EKONOMIESE EVALUERING VAN ALTERNATIEWE BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIEë VIR KORING IN DIE BESPROEIINGSGEBIED VAN DIE VRYSTAATSTREEK

deur

L.K. OOSTHUIZEN

met bydraes deur

J.A. MEIRING en J.H.F. BOTES

Verslag aan die Waternavorsingskommissie
1991

WNK verslag 218/1/91

ISBN 1 874858 21 7

Departement Landbou-ekonomie
Universiteit van die Oranje-Vrystaat
Posbus 339
Bloemfontein
9300

Departementshoof: Prof. M.F. Viljoen

Projekleier: Prof. L.K. Oosthuizen

DANKBETUIGING

Die navorsing oor "**Die ekonomiese evaluering van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek**", is deur die **Waternavorsingskommissie (WNK)** gefinansier en deur die Departement Landbou-ekonomie aan die Universiteit van die Oranje-Vrystaat uitgevoer.

Die loodskomiteelede wat die projek se vordering gemonitor het, was:

Dr. P.C.M. Reid	Waternavorsingskommissie (Voorsitter)
Mnr. D.S. van der Merwe	Waternavorsingskommissie
Mnr. G.R. Backeberg	Departement van Landbou-ontwikkeling
Mnr. C. Engelbrecht	Departement van Landbou-ontwikkeling
Mnr. J.W. Badenhorst	Murray, Biesenbach en Badenhorst Raadgewende Ingenieurs
Mnr. C.T.Crosby	Departement van Landbou-ontwikkeling
Dr. A. Streutker	Departement van Landbou-ontwikkeling
Mnr. D. Davidson	Departement van Waterwese
Mnr. D.F.M. Korf	Departement van Waterwese
Mnr. P.S. van Heerden	Departement van Landbou-ontwikkeling
Prof. M.F. Viljoen	Universiteit van die Oranje-Vrystaat
Prof. J.J. Human	Universiteit van die Oranje-Vrystaat
Prof. J.A. Groenewald	Universiteit van Pretoria
Prof. L.K. Oosthuizen	Universiteit van die Oranje-Vrystaat
Mnr. F. Marais	Waternavorsingskommissie (Sekretaris)

Baie persone en instansies het sedert Julie 1987 meegewerk om hierdie multidissiplinêre navorsing, wat baie rekenaarkundigheid vereis het, suksesvol te voltooi. Dank en waardering word aan die volgende persone en instansies vir hulle samewerking en ondersteuning betuig:

- Die finansiering van die projek deur die WNK en die bydraes van die loodskomiteelede asook die leiding van die voorsitter word met dank en waardering erken.
- Mnr. André Meiring en Jimmie Botes vir hulle kwantitatiewe en kwalitatiewe bydraes tot elke hoofstuk van die verslag maar veral vir hul lojaliteit, geesdrif en vriendskap wat die projek 'n onvergeetlike ervaring gemaak het. Gewaardeerde erkenning word aan mnr. Meiring vir sy kreatiewe bydraes tot die SPILKOST-rekenaarprogram gegee.
- Mevv. Tersia Kühne, Anita van der Westhuizen en Marie Pieterse vir die toegewydheid, goeie gees en professionele wyse waarop die indeksering, finansiële boekhouding, syferkundige verwerking en tikwerk deurgaans verrig is.
- Mnr. C. van Deemter en al die boere in die ondersoekgebied vir hulle samewerking, tyd en hulp.
- Proff. J.M. de Jager en W.H. van Zyl asook dr. A Singels vir hulp met die oriëntering, aanpassing en kalibrasie van die PUTU-gewasgroeisimulasiemodelle.
- Prof. C. van der Ryst en mnr. G.O.G. Gremmels vir hulle raad en hulp met die ingenieursaspekte van spilpuntontwerpe.
- Proff. A.T.P. Bennie, J.M. de Jager en J.J. Human asook mnr. D. Crawford vir die wenke met die formulering van die besproeiingskeduleringstrategieë.
- Proff. J.A. Groenewald en G.F. Ortmann asook mnr. G.R. Backeberg vir hulle waardevolle ekonomiese bydraes.
- Prof. M.F. Viljoen vir sy belangstelling en ondersteuning asook oorhoofse toesighouding oor die projek.
- Die Rekenaarsentrum vir Waternavorsing (RSWN) wat 'n gesamentlike onderneming van ISM (Mpy) Bpk., die WNK en die Universiteit van Natal is, vir die ondersteuning met persoonlike rekenaarfasiliteite, beskikbaarstelling van databasisse en opleidingshulp.
- Die Skakelkomiteelede van die Eenheid vir Landbouwaterbestuur in die Fakulteit Landbou vir hulle ondersteuning en insette.

- Die Departement Landbou-ekonomie en die Universiteit van die Oranje-Vrystaat vir die geleentheid om die navorsing aan te pak en die beskikbaarstelling van fasiliteite.

My innigste dank kom my Hemelse Vader toe wat vir my die gesondheid, mense en geleentheid gegee het om hierdie navorsing te voltooi.

L.K. Oosthuizen

Julie 1991

INHOUDSOPGAWE

		Bladsy
TITELBLAD		i
DANKBETUIGING		ii
INHOUDSOPGAWE		v
LYS VAN TABELLE		xxi
LYS VAN FIGURE		xxviii
HOOFSTUK 1:	**INLEIDING**	
1.1	BESPROEIING IN DIE GEBIED BENEDE DIE P.K. LE ROUXDAM	1
1.2	MOTIVERING VIR DIE STUDIE	1
1.3	PROBLEEMSTELLING	1
1.4	HIPOTESES	3
1.5	PROJEKDOELSTELLINGS	6
1.6	SAMESTELLING VAN DIE VERSLAG	7
1.7	ENKELE OPMERKINGS OOR TERMINOLOGIE EN GEBRUIKE	8
	BRONNELYS	10
HOOFSTUK 2:	**DIE ONTWIKKELING EN ILLUSTRERING VAN 'N KOSTEBEREKENINGSPROSEDURE VIR SPILPUNT-BESPROEIING**	
2.1	INLEIDING	11
2.2	LITERATUURSTUDIE	12
2.2.1	Kosteverwantskappe	12
2.2.2	Kosteberekeningsmetodes	14
2.3	PROSEDURE	14

Bladsy

2.4	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	16
2.4.1	'n Handmetode vir spilpuntkosteberaming	16
2.4.2	Samevattende gevolgtrekking	33
2.4.3	Aanbevelings	34
	BRONNELYS	35
	SUMMARY	36

HOOFSTUK 3: DIE BERAMING VAN ENKELE TEGNO-EKONOMIESE KOëFFISIëNTE VIR SPILPUNTKOSTEBEREKENING

3.1	INLEIDING	38
3.2	LITERATUURSTUDIE	39
3.2.1	Tegno-ekonomiese koëffisiënte	39
3.2.2	Die Delphi-tegniek	40
3.2.3	Implikasies	41
3.3	PROSEDURE	42
3.4	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	43
3.4.1	Besproeiingskoëffisiënte	43
3.4.2	Samevattende gevolgtrekking	47
3.4.3	Navorsingsimplikasies	47
	BRONNELYS	49
	SUMMARY	50

Bladsy

HOOFSTUK 4: IDENTIFISERING VAN VERTEENWOORDIGENDE SPILPUNTBESPROEIINGSTELSELS VIR DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

4.1 INLEIDING 52

4.2 PROSEDURE 53
4.2.1 Keuse van besproeiingsgebied en tipe besproeiingstelsels 53
4.2.2 Insameling en ontleding van spilpuntdata 54
4.2.3 Identifisering van belangrike stelsel-eienskappe 55
4.2.4 Identifisering en ontwerp van verteenwoordigende spilpuntstelsels 56

4.3 RESULTATE 57

4.3.1 Vernaamste stelsel-eienskappe wat spilpuntkoste beïnvloed 57
4.3.2 Tipiese spilpuntstelsels vir die Suid-Vrystaat substreek 58
4.3.3 Finansiële implikasies van verteenwoordigende spilpunte 59
4.3.4 Samevattende gevolgtrekking 62
4.3.5 Navorsingsimplikasies 63

BRONNELYS 64
SUMMARY 65

HOOFSTUK 5: DIE ONTLEDING VAN DIE JAARLIKSE KOSTE VAN ALTERNATIEWE SPILPUNTSTELSELS IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

5.1. INLEIDING 66

		Bladsy
5.2	PROSEDURE	67
5.2.1	Identifisering en ontwerp van verskillende spilpuntstelsels	67
5.2.2	Kosteberekening	70
5.3	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	71
5.3.1	Kostevergelyking van alternatiewe spilpuntstelsels	71
5.3.2	Samevattende gevolgtrekking	78
5.3.3	Navorsingsimplikasies	79
	BRONNELYS	80
	SUMMARY	81

HOOFSTUK 6: DIE BERAMING VAN DIE GEWEEGDE GEMIDDELDE KOSTE VAN KAPITAAL MET VERWYSING NA BESPROEIINGSBOERE IN DIE VANDERKLOOF STAATSWATERSKEMA

6.1	INLEIDING	83
6.2	LITERATUURSTUDIE	84
6.2.1	Definisie	84
6.2.2	Vergelyking vir die berekening van die koste van kapitaal	85
6.2.3	Gewigte	86
6.2.4	Koste van eie kapitaal	86
6.2.5	Koste van vreemde kapitaal	88
6.2.6	Gebreke van geweegde gemiddelde koste van kapitaal	88
6.2.7	Implikasies vir hierdie navorsing	89
6.3	PROSEDURE	90

		Bladsy
6.3.1	Bydrae van die verskillende bronne	90
6.3.2	Koste van eie kapitaal	91
6.3.3	Koste van vreemde kapitaal	93
6.4	RESULTATE	94
6.4.1	Gewigte van kapitaalbronne	94
6.4.1.1	Eie en vreemde kapataal	94
6.4.1.2	Kort-, medium- en langtermynlaste	95
6.4.1.3	Bedryfslaste	95
6.4.1.4	Medium- en langtermynlaste	96
6.4.2	Koste van eie kapitaal	96
6.4.2.1	Kapitaalinkomste	96
6.4.2.2	Lopende-inkomste	96
6.4.2.3	Totale koste van eie kapitaal	97
6.4.3	Die koste van vreemde kapitaal	97
6.4.4	Die geweegde gemiddelde koste van kapitaal	97
6.5	BESPREKING VAN RESULTATE	98
6.5.1	Samevattende gevolgtrekking	101
6.5.2	Navorsingsimplikasies	101
	BRONNELYS	102
	SUMMARY	104
HOOFSTUK 7:	**DIE APLAND-BEGROTINGSONTWIKKELAAR AS HULPMIDDEL VIR DIE OPSTELLING VAN INKOMSTE- EN KOSTERAMINGS VAN GEWAS- EN VEEVERTAKKINGS VIR BEPLANNINGSDOELEINDES**	
7.1	INLEIDING	106
7.2	LITERATUURSTUDIE	108
7.2.1	Komponente van 'n boerderyvertakkingbegroting	108
7.2.2	Vaste en veranderlike koste	109

Bladsy

7.2.3 Produksieverwantskappe en boerderyvertakking-begrotings 110
7.2.4 Versameling van data vir boerderyvertakking-begrotings 111
7.2.5 Die Combud-stelsel 111
7.2.6 Die Apland-begrotingsontwikkelaar 112
7.2.7 Vernaamste implikasies van die literatuur-studie 112

7.3 PROSEDURE 113

7.3.1 Produksiekoste 113
7.3.2 Besproeiingskoste 114
7.3.3 Prosedure by die ontwikkeling van gewasver-takkingbegrotings 114
7.3.3.1 EBMCH1-program 115
7.3.3.2 EBCRP1-program 116

7.4 RESULTATE 117

7.4.1 Meganisasiekoste 117
7.4.2 Boerderyvertakkingontleding 119
7.4.3 Samevattende gevolgtrekking 123
7.4.4 Aanbevelings 123

BRONNELYS 124
SUMMARY 126

HOOFSTUK 8: PROSEDURE EN PROBLEME BY DIE GEBRUIK VAN 'N GEWASGROEISIMULASIEMODEL VIR KORING ONDER BESPROEIING

8.1 INLEIDING 128

8.2 'N KORT BESKRYWING VAN DIE PUTU9-87 GEWAS-GROEISIMULASIEMODEL 129

Bladsy

8.3 PROSEDURE 132

8.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE 134

8.5 GEVOLGTREKKINGS 142

8.6 IMPLIKASIES VAN HIERDIE NAVORSING VIR DIE VALIDERING VAN PUTU9-87 143

BRONNELYS 145
SUMMARY 147

HOOFSTUK 9: PRODUKSIE- EN PRYSRISIKO MET DIE VERBOUING VAN KORING, LAAT-MIELIES EN KATOEN ONDER SPILPUNTBESPROEIING IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

9.1 INLEIDING 150

9.2 LITERATUURSTUDIE 151

9.3 PROSEDURE 153
9.3.1 Produkpryse 153
9.3.1.1 Katoenprys 153
9.3.1.2 Koring- en mielieprys 153
9.3.2 Opbrengssimulasie 159
9.3.2.1 Gewasgroeisimulasiemodelle 159
9.3.2.2 Besproeiingskedulering 161

9.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE 163

9.4.1 Koring- en mielieprys 163
9.4.2 Opbrengssimulasies 165
9.4.2.1 Koringopbrengste 165
9.4.2.2 Mielie-opbrengste 167
9.4.2.3 Katoenopbrengste 168

		Bladsy
9.5	SAMEVATTENDE GEVOLGTREKKING	169
9.6	NAVORSINGSIMPLIKASIES	170
	BRONNELYS	171
	SUMMARY	175

HOOFSTUK 10: ONTLEDING VAN DIE EKONOMIESE WINSGEWENDHEID VAN ALTERNATIEWE SPILPUNTSTELSELS MET INAGNEMING VAN PRODUKSIE- EN PRYSRISIKO

10.1	INLEIDING	178
10.2	LITERATUURSTUDIE	180
10.2.1	Die netto huidige waarde-tegniek	180
10.2.2	Netto voordeel:beleggingsverhouding	184
10.2.3	Produksie- en prysrisiko	185
10.3	PROSEDURE	186
10.3.1	Alternatiewe spilpuntbeleggings	186
10.3.2	Gewaskeuse	187
10.3.3	Besproeiingskedulering	188
10.3.4	Kosteberaming	193
10.3.5	Produkpryse	196
10.3.6	Opbrengssimulasie	198
10.3.7	Ekonomiese ontleding	202
10.4	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	206
10.4.1	Ekonomiese winsgewendheid	206
10.4.1.1	Netto huidige waarde	206
10.4.1.2	Netto voordeel:beleggingsverhouding	211
10.4.2	Samevattende gevolgtrekking	214
10.4.3	Navorsingsimplikasies	215

