys gebruik wat geassosieer word met die oesgrootte wat die naaste aan die aangepaste oesgrootte is. Met die aanname dat die 33 oesgroottes vir beide gewasse elk 'n gelyke kans het om weer voor te kom, is die

pryse wat so verkry is, in die winsgewendheidsontledings gebruik om prysrisiko in ag te neem.

5. Opbrengssimulasie

Produksierisiko word in ag geneem deur gebruik te maak van gewasgroeimodelle om opbrengste onder veranderlike omgewingstoestande te simuleer. Twee basiese modelle van De Jager *et al.* (1986; 1987), is gebruik om koring-, mielies- en katoenopbrengste te simuleer. Die werking van die modelle is deur Botes (1989) beskryf.

Toetssimulasies met 'n aangepaste weergawe van die PUTU 9-86 model het swak opbrengsresultate ten opsigte van koring en mielies gegee maar goeie resultate vir katoen gegee. Navorsingsresultate van Bennie *et al.* (1988) in die ondersoekgebied is as kontrolemaatstaf gebruik om die betroubaarheid van die gesimuleerde gewasopbrengste te bepaal. Katoenopbrengste wat ooreenstem met Bennie *et al.* (1988) se resultate en wat binne die grense is wat boere tydens die groepbesprekings verskaf het, is met die model verkry. Die model is gebruik om katoenopbrengste te simuleer.

Die PUTU 8-87 model is gebruik om koringopbrengste te simuleer. Hierdie model is deur Botes (1989) getoets en gekalibreer met eksperimentele koringopbrengste in die gebied onder die P.K. le Rouxdam.

Die PUTU 12-8 model van De Jager *et al.* (1986) wat ontwikkel is om droëlandopbrengste vir mielies te simuleer, is gebruik om mielie-opbrengste onder besproeiing te beraam. Die model is by twee geleenthede verfyn (De Jager & Hensley, 1988; De Jager, 1989a). De Jager (1989b) het die model verander sodat besproeiingshoeveelhede ingelees kan word. Die gesimuleerde mielie-opbrengste onder besproeiing in die ondersoekgebied was te hoog. Nadat die funksie wat verdamping bereken, verander

is en beperkings op die invloed van uiterste temperature geplaas is, is opbrengste verkry wat met Bennie *et al.* (1988) se resultate ooreenstem.

Die drie simulasiemodelle vereis dieselfde insetdata alhoewel die formaat daarvan verskil. Klimatologiese, grondkundige, plantkundige en besproeiingsdata word benodig.

Die klimatologiese data vir die P.K. le Rouxdamgebied van 1978 tot 1988 is gebruik. Die data bestaan uit minimum en maksimum temperatuur, reënval, verdamping en sonskynduur. Die daaglikse data word as lêers deur al drie programme gelees. Aanpassings moes egter aan die formaat van die lêers vir die verskillende modelle gemaak word.

Grondkundige data vir die sand- en kleigrond is vanaf Bennie *et al.* (1988, pp. 182, 190) se navorsingsresultate verkry. Hierdie data sluit in die kleipersentasie en bruto digtheid van elke grondlaag asook die gronddiepte. Die grondwaterinhoud gedurende planttyd moet ook ingelees word en in al die gevalle is die waterinhoud by veldwaterkapasiteit gebruik.

Plantdigthede en -datums vir elke gewas is deur middel van die groepbesprekings verkry. Die plantdatums vir koring, mielies en katoen is onderskeidelik 1 Julie, 20 Desember en 20 Oktober. Plantdigthede van 120 kg koringsaad per hektaar en 56 000 mielieplante en 100 000 katoenplante per hektaar is gebruik. Potensiële maksimum opbrengste van 5 000 kg vir katoen en 7 000 kg vir koring is bepaal. Die mielie-simulasiemodel benodig nie 'n potensiële maksimum opbrengs nie. Verdere plantkundige data soos die duur van die verskillende groeistadiums en vereiste hitte-eenhede word ook benodig.

Die verskillende skeduleringstrategieë wat gevolg word, word deur die programme uit voorafopgestelde lêers gelees. Die

hoeveelheid van en dag waarop elke besproeiing plaasvind, moet verskaf word. Effektiewe besproeiingsyfers word verskaf.

Tien jare se volledige weerdata is vir die gebied beskikbaar. Vir elk van die ses skeduleringstrategieë per gewas, naamlik die strategieë vir 8 mm-stelsels op sand- en kleigrond, 10 mm-stelsel op sand- en kleigrond en vir die 12 mm-stelsels op sand- en kleigrond, is gewasopbrengste vir die 10 jare gesimuleer. Sestig opbrengste per gewas is dus gesimuleer.

Die program beraam ook vir elke simulasie die grondwatertoe-stand in die begin en aan die einde van die seisoen. Die verskil in die twee waardes is by die skeduleringshoeveelheid bygetel en omgesit na bruto syfers (*tabel 4.2*) vir die berekening van besproeiingsveranderlike koste.

6. Ekonomiese ontleding

Die ekonomiese winsgewendheid van elke spilpuntstelsel is bepaal deur die netto huidige waarde van die belegging te bereken. Inaggenome *vergelykings (4.1), (4.2)* en *(4.3)* is die volgende vergelyking ontwikkel om die netto huidige waarde, NHW, van 'n belegging onder Suid-Afrikaanse omstandighede te beraam:

$$NHW = -i + s(1-m) + \sum_{t=1}^{n} \frac{d_t(i)(m)}{(1+v)^{t-1}} + \sum_{t=1}^{n} \frac{nkv_t(1-m)}{(1+v)^{t-1}} + \frac{r(1-m)}{(1+v)^{n-1}} \qquad (4.8)$$

waar i = waarde van aanvanklike belegging (R),
s = subsidie op besproeiingstelsel (R),
nkv = netto kontantvloei in jaar t (R),
r = herwinningswaarde van stelsel (R),
m = marginale belastingkoers (%),
d = % waardevermindering afskryfbaar vir belastingdoeleindes in jaar t,
v = verdiskonteringskoers en
n = ekonomiese lewensduur van belegging (jare).

Vergelyking (4.8) is gebruik om die netto huidige waarde van die beleggings te bereken. 'n Rekenaarprogram is in Turbo Pascal geskryf om vir elke belegging die netto huidige waarde te bereken. Waardes vir die belegging, subsidie, belasting- en die verdiskonteringskoers word ingelees. Die jaarlikse netto kontantvloei word gelees vanaf lêers wat vooraf opgestel is. Die lêers wat die netto kontantvloeisyfers bevat, is die resultaat van die kombinering van die opgestelde bedryfstakbegrotings, die vaste en veranderlike besproeiingskoste asook gesimuleerde opbrengste en produkpryse.

Opbrengste en produkpryse is op so 'n wyse gekies dat produksie- en prysrisiko daardeur in ag geneem word. Die 33 pryse wat vir mielies en vir koring verkry is deur die nuutste prysscenario's toe te pas op die aangepaste nasionale produksiesyfers, is aan die tien gesimuleerde opbrengste wat vir elke skeduleringstrategie verkry is, gekoppel. Die aanname ten opsigte van die gesimuleerde opbrengste is dat elke jaar

se historiese weerdata wat gebruik is 'n gelyke kans het om weer voor te kom. Verder word aangeneem dat die nasionale oesgroottes in die verlede, nadat aanpassings vir neigings ten opsigte van oppervlakte geplant en tegnologie gemaak is, gelyke kanse het om weer gerealiseer te word. Deurdat daar aangeneem is dat daar nie 'n verband tussen die opbrengste onder besproeiing en die nasionale oesgrootte is nie, is daar dus 330 prys-opbrengskombinasies verkry wat ewekansig kan voorkom. Aangesien prysrisiko by katoenverbouing laag is en net een produsenteprys gebruik word, is daar net tien prys-opbrengskombinasies.

Indien die wisselboustelsel van koring, mielies en katoen gevolg word, beteken dit dat daar agt koring- en mielie-oeste en sewe katoenoeste in die periode van vyftien jaar, wat die ekonomiese lewensduur van 'n spilpunt is, verbou word. Aan die prys-opbrengskombinasies is in die geval van koring en mielies nommers van 1 tot 330 toegeken en in die geval van katoen van 1 tot 10. Ewekansige getalle in elke reeks is met behulp van 'n rekenaar verkry en gebruik om prys-opbrengskombinasies ewekansig te kies. Agt kombinasies is vir koring en mielies gekies en sewe vir katoen. Hierdie prys-opbrengskombinasies is gebruik om die bruto inkomste vir die opeenvolgende seisoene te bereken in die volgorde wat die getalle verkry is. Vir elke skeduleringstrategie is die proses twintig keer herhaal om twintig stelle bruto inkomstesyfers vir vyftien opeenvolgende jare te verkry.

Die netto jaarlikse kontantvloei vir elke stelsel is vir die periode van vyftien jaar beraam deur die gekose prys-opbrengskombinasies in 'n bedryfstakbegroting te gebruik. Twee bedryfsuitgawes wat opbrengsveranderlik is, naamlik stroop- en vervoerkoste, is bereken volgens die opbrengs wat gekies is. Besproeiingsveranderlike koste om die spesifieke opbrengs te realiseer is in die bedryfstakbegroting gebruik. Die versekerings- en vaste elektrisiteitsuitgawes vir elke stelsel is

ook in die bedryfstakbegroting opgeneem. Die res van die items in die bedryfstakbegrotings bly konstant en varieer nie as gevolg van verskillende pryse, opbrengste en besproeiingstelsels nie.

Die jaarlikse netto kontantvloei is vir die twintig herhalings in die lêer geskryf wat deur die netto huidigewaarde-program gelees word. Aangesien die netto kontantvloei per hektaar beraam is, moet die stelselgrootte ook as inset verskaf word.

Die kontantvloei oor die periode van vyftien jaar is bereken deur huidige pryse te gebruik. Daar word dus met reële pryse gewerk. 'n Vereiste is dan dat die verdiskonteringskoers ook 'n reële koers moet wees. Die geweegde gemiddelde koste van kapitaal is die beste verdiskonteringskoers. Vir die meeste boere in die Vanderkloof Staatswaterskema is die nominale geweegde gemiddelde koste van kapitaal 13,35 persent op 'n na-belasting grondslag as die marginale belastingkoers 20 persent is (Meiring & Oosthuizen, 1989). Gevolglik is die reële verdiskonteringskoers negatief indien 'n inflasiekoers van 15 persent gebruik word.

Eenstemmigheid heers onder landbou-ekonome dat 'n negatiewe verdiskonteringskoers nie gebruik kan word nie. Tydens die Delphi-rondtes het die paneel 'n reële koers wat wissel van drie persent tot agt persent aanbeveel. 'n Reële na-belasting verdiskonteringskoers van vyf persent word in die ontledings gebruik. 'n Aanname van 'n marginale belastingkoers van twintig persent, waarmee die jaarlikse kontantvloei verminder word, word gemaak.

Drie redes word aangevoer ter ondersteuning van 'n positiewe verdiskonteringskoers. Eerstens maak 'n negatiewe koers voorsiening vir hoë inflasie en bemoeilik sulke aannames die stryd om inflasie af te bring. Tweedens weerspieël 'n negatiewe koers nie die kapitaalskaarste in Suid-Afrika nie. Die risiko

wat geassosieer word met landbouprojekte vereis ook hoër verdiskonteringskoerse.

Elke besproeiingstelsel se aanvanklike kapitaalbelegging, wat in *tabel 3.4* in hoofstuk 3 weergegee is, word in die program ingelees. Voorsiening word gemaak vir 'n subsidie waarvoor boere by die oprigting van besproeiingstelsels kan kwalifiseer. Die subsidie word beperk tot die kleinste bedrag van R 7 500 of 33,3 persent van die koste van die stelsel. Die subsidie word na oprigting uitbetaal aan eienaars van stelsels wat tegnies korrek ontwerp is en wat "ekonomies" is. Die laaste vereiste is egter nie duidelik definieerbaar nie. In die geval van die agtien stelsels is die subsidie dus R 7 500 wat belasbaar is.

Die voordeel om depresiasie vir belastingdoeleindes af te trek, word ook in *vergelyking (4.8)* geakkommodeer. Volgens Divaris en Stein (1989, p. 147) is 'n "50/30/20"-waardevermindering beskikbaar vir 'n kwalifiserende bate in die belastingjaar waarin dit vir die eerste keer in gebruik geneem word en in elk van die twee daaropvolgende belastingjare. Vyftig persent, 30 persent en 20 persent van die koste kan as waardevermindering van die belasbare inkomste afgetrek word. Die vermindering in inkomstebelasting as gevolg hiervan word as 'n kontantinvloei beskou. Die voordeel word bereken met die aannames dat die boer se marginale belastingkoers twintig persent is en dat hy belasbare inkomste het wat die absolute bedrae van depresiasie oorskry. Die tweede en derde jaar se voordele word tot huidige geldwaardes verdiskonteer.

Laastens word die herwinningswaarde van die toerusting na 'n ekonomiese lewensduur van vyftien jaar tot huidige waarde verdiskonteer. Die herwinningswaarde van 15 persent van die beleggingskoste (hoofstuk 2) word belas omdat die totale bate in die eerste drie jaar vir belastingdoeleindes afgeskryf is.

Die na-belastingwaarde van die belegging word tot huidige waarde verdiskonteer.

Die netto huidige waarde is vir die twintig herhalings van die 23 opeenvolgende opbrengste van die wisselboustelsel vir al agtien stelsels bereken. Die gemiddeld en standaard afwyking van die twintig herhalings is bereken. Die gemiddelde netto huidige waarde word oor die leeftyd van die stelsel, per jaar en per hektaar uitgedruk.

Die netto voordeel:beleggingsverhouding word as 'n relatiewe maatstaf gebruik om die alternatiewe beleggingstrategieë in volgorde van dalende winsgewendheid te plaas.

RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

Die resultate ten opsigte van die ekonomiese evaluering van prototipe spilpuntbeleggings word aangebied in afdelings wat handel oor koring- en mieliepryse, gesimuleerde opbrengste, kosteberamings en die beraamde netto huidige waarde van die alternatiewe besproeiingsbeleggingstrategieë.

1. Koring- en mieliepryse

Historiese koring- en mielie-oesgroottes wat aangepas is tot 1988 se vlak van tegnologie en aanplantings, word vir die periode van 1956 tot 1988 in *tabel 4.3* aangetoon. Hoe langer gelede die oes, hoe groter is die aanpassings.

Tabel 4.3: Aangepaste nasionale koring- en mielie-produksie en die ooreenstemmende verwagte produsentepryse vir die periode 1956 tot 1988

Jaar	Koring		Mielies	
	Aangepaste produksie	Produsenteprys(R/ton)	Aangepaste produksie	Produsenteprys(R/ton)
1956	3 205 748	345	7 187 912	237
1957	3 042 763	358	7 637 482	223
1958	2 575 367	373	6 885 925	237
1959	2 725 948	373	7 280 525	237
1960	2 712 421	373	7 998 748	223
1961	2 846 384	373	8 757 656	212
1962	2 498 149	373	9 537 277	203
1963	2 728 673	373	9 497 741	212
1964	2 816 074	373	7 611 496	223
1965	2 167 982	373	7 673 622	223
1966	1 840 401	373	8 057 480	223
1967	2 571 359	373	12 780 549	203
1968	2 823 948	373	8 277 882	223
1969	2 880 280	358	7 795 848	223
1970	2 911 176	358	8 366 587	223
1971	3 172 285	345	10 574 009	203
1972	3 165 723	345	11 397 334	203
1973	3 216 519	345	5 656 599	250
1974	2 756 031	373	12 567 112	203
1975	2 888 666	358	10 627 499	203
1976	3 330 591	345	8 833 471	212
1977	2 775 502	373	11 019 287	203
1978	2 507 686	373	11 249 132	203
1979	2 863 259	373	9 382 601	212
1980	2 055 486	373	11 757 016	203
1981	2 947 946	358	15 358 799	203
1982	2 957 012	358	9 049 960	212
1983	2 164 851	373	4 642 673	250
1984	2 677 294	373	4 813 673	250
1985	1 913 502	373	8 283 181	223
1986	2 490 791	373	8 183 666	223
1987	3 228 629	345	7 196 549	237
1988	3 387 000	334	7 014 999	237

In die geval van koring is 1956 se produksiesyfer met 2 315 748 ton verhoog tot 3 205 748 ton om te kompenseer vir die hoër vlak van tegnologie en groter aanplantings in 1988. Tegnologiese vordering het genoodsaak dat mielieproduk-

siesyfers in 1956 met 3 403 912 ton verhoog is om vergelykbaar met 1988 te wees. Die gemiddelde aangepaste oesgroottes oor 33 jaar is 2 752 892 ton en 8 877 402 ton vir koring en mielies onderskeidelik met standaard afwykings van 393 732 ton en 2 317 846 ton.

Die jaarlikse variasie in produksie word hoofsaaklik deur klimaatsfaktore veroorsaak. Die grootste koringoes was 3 387 000 ton in 1988 teenoor die kleinste oes van 1 840 401 ton in 1966 wat 46 persent laer is. Die grootste mielie-oes was 15 358 799 ton in 1981. Die kleinste oes van 4 642 673 ton in 1983 is slegs 30 persent van 1981 se oes. Die groot jaarlikse skommelings in beide gewasse se oesgroottes, beklemtoon die prysrisiko waaraan produsente onder die huidige bemarkingskemas onderhewig is.

Teenoor elke aangepaste oesgrootte in *tabel 4.3* word die produsenteprys gegee wat volgens die nuutste prysscenario's sal geld indien die gestelde oesgrootte gerealiseer word.

Die koringprys is in twintig van die 33 jaar die hoogste prys van R 373 per ton, in ses jare is die prys R 358 en ook R 345 terwyl die prys net in een jaar, 1988, R 334 per ton is. Die feit dat Suid-Afrika 'n netto koringinvoerder is, word deur die syfers weerspieël. Die waarskynlikheid om pryse per ton van R 373, R 358, R 345 en R 334 te realiseer is onderskeidelik 61 persent, 18 persent, 18 persent en 3 persent. Die prysrisiko om laer koringpryse te realiseer, is hiervolgens laag.

Mieliepryse per ton van R 250, R 237, R 223, R 212 en R 203 kom onderskeidelik 3, 5, 10, 5 en 10 jare gedurende die 33 jaar voor wat benaderd neerkom op persentasies van 9, 15, 30, 15 en 30 persent. In teenstelling met koring is die moontlikheid van 'n lae mielieprys groter as die van hoër pryse.

Volgens die ontleding hou mielieverbouing dus 'n groter prys-risiko in as koringverbouing indien volgens die hoër pryse in die prysscenario's beplan word. Die oesgroottes wat gebruik is om die pryse te bepaal, is aangepas deur van historiese tendense gebruik te maak. Toestande wat tans ondervind word, soos moontlike ongunstige prysverhoudings, kan aanplantings laer laat daal as die oppervlaktes wat met die bogenoemde aannames verkry is en dit sal moontlik hoër pryse tot gevolg hê. Dit behoort egter oor die korttermyn nie 'n groot invloed op die algemene prysvlakke te hê nie.

2. Opbrengssimulasies

2.1 Koringopbrengste

Gesimuleerde koringopbrengste vir die ses verskillende besproeiingskeduleringstrategieë word in *tabel 4.4* aangetoon.

Die variasie in die opbrengste is betreklik gering tussen die jare sowel as tussen die verskillende besproeiingstoedienings van die 8 mm-, 10 mm- en 12 mm-stelsels. Die rede hiervoor is die grondprofiele wat by veldwaterkapasiteit gedurende planttyd is. Ten spyte van laer watertoedienings by die 8 mm- en 10 mm-stelsels, voorsien die plant in sy waterbehoeftes deur beskikbare water in die profiel te benut. Die benutting van die profielbeskikbare waterkapasiteit word bewys deur die tekorte in die profiel nadat die koring gestroop is. Volgens Bennie *et al.* (1988) berus die suksesvolle benutting van 'n besproeiingstelsel juis daarop dat reserwe ontwerptoediningskapasiteit van die stelsel aangewend word om die profielbeskikbare waterkapasiteit geleidelik aan te vul wanneer die stelseltoedieningsvermoë hoër is as die daaglikse gewaswaterbehoeftes. In die geval van koring veroorsaak die laer kapasiteit spilpuntstelsels dus nie laer opbrengste nie.

Tabel 4.4: Gesimuleerde koringopbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata

Koringopbrengste (kg)						
Kapasiteit	8 mm-stelsels		10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
Stelselnr.	1,3,13	2,4,14	5,7,15	6,8,16	9,11,17	10,12,18
Grond	Sand	Klei	Sand	Klei	Sand	Klei
1978	6 699	6 539	6 702	6 730	6 703	6 732
1979	6 692	6 679	6 695	6 625	6 696	6 726
1980	6 677	6 691	6 682	6 713	6 683	6 714
1981	6 708	6 728	6 710	6 739	6 711	6 740
1982	6 712	6 730	6 714	6 738	6 715	6 740
1983	6 700	6 725	6 703	6 734	6 704	6 734
1984	6 697	6 707	6 699	6 725	6 700	6 726
1985	6 695	6 719	6 698	6 726	6 699	6 727
1986	6 697	6 703	6 700	6 727	6 700	6 728
1987	6 696	6 721	6 699	6 729	6 699	6 730
Gemiddeld	6 697	6 694	6 700	6 719	6 701	6 730
Std afw	9,3	57,0	8,6	33,7	8,6	7,6

Die standaard afwykings toon dat opbrengsvariasie op die kleigrond redelik toeneem as die watertoediening daal. Hierdie resultaat kan verklaar word deur die hoër grense van veldwaterkapasiteit en permanente verwelkpunt by kleigronde in vergelyking met sandgronde. By lae watertoedienings is die water dus minder geredelik vir die plant beskikbaar indien die profielbeskikbare water min is. By die hoër watertoedieningspeile raak die gemiddelde opbrengste op die kleigrond hoër as dié op sandgrond, wat moontlik op beter benutting van die water kan dui omdat genoeg water beskikbaar is en die water langer in die wortelsone beskikbaar is as in die dieper sandgrond.

2.2 Mielie-opbrengste

Tabel 4.5: Gesimuleerde mielie-opbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata

Mielie-opbrengste (kg)						
Kapasiteit	8 mm-stelsels		10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
Stelselnr.	1,3,13	2,4,14	5,7,15	6,8,16	9,11,17	10,12,18
Grond	Sand	Klei	Sand	Klei	Sand	Klei
1978/79	6 811	6 141	7 524	6 782	8 251	7 201
1979/80	7 792	6 748	8 194	7 257	8 860	7 516
1980/81	7 339	6 656	8 018	7 077	8 746	7 433
1981/82	8 107	7 026	8 606	7 567	9 137	7 861
1982/83	6 874	5 956	7 580	6 657	8 177	7 114
1983/84	6 833	5 828	7 410	6 377	7 835	6 677
1984/85	8 763	7 558	9 559	8 284	9 966	8 634
1985/86	7 808	6 786	8 381	7 289	8 939	7 658
1986/87	9 118	7 873	9 869	8 431	10 231	8 729
1987/88	9 575	8 632	9 870	9 057	10 367	9 211
Gemiddeld	7 902	6 920	8 501	7 478	9 051	7 803
Std afw	988,2	888,4	955,2	861,2	881,5	808,2

Die mielie-opbrengste, wat in *tabel 4.5* verskaf word, toon baie meer variasie as die gesimuleerde koringopbrengste (*tabel 4.4*). Die watertoedieningspeile wat toeneem, het deurgaans hoër opbrengste tot gevolg. Hierdie resultaat dui daarop dat die toedieningskapasiteit van die 8 mm- en 10 mm-stelsels onvoldoende is om stremming by mielies te voorkom ten spyte van 'n vol grondprofiel tydens planttyd. Aangesien daar nie in gewasbehoeftes voldoen word nie, is die opbrengste op die kleigrond aansienlik laer as die op die sandgrond. Soos in die geval van koringopbrengste op kleigrond, neem die variasie in mielie-opbrengste af op sand- en kleigronde namate water-toedieningspeile styg. Die groot verskille in opbrengs behoort te lei tot die hoër winsgewendheid van die 12 mm-stelsels.

2.3 Katoenopbrengste

Tabel 4.6: Gesimuleerde katoenopbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata

Katoenopbrengste (kg)						
Kapasiteit	8 mm-stelsels		10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
Stelselnr.	1,3,13	2,4,14	5,7,15	6,8,16	9,11,17	10,12,18
Grond	Sand	Klei	Sand	Klei	Sand	Klei
1978/79	1 797	1 742	2 477	2 507	2 986	2 825
1979/80	2 439	2 309	3 046	2 809	3 166	3 006
1980/81	2 077	1 949	2 673	2 712	3 085	3 020
1981/82	3 083	2 884	3 756	3 691	4 221	3 999
1982/83	3 377	3 221	4 258	4 114	4 739	4 393
1983/84	3 245	3 019	4 150	3 942	4 611	4 331
1984/85	4 133	3 877	4 684	4 446	4 988	4 692
1985/86	3 998	3 760	4 751	4 537	5 000	4 835
1986/87	3 980	3 694	4 421	4 191	4 710	4 420
1987/88	2 557	2 318	2 945	2 780	3 379	3 073
Gemiddeld	3 069	2 877	3 716	3 573	4 089	3 859
Std afw	830,8	772,5	859,9	789,3	837,8	789,3

Katoen, wat soos mielies 'n somergewas is, se gesimuleerde opbrengste in *tabel 4.6* toon dieselfde patrone as die van mielies. Hierdie resultaat dui daarop dat watertoediening by die laer kapasiteit spilpuntstelsels nie in gewaswaterbehoeftes voldoen nie. Die relatiewe groot variasie tussen elke jaar se opbrengs by mielies en katoen in vergelyking met koring is die groter invloed wat reënval op die opbrengste het. Koring, wat gedurende die droë seisoen geplant word, se opbrengs word hoofsaaklik deur die besproeiingshoeveelhede en grondwater met planttyd bepaal. Die groter variasie in katoenopbrengste by die 10 mm-stelsel is moeilik verklaarbaar. Die spesifieke watertoediening kan moontlik lei tot vege-

tatiewe groei wat die plant meer gevoelig maak vir vogstremmings later in die seisoen.

Die beraamde opbrengste vir al drie gewasse vergelyk goed met Bennie *et al.* (1988) se resultate. Verder val die beraamde opbrengste binne die grense wat volgens die boere realisties is.

3. Kosteberaming

3.1 Besproeiingskoste

Tabel 4.7: Jaarlikse versekering en vaste elektrisiteitskoste van agtien prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek, September 1989

Stelsel-nommer	Versekering (R)	Elektrisiteit(R)	Totaal (R)	Koste\ha gewas (R)
1	1 562,99	973,92	2 536,91	28,19
2	1 574,30	973,92	2 548,22	28,31
3	1 608,39	973,92	2 582,31	28,69
4	1 663,82	973,92	2 637,74	29,31
5	1 597,25	973,92	2 571,17	28,57
6	1 608,39	973,92	2 582,31	28,69
7	1 650,15	973,92	2 624,07	29,16
8	1 713,80	973,92	2 687,72	29,86
9	1 610,63	973,92	2 584,55	28,72
10	1 687,08	973,92	2 661,00	29,57
11	1 709,68	973,92	2 683,60	29,82
12	1 755,61	973,92	2 729,53	30,33
13	1 030,09	649,20	1 679,29	37,32
14	1 060,54	649,20	1 709,74	37,99
15	1 044,46	649,20	1 693,66	37,64
16	1 067,47	649,20	1 716,67	38,15
17	1 067,47	649,20	1 716,67	38,15
18	1 051,38	649,20	1 700,58	37,79

Die vaste besproeiingskoste wat in ag geneem moet word by die beraming van die jaarlikse kontantvloei uit die beleggings word in *tabel 4.7* aangetoon. Die versekeringskoste en vaste elektrisiteitskoste is op 'n hektaargrondslag bereken volgens

die wisselboustelsel met 150 persent benutting van die oppervlakte.

Die dertighektaar-stelsels (13-18) se vaste koste is meer as 20 persent hoër as die sestighektaar-stelsels se koste. Stelsel 12 se vaste koste van R2 730 is byvoorbeeld R 1 013 hoër as die R 17 171 van stelsels 16 en 17. Die koste per hektaar is egter relatief klein tot ander kostes en sal weinig invloed hê op die stelsels se winsgewendheid.

Die besproeiingsveranderlike koste om die besproeiingstoedienings volgens die ses skeduleringstrategieë deur die agtien stelsels toe te dien, word in *tabelle 4.8, 4.9* en *4.10* gegee.

Tabel 4.8: Beraamde besproeiingsveranderlike koste vir agtien prototipe spilpuntstelsels vir die verbouing van koring vanaf 1978 tot 1987 in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Besproeiingsveranderlike koste (R\ha) vir verskillende jare									
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
1	305	279	285	279	280	278	267	285	292	257
2	322	302	308	309	306	326	293	323	317	285
3	381	348	355	348	349	346	333	356	364	320
4	370	347	354	355	352	375	336	372	364	328
5	351	319	328	334	329	321	315	347	340	301
6	405	393	407	391	395	403	386	416	409	375
7	425	386	397	404	397	389	381	420	412	364
8	497	481	498	479	484	493	473	510	501	459
9	390	360	363	374	371	366	356	384	383	345
10	466	456	461	448	458	467	450	476	475	433
11	456	421	425	438	435	429	416	450	448	403
12	550	538	544	528	540	551	531	562	561	511
13	375	343	350	343	344	342	329	351	359	317
14	369	346	353	354	351	373	336	370	363	328
15	398	362	373	379	373	365	358	393	386	343
16	433	420	434	418	422	430	413	444	436	401
17	442	409	413	425	422	417	405	436	435	393
18	450	441	445	433	443	451	436	460	459	419

Die hoeveelheid water wat toegedien word en waarvoor die koste bereken is, is in *tabel 4.2* aangetoon.

Tabel 4.9: Beraamde besproeiingsveranderlike koste vir agtien prototipe spilpuntstelsels vir die verbouing van mielies vanaf 1978/79 tot 1987/88 in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Besproeiingsveranderlike koste (R\ha) vir verskillende jare									
	1978 /79	1979 /80	1980 /81	1981 /82	1982 /83	1983 /84	1984 /85	1985 /86	1986 /87	1987 /88
1	264	253	235	248	316	268	262	288	266	208
2	264	261	244	254	316	272	263	288	281	212
3	332	318	296	312	397	337	330	362	335	262
4	306	302	282	293	365	315	305	333	325	245
5	291	280	260	273	343	293	284	312	294	227
6	317	315	290	309	363	324	313	330	332	264
7	355	341	317	333	419	357	346	380	358	277
8	391	388	358	381	447	399	386	407	409	325
9	308	301	282	292	360	311	297	328	320	237
10	360	358	329	350	406	368	356	358	375	298
11	362	355	332	344	424	366	349	386	377	279
12	427	425	390	415	482	436	422	425	445	354
13	314	301	280	296	376	320	313	343	317	248
14	293	289	271	281	350	302	292	319	311	235
15	320	308	286	300	378	322	312	343	323	250
16	329	326	301	320	376	336	324	342	343	273
17	340	333	312	323	398	344	328	362	354	262
18	337	335	308	328	381	345	333	335	352	280

Die veranderlike besproeiingskoste om koring te produseer (*tabel 4.8*), toon groter variasie tussen die verskillende stelsels se veranderlike besproeiingskoste as tussen die verskillende jare se koste. So verskil die koste tussen stelsels 1 en 12 met meer as R 250 per hektaar vir die meeste jare. Inaggenome die klein opbrengsverskille tussen koringopbrengste met verskillende watertoedieningspeile, sal die stelsels met die laer toedienings en dus laer besproeiingsveranderlike koste dus meer winsgewend wees as die

stelsels met hoër toedienings as die winsgewendheid net op koringverbouing berus.