Bladsy

BRONNELYS 217
SUMMARY 221

HOOFSTUK 11: ONTLEDING VAN DIE FINANSIëLE UITVOERBAARHEID VAN WINSGEWENDE SPILPUNTBELEGGINGSALTERNATIEWE

11.1 INLEIDING 222

11.2 LITERATUURSTUDIE 223

11.2.1 Finansiële risiko 223
11.2.2 Finansiële uitvoerbaarheid 224
11.2.3 Finansieringswyse 227

11.3 PROSEDURE 228

11.3.1 Winsgewende spilpuntbeleggingsalternatiewe 228
11.3.2 Jaarlikse kontantvloei 230
11.3.3 Finansieringswyse 230
11.3.4 Finansiële uitvoerbaarheid 233

11.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE 235

11.4.1 Finansiële uitvoerbaarheid 235
11.4.2 Samevattende gevolgtrekking 240
11.4.3 Navorsingsimplikasies 241

BRONNELYS 242
SUMMARY 243

HOOFSTUK 12: DIE KEUSE VAN RISIKO-DOELTREFFENDE SPILPUNTBELEGGINGSTRATEGIEë MET BEHULP VAN STOGASTIESE DOMINANSIE-KRITERIA

		Bladsy
12.1	INLEIDING	245
12.2	LITERATUURSTUDIE	247
12.2.1	Nut	247
12.2.2	Meting van nut	247
12.2.3	Stogastiese dominansie	249
12.2.3.1	Stogastiese dominansie van die eerste orde	249
12.2.3.2	Stogastiese dominansie van die tweede orde	251
12.2.3.3	Stogastiese dominansie van die derde orde	252
12.2.3.4	Veralgemeende stogastiese dominansie	253
12.2.3.5	Resultate van vorige studies	257
12.3	PROSEDURE	258
12.3.1	Verteenwoordigende spilpuntstelsels	258
12.3.2	Waarskynlikheidsverdeling	259
12.3.3	Toepassing van stogastiese dominansie-kriteria	260
12.4	RESULTATE	262
12.5	BESPREKING VAN RESULTATE	267
12.5.1	Samevattende gevolgtrekking	268
12.5.2	Navorsingsimplikasies	269
	BRONNELYS	270
	SUMMARY	273

HOOFSTUK 13: DIE FORMULERING VAN BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIEë VIR EKONOMIESE EVALUERING

13.1	INLEIDING	276

		Bladsy
13.2	LITERATUURSTUDIE	277
13.2.1	'n Raamwerk vir die formulering van besproeiingskeduleringstrategieë	277
13.2.2	Die Delphi-tegniek	280
13.3	PROSEDURE	282
13.4	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	284
13.4.1	Besproeiingskeduleringstrategie 1	284
13.4.2	Besproeiingskeduleringstrategie 2	286
13.4.3	Besproeiingskeduleringstrategie 3	288
13.4.4	Besproeiingskeduleringstrategie 4	289
13.4.5	Vergelyking tussen alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë	291
13.5	SAMEVATTENDE GEVOLGTREKKING	292
13.6	NAVORSINGSIMPLIKASIES	292
	BRONNELYS	293
	SUMMARY	295

HOOFSTUK 14: 'N EKONOMIESE WINSGEWENDHEIDSONTLEDING VAN ALTERNATIEWE BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIEë VIR KORING

14.1	INLEIDING	297
14.2	LITERATUURSTUDIE	298
14.2.1	Metodes vir die evaluering van ekonomiese doeltreffendheid van besproeiing	298
14.2.2	Implikasies uit die literatuurstudie	300

		Bladsy
14.3	PROSEDURE	300
14.3.1	Kosteberaming	301
14.3.1.1	Besproeiingstelsel	301
14.3.1.2	Besproeiingskoste	302
14.3.1.3	Produksiekoste	302
14.3.1.4	Opbrengsveranderlike koste	303
14.3.2	Besproeiingskeduleringstrategieë	303
14.3.3	Sensitiwiteitsontledings	304
14.3.3.1	Gelykbreekontleding	305
14.3.4	Opbrengssimulasies	305
14.4	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	306
14.4.1	Opbrengspeile en besproeiingshoeveelhede op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm	306
14.4.2	Netto inkomste	308
14.4.3	Die effek van pomphoogte en waterprys op die winsgewendheid van die besproeiing-skeduleringstrategieë	309
14.4.3.1	Sensitiwiteitsindeks	311
14.4.3.2	Gelykbreekpomphoogte vir elke besproeiing-skeduleringstrategie	313
14.4.4	Samevattende gevolgtrekking	315
14.5	NAVORSINGSIMPLIKASIES	316
	BRONNELYS	318
	SUMMARY	320

HOOFSTUK 15: 'N EKONOMIESE EVALUERING VAN 'N MINDER-AS-VOLLE-BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIE VIR KORING IN DIE BENEDE P.K. LE ROUXDAMGEBIED

15.1	INLEIDING	322

		Bladsy
15.2	LITERATUURSTUDIE	324
15.2.1	Definisie van "deficit irrigation"	325
15.2.2	Die nut van waterverbruiksdoeltreffendheids-verhoudings	325
15.2.3	Gewas-waterproduksiefunksies	326
15.2.4	Gewasgroeisimulasiemodelle	326
15.2.5	Besproeiingsfrekwensie	327
15.2.6	Die geleentheidskoste van water	328
15.2.7	Die prys van water	329
15.2.8	Implikasies uit die literatuurstudie	330
15.3	PROSEDURE	331
15.3.1	Die volle besproeiingskeduleringstrategieë	331
15.3.2	Die minder-as-volle-besproeiingskedulering-strategie	332
15.3.3	Simulasie van opbrengste en waterhoeveelhede	332
15.3.4	Besproeiingstelsel	333
15.3.5	Kosteberekening	333
15.3.6	Geleentheidskoste	334
15.4	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	335
15.4.1	Belangrikheid van 'n hoë profielbeskikbare waterkapasiteit van gronde	335
15.4.2	Waterverbruiksdoeltreffendheid	337
15.4.3	Winsgewendheid	338
15.4.4	Belangrikheid van besproeiingskedulering met beperkte water	340
15.5	SAMEVATTENDE GEVOLGTREKKING	342
15.6	NAVORSINGSIMPLIKASIES	343
	BRONNELYS	345
	SUMMARY	348

Bladsy

HOOFSTUK 16: 'N ONTLEDING VAN DIE RISIKO-DOELTREFFENDHEID VAN BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIEë VIR KORING IN DIE BENEDE P.K. LE ROUXDAM-GEBIED MET BEHULP VAN VERALGEMEENDE STOGASTIESE DOMINANSIE

16.1	INLEIDING	350
16.2	LITERATUURSTUDIE	352
16.2.1	Nutmaksimering	352
16.2.2	Veralgemeende stogastiese dominansie	353
16.2.3	Implikasies uit literatuurstudie	358
16.3	PROSEDURE	359
16.3.1	Besproeiingskeduleringstrategieë	359
16.3.2	Voorbelasting netto inkomsteverdelings vir elke skeduleringstrategie	360
16.3.3	Risiko-interval benadering	364
16.3.4	Risiko-vermydingsintervalle	365
16.4	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	366
16.4.1	Ontledings op 'n per hektaarbasis	366
16.4.2	Ontleding op 'n bedryfstakbasis	367
16.5	SAMEVATTENDE GEVOLGTREKKING	370
16.6	NAVORSINGSIMPLIKASIES	371
	BRONNELYS	373
	SUMMARY	376

Bladsy

HOOFSTUK 17: DIE ONTWIKKELING EN ILLUSTRASIE VAN 'N PROSEDURE VIR DIE BEPALING VAN DIE WAARDE VAN BESPROEIINGSKEDULERINGSINLIGTING

17.1	INLEIDING	379
17.2	LITERATUURSTUDIE	380
17.2.1	Literatuuroorsig oor die waarde van inligting	380
17.2.1.1	Beraming van die waarde van inligting	382
17.2.1.2	Empiriese studies oor die waarde van inligting	388
17.2.1.3	Samevattende gevolgtrekkings	393
17.2.1.4	Implikasies van vorige navorsing vir hierdie studie	394
17.2.2	'n Beskrywing van King se model vir die implementering van die intervalbenadering tot die meting van 'n besluitnemer se voor keure	395
17.2.2.1	Spesifikasie van 'n metingskaal	396
17.2.2.2	Ontwikkeling van steekproefverdelings en identifikasie van grensintervalle	398
17.2.2.3	Formulering en administrasie van die vraelys	403
17.2.2.4	Die gebruik van intervalvoorkeurmetings om keuses te rangskik	405
17.2.2.5	Samevattende opmerkings	407
17.3	PROSEDURE	408
17.3.1	Stappe van risiko-meting	409
17.3.2	Kwantifisering van die waarde van inligting	411
17.4	RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE	412
17.4.1	Meting van besluitnemers se houdings teenoor risiko	412

		Bladsy
17.4.2	Keuse van risiko-doeltreffende besproeiing-skeduleringstrategieë	418
17.4.3	Die waarde van skeduleringsinligting	423
17.4.4	Navorsingsimplikasies	424
	BRONNELYS	426
	SUMMARY	430
Bylae A :	Vraelys en verdelings vir die meting van besluitnemers se risiko-houdings	433
SAMEVATTENDE BRONNELYS		**435**

LYS VAN TABELLE

		Bladsy
Tabel 3.1	Lewensduur en herwinningswaarde as persentasie van die aankoopprys van verskillende komponente van 'n spilpuntbesproeiingstelsel	44
Tabel 3.2	Beraming van herstel- en onderhoudskoste as persentasie van die aankoopprys van 'n spilpunt	45
Tabel 3.3	Arbeidsbehoefte (minute / 24 uur gepomp) vir die bedryf van verskillende groottes spilpunte	46
Tabel 4.1	Beskrywing van verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	58
Tabel 4.2	Pomptempo's van twaalf verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek en die ooreenstemmende deursnee, wrywing en koste van die hoofpyplyn	60
Tabel 4.3	Benattingswydte, statiese pomphoogte, totale druk, motorgrootte en kapitaalbelegging van pompeenheid van twaalf verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	61
Tabel 5.1	Agtien verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	69
Tabel 5.2	Kapitaalbelegging en jaarlikse vaste, veranderlike en totale koste van agtien spilpuntstelsels met 'n beplande totale watertoediening van 11 000 kubieke meter water in die Suid-Vrystaat substreek	71
Tabel 5.3	Veranderlike koste per kubieke meter water gepomp vir water, arbeid, herstelwerk en onderhoud asook elektrisiteit vir agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	74
Tabel 5.4	Per eenheid vaste en veranderlike koste van agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	76

		Bladsy
Tabel 6.1	Nominale jaarlikse rentekoerse vir verskillende bronne van vreemde kapitaal soos op 20 April 1989	93
Tabel 6.2	Die nominale voor- en nabelasting geweegde gemiddelde koste van kapitaal vir drie groepe boere in die Vanderkloof Staatswaterskema met eiekapitaalverhoudings van 30, 50 en 80 persent	98
Tabel 7.1	Uurlikse bedryfs- en eienaarskapkoste (rand en % van totale meganisasiekoste) van trekkers en implemente gebruik vir die verbouing van koring onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek, 1990	118
Tabel 7.2	Maandelikse kontantvloei per hektaar vir die verbouing van koring onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek	119
Tabel 7.3	Vertakkingbegroting vir koring onder spilpuntbesproeiing op sandgrond, geplant op 1 Julie in die Suid-Vrystaat substreek, Feb 1991	120
Tabel 7.4	Die effek van opbrengs- en prysvariasie op die inkomste bo gespesifiseerde koste vir koringverbouing onder spilpuntbesproeiing op sandgrond	122
Tabel 8.1	'n Vergelyking van die vernaamste fisiese grondeienskappe, plantdatums en besproeiingshoeveelhede van sewe persele in die Vanderkloof Staatwaterskema	135
Tabel 8.2	'n Vergelyking tussen die gemete koring opbrengste, PUTU-ramings en produksiefunksieskattings in die Vanderkloof Staatswaterskema	136
Tabel 9.1	Opbrengsmikpunte (kg/ha) en bruto besproeiingshoeveelhede (mm/seisoen) vir koring, laat-mielies en katoen vir tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	162
Tabel 9.2	Aangepaste nasionale mielie- en koringproduksie en die ooreenstemmende verwagte produsentepryse volgens die jongste prysscenario's vir die periode 1956 tot 1988	164

Bladsy

Tabel 9.3	Gesimuleerde koringopbrengste (kg) vir tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata	166
Tabel 9.4	Gesimuleerde mielie-opbrengste (kg) vir tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata	168
Tabel 9.5	Gesimuleerde katoenopbrengste (kg) vir tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata	169
Tabel 10.1	Beskrywing van agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	187
Tabel 10.2	Opbrengsmikpunte (kg/ha), besproeiingsiklusse (dae) en bruto besproeiingshoeveelhede (mm/seisoen) vir agtien verskillende spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek	191
Tabel 10.3	Bruto besproeiingstoedienings met verskillende spilpuntstelsels vir koring, mielies en katoen vir die periode 1978 - 1987 in die Suid-Vrystaat substreek	194
Tabel 10.4	Aangepaste nasionale koring- en mielieproduksie en die ooreenstemmende verwagte produsentepryse vir die periode 1956 tot 1988	197
Tabel 10.5	Gesimuleerde koringopbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata	199
Tabel 10.6	Gesimuleerde mielie-opbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata	200
Tabel 10.7	Gesimuleerde katoenopbrengste vir verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata	201

		Bladsy
Tabel 10.8	Die laagste, hoogste en gemiddelde netto huidige waarde asook die standaard afwykings oor die leeftyd van die agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	207
Tabel 10.9	Die gemiddelde netto huidige waarde van agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek oor die lewensduur van die stelsels uitgedruk as 'n bedrag per jaar en per hektaar	210
Tabel 10.10	Aanvanklike belegging, gemiddelde netto huidige waarde en die standaard afwyking asook die netto voordeel:beleggingsverhouding van agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	212
Tabel 11.1	Beskrywing van ses spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek vir finansiële uitvoerbaarheidsontledings	229
Tabel 11.2	Vergelyking tussen die twee wyses van finansiering vir die ses spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek, Oktober 1989	232
Tabel 11.3	Aantal herhalings per jaar met jaarlikse kontantvloeitekorte na betaling van die paaiemente op die koöperasielening vir ses winsgewende verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, Oktober 1989	236
Tabel 11.4	Aantal herhalings per jaar met jaarlikse kontantvloeitekorte na betaling van die paaiemente op die Landbankverbandlening vir ses winsgewende prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek	238
Tabel 12.1	Agtien spilpuntstelsels in die gebied benede die P.K. le Rouxdam	259
Tabel 12.2	Die netto huidige waarde (R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels S60/12k/-15h, S60/12k/+10h en S60/10k/-15h in die gebied benede die P.K. le Rouxdam	261

Bladsy

Tabel 12.3	Volgorde waarin agtien alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die gebied benede die P.K. le Rouxdam mekaar domineer volgens verskillende stogastiese dominansie-kriteria	263
Tabel 13.1	Besproeiingskeduleringstrategie 2 vir 'n koring oesopbrengsmikpunt van 7000 kg/ha op 'n grond met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 160 mm in die gebied onder die P.K. le Rouxdam	287
Tabel 13.2	Besproeiingskeduleringstrategie 3 vir koring met die effektiewe en kumulatiewe besproeiingshoeveelhede teenoor dae na plant in die gebied onder die P.K. le Rouxdam	289
Tabel 13.3	Besproeiingskeduleringstrategie 4 vir koring met die effektiewe en kumulatiewe besproeiingshoeveelhede teenoor dae na plant in die gebied onder die P.K. le Rouxdam	290
Tabel 13.4	'n Vergelyking tussen die vier besproeiingskeduleringstrategieë vir koring ten opsigte van inligtingsvlakke en grondtipes in die gebied onder die P.K. le Rouxdam	291
Tabel 14.1	'n Vergelyking van die gesimuleerde gemiddelde opbrengste en bruto toegediende besproeiingswater vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45 mm, 100 mm en 160 mm onderskeidelik in die benede P.K. le Rouxdamgebied	306
Tabel 14.2	Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste (R/ha) vir vier alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm in die benede P.K. le Rouxdamgebied	308
Tabel 14.3	Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste (R/ha) vir koring vir die alternatiewe skeduleringstrategieë vir koring op die grond met 'n PBWK van 100 mm in die gebied onderkant die P.K. le Rouxdam indien die waterprys en pomp-hoogte toeneem	310

		Bladsy
Tabel 14.4	Sensitiwiteitsindeks van die voorbelasting netto inkomste ten opsigte 'n verandering in die pomphoogte en waterprys van die vier besproeiingskeduleringstrategieë in die gebied onderkant die P.K. le Rouxdam op die grond met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 100 mm	312
Tabel 15.1	'n Vergelyking van die gemiddelde opbrengste en bruto toegediende besproeiingswater van die vyf skeduleringstrategieë vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm in die benede P.K. le Rouxdamgebied	335
Tabel 15.2	Die gemiddelde waterverbruiksdoeltreffendheid van vyf besproeiingskeduleringstrategieë op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm in die benede P.K. le Rouxdamgebied	337
Tabel 15.3	Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste (R/ha), standaard afwyking (R/ha) en koëffisiënt van variasie van al vyf die alternatiewe besproeiingskedulering-strategieë op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm	339
Tabel 15.4	Geleentheidskoste en netto geleentheidskoste van water (R/mm/ha) vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm	341
Tabel 16.1	Die voorbelasting netto inkomsteverdeling op 'n per hektaarbasis vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die benede P.K. le Rouxdamgebied op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm	361
Tabel 16.2	Die voorbelasting netto inkomste verdeling op 'n bedryfstakbasis (60 ha) vir vyf skeduleringstrategieë vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm	363

		Bladsy
Tabel 16.3	Die absolute risiko-vermydingsinterval-le van risiko-soekende, risiko-neutrale, geringe risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende besluitnemers	365
Tabel 16.4	Die voorkeurrangorde van die alternatie-we besproeiingskeduleringstrategieë vol-ens veralgemeende stogastiese dominan-sie, uitgedruk op 'n per hektaarbasis vir gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm	366
Tabel 16.5	Die voorkeurrangorde van die alternatie-we besproeiingskeduleringstrategieë vol-gens veralgemeende stogastiese domi-nansie, uitgedruk op 'n bedryfstakbasis vir gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm	368
Tabel 17.1	Risiko-voorkeure van vier groepe gedefini-eerde besluitnemers vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 45 mm soos bepaal deur stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie	419
Tabel 17.2	Risiko-voorkeure van vier groepe gedefini-eerde besluitnemers vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 100 mm soos bepaal deur stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie	421
Tabel 17.3	Risiko-voorkeure van vier groepe gedefi-nieerde besluitnemers vir vyf alterna-tiewe besproeiingskeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 160 mm soos bepaal deur stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie	423
Tabel 17.4	Die waarde van meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringsinligting vir risiko-soekende en sterk risiko-vermy-dende persone op gronde met PBWK's van 45 mm, 100 mm en 160 mm	424

LYS VAN FIGURE

		Bladsy
Figuur 1.1	Besproeiingsgebiede met watervoorsiening uit die P.K. le Rouxdam	2
Figuur 6.1	Tipiese kapitaalstruktuur van drie groepe boerderye in die Vanderkloof Staatswaterskema	94
Figuur 8.1	Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud vir perseel 1	138
Figuur 8.2	Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud vir perseel 2	138
Figuur 8.3	Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud vir perseel 3	139
Figuur 8.4	Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud vir perseel 4	139
Figuur 8.5	Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud vir perseel 5	140
Figuur 8.6	Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud vir perseel 6	140
Figuur 8.7	Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud vir perseel 7	141
Figuur 12.1	Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels S60/12k/-15h, S60/12k/+10h, S60/10k/-15h, S30/12k/+10h en S60/10k/+10h in die gebied benede die P.K. le Rouxdam	265
Figuur 12.2	Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels S30/10k/+10h, K60/12k/-15h, K60/10k/-15h en K30/12k/+10h in die gebied benede die P.K. le Rouxdam	266
Figuur 13.1	'n Diagrammatiese voorstelling van die raamwerk vir die formulering van besproeiingskeduleringstrategieë vir ekonomiese evaluering	278
Figuur 13.2	'n Diagrammatiese voorstelling van die stappe van die Delphi-tegniek	281

Bladsy

Figuur 14.1	Die gelykbreekhoogte van die vier besproeiingsskeduleringstrategieë teen 'n waterprys van 1,645 c/m^3 water op die grond met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 100 mm	314
Figuur 17.1	'n Keusehiërargie vir 'n intervalvoorkeurmeting gebaseer op drie vergelykings (vrae)	397
Figuur 17.2	Risiko-metingskaal met 8 absolute risikovermydingsvlakke vir die generering van ewekansige verdelings met behulp van die intervalprogram	398
Figuur 17.3	Vyftig gegenereerde ewekansige verdelings met elk ses uitkomste variërend tussen -1 500 en 1 500 (afgerond in honderde (R))	413
Figuur 17.4	Grensverdelings binne die gespesifiseerde grensintervalle vir die afbakening van besluitnemers se risikovermydingsruimtes	415
Figuur 17.5	Skematiese voorstelling van die gebruik van grensverdelings vir die opstelling van 'n drie-vraag volgreeks	417
Figuur 17.6	Kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van VBNI vir die vyf skeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 45 mm met inagneming van produksie- en prysrisiko	418
Figuur 17.7	Kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van VBNI vir die vyf skeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 100 mm met inagneming van produksie- en prysrisiko	420
Figuur 17.8	Kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van VBNI vir die vyf skeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 160 mm met inagneming van produksie- en prysrisiko	422

HOOFSTUK 1

INLEIDING

L.K. Oosthuizen

1.1 BESPROEIING IN DIE GEBIED BENEDE DIE P.K. LE ROUXDAM

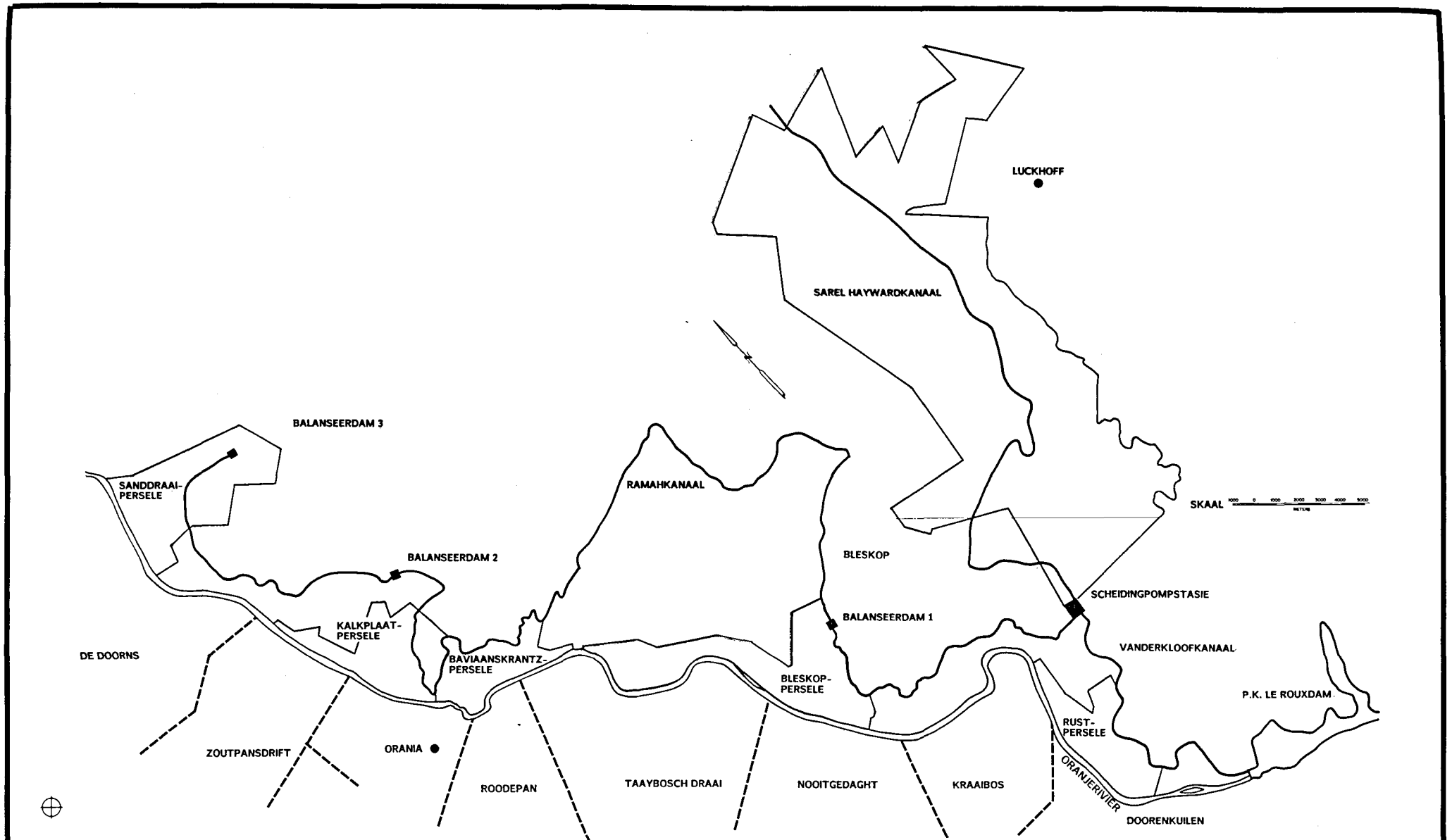
Die ondersoekgebied beslaan sowat 20 000 hektaar besproeiingsgrond onder die P.K. le Rouxdam wat aan ongeveer 230 grondeienaars behoort. Die gebied sluit in die Rietrivier- en Vanderkloof Staatswaterskema, die besproeiing uit die Sarel Haywardkanaal, sowel as die besproeiingsgronde langs die Oranjerivier aan die Kaapse kant. Die besproeiingsgebiede met watervoorsiening uit die P.K. le Rouxdam is in figuur 1.1 gekarteer.

1.2 MOTIVERING VIR DIE STUDIE

Tydens 'n werksessie oor die ekonomiese, sosiologiese en ekologiese aspekte van besproeiingsontwikkeling wat in 1985 deur die Waternavorsingskommissie gereël is, is die ekonomiese evaluering van besproeiingskedulering as 'n hoë navorsingsprioriteit geïdentifiseer (Co-ordinating Committee for Irrigation Research, 1986). Die grootste behoefte was om metodes en instrumente te ontwikkel om die ekonomie van spilpuntbesproeiing te evalueer.

1.3 PROBLEEMSTELLING

Die hoof navorsingsprobleem is tweeledig van aard. Eerstens moet nuwe toetreders tot besproeiing, of boere wat hul bestaande besproeiing wil uitbrei, 'n beleggingsbesluit neem.



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

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.

Tweedens moet boere wat reeds 'n besproeiingstelsel aangekoop het, besluit hoe om besproeiingswater ekonomies doeltreffend deur die seisoen te skeduleer.

1.4 HIPOTESES

Die eerste hoofhipotese is dat indien 'n prosedure vir die ekonomiese evaluering van toepaslike spilpuntbeleggings-alternatiewe beskikbaar is, sal die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntstelsels deur besproeiingsboere en -adviseurs bevredigend beraam kan word. Verskeie subhipoteses word in die navorsing 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 spilpuntbeleggings-besluite 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, toedieningskapasiteit en statiese hoogte varieer, sal die ekonomiese winsgewendheid van die toepaslike besproeiings-beleggingstrategieë ook varieer.