Tabel 4.10: Beraamde besproeiingsveranderlike koste vir agtien prototipe spilpuntstelsels vir die verbouing van katoen vanaf 1978/79 tot 1987/88 in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Besproeiingsveranderlike koste (R\ha) vir verskillende jare									
	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
1	392	371	350	379	426	388	374	388	403	338
2	392	371	344	368	422	380	369	381	395	351
3	489	463	437	473	533	484	468	485	504	421
4	451	427	395	424	486	437	424	438	454	404
5	488	462	438	453	513	477	448	469	475	430
6	527	480	479	486	554	504	466	493	498	471
7	592	561	530	549	622	578	543	569	576	522
8	646	588	587	596	679	618	572	605	611	577
9	563	522	513	517	584	538	499	503	529	505
10	609	556	556	561	630	585	541	563	577	555
11	660	612	601	606	686	631	585	590	620	592
12	719	657	657	663	744	691	638	665	681	656
13	477	453	428	462	519	473	457	474	492	413
14	446	423	392	420	479	433	420	433	449	400
15	549	520	493	510	576	536	504	528	535	485
16	558	509	508	516	586	535	496	524	529	501
17	634	589	578	583	658	606	563	568	597	570
18	584	535	535	540	604	562	520	541	554	534

Die besproeiingsveranderlike koste vir mielies (*tabel 4.9*) is laer as die vir koring omdat minder water toegedien word en omdat net goedkoop elektrisiteit vir mieliebesproeiing gebruik word. Katoen se besproeiingsveranderlike koste (*tabel 4.10*) is egter baie hoër as die van mielies en ook hoër as die van koring as gevolg van die hoër watertoedienings by katoen. Die verskille in kostes tussen die stelsels volg by al die gewasse dieselfde patroon omdat die koste om 'n kubieke meter water toe te dien dieselfde vir elke gewas is. Die hoër besproeiingskoste by stelsels met hoër kapasiteite kan egter vergoed

word deur die hoër opbrengste wat gerealiseer word (*tabelle 4.5* en *4.6*) en volledige winsgewendheidsontledings is nodig om te bepaal of dit geregverdig is.

Die hoër besproeiingskoste vir stelsels wat op kleigrond bedryf word, asook die laer mielie- en katoenopbrengste wat verkry word, veroorsaak dat die stelsels noodwendig minder winsgewend as die ooreenstemmende stelsels op die sandgrond sal wees.

3.2 <u>Bedryfstakbegrotings</u>

Bedryfstakbegrotings vir koring, laat-mielies en katoen word in *tabelle 4.11, 4.12* en *4.13* gegee.

Die produkpryse by koring en mielies, opbrengste by al drie die gewasse, veranderlike besproeiingskoste asook die stelsel se vaste koste varieer egter tussen jare en stelsels en daarom is die waardes nie ingevul nie. Koring en mieliepryse in *tabel 4.3* is ewekansig gekies, so ook opbrengste vir die drie gewasse in *tabelle 4.4, 4.5* en *4.6*. In die geval van koring bepaal die opbrengs die stroop- en vervoerkoste en word hierdie koste eers bereken nadat 'n spesifieke opbrengs gekies is. Die besproeiingskoste wat geassosieer is met die gekose opbrengs word ook gebruik. Die stelsel wat betrokke is by die bedryfstak se vaste koste word by die eienaarskapkoste in ag geneem.

In elke bedryfstak word die hoeveelheid en prys van elke produksie-inset gegee. Brandstof en herstelwerk, asook die eienaarskapkoste van trekkers en implemente is met die Apland-begrotingsontwikkelaarprogram bereken. 'n Meganisasie-stelsel met drie trekkers, 'n 4-skaarploeg en 'n 5-tand skeurploeg, 'n skotteleg, 'n wydwerk- en ryskoffel, 'n koring- en mielieplanter, 'n spuit, bossieslaner, sleepwa, tapwa en 'n

Tabel 4.11: Bedryfstakbegroting vir koring onder spilpuntbesproeiing, geplant op 1 Julie in die Suid-Vrystaat substreek, Mei 1989

Item	Eenhede	Prys per eenheid	Hoeveelheid	Waarde per ha
<u>Bruto inkomste:</u>				
Koring	t	_____[1]	_____[2]	_____
Totaal (1)				_____
<u>Bedryfskoste:</u>				
Koringsaad: SST 66	kg	0,86	120,00	103,20
Kunsmis: MAP(33) ,75% Zn	kg	1,08	150,00	162,00
UAN	kg	0,56	520,00	291,20
Onkruiddoder: Buctril	l	39,09	1,00	39,09
MCPA	l	7,65	0,50	3,83
Plaagbeheer: Metasystox	l	22,05	0,40	8,82
Folidol	l	16,11	0,65	10,47
Kontrak Lugspuit (plaag)	ha	20,00	1,00	20,00
Versekering: Hael	t	24,46	6,00	146,76
Kontrak stroop	t	30,00	_____[2]	_____
Kontrak vervoer	t.km	0,33	50x_____[2]	_____
Diesel stroop	l	0,81	9,70	7,84
Besproeiingskoste	ha	_____[3]	1,00	_____
Brandstof en herstel	ha	190,11	1,00	190,11
Arbeid	h	1,00	7,79	7,79
Rente op bedryfsuitgawes	R	0,175	412,32	72,16
Totaal (2)				_____
Bruto marge (3)=(1)-(2)				_____
<u>Eienaarskapkoste:</u>				
Masjinerie en implemente	ha	75,38	1,00	75,38
Stelsel (verskr+elektr)	ha	_____[4]	1,00	_____
Totaal (4)				_____
Totale gespesifiseerde koste (5)=(2)+(4)				_____
Inkomste bo gespesifiseerde koste (6)=(1)-(5)				_____

1. Sien tabel 4.3
2. Sien tabel 4.4
3. Sien tabel 4.8
4. Sien tabel 4.7

Tabel 4.12: Bedryfstakbegroting vir laat-mielies onder spilpuntbesproeiing, geplant op 20 Desember in die Suid-Vrystaat substreek, Mei 1989

Item	Eenhede	Prys per eenheid	Hoeveelheid	Waarde per ha
Bruto inkomste:				
Mielies	t	____ [5]	____ [6]	____
Totaal (1)				____
Bedryfskoste:				
Mieliesaad: PNR 394	kg	2,40	20,00	48,00
Kunsmis: MAP(33),75% Zn	kg	1,08	100,00	108,00
UAN	kg	0,56	620,00	364,00
Onkruiddoder: Bladex	l	12,95	1,50	19,43
MCPA	l	7,65	1,00	7,65
Buctril	l	39,09	39,09	19,55
Plaagbeheer: Thiodin	l	12,89	1,00	12,89
Fastac	l	155,76	0,20	31,15
Versekering: Hael	t	7,60	7,00	53,20
Kontrak stroop	t	30,00	____ [6]	____
Kontrak vervoer	t.km	0,33	50x____ [6]	____
Diesel stroop	l	0,81	8,83	7,13
Besproeiingskoste	ha	____ [7]	1,00	____
Brandstof en herstel	ha	44,87	1,00	44,87
Arbeid	h	1,00	2,38	2,38
Rente op bedryfsuitgawes	R	0,175	170,79	29,89
Totaal (2)				____
Bruto marge (3)=(1)-(2)				____
Eienaarskapkoste:				
Masjinerie en implemente	ha	19,71	1,00	19,71
Stelsel (verskr+elektr)	ha	____ [8]	1,00	____
Totaal (4)				____
Totale gespesifiseerde koste (5)=(2)+(4)				____
Inkomste bo gespesifiseerde koste (6)=(1)-(5)				____

5. Sien tabel 4.3
6. Sien tabel 4.5
7. Sien tabel 4.9
8. Sien tabel 4.7

Tabel 4.13: Bedryfstakbegroting vir masjiengeplukte katoen onder spilpuntbesproeiing, geplant op 20 Oktober in die Suid-Vrystaat substreek, Mei 1989

Item	Eenhede	Prys per eenheid	Hoeveelheid	Waarde per ha
Bruto inkomste:				
Saadkatoen	t	1,00	______[9]	______
Totaal (1)				______
Bedryfskoste:				
Saad: Acala 1517-70	kg	1,98	20,00	39,60
Kunsmis: MAP(33) ,75% Zn	kg	1,08	150,00	162,00
UAN	kg	0,56	325,00	182,00
Onkruiddoder: Treflan	l	15,43	1,00	15,43
Plaagbeheer: Folimat	l	63,03	0,20	12,61
Thiodin	l	12,89	7,50	96,68
Ontblaring: Hargade	l	40,00	2,00	80,00
Kontrak lugspuit	ha	20,00	1,00	20,00
Versekering: Hael	t	89,76	3,00	269,28
Handskoffel (mandae)	dae	6,00	10,00	60,00
Kontrak stroop	ha	500,00	1,00	500,00
Diesel stroop	l	0,81	28,00	22,62
Besproeiingskoste	ha	______[10]	1,00	______
Brandstof en herstel	ha	194,97	1,00	194,97
Arbeid	h	1,00	8,23	8,23
Rente op bedryfsuitgawes	R	0,175	550,47	96,33
Totaal (2)				______
Bruto marge (3)=(1)-(2)				______
Eienaarskapkoste:				
Masjinerie en implemente	ha	72,41	1,00	72,41
Stelsel (verskr+elektr)	ha	______[11]	1,00	______
Totaal (4)				______
Totale gespesifiseerde koste (5)=(2)+(4)				______
Inkomste bo gespesifiseerde koste (6)=(1)-(5)				______

9. Sien tabel 4.6
10. Sien tabel 4.10
11. Sien tabel 4.7

strooier word gebruik. Die trekkers se grootte is 35 kW, 52 kW en 71 kW.

Agt bewerkings word by koringverbouing gedoen. Na die vorige katoenoes word die reste met die bossieslaner fyn gemaak. Daarna volg 'n skottel- en skaarploegbewerking. Kunsmis word gestrooi en met die skotteleg ingewerk. Saadbedvoorbereiding geskied voor plant. Na plant word onkruiddoder toegedien. Die brandstof en herstelwerk se koste beloop R 190,11 per hektaar met toegedeelde eienaarskapkoste van R 75,38 per hektaar.

Net drie bewerkings word by mielieverbouing toegepas. Nadat die koringstoppels gebrand is, word geplant. Tussen die mielierye word 'n skeurploegbewerking gedoen. Laastens word onkruiddoder toegedien. Die brandstofkoste en herstelkoste is vir mielies dus net R 44,87 per hektaar met eienaarskapkoste van R 19,71 per hektaar.

Katoenverbouing benodig heelwat bewerkings. Voordat geplant kan word, word mieliereste fyn geslaan en ingeploeg. Onkruiddoder word met 'n spuit toegedien en met die skotteleg ingewerk. Na saadbedvoorbereiding word geplant. 'n Skoffel- en skeurploegbewerking word uitgevoer nadat die plante opgekom het en plaagbeheer word twee maal per trekker gedoen. Die brandstof- en herstelkoste beloop hiervoor R 194,97 per hektaar met eienaarskapkoste van R 72, 41 per hektaar.

Hierdie langtermyn bedryfstakbegrotings verskil redelik van die korttermyn COMBUD-begrotings wat vir die gebied beskikbaar is omdat eersgenoemde eienaarskapkoste in ag neem. Stygende pryse het ook kosteverskille tot gevolg. Die bedryfstakbegroting in *tabel 4.13* is vir masjiengeplukte katoen opgestel daarterwyl die COMBUD-begroting opgestel is vir die handpluk daarvan. Die opgestelde begrotings weerspieël dus nuwe praktyke

ten opsigte van bewerkings, soort en hoeveelheid produksiemiddels asook die jongste pryse.

4. Ekonomiese winsgewendheid

4.1 Netto huidige waarde

Die netto huidige waarde van die alternatiewe beleggingstrategieë word in *tabel 4.14* aangetoon. Die hoogste, laagste en gemiddelde netto huidige waarde van elke belegging wat verkry is deur twintig keer die resultate van vyftien jaar te verdiskonteer asook die standaard afwykings van die herhalings word verskaf.

Tabel 4.14: Die laagste, hoogste en gemiddelde netto huidige waarde asook die standaard afwykings oor die leeftyd van die agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Netto huidige waarde (R)			
	Laagste	Hoogste	Gemiddeld	Std afw.
1	211 713	454 562	342 119	64 831
2	116 682	338 402	238 050	59 594
3	147 199	388 145	276 120	64 695
4	69 471	290 763	190 393	59 452
5	340 842	606 669	483 683	69 011
6	229 920	474 798	363 723	64 426
7	275 551	539 843	417 319	68 870
8	146 609	390 228	280 481	64 837
9	409 216	696 845	563 238	71 949
10	250 064	506 579	391 469	67 189
11	344 853	631 209	498 219	71 912
12	176 186	432 761	316 095	66 064
13	52 808	173 524	117 451	32 365
14	11 940	122 652	72 436	29 734
15	128 233	260 796	199 409	34 473
16	79 044	201 379	145 930	32 208
17	156 310	299 746	233 115	35 953
18	109 812	238 060	180 563	33 597

Al agtien besproeiingsbeleggings is dus ekonomies winsgewend indien 'n positiewe netto huidige waarde as kriterium van winsgewendheid geld. Die netto huidige waarde kan as absolute maatstaf egter nie gebruik word om die mate van winsgewendheid te bepaal nie. Die stelsel wat die grootste gemiddelde netto huidige waarde oor 'n periode van vyftien jaar lewer, is stelsel 9 waarvan die gemiddelde netto huidige waarde R 563 238 is. Stelsel 9 is die sestighektaar-stelsel met 'n statiese hoogte van -15 m op sandgrond. Daarenteen lewer stelsel 14, wat 'n dertighektaar-stelsel op kleigrond is, die kleinste netto huidige waarde van R 72 436.

'n Positiewe gemiddelde netto huidige waarde dui daarop dat die totale huidige waardes van die jaarlikse netto kontantvloei, die subsidie, belastingvoordele en die herwinningswaarde groter is as die kapitaalbelegging wat aangegaan moet word. Die feit dat die laagste netto huidige waarde R 11 940 is, beteken dat selfs elke herhaling op 'n winsgewende belegging dui. Die positiewe waardes dui egter net aan dat die huidige waarde van kontantinvloei die kapitaalbelegging se koste oorskry. Indien in ag geneem word dat die huidige waarde van die belastingvoordeel van die afskrywing van die spilpunte wissel van R 27 228 tot R 47 605, en die huidige waarde van die herwinningswaarde wissel van R 8 532 tot R 14 917, sal die weglating van die voordele veroorsaak dat die netto huidige waarde aansienlik daal. Die laagste waarde van die herhalings by stelsel 14 sal in so 'n geval negatief wees.

'n Belegger kan die herwinningswaarde van die toerusting eers aan die einde van die stelsel se lewensduur realiseer. Die belastingvoordele word ook net gerealiseer as die boer belasbare inkomste het. Deur net na ekonomiese winsgewendheid te kyk sonder om finansiële uitvoerbaarheid en risiko in ag te neem, kan egter misleidend wees.

Die riskantheid van die beleggings blyk uit die grootte van die standaard afwykings en die groot verskille tussen die laagste en hoogste netto huidige waardes wat vir elke stelsel bereken is. Alhoewel stelsel 9 die grootste netto huidige waarde lewer, is sy standaard afwyking ook die grootste, naamlik R 71 949. In baie gevalle is die hoogste waarde wat gerealiseer is meer as 100 persent groter as die waarde van die laagste waarde, met stelsel 14 as die uiterste geval waar die hoogste waarde meer as tien keer groter is as die minimum.

Groot verskille in die netto huidige waarde van die verskillende stelsels word aangetref. So is die verskil in netto huidige waarde tussen stelsels 9 en 4, wat albei sestighektaar-stelsels is, R 372 845.

Die netto huidige, uitgedruk per jaar of hektaar, gee 'n beter aanduiding van die waarde van die belegging. Die nadeel hiervan is dat dit gemiddelde waardes is en misleidend kan wees. Hierdie waardes word in *tabel 4.15* gegee.

Die berekende gemiddelde netto huidige waarde kom neer op jaarlikse waardes wat wissel van R 12 693 tot R 37 549 by die sestighektaar-stelsels en R 4 832 tot R 15 541 by die dertighektaar-stelsels. Indien 'n boer 'n enkele perseel van sestig hektaar besit, is hierdie resultate dus die gemiddelde inkomste om lewenskoste asook moontlike paaiemente op 'n plaasverband te betaal. 'n Verbandlening by die Landbank vir 'n sestighektaar-perseel teen R 5 000 per hektaar teen 'n rentekoers van 15,5 persent vir twintig jaar kom neer op 'n jaarlikse paaiement van R 49 260 wat R 11 711 meer is as die hoogste netto jaarlikse huidige waarde wat stelsel 9 lewer. Indien sulke verpligtinge bestaan, is sestighektaar-persele nie bestaanbare eenhede nie.

Die verskille in netto huidige waarde tussen die stelsels word duidelik geïllustreer deur die netto huidige waarde per

hektaar. Die dertighektaar-stelsels is dan vergelykbaar met die sestighektaar-stelsels. Die netto huidige waarde van stelsel 9 is meer as R 1000 per hektaar hoër as die van die tweede hoogste waarde, naamlik stelsel 11. Die dertighektaar-stelsel op kleigrond met 'n kapasiteit van 8 mm gee die laagste netto huidige waarde van R 2 416 per hektaar.

Tabel 4.15: Die gemiddelde netto huidige waarde van agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek oor die lewensduur van die stelsels uitgedruk as 'n bedrag per jaar en per hektaar

Stelsel-nommer	Netto huidige waarde (R)			
	Gemiddeld	Per jaar	Per hektaar	Jaarliks/ha
1	342 119	22 808	5 702	380
2	238 050	15 870	3 968	265
3	276 120	18 408	4 602	307
4	190 393	12 693	3 173	212
5	483 683	32 246	8 061	537
6	363 723	24 248	6 062	404
7	417 319	27 821	6 955	464
8	280 481	18 699	4 675	312
9	563 238	37 549	9 387	626
10	391 469	26 098	6 524	435
11	498 219	33 215	8 304	554
12	316 095	21 073	5 268	351
13	117 451	7 830	3 915	261
14	72 485	4 832	2 416	161
15	199 409	13 294	6 647	443
16	145 930	9 729	4 864	324
17	233 115	15 541	7 771	518
18	180 563	12 038	6 019	401

Die laaste kolom in *tabel 4.15* gee die jaarlikse gemiddelde netto huidige waarde per hektaar. Dié waardes varieer van R 161 tot R 626. Tussen die intervalle R 300 tot R 400 per hektaar en R 400 tot R 500 per hektaar word in beide gevalle vyf van die agtien stelsels aangetref. Drie stelsels word in beide die intervalle R 200 tot R 300 per hektaar en R 500 tot R 600 aangetref.

Die netto huidige waarde van die belegging kan egter nie gebruik word om die agtien stelsels in volgorde van winsgewendheid te plaas nie omdat dit 'n absolute maatstaf is.

4.2 Netto voordeel:beleggingsverhouding

Die netto voordeel:beleggingsverhouding kan egter gebruik word om die winsgewendste beleggingstrategie te kies. Die besluitnemingsreël by die kriterium is dat 'n belegging aanvaar word as die verhouding groter as een is en dat die belegging met die hoogste verhouding eerste aangegaan moet word as hulpbronne beperkend is.

Tabel 4.16 gee die netto voordeel:beleggingsverhouding vir die alternatiewe beleggingstrategieë. Die beleggings is op grond van dié verhouding in dalende volgorde gerangskik.

Net soos in die geval van die netto huidigewaarde-kriteria is al die stelsels winsgewend, alhoewel stelsel 14, wat 'n dertighektaar-stelsel met 'n kapasiteit van 8 mm op kleigrond is, net 0,50 groter as een is. Hierdie stelsel het dus die laagste winsgewendheid.

Stelsel 9, wat ook die grootste netto huidige waarde lewer, is die winsgewendste alternatief, gevolg deur stelsel 5, 11 en 7. Die vier winsgewendste stelsels is almal sestighektaar-stelsels met sandgrond onder besproeiing. Stelsel 9 en 5 het albei negatiewe vertikale hoogtes van 15 m. Stelsel 9 is 'n 12 mm-stelsel terwyl stelsel 5 'n 10 mm-stelsel is. Stelsels 11 en 7 is ook onderskeidelik 'n 12 mm- en 'n 10 mm-stelsel maar het 'n positiewe vertikale hoogte van 10 m.

Na hierdie vier stelsels volg die eerste stelsels op kleigrond naamlik stelsel 10 en 6 met sestig hektaar onder besproeiing. Dit is onderskeidelik ook 'n 12 mm- en 'n 10 mm-stelsel met 'n

vertikale hoogte van -15 m. Die 8 mm-stelsel wat die beste gevaar het, is stelsel 1 wat sestig hektaar sandgrond besproei en 'n statiese hoogte van -15 m het.

Tabel 4.16: Aanvanklike belegging, gemiddelde netto huidige waarde en die standaard afwyking asook die netto voordeel:beleggingsverhouding van agtien prototipe spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel-nommer	Belegging	Gemiddelde nhw	Standaard afwyking	N.voordeel: belegging
9	227 997	563 238	71 949	3,47
5	219 536	483 683	69 011	3,20
11	240 378	498 219	71 912	3,07
7	226 149	417 319	68 870	2,85
10	237 553	391 469	67 189	2,65
6	220 929	363 723	64 426	2,65
1	210 071	342 119	64 831	2,63
17	151 443	233 115	35 953	2,54
15	142 562	199 409	34 473	2,40
12	246 119	316 095	66 064	2,28
3	215 746	276 120	64 695	2,28
18	149 432	180 563	33 597	2,21
8	234 105	280 481	64 837	2,20
2	211 484	238 050	59 594	2,13
16	145 439	145 930	32 208	2,00
4	222 674	190 393	59 452	1,86
13	140 766	117 451	32 365	1,83
14	144 573	72 485	29 734	1,50

Die beste dertighektaarstelsels, stelsels 17 en 15 is onderskeidelik agtste en negende. Die stelsels op sandgrond, met negatiewe hoogtes van 15 m het kapasiteite van onderskeidelik 12 mm en 10 mm.

Die dertighektaar-stelsels met 'n kapasiteit van 8 mm vaar die swakste van al agtien stelsels. Die stelsel op sandgrond is sewentiende terwyl die stelsel op kleigrond laaste is. Die vyf stelsels wat net beter as die 8 mm-stelsels gevaar het, het almal kleigrond onder besproeiing.

Belangrike afleidings kan gemaak word uit die resultate van die winsgewendheidsontledings. Die kombinasie van 'n sandgrond, 'n hoë stelselkapasiteit van 12 mm, 'n besproeibare oppervlakte van sestig hektaar en 'n lae vertikale hoogte is die winsgewendste belegging.

Stelsels op sandgrond is baie meer winsgewend as soortgelyke stelsels op kleigronde. Dit blyk uit die feit dat stelsels 5, 11 en 7 ten spyte van laer kapasiteite en hoër statiese hoogtes steeds winsgewender is as stelsel 10 wat 'n kapasiteit van 12 mm het en 'n negatiewe statiese hoogte van 15 m maar wat kleigrond besproei. Van die sewe stelsels wat die swakste gevaar het, besproei ses stelsels kleigrond. Die resultate is verklaarbaar deur die hoër besproeiingsveranderlike koste van stelsels wat kleigrond besproei en laer mielie- en katoenopbrengste op kleigrond as onder soortgelyke stelsels op sandgrond.

Tweedens oefen die vertikale hoogte 'n groot invloed uit op winsgewendheid. Stelsel 5, wat 'n 10 mm-stelsel is, is ten spyte daarvan winsgewender as stelsel 11 wat 'n 12 mm-stelsel is omdat die vertikale hoogte 25 m laer is as die van stelsel 11.

Die sestighektaar-stelsels vaar ook baie beter as die dertighektaar-stelsels. Die winsgewendste dertighektaar-stelsel, stelsel 17 wat 'n 12 mm-stelsel op sandgrond is, volg eers na sewe sestighektaar-stelsels. Stelsel 1 wat 'n 8 mm-stelsel op sandgrond is, vaar selfs beter.

Wat kapasiteit betref, is die 12 mm-stelsels die winsgewendste, alhoewel daar nie groot verskille tussen die 10 mm- en 12 mm-stelsels is nie. So vaar stelsel 5 wat 'n 10 mm-stelsel is beter as stelsel 11 wat 'n 12 mm-stelsel is omdat die vertikale hoogte van stelsel 11 hoër is as die van stelsel 5.

Die 8 mm-stelsels vaar egter baie swak. Vier van die vyf stelsels wat die minste winsgewend is, is 8 mm-stelsels. Die rede hiervoor is die stelsels se onvermoë om in mielies en katoen se waterbehoeftes te voldoen en die gevolglike opbrengsverliese. Hoër kapasiteit stelsels is dus geregverdig ten spyte van die hoër koste.

Definitiewe verskille in winsgewendheid word dus veroorsaak deur verskille in grondtipe, statiese hoogte, grootte van die stelsel en kapasiteit. Grondtipe en statiese hoogte is egter situasiegebonde. Die boer se stelselkeuse word dus beperk tot grootte en kapasiteit. In die ontleding is die beste keuse dus 'n 12 mm-stelsel wat sestig hektaar besproei. Die belangrike invloed van grondtipe en vertikale hoogte moet egter in ag geneem word. Die laer winsgewendheid van spilpuntbesproeiing op kleigrond veroorsaak dat sulke ontwikkeling in baie gevalle nie ekonomies geregverdig sal wees nie. Stygende vertikale hoogtes het dieselfde gevolge en in kombinasie met kleigrond verminder winsgewendheid nog verder.

5. <u>Samevattende gevolgtrekking</u>

Die ekonomiese winsgewendheid van besproeiingsbeleggingstrategieë word grootliks beïnvloed deur die grootte van die stelsel, die kapasiteit van die stelsel en die statiese hoogte wat die water gepomp word. Sestighektaar-stelsels is winsgewender as dertighektaar-stelsels. Byvoorbeeld die sestighektaar-stelsel wat die winsgewendste is se netto voordeel:beleggingsverhouding is 3,47 teenoor die 2,54 van die winsgewendste dertighektaar-stelsel. Stelsels met kapasiteite van 12 mm lewer ook beter resultate as 10 mm-stelsels terwyl 8 mm-stelsels 'n swak keuse is. Die twee stelsels met die hoogste netto huidige waarde, is sestighektaar-spilpunte op sandgrond met 'n kapasiteit van 12 mm. Die hoogte wat water gepomp word, beïnvloed die winsgewendheid van die belegging

ook baie. In die geval van die bogenoemde twee stelsels lei 'n toename in statiese hoogte van 25 m tot 'n daling van R 65 019 in die netto huidige waarde van die belegging.

Besproeiing op sandgronde is deurgaans meer winsgewend as op kleigronde as gevolg van die hoër opbrengste en laer besproeiingskoste. Die vier winsgewendste besproeiingstelsels is op sandgronde terwyl ses van die sewe stelsels met die laagste winsgewendheid op kleigronde is. Die grondtipe wat besproei word, beïnvloed dus die winsgewendheid van spilpuntbeleggings tot 'n groot mate.

'n Belangrike gevolgtrekking is dat 'n sestighektaar-spilpunt met 'n kapasiteit van 12 mm en 'n statiese hoogte van -15 m met sandgrond onder besproeiing, die winsgewendste alternatief is van die agtien beleggings wat in die Suid-Vrystaat substreek oorweeg is.

Produksie- en prysrisiko van 'n koring, mielies en katoen wisselboustelsel veroorsaak groot variasie in die winsgewendheid van 'n spilpuntbesproeiingstelsel. Die verskil tussen die laagste en die hoogste netto huidige waarde wat met die twintig herhalings verkry word, is in al die gevalle groter as R 200 000 by die sestighektaar-stelsels en groter as R 100 000 by die dertighektaar-stelsels. Ontledings waar konstante pryse en opbrengste aanvaar word, is dus nie betroubaar nie omdat die groot verskille in die netto huidige waarde net die gevolg van produksie- en prysvariasie is. 'n Wisselboustelsel van koring, mielies en katoen onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek is dus baie riskant.

Die ekonomiese winsgewendheidsontledings van spilpuntbesproeiing berus dus grootliks op die gekose wisselboustelsel en ander wisselbougewaskombinasies sal noodwendig ander resultate lewer.

6. Navorsingsimplikasies

1. Produksie- en prysrisiko behoort in winsgewendheidsontledings in ag geneem te word as gevolg van die belangrike invloed daarvan op die resultate. Weerdata is in hierdie geval beperkend sodat meer as tien jare se data produksie-risiko beter sou weerspieël.

2. Opbrengste wat gerealiseer word, is krities in winsgewendheidsontledings. Simulasiemodelle moet met empiriese resultate gevalideer en gekalibreer word om die betroubaarheid daarvan te verhoog.

3. Die gebrek aan simulasiemodelle om vir ander gewasse betroubare opbrengste onder besproeiing te simuleer, beperk die omvang en waarde van ekonomiese ontledings van besproeiing. Sulke modelle behoort ontwikkel te word.

4. Die tipiese wisselboustelsel wat in die Suid-Vrystaat substreek gevolg word, is wel winsgewend maar nie genoeg om die bestaanbaarheid van boerdery-eenhede te verseker nie. Alternatiewe wisselboustelsels moet voorgestel word en ekonomies evalueer word.

5. In die Suid-Vrystaat substreek is sestighektaar-spilpunte winsgewender as dertighektaar-stelsels terwyl stelsels met 'n kapasiteit van 12 mm winsgewender is as stelsels wat 10 mm of 8 mm lewer. Die resultate moet in ag geneem word by besproeiingsontwikkeling.

6. 'n Verhoging in klei-inhoud van die gronde verlaag winsgewendheid en sulke gronde behoort nie besproei te word as sandgronde beskikbaar is nie.

7. 'n Styging in statiese hoogte verlaag winsgewendheid. Ontledings om die maksimum hoogte te bepaal wat water ekonomies gepomp kan word, behoort gedoen te word.

8. Die winsgewendheidsontledings kan vir ander besproeiingsgebiede uitgevoer word.

9. Alhoewel die geselekteerde spilpuntbeleggings winsgewend is, moet die finansiële uitvoerbaarheid daarvan bepaal word.

10. Die winsgewendheidsontledings van spilpuntbesproeiing is op 'n bedryfstakvlak uitgevoer. Die ontledings behoort tot plaasvlak uitgebrei te word om die bestaanbaarheid van boerdery-eenhede in die gebied te bepaal.