4. Indien die geweegde gemiddelde koste van kapitaal (GGKK) vir besproeiingsboere in die gebied bepaal kan word, kan die GGKK as verdiskonteringskoers by die toepassing van die netto huidige waardetegniek vir winsgewendheidsontledings gebruik word omdat die GGKK die langtermyn kapitaalstruktuur van die onderneming asook die invloed van inkomstebelasting in ag neem.
5. Spilpuntbesproeiingstelsels op sandgronde is meer winsgewend as soortgelyke stelsels op kleigronde.
6. Die wisselboustelsel is 'n kritiese faktor wat die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntbesproeiingstelsels beïnvloed.
7. 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.
8. Onderskeid moet gelyktydig getref word tussen ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van besproeiingsbeleggingsalternatiewe omdat winsgewende beleggings nie noodwendig finansieel uitvoerbaar is nie.
9. Verskillende finansieringswyses veroorsaak verskille ten opsigte van die finansiële uitvoerbaarheid van beleggingsbesluite.
10. Produksie- en prysrisiko beïnvloed jaarlikse kontantvloei tot so 'n mate dat paaiementverpligtinge in sommige jare nie nagekom kan word nie.

Die tweede hoofhipotese is dat indien 'n prosedure vir die ekonomiese ontleding van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë beskikbaar is, die ekonomiese winsgewendheid en risiko-doeltreffendheid van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring bevredigend beraam kan word. Die volgende subhipoteses word gestel:

1. Die vier tipiese besproeiingskeduleringstrategieë wat in die gebied onder die P.K. le Rouxdam gebruik word, verskil hoofsaaklik ten opsigte van die hoeveelheid toegediende

water terwyl die opbrengste wat met elke skeduleringstrategie gerealiseer word nagenoeg dieselfde is.

2. Indien die besproeiingskeduleringstrategieë die gewaswaterbehoeftes gereeld volledig aanvul, word die gronde se profielbeskikbare waterkapasiteite nie ekonomies benut nie.
3. Indien meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë vir koring toegepas word, word die winsgewendheid van koring onder spilpuntbesproeiing verhoog omdat minder water toegedien word.
4. Indien die pomphoogte en/of die prys van water toeneem, sal die ekonomiese belangrikheid van meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë toeneem.
5. Die seisoenale plan of strategie waarvolgens 'n boer besproeiingswater skeduleer, is een van die hoof veranderlikes wat die ekonomie van besproeiing beïnvloed.
6. 'n Vername faktor vir die suksesvolle toepassing van 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie (tekortbesproeiing) is 'n hoë profielbeskikbare waterkapasiteit van die grond.
7. Indien 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie vir koring op gronde met 'n hoë profielbeskikbare waterkapasiteit toegepas word, kan die winsgewendheid van besproeiing verhoog word.
8. Indien boere die geleentheidskoste van besproeiingswater as besluitnemingskriterium gebruik, kan hulle aangespoor word om meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë toe te pas.
9. Boere gebruik nie gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë vir koring nie omdat die kritieke besluitnemingsveranderlikes by besproeiing nie goed begryp word nie.
10. Boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid verskil ten opsigte van die keuse van watter skeduleringstrategie hul bepaalde voorkeure die beste sal bevredig.

11. Risiko-vermydende boere sal 'n skeduleringstrategie verkies wat meer water gouer toedien in teenstelling met boere wat risiko-soekend is.
12. 'n Besproeiingskeduleringstrategie wat met baie inligting gepaard gaan, sal die strategieë met min inligting domineer omdat meer inligting tot groter doeltreffendheid en hoër netto inkomste lei. Met behulp van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie kan bepaal word wat boere bereid sal wees om vir beter grondwaterinligting en toekomstige weerinligting te betaal.

1.5 PROJEKDOELSTELLINGS

Die hoofdoel met hierdie navorsing was om die ekonomiese doeltreffendheid van watergebruik onder verskillende besproeiingskeduleringstrategieë by koring te evalueer en om die ekonomiese aansporingsmaatreëls (en teenproduktiewe kragte) vir die toepassing van meer doeltreffende besproeiingskeduleringstrategieë te bepaal.

Meer spesifiek was die doelstellings om:

(a) 'n metode te ontwikkel en te illustreer om die jaarlikse koste van die mees tipiese besproeiingstelsel(s) in die besproeiingsgebied van ten minste die Vrystaatstreek te beraam;
(b) 'n metode te ontwikkel en te illustreer om die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van die mees tipiese besproeiingstelsel vir die produksie van koring in die Vrystaatstreek te ontleed;
(c) die waterbehoeftes, opbrengspeil en winsgewendheid van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring, op gronde met verskillende waterhouvermoë, te bepaal;
(d) alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring ekonomies met behulp van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie te ontleed, en

(e) 'n prosedure te ontwikkel en te illustreer om die waarde van grondwater- en weerinligting vir besproeiingsboere te bepaal.

1.6 SAMESTELLING VAN DIE VERSLAG

Die verslag bestaan uit 18 hoofstukke. Hoofstukke 2 tot 5 het betrekking op die bereiking van doelwit (a) van die projek. In Hoofstuk 1 word die probleemstelling geformuleer asook die hipoteses en die projekdoelstellings word opgesom. Hoofstuk 2 gee 'n beskrywing van 'n kosteberekeningsprosedure vir die beraming van spilpuntstelsels se totale jaarlikse koste. Die doel met Hoofstuk 3 is om tegno-ekonomiese koëffisiënte soos die toedieningsdoeltreffendheid van spilpunte, die lewensduur en die herwinningswaarde van die verskillende komponente, herstel- en onderhoudswerk en arbeidsbehoefte vir die bedryf van die stelsel te beraam. In Hoofstuk 4 word 12 verteenwoordigende spilpuntbesproeiingstelsels vir die Suid-Vrystaat substreek op grond van relevante stelsel-eienskappe en hulpbronsituasies vir verdere ontledings ontwerp. Die jaarlikse koste van 18 spilpunte word in Hoofstuk 5 ontleed.

Hoofstukke 6 tot 12 hou verband met die bereiking van doelwit (b) van die projek. Die beraming van die geweegde gemiddelde koste van kapitaal (GGKK) met verwysing na besproeiingsboere in die Vanderkloof Staatswaterskema kom in Hoofstuk 6 aan die beurt. In Hoofstuk 7 word die Apland-begrotingsontwikkelaar as hulpmiddel vir die opstelling van inkomste- en kosteramings van gewas- en veevertakkings vir beplanningsdoeleindes beskryf. Die kalibrasieprosedure van die PUTU9-87 gewasgroeimodel vir koring in die gebied onder die P.K. le Rouxdam is in Hoofstuk 8 beskryf. Die prosedures vir die beraming van produksie- en prysrisiko met die verbouing van koring, laat-mielies en katoen onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek word in Hoofstuk 9 beskryf. In Hoofstukke 10 en 11 word die ekonomiese winsgewendheid van 18 spilpuntstelsels, met inagne-

ming van produksie- en prysrisiko, en die finansiële uitvoerbaarheid onderskeidelik ontleed. Vervolgens word die risiko-doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë met behulp van stogastiese dominansie in Hoofstuk 12 geselekteer.

Vir die bereiking van doelwit (c) van die projek moet hoofstukke 13 tot 15 bestudeer word. In Hoofstuk 13 word die verskillende besproeiingskeduleringstrategieë in die ondersoekgebied vir ekonomiese evaluering beskryf. Daarna word die ekonomiese winsgewendheid van hierdie skeduleringstrategieë vir koring in Hoofstuk 14 ontleed. Vervolgens word 'n tekortbesproeiingskedulering-strategie vir koring in Hoofstuk 15 geëvalueer.

In Hoofstuk 16 word risiko-doeltreffende besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die ondersoekgebied met behulp van veralgemeende stogastiese dominansie geselekteer. Hierdie hoofstuk het betrekking op doelwit (d) van die projek.

Doelwit (e) van die projek word in hoofstuk 17 verwesentlik. Benewens 'n literatuurstudie oor die waarde van inligting, word 'n rekenaarmodel ook geïllustreer om besluitnemers se risiko-voorkeure te meet en laastens word 'n prosedure beskryf en toegepas om die waarde van besproeiingskeduleringsinligting te kwantifiseer.

Hoofstuk 18 gee ten slotte 'n samevatting van die navorsingsprojek. Die meeste hoofstukke is weergawes van artikels wat oorgeneem is uit tydskrifte of manuskripte wat voorgelê is vir publikasie waarvoor erkening gegee is. 'n Engelse opsomming is by elke hoofstuk ingesluit om die trefwydte van die verslag te vergroot. Benewens die bronnelys van elke hoofstuk is 'n samevattende bronnelys vir die verslag saamgestel.

1.7 ENKELE OPMERKINGS OOR TERMINOLOGIE EN GEBRUIKE

In die verslag word die terme "minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategieë" of "tekortbesproeiingskeduleringstrategie" gebruik vir "deficit irrigation". Vir die begrip "enterprise budgets" word afwisselend "boerderyvertakkingsbegroting" of "bedryfstakbegroting" of die beskrywende term "inkomste- en kosteramings vir gewasvertakkings" gebruik. Verder kan daarop gewys word dat by die risiko-ontledings die tegniek van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie (SDRF) sinoniem is aan die tegniek van veralgemeende stogastiese dominansie (GSD) of ook bekend as Meyer se kriterium. Al drie terme word algemeen in internasionale tydskrifte gebruik.

Wat gebruike betref, kan gemeld word dat die begrotings en simulasies rekenaarmatig verwerk is en om benaderingsfoute uit te skakel, word die desimale syfers in die tabelle en uitdrukke behou. Wanneer daar in die verslag na die gebied benede die P.K. le Rouxdam verwys word, sluit dit die Vanderkloof Staatswaterskema in sowel as die gebiede weerskante van die Sarel Haywardkanaal en die besproeiingsgronde langs die Oranjerivier aan die Kaapse kant.

CO-ORDINATING COMMITTEE FOR IRRIGATION RESEARCH (1986). Recommendations of the workshop on research requirements relating to economic, sociological and ecological aspects of irrigation development. Pretoria, April 1986

HOOFSTUK 2*

DIE ONTWIKKELING EN ILLUSTRERING VAN 'N KOSTEBEREKENINGSPROSEDURE VIR SPILPUNTBESPROEIING

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

2.1 INLEIDING

Tegniese sowel as ekonomiese faktore moet 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: 2).

Die bestaande kosteberekeningsprosedures vir spilpuntstelsels is gebrekkig enersyds omdat die kostes nie metodologies korrek bereken word nie en andersyds omdat die kosteberekeningsprosedures nie tegniese aspekte soos die verskille in die lewensduur van die verskillende komponente van die besproeiingstelsels voldoende in ag neem 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.

Die doel met die hoofstuk is om 'n kosteberekeningsprosedure voor te stel wat deur voorligtingkundiges vir die beraming van spilpuntstelsels se totale jaarlikse koste asook die marginale faktorkoste van toegediende water gebruik kan word. Die voorgestelde prosedure sal dit vir besproeiingsboere en voorligtingkundiges moontlik maak om ekonomiese en finansiële aspekte van spilpuntbeleggingsbesluite behoorlik in ag te neem omdat 'n wetenskaplike kosteberekeningsprosedure wat ekonomies sowel as tegnies goed gefundeer is, gebruik kan word.

---

* Hierdie hoofstuk is geheel en al gebaseer op 'n manuskrip wat aan Agrekon vir publikasie voorgelê is (Februarie 1991).

2.2 LITERATUURSTUDIE

2.2.1 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 elektrisiteitskoste, arbeidskoste, waterkoste asook herstel- en onderhoudskoste in.

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 en Eidman, 1984: 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 en Eidman, 1984: 138). Marais (1983: 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 herwinningswaarde aan die einde van die ekonomiese leeftyd is. Depresiasie en rente gekombineer 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 genoegsame bedrag om beide kostes te dek nie. 'n Meer ingewikkelde prosedure, die kapitaalherwinningsmetode, kan gebruik word om die kostes bevredigend te bereken (Boehlje en Eidman, 1984: 142). Die metode is gegrond op die kapitaal-herwinningsfaktor. Dit is 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 kapitaalherwinnings-faktor word gegee deur die volgende vergelyking (Thompson, Spiess en Krider, 1983: 59):

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

waar KHF = 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 ver-vangingswaarde gebruik word, sal die ekonomiese koste oorskat word met die bedrag van die inflasiekoers (Boehlje en Eidman, 1984: 135). Die implikasies van bogenoemde is dat die reële rentekoers gebruik word wanneer met die huidige vervangings-waarde van die bate gewerk word, terwyl die nominale rentekoers by die historiese kosprys van die bate van toepassing is.

2.2.2 Kosteberekeningsmetodes

Eidman en Bergsrud (1978) het metodes ontwikkel om die oorspronklike beleggingskoste, jaarlikse eienaarskapkoste en jaarlikse bedryfskoste vir verskillende sprinkelbesproeiing-stelseltipes te beraam. Bogenoemde prosedure is deur Oosthuizen (1985) gemetriseer en vir spilpunte aangepas. Die prosedures maak egter nie voorsiening vir die plaaslike water- en elektrisiteitstariefstrukture nie asook nie vir 'n positiewe herwinningswaarde nie.

2.3 PROSEDURE

Met bestaande kosteberekeningsprosedures as agtergrond is 'n kosteberekeningsprosedure ontwikkel wat onder andere die herwinningswaarde van verskillende bate-komponente van 'n spilpunt in berekening bring en vir verskillende krag- en watertariefstrukture voorsiening maak (Meiring, 1989: 11). Dié prosedure maak ten volle voorsiening vir die hantering van plaaslike besproeiingstoestande. Die metode kan die koste beraam vir 'n nuut ontwerpte stelsel asook vir bestaande stelsels. Voorsiening is gemaak om pomptempo, pompdruk en die grootte van die elektriese motor(s) te bereken vir ten minste twee pompfases indien hierdie besonderhede nie bekend is nie.

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. Daarna is 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. 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 en laastens word 'n opsomming van die kostes in die vierde deel gegee.