HOOFSTUK 5

ONTLEDING VAN DIE FINANSIëLE UITVOERBAARHEID VAN WINSGEWENDE SPILPUNTBELEGGINGSALTERNATIEWE

INLEIDING

'n Belegging kan ekonomies winsgewend wees maar nie finansieel uitvoerbaar nie. Benson (1978, p. 67) definieer finansiële uitvoerbaarheid as die studie van kontantvloei en om te bepaal of negatiewe kontantvloei oorbrug kan word deur sekere maatreëls te tref. Die doel met finansiële uitvoerbaarheidsontledings kan dus tweeledig wees. Eerstens kan dit gebruik word om te bepaal of 'n belegging genoeg kontant genereer om rente- en kapitaaldelgingsverpligtinge na te kom. Die prosedure kan tweedens gebruik word om alternatiewe finansieringsmetodes te evalueer.

Volgens Gill (1984, p. 5) is een van die grootste gebreke in meeste van die studies waar beleggingsbesluite geëvalueer word dat ekonomiese winsgewendheids- en finansiële uitvoerbaarheidsontledings nie geskei word nie. In studies wat plaaslik gedoen is, word die twee ontledings ook nie geskei nie (Backeberg, 1988). Die invloed van produksie- en prysrisiko op die boer se vermoë om paaiementverpligtinge na te kom, word ook nie in ag geneem nie. Gill (1984) het in sy navorsing ekonomiese winsgewendheidsontledings vir verskeie beleggingsalternatiewe gedoen, terwyl die finansiële uitvoerbaarheidsontledings slegs vir die winsgewendste alternatiewe gedoen is. Winsgewendheids- en finansiële ontledings is noodsaaklik want alhoewel beleggings oor die langtermyn tot winsgewendheid kan bydra kan dit moontlik nie voldoende kontant

genereer om verpligtinge as gevolg van die wyse van finansiering na te kom nie.

Die doel in die hoofstuk is om te bepaal of winsgewende spilpuntbeleggingsalternatiewe (hoofstuk 4), finansieel uitvoerbaar is as die eienaar nie al die kapitaal self voorsien nie. Twee verskillende finansieringswyses word ondersoek om te bepaal of die onderskeie finansiële risiko's verskil. Die volgende hipoteses word gestel:

1. Onderskeid moet gelyktydig getref word tussen ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van besproeiingsbeleggingsalternatiewe omdat winsgewende beleggings nie noodwendig finansieel uitvoerbaar is nie.

2. Verskillende finansieringswyses veroorsaak verskille ten opsigte van finansiële uitvoerbaarheid van beleggingsbesluite.

3. Produksie- en prysrisiko beïnvloed jaarlikse kontantvloei tot so 'n mate dat paaiementverpligtinge soms nie nagekom kan word nie.

LITERATUURSTUDIE

1. <u>Finansiële risiko</u>

Finansiële risiko word deur Boehlje en Eidman (1984, p. 442) gedefinieer as die addisionele variasie in die netto opbrengs op eie kapitaal wat veroorsaak word deur finansiële verpligtinge as gevolg van die gebruikmaking van krediet. Hierdie risiko word dus uitgeskakel indien 'n belegging met eie kapitaal gefinansier word. Die bronne van finansiële risiko word beïnvloed deur die wyse van finansiering, bates

wat betrokke is en kredietverpligtinge (Nelson *et al.*, 1978, p. 1.4).

Finansiële risiko is die gevolg van die vermenigvuldigende effek van die hefboom-beginsel op die potensiële wins of verlies wat deur verskillende produksie- en prysvlakke gegenereer word (Boehlje & Eidman, 1984, p. 442). Finansiële risiko kan dus nie aangetoon word deur met konstante pryse en opbrengste te werk nie. Sensitiwiteitsontledings is ook nie 'n plaasvervanger hiervoor nie, want prys- en opbrengsvlakke word dan vir elke jaar met konstante hoeveelhede verlaag en geen variasie tussen jare, wat in die praktyk voorkom, word verkry nie. Wisselende rentekoerse is ook 'n deel van finansiële risiko terwyl onsekerheid ten opsigte van die beskikbaarheid van lenings en beperkings op die maksimum leningsbedrag ook bydra tot risiko. Finansiële risiko, saam met produksie- en prysrisiko, dra dus saam by tot die totale risiko wat ter sprake is by die aankoop van 'n spilpunt.

2. <u>Finansiële uitvoerbaarheid</u>

Verdiskontering neem die tydwaarde van geld in ag. Om dié rede word rentebetalings nie ingesluit in die kontantvloei wat bereken word vir die ontleding van ekonomiese winsgewendheid nie. By die berekening van kontantvloei word aangeneem dat die belegging met eie kapitaal gefinansier word en kapitaaldelging word dus nie as kontantuitvloei afgetrek nie. Hierdie benadering maak dit moontlik om die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid afsonderlik te evalueer.

Omdat 'n beleggingsalternatief wel winsgewend maar nie finansieel uitvoerbaar kan wees nie, moet bepaal word of die jaarlikse kontantvloei genoeg is om rente- en kapitaaldelgingsverpligtinge na te kom. Volgens Benson (1978, p. 67) is die ontstaan van kontantvloeitekorte algemeen by beleggings

omdat die leeftyd van die bate gewoonlik langer is as die leningsperiode. Daarom neig kontantvloei van besproeiingsbeleggings om laag of negatief gedurende die eerste jare te wees en dan hoër as die bate klaar betaal is. Alhoewel die belegging dus 'n positiewe netto huidige waarde lewer, kan groot negatiewe kontantvloei gedurende die beginjare die belegging onuitvoerbaar maak.

Die prosedure om 'n kombinasie bates en finansieringsmetodes te kies, kan in drie dele verdeel word (Boehlje & Eidman, 1984, p. 575). Eerstens word die kombinasie bates gekies op grond van die ekonomiese winsgewendheid daarvan. Daarna word die winsgewendste finansieringsmetodes gekies. Die finansiële uitvoerbaarheid van die aankoop van die bates met hierdie finansieringsmetodes word daarna geëvalueer.

Die stappe vir die ontleding van die finansiële uitvoerbaarheid van 'n beleggingsbesluit word deur Boehlje en Eidman (1984, p. 332) soos volg beskryf:

1. Die eerste stap is om die jaarlikse netto kontantvloei vir die belegging te beraam.
2. Tweedens word die paaiementverpligtinge, bestaande uit kapitaaldelging en rentebetalings, volgens die terugbetalingsvoorwaardes bereken.
3. Die finale stap is om die jaarlikse netto kontantvloei te vergelyk met die jaarlikse paaiement om te bepaal of daar 'n kontantvloeitekort of -surplus ontstaan.

Indien 'n kontantvloeisurplus ontstaan genereer die belegging genoeg kontant om die paaiemente te betaal en is die belegging finansieel uitvoerbaar sowel as ekonomies winsgewend. Indien kontantvloeitekorte ontstaan, is die belegging nie finansieel uitvoerbaar nie omdat die jaarlikse kontantvloei onvoldoende is om paaiementverpligtinge na te kom.

Kontantvloei is gewoonlik reeds beraam indien die ekonomiese winsgewendheid met die netto huidigewaarde-tegniek of die interne opbrengskoersmetode bereken is. Die kontantvloei word nie verdiskonteer nie.

Indien inkomste-belasting ter sprake is, moet elke kontantvloeistroom omgeskakel word in na-belasting kontantvloei (Bierman & Smidt, 1988, p. 128). Aanpassings moet gemaak word indien die kontantvloei op 'n na-belasting grondslag bereken is omdat die paaiementbetalings voorbelasting waardes is. Belastingbesparings as gevolg van die aftrekbaarheid van rente van belasbare inkomste moet in ag geneem word (Boehlje & Eidman, 1984, p. 592). Hierdie aanpassings word gedoen deur die rentekomponent van die paaiement met die marginale belastingkoers te vermenigvuldig en die bedrag van elke jaar se paaiement af te trek.

Soortgelyk aan inkomste-belastingbesparings as gevolg van die aftrekbaarheid van rente, moet belastingvermindering as gevolg van depresiasie ook in ag geneem word (Boehlje & Eidman, 1984, p. 592). Sulke besparings is gelykstaande aan kontantinvloei en moet by die betrokke jaar se kontantvloei bygetel word.

Gill (1984, p. 88) het die volgende vergelyking gebruik om kontantvloeisurplusse of -tekorte te bereken.

$$\text{Surplus/ tekort} = \text{Jaarlikse netto kontantvloei} + \text{belasting-besparing} - \text{kapitaaldelging + rente} \quad (5.1)$$

Alle kontantvloeisurplusse of -tekorte word dus bereken as 'n na-belasting waarde.

Gill (1984) het produksie- en prysrisiko in ag geneem en het vyftien herhalings van moontlike kontantvloei oor die leeftyd van die stelsels bereken. Die frekwensies van die voorkoms van kontantvloeisurplusse en -tekorte vir elke jaar vir die

vyftien herhalings is bereken. 'n Besluitnemingsreël is nodig om te besluit of 'n jaar as 'n tekortjaar beskou kan word. Hy het besluit dat indien meer as sewe van die vyftien herhalings vir 'n betrokke jaar 'n negatiewe kontantvloei na die inagneming van paaiementbetalings lewer, die jaar 'n tekortjaar is. Indien so 'n tekortjaar gedurende die lewensduur van 'n stelsel voorkom, is die belegging as onuitvoerbaar beskou. Tekorte kan ook voorkom nadat die bate reeds betaal is indien bruto inkomste laer is as die totale kontantuitvloei.

3. Finansieringswyse

'n Groot probleem met die gebruik van krediet is om die terugbetalingsooreenkomste te laat saamval met die terugbetalingsvermoë van 'n boerdery-onderneming (Boehlje & Eidman, 1984, p. 651). Vier redes word hiervoor aangegee. Terugbetalingsvermoë varieer met verloop van tyd en is soms moeilik om te beraam. Boere benodig ook dikwels meer lang- en mediumtermyn krediet as wat hulle kan bekom. Swak beplanning van terugbetalingsooreenkomste veroorsaak kontantvloeitekorte en korter terugbetalingstermyne as wat finansieel uitvoerbaar is. Laastens word krediet soms uit verskillende bronne verkry wat beplanning bemoeilik.

Volgens Boehlje en Eidman (1984, p. 651) behoort mediumtermyn bates met lenings gefinansier te word waarvan terugbetaling oor 'n termyn strek wat gelykstaande is aan die helfte of twee derdes van die bate se leeftyd. 'n Amortisasieplan wat gereelde paaiemente vereis, behoort gebruik te word omdat die balans en dus die moontlikheid van finansiële teëspoed geleidelik verminder word.

Kontantvloeitekorte kan op verskeie wyses verminder of uitgeskakel word. Die verlenging van die leningstermyn sal kleiner paaiemente tot gevolg hê. Kontantvloei kan moontlik verhoog word deur uitgawes te besnoei. Indien die

kontantvloeitekorte nie verminder kan word nie, kan kontantvloeisurplusse van ander bedryfstakke gebruik word om 'n winsgewende projek te finansier indien kontantvloeitekorte voorkom. Kontantreserwes van surplusjare wat reeds voorgekom het, kan ook gebruik word. 'n Verdere uitweg is deur korttermynkrediet as oorbruggingsfinansiering te gebruik. Finansiële uitvoerbaarheidsontledings kan gebruik word om die verskillende behoeftes te bepaal.

PROSEDURE

Die prosedure vir die ontleding van die finansiële uitvoerbaarheid van alternatiewe spilpuntbeleggingsalternatiewe bestaan uit 'n beskrywing van vier stappe. Eerstens word winsgewende beleggingsalternatiewe geselekteer. Daarna word die jaarlikse kontantvloei van die beleggings beraam. Derdens word die finansieringswyse gekies en die paaiementverpligtinge bereken. Die finale stap is die berekening van die kontantvloeisurplusse of -tekorte.

1. <u>Winsgewende beleggingsalternatiewe</u>

Twee van die vier faktore wat varieer tussen die agtien prototipe spilpuntstelsels, naamlik grondtipe en statiese hoogte, beperk boere tot stelsels wat aangepas is vir die grondtipe of statiese hoogte van die perseel. Die besproeiingsoppervlakte onder 'n spilpunt kan in gevalle van topografiese beperkings, ook beperk wees tot 'n minimum van byvoorbeeld dertig hektaar. Die kapasiteit van die stelsel berus egter op die boer se voorkeure behalwe as voortdurende watertekorte ekstra kapasiteit onnodig maak, wat nie die geval in die ondersoekgebied is nie.

Die bogenoemde redes veroorsaak dat finansiële uitvoerbaarheidsontledings nie net vir die winsgewendste besproeiingsbe-

leggings gedoen kan word nie. Die prototipe spilpuntstelsels is dus so gekies dat die winsgewendste sestighektaar- en dertighektaar-stelsels op klei- en sandgrond ingesluit is. Die stelsels met statiese hoogtes van -15 m en 10 m wat die winsgewendste is op sand- en kleigrond word vir ontleding ingesluit. Die besproeiingstelsels wat op grond hiervan gekies is, word in dalende orde van winsgewendheid in *tabel 5.1* aangetoon. Die relatiewe winsgewendheidsposisie in vergelyking met die res, waar 1 dui op die winsgewendste stelsel, word ook aangedui. Ses van die agtien spilpuntstelsels se finansiële uitvoerbaarheid word dus ontleed.

Tabel 5.1: Beskrywing van die relatiewe winsgewendheid van die ses spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek waarvoor finansiële uitvoerbaarheidsontledings gedoen word

Stelselnommer	Winsgewendheid	Grootte, kapasiteit[1] en statiese hoogte asook grondtipe
9	1	Sestighektaar-, 12 mm-stelsel, statiese hoogte = -15 m, sandgrond.
11	3	Sestighektaar-, 12 mm-stelsel, statiese hoogte = +10 m, sandgrond.
10	5	Sestighektaar-, 12 mm-stelsel, statiese hoogte = -15 m, kleigrond.
17	8	Dertighektaar-, 12 mm-stelsel, statiese hoogte = -15 m, sandgrond.
12	10	Sestighektaar-, 12 mm-stelsel, statiese hoogte = +10 m, kleigrond.
18	12	Dertighektaar-, 12 mm-stelsel, statiese hoogte = -15 m, kleigrond.

1. Bruto toediening per dag

Ten opsigte van die dertighektaar-stelsels is die winsgewendste stelsels op sand- en kleigrond onderskeidelik stelsels 17 en 18. Vir die sestighektaar-stelsels is die winsgewendste

stelsels met 'n statiese hoogte van -15 m stelsels 9 en 10 wat onderskeidelik sand- en kleigrond besproei. Stelsels 11 en 12 is die sestighektaar-stelsels wat onderskeidelik sand- en kleigrond besproei met 'n statiese hoogte van 10 m. Die stelsels se relatiewe winsgewendheid wissel van die hoogste tot twaalfde uit die groep van agtien stelsels. Alhoewel stelsel 5 die tweede winsgewendste is, word die finansiële uitvoerbaarheid van die stelsel nie getoets nie omdat 'n boer in 'n soortgelyke hulpbronsituasie eerder stelsel 9, wat die winsgewendste is, sal kies. Al ses stelsels is 12 mm-stelsels, wat ooreenstem met die gevolgtrekking in hoofstuk 4 dat 'n stelsel met 'n kapasiteit van 12 mm per dag winsgewender is as 'n stelsel met 'n kapasiteit van 8 mm of 10 mm per dag.

2. Jaarlikse kontantvloei

Die jaarlikse netto kontantvloei vir elke belegging, wat vir die ekonomiese winsgewendheidsontleding met *vergelyking (5.6)* bereken is, word gebruik om finansiële uitvoerbaarheid te bepaal. Aangesien die kontantvloei oor die vyftien jaar met huidige pryse bereken is, is die kontantvloei dus in reële terme. 'n Aanname van 'n marginale belastingkoers van 20 persent is gemaak en die kontantvloei is in na-belasting reële kontantvloei omgesit.

Die jaarlikse netto kontantvloei oor die ekonomiese leeftyd van die spilpuntbelegging is twintig keer bereken vir elke stelsel met verskillende pryse en opbrengste wat ewekansig gekies is (sien hoofstuk 4). Die effek van produksie- en prysrisiko word dus in ag geneem by finansiële uitvoerbaarheidsontledings deur twintig herhalings van die moontlike kontantvloei oor die leeftyd van die stelsel te gebruik.

3. Finansieringswyse

Volgens die finansiële besonderhede wat deur instansies verskaf is, maak boere gebruik van instellings soos handelsbanke, koöperasies en die Landbank vir die finansiering van spilpunte. Die tipe finansiering wat deur die instellings verskaf word, kan in twee groepe verdeel word op grond van die finansieringstermyn. Die koöperasies en handelsbanke verskaf krediet vir termyne van hoofsaaklik vyf jaar terwyl Landbank se termyn langer is. Op grond hiervan is twee finansieringswyses, wat verskil ten opsigte van die terugbetalingstermyn, gekies.

'n Koöperasie is besoek vir die verkryging van finansieringsvoorwaardes van lenings oor die korter termyn. Verskillende voorwaardes kan beding word, maar voorwaardes wat vir die meeste boere geld, is in die ontleding gebruik. Die terugbetalingstermyn is vyf jaar met vyf gelyke jaarlikse paaiemente wat rente en kapitaaldelging insluit. Die rentekoers wat op 1 Oktober 1989 gegeld het, is 19,75 persent. 'n Deposito word vereis wat gelykstaande is aan die som van die algemene verkoopbelasting en die grootste van 20 persent van die spilpunt se waarde of die waarde van die ondergrondse komponente. In al die gevalle is 20 persent egter groter as die waarde van die ondergrondse toerusting.

Die Landbank staan verbandlenings vir 'n termyn van tien jaar toe. Indien die bedrag groot is, kan die periode moontlik tot vyftien jaar verleng word. Finansiering onder Artikel 34, wat 'n vorm van huurkoop is, kom ook voor. Die rentekoers wat boere op verbandlenings betaal en wat gebruik is, is 15,5 persent, soos van toepassing op 1 Oktober 1989. Geen deposito word vereis nie en 'n lening gelykstaande aan 100 persent van die landbouwaarde word toegestaan. Verpligte versekering moet egter uitgeneem word en die premie word op die lener se ouderdom gebaseer. 'n Ouderdom van 35 tot 45 jaar word vir ontle-

dingsdoeleindes aangeneem wat 'n jaarlikse premie van R 988 per R 100 000 leningsbedrag beloop op 'n 10 jaar leningstermyn.

Die grootte van die jaarlikse paaiemente wat bepaal word deur die aankoopprys, deposito-voorwaardes, rentekoers, leningstermyn en versekering, is vir elke stelsel met beide finansieringsmetodes bereken. Die totale leningsbedrag, die jaarlikse paaiemente asook die deposito-bedrag in die geval van die koöperasie-lening, word vir elke stelsel in *tabel 5.2* aangetoon.

Tabel 5.2: Vergelyking tussen die twee wyses van finansiering vir die ses spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek, Oktober 1989

Stelsel-nommer	Koöperasie-lening			Landbankverband	
	Deposito	Lening[2]	Paaiement	Lening[3]	Paaiement
9	66 583	161 414	53 677	227 997	46 298
11	70 199	170 180	56 592	240 379	48 812
10	69 374	168 180	55 927	237 554	48 238
17	44 227	107 217	35 654	151 444	30 753
12	71 864	174 218	57 935	246 082	49 970
18	43 639	105 793	35 181	149 432	30 344

2. Leningstermyn: 5 jaar
3. Leningstermyn: 10 jaar

Die deposito's wat boere in die geval van die koöperasie-lening betaal, wissel van R 43 639 by die dertighektaar-spilpunt op kleigrond tot R 71 864 by die sestighektaar-stelsels. Die jaarlikse paaiemente wat boere op die lening moet betaal, is tot so hoog as R 59 935 per jaar. Daarenteen is R 49 970 die grootste paaiement wat betaal word deur boere wat van die verbandlening gebruik maak.

'n Aanname moet gemaak word dat die boer wat van die koöperasie-lening gebruik maak, eie kapitaal gebruik om die

deposito te betaal. Omdat die verbandlening vir 100 persent van die stelselkoste toegestaan word, is die twee tipes finansiering moeilik vergelykbaar.

Ten spyte van die deposito wat betaal word by die koöperasielening, veroorsaak die afbetalingsperiode van vyf jaar dat die jaarlikse paaiemente aansienlik hoër is as die paaiemente van die verbandlening. Die versekeringspremies is by die paaiementbedrag van die verbandlenings ingesluit. Indien 'n boer dieselfde hoeveelheid eie kapitaal voorsien as in die geval van die koöperasie-lenings, sal die paaiementbedrae van die verbandlenings baie verklein.

Die paaiementbedrae is egter voorbelasting waardes. Elke paaiement moet dus aangepas word tot na-belasting waardes voordat dit met die jaarlikse kontantvloei vergelyk kan word. Net die rentekomponent is van die belasbare inkomste aftrekbaar. Die paaiemente is daarom in die kapitaal- en rentegedeeltes verdeel. Die rentekomponent is verminder met die belastingbesparing wat voortspruit uit 'n marginale belastingkoers van 20 persent. Hierdie aanpassing veroorsaak dat die paaiemente, wat op 'n voorbelasting basis konstante jaarlikse bedrae is, verminder. Aangesien die rentekomponent van die paaiemente aanvanklik groot is en geleidelik afneem namate die leningsperiode vorder, volg die belastingvoordeel dieselfde patroon. Gevolglik styg die waarde van die nabelasting paaiemente met verloop van tyd.

Die na-belasting waarde van die paaiemente is in nominale terme. 'n Tweede aanpassing is dus nodig voordat die paaiemente van die jaarlikse reële kontantvloei afgetrek kan word. Op grond van die Delphi-resultate is 'n inflasiekoers van 15 persent gebruik om die tweede en opvolgende paaiemente tot reële waardes aan te pas.

4. Finansiële uitvoerbaarheid

Die volgende vergelyking is gebruik om die jaarlikse na-belastingsurplus, S, te bereken:

$$S_n = nkv_n\ (1-m) + S_1(1-m) + \frac{d_n}{(1+i)^{n-1}} - \frac{k_n + v_n + r_n(1-m)}{(1+i)^{n-1}} \qquad (5.2)$$

waar nkv = netto reële kontantvloei in jaar n,
S_1 = subsidie in die eerste jaar,
d = belastingbesparing as gevolg van aftrekbaarheid van depresiasie in jaar n,
k = kapitaaldelging in jaar n,
v = versekering in jaar n,
r = rentebetaling in jaar n,
m = marginale belastingkoers en
i = inflasiekoers.

Vergelyking (5.2) neem alle kontantvloei wat geassosieer is met die belegging en finansiering daarvan, die belastingbesparings as gevolg van die aftrekbaarheid van rente en depresiasie van inkomste-belasting, marginale belastingkoers en inflasie in ag. Die waardes wat verkry word, verteenwoordig jaarlikse reële na-belasting kontantvloei en word vir elke jaar van die ekonomiese lewensduur van die belegging bereken. 'n Positiewe kontantvloeisurplus dui daarop dat paaiementverpligtinge nagekom kan word. 'n Negatiewe kontantvloeisurplus of tekort dui daarop dat die jaar se kontantvloei onvoldoende is om die betrokke paaiement te betaal.

Die finansiële uitvoerbaarheidsontledings is met behulp van 'n rekenaarprogram gedoen. Die lêers met die kontantvloeisyfers vir die vyftien jaar van elk van die twintig herhalings wat

vir elke stelsel opgestel is om die ekonomiese winsgewendheidsontledings te doen, is gebruik om die finansiële uitvoerbaarheid te bepaal. Lêers is opgestel wat die rente- en kapitaaldelgingsbedrae bevat wat vir elke lening oor die betrokke termyn betaal moet word. 'n Program is in Turbo Pascal geskryf om die jaarlikse kontantvloei te bereken nadat aanpassings vir belasting gemaak is en die rente- en kapitaalkomponente van die paaiemente afgetrek is. Die kontantvloeisurplus of -tekort nadat die paaiementverpligtinge nagekom is, is dus vir elke jaar van die twintig herhalings per stelsel bereken.

'n Besluitnemingsreël is nodig om te besluit of 'n belegging onuitvoerbaar is of nie. Indien 'n betrokke jaar meer as tien uit die twintig herhalings 'n kontantvloeitekort lewer, word dit as 'n tekortjaar beskou. 'n Belegging word as finansieel onuitvoerbaar beskou indien ten minste een van die jare in die lewensduur daarvan volgens bogenoemde definisie 'n tekortjaar is. Daar is dan ten minste 'n vyftig persent kans dat die kontantvloei wat die belegging genereer onvoldoende sal wees om die paaiement-verpligtinge na te kom.

RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

1. Jaarlikse kontantvloei

Die jaarlikse reële na-belasting kontantvloei vir die ses stelsels waarvoor die finansiële uitvoerbaarheidsontledings gedoen is, word in *tabelle 5.5* tot *5.16* in *bylae A* getoon. Vir elke stelsel word twee tabelle voorsien, die eerste een gee die kontantvloei vir 'n boer wat van die koöperasie-lening gebruik maak terwyl die tweede tabel die kontantvloei gee vir 'n boer wat van die verbandlening gebruik maak.

Tabelle 5.5 en *5.6* bevat die kontantvloei vir die winsgewendste stelsel, stelsel 9. Net een kontantvloeitekort kom voor, naamlik die vierde jaar van herhaling 15 waar gebruik gemaak is van die koöperasie-lening. Die kontantvloeitekort beloop R 2 742. Geen kontantvloeitekorte word gevind waar van die Landbankverband gebruik gemaak word nie.

By stelsel 11, wat die derde winsgewendste alternatief is, kom meer kontantvloeitekorte voor as by stelsel 9. In die geval van die koöperasie-lening kom daar gedurende vyf van die twintig herhalings kontantvloeitekorte voor. Die grootste kontantvloeitekort is nou R 9 263 teenoor R 2 741 by stelsel 9. Waar by stelsel 9 geen kontantvloeitekorte met die Landbankverband voorgekom het nie, kom drie kontantvloeitekorte by stelsel 11 voor. Die grootste kontantvloeitekort van R 3 884 is egter R 5 379 kleiner as die kontantvloeitekort wanneer die koöperasie-lening gebruik word.

Stelsel 10, wat 'n sestighektaar-stelsel op kleigrond is met 'n statiese hoogte van -15 m, lewer negatiewe kontantvloei gedurende tien van die twintig herhalings onder die koöperasie-leningvoorwaardes. Gedurende drie van die tien herhalings lewer twee jare negatiewe kontantvloei. Die grootste kontantvloeitekort het tot R 14 092 gestyg. Ses herhalings lewer kontantvloeitekorte in die geval van die verbandlening. Die kontantvloeitekorte is kleiner as in die geval van die koöperasie-lening maar is nie net beperk tot die eerste vyf jaar nie omdat die terugbetalings oor tien jaar geskied.

By die winsgewendste dertighektaar-stelsel kom kontantvloeitekorte tydens 13 van die herhalings voor onder die koöperasie-leningvoorwaarde en by 8 herhalings waar die Landbankverband gebruik is.

Kontantvloeitekorte kom by al twintig herhalings by stelsel 12 voor indien paaiemente op die koöperasie-lening betaal moet word. By dertien van die herhalings kom daar gedurende twee of meer jare 'n kontantvloeitekort voor, tot 'n maksimum van vier opeenvolgende kontantvloeitekorte by herhaling twee. Hiervolgens is die moontlikheid dus 100 persent dat 'n boer gedurende die eerste vyf jaar van die belegging ten minste een jaar nie sy leningverpligtinge sal kan nakom nie. Die grootste kontantvloeitekort is R 20 678. Indien die verbandlening gebruik word, word daar met vier herhalings nie kontantvloeitekorte ondervind nie. Die maksimum kontantvloeitekort in dié geval is R 15 171.

Stelsel 18 se ekonomiese winsgewendheid is die laagste van die ses stelsels. Waar die koöperasie-lening gebruik word, word daar egter vir twee herhalings nie kontantvloeitekorte ondervind nie, in teenstelling met geen een van die herhalings by stelsel 12 nie. Met gebruikmaking van die verbandlening kom daar by ses van die herhalings nie kontantvloeitekorte voor nie. Die grootste kontantvloeitekort is ook R 3 345 kleiner as wat die geval by die koöperasie-lening is.

Verskeie belangrike afleidings kan uit die resultate gemaak word. Die winsgewendheid van die stelsels, soos bepaal in hoofstuk 4, het 'n belangrike invloed op die vermoë om paaiementverpligtinge na te kom. In die geval van die verbandlening by stelsel 9, kom geen kontantvloeitekorte voor nie. Namate die relatiewe winsgewendheid van die stelsels daal, kom al meer jaarlikse finansiële tekorte voor. So kom daar met al twintig herhalings by stelsel 12, wat met die koöperasie-lening gefinansier is, kontantvloeitekorte voor. Alhoewel al die stelsels volgens die netto huidigewaardekriteria winsgewend is, is die kontantvloei so laag dat alle paaiementverpligting nie betaal kan word nie. Die voorkoms van opeenvolgende jaarlikse kontantvloeitekorte raak ook groter by dié stelsels met die laer winsgewendheid. Hierdie

bevinding hou belangrike praktiese implikasies vir boere in aangesien 'n opvolgende kontantvloeitekort nadeliger is as 'n tekort wat na 'n surplus volg.

Die verskille tussen die twee finansieringswyse is ook duidelik. Die voorkoms van kontantvloeitekorte is hoër by stelsels wat deur die koöperasie-lening gefinansier is, as die wat met die Landbankverband gefinansier is. Die kontantvloeitekorte is ook groter in eersgenoemde geval. Hiervolgens is die kans dus groter dat 'n boer nie sy finansiële verpligtinge sal kan nakom nie as hy van die koöperasie-lening gebruik maak en nie van die Landbandverband nie.

2. <u>Finansiële uitvoerbaarheid</u>

In *tabel 5.3* word die aantal herhalings wat 'n kontantvloeitekort vir 'n sekere jaar lewer, vir elk van die ses stelsels gegee indien die koöperasie-lening gebruik word. Die verskil tussen die waardes in die tabel en twintig gee dus die aantal herhalings wat daar 'n kontantvloeisurplus was nadat paaiementverpligtinge nagekom is. Die totale aantal jare met kontantvloeitekorte word ook vir elke stelsel gegee. Die totale is die aantal jare uit 300 produksiejare wat in ag geneem word.

Die toename in die aantal jare met kontantvloeitekorte namate winsgewendheid daal, wat sigbaar was in die tabelle met die kontantvloeisyfers, is duidelik waarneembaar. Stelsel 18 het egter sewe jare minder kontantvloeitekorte as stelsel 12. 'n Drastiese toename in die aantal jaarlikse kontantvloeitekorte kom by stelsel 12 en 18 voor.

Dit is insiggewend dat kontantvloeitekorte net gedurende die eerste vyf jare voorkom. Dit is die periode waarin die paaiemente terugbetaal moet word. Die kontantvloeitekorte in die jare kom voor ten spyte van die subsidie wat in die eerste

jaar ontvang word en die belastingvoordele as gevolg van depresiasie in die eerste drie jaar. Kontantvloeitekorte kom by al ses stelsels gedurende herhalings van die vierde jaar voor. By stelsels 9 en 11 kom daar onderskeidelik een en vier kontantvloeitekorte voor gedurende die twintig herhalings van die vierde jaar se resultate. By die ander stelsels kom daar egter by sewe van die twintig herhalings kontantvloeitekorte voor, wat op 'n 35 persent kans van 'n kontantvloeitekort dui. Die moontlikheid van 'n kontantvloeitekort in jaar twee is ook 35 persent by stelsel 17.

Tabel 5.3: Aantal herhalings per jaar met jaarlikse kontantvloeitekorte na betaling van die paaiemente op die koöperasie-lening vir ses winsgewende prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, Oktober 1989

Koöperasie-lening met paaiementbetalings oor vyf jaar						
Jaar	Spilpuntnommer					
	9	11	10	17	12	18
1	0	0	1	0	3	1
2	0	2	2	7	10	10
3	0	0	0	0	6	2
4	1	4	7	7	7	7
5	0	0	3	1	14	13
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
Totaal	1	6	13	15	40	33

Die moontlikheid van probleme met die nakoming van paaiementverpligtinge raak egter groot by stelsels 12 en 18. In albei gevalle is die moontlikheid van 'n kontantvloeitekort 50 persent in jaar twee. Volgens die voorafbepaalde besluitnemingsreël word 'n jaar as 'n tekortjaar beskou indien meer as tien van die herhalings van die jaar 'n kontantvloeitekort lewer. Op grond hiervan is jaar vyf by albei stelsels tekortjare. Indien stelsels 12 en 18 dus met die koöperasie-lening gefinansier word, is die beleggings finansieel onuitvoerbaar. Die kans dat die paaiemente gedurende die jaar nie betaal kan word nie, is onderskeidelik 70 persent en 65 persent.

Dieselfde resultate as die in *tabel 5.3* word in *tabel 5.4* getoon as die beleggings met die verbandlening gefinansier word.

Dieselfde neiging ten opsigte van die verband tussen winsgewendheid en die voorkoms van kontantvloeitekorte geld ook in die geval. Stelsel 1 lewer egter geen kontantvloeitekort nie.

Kontantvloeitekorte kom egter tot in jaar nege voor omdat die leningstermyn in die geval tien jaar is. Die waarskynlikheid van die voorkoms van kontantvloeitekorte is egter 'n maksimum van 35 persent in die vierde en vyfde jaar van stelsel 12 asook die vierde jaar van stelsel 18. Geen tekortjaar kom dus by hierdie finansieringswyse voor nie. Om die rede word geen een van die beleggings as onuitvoerbaar beskou nie.

'n Vergelyking tussen die twee finansieringswyses toon dat minder kontantvloeitekorte by die gebruik van die verbandlening voorkom. Die moontlikheid van 'n kontantvloeitekort in 'n spesifieke jaar is ook meestal baie laer as in die geval van die koöperasie-lening. So is daar 'n waarskynlikheid van 65 persent dat 'n kontantvloeitekort in die vyfde jaar by stelsel 18 sal voorkom as die koöperasie-lening gebruik word

in plaas van die verbandlening. Die finansiële risiko is dus groter in die eersgenoemde geval.

Tabel 5.4: Aantal herhalings per jaar met jaarlikse kontantvloeitekorte na betaling van die paaiemente op die Landbankverband vir ses winsgewende prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, Oktober 1989

Landbankverband met paaiementbetalings oor tien jaar						
Jaar	Spilpuntnommer					
	9	11	10	17	12	18
1	0	0	0	0	1	0
2	0	2	2	2	2	2
3	0	0	0	0	1	0
4	0	1	1	4	7	7
5	0	0	1	0	7	4
6	0	0	4	4	4	4
7	0	0	1	0	4	2
8	0	0	0	0	2	2
9	0	0	0	0	2	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
Totaal	0	3	9	10	30	21

Kontantvloeitekorte kan egter oor 'n langer periode voorkom as die verbandlening gebruik word in vergelyking met die koöperasie-lening. Kontantvloeitekorte kom tot in die negende jaar voor terwyl dit net tot in jaar vyf voorkom by die koöperasie-lening.

Die belangrikste gevolg van die verskil in die finansieringswyses is dat stelsels 12 en 18 nie finansieel uitvoerbaar is nie as die beleggings met die koöperasie-lening gefinansier

word nie. Al ses stelsels is finansieel uitvoerbaar indien 'n
Landbankverband vir finansiering gebruik word alhoewel die
waarskynlikheid van kontantvloeitekorte verhoog by die
stelsels met die laer winsgewendheid.

Die finansiële onuitvoerbaarheid van stelsels 12 en 18 beteken
nie dat die beleggings nie aangegaan kan word nie. Beplanning
sal egter gedoen moet word om die kontantvloeitekort te oor-
brug wat waarskynlik sal voorkom.

3. Samevattende gevolgtrekking

'n Beleggingsbesluit kan net geneem word nadat ekonomiese
winsgewendheids- sowel as finansiële uitvoerbaarheidsontle-
dings gedoen is vir die beleggings wat oorweeg word. Die
noodsaaklikheid hiervan blyk daaruit dat twee spilpuntbeleg-
gings nie finansieel uitvoerbaar is nie indien die beleggings
met 'n koöperasie-lening gefinansier word alhoewel die beleg-
gings wel ekonomies winsgewend is. Gegewe die wisselbou-
stelsel wat gevolg word, is 'n sestighektaar-spilpuntbelegging
met 'n statiese hoogte van 10 m wat kleigrond besproei nie
finansieel uitvoerbaar nie en so ook 'n dertighektaar-stelsel
op kleigrond. Die waarskynlikheid dat paaiementverpligtinge
in ten minste een jaar nie nagekom sal kan word nie, is groter
as 50 persent. Voorsiening sal dus gemaak moet word om sulke
kontantvloeitekorte te oorkom.

Die finansieringswyses wat geëvalueer is, veroorsaak verskille
ten opsigte van die finansiële uitvoerbaarheid van die
beleggings. Al ses stelsels is finansieel uitvoerbaar indien
die Landbankverband vir finansiering gebruik word terwyl die
bogenoemde twee beleggingsalternatiewe nie uitvoerbaar is nie
indien die koöperasie-lening gebruik word. Dit is die geval
ten spyte van die groter leningsbedrag wat by die verband-
lening ter sprake is. Die rede hiervoor is dat die le-
ningstermyn van die verbandlening ooreenstem met die aanbevole

tydperk wat twee derdes van die bate se leeftyd is (Boehlje & Eidman, 1984, p. 651), wat nie die geval is met die koöperasie-lening nie. Die rentekoers op die verbandlening is ook laer.

Finansiële risiko betrokke by die finansiering van die spilpuntbeleggings kan nie aangetoon word nie as produksie- en prysrisiko nie deur middel van variërende opbrengste- en pryse in ag geneem word nie. Jare met kontantvloeitekorte word juis veroorsaak deur ongunstige pryse en opbrengste wat die boere realiseer. Die finansiële risiko styg namate die winsgewendheid van die stelsels daal daarom raak dit finansieel onuitvoerbaar om beleggings soos stelsels 12 en 18, met relatiewe winsgewendheidsposisies van onderskeidelik tiende en twaalfde uit die totaal van agtien spilpuntstelsels, aan te gaan. Die risiko van stygende rentekoerse is nie in ag geneem nie maar die gebruik van rentekoerse wat tans op 'n hoë vlak is, vergoed tot 'n mate daarvoor.

Die aanname van 'n marginale belastingkoers moet in gedagte gehou word by die vertolking van die resultate. So ook die feit dat die kontantvloei in reële terme bereken is met die aanname van 'n algemene inflasiekoers van 15 persent. Vinniger toenames in insetpryse as in produkpryse kan oor die langtermyn die finansiële uitvoerbaarheid verder verswak.

4. <u>Navorsingsimplikasies</u>

1. Finansiële uitvoerbaarheidsontledings en ekonomiese winsgewendheidsontledings moet geskei word by die evaluering van beleggingsbesluite.

2. Finansieringsmetodes moet vergelyk word met behulp van finansiële uitvoerbaarheidstudies om die beste metode te kies.

3. Ondersoek behoort gedoen te word om te bepaal watter metode die beste is om kontantvloeitekorte te oorbrug.

Bylae A: Jaarlikse reëele, na-belasting kontantvloei vir stelsels 9, 11, 10, 17, 12 en 18 nadat paaiemente op die koöperasie-lening en Landbankverband betaal is

Tabel 5.5: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 9 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	31 183	36 156	30 487	19 978	46 741	27 700	47 689	10 259	17 111	54 740	27 373	30 691	53 013	27 799	44 883	37 286	46 837	30 509	32 706	31 300
2	84 805	11 018	99 983	7 596	431	431	79 627	83 540	61 921	61 921	61 921	99 983	11 018	79 627	22 074	7 596	83 540	7 596	22 074	22 074
3	20 486	16 739	25 475	22 814	26 588	27 040	50 434	28 940	52 879	35 609	20 654	30 544	20 512	45 559	28 492	40 476	34 141	30 970	51 398	47 422
4	7 846	7 846	4 425	58 750	80 368	4 425	81 634	4 425	80 368	96 438	96 811	96 811	80 368	96 811	-2 741	81 634	81 634	96 811	7 846	76 455
5	22 831	19 377	14 915	33 963	20 215	39 664	11 743	26 131	25 162	15 584	44 165	26 575	19 566	22 069	25 867	35 661	16 256	22 212	28 945	25 056
6	37 581	129 594	113 525	129 594	37 581	41 003	30 415	114 790	91 906	30 415	30 415	37 581	37 581	41 003	30 415	41 003	109 612	109 612	52 058	113 525
7	49 443	65 609	60 590	39 559	49 968	49 889	54 298	47 330	46 473	54 874	50 111	37 321	39 800	58 783	36 408	54 932	49 774	54 662	49 890	45 171
8	37 581	109 612	109 612	52 058	129 594	129 968	91 906	37 581	37 581	129 594	109 612	30 415	41 003	30 415	109 612	129 968	52 058	91 906	52 058	113 525
9	55 835	56 284	47 541	40 935	45 432	64 829	56 570	41 784	51 304	38 695	34 384	53 284	40 423	44 552	55 421	48 112	36 826	43 750	64 278	60 661
10	129 594	129 968	30 415	30 415	41 003	30 415	129 968	37 581	41 003	129 594	52 058	109 612	113 525	129 594	114 790	37 581	30 415	30 415	114 790	129 594
11	50 074	66 375	41 252	72 214	55 171	54 734	55 018	54 508	59 077	64 238	42 228	64 363	49 212	43 750	39 633	64 500	60 385	82 862	70 391	77 724
12	114 790	37 581	129 594	52 058	113 525	41 003	109 612	109 612	91 906	91 906	114 790	129 968	109 612	109 612	113 525	113 525	52 058	114 790	114 790	91 906
13	46 279	51 544	36 343	36 701	53 745	57 500	62 786	41 300	71 953	54 604	40 652	40 525	40 538	53 935	36 242	63 370	49 212	45 579	46 101	62 508
14	129 594	41 003	91 906	114 790	37 581	52 058	129 594	114 790	52 058	91 906	109 612	113 525	109 612	91 906	129 594	129 968	129 968	52 058	129 968	129 968
15	57 429	50 986	58 662	44 425	39 909	46 686	61 630	50 256	55 152	63 640	59 866	53 120	54 874	46 202	49 696	45 262	52 040	59 038	40 961	54 636

Tabel 5.6: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 9 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	40 263	45 235	39 566	29 058	55 820	36 780	56 768	19 339	26 190	63 819	36 452	39 771	62 092	36 878	53 963	46 365	55 916	39 589	41 786	40 380
2	93 177	19 390	108 355	15 968	8 802	8 802	87 999	91 912	70 293	70 293	70 293	108 355	19 390	87 999	30 445	15 968	91 912	15 968	30 445	30 445
3	28 272	24 525	33 261	30 600	34 374	34 826	58 220	36 726	60 665	43 395	28 440	38 330	28 298	53 345	36 278	48 262	41 927	38 756	59 184	55 208
4	15 153	15 153	11 732	66 057	87 675	11 732	88 941	11 732	87 675	103 745	104 118	104 118	87 675	104 118	4 566	88 941	88 941	104 118	15 153	83 762
5	29 755	26 302	21 839	40 887	27 139	46 588	18 667	33 056	32 087	22 508	51 089	33 500	26 490	28 993	32 791	42 585	23 181	29 136	35 869	31 980
6	17 519	109 532	93 463	109 532	17 519	20 940	10 353	94 728	71 844	10 353	10 353	17 519	17 519	20 940	10 353	20 940	89 550	89 550	31 996	93 463
7	31 719	47 885	42 867	21 835	32 245	32 165	36 574	29 607	28 749	37 150	32 387	19 597	22 076	41 059	18 685	37 208	32 050	36 938	32 166	27 447
8	21 890	93 920	93 920	36 367	113 903	114 276	76 215	21 890	21 890	113 903	93 920	14 724	25 311	14 724	93 920	114 276	36 367	76 215	36 367	97 833
9	41 909	42 359	33 615	27 010	31 507	50 904	42 645	27 858	37 379	24 770	20 459	39 359	26 498	30 627	41 496	34 187	22 901	29 825	50 352	46 736
10	117 204	117 577	18 024	18 024	28 612	18 024	117 577	25 190	28 612	117 204	39 668	97 221	101 134	117 204	102 399	25 190	18 024	18 024	102 399	117 204
11	50 074	66 375	41 252	72 214	55 171	54 734	55 018	54 508	59 077	64 238	42 228	64 363	49 212	43 750	39 633	64 500	60 385	82 862	70 391	77 724
12	114 790	37 581	129 594	52 058	113 525	41 003	109 612	109 612	91 906	91 906	114 790	129 968	109 612	109 612	113 525	113 525	52 058	114 790	114 790	91 906
13	46 279	51 544	36 343	36 701	53 745	57 500	62 786	41 300	71 953	54 604	40 652	40 525	40 538	53 935	36 242	63 370	49 212	45 579	46 101	62 508
14	129 594	41 003	91 906	114 790	37 581	52 058	129 594	114 790	52 058	91 906	109 612	113 525	109 612	91 906	129 594	129 968	129 968	52 058	129 968	129 968
15	57 429	50 986	58 662	44 425	39 909	46 686	61 630	50 256	55 152	63 640	59 866	53 120	54 874	46 202	49 696	45 262	52 040	59 038	40 961	54 636

Tabel 5.7: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 11 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	24 451	28 849	23 373	12 990	39 614	20 705	40 694	3 117	9 997	47 766	20 600	23 428	46 747	20 363	37 903	30 186	39 638	23 224	25 640	24 262
2	78 743	5 013	94 144	1 675	-5 919	-5 919	73 490	77 008	55 964	55 964	55 964	94 144	5 013	73 490	16 216	1 675	77 008	1 675	16 216	16 216
3	13 741	9 427	18 662	15 948	19 431	20 232	44 260	22 035	46 261	28 166	13 637	24 050	13 569	38 614	21 367	33 950	27 167	24 168	44 337	40 469
4	1 669	1 669	-1 670	52 619	73 663	-1 670	75 399	-1 670	73 663	90 461	90 799	90 799	73 663	90 799	-9 263	75 399	75 399	90 799	1 669	70 145
5	15 663	12 001	7 482	26 766	12 705	32 468	4 384	19 337	18 023	8 017	36 727	19 523	12 236	14 722	18 537	28 180	8 511	15 065	21 569	17 479
6	33 288	125 419	108 621	125 419	33 288	36 626	25 694	110 356	87 576	25 694	25 694	33 288	33 288	36 626	25 694	36 626	105 103	105 103	47 829	108 621
7	43 782	59 840	54 883	33 472	44 081	44 294	48 465	41 533	40 766	49 432	44 544	31 008	34 017	53 094	30 690	49 365	44 045	48 995	44 419	38 857
8	33 288	105 103	105 103	47 829	125 419	125 757	87 576	33 288	33 288	125 419	105 103	25 694	36 626	25 694	105 103	125 757	47 829	87 576	47 829	108 621
9	50 170	51 223	41 898	35 245	39 703	59 646	50 834	35 621	45 777	32 622	28 404	47 509	34 120	38 662	49 624	42 196	30 599	38 194	58 255	54 997
10	125 419	125 757	25 694	25 694	36 626	25 694	125 757	33 288	36 626	125 419	47 829	105 103	108 621	125 419	110 356	33 288	25 694	25 694	110 356	125 419
11	44 098	60 808	35 490	66 345	49 729	48 768	49 063	49 037	53 101	58 595	36 155	58 807	43 351	38 194	34 005	58 932	54 914	77 546	65 302	72 662
12	110 356	33 288	125 419	47 829	108 621	36 626	105 103	105 10	87 576	87 576	110 356	125 757	105 103	105 103	108 621	108 621	47 829	110 356	110 356	87 576
13	40 779	45 762	30 539	31 040	48 095	51 915	57 061	35 830	66 512	49 061	34 292	36 171	34 677	48 076	29 940	57 595	43 351	40 036	39 938	56 726
14	125 419	36 626	87 576	110 356	33 288	47 829	125 419	110 356	47 829	87 576	105 103	108 621	105 103	87 576	125 419	125 757	125 757	47 829	125 757	125 757
15	51 801	45 504	53 106	38 481	34 219	41 244	56 220	44 814	49 577	58 056	54 105	47 625	49 235	40 537	44 226	39 307	45 967	53 414	35 418	48 929

Tabel 5.8: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 11 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is

Jaar	Herhaling 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	30 585	34 984	29 508	19 125	45 748	26 840	46 828	9 251	16 132	53 901	26 735	29 562	52 881	26 497	44 038	36 321	45 772	29 359	31 774	30 397
2	84 556	10 826	99 956	7 487	-106	-106	79 302	82 820	61 776	61 776	61 776	99 956	10 826	79 302	22 028	7 487	82 820	7 487	22 028	22 028
3	19 305	14 991	24 226	21 511	24 995	25 795	49 824	27 599	51 824	33 729	19 200	29 614	19 133	44 178	26 930	39 514	32 731	29 731	49 901	46 033
4	7 048	7 048	3 709	57 998	79 042	3 709	80 778	3 709	79 042	95 841	96 178	96 178	79 042	96 178	-3 884	80 778	80 778	96 178	7 048	75 524
5	20 917	17 255	12 735	32 020	17 959	37 721	9 637	24 590	23 277	13 271	41 981	24 776	17 490	19 975	23 790	33 434	13 764	20 319	26 822	22 732
6	10 331	102 463	85 664	102 463	10 331	13 670	2 738	87 400	64 620	2 738	2 738	10 331	10 331	13 670	2 738	13 670	82 146	82 146	24 872	85 664
7	23 501	39 560	34 602	13 191	23 801	24 013	28 184	21 253	20 485	29 151	24 263	10 727	13 736	32 813	10 410	29 085	23 764	28 714	24 139	18 577
8	15 333	87 148	87 148	29 874	107 464	107 802	69 622	15 333	15 333	107 464	87 148	7 739	18 671	7 739	87 148	107 802	29 874	69 622	29 874	90 666
9	34 236	35 289	25 964	19 311	23 769	43 712	34 900	19 687	29 843	16 688	12 470	31 575	18 186	22 728	33 690	26 262	14 665	22 260	42 321	39 063
10	111 241	111 578	11 516	11 516	22 448	11 516	111 578	19 109	22 448	111 241	33 651	90 924	94 442	111 241	96 178	19 109	11 516	11 516	96 178	111 241
11	44 098	60 808	35 490	66 345	49 729	48 768	49 063	49 037	53 101	58 595	36 155	58 807	43 351	38 194	34 005	58 932	54 914	77 546	65 302	72 662
12	110 356	33 288	125 419	47 829	108 621	36 626	105 103	105 103	37 576	87 576	110 356	125 757	105 103	105 103	108 621	108 621	47 829	110 356	110 356	87 576
13	40 779	45 762	30 539	31 040	48 095	51 915	57 061	35 830	66 512	49 061	34 292	36 171	34 677	48 076	29 940	57 595	43 351	40 036	39 938	56 726
14	125 419	36 626	87 576	110 356	33 288	47 829	125 419	110 356	47 829	87 576	105 103	108 621	105 103	87 576	125 419	125 757	125 757	47 829	125 757	125 757
15	51 801	45 504	53 106	38 481	34 219	41 244	56 220	44 814	49 577	58 056	54 105	47 625	49 235	40 537	44 226	39 307	45 967	53 414	35 418	48 929

Tabel 5.9: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 10 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	13	14	15	16	17	18	19	20
1	13 967	17 151	14 887	3 318	26 066	9 436	26 392	-5 403	2 026	33 518	8 690	13 524	35 430	11 308	26 238	18 089	26 616	14 001	13 532	12 321
2	67 299	404	87 886	1 076	-10 787	-10 787	62 645	63 452	47 830	47 830	47 830	87 886	404	62 645	3 668	1 076	63 452	1 076	3 668	3 668
3	3 957	2 058	7 326	6 313	10 329	9 173	32 579	11 386	31 985	18 904	4 907	12 825	5 186	26 486	11 982	21 689	16 589	12 903	30 131	26 364
4	-2 901	-2 901	-2 229	44 525	60 147	-2 229	63 994	-2 229	60 147	78 790	84 581	84 581	60 147	84 581	-14 092	63 994	63 994	84 581	-2 901	59 341
5	4 385	1 193	-2 472	13 845	1 597	18 750	-5 852	9 556	5 181	109	21 165	7 362	2 494	3 156	6 299	15 223	-487	4 339	9 481	5 797
6	32 318	113 337	94 694	113 337	32 318	31 646	20 455	98 540	79 071	20 455	20 455	32 318	32 318	31 646	20 455	31 646	9 3887	93 887	34 909	94 694
7	33 791	45 997	41 753	25 200	32 559	32 160	37 758	28 417	31 589	37 258	33 014	23 069	25 760	42 211	19 544	37 857	3 3211	38 004	32 931	29 899
8	32 318	93 88	93 887	34 909	113 337	119 128	79 071	32 318	32 318	113 337	93 887	20 455	31 646	20 455	93 887	119 128	3 4909	79 071	34 909	94 694
9	36 382	39 872	29 755	24 127	28 120	49 536	38 921	26 706	32 551	24 293	20 345	35 806	25 094	28 491	37 215	33 432	2 2403	27 076	45 638	41 231
10	13 337	119 128	20 455	20 455	31 646	20 455	119 128	32 318	31 646	113 337	34 909	93 887	94 694	113 337	98 540	32 318	2 0455	20 455	98 540	113 337
11	31 409	47 105	27 025	52 011	37 924	36 719	38 676	36 856	40 450	44 001	27 367	44 810	33 312	27 076	23 402	46 145	4 1851	65 353	53 373	59 965
12	98 540	32 318	113 337	34 909	94 694	31 646	93 887	93 887	79 071	79 071	98 540	119 128	93 887	93 887	94 694	94 694	3 4909	98 540	98 540	79 071
13	29 748	35 350	19 398	22 035	36 320	39 484	44 244	24 886	53 131	37 406	26 722	24 341	25 170	37 731	20 896	45 207	3 3312	28 347	30 462	44 783
14	13 337	31 646	79 071	98 540	32 318	34 909	113 337	98 540	34 909	79 071	93 887	94 694	93 887	79 071	113 337	119 128	119 128	34 909	119 128	119 128
15	40 007	33 769	39 905	28 611	24 752	29 995	42 335	33 333	36 840	44 767	43 271	35 995	36 511	28 964	32 022	31 031	35 904	41 212	24 422	36 702

Tabel 5.10: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 10 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	20 029	23 213	20 949	9 380	32 128	15 498	32 454	659	8 088	39 580	14 752	19 586	41 492	17 370	32 300	24 151	32 678	20 063	19 594	18 383
2	73 043	6 149	93 631	6 821	-5 042	-5 042	68 390	69 197	53 574	53 574	53 574	93 631	6 149	68 390	9 412	6 821	69 197	6 821	9 412	9 412
3	9 456	7 557	12 825	11 811	15 827	14 671	38 077	16 885	37 483	24 402	10 406	18 324	10 684	31 984	17 481	27 187	22 087	18 401	35 630	31 863
4	2 416	2 416	3 088	49 841	65 464	3 088	69 310	3 088	65 464	84 106	89 897	89 897	65 464	89 897	-8 776	69 310	69 310	89 897	2 416	64 657
5	9 577	6 385	2 720	19 037	6 789	23 942	-660	14 748	10 373	5 301	26 357	12 554	7 686	8 348	11 492	20 415	4 705	9 531	14 673	10 989
6	9 631	90 650	72 007	90 650	9 631	8 959	-2 232	75 853	56 385	-2 232	-2 232	9 631	9 631	8 959	-2 232	8 959	71 200	71 200	12 223	72 007
7	13 748	25 955	21 711	5 158	12 517	12 118	17 716	8 375	11 547	17 216	12 972	3 027	5 718	22 169	-498	17 815	13 169	17 962	12 889	9 857
8	14 574	76 143	76 143	17 166	95 593	101 384	61 328	14 574	14 574	95 593	76 143	2 711	13 902	2 711	76 143	101 384	17 166	61 328	17 166	76 950
9	20 635	24 125	14 009	8 381	12 374	33 789	23 175	10 959	16 804	8 547	4 598	20 059	9 348	12 744	21 468	17 685	6 656	11 330	29 891	25 484
10	99 325	105 116	6 443	6 443	17 634	6 443	105 116	18 306	17 634	99 325	20 898	79 875	80 682	99 325	84 529	18 306	6 443	6 443	84 529	99 325
11	31 409	47 105	27 025	52 011	37 924	36 719	38 676	36 856	40 450	44 001	27 367	44 810	33 312	27 076	23 402	46 145	41 851	65 353	53 373	59 965
12	98 540	32 318	113 337	34 909	94 694	31 646	93 887	93 887	79 071	79 071	98 540	119 128	93 887	93 887	94 694	94 694	34 909	98 540	98 540	79 071
13	29 748	35 350	19 398	22 035	36 320	39 484	44 244	24 886	53 131	37 406	26 722	24 341	25 170	37 731	20 896	45 207	33 312	28 347	30 462	44 783
14	113 337	31 646	79 071	98 540	32 318	34 909	113 337	98 540	34 909	79 071	93 887	94 694	93 887	79 071	113 337	119 128	119 128	34 909	119 128	119 128
15	40 007	33 769	39 905	28 611	24 752	29 995	42 335	33 333	36 840	44 767	43 271	35 995	36 511	28 964	32 022	31 031	35 904	41 212	24 422	36 702

Tabel 5.11: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 17 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	12 224	14 539	11 762	6 545	19 885	10 404	20 398	1 640	5 074	23 930	10 306	11 819	23 277	10 322	19 000	15 166	19 912	11 722	12 886	12 191
2	35 633	-1 244	43 288	-2 930	-6 640	-6 640	33 021	34 860	24 222	24 222	24 222	43 288	-1 244	33 021	4 328	-2 930	34 860	-2 930	4 328	43 28
3	4 544	2 502	7 019	5 672	7 472	7 802	19 688	8 724	20 778	11 898	4 547	9 648	4 498	17 021	8 434	14 605	11 304	9 769	19 906	179 50
4	-3 350	-3 351	-5 037	22 115	32 753	-5 037	33 525	-5 037	32 753	41 003	41 180	41 180	32 753	41 180	-8 747	33 525	33 525	41 180	-3 351	309 14
5	4 151	2 363	114	9 709	2 741	12 559	-1 450	5 913	5 326	409	14 738	6 058	2 471	3 717	5 621	10 473	692	3 848	7 146	51 42
6	16 987	63 029	54 777	63 029	16 987	18 673	13 277	55 549	44 139	13 277	13 277	16 987	16 987	18 673	13 277	18 673	52 938	52 938	24 245	547 77
7	22 300	30 351	27 860	17 232	22 496	22 543	24 677	21 204	20 802	25 081	22 662	16 045	17 442	26 962	15 766	25 073	22 446	24 908	22 580	199 70
8	16 987	52 938	52 938	24 245	63 029	63 204	44 139	16 987	16 987	63 029	52 938	13 277	18 673	13 277	52 938	63 204	24 245	44 139	24 245	547 77
9	25 495	25 899	21 355	18 038	20 275	30 136	25 842	18 321	23 271	16 804	14 676	24 187	17 599	19 787	25 249	21 559	15 823	19 485	29 610	279 09
10	63 029	63 204	13 277	13 277	18 673	13 277	63 204	16 987	18 673	63 029	24 245	52 938	54 777	63 029	55 549	16 987	13 277	13 277	55 549	630 29
11	22 522	30 795	18 175	33 624	25 230	24 855	25 001	24 889	27 024	29 703	18 570	29 791	22 125	19 485	17 405	29 857	27 828	39 113	32 944	366 19
12	55 549	16 987	63 029	24 245	54 777	18 673	52 938	52 938	44 139	44 139	55 549	63 204	52 938	52 938	54 777	54 777	24 245	55 549	55 549	441 39
13	20 766	23 315	15 708	15 929	24 454	26 352	28 953	18 285	33 621	24 916	17 697	17 844	17 788	24 487	15 509	29 230	22 125	20 403	20 480	287 97
14	63 029	18 673	44 139	55 549	16 987	24 245	63 029	55 549	24 245	44 139	52 938	54 777	52 938	44 139	63 029	63 204	63 204	24 245	63 204	632 04
15	26 303	23 125	26 941	19 707	17 525	20 987	28 468	22 772	25 180	29 422	27 482	24 188	25 022	20 679	22 483	20 122	23 476	27 109	18 094	248 83

Tabel 5.12: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 17 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	16 088	18 404	15 627	10 410	23 750	14 269	24 263	5 504	8 939	27 795	14 171	15 684	27 142	14 187	22 865	19 031	23 776	15 587	16 751	16 056
2	39 294	2 418	46 950	732	-2 978	-2 978	36 683	38 522	27 884	27 884	27 884	46 950	2 418	36 683	7 990	732	38 522	732	7 990	7 990
3	8 049	6 007	10 524	9 177	10 977	11 307	23 193	12 229	24 283	15 403	8 052	13 153	8 003	20 526	11 939	18 110	14 809	13 274	23 411	21 455
4	40	39	-1 648	25 504	36 142	-1 648	36 915	-1 648	36 142	44 392	44 570	44 570	36 142	44 570	-5 358	36 915	36 915	44 570	39	34 304
5	7 461	5 673	3 424	13 018	6 051	15 869	1 860	3 223	8 635	3 719	18 048	9 368	5 781	7 027	8 931	13 733	4 002	7 158	10 455	8 452
6	2 524	48 566	40 314	48 566	2 524	4 210	-1 186	41 087	29 676	-1 186	-1 186	2 524	2 524	4 210	-1 186	4 210	38 475	38 475	9 782	40 314
7	9 523	17 575	15 083	4 455	9 719	9 766	11 900	8 427	8 025	12 304	9 886	3 268	4 666	14 185	2 989	12 296	9 669	12 131	9 803	7 193
8	5 675	41 626	41 626	12 933	51 717	51 892	32 827	5 675	5 675	51 717	41 626	1 965	7 361	1 965	41 626	51 892	12 933	32 827	12 933	43 465
9	15 456	15 861	11 316	7 999	10 236	20 097	15 803	8 283	13 232	6 765	4 637	14 148	7 561	9 748	15 210	11 520	5 785	9 446	19 571	17 870
10	54 096	54 272	4 344	4 344	9 740	4 344	54 272	8 054	9 740	54 096	15 312	44 005	45 844	54 096	46 617	8 054	4 344	4 344	46 617	54 096
11	22 522	30 795	18 175	33 624	25 230	24 855	25 001	24 889	27 024	29 703	18 570	29 791	22 125	19 485	17 405	29 857	27 828	39 113	32 944	36 619
12	55 549	16 987	63 029	24 245	54 777	18 673	52 938	52 938	44 139	44 139	55 549	63 204	52 938	52 938	54 777	54 777	24 245	55 549	55 549	44 139
13	20 766	23 315	15 708	15 929	24 454	26 352	28 953	18 285	33 621	24 916	17 697	17 844	17 788	24 487	15 509	29 230	22 125	20 403	20 480	28 797
14	63 029	18 673	44 139	55 549	16 987	24 245	63 029	55 549	24 245	44 139	52 938	54 777	52 938	44 139	63 029	63 204	63 204	24 245	63 204	63 204
15	26 303	23 125	26 941	19 707	17 525	20 987	28 468	22 772	25 180	29 422	27 482	24 188	25 022	20 679	22 483	20 122	23 476	27 109	18 094	24 883