Die berekening van sekere kostekomponente verg verduideliking. Die kapitaalherwinningsmetode word gebruik om rente en depresiasie te bereken omdat dit meer akkuraat is as die tradisionele metodes (Boehlje en Eidman, 1984: 143). Die basiese vergelyking wat vir kapitaalherwinning gebruik is, is:

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

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 tegno-ekonomiese koëffisiënte van spilpunte soos lewensduur, herwinningswaarde, doeltreffendhede en die hoeveel-

heid 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. Die vernaamste tegno-ekonomiese koëffisiënte is vir plaaslike toestande deur Meiring (1989) met behulp van die Delphi-tegniek beraam. Hierdie koëffisiënte wat beraam is, word in die kosteberamings gebruik eerder as absolute waardes (kyk hoofstuk 3). Die koëffisiënte sluit die reswaarde en lewensduur van die komponente van 'n spilpunt (Deel 2 van kosteberekeningsprosedure) en herstel- en onderhoudskoste (punt 8, Deel 1) in. 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 sestighektaarspilpunt te beraam. Dié spilpuntstelsel is deel van 'n stel van agtien spilpuntstelsels wat vir die Suid-Vrystaat substreek ontwerp is (Meiring, 1989). Alhoewel die handmetode vir spilpuntkosteberaming eenvoudig is, neem die berekeninge met die hand baie tyd in beslag. Die handprosedure is daarom gerekenariseer (Meiring, 1989) en is beskikbaar as 'n program (SPILKOST) wat groot tydbesparings meebring en akkuraatheid verseker.

2.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

2.4.1 'n Handmetode vir spilpuntkosteberaming

Die kosteberekeningsprosedure bestaan uit vier gedeeltes. Algemene inligting word op die eerste gedeelte ingevul. Dele 2 en 3 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 op die werksblad 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 'n statiese hoogte van -15 m en is vir 'n sandgrond ontwerp. Die voltooide werksblaaie word vervolgens aangebied. (Teks volg op bladsy 32).

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]:

$$\text{Pomptempo} = \frac{(2.1) \times (1.1) \times 10}{(1.3) \times (2.2)/100} \times \frac{7}{(1.2)}$$

$$= 300 \text{ m}^3/\text{h}.$$

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

---

1. $$q = \frac{10\,a\,d}{t\,n} \times \frac{7}{x}$$

waar 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 = $\frac{b\ (2.3.1.1) \times (9.2)^{p}}{((2.3.1.2)/1000)^{r}}$
= __-__ m.

10.1.2 Wrywingsverlies in fase 2 = $\frac{b\ (2.3.2.1) \times (9.2)^{p}}{((2.3.2.2)/1000)^{r}}$
= *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. $h_f = \frac{b\,l\,q^{p}}{d^{r}}$

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 = $\frac{(9.2) \times (10.3.1) \times 9,8}{3600}$
= __ - __ kW.

11.1.2 Netto kW in fase 2 = $\frac{(9.2) \times (10.3.2) \times 9,8}{3600}$
= *26,22* kW.

11.1.3 Totale netto kW = (11.1.1) + (11.1.2)
= *26,22* 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/]
= *31,59* kW.

11.2.1 Totale bruto kW = (11.2.1) + (11.2.2)
= *31,59* 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. $kW\ (netto) = \frac{q\,h\,g}{3600}$

waar q = pomptempo in m^3/h,
h = betrokke totale pompdruk in m en
g = gravitasie versnelling in $m.s^{-2}$.

4. Bruto kW = (Netto kW) / (pompdoeltreffendheid x aandrywingsdoeltreffendheid)

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	Beleggingskoste	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)	Depresieer-bare deel (kolom 1 - kolom 4)	Kapitaal-herwinnings faktor[6]	Kapitaal-herwinning (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. $KHF = i(1 + i)^{n}[(1 + i)^{n} - 1]^{-1}$

waar KHF = 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) $\leq$ (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) $\leq$ (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) $\leq$ (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:

$$= (21.2) + (21.3) + \left[\begin{array}{c} \text{~~(21.4.1)~~} \\ \text{of (21.4.2)} \end{array}\right]^{8} + \left[\begin{array}{l} \text{(21.5.1)} \\ \text{of ~~(21.5.2)~~} \\ \text{of ~~(21.5.3)~~} \\ \text{of ~~(21.5.4)~~} \\ \text{of ~~(21.5.5)~~} \end{array}\right]^{8}$$

= 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 pompure 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 kosteitems 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 sestighektaarstelsel R 49 106. Daarna word die vaste koste op 'n hektaar basis verskaf. Die veranderlike koste per kubieke meter water toege-

dien, word ook bereken. Twee verskillende elektrisiteitskostes kom voor omdat verbruikers duurder betaal vir die eerste 1 000 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 in dié geval 4,23 sent. Dié koste impliseer dat een millimeter water wat op 'n hektaar toegedien word 'n addisionele koste van 42,3 sent tot gevolg het. 'n Besproeiing van 20 mm op die totale oppervlakte van 60 hektaar sal dus tot 'n kosteverhoging van R 507,60 lei wat geregverdig moet word deur addisionele opbrengs met dieselfde waarde.

2.4.2 Samevattende gevolgtrekking

Met die voorgestelde 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 sterk punt 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 indien die prys van die produk bekend is.

Die kosteberamings berus op die betroubaarheid van sekere tegno-ekonomiese 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 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 besproeiingsoppervlaktebenutting van 150 persent. Die veranderlike koste is 4,23 sent per kubieke meter water wat toegedien word.

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.

2.4.3 Aanbevelings

Bogenoemde kosteberekeningsprosedure behoort by spilpuntontwervorms van besproeiingsfirmas en -instansies geïntegreer te word omdat dit tegnies en ekonomies goed gefundeer is. Verder behoort die kosteberekeningsprosedure ook aangepas te word om die koste van ander tipes besproeiingstelsels te beraam.

BRONNELYS

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York: John Wiley and Sons

EIDMAN, VR and BERGSRUD, FG. (1978). Estimating sprinkler irrigation costs. Water Sources and Irrigation Economics "DISC" report 150-1978. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota: St.Paul

MARAIS, SJL. (1983). Depresiasiebepaling in die landbou onder inflasionistiese omstandighede. Agrekon Vol 22 No 1: 18-21

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric.-verhandeling. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

OOSTHUIZEN, LK. (1985). A procedure for estimating sprinkler irrigation costs. Department of Agricultural Economics, University of the Orange Free State: Bloemfontein

THOMPSON, GT, SPIESS, LB and KRIDER, JN. (1983). Farm resources and system selection. In: Jensen, ME. (ed.). Design and operation of farm irrigation systems. St.Joseph: American Society of Agricultural Engineers

SUMMARY

Economic profitability and financial feasibility of centre pivot irrigation can only be analysed if the annual cost of the irrigation system has been satisfactorily estimated. However, existing cost-estimating procedures do not deal methodologically correctly with all costs and do not take all technical aspects into account.

The purpose of chapter 2 was to suggest a technically and economically founded, scientific cost-estimating procedure for estimating the annual cost of centre pivot systems. With this procedure experts will be able to analyse thoroughly the economic and financial aspects of centre pivot investment decisions.

The distinction between fixed and variable cost is important for purposes of economic analysis. Variable costs that have to be taken into account are electricity and water costs, cost of labour and cost of repairs and maintenance. The two most important components of fixed cost are interest and depreciation. The capital recovery method can be used to estimate a sufficient amount to cover interest and depreciation.

Existing cost-estimating procedures were used as background when the cost-estimating procedure was developed. Firstly, all cost items that were linked to the system or its operation were identified. All the costs were dealt with methodologically correctly by using economic and engineering expertise. The work sheet makes provision for physical data and prices, the original investment costs and a summary of the costs. The running costs of a centre pivot system are based on the annual water application. Various techno-economic coefficients are taken into consideration when the annual cost is estimated. The cost-estimating procedure is illustrated by doing the calculations on the work sheets for a sixty hectare centre

pivot with an application capacity of 12 mm per day, irrigating sandy soil.

Details of the irrigation system, the planned management, as well as the electricity, water and labour cost are filled in on Part 1. These details are used in the subsequent cost estimations. The annual fixed costs such as interest, depreciation, insurance and fixed electricity cost are estimated in Part 2. For this system the fixed cost was R 20 429 per year. In Part 3 the variable cost is estimated and expressed as a cost per cubic metre of water pumped. Part 4 is a summary of the estimated costs. The marginal factor cost is also estimated in this section and for the centre pivot concerned it amounts to 4,23 cents to apply one additional cubic metre of water.

The proposed cost-estimating procedure could lead to satisfactory economic analyses of centre pivot irrigation. The strong point of this procedure is that economic principles are applied in a procedure that also takes into account the technical qualities of the system. This procedure meets a serious need experienced by everyone involved with irrigation.

HOOFSTUK 3*

DIE BERAMING VAN ENKELE TEGNO-EKONOMIESE KOëFFISIëNTE VIR SPILPUNTKOSTEBEREKENING

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

3.1 INLEIDING

Die ekonomiese winsgewendheid van gemeganiseerde sprinkelbesproeiing word grootliks beïnvloed deur die beramings van tegno-ekonomiese koëffisiënte soos die lewensduur van die toerusting, energieverbruik asook die hoeveelheid herstelwerk en onderhoud met die bedryf van die stelsel (Selly, 1983: 483). Die beskikbaarheid van betroubare tegno-ekonomiese koëffisiënte waarop spilpuntkosteberamings gegrond kan word, is dus 'n voorvereiste vir akkurate beramings van spilpuntbesproeiingskoste.

Die bestaande kosteberekeningsprosedures vir spilpuntstelsels is in baie gevalle gebrekkig omdat dié kosteberekeningsprosedures die tegno-ekonomiese aspekte van die besproeiingstelsels nie volledig in ag neem nie. Die Suid-Afrikaanse Besproeiingsinstituut (SABI) sowel as die Direktoraat Besproeiingsingenieurswese (DBI) van die Departement Landbouontwikkeling se ontwerpvorms vir spilpunte het afdelings wat kosteberamings insluit. Hulle prosedures neem egter nie tegnoekonomiese koëffisiënte soos byvoorbeeld die verskille in die lewensduur van die verskillende komponente voldoende in ag nie. Verder is empiries bepaalde tegno-ekonomiese spilpuntkoëffisiënte onder Suid-Afrikaanse toestande skaars of nog nie beskikbaar nie.

Die hoofdoel met die hoofstuk is om die vernaamste tegnoekonomiese koëffisiënte wat benodig word vir die akkurate beraming van jaarlikse koste van spilpuntstelsels sonder tyd-

* Hierdie hoofstuk is geheel en al gebaseer op 'n artikel wat aan Water SA vir publikasie voorgelê is.

rowende eksperimente te beraam. Die volgende spesifieke doelwitte word nagestreef:

- Om te bepaal of die Delphi-tegniek gebruik kan word as 'n doelmatige kortpadmetode om die vernaamste tegno-ekonomiese koëffisiënte vir spilpuntkosteberekeningsdoeleindes te beraam.

- Om te bepaal of die tegno-ekonomiese koëffisiënte soos ekonomiese lewensduur en herwinningswaarde van verskillende komponente van 'n spilpuntstelsel verskil.

- Om betroubare beramings van tersaaklike tegno-ekonomiese koëffisiënte te verkry deur gebruik te maak van kundiges op elke betrokke terrein.

Indien die vernaamste tegno-ekonomiese koëffisiënte van spilpuntbesproeiing bekend is en volledig by die beraming van die totale besproeiingstelselkoste (vas en veranderlik) in ag geneem word, dan sal spilpuntbesproeiingskoste bevredigend bepaal kan word.

3.2 LITERATUURSTUDIE

3.2.1 Tegno-ekonomiese koëffisiënte

Sekere tegno-ekonomiese koëffisiënte word benodig by die berekening van die koste van 'n spilpuntstelsel. Die akkuraatheid van koëffisiënte wat in kosteberekening gebruik word, bepaal of die beraamde koste 'n weerspieëling van die werklike koste van die bate is. Die toedieningsdoeltreffendheid is 'n belangrike veranderlike wat verliese bepaal en dus ekonomiese implikasies het. Jaarlikse depresiasie en rentekoste van 'n bate-komponent word grootliks beïnvloed deur die lewensduur en die herwinningswaarde daarvan. Baie faktore kan egter die lewensduur beïnvloed (Selly, 1983: 487; Thompson, Spiess en Krider, 1983: 57). Herstel- en onderhoudskoste asook arbeidskoste is ver-

anderlike koste wat deur tegno-ekonomiese koëffisiënte van die spilpuntstelsel bepaal word. Ongelukkig bestaan daar in Suid-Afrika 'n ernstige tekort aan eksperimentele data ten opsigte van die tegno-ekonomiese eienskappe van besproeiingstelsels. Die vernaamste tegno-ekonomiese 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. Die tegno-ekonomiese koëffisiënte van besproeiingstelsels wat vir ekonomiese ontledings benodig word, verskil in ariede, semi-ariede en humiede besproeiingsgebiede asook tussen lande. Verskille in die waardes wat die verskillende bronne aangee, bemoeilik ook die keuse van 'n regte waarde. So word die ekonomiese lewensduur van 'n sentrifugale pomp aangegee as 12-16 jaar (Eidman en Bergsrud, 1978:19), 10-20 jaar (Selly, 1983:486) en 16-25 jaar (Thompson *et al.*, 1983:58). Die jaarlikse herstelwerk word in een geval aan die jaarlikse gebruik in uur en die besproeide oppervlakte gekoppel (Selly, 1983:493) terwyl Thompson *et al.* (1983:58) herstelwerk gee as 'n persentasie van die aanvanklike aankoopprys. Indien tegno-ekonomiese koëffisiënte vir plaaslike toestande beskikbaar is, kan ekonomiese ontledings makliker uitgevoer word.

3.2.2 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 en Riggs, 1976: 51). Die grootste voordeel van die metode is geleë in die anonieme insette van die deelnemers. Tersine en Riggs (1976: 51-52) noem die volgende positiewe gevolge wat daaruit voortvloei:

(a) Deelnemers gee makliker 'n mening wat hulle nie later hoef te verdedig nie.
(b) Betrokke persone kan mekaar nie onderling beïnvloed nie en stem nie saam om by die meerderheidsmening in te val nie.

(c) Konsensus van menings word verkry deurdat elke deelnemer sy antwoorde wat betekenisvol afwyk, moet regverdig en persone word dus stelselmatig tot konsensus geforseer.
(d) Geografiese verspreiding van deelnemers lewer nie probleme nie.

Luthans en Martinko (1979: 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.

Tersine en Riggs (1976: 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.

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 en Riggs, 1976: 56).

3.2.3 Implikasies

Die literatuurstudie het die volgende belangrike implikasies:

- Die vernaamste tegno-ekonomiese koëffisiënte wat jaarlikse spilpuntkoste beïnvloed, is die toedieningsdoeltreffendheid van die spilpuntstelsel, die lewensduur en die herwinningswaarde van die verskillende komponente van die

spilpunt, die jaarlikse herstel- en onderhoudswerk en die arbeidsbehoefte by spilpuntbesproeiing.