Tabel 5.13: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 12 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	6 117	8 689	6 815	-4 847	17 742	1 213	18 170	-13 545	-6 045	25 441	822	5 382	28 040	2 749	18 255	9 804	18 318	5 947	5 300	4 178
2	61 117	-5 596	81 828	-4 924	-17 252	-17 252	56 393	56 796	41 785	41 785	41 785	56 393	-5 596	56 393	-2 323	-4 924	56 796	-4 924	-2 323	-2 323
3	-4 020	-6 256	-558	-1 660	1 992	1 111	25 111	3 365	24 100	10 430	-3 066	5 180	-2 965	18 486	3 845	13 959	8 536	4 832	21 839	18 236
4	-9 022	-9 022	-8 350	38 359	53 370	-8 350	57 691	-8 350	53 370	72 810	78 402	78 402	53 370	78 402	-20 678	57 691	57 691	78 402	-9 022	52 966
5	-3 911	-7 284	-10 860	5 496	-6 995	10 402	-14 360	1 836	-3 075	-8 142	12 590	-734	-5 943	-5 276	-2 155	6 728	-9 283	-3 797	1 005	-2 857
6	27 437	108 598	89 158	108 598	27 437	26 765	15 109	93 478	74 147	15 109	15 109	27 437	27 437	26 765	15 109	26 765	88 754	88 754	30 038	89 158
7	26 557	38 626	34 524	17 900	25 081	24 927	30 541	21 006	24 581	30 303	25 820	15 246	18 602	35 093	12 199	30 663	26 070	30 797	25 936	22 076
8	27 437	88 754	88 754	30 038	108 598	114 190	74 147	27 437	27 437	108 598	88 754	15 109	26 765	15 109	88 754	114 190	30 038	74 147	30 038	89 158
9	29 073	33 188	22 592	16 823	20 979	42 927	31 599	18 967	25 405	16 700	12 907	28 435	17 276	21 181	29 804	26 114	14 832	19 891	38 183	33 921
10	108 598	114 190	15 109	15 109	26 765	15 109	114 190	27 437	26 765	108 598	30 038	88 754	89 158	108 598	93 478	27 437	15 109	15 109	93 478	108 598
11	23 860	39 911	19 778	44 626	30 938	29 175	31 535	29 861	32 902	36 838	19 774	37 625	26 056	19 891	16 243	38 952	34 856	58 585	46 648	53 280
12	93 478	27 437	108 598	30 038	89 158	26 765	88 754	88 754	74 147	74 147	93 478	114 190	88 754	88 754	89 158	89 158	30 038	93 478	93 478	74 147
13	22 700	28 120	12 009	14 801	29 188	32 246	36 925	17 892	46 145	30 438	18 992	17 209	17 914	30 325	13 077	37 836	26 056	21 379	22 723	37 553
14	108 598	26 765	74 147	93 478	27 437	30 038	108 598	93 478	30 038	74 147	88 754	89 158	88 754	74 147	108 598	114 190	114 190	30 038	114 190	114 190
15	32 848	26 761	32 720	21 222	17 479	23 009	35 433	26 378	29 677	37 528	36 024	28 902	29 383	21 655	25 027	23 890	28 310	33 925	17 454	29 472

Tabel 5.14: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 12 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbankverband betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	12 398	14 970	13 096	1 434	24 023	7 494	24 451	-7 264	236	31 722	7 103	11 663	34 321	9 030	24 536	16 085	24 599	12 228	11 581	10 459
2	67 068	355	87 779	1 027	-11 302	-11 302	62 343	62 747	47 736	47 736	47 736	62 343	355	62 343	3 627	1 027	62 747	1 027	3 627	3 627
3	1 676	-560	5 138	4 036	7 688	6 807	30 807	9 061	29 796	16 126	2 630	10 876	2 731	24 182	9 541	19 655	14 232	10 529	27 535	23 932
4	-3 515	-3 515	-2 843	43 867	58 878	-2 843	63 198	-2 843	58 878	78 318	83 910	83 910	58 878	83 910	-15 171	63 198	63 198	83 910	-3 515	58 474
5	1 468	-1 905	-5 481	10 875	-1 616	15 780	-8 982	7 215	2 304	-2 764	17 969	4 644	-564	102	3 223	12 107	-3 905	1 582	6 383	2 522
6	3 936	85 096	65 656	85 096	3 936	3 264	-8 392	69 977	50 645	-8 392	-8 392	3 936	3 936	3 264	-8 392	3 264	65 253	65 253	6 537	65 656
7	5 795	17 864	13 762	-2 862	4 320	4 165	9 780	244	3 819	9 542	5 059	-5 515	-2 160	14 331	-8 562	9 901	5 308	10 036	5 175	1 314
8	9 057	70 373	70 373	11 657	90 217	95 809	55 766	9 057	9 057	90 217	70 373	-3 272	8 385	-3 272	70 373	95 809	11 657	55 766	11 657	70 777
9	12 761	16 876	6 280	511	4 667	26 615	15 287	2 655	9 093	388	-3 405	12 123	964	4 869	13 492	9 802	-1 480	3 579	21 871	17 609
10	94 083	99 675	595	595	12 251	595	99 675	12 923	12 251	94 083	15 524	74 240	74 643	94 083	78 964	12 923	595	595	78 964	94 083
11	23 860	39 911	19 778	44 626	30 938	29 175	31 535	29 861	32 902	36 838	19 774	37 625	26 056	19 891	16 243	38 952	34 856	58 585	46 648	53 280
12	93 478	27 437	108 598	30 038	89 158	26 765	88 754	88 754	74 147	74 147	93 478	114 190	88 754	88 754	89 158	89 158	30 038	93 478	93 478	74 147
13	22 700	28 120	12 009	14 801	29 188	32 246	36 925	17 892	46 145	30 438	18 992	17 209	17 914	30 325	13 077	37 836	26 056	21 379	22 723	37 553
14	108 598	26 765	74 147	93 478	27 437	30 038	108 598	93 478	30 038	74 147	88 754	89 158	88 754	74 147	108 598	114 190	114 190	30 038	114 190	114 190
15	32 848	26 761	32 720	21 222	17 479	23 009	35 433	26 378	29 677	37 528	36 024	28 902	29 383	21 655	25 027	23 890	28 310	33 925	17 454	29 472

Tabel 5.15: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 18 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die koöperasie-lening betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	7 147	8 843	7 645	1 876	13 278	4 945	13 423	-2 488	1 215	16 961	4 512	6 976	17 800	5 938	13 305	9 282	13 548	7 199	6 995	6 374
2	29 961	-3 518	40 233	-3 182	-9 034	-9 034	27 646	28 118	20 203	20 203	20 203	40 233	-3 518	27 646	-1 887	-3 182	28 118	-3 182	-1 887	-1 887
3	-196	-1 088	1 473	981	3 051	2 426	14 028	3 526	13 802	7 362	278	4 182	448	11 072	3 844	8 628	6 133	4 293	12 945	11 033
4	-5 597	-5 597	-5 261	18 124	26 039	-5 261	27 881	-5 261	26 039	35 224	38 154	38 154	26 039	38 154	-11 113	27 881	27 881	38 154	-5 597	25 567
5	-1 297	-2 862	-4 709	3 442	-2 640	5 895	-6 379	1 191	-906	-3 442	7 140	158	-2 218	-1 888	- 312	4 156	-3 648	-1 347	1 283	-529
6	16 471	56 956	47 771	56 956	16 471	16 135	10 619	49 613	39 855	10 619	10 619	16 471	16 471	16 135	10 619	16 135	47 299	47 299	17 765	47 771
7	17 404	23 531	21 385	13 120	16 830	16 590	19 385	14 748	16 265	19 091	17 009	12 144	13 376	21 595	10 300	19 431	17 099	19 507	16 934	15 559
8	16 471	47 299	47 299	17 765	56 956	59 886	39 855	16 471	16 471	56 956	47 299	10 619	16 135	10 619	47 299	59 886	17 765	39 855	17 765	47 771
9	18 713	20 352	15 375	12 585	14 553	25 171	19 985	13 948	16 769	12 717	10 716	18 436	13 156	14 767	19 147	17 239	11 768	14 039	23 366	21 137
10	56 956	59 886	10 619	10 619	16 135	10 619	59 886	16 471	16 135	56 956	17 765	47 299	47 771	56 956	49 613	16 471	10 619	10 619	49 613	56 956
11	16 267	24 055	14 024	26 540	19 429	18 921	19 831	18 896	20 788	22 498	14 254	22 906	17 169	14 039	12 197	23 575	21 394	33 107	27 109	30 398
12	49 613	16 471	56 956	17 765	47 771	16 135	47 299	47 299	39 855	39 855	49 613	59 886	47 299	47 299	47 771	47 771	17 765	49 613	49 613	39 855
13	15 351	18 183	10 235	11 526	18 652	20 252	22 645	12 912	27 032	19 167	13 954	12 663	13 098	19 404	11 057	23 136	17 169	14 638	15 826	22 899
14	56 956	16 135	39 855	49 613	16 471	17 765	56 956	49 613	17 765	39 855	47 299	47 771	47 299	39 855	56 956	59 886	59 886	17 765	59 886	59 886
15	20 500	17 355	20 453	14 841	12 892	15 464	21 620	17 128	18 917	22 893	22 147	18 482	18 746	15 004	16 479	16 008	18 522	21 124	12 675	18 859

Tabel 5.16: Jaarlikse reële, na-belasting kontantvloei vir twintig herhalings vir stelsel 18 oor 'n periode van vyftien jaar nadat paaiemente op die Landbanklening betaal is

Jaar	Herhaling																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	10 962	12 658	11 459	5 691	17 092	8 759	17 238	1 327	5 029	20 776	8 326	10 790	21 615	9 753	17 120	13 096	17 363	11 014	10 809	10 189
2	33 575	96	43 847	432	-5 420	-5 420	31 260	31 732	23 817	23 817	23 817	43 847	96	31 260	1 727	432	31 732	432	1 727	1 727
3	3 263	2 371	4 932	4 440	6 510	5 885	17 487	6 985	17 261	10 821	3 738	7 641	3 907	14 532	7 303	12 087	9 592	7 752	16 404	14 492
4	-2 252	-2 252	-1 916	21 468	29 384	-1 916	31 226	-1 916	29 384	38 569	41 499	41 499	29 384	41 499	-7 768	31 226	31 226	41 499	-2 252	28 912
5	1 968	404	-1 444	6 707	626	9 160	-3 114	4 456	2 359	-177	10 406	3 423	1 047	1 378	2 953	7 422	-382	1 919	4 548	2 736
6	2 200	42 685	33 500	42 685	2 200	1 864	-3 652	35 342	25 584	-3 652	-3 652	2 200	2 200	1 864	-3 652	1 864	33 028	33 028	3 494	33 500
7	4 797	10 924	8 778	513	4 223	3 982	6 778	2 140	3 658	6 483	4 402	-463	769	8 988	-2 307	6 823	4 491	6 900	4 327	2 952
8	5 309	36 137	36 137	6 604	45 795	48 724	28 694	5 309	5 309	45 795	36 137	-543	4 973	-543	36 137	48 724	6 604	28 694	6 604	36 609
9	8 808	10 446	5 469	2 679	4 648	15 265	10 080	4 043	6 864	2 812	811	8 530	3 251	4 862	9 241	7 334	1 862	4 134	13 460	11 232
10	48 143	51 072	1 805	1 805	7 321	1 805	51 072	7 657	7 321	48 143	8 952	38 485	38 957	48 143	40 800	7 657	1 805	1 805	40 800	48 143
11	16 267	24 055	14 024	26 540	19 429	18 921	19 831	18 896	20 788	22 498	14 254	22 906	17 169	14 039	12 197	23 575	21 394	33 107	27 109	30 398
12	49 613	16 471	56 956	17 765	47 771	16 135	47 299	47 299	39 855	39 855	49 613	59 886	47 299	47 299	47 771	47 771	17 765	49 613	49 613	39 855
13	15 351	18 183	10 235	11 526	18 652	20 252	22 645	12 912	27 032	19 167	13 954	12 663	13 098	19 404	11 057	23 136	17 169	14 638	15 826	22 899
14	56 956	16 135	39 855	49 613	16 471	17 765	56 956	49 613	17 765	39 855	47 299	47 771	47 299	39 855	56 956	59 886	59 886	17 765	59 886	59 886
15	20 500	17 355	20 453	14 841	12 892	15 464	21 620	17 128	18 917	22 893	22 147	18 482	18 746	15 004	16 479	16 008	18 522	21 124	12 675	18 859

HOOFSTUK 6

DIE KEUSE VAN RISIKO-DOELTREFFENDE SPILPUNTBELEGGINGSTRATEGIEË MET BEHULP VAN STOGASTIESE DOMINANSIE-KRITERIA

INLEIDING

Gewasgroeisimulasiemodelle wat die wisselwerking van stogastiese weerstoestande, grondwater, plantegroei en planteontwikkeling en besproeiingsbesluite in ag neem, raak as navorsingsinstrument al hoe belangriker (Harris & Mapp, 1986, p. 299). 'n Plaas kan alleen suksesvol bestuur word as die bestuurder stogastiese komponente in die omgewing voorspel en strategieë kies met die grootste moontlikheid om doelwitte te maksimeer (Zentner *et al.*, 1981, p. 1). Sekere kriteria of besluitnemingsreëls moet gebruik word om die beste alternatief te kies. Volgens besluitnemingsteorie is die maksimering van verwagte nut 'n gepaste kriterium (Boehlje & Eidman, 1984, p. 458). Besluitnemers maksimeer hul verwagte nut by 'n keuse deur hul voorkeure en inligting omtrent alternatiewe strategieë in ag te neem.

'n Benadering wat die laaste jare baie aandag geniet, is die gebruik van stogastiese dominansie-kriteria. Dié benadering bestaan uit reëls wat gebruik kan word om riskante alternatiewe in voorkeurvolgorde te groepeer wanneer min oor die besluitnemer se voorkeure bekend is (Zentner *et al.*, 1981, p. 1). Harris en Mapp (1986, p. 304) wat die kriteria gebruik het, kom tot die gevolgtrekking dat dit 'n kragtige instrument is vir die evaluering van besproeiingstegnologie en -beleggings onder stogastiese toestande. Stogastiese dominansie-kriteria is ook in verskeie ander studies toegepas om doel-

treffende besproeiingsbesluite te selekteer (Nielson, 1982; Bosch, 1984; Bernardo, 1988). In Suid-Afrika het Van Zyl (1985) stogastiese dominansie-kriteria gebruik om ekonomies optimale mieliekultivars onder risiko-toestande te kies. Volgens Van Zyl (1985, p. 70) het Van der Merwe (1982) en Van Rooyen (1983) ook stogastiese dominansie-kriteria as seleksiemaatstaf by grondboon- en mieliekultivars gebruik. Stogastiese dominansie-tegnieke kan veral toegepas word op die ontwikkelings- en navorsingsterreine (Anderson *et al.*, 1977, p. 298). Zentner *et al.* (1981, p. 1) meen ook dat stogastiese dominansie-tegnieke baie toepasbaar is op probleme wat in landbounavorsing, -voorligting en -beleid ondervind word.

Stogastiese dominansie-kriteria is egter nog nie plaaslik gebruik om alternatiewe besproeiingsbeleggings te evalueer nie. 'n Boer wat 'n spilpuntstelsel aanskaf, moet 'n keuse maak tussen verskillende riskante beleggingsmoontlikhede. Die produksie- en prysrisiko wat inherent voorkom, veroorsaak groot variasie in die netto huidige waarde wat boere van die alternatiewe beleggings kan verwag.

Die doel met die hoofstuk is om risiko-doeltreffende spilpunt-beleggingstrategieë te selekteer deur die totale waarskynlikheidsverdeling van verwagte na-belasting inkomste uit besproeiingsbeleggings en die produsent se voorkeure in ag te neem. Gewone stogastiese dominansie en stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie word as besluitnemingskriteria gebruik. Die volgende hipoteses word gestel:

1. Indien stogastiese dominansie-kriteria as besluitnemingsmaatstawwe gebruik word, kan die risiko-doeltreffendste besproeiingsbeleggingstrategieë geselekteer word.

2. Boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid verskil ten opsigte van beleggingstrategieë wat hulle bepaalde voorkeure die beste sal bevredig.

3. Ekonomies doeltreffende besproeiingsbeleggingsalternatiewe is nie noodwendig die risiko-doeltreffendste nie.

LITERATUURSTUDIE

Nelson *et al.* (1978, p. 1.3) verwys na risiko as die moontlikheid van onverwagte uitkomste wat met 'n aksie geassosieer word. Die hoeveelheid risiko wat betrokke is by 'n besluit hang af van die grootte en waarskynlikheid van die moontlike verliese. 'n Besluitnemer se houding teenoor die risiko word beïnvloed deur sy doelwitte en finansiële posisie. Besluitnemers kan in drie groepe verdeel word, naamlik persone wat risiko vermy, persone wat neutraal staan teenoor risiko en risiko-soekende persone.

'n Benadering om 'n persoon se voorkeure te bepaal, is om 'n nutsfunksie te gebruik en te bepaal wat die beste besluit is wat sy verwagte nut sal maksimeer (Nelson *et al.*, 1978, p. 5.21) Vir risiko-nemers is die marginale nut van winste stygend, vir 'n risiko-neutrale persoon is die marginale nut konstant en weer dalend vir risiko-vermyders. Die voorkeur wat 'n besluitnemer vir 'n sekere uitkoms het, word deur teoretici gekwantifiseer met 'n algemene nie-dimensionele maatstaf, naamlik nut (Zentner *et al.*, 1981, p. 3). Die nutwaarde van 'n uitkoms is 'n reële indekssyfer om die relatiewe begeerte vir 'n spesifieke uitkoms aan te dui.

1. Nutsfunksies

Nutsfunksies is wiskundige hulpmiddels wat gebruik word om nutwaardes aan uitkomste te koppel op 'n wyse wat ooreenstem

met die besluitnemer se voorkeure (Zentner *et al.*, 1981, p. 3). Nutsfunksies verskaf 'n logiese basis vir die groepering van riskante projekte. 'n Nutsfunksie, U, kan bepaal word deur die verwantskap tussen die uitkoms van 'n keuse, y, en 'n indeks van die voorkeur vir die keuse, u, te gebruik (King & Robison, 1981, p. 2), en word as volg uitgedruk:

$$U = u(y) \tag{6.1}$$

Die aard en vorm van nutsfunksies vir monetêre uitkomste dui op sekere eienskappe van die besluitnemer (Zentner *et al.*, 1981, p. 6).

1. Daar word algemeen aanvaar dat besluitnemers "meer" bo "minder" verkies. Dit beteken dat die marginale nut van geld altyd positief is. Die eerste afgeleide van die funksie is dus positief ($U'm > 0$).

2. Ekonomiese gedrag word verder verklaar deur 'n aanname te maak oor die aard van die nutkurwe omdat begeerte na geld nie eweredig toeneem met die bedrag wat ter sprake is nie.

   (a) Dalende marginale nut vir geld kom voor by risiko-vermydende besluitnemers waarvan die nutsfunksie konkaaf met betrekking tot die x-as is.

   (b) Wanneer die begeerte na geld eweredig toeneem met die grootte van die betrokke bedrag, is die funksie 'n reguitlyn. Die persone wat konstante marginale nut het, is risiko-neutrale persone.

   (c) 'n Nutsfunksie van geld wat stygende marginale nut aantoon, is konveks en dui op 'n styging in nutwaarde vir elke addisionele geldeenheid. Dié eienskap kom voor by risiko-soekende besluitnemers.

Wiskundig kom punt twee daarop neer dat vir 'n nutsfunksie van monetêre waarde, met $U'm > 0$, die tweede afgeleide negatief is vir risiko-vermyders ($U''m < 0$), gelyk is aan nul vir risiko-neutrale besluitnemers ($U''m = 0$) en positief is vir risiko-soekende besluitnemers ($U''m > 0$). Die meeste besluitnemers is egter volgens Zentner *et al.*(1981, p. 6) risiko-vermydend.

2. Absolute risiko-vermydingskoëffisiënt en -funksie

Die bostaande literatuur impliseer dät die risiko-gevoeligheid van 'n besluitnemer gemeet kan word. Die meting geskied deur die sogenaamde Pratt-koëffisiënt waarna as die absolute risiko-vermydingskoëffisiënt verwys word (Zentner *et al.*, 1981, p. 7). Die absolute risiko-vermydingskoëffisiënt, r, word vir 'n spesifieke monetêre waarde, m_i, gedefinieer as die negatiewe verhouding van die tweede tot die eerste afgeleides van die nutsfunksie van geld, naamlik:

$$rm_i = - \frac{U''m_i}{U'm_i} \qquad (6.2)$$

waar U' = eerste afgeleide van die nutsfunksie en
U'' = tweede afgeleide van die nutsfunksie.

Aangesien die absolute risiko-vermydingskoëffisiënt 'n syfer is, verander dit nie met positiewe lineêre transformasies van die nutsfunksies nie (Zentner *et al.*, 1981, p. 7) en kan daarom gebruik word om risiko-houdings van besluitnemers te vergelyk. Die definisie van die Pratt-koëffisiënt kom daarop neer dat die koëffisiënt positief is vir risiko-vermydende, nul is vir risiko-neutrale en negatief is vir risiko-soekende besluitnemers.

'n Meer algemene konsep is die absolute risiko-vermydingsfunksie. Hierdie funksie, r(y), word soos volg gedefinieer (King & Robison, 1981, p. 3):

$$r(y) = -\frac{U''(y)}{U'(y)} \qquad (6.3)$$

waar $U'(y)$ en $U''(y)$ die eerste en tweede afgeleides is van 'n Von Neumann-Morgenstern nutsfunksie U(y).

Die waardes van die absolute risiko-vermydingsfunksie is maatstawwe van hoe konkaaf of konveks die besluitnemer se nutsfunksie is. Die belangrikste eienskap van die absolute risiko-vermydingsfunksie is dat dit 'n unieke maatstaf van voorkeure is, terwyl 'n nutsfunksie net uniek is ten opsigte van 'n positiewe lineêre transformasie (King & Robison, 1981, p. 4). Die boonste en onderste grense van 'n besluitnemer se absolute risiko-vermydingsfunksie gee die interval waarbinne sy voorkeure val. Die funksie maak dit dus moontlik om riskante projekte volgens die besluitnemer se voorkeure te rangskik (Zentner, *et al.*, 1989, p. 7).

Volgens Zentner *et al.* (1981, pp. 13-14) is verskeie metodes oor die jare ontwikkel om besluitnemers se voorkeure vir riskante opsies te bepaal en om nutsfunksies te meet. Met die hipotetiese keuse-metode word die persoon se keuses bepaal volgens sy voorkeure vir uitkomste van 'n hipotetiese lotery. Volgens die eksperimentele-metode word 'n persoon se keuses bepaal met eksperimente waar werklike finansiële vergoeding betrokke is. Met die geopenbaarde of geïllustreerde voorkeurmetode word besluite wat in die verlede geneem is, ondersoek.

King en Robison (1981) het egter die intervalmetode ontwikkel om besluitnemers se voorkeure te meet. Die prosedure gebruik inligting wat verkry word wanneer 'n besluitnemer 'n keuse

tussen twee gegewe verdelings moet maak. Die prosedure is gebaseer op die feit dat die keuse tussen die verdelings, wat strek oor 'n relatiewe nou band van uitkomsvlakke, die absolute risiko-vermydingsruimte van die besluitnemer in twee dele verdeel. Die een deel is in ooreenstemming met die keuse en die ander een nie. Deur die besluitnemer 'n aantal noukeurig geselekteerde pare verdelings te gee om uit te kies, kan die gebied van absolute risiko-vermyding wat ooreenstem met sy voorkeure, herhaaldelik verdeel word. Die interval waarbinne sy voorkeure val kan dus tot 'n gewensde vlak van akkuraatheid vernou word.

3. <u>Doeltreffendheidskriteria</u>

Volgens King en Robison (1981, p. 2) is doeltreffendheidskriteria 'n voorkeurverwantskap wat 'n gedeeltelike rangskikking van alternatiewe moontlik maak, gegewe sekere beperkings op die besluitnemer se voorkeure en in sommige gevalle die waarskynlikheidsverdelings van die alternatiewe wat oorweeg word. Doeltreffendheidskriteria kan dus gebruik word om alternatiewe keuses te verminder sonder om volledige inligting oor die besluitnemer se voorkeure te hê. Anderson *et al.* (1977, p. 281) meen dat indien aannames oor die besluitnemer se voorkeure gemaak word, dit moontlik is om tot 'n mate die beste besluit te identifiseer. Hoe meer aannames oor die voorkeure gemaak word, hoe minder word die aantal alternatiewe in die doeltreffende stel.

Doeltreffendheidskriteria neem die balans tussen verwagte opbrengs en die verspreiding daarvan in ag. Verwagte waarde-variansie analise en stogastiese dominansie is kriteria wat hieraan voldoen. Verwagte waarde-variansie analise geld egter net vir verdelings wat normaal is (Boehlje & Eidman, 1984, p. 465). Besluitnemers verkies om dié rede dikwels kriteria wat die totale verdeling, eerder as net een of twee opsommende

maatstawwe, in ag neem. Stogastiese dominansie neem die totale verspreiding van uitkomste in ag.

4. Stogastiese dominansie

Stogastiese dominansie is 'n teoretiese benadering wat ontwikkel is vir doeltreffendheidsontleding in gevalle waar min oor die besluitnemer se voorkeure bekend is (Zentner *et al.*, 1981, p. 16). Lee *et al.* (1987, p. 113) definieer stogastiese dominansie as 'n kwantitatiewe tegniek wat teoreties in staat is om te bepaal of een strategie 'n ander gedeeltelik of ten volle domineer ten opsigte van die besluitnemer se verwagte nut van onsekere uitkomste.

Stogastiese dominansie kom voor indien die verwagte nut van 'n riskante projek die verwagte nut van 'n ander oorskry vir alle moontlike nutsfunksies van 'n gedefinieerde groep besluitnemers (Zentner *et al.*, 1981, p. 16). Besluitnemingsreëls wat gespesifiseer word, minimiseer die getal doeltreffende alternatiewe deurdat die strategieë wat gedomineer word, uitgelaat word. Stogasties doeltreffende strategieë word geselekteer deur kontinue of diskrete kumulatiewe verdelingsfunksies van riskante uitkomste paargewys te vergelyk.

Onderskeid word getref tussen gewone stogastiese dominansie en veralgemeende stogastiese dominansie. Verskillende ordes word by gewone stogastiese dominansie aangetref. 'n Styging in die orde gaan gepaard met 'n logiese uitbreiding van beperkende aannames ten opsigte van die aard van die onderliggende nutsfunksies. Die verskillende benaderings tot stogastiese dominansie word vervolgens bespreek.

4.1 Stogastiese dominansie van die eerste orde

Volgens Anderson *et al.* (1977, p. 282) is die oorspronklike konsep van stogastiese doeltreffendheid deur Quirk en Saposnik

(1962) en Fishburn (1964) geformaliseer. Eerste orde stogastiese dominansie berus op die logiese aanname dat die besluitnemer "meer" bo "minder" verkies (Boehlje & Eidman, 1984, p. 465). Die eerste afgeleide van die nutsfunksies is dus positief ($U'm > 0$). In hierdie geval word daar nie beperkings op die aard van die risiko-houdings en dus die aard van die nutsfunksie geplaas nie (Zentner *et al.*, 1981, p. 18).

Die oorspronklike konsep van stogastiese dominansie moet uitgedruk word in terme van kumulatiewe waarskynlikheids-funksies (Anderson *et al.*, 1977, p. 282), waar die verband tussen die kumulatiewe verdelingsfunksie, F_1, van 'n riskante projek, F, en die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings-funksie, $F_1(R)$, binne die grense [a, b] gegee word deur:

$$F_1(R) = \int_a^R f(x)\,dx \qquad (6.4)$$

F domineer G in terme van eerste orde stogastiese dominansie indien $F1(R) \leq G1(R)$ vir alle moontlike waardes van R binne die grense [a, b] met ten minste een ongelykheid, dit wil sê $F_1(R) < G_1(R)$ vir ten minste een waarde van R. Transitiwiteit geld hier soos wat die geval is by al die stogastiese dominansie-kriteria (Anderson *et al.*, 1977, p. 282).

Bogenoemde beteken dat F vir G met eerste orde stogastiese dominansie domineer indien die kumulatiewe waarskynlikhede van F by alle uitkomste laer of gelyk is aan die kumulatiewe waarskynlikhede van G. Grafies beteken dit dat die dominante strategie se kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling nie 'n punt links van die gedomineerde strategie kan hê nie en daarom kan eerste orde stogastiese dominansie nie gebruik word as die verdelings kruis nie.

Die kriteria is maklik verstaanbaar en die onderliggende aanname maak dit wyd toepasbaar (Boehlje & Eidman, 1984, p.

466). Teoreties word daar nie 'n klein stel dominerende strategieë verwag nie want ondervinding met besluitneming en onsekerheid dui daarop dat verdelings wat kruis eerder die reël as die uitsondering is (Zentner *et al.*, 1981, p. 19; Boehlje & Eidman, 1984, p. 467; Van Zyl, 1985, p. 65). Meer beperkende aannames omtrent die nutsfunksies van besluitnemers moet dus gemaak word.

4.2 <u>Stogastiese dominansie van die tweede orde</u>

Stogastiese dominansie van die tweede orde maak dit moontlik om riskante alternatiewe uit 'n eerste orde stogasties doeltreffende stel strategieë te elimineer. Hierdie kriterium is ook gegrond op die aanname dat die besluitnemers positiewe marginale nutsfunksies het.

'n Verdere aanname wat in die geval gemaak word is dat die besluitnemer risiko-vermydend is (Boehlje & Eidman, 1984, p. 467). Dit beteken dat die nutsfunksies van die persone dalende marginale nut toon, dit wil sê die tweede afgeleide van die nutsfunksie is negatief ($U''m < 0$).

'n Kumulatiewe waarskynlikheidsfunksie waar die kumulatief van 'n verdeling F_1 gedefinieer word as

$$F_2(R) = \int_a^R F_1(x)\, dx \qquad (6.5)$$

moet gebruik word om die reël te verduidelik (Anderson *et al.*, 1977, p. 285). Verdeling F domineer verdeling G in terme van tweede orde stogastiese dominansie indien $F_2(R) \leq G_2(R)$ vir alle moontlike waardes van R met ten minste een ongelykheid. Verdeling F word dus deur alle risiko-vermydende besluitnemers verkies indien die oppervlakte onder die kumulatiewe verdelingsfunksie van F nooit groter is as die oppervlakte onder die kumulatiewe verdelingsfunksie van G nie. Alhoewel die

verdelings kan kruis, mag die kumulatiewe oppervlakte onder verdeling F by geen uitkomsvlak groter wees as die van verdeling G nie. Gedomineerde funksies is ondoeltreffend in terme daarvan dat hulle nooit deur risiko-vermydende persone gekies sal word nie.

Tweede orde stogastiese dominansie het egter sekere beperkings (King & Robison, 1981, p. 3). Die stogasties dominante stel alternatiewe kan steeds groot wees. Die aanname dat marginale nut dalend is, is nie altyd die geval nie. Marginale nut is konstant en stygend vir onderskeidelik risiko-neutrale en risiko-soekende besluitnemers. Dit word algemeen aanvaar dat die meeste besluitnemers in die landbou risiko-vermydend is (Anderson *et al.*, 1977, p. 288). Die kriterium kan dus in baie gevalle gebruik word.

4.3 <u>Stogastiese dominansie van die derde orde</u>

Derde orde stogastiese dominansie is gegrond op 'n verdere aanname, naamlik dat die derde afgeleide van die nutsfunksie positief is (Anderson *et al.*, 1977, p. 288). Die beperking word ingestel omdat veronderstel word dat besluitnemers minder risiko-vermydend raak as hulle welvaart verhoog. Die aanname is noodsaaklik maar nie voldoende om aan te toon dat besluitnemers dalende absolute risiko-vermyding openbaar (Zentner *et al.*, 1981, p. 23).

Vir die kriteria moet 'n verdere kumulatiewe verdelingsfunksie van die tweede orde stogastiese dominansie kumulatiewe funksie gedefinieer word (Anderson *et al.*, 1977, p. 289), naamlik:

$$F_3(R) = \int_a^R F_2(x)\, dx \qquad (6.6)$$

Verdeling F domineer verdeling G in terme van derde orde stogastiese dominansie as $F_3(R) \leq G_3(R)$ vir alle moontlike

waardes van R met ten minste een ongelykheid en wanneer $F_2(b) \leq G_2(b)$, waar b die boonste interval is.

Anderson *et al.* (1977, p. 289) het gevind dat tweede en derde orde stogastiese dominansie in baie gevalle dieselfde stogasties doeltreffende stel strategieë gee. Dit sal egter nie die geval wees as die verdelings in skeefheid verskil nie.

Hoër ordes van stogastiese dominansie word aangetref (Anderson *et al.*, 1977, p. 290; Lee *et al.*, 1987, p. 114), maar al meer beperkings word op die besluitnemer se voorkeure geplaas.

Stogasties doeltreffende stelle strategieë wat met eerste, tweede en derde orde stogastiese dominansie-kriteria verkry is, het sekere gemeenskaplike eienskappe en verhoudings (Zentner *et al.*, 1981, p. 25).

1. Asimmetrie - indien strategie a_2 gedomineer word deur strategie a_1, is die omgekeerde nie waar nie.

2. Transitiwiteit - indien strategie a_1 strategie a_2 domineer en strategie a_2 domineer strategie a_3, dan domineer a_1 vir a_3 met dieselfde orde van stogastiese dominansie.

3. Gedeeltelike groepering - indien strategie a_1 vir a_2 domineer met eerste orde stogastiese dominansie, is dit ook die geval met tweede en derde orde stogastiese dominansie, maar nie omgekeerd nie.

4. 'n Noodsaaklike maar nie voldoende voorwaarde wat moet geld, is dat die laagste punt van die dominante kumulatiewe verdelingsfunksie nie laer mag wees as die laagste punt van die verdelingsfunksie wat gedomineer word nie en die gemiddeld van die dominante strategie moet hoër wees as die van die gedomineerde strategie.

4.4 Veralgemeende stogastiese dominansie

Daar is egter 'n behoefte na doeltreffendheidskriteria wat meer buigsaam en diskrimenerend is as die voormelde kriteria (King en Robison, 1981, p. 3). Meyer (1977, p. 325) het die gewone stogastiese dominansie-kriteria veralgemeen. Na hierdie kriterium word verwys as stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie of Meyer se kriterium (Zentner *et al.*, 1981, p. 31).

Volgens King en Robison (1981, p. 3) is stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie 'n evalueringskriterium wat riskante alternatiewe rangskik vir groepe besluitnemers wat gedefinieer word deur die spesifieke onderste en boonste grense van hul absolute risiko-vermydingsfunksie. Die absolute risiko-vermydingsfunksie word voorgestel deur *vergelyking (6.3)*. Die kriterium voorsien groter buigsaamheid as gewone stogastiese dominansie beginsels (Zentner *et al.*, 1981, p. 31). Die grense van die absolute risiko-vermydingsfunksie kan so wyd of nou wees as wat nodig geag word vir die spesifieke probleem. In teenstelling met tweede orde stogastiese dominansie plaas Meyer se kriterium nie beperkings op die voorkeure van die besluitnemers nie (Lee *et al.*, 1987, p. 115).

Stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie is dus 'n kriterium wat noodsaaklike en voldoende voorwaardes daarstel sodat 'n spesifieke verdeling van uitkomste bo 'n ander verdeling van uitkomste verkies kan word deur alle besluitnemers waarvan die absolute risiko-vermydingsfunksie op enige plek tussen gespesifiseerde onderste en boonste grense lê (King & Robison, 1981, p. 4).

Daar kan vir die groep besluitnemers wat binne die grense van die gespesifiseerde interval ingesluit word, bepaal word of al die persone een van twee kumulatiewe verdelings, A(m) en B(m)

bo die ander een verkies (Nielson, 1982, p. 15). A(m) word bo B(m) verkies as:

$$\int_0^1 U(m)\ a(m)\ dm - \int_0^1 U(m)\ b(m)\ dm > 0 \qquad (6.7)$$

waar a(m) en b(m) waarskynlikheidsverdelingsfunksies oor die interval 0 tot 1 is.

Daar kan dan aangetoon word dat:

$$\int_0^1 U(m)\ a(m)\ dm - \int_0^1 U(m)\ b(m)\ dm =$$

$$\int_0^1 U(m)\ [a(m) - b(m)]\ dm \qquad (6.8)$$

Deur integrasie verander *vergelyking (6.8)* soos volg:

$$\int_0^1 U(m)\ [a(m) - b(m)]\ dm = \int_0^1 [B(m) - A(m)]\ U'(m)\ dm \qquad (6.9)$$

Die prosedure om te bepaal of A(m) bo B(m) verkies word, vereis die identifisering van die nutsfunksie, $U_0(m)$, wat die volgende minimiseer:

$$\int_0^1 [B(m) - A(m)]\ U'(m)\ dm \qquad (6.10)$$

onderworpe aan die volgende beperkings:

$$r_i(m) \geq \frac{-U''_0(m)}{U'_0(m)} \geq r_2(m) \qquad \text{waar } o \leq m \leq 1$$

en

$$U'(0) = 1$$

Die nutsfunksie $U_0(m)$ wat die *vergelyking (6.10)* minimiseer is die nutsfunksie binne die gespesifiseerde interval wat die verskil in nut tussen A(m) en B(m) minimiseer.

Indien *vergelyking (6.10)* 'n positiewe waarde het, word A(m) verkies want die vergelyking is 'n maatstaf van die verskil in nut tussen die twee verdelings. 'n Waarde van nul beteken dat 'n keuse nie gemaak kan word nie, terwyl 'n negatiewe waarde beteken dat B(m) bo A(m) verkies word deur sekere besluitnemers in die interval.

Meyer (1977) maak gebruik van optimale beheerteorie om die bogenoemde te operasionaliseer. Die volgende teorema vorm die basis vir die prosedure (Zentner *et al.*, 1981, p. 39).

'n Optimale beheer, $r_0(m)$ wat die volgende vergelyking minimiseer:

$$\int_0^1 [G_1(m) - F_1(m)]\, U'(m)\, dm \qquad (6.11)$$

onderworpe aan die volgende beperkings:

$$r_1(m) \leq r_0(m) \leq r_2(m) \text{ en}$$
$$U'_0(0) = 1$$

word gegee deur:

$$r_0(m) = \begin{cases} r_1(m) \text{ indien } \int_m^1 [G_1(y) - F_1(y)]\, U'_0(y)\, dy < 0 \\ r_2(m) \text{ indien } \int_m^1 [G_1(y) - F_1(y)]\, U'_0(y)\, dy \geq 0 \end{cases} \qquad (6.12)$$

Die teorema is Meyer se kriterium en impliseer dat $r_0(m)$ altyd die waarde van of die onderste of die boonste grens het.

Stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie kom dus daarop neer dat die verskil in die integrale tussen F en G "geweeg" word met die marginale nut wat met elke vlak van inkome geassosieer word (Lee *et al.*, 1987, p. 115).

Volgens Zentner *et al.* (1981, p. 53) het stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie verskeie voordele. Daar is baie geleenthede om Meyer se kriterium prakties toe te pas. Individue se nutsfunksie hoef nie empiries bepaal te word nie en dit dien ook as aanmoediging om die waarskynlikheidsverdelings van uitkomste van alternatiewe strategieë noukeurig te bepaal.

4.5 <u>Resultate van vorige studies</u>

Alhoewel eerste orde stogastiese dominansie-kriterium normaalweg min strategieë uitskakel, is dit soms as besluitnemingskriteria voldoende om enkele stogasties doeltreffende strategieë te identifiseer. Musser *et al.* (1981) het stogastiese dominansie gebruik om 'n doeltreffende plaagbeheerstelsel te identifiseer. As gevolg van die beperkte alternatiewe is net eerste en tweede orde stogastiese dominansie gebruik. Met eerste orde stogastiese dominansie is 'n enkele strategie geïdentifiseer wat domineer. In 'n soortgelyke toepassing van stogastiese dominansie op verskillende stelsels van lusernbestuur vir melkbeeste het McGuckin (1983) een strategie gevind wat met eerste orde stogastiese dominansie domineer. Johnson *et al.* (1987) daarenteen het tweede orde stogastiese dominansie toegepas om produsente se voorkeure te bepaal vir verskillende stelsels wat gevolg kan word om beeste markklaar te kry omdat eerste orde stogastiese dominansie onvoldoende was.

Harris en Mapp (1986) het die voorkeur vir waterbesparende besproeiingstrategieë met behulp van veralgemeende stogastiese

dominansie bepaal. Absolute risiko-vermydingsintervalle van -0,0001 tot 0,0000, -0,0001 tot 0,0001 en 0,0000 tot 0,0001 is gebruik om onderskeidelik risiko-soekende, risiko-neutrale en risiko-vermydende besluitnemers te verteenwoordig (Harris & Mapp, 1986, p. 303). Bernardo (1988, p. 84) het stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie gebruik bykomend tot gewone stogastiese dominansie om die voorkeur vir verskillende besproeiingstrategieë te identifiseer vir besluitnemers met absolute risiko-vermydingsintervalle van -0,0008 tot -0,0001, -0,0001 tot 0,0001, 0,0001 tot 0,0004 en 0,0004 tot 0,0010. Dit verteenwoordig risiko-soekende, risiko-neutrale, effens risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende persone. Op die terrein van landboubeleid het Kramer en Pope (1981) asook Richardson en Nixon (1982) stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie gebruik om produsente se voorkeure vir alternatiewe beleide te bepaal. Nielson (1982) het stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie gebruik om risiko-doeltreffende besproeiingskeduleringstrategieë vir sojabone te bepaal. Risiko-vermydingsintervalle van -0,0005 tot -0,0001, -0,0001 tot 0,0001, 0,0001 tot 0,0003 en 0,0003 tot 0,0010 is deur hom gebruik (Nielson, 1982, p. 78).

Dit blyk dus dat die navorsingsprobleem en die aard van die verwagte uitkomste van alternatiewe strategieë wat gevolg kan word, bepaal watter stogastiese dominansie-kriteria toegepas moet word.

PROSEDURE

Die prosedure om risiko-doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë te identifiseer, behels die toepassing van stogastiese dominansie-kriteria op die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van die verwagte uitkomste wat met elke spilpunt geassosieer is.

1. Waarskynlikheidsverdeling

In hoofstuk 4 is produksie- en prysrisiko in ag geneem deur produksie- en pryspeile te laat varieer. Die netto huidige waarde van elke belegging is bereken deur 23 prys- en opbrengskombinasies oor 'n termyn van vyftien jaar te gebruik. Deurdat die prosedure vir elke stelsel twintig keer herhaal is, is twintig moontlike netto huidige waardes vir elke stelsel verkry. Die waarskynlikheid om elkeen van die netto huidige waardes te realiseer, is dus vyf persent.

Hierdie resultate is gebruik as waarskynlikheidsverdelings by die toepassing van stogastiese dominansie-ontledings. Aangesien die dertighektaar- en sestighektaar-stelsels se resultate nie direk vergelykbaar is nie, is die netto huidige waarde uitgedruk op 'n hektaar basis. Die waardes word in *tabelle 6.1* tot *6.3* in *bylae B* aangetoon.

2. Toepassing van stogastiese dominansie-kriteria

Die uitgangspunt by die toepassing van stogastiese dominansie-kriteria is om eerste orde stogastiese dominansie te gebruik en daarna die hoër ordes en Meyer se kriteria te gebruik indien meer as een strategie by eerste orde stogastiese dominansie domineer.

Soos in hoofstuk 4 verduidelik, kan nie volstaan word met 'n enkele besproeiingsbeleggingstrategie wat almal domineer nie omdat hulpbronsituasies sekere spilpuntbeleggingsalternatiewe, ten spyte van die hoë voorkeure daarvoor, buite die bereik van sekere besluitnemers plaas. Daarom is die dominante belegging telkens uit die stel strategieë verwyder om weer 'n stelsel te identifiseer wat die orige stelsels domineer. Al agtien prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek is dus in voorkeurvolgorde vir die besluitnemer geplaas.

In een geval is gewone stogastiese dominansie onvoldoende om 'n enkele dominante strategie te identifiseer. Aangesien stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie hiervoor gebruik is, moet absolute risiko-vermydingsinterval(le) vir die besluitnemer gespesifiseer word. Die vier intervalle wat Nielson (1982, p. 78) gebruik het vir besproeiingsboere in Minnesota, is hiervoor gebruik. Die intervalle is vir boere met absolute risiko-vermydingskoëffisiënte met die volgende onderste en boonste grense:

-0,0005 tot -0,0001,
-0,0001 tot 0,0001,
0,0001 tot 0,0003 en
0,0003 tot 0,0010.

Die intervalle verteenwoordig onderskeidelik risiko-soekende, risiko-neutrale, effens risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende besluitnemers. Die intervalle strek dus oor 'n totale intervalskaal van -0,0005 tot 0,0010 wat volgens Nielson (1982, p. 78) die relevante gebied is wat Wilson (1982) in sy studie by boere in Suid-Minnesota gevind het.

Die kriteria is toegepas deur van twee rekenaarprogramme gebruik te maak. Eerste, tweede en derde orde stogastiese dominansie-ontledings is gedoen deur die program van Anderson *et al.* (1977, pp. 312-318) te gebruik. 'n Program van Robison (1988) is gebruik om stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie toe te pas.

RESULTATE

Die resultate wat met die verskillende stogastiese dominansie-kriteria verkry is, word in *tabel 6.4* aangetoon in die volgorde waarin die beleggingstrategieë mekaar domineer.

Tabel 6.4: Volgorde waarin agtien alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek mekaar domineer volgens verskillende stogastiese dominansie-kriteria

Stelsels wat domineer met die volgende stogastiese dominansie-kriteria		
1^e-orde	2^e-orde	Meyer
9	9	9
11	11	11
5	5	5
17	17	17
7	7	7
10, 15	15	15
-	10	10
6, 18	6	6
-	18	18
1	1	1
12	12	12
16	16	16
3, 8	3, 8	8
-	-	3
2, 13	2	2
-	13	13
4	4	4
14	14	14

Eerste orde stogastiese dominansie is eers toegepas. Die aard van die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings is sodanig dat die kriteria wel in die meeste gevalle 'n enkele belegging gee wat die ander domineer. In vier gevalle is daar egter twee stelsels in die doeltreffende stel. So is stelsel 10 en 15 albei dominant oor die res as stelsels 9, 11, 5, 17 en 7 uit die doeltreffende stel verwyder is. Vier pare verdelings kruis mekaar dus, naamlik die van stelsels 10 en 15, 6 en 18, 3 en 8 asook 2 en 13.

Aangesien die eerste orde stogastiese dominansie-kriterium nie in staat is om onderskeid tussen die bogenoemde pare strategieë te tref nie, is tweede orde stogastiese dominansie

gebruik. In al die gevalle, behalwe tussen stelsels 3 en 8, het die kriteria 'n enkele strategie geïdentifiseer wat domineer. Aangesien eerste orde dominansie noodwendig beteken dat sodanige strategieë ook by die hoër ordes dominant sal wees, bly die volgorde van dominansie vir die verskillende beleggings dieselfde.

Derde orde stogastiese dominansie is gebruik om te bepaal of belegging 3 of 8 verkies sal word. Dieselfde resultaat is egter verkry as met tweede orde stogastiese dominansie.

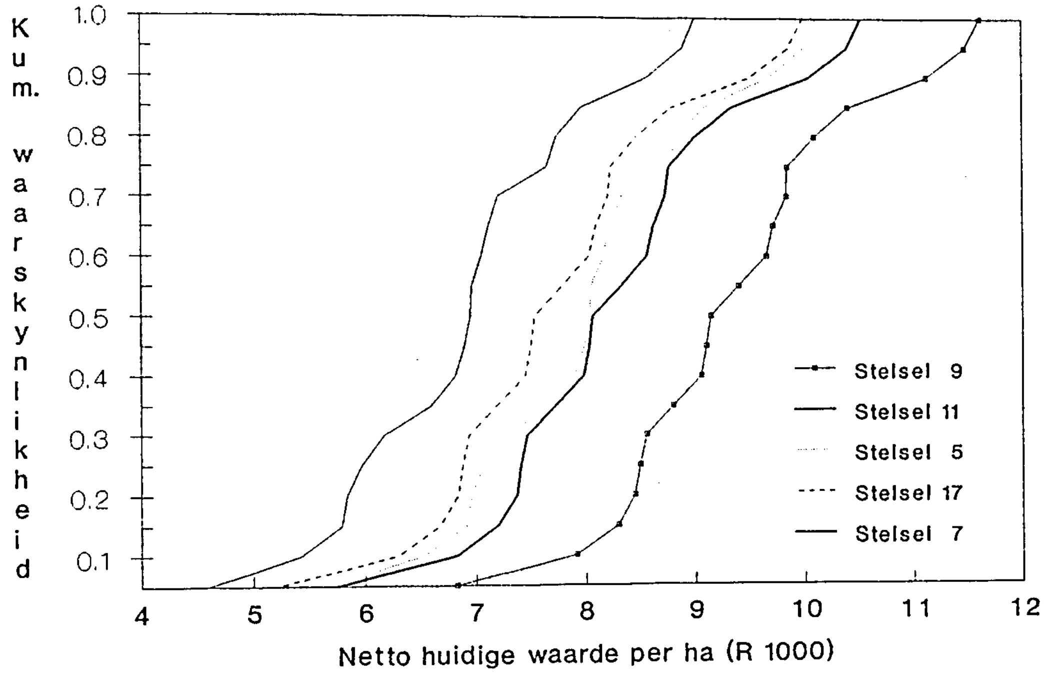
Die toepassing van Meyer se kriteria het dit moontlik gemaak om een van die twee beleggingstrategieë te kies. Stelsel 8 is dominant oor stelsel 3 vir besluitnemers wat in al vier die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsintervalle val.

Volgens Van Zyl (1985, p. 68) word stogastiese dominansie waarskynlik die beste grafies bepaal, veral by eerste en tweede orde stogastiese dominansie en as die alternatiewe wat oorweeg word min is. *Figuur 6.1* toon die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van die eerste vyf stelsels wat die res domineer.

Die vyf stelsels se verdelings kruis nie en eerste orde stogastiese dominansie-kriterium kan gebruik word. Dit is duidelik dat die waardes van die verdeling van stelsel 9 baie kleiner is as die ooreenstemmende waardes van die verdeling wat volgende verkies word. Die verdelings van stelsels 11, 5 en 17 is egter nie so ver uitmekaar nie.

Figuur 6.2 gee die kumulatiewe verdelings van die stelsels met posisies van dominansie van sesde tot negende uit die totaal van agtien stelsels.

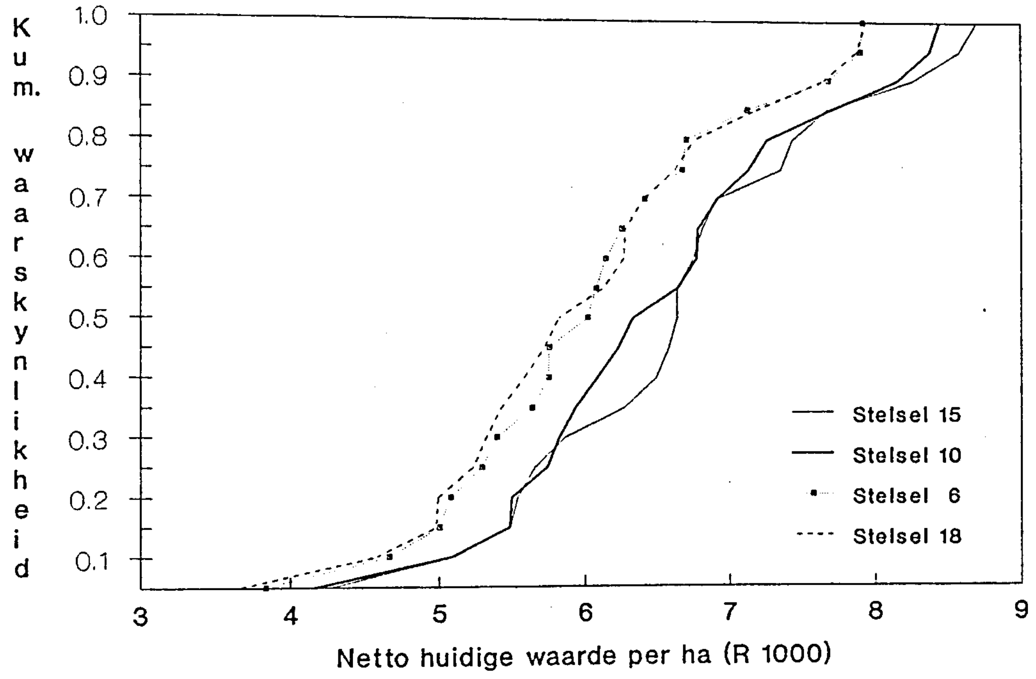
By stelsel 15 en 10 asook 6 en 18 is tweede orde stogastiese dominansie gebruik omdat die verdelings kruis. Stelsel 15



Figuur 6.1: Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels 9, 11, 5, 17, en 7 in die Suid-Vrystaat substreek

domineer stelsel 10 met dié kriterium omdat die kumulatiewe oppervlakte onder die verdeling van stelsel 15 by alle uitkomste kleiner is as die onder die verdeling van stelsel 10. So domineer stelsel 6 ook vir stelsel 18.

Dit is duidelik dat stelsel 9, wat 'n sestighektaar-stelsel met 'n kapasiteit van 12 mm is, 'n statiese hoogte van -15 m het en sandgrond besproei, deur alle besluitnemers verkies word. Dieselfde stelsel met 'n statiese hoogte van 10 m is die volgende stelsel wat verkies word. 'n Boer op kleigrond sal stelsel 10, wat soortgelyk aan stelsel 9 is, verkies.



Figuur 6.2: Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels 15, 10, 6, en 18 in die Suid-Vrystaat substreek

Indien die boer 'n statiese hoogte van 10 m het, sal stelsel 12 verkies word. Ten opsigte van die dertighektaar-stelsels sal stelsel 17 verkies word indien die boer sandgrond besproei en stelsel 18 as hy kleigrond besproei.

BESPREKING VAN RESULTATE

Stogastiese dominansie van die eerste orde lewer in die meeste gevalle 'n enkele spilpuntbeleggingstrategieë wat die res domineer wat daarop dui dat die kumulatiewe waarskynlik-

heidsverdelings in min gevalle kruis. Die voorkeur vir 'n beleggingstrategie kan net in die geval van vier pare strategieë nie met eerste orde stogastiese dominansie-kriterium bepaal word nie. Teoreties is kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings wat kruis egter eerder die reël as die uitsondering (Van Zyl, 1985, p. 65; Zentner *et al.*, 1981, p. 19; Anderson *et al.*, 1977, p. 284). Musser *et al.* (1981) en McGuckin (1983) het egter in hulle studies ook 'n enkele dominante strategie met eerste orde stogastiese dominansie gekry.

Die aard van die verdelings, wat die bogenoemde veroorsaak, kan verklaar word deur te let op die prosedure wat gebruik is om die waardes vir die verdelings te verkry. Vir elk van die agtien stelsels is dieselfde opbrengs-pryskombinasies vir herhaling een tot twintig gebruik. Hierdie prosedure word vereis om die stelsels te kan vergelyk. Indien 'n lae prys en ongunstige jaar gedurende 'n spesifieke seisoen van 'n herhaling gekies is, is dit ook vir die ander stelsels gebruik. Dit is die oorsaak vir die neiging by die verdelings om dieselfde vorm te hê en dus in min gevalle te kruis.

In die geval van drie pare strategieë waar die eerste orde stogastiese dominansie-kriterium onvoldoende was om onderskeid in die voorkeur vir die strategieë te bepaal, is tweede orde stogastiese dominansie gebruik. Die resultate van tweede en derde orde stogastiese dominansie wat dieselfde is, stem ooreen met ander navorsingsbevindinge (Anderson *et al.*, 1977, p. 289).

Stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie het dit egter moontlik gemaak om te bepaal dat stelsel 8 bo stelsel 3 verkies word deur alle besluitnemers, ongeag hulle risikogevoeligheid. Nielson (1982, p. 78) asook Harris en Mapp (1986, p. 303) het ook gevind dat die risiko-houding van besluitnemers nie 'n invloed het op die voorkeur vir besproeiingstrategieë nie. Deurdat die meeste strategieë reeds met

eerste orde stogastiese dominansie georden kan word, impliseer dat alle produsente die strategieë ook sal kies ongeag hulle risiko-voorkeur. Die rede hiervoor is dat indien die grense vir die absolute risiko-vermydingsinterval $-\infty$ en ∞ is, wat alle besluitnemers in ag neem, is die interval ekwivalent aan eerste orde stogastiese dominansie (Zacharias & Grube, 1984, p. 115).

Die volgorde waarin stelsels verkies word, verskil van die volgorde van winsgewendheid volgens die netto voordeel:beleggingsverhouding. Dit word veroorsaak deur die feit dat die verspreiding van die uitkomste nie in ag geneem is nie en omdat die maatstaf in hoofstuk 4 die waardes in verhouding tot die beleggingskoste beoordeel het. Die basiese neiging by die voorkeure vir die stelsels op grond van stogastiese dominansie en die winsgewendheid van die stelsels stem egter tot 'n groot mate ooreen. Die stelsels op sandgrond word verkies bo stelsels op kleigrond, terwyl die 12 mm-stelsels bo die ander stelselkapasiteite verkies word. Die sestighektaar-stelsels word ook bo die dertighektaar-stelsels verkies en so ook die negatiewe statiese hoogte bo die positiewe statiese hoogte. In verskeie gevalle word verskille egter aangetref, so word stelsel 11 bo stelsel 5 verkies, wat nie die geval in hoofstuk 4 was nie.

Die inagneming van die totale verspreiding van die uitkomste lei dus in sekere gevalle tot ander keuses as in hoofstuk 4.

1. Samevattende gevolgtrekking

Stogastiese dominansie-kriteria maak dit moontlik om op grond van die totale waarskynlikheidsverdelings van uitkomste, risiko-doeltreffende beleggingstrategieë te selekteer wat deur besluitnemers met gedefinieerde voorkeure verkies sal word.

Die risiko-gevoeligheid van boere beïnvloed in die studie nie hulle voorkeure vir spesifieke spilpuntbeleggingstrategieë nie. Dit kan hoofsaaklik daaraan toegeskryf word dat die risiko wat betrokke is by dié tipe strategieë wat oorweeg word baie eenders is.

Ekonomies doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë is nie in al die gevalle risiko-doeltreffend nie. Die basiese voorkeure vir stelsel-eienskappe en hulpbronsituasies stem egter redelik ooreen met die winsgewendheid wat daarmee geassosieer is. Die stogastiese dominansie-kriteria is egter beter omdat die totale verspreiding van uitkomste in ag geneem word.

2. Navorsingsimplikasies

1. 'n Logiese volgende stap in die evaluering van die alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë is die oorweging van ander wisselboustelsels en die uitbreiding van die ontledings tot plaasvlak.

2. Die risiko's wat met verskillende wisselbou- en groeistrategieë op plaasvlak geassosieer kan word, behoort van strategie tot strategie meer te varieer as die risikoverskille tussen die alternatiewe spilpuntbeleggings in die navorsing. Boere se risiko-gevoeligheid behoort in sulke omstandighede in ag geneem en geëvalueer te word.

3. Die absolute risiko-vermydingsintervalle waarbinne Suid-Afrikaanse besproeiingsboere val, behoort empiries gemeet te word vir die selektering van risiko-doeltreffende besluite.

4. Stogastiese dominansie kan as besluitnemingskriteria gebruik word om risiko-doeltreffende strategieë te selekteer uit riskante alternatiewe vir gedefinieerde besluitnemers.