- Koëffisiënte wat vir gebiede in die VSA beskikbaar is, kan nie sonder aanpassing plaaslik gebruik word nie.
- Die Delphi-metode kan gebruik word om die koëffisiënte vir plaaslike omstandighede te beraam.

3.3 PROSEDURE

Tegno-ekonomiese koëffisiënte waarop kosteberekenings vir spilpunte gegrond word, is beraam deur gebruik te maak van die Delphi-metode. By die uitvoering van die metode is die stappe gevolg soos deur Luthans en Martinko (1979: 342) asook Tersine en Riggs (1976: 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.

'n Groep van agt ingenieurs, waarvan sewe bereid was om deel te neem, is gekies. Die gekose paneellede was 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 tegno-ekonomiese aspekte in die vraelys handel oor toedieningsdoeltreffendheid, onderhoud- en herstelwerk asook die lewensduur en herwinningswaarde van die komponente van 'n 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. Dié terugvoer is finaal ontleed en verwerk en die waardes wat verkry is, is gebruik in 'n spilpuntkosteberekeningsprosedure wat ontwikkel is (Meiring, 1989).

Boere is ook met die Delphi-metode betrek om aspekte oor arbeid uit te klaar. Inligting wat ten opsigte van arbeid benodig was, is die tipe take wat arbeiders verrig by spilpunt-besproeiing wat nie geassosieer kan word met die gewas nie en die tyd wat daaraan bestee word. 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 deelgeneem. Die tipe vrae en die aard van die antwoorde het opvolgrondtes onnodig gemaak.

3.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

3.4.1 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 bloot op spekulasie berus.

Die lewensduur en herwinningswaarde van verskillende komponente van 'n spilpuntstelsel onder Suid-Afrikaanse toestande word in tabel 3.1 gegee.

Tabel 3.1: Lewensduur en herwinningswaarde as persentasie van die aankoopprys van verskillende komponente van 'n spilpuntbesproeiingstelsel

Komponent	Lewensduur Jaar	Herwinningswaarde %
Sentrifugale pomp	15	15
Dompelpomp	10	5
Elektriese motor	15	20
Skakelaar	15	20
Kabels	20	15
Asbessementpyp	20	30
PVC-pyp	20	25
Staalpyp	15	20
Aluminiumpyp	10	15
Spilpunt	15	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: 58). Die verskil is waarskynlik toe te skryf aan ongunstige plaaslike toestande wat insluit slik in water, bestuur, klimaat en topografie. Die invloed van dié koëffisiënte op jaarlikse depresiasie en rentekoste noodsaak egter die gebruik van waardes wat in plaaslike toestande geld. Indien die Amerikaanse waardes gebruik word, sal die jaarlikse vaste koste onderberaam wees. Die belangrike invloed van dié koëffisiënte op die jaarlikse vaste koste van 'n sestighektaar-spilpunt op sandgrond met 'n bruto toedieningskapasiteit van 12 mm per dag en 'n pomphoogte van 10 m blyk uit die verskille in die beraamde vaste koste van dié spilpunt. Indien die langste lewensduur van die verskillende spilpunt-komponente volgens die Amerikaanse Vereniging van Landbou-ingenieurs (Thompson *et al.*, 1983: 58) se aanbevelings gebruik word, beloop die totale jaarlikse vaste koste R 20 214 wat R 1 479 minder is as die R 21 693 wat met die plaaslike waardes verkry word. Die vaste koste per hektaar geplant verskil dus met R 16, gegewe 'n oppervlakte benutting van 150 persent.

Die koëffisiënte wat gebruik word vir die beraming van herstel- en onderhoudskoste is op soortgelyke wyse verkry. Die waardes word in tabel 3.2 gelys.

Tabel 3.2: 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

Die herstel- en onderhoudskoste is net soos die lewensduur en herwinningswaarde van die spilpuntkomponente afhanklik van die toestande waaronder die stelsel gebruik word. Die herstel- en onderhoudskoste is tydens die Delphi-rondtes verkry as 'n persentasie van die aankoopprys van die komponente.

Die pompkoste is direk aan die gebruik daarvan gekoppel deur die 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. Die verskille in die wyse waarop die herstel- en onderhoudskoste uitgedruk is, maak vergelyking met die Amerikaanse waardes moeilik.

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 wat verbou word toegedeel kan word, soos vir die toediening van stikstof en herstelwerk wat aan die stelsel gedoen word, is hier uitgesluit. Die arbeidsbehoefte (minute) vir elke 24 uur wat die stelsel werk, word vir verskillende grootte stelsels in tabel 3.3 gegee.

Tabel 3.3: Arbeidsbehoefte (minute/24 uur gepomp) vir die bedryf van verskillende groottes spilpunte

Spilpuntgrootte Hektaar	Arbeidsbehoefte / 24 uur gepomp 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. Die arbeidstyd is baie laer as die wat die Amerikaanse bronne aangee. Volgens Selly (1983:494) is die arbeidsbehoeftes van 'n sestighektaarspilpunt 'n minimum van 7,2 uur per besproeiing. Ongelukkig is dit nie duidelik hoe hierdie arbeidsbehoefte bepaal is nie en of dit ook die bestuurder se tyd insluit nie. Plaaslik word 35 minute arbeid benodig om 'n sestighektaarspilpunt 24 uur te bedryf.

3.4.2 Samevattende gevolgtrekking

Spilpuntkosteberamings berus op die betroubaarheid van sekere tegno-ekonomiese koëffisiënte van die spilpunte. Die Delphi-tegniek is 'n geskikte metode om die vernaamste tegno-ekonomiese koëffisiënte wat benodig word vir die berekening van jaarlikse spilpuntkoste in 'n kort tydsbestek te beraam. 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. Tegno-ekonomiese koëffisiënte verskil wel vir die verskillende komponente van 'n spilpunt en moet in ag geneem word by kosteberamings. Die lewensduur van die komponente wissel van 10 jaar tot 20 jaar terwyl die herwinningswaarde varieer van 5 persent tot 30 persent van die aankoopprys. Herstel- en onderhoudskoste varieer van 1 persent tot 5 persent van die aankoopprys per jaar. Betroubare beramings is vir dié koëffisiënte verkry wat gebruik kan word vir die berekening van die jaarlikse koste van 'n spilpunt. Hierdie resultate kan soortgelyke studies in ander gebiede in die toekoms vergemaklik.

3.4.3 Navorsingsimplikasies

Die tegno-ekonomiese koëffisiënte wat met behulp van die Delphi-tegniek beraam is, behoort in kosteberekeningsprosedures gebruik te word sodat spilpuntkoste meer betroubaar beraam kan word. Dit sal tot voordeel van almal in besproeiing wees indien die spilpuntontwerpvorms van organisasies soos SABI en DBI aangepas word om voorsiening te maak vir die insluiting van al die vernaamste komponente. Die betroubaarheid van die tegno-ekonomiese koëffisiënte wat met behulp van die Delphi-metode bepaal is, kan met eksperimenteel bepaalde waardes geverifieer word sodra sodanige koëffisiënte uit navorsing beskikbaar raak. 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.

BRONNELYS

EIDMAN, VR and BERGSRUD, FG. (1978). Estimating sprinkler irrigation costs. Water Sources and Irrigation Economics "DISC" report 150-1978. St.Paul: Agricultural Experiment Station, University of Minnesota

LUTHANS, F and MARTINKO, MJ. (1979). The practice of supervision and management. New York: McGraw-Hill Book Company

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric.-verhandeling. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

SELLY, R. (1983). The economic analysis of irrigation investment decisions. Pair C.H. (eds.). In Irrigation. 5th ed. Silver Spring: The Irrigation Association

TERSINE, RJ and RIGGS, WE. (1976). The Delphi technique: A long range planning tool. Business Horizons Vol 19: 51-56

THOMPSON, GT, SPIESS, LB and KRIDER, JN. (1983). Farm resources and system selection. In: Jensen, ME. (ed.). Design and operation of farm irrigation systems. St.Joseph: American Society of Agricultural Engineers

SUMMARY

Techno-economic coefficients such as the useful life and salvage value of centre pivot equipment and the annual amount of repairs affect the economic profitability of mechanised sprinkler irrigation. Reliable techno-economic coefficients are necessary for the satisfactory estimation of centre pivot irrigation costs. However empirically determined techno-economic coefficients for South African conditions are scarce or not yet available.

The main purpose of chapter 3 was to estimate and make available for use the important techno-economic coefficients required for the estimation of the annual cost of centre pivot systems. By using these values it will be possible to determine centre pivot costs satisfactorily.

The most important techno-economic coefficients are the application efficiency of the centre pivot, the useful life and salvage value of the various components, maintenance and repairs and labour needs for operating the system. American values are available for some of the coefficients. However, in some sources these values differ in quantity and the way in which they are calculated. Techno-economic coefficients of centre pivots also differ from country to country.

The Delphi technique is a method whereby the opinions of experts are processed systematically into serviceable results. A short questionnaire is used and the results are analysed and summarised. Feed-back is given to the panel members in order to obtain the next round of discussion and replies. The process is repeated until sufficient agreement is obtained.

The Delphi method was used to estimate the techno-economic coefficients for centre pivot systems. Seven engineers from various sectors participated in the process. After two rounds of replies had been processed, the results converged to a

sufficient extent to make follow-up rounds unnecessary. By involving seven farmers in the Delphi process, coefficients for labour needs were obtained.

An application efficiency of 85 % must be used for centre pivots. The coefficients that were obtained for the life-span of centre pivot components were shorter than American values and varied from 10 to 20 years. Repairs and maintenance costs varied from 1 % to 5 % of the purchase price of the component per year. The labour needs for centre pivot systems are approximately 30 minutes for each 24 hours that water is pumped.

It appears that the Delphi technique is a suitable method for obtaining techno-economic coefficients. The techno-economic coefficients that were obtained facilitated the satisfactory estimation of the annual cost of centre pivot irrigation systems. These values can be compared with experimentally determined values at a later stage when such values become available.

HOOFSTUK 4*

IDENTIFISERING VAN VERTEENWOORDIGENDE SPILPUNTBESPROEIINGSTELSELS VIR DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

4.1 INLEIDING

Die eerste stap by ekonomiese en finansiële ontledings is om moontlike winsgewende beleggingsalternatiewe te identifiseer (Boehlje en Eidman, 1984: 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 en Eidman, 1981: 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 ontledingsdoeleindes in 'n gebied moet hierdie faktore in ag neem.

Wilson en Eidman (1981) het tipiese 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: 30) gevolg. Hy het tipiese besproeiingstelsels op grond van ingenieurs se aanbevelings gekies. In Suid-Afrika is tipiese of

* Hierdie hoofstuk is geheel en al gebaseer op 'n artikel wat aan Acta Academica vir publikasie voorgelê is (Februarie 1991).

verteenwoordigende gemeganiseerde besproeiingstelsels nog nie formeel vir 'n gebied geïdentifiseer en ekonomies ontleed nie.

Die Departement van Landbou en Watervoorsiening (RSA, 1987: 17) se verslag oor die besproeiingsontwikkeling in die Vrystaatstreek bevat geen besonderhede oor die eienskappe van gemeganiseerde stelsels nie. Die gebrek aan sodanige inligting beperk nie alleen navorsing oor die ekonomie van besproeiing nie, maar dui ook daarop dat die eienskappe van stelsels nie behoorlik deur kundiges in ag geneem word by die ontleding van die ekonomie van sprinkelbesproeiing nie.

Die doel met hierdie hoofstuk is eerstens om stelsel-eienskappe en hulpbronsituasies te identifiseer wat die koste van spilpuntbesproeiing kan beïnvloed. Die tweede doelwit is om verteenwoordigende spilpuntstelsels vir besproeiingsgebiede van die Suid-Vrystaat substreek te identifiseer en te ontwerp. Derdens is die doelwit om die finansiële implikasies van die verskillende ontwerpe uit te lig.

4.2 PROSEDURE

Die prosedure behels eerstens die selektering van 'n geskikte besproeiingsgebied wat dan ook bepaal watter tipe besproeiingstelsels ontleed moet word. Die insameling en ontleding van spilpuntstelseldata word daarna hanteer. Vervolgens word die vernaamste stelsel-eienskappe geïdentifiseer. Hierdie prosedure lei tot die samestelling en ontwerp van verteenwoordigende spilpunte.

4.2.1 Keuse van besproeiingsgebied en tipe besproeiingstelsels

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

Die algemene voorkoms van spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek word gestaaf deur gegewens van die Departement van Landbou-ontwikkeling. Meer as tagtig persent van die boere in die Vanderkloof Staatswaterskema gebruik spilpuntstelsels vir besproeiing (RSA, 1987: 18). 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.

4.2.2 Insameling en ontleding van spilpuntdata

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 van die Departement van Landbou-ontwikkeling 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 ontwerpbesonderhede 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.

4.2.3 Identifisering van belangrike stelsel-eienskappe

'n Belangrike faset by die keuse van verteenwoordigende besproeiingstelsels is die bepaling van die kriteria of eienskappe om tussen alternatiewe stelsels te onderskei. Gill (1984: 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, Barranco en Walker (1982: 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 kapitaaluitleg 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: 11). Bennie, Coetzee, van Antwerpen, van Rensburg en Burger (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.

4.2.4 Identifisering en ontwerp van verteenwoordigende spilpuntstelsels

Nadat die vernaamste stelsel-eienskappe geïdentifiseer is, is verteenwoordigende spilpunte voorlopig op grond van hierdie eienskapverskille geïdentifiseer. Die bedoeling met die verteenwoordigende 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 verteenwoordigende 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 was dit duidelik dat die voorgestelde tipiese spilpuntstelsels wel verteenwoordigend van die meeste stelsels in die gebied is. Die basiese vereistes waaraan elke verteenwoordigende spilpuntstelsel moet voldoen, is dus vasgestel en geverifieer.

Met inagneming van die geïdentifiseerde spilpunt-eienskappe en grondtipes is twaalf verskillende spilpuntstelsels in samewerking met ingenieurs saamgestel. Hierdie besonderhede is aan twee besproeiingsfirmas verskaf om die spilpunte te ontwerp en kwotasies daarvoor 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: 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.