Bylae B: Die netto huidige waarde (R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir die agtien spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek

Tabel 6.1: Die netto huidige waarde (R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels 1 tot 6 in die Suid-Vrystaat substreek

Herhaling	Stelsel nommer					
	1	2	3	4	5	6
1	6 150	4 423	5 072	3 641	8 037	6 017
2	5 686	3 930	4 591	3 139	8 048	5 752
3	5 626	3 991	4 525	3 169	8 223	6 411
4	4 637	2 802	3 544	2 013	6 518	4 660
5	4 405	2 867	3 294	2 113	6 908	5 074
6	3 529	1 945	2 453	1 158	5 681	3 832
7	7 497	5 640	6 401	4 846	9 987	7 897
8	4 748	3 103	3 652	2 313	7 066	5 288
9	5 255	3 475	4 170	2 737	7 676	5 747
10	7 356	5 536	6 251	4 740	9 674	7 672
11	5 627	3 869	4 510	3 066	8 166	6 140
12	6 325	4 662	5 224	3 868	9 076	7 118
13	4 560	3 145	3 453	2 348	7 280	5 391
14	6 105	4 376	4 987	3 571	8 769	6 671
15	4 710	3 018	3 597	2 159	6 956	5 001
16	6 421	4 616	5 319	3 824	8 837	6 695
17	6 003	4 205	4 874	3 391	8 332	6 254
18	5 513	3 812	4 426	3 026	7 900	6 076
19	6 309	4 301	5 228	3 511	7 985	5 632
20	7 576	5 633	6 469	4 831	10 111	7 913
Gemid.	5 702	3 967	4 602	3 173	8 061	6 062
S.afw.	1 081	993	1 078	9 91	1 150	1 074

Tabel 6.2: Die netto huidige waarde (R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels 7 tot 12 in die Suid-Vrystaat substreek

Herhaling	Stelsel nommer					
	7	8	9	10	11	12
1	6 955	4 641	9 099	6 332	8 035	5 113
2	6 944	4 365	8 798	6 084	7 720	4 856
3	7 114	5 013	9 710	6 911	8 623	5 674
4	5 421	3 272	7 910	5 090	6 829	3 858
5	5 786	3 656	8 296	5 479	7 195	4 226
6	4 593	2 443	6 820	4 168	5 748	2 936
7	8 887	6 504	11 467	8 443	10 391	7 213
8	5 965	3 894	8 447	5 738	7 365	4 506
9	6 585	4 362	9 140	6 229	8 065	5 003
10	8 570	6 284	11 122	8 151	10 039	6 925
11	7 048	4 733	9 653	6 766	8 559	5 522
12	7 964	5 716	10 400	7 686	9 331	6 046
13	6 165	3 987	8 555	5 823	7 463	4 584
14	7 647	5 261	10 087	7 252	8 996	6 009
15	5 834	3 583	8 499	5 492	7 400	4 240
16	7 733	5 512	9 842	7 128	8 763	5 895
17	7 199	4 829	9 835	6 778	8 727	5 521
18	6 807	4 693	9 398	6 634	8 326	5 412
19	6 893	4 245	9 053	5 931	7 979	4 701
20	8 997	6 503	11 614	8 374	10 520	7 124
Gemid.	6 955	4 675	9 387	6 524	8 304	5 268
S.afw.	1 148	1 081	1 199	1 120	1 199	1 101

Tabel 6.3: Die netto huidige waarde (R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels 13 tot 18 in die Suid-Vrystaat substreek

Herhaling	Stelsel nommer					
	13	14	15	16	17	18
1	4 380	2 880	6 633	4 841	7 494	5 821
2	3 903	2 380	6 635	4 555	7 185	5 576
3	3 834	2 411	6 807	5 212	8 092	6 405
4	2 855	1 254	5 107	3 463	6 296	4 583
5	2 610	1 309	5 486	3 872	6 669	4 980
6	1 760	398	4 274	2 635	5 210	3 660
7	5 713	4 088	8 575	6 699	9 855	7 935
8	2 964	1 554	5 654	4 090	6 832	5 231
9	3 479	1 976	6 268	4 550	7 529	5 719
10	5 566	3 983	8 260	6 475	9 506	7 642
11	3 827	2 311	6 746	4 940	8 031	6 264
12	4 537	3 110	7 659	5 918	8 785	7 180
13	2 768	1 591	5 861	4 191	6 934	5 319
14	4 305	2 817	7 347	5 471	8 466	6 749
15	2 914	1 460	5 535	3 799	6 873	4 992
16	4 633	3 066	7 424	5 497	8 228	6 621
17	4 195	2 640	6 905	5 051	8 204	6 279
18	3 736	2 266	6 492	4 879	7 788	6 124
19	4 537	2 752	6 577	4 435	7 443	5 423
20	5 784	4 076	8 693	6 713	9 992	7 873
Gemid.	3 915	2 416	6 647	4 864	7 771	6 019
S.afw.	1 079	991	1 149	1 074	1 198	1 120

HOOFSTUK 7

SAMEVATTING

INLEIDING

Die studie behels die ontwikkeling en illustrasie van 'n prosedure vir die ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë. Die ondersoekgebied is die Suid-Vrystaat substreek en die spesifieke lokaliteite is die Vanderkloof Staatswaterskema en die besproeiingsgebiede langs die Sarel Haywardkanaal. Hierdie gebied is gekies omdat nagenoeg tagtig persent van die eienaars in die gebied spilpuntbesproeiing toepas.

'n Groot probleem is dat empiries uitvoerbare prosedures vir die ekonomiese evaluering van spilpuntbeleggingstrategieë nie bestaan nie of gebrekkig is. Verskeie faktore soos onder andere gebrekkige kosteberekeningsprosedures, onvoldoende tegniese en akkerboukundige data en die ignorering van risiko is hiervoor verantwoordelik. Die gebrek aan prosedures vir die ekonomiese evaluering van spilpuntbeleggingsbesluite lei tot onvoldoende en onbevredigende navorsingsresultate ten opsigte van die ekonomie van besproeiing.

Die hoofhipotese wat in hierdie studie gestel word, is dat indien 'n prosedure vir die ekonomiese evaluering van toepaslike spilpuntbeleggingsalternatiewe beskikbaar is, sal die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntstelsels deur besproeiingsboere en adviseurs bevredigend beraam kan word. Die vernaamste subhipoteses is die volgende:

1. Indien die kosteberekeningsprosedures die tegniese aspekte van spilpuntstelsels volledig by die beraming van totale spilpuntstelselkoste in ag neem en as die jaarlikse koste van sprinkelbesproeiing metodologies korrek beraam word, dan sal die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntbesproeiing bevredigend beraam kan word.

2. Indien spilpuntstelsel-eienskappe soos grootte, toedieningskapasiteite en statiese hoogtes asook die grondtipe varieer, dan sal die ekonomiese winsgewendheid van die toepaslike besproeiingsbeleggingstrategieë ook varieer.

3. Produksie- en prysrisiko van 'n tipiese wisselboustelsel in die Suid-Vrystaat substreek het 'n belangrike invloed op die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van 'n spilpuntbesproeiingsbelegging.

4. Onderskeid moet gelyktydig getref word tussen ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van besproeiingsbeleggingsalternatiewe omdat winsgewende beleggings nie noodwendig finansieel uitvoerbaar is nie.

5. Indien stogastiese dominansie-kriteria as besluitnemingsmaatstawwe gebruik word, kan die risiko-doeltreffendste besproeiingsbeleggingstrategieë geselekteer word.

Die hoofdoel van die studie is dus om 'n prosedure te ontwikkel en te illustreer om spilpuntbeleggingstrategieë ekonomies te evalueer met inagneming van risiko. Die geïdentifiseerde spilpuntstelsels se ekonomiese winsgewendheid, gegewe 'n gespesifiseerde wisselboustelsel, kan beraam word deur 'n kapitaalbegrotingstegniek soos die netto huidigewaarde-metode toe te pas. Die finansiële uitvoerbaarheid van winsgewende beleggings moet daarna bepaal word. Deur doel-

treffendheidskriteria te gebruik kan risiko-doeltreffende beleggingstrategieë geselekteer word.

Die vernaamste aktiwiteite by die ekonomiese evaluering van spilpuntbeleggings word in hoofstukke 2 tot 6 beskryf. Die ontwikkeling van 'n kosteberekeningsprosedure is die vertrekpunt in die studie. 'n Handmetode om spilpuntkoste te beraam is in hoofstuk 2 ontwikkel. Dié prosedure is in hoofstuk 3 toegepas om die jaarlikse koste vir agtien tipiese spilpuntstelsels vir die Suid-Vrystaat substreek te beraam. In hoofstuk 4 word die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntstelsels beraam deur die netto huidigewaarde-tegniek toe te pas inagnemende produksie- en prysrisiko. In hoofstuk 5 is die finansiële uitvoerbaarheid van ses geselekteerde winsgewende beleggings met behulp van die kontantvloeitegniek bepaal, gegewe twee beskikbare finansieringswyses. Risiko-doeltreffende beleggingstrategieë is in die sesde hoofstuk met behulp van stogastiese dominansie-kriteria geselekteer. Elkeen van die hoofstukke word vervolgens kortliks saamgevat.

DIE ONTWIKKELING EN ILLUSTRERING VAN 'N KOSTEBEREKENINGSPROSEDURE VIR SPILPUNTBESPROEIING

Die basiese uitgangspunt by hoofstuk 2 is dat 'n betroubare kosteberekeningsprosedure 'n vereiste vir die ontleding van die ekonomie van besproeiing is. Bestaande kosteberekeningsprosedures beraam kostes nie metodologies korrek nie en neem nie die tegniese aspekte van die besproeiingstelsels volledig in ag nie. 'n Kosteberekeningsprosedure, wat ekonomies goed gefundeerd is en die tegniese aspekte van spilpuntstelsels in ag neem, moet dus ontwikkel word.

'n Belangrike implikasie van die literatuurstudie is dat die kapitaalherwinningsmetode gebruik moet word om rente- en depresiasiekoste te bereken aangesien tradisionele metodes

hierdie kostes te laag beraam. Vir die berekenings moet die reële rentekoers gebruik word wanneer met die huidige vervangingswaarde van die bate gewerk word terwyl die nominale rentekoers by die historiese kosprys van toepassing is.

'n Kosteberekeningsprosedure wat deur Eidman en Bergsrud (1978) ontwikkel is en deur Oosthuizen (1985) gemetriseer en vir spilpunte aangepas is, beraam oorspronklike beleggingskoste asook jaarlikse bedryfskoste vir spilpunte. Tegniese koëffisiënte wat benodig word in die kosteberekeningsprosedure is egter nie vir Suid-Afrikaanse toestande beskikbaar nie.

Die prosedure vir die daarstelling van 'n spilpuntkosteberekeningsprosedure kan in twee dele opgedeel word. Eerstens is tegniese koëffisiënte beraam wat nodig is om spilpuntkoste te bereken. Daarna is 'n handmetode ontwikkel om spilpuntkoste te beraam.

Die tegniese koëffisiënte is deur middel van die Delphi-tegniek by sewe ingenieurs verkry. Dié tegniek is 'n metode om sistematies onafhanklike menings te vra, te versamel, te evalueer en te verwerk sonder om groepbesprekings te hou. Tegniese koëffisiënte sluit in inligting oor wrywing, toedieningsdoeltreffendheid, onderhoud- en herstelwerk asook die lewensduur en herwinningswaarde van die komponente van 'n spilpunt. Sewe boere het inligting verskaf oor die versekeringspraktyke en arbeidgebruik by spilpunte.

Nadat die koëffisiënte uitgeklaar is, is die kosteberekeningsprosedure ontwikkel. Die kosteberekeningsmetode moet kostes metodologies korrek beraam, plaaslike praktyke en beleide akkommodeer en moet gegrond wees op die tegniese eienskappe van die stelsel. Oosthuizen (1985) se kosteberekeningsprosedure is as vertrekpunt gebruik. 'n Kapitaalherwinningsformule wat voorsiening maak vir 'n positiewe herwin-

ningswaarde van bate-komponente is gebruik. Bedryfskoste word gebaseer op die jaarlikse watertoediening en die veranderlike koste word dus uitgedruk as 'n koste per kubieke meter water gepomp.

Die resultate oor die tegniese koëffisiënte en die koste-berekeningsprosedure word afsonderlik aangebied.

Verskeie besproeiingskoëffisiënte is deur die Delphi-tegniek beraam. Volgens ingenieurs is die toedieningsdoeltreffendheid van 'n spilpunt 85 persent. Wrywing in pype kan die beste met die formule, $h_f = (b\ 1\ q^p)/d^r$, bereken word. Waardes vir die verskillende veranderlikes is ook bepaal, maar het 'n klein invloed op die wrywing as gevolg van die klein verskille tussen die waardes. Die herwinningswaarde van spilpuntkomponente wissel van 5 persent tot 30 persent van die oorspronklike aankoopprys. Die herwinningswaarde van die verspreidingstelsel, wat die duurste item is, is 25 persent van die oorspronklike aankoopprys. Die komponente se lewensduur varieer tussen 10 jaar en 20 jaar. Die lewensduur van die meeste bate-items, wat die verspreidingstelsel insluit, se lewensduur is 15 jaar. Herstel- en onderhoudskoste wissel van 0,5 persent van die oorspronklike aankoopprys in die geval van ondergrondse pype tot 5,0 persent in die geval van 'n spilpunt.

Arbeidskoste by spilpuntbesproeiing word as 'n veranderlike koste hanteer. Die arbeidsbehoefte varieer van 30 minute tot 35 minute per 24 uur wat die stelsel werk, afhangende van die grootte van die spilpunt.

Die handmetode vir die kosteberekening van 'n spilpunt bestaan uit vier dele. In die eerste deel word spilpuntbesonderhede, die beplande bestuursbesonderhede asook water-, elektrisiteit- en arbeidskoste ingevul. Pomptempo's, wrywing in die hooflyn, pompdruk en motorgrootte kan bereken word as dit

onbekend is. Die verskillende vaste koste-items, naamlik rente en depresiasie, versekering en vaste elektrisiteitskoste word in die tweede deel beraam asook die totale vaste koste. Die hoeveelheid water wat jaarliks gepomp word en die pompure daarvoor word in deel drie bereken. Daarna word die elektrisiteits-, water-, arbeids- asook herstel- en onderhoudskoste daarvolgens beraam. Die laaste gedeelte van die werksblad bevat 'n opsomming van die voorafgaande kostes. Die marginale faktorkoste om 'n addisionele eenheid water toe te dien, word ook bereken.

Die jaarlikse vaste koste vir 'n sestighektaar-spilpunt met 'n kapasiteit van 12 mm en 'n statiese hoogte van 10 m met sandgrond onder besproeiing is R 20 429 wat gelykstaande is aan R 227 per hektaar bewerk. Die veranderlike koste om 11 000 m^3 water toe te dien op sestig hektaar is R 28 677. Die marginale faktorkoste om die volgende kubieke meter water toe te dien, is 4,23 sent.

DIE ONTLEDING VAN DIE JAARLIKSE KOSTE VAN TIPIESE SPILPUNTSTELSELS IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

Die vertrekpunt by hoofstuk 3 is dat tipiese spilpuntstelsels geïdentifiseer moet word voordat ekonomiese ontledings gedoen kan word. In Suid-Afrika is prototipe gemeganiseerde stelsels nog nie formeel geïdentifiseer nie. Dié situasie beperk ekonomiese ontledings en dui daarop dat die invloed van variasie in die stelsel-eienskappe van spilpunte op die ekonomie van besproeiing nie behoorlik geëvalueer word nie en lei tot swak aangepaste stelsels.

Die doelwit van die hoofstuk is om belangrike spilpuntstelsel-eienskappe en hulpbronsituasies te identifiseer sodat tipiese spilpuntstelsels saamgestel kan word. Kosteberekenings kan

vir die stelsels gedoen word om die invloed van verskille in stelsel-eienskappe en hulpbronsituasies te ondersoek.

Die prosedure om tipiese spilpuntstelsels se koste te beraam, behels die insameling en ontleding van ontwerpbesonderhede van spilpunte, die identifisering van belangrike stelsel-eienskappe, die saamstelling en ontwerp van prototipe spilpunte en die kosteberekening vir die stelsels met behulp van 'n persoonlike rekenaar.

Ontwerpbesonderhede van spilpuntstelsels in die ondersoekgebied is by verskeie besproeiingsinstansies ingesamel. Hierdie data is egter baie onvolledig. Die belangrikste stelsel-eienskappe is geïdentifiseer met die hulp van drie ingenieurs sodat tipiese spilpuntstelsels vir die Suid-Vrystaat substreek saamgestel en ontwerp kon word. Die stelselgrootte, die hoofpyplyn se lengte en tot 'n mate die stelselkapasiteit beïnvloed die kapitaalbeleggingskoste terwyl die druk en kapasiteit waarby die stelsel bedryf word die veranderlike koste beïnvloed.

Agtien prototipe spilpuntstelsels wat verskil ten opsigte van grootte, kapasiteit en statiese hoogte is saamgestel. Groottes van dertig en sestig hektaar, toedieningskapasiteite van 8 mm, 10 mm en 12 mm en statiese hoogtes van -15 m en 10 m is gekombineer om die stelsels saam te stel. Die spilpunte is deur 'n besproeiingsfirma ontwerp om sand- en kleigronde te besproei.

Die handmetode vir spilpuntkosteberekening is gerekenariseer. Al agtien stelsels se fisiese eienskappe en kostes is op kwotasies van 8 Junie 1989 gebaseer. Die versekerings- en elektrisiteitstariewe soos onderskeidelik van toepassing op 20 Julie en Januarie 1989, is gebruik. Rente- en inflasiekoerse van onderskeidelik 20 persent en 15 persent, wat met die Delphi-tegniek van landbou-ekonome verkry is, is vir rente-

berekening gebruik. Die vaste en veranderlike koste van die agtien spilpuntstelsels is met die rekenaarprogram bereken. Kostevergelyking tussen die stelsels is ook gedoen deur koringopbrengste te bepaal wat nodig is om stelselkoste te delg teen 'n koringprys van R 338,65 per ton.

Die resultate toon dat die infiltrasievermoë van die grond en stelsel-eienskappe soos grootte, kapasiteit en statiese hoogte 'n invloed het op beide die kapitaalbeleggingskoste asook op die vaste en veranderlike koste van spilpuntbesproeiing. Die faktore werk interafhanklik op die koste. Hoër kapasiteit veroorsaak hoër wrywing wat wyer pype genoodsaak. Bedryfskoste daal gevolglik terwyl die kapitaalbelegging en vaste koste styg. Kleigrond se laer infiltrasievermoë vereis 'n breër benattingsbandwydte wat moontlik gemaak word deur hoër pompdruk. Elektrisiteitskoste vir die besproeiing van kleigronde is R 4,68 per uur duurder as vir sandgronde indien 'n sestighektaar-stelsel met 'n kapasiteit van 12 mm en 'n statiese hoogte van 10 m gebruik word. Die kapitaalbelegging van die stelsel op kleigrond is ook R 8 438 hoër as dié van die stelsel op sandgrond.

Die kapitaalbeleggingsverskille tussen die dertighektaar- en sestighektaar-stelsels is tot so groot as R 88 121. Die kostes van die dertighektaar-stelsels is in verhouding hoër as die kostes van die sestighektaar-stelsels. Kleigronde veroorsaak ook hoër vaste en veranderlike koste as sandgronde. 'n Verhoging in statiese hoogte van -15 m tot 10 m by die sestighektaar-stelsels met 'n kapasiteit van 12 mm en met sandgrond onder besproeiing lei tot 'n verskil van R 6 095 in veranderlike koste, gegewe 'n watertoediening van 11 000 kubieke meter water. Kapasiteitverhogings veroorsaak stygings in vaste koste maar nie altyd 'n styging in veranderlike koste nie. Die rede hiervoor is dat die verhoging in pompure die voordeel van laer kW motors kanselleer. Vaste koste maak gemiddeld 9 persent van die kapitaalbeleggingskoste uit terwyl

dit vanaf 35 tot 46 persent van die totale koste beloop, gegewe 'n watertoediening van 11 000 kubieke meter water per hektaar.

Waterkoste bly konstant teen 1,65 sent per kubieke meter water. Arbeidskoste is baie laag teen 0,01 tot 0,02 sent per kubieke meter water. Herstel- en onderhoudskoste verskil nie baie tussen die stelsels nie en toon 'n verband met die grootte van die kapitaalbelegging. By elektrisiteitstariewe word 'n hoë en lae tarief van onderskeidelik 15,59 c/kWh en 9,02 c/kWh aangetref. Die hoë tarief geld vir die eerste 1 000 kWh wat per maand verbruik word. Die verskil in tariewe veroorsaak 'n koste-verskil van tot 20,1 sent vir elke millimeter water wat op 'n hektaar toegedien word.

Vaste koste varieer van R 212 tot R 301 per hektaar en verskil veral tussen die dertighektaar- en sestighektaar-stelsels. Die stelselkostes, vir 'n bruto besproeiingstoediening van 700 mm/ha vir koring, is gelykstaande aan koringopbrengste van 1,51 t/ha tot 1,98 t/ha.

Verskille in stelselgrootte, -kapasiteit en pomphoogte, asook die grondtipe wat besproei word, hou definitiewe koste-implikasies in. 'n Toename in stelselgrootte lei tot 'n verlaging in kostes terwyl die omgekeerde die geval is met die kapasiteit en hoogte wat die water gepomp word. Die resultate word gestaaf deur die kosteberamings vir die agtien tipiese spilpuntstelsels van die Suid-Vrystaat substreek.

Die gerekenariseerde kosteberekeningsmetode maak dit moontlik om spilpuntkoste vinnig en akkuraat te beraam. Die prosedure lewer dieselfde resultate as die handmetode.

ONTLEDING VAN DIE EKONOMIESE WINSGEWENDHEID VAN ALTERNATIEWE SPILPUNTSTELSELS MET INAGNEMING VAN PRODUKSIE- EN PRYSRISIKO

Die uitgangspunt in hoofstuk 4 is dat die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntbeleggings eers bepaal moet word voordat 'n beleggingsbesluit geneem kan word. Navorsingsresultate oor die ekonomiese evaluering van besproeiingsbeleggings in Suid-Afrika is egter skaars. Die swak finansiële posisie waarin baie besproeiingsboere hulle bevind, beklemtoon die noodsaaklikheid van die regte beleggingsbesluit.

Die doel in hierdie hoofstuk is om 'n prosedure voor te stel en toe te pas om die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntbeleggings te ontleed met inagneming van produksie- en prysrisiko. Die invloed van stelsel-eienskappe van spilpunte en van die grondtipe op besproeiingswinsgewendheid kan vervolgens met hierdie prosedure geëvalueer word.

'n Kapitaalbegrotingstegniek moet gebruik word om die koste en voordele wat met verloop van tyd uit 'n belegging voorkom, te evalueer. Die literatuur impliseer dat die netto huidigewaarde-tegniek die geskikste kapitaalbegrotingstegniek is vir die bepaling van die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntbeleggings. Die netto huidige waarde is die maksimum bedrag wat 'n onderneming vir 'n belegging kan betaal sonder om swakker daaraan toe te wees. Die tegniek kan nie gebruik word om verskillende beleggings met positiewe netto huidige waardes in prioriteitsvolgorde te plaas nie, maar die netto voordeel:beleggingsverhouding, wat die verhouding van voordele tot die huidige waarde van die belegging is, is 'n gepaste kriterium om alternatiewe beleggings in winsgewendheidsvolgorde te rangskik.

Die prosedure om die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntstelsels te beraam, sluit die keuse van 'n wisselboustelsel en besproeiingskeduleringstrategieë in, die beraming van produk-

sie- en besproeiingskoste asook die keuse van produkpryse en opbrengste. Daarna kan die ekonomiese ontledings gedoen word. 'n Wisselboustelsel wat koring, mielies en katoen insluit en wat 'n oppervlakbenutting van 150 persent gee, is as 'n wisselboustelsel gekies. 'n Skeduleringsmodel van Bennie *et al.* (1988), BEWAB, is gebruik om skeduleringstrategieë vir die drie gewasse op te stel. As insette in die program moet die gewas en plantdatum, opbrengsmikpunte, gronddata en die verlangde besproeiingsiklus verskaf word. Weerdata oor tien jaar is vir die gebied beskikbaar en is gebruik om die aanbevole besproeiingstoedienings met die reënval te verminder.

Produksiekoste is beraam deur bedryfstakbegrotings vir die betrokke gewasse deur middel van groepbesprekings op te stel. Opbrengsdata soos historiese opbrengspeile, die waarskynlike voorkoms daarvan en die gradering van die oes is verkry. Produksie-insethoeveelhede, die handelsname van insette en die maand van toediening is verkry. Besonderhede van die bewerkingspraktyke is ook verkry. Die begrotingsontwikkelaar van Apland (1986) is gemetriseer en bedryfstakbegrotings, met die jongste beskikbare pryse in April 1989, is vir koring, mielies en katoen opgestel.

Besproeiingskoste wat reeds vir die prototipe spilpunte beraam is, is vir die ekonomiese ontledings gebruik. Aangesien die netto huidigewaarde-tegniek toegepas word, word rente- en depresiasiekoste nie by vaste koste ingesluit nie. Besproeiingsveranderlike koste is vir elke skeduleringstrategie bereken.

Produsentepryse vir veselkatoen hou nie groot prysrisiko vir die produsente in nie. 'n Prys van R 1,00 per kilogram veselkatoen is gebruik. Die huidige bemarkingstelsels vir koring en mielies stel produsente egter bloot aan prysrisiko. Historiese produksiesyfers is gebruik om prysrisiko in ag te neem. Aanpassings in die historiese oesgroottes vir die

invloed van tegnologiese vordering en tendense ten opsigte van die oppervlakte aanplantings is egter met die metode van kleinste kwadrate gemaak. Die tendense in opbrengs per hektaar en die oppervlakte wat aangeplant is, is vir albei gewasse bereken vir 33 jaar se historiese nasionale koring- en mielie-oesgroottes. Deur die huidige koring- en mielieprysscenario's te gebruik, is daar aan elke jaar 'n produsenteprys volgens die aangepaste oesgrootte gekoppel. Deur aan te neem dat elkeen van die oesgroottes 'n gelyke kans het om weer voor te kom, is prysrisiko in ag geneem.

Produksie-risiko word in ag geneem deur gewasopbrengste te simuleer met gewasgroeisimulasiemodelle. Gewasgroeisimulasiemodelle van De Jager (1986; 1987) is na toetsing en aanpassings gebruik om opbrengste vir koring, mielies en katoen te simuleer vir die tien jare waarvoor klimatologiese data beskikbaar is. Die modelle benodig klimatologiese, grondkundige, plantkundige en besproeiingsdata. Die klimatologiese data is vanaf die Landbouweerkundedatabank in Pretoria verkry. Grondkundige data is verkry uit Bennie *et al.* (1988) se navorsingsresultate. Plantdatums en -digthede is deur middel van groepbesprekings by boere verkry. Die skeduleringstrategieë wat met die BEWAB-program verkry is, is as besproeiingsdata gebruik.

Die ekonomiese winsgewendheid van elke spilpuntbelegging is bereken deur die netto huidigewaarde-tegniek te gebruik. 'n Model vir die berekening van die netto huidige waarde wat alle betrokke kostes en inkomstes insluit, is ontwikkel. Die subsidie wat boere kry, die herwinningswaarde van die stelsel en belastingimplikasies is onder andere in ag geneem. 'n Rekenaarprogram is geskryf om die berekenings te doen. Prys-opbrengskombinasies is vir elke gewas ewekansig gekies om produksie- en prysrisiko te akkommodeer. Die ontledings is oor periodes van vyftien jaar gedoen en sluit dan agt mielie- en koringopbrengste en sewe katoenopbrengste in. Vir elke

stelsel is die netto huidige waarde twintig keer met ander prys-opbrengskombinasies beraam. Die gemiddelde netto huidige waarde asook die netto voordeel:beleggingsverhouding is vervolgens vir elke stelsel bereken.

Die resultate ten opsigte van die ekonomiese evaluering van alternatiewe prototipe spilpuntbeleggings handel oor koring- en mieliepryse, gesimuleerde opbrengste, kosteberekenings en die beraamde netto huidige waardes.

Die gemiddelde aangepaste nasionale oesopbrengste oor 33 jaar is 2 752 892 ton vir koring en 8 877 402 ton vir mielies. Die variasie in die aangepaste oesgroottes word veroorsaak deur jaarlikse wisseling in die klimaat en lei tot prysrisiko vir die produsent. Volgens die ontledings is die waarskynlikheid van koringpryse per ton van R 373, R 358, R 345 en R 334 onderskeidelik 61 persent, 18 persent, 18 persent en 3 persent. Die risiko van 'n lae koringprys is dus laag. In die geval van mielies is die teendeel waar en mieliepryse per ton van R 250, R 237, R 223, R 212 en R 203 is onderskeidelik 9 persent, 15 persent, 30 persent, 15 persent en 30 persent.

Variasie in gesimuleerde koringopbrengste is klein as gevolg van water wat in die grondprofiel benut word. Opbrengsvariasie styg egter by die kleigronde as watertoediening daal as gevolg van die hoër grense van permanente verwelkpunt wat minder water beskikbaar stel as by die sandgronde. Gesimuleerde mielie- en katoenopbrengste toon groter opbrengsvariasie omdat die laer kapasiteit stelsels nie in die plantwaterbehoeftes voldoen nie. Opbrengste wat vir die drie gewasse gesimuleer is, vergelyk goed met Bennie *et al.* (1988) se navorsingsresultate.

Versekeringskoste en maandelikse elektrisiteitsheffings is die enigste vaste koste wat in ag geneem word. Die dertighektaarstelsels se vaste koste per hektaar is meer as 20 persent hoër

as dié van die dertighektaar-stelsels. Die vaste koste per hektaar is egter laag in vergelyking met die veranderlike koste. Die veranderlike besproeiingskoste van koring is hoër as dié koste van mielies. Die somerreënval en die relatiewe lae mielie-opbrengsmikpunte is waarskynlik hiervoor verantwoordelik. Die hoë watertoediening vir katoen veroorsaak dat dié gewas se besproeiingsveranderlike koste die hoogste van die drie gewasse is. Die bedryfstakbegrotings wat vir koring, mielies en katoen opgestel is verskil redelik van die COMBUD-begrotings omdat eienaarskapkoste by die opgestelde begrotings in ag geneem is. Die opgestelde begrotings sluit in die nuutste praktyke ten opsigte van bewerkings asook die soort en hoeveelheid produksiemiddels wat gebruik word.

Die toepassing van die netto huidigewaarde-metode toon dat al agtien stelsels winsgewend is. Stelsel 9, wat 'n sestighektaar-stelsel met 'n kapasiteit van 12 mm is en 'n statiese hoogte van -15 mm en met sandgrond onder besproeiing, lewer die grootste netto huidige waarde van R 563 233. Die groot standaard afwykings en die groot verskil tussen die hoogste en laagste netto huidige waardes dui op die groot risiko wat betrokke is. Die grootste netto huidige waarde is in baie gevalle 100 persent groter as die laagste waarde. Groot verskille in netto huidige waarde word ook tussen die stelsels aangetref. So is die verskil tussen die gemiddelde netto huidigewaarde van stelsel 4 en 9, wat albei sestig hektaar sandgrond besproei, maar wat verskil ten opsigte van kapasiteit en statiese hoogte, R 372 845.

Volgens die netto voordeel:beleggingsverhouding het stelsel 14, wat 'n dertighektaar-stelsel op kleigrond is met 'n kapasiteit van 8 mm die laagste winsgewendheid. Die vier winsgewendste stelsels, naamlik stelsels 9, 5, 11 en 7 besproei almal sestig hektaar sandgrond. Stelsels 9 en 5 het albei 'n statiese hoogte van -15 m maar hulle kapasiteite is onderskei-

delik 12 mm en 10 mm. Stelsels 11 en 7 se statiese hoogte is 10 m en het kapasiteite van onderskeidelik 12 mm en 10 mm.

'n Kombinasie van sandgrond, 'n hoë kapasiteit en lae statiese hoogte en 'n grootte van sestig hektaar is dus die winsgewendste belegging. Sandgronde se winsgewendheid is baie hoër as die kleigronde as gevolg van hoër opbrengste en laer besproeiingskoste. Vertikale hoogte is ook belangrik, so is 'n 10 mm-stelsel op sandgrond winsgewender as 'n 12 mm-stelsel op sandgrond omdat die vertikale hoogte van die stelsel 25 m laer is. Sestighektaar-stelsels is ook winsgewender as dertighektaar-stelsels. Byvoorbeeld die sewe winsgewendste stelsels is almal sestighektaar-stelsels. Stelsels met 'n kapasiteit van 12 mm is die winsgewendste gevolg deur stelsels met 'n kapasiteit van 10 mm.