4.3 RESULTATE

Die resultate handel eerstens oor die vernaamste stelsel-eienskappe wat spilpuntkoste beïnvloed. Daarna word verteenwoordigende spilpunte geïdentifiseer terwyl die finansiële implikasies van die verteenwoordigende stelsels laastens bespreek word.

4.3.1 Vernaamste stelsel-eienskappe wat spilpuntkoste beïnvloed

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 voorsien 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 bostaande resultate impliseer dus dat drie stelseleienskappe in ag geneem is by die ontwerp van tipiese spilpunte: grootte, kapasiteit en statiese pomphoogte en elkeen van die stelsels wat so saamgestel word, is ontwerp vir twee hulpbronsituasies: sand- en kleigronde.

4.3.2 Tipiese spilpuntstelsels vir die Suid-Vrystaat substreek

Die twaalf verteenwoordigende spilpunte wat geïdentifiseer is deur grootte, kapasiteit(bruto watertoediening per dag in mm), statiese hoogte en grondtipe te varieer, word in tabel 4.1 aangetoon.

Tabel 4.1 Beskrywing van verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel No.	Grootte (ha)	Kapasiteit (mm/dag)	Statiese pomphoogte (m)	Grondtipe
1	60	10	-15	sandgrond.
2	60	10	-15	kleigrond.
3	60	10	+10	sandgrond.
4	60	10	+10	kleigrond.
5	60	12	-15	sandgrond.
6	60	12	-15	kleigrond.
7	60	12	+10	sandgrond.
8	60	12	+10	kleigrond.
9	30	10	-15	sandgrond.
10	30	10	-15	kleigrond.
11	30	12	-15	sandgrond.
12	30	12	-15	kleigrond.

Die twaalf verteenwoordigende spilpuntstelsels word deur twee basiese spilpunte, naamlik sestig- en dertighektaarstelsels getipeer. Beide die tipes is nie sleepbaar nie. Die sestighektaarstelsel is 'n agttoringstelsel wat bestaan uit vyf torings van 47,85 meter, drie torings van 61,26 meter en 'n oorhang van 13,41 meter. Die dertighektaarstelsel is 'n vyftoringstelsel 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 sestighektaarstelsels en 610 m by die dertighektaarspilpunte. Die verskil in lengte kom voor omdat die dertighektaarstelsels oor die algemeen verder van die watervoorsieningspunt geleë is. Die elektriese kabels is net so lank soos die hooflyn. Die sestighektaarstelsels het 'n 10 mm driekern kabel en gronddraad teenoor die 6 mm vir die dertighektaarstelsels. Al twaalf stelsels het skakelaars wat by lae temperature en lae druk afskakel.

Die twee basiese tipe stelsels is aangepas vir verskille in kapasiteit, statiese pomphoogte en infiltrasievermoë van die grond. Twee verskillende stelselkapasiteite met bruto daaglikse lewerings van 10 mm en 12 mm is ingesluit. Die pomptempo's van die stelsels met dié kapasiteite is onderskeidelik 250 m^3/h en 300 m^3/h by die sestighektaarstelsels en 125 m^3/h en 150 m^3/h by die dertighektaarstelsels onderskeidelik. Twee verskillende statiese pomphoogtes word onderskei by die verteenwoordigende sestighektaarstelsels, naamlik -15 m en 10 m. Die negatiewe hoogte van 15 m geld vir stelsels onder die Ramahkanaal terwyl die stelsels met 'n pomphoogte van 10 m besproeiingstelsels langs die Sarel Haywardkanaal verteenwoordig.

4.3.3 Finansiële implikasies van verteenwoordigende spilpunte

Die verskille in grondtipe en stelsel-eienskappe van die twaalf verteenwoordigende 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 4.2 aangetoon.

Tabel 4.2 Pomptempo's van twaalf verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek en die ooreenstemmende deursnee, wrywing en koste van die hoofpyplyn, 1989

Stelsel-nommers	Pomptempo	Deursnee	Wrywing [2]	Kapitaalbelegging
	m^3/h	mm	m	R
1 - 4	250	250	3,18	17 593
5 - 8	300	300	1,86	23 600
9 - 10	125	150	13,42	10 624
11 - 12	150	200	4,81	15 937

2. Hooflynlengtes - stelsels: 1 tot 8 = 490 m
9 tot 12 = 610 m

Die verhoging in wrywing as gevolg van 'n hoër pomptempo indien die deursnee van die hooflyn nie vergroot word nie noodsaak die gebruik van groter deursnee pype wat 'n groter kapitaaluitleg tot gevolg het. Pype met 'n groter deursnee lei dus tot 'n vermindering in wrywing en dus '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 pomphoogte 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 kapitaaluitleg van die pompeenheid (wat die pomp, skakelaar en motor insluit)

word vir elke verteenwoordigende stelsel in tabel 4.3 aangetoon.

Tabel 4.3 Benattingswydte, statiese pomphoogte, totale druk, motorgrootte en kapitaalbelegging van pompeenheid van twaalf verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

Stelsel-nommers	Bandwydte	Pomp hoogte	Totale druk	Motor-grootte	Kapitaalbelegging
	m	m	m	kW	R
1	16	-15	30,46	30,0	11 888
2	34	-15	44,54	45,0	16 106
3	16	10	50,99	55,0	18 500
4	34	10	65,07	74,0	27 113
5	19	-15	32,10	37,0	13 561
6	41	-15	49,70	60,0	23 774
7	16	10	52,63	60,0	23 774
8	41	10	70,23	90,0	32 212
9	11	-15	26,62	15,0	8 882
10	24	-15	30,40	18,5	9 749
11	14	-15	23,50	18,5	9 749
12	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 en 5 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 3,52 m tussen stelsels 11 en 12. Die twee stelsels se verskil in bandwydte is 15 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 7 en 8, wat beteken dat teen 'n tarief van

15,59 c/kWh 'n kosteverskil van R 4,68 sal ontstaan vir elke pompuur. Die groter pompeenheid vereis in hierdie geval ook 'n addisionele kapitaaluitleg van R 8 438.

Die verskille in die statiese pomphoogtes van die sestig-hektaarspilpuntstelsels het dieselfde gevolge as die verskille in benattingsbandwydte. Stelsels 1 en 3, 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 2 en 6 verskillend ten opsigte van kapasiteit en dus pomptempo en veroorsaak dat die stelsels se motorgrootte met 15 kW verskil en die kapitaaluitleg met R 7 668. Stelsels 9 en 10 se totale druk is ten spyte van 'n laer kapasiteit hoër as die van stelsels 11 en 12. Hierdie verskil word veroorsaak deur die kleiner deursnee van stelsels 9 en 10 se hooflyne en die wrywing wat 8,61 m hoër is as die wrywing in die hooflyn van stelsels 11 en 12 (tabel 4.2).

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

4.3.4 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 betekenisvolle koste-implikasies inhou. Verder

word die besproeiingskoste ook bepaal deur die grondtipe wat besproei word, naamlik sand- of kleigrond.
Twaalf verteenwoordigende 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 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.

4.3.5 Navorsingsimplikasies

Die vernaamste fisiese faktore wat spilpuntkoste beïnvloed, is geïdentifiseer maar die belangrikheid van hierdie eienskappe op die ekonomie van besproeiing moet deur koste-ontledings bepaal word. Die twaalf verteenwoordigende spilpunte vir die Suid-Vrystaat substreek kan in ekonomiese en finansiële ontledings gebruik word. Belangrike stelsel-eienskappe en verteenwoordigende spilpuntstelsels behoort ook vir ander besproeiingsgebiede geïdentifiseer te word.

BRONNELYS

BENNIE, ATP. (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, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en 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

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York: John Wiley and Sons

GILL, EE. (1984). A net present value approach under uncertainty for making the irrigation investment decision in Central Minnesota. M.Sc-theses, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

HAMILTON, JR, BARRANCO, GS and WALKER, DJ. (1982). The effect of electricity prices, lift and distance on irrigation development in Idaho. American Journal of Agricultural Economics Vol 64, No 2: 280-285

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU en WATERVOORSIENING. (1987). Besproeiingsontwikkeling in die Vrystaatstreek. Pretoria: Staatsdrukker

WILSON, PN and EIDMAN, VR. (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

SUMMARY

The identification of possible profitable investment alternatives is the first step in the analysis of economic profitability and financial feasibility. In the case of irrigation, investment decisions entail the type of irrigation system used. The lack of information on the properties of the mechanised irrigation systems that are used, limits research on the economics of irrigation and is indicative of the neglect of these factors in the analysis of the economics of irrigation.

The purpose of chapter 4 was to identify and design representative centre pivot systems for the Southern Free State on the basis of relevant system properties and resource situations and to highlight the financial implications of the various designs. The procedure entails the demarcation of the research area and the systems being considered as well as the analysis of data leading to the composition and design of representative centre pivot systems.

The most important system properties, namely size, capacity and static height that water is pumped, and the soil type that is irrigated, influence the annual cost of centre pivot systems. By varying these factors twelve representative centre pivot systems were compiled. These systems consist of two basic centre pivot systems of 30 and 60 ha, adapted for application capacities of 10 mm and 12 mm per day, static heights of -15 m and 10 m, and sandy and clay soils. The differences in design cause differences in the capital investment and the annual operating costs of the systems.

By using the design information of the twelve representative centre pivot systems, a meaningful economic analysis can be made of centre pivot irrigation in the Southern Free State.

HOOFSTUK 5*

DIE ONTLEDING VAN DIE JAARLIKSE KOSTE VAN ALTERNATIEWE SPILPUNTSTELSELS IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

5.1 INLEIDING

'n Belegging in spilpuntstelsels hou vir 'n besproeiingsboer belangrike koste-implikasies in. Nadat moontlike winsgewende spilpuntbeleggingsalternatiewe geïdentifiseer is, moet hierdie stelsels se jaarlikse eienaarskap- en bedryfskoste beraam word. Verskille in spilpunteienskappe soos grootte, kapasiteit en druk asook die grondtipe veroorsaak dat die stelsels se jaarlikse vaste en veranderlike koste varieer en dus ook die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van die stelsels.

In Suid-Afrika is verteenwoordigende gemeganiseerde besproeiingstelsels nog nie formeel geïdentifiseer en ekonomies ontleed 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 evaluering van die ekonomie van sprinkelbesproeiing nie. Burger (1989: 17) het 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.

---

* Hierdie hoofstuk is geheel en al gebaseer op 'n artikel wat aan Water SA vir publikasie voorgelê is (Februarie 1991).

Die doel van die hoofstuk is om verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek se jaarlikse koste te vergelyk. Die volgende doelwitte word nagestreef:

(a) Om te bepaal wat die invloed van die variasie in stelseleienskappe op die jaarlikse vaste en veranderlike koste van spilpuntstelsels is.

(b) Om die grondtipe se invloed op die ontwerp van spilpuntstelsels en die koste-implikasies daarvan te bepaal.

5.2 PROSEDURE

Die verteenwoordigende besproeiingstelsels is vir die Suid-Vrystaat geïdentifiseer deur eerstens 'n loodsondersoek by voorligtingkundiges en boere in die besproeiingsgebiede binne die Vrystaatstreek uit te voer, tweedens deur beskikbare ontwerpbesonderhede van spilpuntstelsels by besproeiingsondernemings te ontleed en deur derdens ingenieurs se kundigheid te gebruik. Die prosedure behels eerstens die ontwerp van verteenwoordigende spilpuntstelsels. Daarna word die stelsels se koste rekenaarmatig bereken.

5.2.1 Identifisering en ontwerp van verskillende spilpuntstelsels

Bykomstig tot die twaalf verteenwoordigende spilpuntstelsels wat vir die Suid-Vrystaat substreek saamgestel is (Hoofstuk 4), is ses stelsels met laer toedieningskapasiteit (8 mm per dag) ingesluit om die interaksie tussen stelselkapasiteit en PBWK van gronde behoorlik in ag te neem. Die agtien spilpuntstelsels verskil ten opsigte van die oppervlakte wat die stelsels besproei, kapasiteit, pomphoogte asook die tipe grond wat onder besproeiing is (Meiring, 1989). 'n Besproeiingsfirma het die spilpuntstelsels ontwerp en kwotasies verskaf.

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: 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 spilpuntstelsels ontwerp is, word in tabel 5.1 aangetoon. Die spilpuntkodes in die tabel word vervolgens gebruik wanneer na die ooreenstemmende spilpunt verwys word. Die eerste letter van die kode (S of K) dui aan of die spilpunt sand- of kleigrond besproei terwyl die syfer daarna (60 of 30) die oppervlakte gee wat die stelsel besproei. Die middelste term in die kode (08k, 10k of 12k) dui op die kapasiteit van die spilpunt in terme van bruto toediening in millimeter per dag. Die vertikale hoogte in meter wat die water gepomp word, word in die laaste deel van die kode (-15h of +10h) aangedui.

Tabel 5.1 Agtien verskillende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek

	Spilpuntkode	Grondtipe	Oppervlakte (ha)	Kapasiteit[1] (mm)	Statiese hoogte (m)
1.	S60/08k/-15h	sand	60	8	-15
2.	K60/08k/-15h	klei	60	8	-15
3.	S60/08k/+10h	sand	60	8	+10
4.	K60/08k/+10h	klei	60	8	+10
5.	S60/10k/-15h	sand	60	10	-15
6.	K60/10k/-15h	klei	60	10	-15
7.	S60/10k/+10h	sand	60	10	+10
8.	K60/10k/+10h	klei	60	10	+10
9.	S60/12k/-15h	sand	60	12	-15
10.	K60/12k/-15h	klei	60	12	-15
11.	S60/12k/+10h	sand	60	12	+10
12.	K60/12k/+10h	klei	60	12	+10
13.	S30/08k/+10h	sand	30	08	+10
14.	K30/08k/+10h	klei	30	08	+10
15.	S30/10k/+10h	sand	30	10	+10
16.	K30/10k/+10h	klei	30	10	+10
17.	S30/12k/+10h	sand	30	12	+10
18.	K30/12k/+10h	klei	30	12	+10

1. Bruto toediening per dag

Die agtien verskillende spilpunte word deur twee basiese spilpuntgroottes, naamlik sestig- en dertighektaarstelsels getipeer. Beide die tipes is nie sleepbaar nie. Die sestighektaarstelsel is 'n agttoring spilpunt wat bestaan uit vyf torings van 47,85 meter, drie torings van 61,26 meter en 'n oorhang van 13,41 meter. Die dertighektaarstelsel is 'n vyftoring spilpunt met drie torings van 61,26 meter, twee van 54,56 meter en 'n 13,41 meter oorhang. Beide tipes spilpuntstelsels het 0,57 kW motors op die torings. Die hoofpyplyn is 490 m lank by die sestighektaarstelsels en 610 m by die dertighektaarspilpuntstelsels. Die verskil in lengte kom voor omdat die dertighektaarstelsels oor die algemeen verder van die watervoorsieningspunt geleë is. Die elektriese kabels is net so lank soos die hooflyn. Die sestighektaarstelsels het 'n 10 mm driekern kabel en gronddraad teenoor die 6 mm vir die

dertighektaarstelsels. Al agtien stelsels het skakelaars wat by lae temperature en lae druk afskakel.