ONTLEDING VAN DIE FINANSIELE UITVOERBAARHEID VAN WINSGEWENDE SPILPUNTBELEGGINGSALTERNATIEWE

Die uitgangspunt in hoofstuk 5 is dat finansiële uitvoerbaarheidsontledings vir ekonomiese winsgewende beleggings gedoen moet word want alhoewel beleggings oor die langtermyn tot winsgewendheid in die onderneming kan bydra, kan dit moontlik nie voldoende kontant genereer om finansiële verpligtinge na te kom nie.

Baie studies skei nie ekonomiese winsgewendheids- en finansiële uitvoerbaarheidsontledings nie. Produksie- en prysrisiko word ook nie in ag geneem nie. Die doel is hier om die finansiële uitvoerbaarheid van ses winsgewende spilpuntbeleggings te bepaal indien van twee verskillende finansieringswyses gebruik gemaak word.

Uit die literatuur blyk dat finansiële risiko die gevolg is van die vermenigvuldigende effek van die hefboombeginsel op

potensiële winste of verliese wat deur verskillende produksie- en prysvlakke veroorsaak word. Hierdie resultaat impliseer dat konstante prys- en opbrengsvlakke nie in finansiële uitvoerbaarheidsontledings gebruik kan word nie.

Die ontstaan van kontantvloeitekorte by beleggings is algemeen omdat die leningsperiode gewoonlik korter is as die lewensduur van die bate. Kontantvloei is daarom laag of selfs negatief gedurende die eerste jare van 'n belegging. Finansiële uitvoerbaarheidsontledings behels die vergelyking van die jaarlikse netto kontantvloei met die jaarlikse rente- en kapitaaldelgingsverpligtinge om te bepaal of daar 'n surplus of tekort is.

'n Besluitnemingsreël is nodig om te bepaal wanneer 'n belegging nie finansieel uitvoerbaar is nie. Gill (1984) het 'n jaar as 'n tekortjaar beskou as die waarskynlikheid van die voorkoms van 'n kontantvloeitekort vir die jaar groter as vyftig persent is en 'n belegging as onuitvoerbaar as een van die jare in die belegging se lewensduur 'n tekortjaar is. Kontantvloeitekorte kan egter op verskeie wyses oorbrug word.

Die prosedure vir die ontleding van finansiële uitvoerbaarheid bestaan uit vier stappe. Eerstens moet winsgewende beleggingsalternatiewe gekies word waarna die jaarlikse kontantvloei van die beleggings beraam word. Nadat die jaarlikse verpligtinge as gevolg van die finansieringswyse bereken is, kan die jaarlikse kontantvloeitekort of -surplus bepaal word.

Die finansiële uitvoerbaarheid kan nie net vir die winsgewendste prototipe beleggingsalternatiewe gedoen word nie omdat 'n belegger se keuse beperk kan word deur sy hulpbronsituasie. Om die rede is die winsgewendste dertighektaar- en sestighektaar-stelsels op sand- en kleigrond gekies. Stelsels met statiese hoogtes van -15 m en 10 m op sand- en kleigrond is

ook ingesluit. Ses stelsels, waarvan die relatiewe winsgewendheid strek van eerste tot twaalfde uit die groep van agtien stelsels, is op die wyse gekies.

Jaarlikse netto kontantvloeisyfers is reeds in die winsgewendheidsontledings bereken. Die syfers, wat reële waardes is omdat huidige pryse gebruik is, is tot na-belastingwaardes aangepas gegewe 'n marginale belastingkoers van 20 persent. Vir elke stelsel is die kontantvloei vir al twintig herhalings aangepas.

Paaiementverpligtinge is vir twee finansieringswyses uitgewerk. Die een is 'n koöperasie-lening oor 'n korter termyn van vyf jaar. Vyf gelyke jaarlikse paaiemente moet betaal word wat bereken is teen 'n rentekoers van 19,75 persent soos op 1 Oktober 1989. Die koper moet 'n deposito betaal wat in al die gevalle neerkom op 20 persent van die waarde van die stelsel plus die algemene verkoopbelasting. Die tweede is 'n Landbankverband oor tien jaar. Die rentekoers, soos op 1 Oktober 1989, is 15,5 persent en die verband word vir 100 persent van die landbouwaarde van die stelsel toegestaan. Die paaiemente is tot so hoog as R 59 935 by die koöperasielening, terwyl die grootste paaiement by die Landbankverband R 49 970 is. Aangesien die kontantvloei in reële terme is, is die paaiementverpligtinge na reële waardes omgesit gegewe 'n inflasiekoers van 15 persent.

'n Model wat alle kontantvloei van die belegging en die finansiering daarvan asook belastingbesparings, die marginale belastingkoers en die inflasiekoers in ag neem, is gebruik om jaarlikse reële na-belasting kontantvloei te bereken. As besluitnemingsreël is aangeneem dat indien meer as tien herhalings van 'n betrokke jaar 'n kontantvloeitekort oplewer, die jaar as 'n tekortjaar beskou word. 'n Belegging met so 'n tekortjaar word as onuitvoerbaar beskou.

Die resultate van die finansiële uitvoerbaarheidsontledings toon dat twee van die ses beleggings finansieel onuitvoerbaar is as die koöperasielening gebruik word terwyl al ses finansieel uitvoerbaar is as die Landbankverband gebruik word.

By die winsgewendste stelsel lewer 'n enkele jaar by een van die twintig herhalings 'n kontantvloeitekort van R 2 742 indien die koöperasie-lening gebruik word terwyl geen kontantvloeitekort aangetref word as die Landbankverband gebruik word nie. Namate die winsgewendheid van die stelsels daal, neem die voorkoms van kontantvloeitekorte toe. By stelsel 12, wat 'n sestighektaar-stelsel op kleigrond is met 'n statiese hoogte van 10 m en 'n kapasiteit van 12 mm word kontantvloeitekorte gedurende al twintig die herhalings aangetref indien die stelsel met die koöperasielening gefinansier word. Die grootste kontantvloeitekort het dan tot R 20 678 gestyg. Die voorkoms van opeenvolgende kontantvloeitekorte raak ook groter by die stelsels met 'n laer winsgewendheid. Duidelike verskille word tussen die twee finansieringswyses aangetref. Die moontlikheid dat 'n boer nie sy verpligtinge sal kan nakom nie, is groter by die koöperasielening want kontantvloeitekorte kom met dié finansieringswyse meer voor as met die Landbankverband en die kontantvloeitekortbedrae is ook groter.

Die aantal herhalings wat vir 'n spesifieke jaar kontantvloeitekorte gee, is bereken om tekortjare te identifiseer. By stelsels 12 en 18 is die vyfde jaar, waar die waarskynlikheid vir die voorkoms van 'n kontantvloeitekort gedurende die jaar onderskeidelik 70 persent en 65 persent is, by albei stelsels 'n tekortjaar as die koöperasielening gebruik word. Die stelsels, wat albei stelsels op kleigrond is, is dus finansieel onuitvoerbaar as die koöperasielening gebruik word, wat nie die geval is met die Landbankverband nie.

Beleggings kan dus ekonomies winsgewend wees maar nie finansieel uitvoerbaar nie. Die finansieringswyse maak ook 'n verskil op die finansiële uitvoerbaarheid van die belegging.

DIE KEUSE VAN RISIKO-DOELTREFFENDE SPILPUNTBELEGGINGSTRATEGIEë MET BEHULP VAN STOGASTIESE DOMINANSIE-KRITERIA

Die vertrekpunt in hoofstuk 6 is dat risiko-doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë net geselekteer kan word indien die waarskynlikheidsverdelings van die verwagte na-belasting inkomste van die beleggings en die voorkeure van die besluitnemers in ag geneem word. Stogastiese dominansie-kriteria, wat bestaan uit reëls om riskante alternatiewe in voorkeurvolgorde te groepeer wanneer min oor die besluitnemer se voorkeure bekend is, kan hiervoor gebruik word. Die kriteria is nog nie in Suid-Afrika vir die evaluering van besproeiingsbeleggings toegepas nie.

'n Benadering om besluitnemers se voorkeure te bepaal, is om nutsfunksies te gebruik. Nutsfunksies maak dit moontlik om besluite te neem wat besluitnemers se verwagte nut sal maksimeer. Die marginale nut van winste is stygend vir risiko-nemers, konstant vir risiko-neutrale persone en dalend vir risiko-vermydende persone. Met die gebruik van nutsfunksies kan nutwaardes aan uitkomste gekoppel word wat met die besluitnemer se voorkeure ooreenstem. Die onderste en boonste grense waarbinne 'n besluitnemer se voorkeure val, kan met die gebruik van sy absolute risiko-vermydingsfunksie bepaal word.

Doeltreffendheidskriteria neem die verwagte opbrengs en die verspreiding van moontlike uitkomste in ag. Stogastiese dominansie is 'n kwantitatiewe tegniek wat in staat is om te bepaal of een strategie 'n ander strategie ten opsigte van die besluitnemer se verwagte nut domineer. Gewone en veralge-

meende stogastiese dominansie is doeltreffendheidskriteria wat gebruik kan word.

Gewone stogastiese dominansie kom in verskillende ordes voor. 'n Styging in die orde gaan gepaard met 'n logiese uitbreiding van die beperkende aannames ten opsigte van die onderliggende nutsfunksies. By eerste orde stogastiese dominansie word die aanname gemaak dat besluitnemers "meer" bo "minder" verkies. Met tweede orde stogastiese dominansie word verder aangeneem dat besluitnemers risiko-vermydend is en dus 'n dalende marginale nut van winste het. By derde orde stogastiese dominansie word veronderstel dat besluitnemers minder risiko-vermydend raak indien hulle welvaart verhoog. Gewone stogastiese dominansie-kriteria is egter nie buigsaam en diskriminerend genoeg nie.

Gevolglik het Meyer (1977) die gewone stogastiese dominansie-kriteria veralgemeen. Meyer se kriterium maak dit moontlik om riskante alternatiewe in voorkeurvolgorde te rangskik vir 'n spesifieke groep besluitnemers wat gedefinieer word deur onderste en boonste grense van hul absolute risiko-vermydingsfunksie. Die kriterium kom daarop neer dat die verskil tussen die integrale van die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings "geweeg" word met die marginale nut wat met elke vlak van inkome geassosieer word.

Die prosedure om risiko-doeltreffende beleggingstrategieë toe te pas, behels die toepassing van stogastiese dominansie-kriteria op die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van die verwagte uitkomste van spilpuntbeleggingstrategieë. Vir elke belegging is 'n stel van twintig verwagte netto huidige waardes vir die evaluering van ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid verkry. Elkeen van die uitkomste het dus 'n vyf persent waarskynlikheid om voor te kom. Die waardes is as kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings gebruik. Die verwagte netto huidige waardes is egter per hektaar uitge-

druk om die dertighektaar- en sestighektaar-stelsels se resultate te kan vergelyk.

Stogastiese dominansie van die eerste orde is gebruik om dominante strategieë te identifiseer. Hoër ordes stogastiese dominansie en Meyer se kriterium is daarna gebruik as 'n enkele strategie nie met 'n laer orde kriterium geselekteer kan word nie. Op die wyse is al die beleggingstrategieë in voorkeurvolgorde geplaas. In die geval waar Meyer se kriterium toegepas is, is absolute risiko-vermydingsintervalle tussen die grense -0,0005 en 0,0010 gekies om risiko-soekende, -neutrale asook risiko-vermydende besluitnemers te verteenwoordig.

Die resultate toon dat die verdelings net in enkele gevalle kruis. Eerste orde stogastiese dominansie gee dus meestal 'n enkele strategie wat die res domineer. Tweede en derde orde stogastiese dominansie maak dit moontlik om die voorkeur vir 'n spesifieke strategie te bepaal by drie van die vier pare verdelings wat kruis. Meyer se kriterium onderskei egter tussen die vierde paar verdelings. Die ekonomies winsgewendste stelsel, wat 'n sestighektaar-spilpunt met 'n kapasiteit van 12 mm en 'n statiese hoogte van -15 m is en sandgrond besproei, word deur alle besluitnemers verkies. 'n Soortgelyke stelsel met 'n statiese hoogte van 10 m is die tweede keuse.

Die prosedure om dieselfde prys-opbrengskombinasies vir elke stelsel by die twintig herhalings te gebruik, veroorsaak dat die waarskynlikheidsverdelings dieselfde neigings toon en dus in min gevalle kruis. Om hierdie rede gee eerste orde stogastiese dominansie goeie resultate. Die resultate van tweede en derde orde stogastiese dominansie wat dieselfde is, stem ooreen met vorige navorsingsbevindinge. In hierdie studie beïnvloed die besluitnemer se risiko-houding nie hulle

voorkeure vir die verskillende spilpuntbeleggingstrategieë nie.

Die volgorde waarin die alternatiewe strategieë risiko-doeltreffend is, verskil effens van die volgorde vir ekonomiese winsgewendheid. Hierdie resultaat word veroorsaak omdat die stogastiese dominansie-kriteria die totale verspreiding van uitkomste in ag neem en nie net die gemiddeld nie. Oor die algemeen kom dieselfde basiese volgorde as by die volgorde van ekonomiese winsgewendheid egter voor. Stelsels op sandgrond word bo stelsels op kleigrond verkies terwyl die sestighektaar-stelsels bo dertighektaar-stelsels verkies word. 'n Toedieningskapasiteit van 12 mm per dag word bo kapasiteite van 10 mm en 8 mm verkies. Die resultate bevestig ook dat besluitnemers 'n voorkeur het vir spilpunte met 'n statiese hoogte van -15 m eerder as 10 m.

SAMEVATTENDE GEVOLGTREKKING

Die vernaamste resultaat van die studie is dat 'n prosedure ontwikkel is om alternatiewe besproeiingsbeleggings ekonomies en finansieel te evalueer. Nie alleen sal die prosedure verdere navorsing oor die ekonomie van besproeiing vergemaklik nie, maar die prosedure kan deur alle persone en instansies betrokke by spilpuntbesproeiing gebruik word. Hierdie kosteberekeningsprosedure behoort by bestaande spilpuntontwerpvorms geïntegreer te word om betroubare kosteberamings vir spilpuntstelsels te verkry.

Die praktiese waarde van die voorgestelde prosedure is geïllustreer deur alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek ekonomies te evalueer. Die resultate oor die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van tipiese spilpuntstelsels kan as voorlopige riglyne deur boere en betrokke instansies gebruik word maar

moet deur verdere navorsing getoets word. Die resultate kan met die nodige versigtigheid veralgemeen word vir besproeiingsgebiede wat met die ondersoekgebied vergelykbaar is.

Die studie het ook die groot invloed van prys- en produksierisiko op winsgewendheids- en finansiële uitvoerbaarheidsontledings aangetoon. Die belangrikheid van die keuse van 'n wisselboustelsel asook die opbrengs- en pryspeile, blyk uit die groot invloed wat produksie- en prysrisiko op die resultate het. Hierdie risiko's moet by ekonomiese ontledings in ag geneem word.

IMPLIKASIES VIR VERDERE NAVORSING

1. 'n Volgende stap in die navorsing is om die ekonomiese ontledings van besproeiingsevaluering tot op geheelplaasvlak uit te brei. Tipiese boerdery-ondernemings moet vir 'n gebied saamgestel word sodat risiko-doeltreffende ondernemingsgroeistrategieë, inaggenome besproeiingsboere se risiko-gevoeligheid, ekonomies geëvalueer kan word.

2. Stogastiese dominansie-kriteria behoort gebruik te word by besluitneming in die landbou waar risiko betrokke is soos by siekte- en plaagbeheerstrategieë, alternatiewe wisselboustelsels, besproeiingskedulering- en besproeiingsbeleggingsbesluite.

3. Die intervalmetode vir die meting van besluitnemers se voorkeure behoort vir besproeiingsboere ter plaatse geëvalueer te word. Die implementering van die tegniek bestaan uit vier stappe:
   - Die spesifisering van 'n metingskaal.
   - Die ontwikkeling van steekproefverdelings en die identifisering van intervalgrense vir elke verdelingspaar.
   - Die ontwerp en gebruik van 'n vraelys.
   - Die gebruik van interval-voorkeurmetings in kombinasie met die evaluerende kriterium van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie om die keuses vir 'n besluitnemer in rangorde te plaas.

4. Die ekonomie van verskillende gewasopeenvolgingstelsels onder besproeiing behoort geëvalueer te word.

5. Ekonomiese en finansiële ontledings van besproeiing met 'n wisselboustelsel van koring, mielies en katoen behoort ook vir ander besproeiingsgebiede uitgevoer te word.

6. Die spilpuntkosteberekeningsprosedure kan aangepas word om die koste van ander tipes gemeganiseerde besproeiingstelsels soos lineêre stelsels, kruipspuite en kantrolstelsels te beraam.

7. Die belangrikheid van stelsel-eienskappe soos grootte, toedieningskapasiteit en pomphoogte op spilpuntkoste behoort in verskillende gebiede bepaal te word.

8. Produksie- en prysrisiko moet by ekonomiese en finansiële ontledings van besproeiing in ag geneem word.

9. Die belangrikheid van betroubare gewasopbrengspeile genoodsaak die ontwikkeling en toetsing van gewasgroeisimulasiemodelle vir die vernaamste gewasse onder besproeiing.

10. Finansiële uitvoerbaarheidsontledings behoort vir ander finansieringswyses soos huurkope uitgevoer te word.

BRONNELYS

ANDERSON, J.R., DILLON, J.L., HARDAKER, B. (1977). *Agricultural decision analysis.* Ames, Iowa: The Iowa State University

APLAND, J. (1986). *Worksheet documentation: EBMCHI Machine cost generator.* Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul

APLAND, J. (1986). *Worksheet documentation: EBCRPI Crop enterprise budget generator.* Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul

BACKEBERG, G.R., (1984). *Besproeiingsontwikkeling in die Groot-Visriviervallei.* M.Sc.-verhandeling, Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van Pretoria

BACKEBERG, G.R., (1988). *Ekonomiese oorwegings met die inskakeling van gewasse onder besproeiing in droëland-boerdery.* Direktoraat Landbou-ekonomie, Departement Landbou en Watervoorsiening. Lesing tydens besproeiingsboeredag te Frankfort op 24 November 1988

BENNIE, A.T.P. (1984). *Doeltreffende wateropgaring in gronde in hoë droogterisikogebiede.* Kongres se werksessie oor: Die benutting van gronde in hoë droogterisikogebiede (12e: 1984: Bloemfontein). Bloemfontein: Grondkundevereniging van Suid-Afrika

BENNIE, A.T.P., COETZEE, M.J., VAN ANTWERPEN, R., VAN RENSBURG, L.D. & BURGER R. DU T. (1988). *'n Waterbalansmodel vir besproeiing gebaseer op profielwatervoorsieningstempo en gewaswaterbehoeftes.* Projek uitgevoer vir die Waternavorsingskommissie. WNK-verslag no 144/1/88. Departement Grondkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein

BENSON, F.J. (1978). Projecting cash flows and profitability for irrigation investments. *Water sources and irrigation economics.* "DISC" report. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota, St Paul

BERNARDO, D.J. (1988). The effect of spatial variability of irrigation applications on risk-efficient irrigation strategies. *Southern Journal of Agricultural Economics* 20(1): 77-85

BIERMAN, H. & SMIDT, S. (1983). *The capital budgeting decision.* New York: Macmillan Publishing Company

BOEHLJE, M.D. & EIDMAN, V.R. (1984). *Farm management.* New York: John Wiley and Sons

BOGGESS, W.G. & AMERLING C.B. (1983). A bioeconomic simulation analysis of irrigation investments. *Southern Journal of Agricultural Economics* 15(2): 85-91

BOSCH, D.J. (1984). *The value of soil water and weather information in increasing irrigation efficiency.* Ph.D-dissertation, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul

BOSCH, D.J., TAYLOR D.B. & ROSS B.B. (1988). Economic feasibility of riparian irrigation with weather uncertainty. *Journal of Production Agriculture* 1(2): 172-180

BOTES, J.H.F. (1990). *Die ekonomiese ontleding van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die Vrystaatstreek deur middel van stogastiese dominansie.* Voorgelê om te voldoen aan die vereistes vir die graad M.Sc. Agric. Departement Landbou-ekonomie, UOVS, Bloemfontein

BURGER, J.D. (1989). Die ekonomiese belangrikheid van besproeiing in die landbou in die Wes-Kaap. *SA Besproeiing* 11(3): 13, 16, 17

CASLER, G.L., ANDERSON, B.L. & APLIN, R.D. (1984). *Capital investment analysis.* New York: John Wiley and Sons

COPELAND, T.E. & WESTON, J.F. (1983). *Financial theory and corporate policy.* Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company

DE JAGER, J.M., MOTTRAM, R. & SINGELS, A. (1986). *Refinement and validation of the Putu-12 maize crop growth simulation model.* Research project of the Department of Agriculture and Water Resources by the Department of Agrometeorology, UOFS

DE JAGER, J.M., VAN ZYL, W.H., KELBE, B.E & SINGELS, A. (1987). *Research on a weather service for scheduling the irrigation of winter wheat in the Orange Free State Region.* Report to the Water Research Commission. WRC report no 177/1/87. Bloemfontein: Departement of Agrometeorology, University of the Orange Free State

DE JAGER, J.M. & HENSLEY, M. (1988). *Modeling maize crop growth at Glen.* Annual Congress of the South African Society of Crop Production, Bloemfontein

DE JAGER, J.M. (1989a). *Modeling maize cultivar differences in the reproductive phase.* Annual Congress of the South African Society of Crop Production, Wild Coast

DE JAGER, J.M. (1989b). *Putu 12-8 Model Manual.* Department of Agrometeorology, UOFS

DIVARIS, C. & STEIN, M.L. (1989). *Ou Mutual se inkomstebelastinggids 1988-1989.* Kaapstad: Ou Mutual-drukkery

EIDMAN, V.R. (1978). *User's guide for IRRCOST.* Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul

EIDMAN, V.R. & BERGSRUD, F.G. (1978). Estimating sprinkler irrigation costs. *Water Sources and Irrigation Economics* "DISC" report 150-1978. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota, St.Paul

FISHBURN, P.C. (1964). *Decision and value theory.* New York: John Wiley and Sons

FISKE, J.R. (1986). A comparative analysis of the return to equity and weighted average cost of capital approaches to capital budgeting. *Agricultural Finance Review* 46: 48-57

FULLER E.I. & NORDQUIST D.W. (1978). *User's guide for PVBUDGT.* Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul

GILL, E.E. (1984). *A net present value approach under uncertainty for making the irrigation investment decision in Central Minnesota.* M.Sc-thesis, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul

GITTINGER, J.P. (1982). *Economic analysis of agricultural projects.* Baltimore, Maryland: The John Hopkins University Press

HAMILTON, J.R., BARRANCO, G.S. & WALKER, D.J. (1982). The effect of electricity prices, lift and distance on irrigation development in Idaho. *American Journal of Agricultural Economics* 64(2): 280-285

HARRIS, T.R. & MAPP, H.P. (1986). A stochastic dominance comparison of waterconserving irrigation strategies. *American Journal of Agricultural Economics* 68(2): 298-305

JANSE VAN RENSBURG, B.D.T. (1983). *'n Analise van die ekonomiese uitvoerbaarheid van die beoogde Neusberg-Augrabies besproeiingsontwikkeling.* Direktoraat Landbouproduksie-ekonomie, Departement van Landbou en Watervoorsiening

JOHNSON, F., SPREEN, T.H. & HEWITT, T. (1987). A Stochastic analysis of contract grazing feeder cattle. *Southern Journal of Agricultural Economics* 20(1): 11-19

KING, R.P. & ROBISON, L.J. (1981). *Implementation of the interval approach to measuring decision maker preference. Research Report.* Agricultural Experiment Station East Lansing, Michigan State University

KIRSTEN, J.F. & BACKEBERG, G.R. (1988). *Konsepverslag oor beplanning van ekonomies bestaanbare boerderygroottes in die Oranje-Vaal Besproeiingsgebied.* Afdeling Makro Hulpbron-ekonomie, Direktoraat Landbouproduksie-ekonomie, Pretoria

KRAMER, R.A. & POPE, R.D. (1981). Participation in farm commodity programs: a stochastic dominance analysis. *American Journal of Agricultural Economics* 63(1): 119-128

LAMBRECHTS, I.J., REYNDERS, H.J.J. & SCHEURKOGEL, A.E. (1986). *Die investeringsbesluit.* Pretoria: Sigma-Pers

LANVOKON: LANDBOUVOORUITSKOUINGSKONFERENSIE (10e: 1989: Pretoria). (1989). Pretoria: s.n.

LAZARUS W.F & SCOTT J.T. (1981). A present value analysis of returns to irrigation in Southern Central Illinois. *North Central Journal of Agricultural Economics* 3(1): 63-70.

LEE, J.G., ELLIS, J.R. & LACEWELL, R.D. (1987). Evaluation of production and financial risk: a stochastic dominance approach. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 35(1): 108-126

LUTHANS, F. & MARTINKO, M.J. (1979). *The practice of supervision and management.* New York: McGraw-Hill Book Company

MARAIS, S.J.L. (1983) Depresiasiebepaling in die landbou onder inflasionistiese omstandighede. *Agrekon* 22(1): 18-21

MCGUCKIN, T. (1983). Alfalfa management strategies for a Wisconsin dairy farm - an application of stochastic dominance. *North Central Journal of Agricultural Economics* 5(1): 43-49

MEIRING, J.A. & OOSTHUIZEN, L.K. (1989). *Die beraming van die geweegde gemiddelde koste van kapitaal met verwysing na besproeiingsboere in die Vanderkloof Staatswaterskema.* Referaat gelewer by die LEVSA-Konferensie, September 25-27 1989, Bloemfontein

MEYER, J. (1977). Choice among distributions. *Journal of Economic Theory* 14: 326-336

MUSSER W.N., TEW B.V. & EPPERSON, J.E. (1981). An economic examination of an integrated pest management production system with a contrast between E-V and stochastic dominance analysis. *Southern Journal of Agricultural Economics* 13: 119-123

MUSSER W.N., TEW B.V. & WHITE F.C. (1986). Choice of depreciation methods for farm firms. *American Journal of Agricultural Economics* 68(4): 980-989

NELSON, A.G., CASLER, G.L. & WALKER, O.L. (1987). *Making farm decisions in a risky world: A Guidebook.* Oregon State University Extension Service, Corvallis

NIELSON, D.J. (1982). *Evaluating alternative irrigation scheduling strategies for soybeans in Minnesota.* M.Sc-thesis. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota

NIKSCH, L.A. (1988). *Opsommende verslag: Gevallestudie oor faktore wat die lewensvatbaarheid van besproeiingsboerdery beïnvloed.* Landbou Ontwikkeling, Sentraalwes, Kroonstad

OOSTHUIZEN, L.K. (1983). *A study of the approaches, methods, techniques and instruments used in five major irrigated areas in the United States to increase the economic effi- ciency of water use for irrigation.* University of Minnesota, St Paul

OOSTHUIZEN, L.K. (1985). *A procedure for estimating sprin- kler irrigation costs.* Department of Agricultural Economics, University of the Orange Free State, Bloem- fontein

ORTMANN, G.F. (1981). Die ekonomie van die daarstelling van 'n intensiewe varkeenheid I: Die gebruik van vaste begrotingstegnieke. *Agrekon* 20(3): 1-4

QUIRK, J.P. & SAPOSNIK, R. (1962). Admissibility and measurable utility functions. *Review of Economic Studies* 29(2)

RICHARDSON, J.W. & NIXON, C.J. (1982). Producer's preference for a cotton farmer owned reserve: an application of simulation and stochastic dominance. *Western Journal of Agricultural Economics* 7(1): 123-132

ROBERTSON J.D., MUSSER W.N. & TEW B.V. (1982). Lease versus purchase of a center pivot irrigation system: A Georgia example. *Southern Journal of Agriculture Economics* 14: 37-42

ROBISON, L.J. (1988). Stochastic dominance: a computer programme. Department of Agricultural Economics, Michigan State University

SELLY, R. (1983). The economic analysis of irrigation investment decisions. C.H. Pair (eds.). *Irrigation*. 5th ed. Silver Spring: The Irrigation Association

SPIEGEL, M.R., (1972). *Schaum's outline of theory and problems of statistics in SI units*. Johannesburg: McGraw-Hill Book Company

STEVENS, G.T. (1979). *Economic and financial analysis of capital investments*. New York: John Wiley and Sons

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1987). *Besproeiingsontwikkeling in die Vrystaatstreek*. Pretoria: Staatsdrukker

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1988). *COMBUD bedryfstakbegrotings, Julie 1988, Vrystaatstreek.* Pretoria: Staatsdrukker

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1989a). *Kostegids vir masjinerie.* Pretoria: Staatsdrukker

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1989b). Pryse vir A1-koring bekend gemaak. *Landbounuus* (15): 2

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1989c). *Kortbegrip van landboustatistiek.* Pretoria: Staatsdrukker

TERSINE, R.J. & RIGGS, W.E. (1976). The Delphi technique: A long range planning tool. *Business Horizons* (19): 51-56

THOMPSON, G.T., SPIESS, L.B. & KRIDER, J.N. (1983). Farm resources and system selection. M.E. Jensen (ed.). *Design and operation of farm irrigation systems.* St.Joseph: American Society of Agricultural Engineers

VAN DER MERWE, P.J.A. (1982). *Wisselwerking tussen genotipe en omgewing by grondtipe.* D.Sc. (Agric.) proefskrif, Universiteit van Pretoria, Pretoria

VAN DER WALT, W.A. (1988). *Die lewensvatbaarheid van gemeganiseerde besproeiingstelsels teen verskillende produksie-alternatiewe in die Vrystaat en Wes-Transvaalse akkerboustreek.* Skripsie (Magister in Bedryfsadministrasie). PU vir CHO

VAN ROOYEN, P.J. (1983) Graphic methods interpreting detrended results in maize cultivar evaluation. *Proceedings of the 5th South African Maize Breeding Symposium.* Grain Crops Research Institute, Potchefstroom

VAN ZYL, J. (1985). *Ekonomiese optimale mieliekultivarseleksie onder risikotoestande.* D.Sc.(Agric) proefskrif. Departement Landbou-ekonomie. Universiteit van Pretoria, Pretoria

WHITE, F.C., MUSSER, W.N. & OOSTHUIZEN, J. (1978). Cost of capital for American agriculture: Its use in Agriculture policy formulation. *Agricultural Finance Review* 38: 21-28

WILSON, P.N. & EIDMAN, V.R. (1981). *The economics of irrigating medium and fine textured soils in Minnesota.* Economic report ER 81-8, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul

WILSON, P.N. (1982). *The structural determinants of the swine production industry.* Ph.D Thesis, University of Minnesota, St. Paul

ZACHARIAS, T.P. & GRUBE, A.H. (1984). An economic evaluation of weed control methods used in combination with crop rotation: a stochastic dominance approach. *North Central Journal of Agricultural Economics* 6(1): 113-120

ZENTNER, R.P., GREENE, D.D., HICKENBOTHAM, T.L. & EIDMAN,V.R. (1981). *Ordinary and generalized stochastic dominance: a primer.* Staff Paper P81-27. Department of Agricultural and Applied economics, University of Minnesota, St. Paul