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 spilpuntstelsels is 200 m^3/h, 250 m^3/h en 300 m^3/h onderskeidelik by die sestighektaarstelsels en 100 m^3/h, 125 m^3/h en 150 m^3/h by die dertighektaarstelsels onderskeidelik. Twee verskillende statiese hoogtes word onderskei by die verteenwoordigende 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.

5.2.2 Kosteberekening

Die handmetode vir die kosteberaming van 'n spilpunt (Meiring, 1989) is gerekenariseer om die jaarlikse koste van die agtien spilpunte te beraam. Die prosedure bestaan uit vier dele. In die eerste deel word spilpuntbesonderhede, die beplande waterbestuursbesonderhede asook water-, elektrisiteit- en arbeidskoste ingevul. Pomptempo's, wrywing in die hooflyn, pompdruk en motorgrootte kan bereken word indien dit nie bekend is nie. 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 al die kostes. Die marginale faktorkoste om 'n addisionele eenheid water toe te dien, word ook beraam.

Al agtien spilpuntstelsels se fisiese eienskappe en kostes is op kwotasies van 8 Junie 1989 gebaseer. Die elektrisiteits- en

versekeringstariewe soos onderskeidelik van toepassing op 20 Julie en Januarie 1989 is gebruik. Rente- en inflasiekoerse van onderskeidelik 20 en 15 persent is gebruik wat met die Delphi-tegniek (Tersine en Riggs, 1976) van landbou-ekonome verkry is.

5.3 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

5.3.1 Kostevergelyking van alternatiewe spilpuntstelsels

Tabel 5.2 toon die kapitaalbelegging van elke stelsel asook die jaarlikse vaste, veranderlike en totale koste.

Tabel 5.2 Kapitaalbelegging en jaarlikse vaste, veranderlike en totale koste van agtien spilpunt-stelsels met 'n beplande totale watertoediening van 11 000 kubieke meter water in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

Stelselkode	Kapitaalbelegging (R)	Jaarlikse koste (R)		
		Vas	Veranderlik	Totaal
1. S60/08k/-15h	210 071	19 102	27 770	46 872
2. K60/08k/-15h	211 484	19 230	30 308	49 538
3. S60/08k/+10h	215 746	19 617	34 724	54 341
4. K60/08k/+10h	222 674	20 253	34 925	55 178
5. S60/10k/-15h	219 536	19 825	28 469	48 294
6. K60/10k/-15h	220 929	19 960	32 148	52 108
7. S60/10k/+10h	226 149	20 425	34 521	54 946
8. K60/10k/+10h	234 105	21 161	39 440	60 601
9. S60/12k/-15h	227 997	20 425	28 677	49 102
10. K60/12k/-15h	237 553	21 308	33 564	54 872
11. S60/12k/+10h	240 378	21 556	33 615	55 171
12. K60/12k/+10h	246 119	22 086	39 659	61 745
13. S30/08k/+10h	140 766	12 736	16 869	29 605
14. K30/08k/+10h	144 573	13 080	17 139	30 219
15. S30/10k/+10h	142 562	12 903	16 009	28 912
16. K30/10k/+10h	145 439	13 158	17 026	30 184
17. S30/12k/+10h	151 443	13 555	16 201	29 756
18. K30/12k/+10h	149 432	13 379	16 140	29 519

Die groot verskille in kapitaalbelegging wat wissel van R 66 911 tot R 88 121 tussen die dertighektaarstelsels (13-18) en die sestighektaarstelsels 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 sestighektaarstelsels. Stelsel S30/12k/+10h 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 sestighektaarstelsel is. Met die veranderlike koste is dit ook die geval vir die ooreenstemmende stelsels, byvoorbeeld stelsels S60/12k/-15h en S30/12k/+10h is albei 12 mm-stelsels op sandgrond met 'n statiese hoogte van -15 m. Stelsel S30/12k/+10h se veranderlike koste van R 16 201 is in verhouding egter meer as die R 28 677 van stelsel S60/12k/-15h.

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 S30/12k/+10h wat groter is as die van stelsel K30/12k/+10h. Hierdie uitsondering word veroorsaak deur stelsel S30/12k/+10h 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 S30/12k/+10h wat ook hoër is as die van stelsel K30/12k/+10h as gevolg van hoër vaste koste en hoër herstel- en onderhoudskoste by die veranderlike koste-items.

Die verhoging in statiese hoogte by die sestighektaarstelsels 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 S60/08k/-15h met 'n hoogte van -15 m en R 34 724 by stelsel S60/08k/+10h met 'n hoogte van 10 m, wat albei 8 mm-stelsels op 'n sandgrond is.

By die 12 mm-stelsels op kleigrond, stelsels K60/12k/-15h en K60/12k/+10h, 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 S60/08k/+10h en S60/10k/+10h. Stelsel S60/08k/+10h wat 'n 8 mm-stelsel is, het 'n 45 kW motor teenoor die 55 kW motor van die 10 mm-stelsel. Stelsel S60/08k/+10h moet egter 3 300 uur per jaar pomp aan 660 000 kubieke meter water teenoor 2 640 uur van stelsel S60/10k/+10h. Stelsel S60/08k/+10h se totale elektrisiteits-koste beloop R 14 441 per jaar teenoor R 14 135 van stelsel S60/10k/+10h.

Vaste koste per jaar maak sowat 9 persent van die totale kapitaalbelegging uit. Vaste koste dra in die geval van die sestighektaarstelsels 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 dertighektaarstelsels is.

Die veranderlike koste van elke stelsel is bereken in sent per kubieke meter water wat gepomp word. Die kostes word in tabel 5.3 aangetoon.

Tabel 5.3 Veranderlike koste per kubieke meter water gepomp vir water, arbeid, herstelwerk en onderhoud asook elektrisiteit vir agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

Stelselkode	Veranderlike koste (c/m^3)				
	Water	Arbeid	Herstelwerk	Elektrisiteit	
				Hoog	Laag
1. S60/08k/-15h	1,65	0,01	1,39	1,78	1,03
2. K60/08k/-15h	1,65	0,01	1,40	2,44	1,41
3. S60/08k/+10h	1,65	0,01	1,41	3,58	2,07
4. K60/08k/+10h	1,65	0,01	1,47	3,53	2,04
5. S60/10k/-15h	1,65	0,01	1,41	1,94	1,12
6. K60/10k/-15h	1,65	0,01	1,40	2,92	1,69
7. S60/10k/+10h	1,65	0,01	1,43	3,50	2,02
8. K60/10k/+10h	1,65	0,01	1,46	4,73	2,73
9. S60/12k/-15h	1,65	0,01	1,42	1,99	1,15
10. K60/12k/-15h	1,65	0,01	1,45	3,21	1,86
11. S60/12k/+10h	1,65	0,01	1,47	3,19	1,84
12. K60/12k/+10h	1,65	0,01	1,47	4,77	2,76
13. S30/08k/+10h	1,65	0,02	1,81	2,40	1,39
14. K30/08k/+10h	1,65	0,02	1,88	2,43	1,40
15. S30/10k/+10h	1,65	0,02	1,83	1,93	1,12
16. K30/10k/+10h	1,65	0,02	1,86	2,40	1,39
17. S30/12k/+10h	1,65	0,01	1,86	1,98	1,15
18. K30/12k/+10h	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 sestighektaarstelsels en die dertighektaarstelsels met 'n kapasiteit van 12 mm per dag is 0,01 c/m^3 water. Die arbeidskoste van die 8 mm en 10 mm, dertighektaarstelsels 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 dertighektaarstelsels.

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 K60/12k/+10h 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 5.4) 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 S30/08k/+10h en K30/08k/+10h in vergelyking met S30/10k/+10h en K30/10k/+10h. 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 5.4 aangetoon.

Tabel 5.4 Per eenheid vaste en veranderlike koste van agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

Stelselkode	Vaste koste (R/ha)	Veranderlike koste[2] (c/mm.ha)	
		Hoog	Laag
1. S60/08k/-15h	212,24	48,39	40,88
2. K60/08k/-15h	213,66	55,02	44,73
3. S60/08k/+10h	217,97	66,48	51,42
4. K60/08k/+10h	225,03	66,61	51,72
5. S60/10k/-15h	220,28	50,10	41,94
6. K60/10k/-15h	221,78	59,81	47,51
7. S60/10k/+10h	226,94	65,84	51,11
8. K60/10k/+10h	235,12	78,48	58,56
9. S60/12k/-15h	226,95	50,65	42,26
10. K60/12k/-15h	236,75	63,19	49,66
11. S60/12k/+10h	239,52	63,17	49,74
12. K60/12k/+10h	245,40	78,99	58,89
13. S30/08k/+10h	283,03	58,85	48,73
14. K30/08k/+10h	290,67	59,78	49,55
15. S30/10k/+10h	286,73	54,25	46,12
16. K30/10k/+10h	292,41	59,33	49,21
17. S30/12k/+10h	301,23	55,06	46,71
18. K30/12k/+10h	297,30	54,96	46,52

2. Hoë koste as gevolg van hoë elektrisiteitstarief van eerste 1 000 kWh per maand. Die eenheid "mm.ha" is gelykstaande aan 10 m^3 water of 1 mm water op ha grond.

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 sestighektaarstelsels. Die groter kapitaalbelegging per hektaar lei tot 'n hoër vaste koste per hektaar by die dertighektaarstelsels. Die vaste koste van 'n 8 mm-stelsel op sandgrond wat dertig hektaar kan besproei (stelsel S30/08k/+10h), 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 dertighektaarstelsels is van 25 persent tot 36 persent hoër as die van die ooreenstemmende sestighektaarstelsels.

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 S60/12k/-15h 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 K60/10k/-15h en K60/10k/+10h terwyl die verhoging in kapasiteit van 10 mm tot 12 mm per dag by stelsels K60/10k/-15h en K60/12k/-15h '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 5.4 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 koste om 'n millimeter water per hektaar toe te dien is laer vir die sestighektaarstelsels as die ooreenstemmende dertig-

hektaarstelsels. 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 K60/12k/+10h) op 'n kleigrond toegedien word in vergelyking met 'n stelsel op sandgrond (stelsel S60/12k/+10h).

5.3.2 Samevattende gevolgtrekking

Agtien spilpuntstelsels is vir die Suid-Vrystaat substreek saamgestel en ontwerp met inagneming van eienskappe wat kosteverskille veroorsaak. Twee groottes spilpuntstelsels, naamlik dertighektaar- en sestighektaarstelsels is ingesluit. Stelselkapasiteite van 8 mm, 10 mm en 12 mm per dag en pomphoogtes van -15 m en 10 m is gebruik. Spilpuntstelsels wat saamgestel is deur die verskillende groottes, kapasiteite en pomphoogtes te kombineer, is vir sand- en kleigronde ontwerp.

Die variasie in die agtien spilpuntstelsels ten opsigte van faktore soos die oppervlakte besproei, statiese hoogtes en kapasiteit het definitiewe koste-implikasies. 'n Toename in die grootte van spilpuntstelsels 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 dertighektaarstelsels is van 25 persent tot 36 persent hoër as die ooreenstemmende sestighektaarstelsels. 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 sestighektaarstelsel 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 sestighektaarstelsel 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.

5.3.3 Navorsingsimplikasies

Hierdie resultate oor spilpuntkoste kan as riglyne dien by die keuse en ontwerp van spilpuntstelsels en wanneer verskillende grondtipes vir besproeiingsontwikkeling oorweeg word. Die beraamde besproeiingskoste kan gebruik word om die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van die beleggings in die agtien spilpuntstelsels te beraam. Die gerekenariseerde kosteberekeningsmetodes kan in die praktyk en vir verdere navorsing van groot waarde wees om spilpuntkoste akkuraat en vinnig te beraam.

BRONNELYS

BENNIE, ATP. (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

BURGER, JD. (1989). Die ekonomiese belangrikheid van besproeiing in die landbou in die Wes-Kaap. SA Besproeiing Vol 11, No 3: 13, 16, 17

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric.-verhandeling. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

TERSINE, RJ and RIGGS, WE. (1976). The Delphi technique: A long range planning tool. Business Horizons Vol 19: 51-56

SUMMARY

An investment in centre pivot systems has important cost implications for an irrigation farmer. Representative mechanised irrigation systems for the study area had not been identified and economically analysed previously. The economic profitability and financial feasibility of centre pivot systems are influenced by the properties of the irrigation systems and the soil type which is to be irrigated. The economics of sprinkler irrigation cannot be evaluated if the effect of the technical system properties on the annual fixed and operating costs is not known.

The purpose of Chapter 5 was to compare the annual cost of different centre pivot systems in the Southern Free State subregion with a view to determining the effect and importance of system properties and soil type on the annual cost of centre pivot systems.

Eighteen centre pivot systems were compiled on the basis of differences in the area to be irrigated and of capacity, pumping height and two soil types, with final infiltration rates of 25 mm and 40 mm. The centre pivot systems are typified by two basic pivot sizes, namely sixty and thirty hectare systems. System capacities with gross daily application rates of 8 mm, 10 mm and 12 mm were included. Two static heights at which water is pumped, namely -15 m and 10 m were included. The annual fixed and variable costs of the centre pivots were calculated by means of a computerized cost calculation procedure. Centre pivot and management data, water and electricity tariffs, as well as the inflation and interest rates were used as inputs in the programme.

The results showed that the capital investments in the various systems differed considerably, with resultant differences in fixed cost. However the fixed cost of the thirty hectare centre pivots is proportionally higher than the cost of the sixty hectare systems. An increase in the clay content of the

soil and in the capacity or pumping height also led to a greater capital outlay and fixed cost. The variable cost per cubic meter water applied increases as the application width of the systems and the pumping height increase. It also appears that the price of electricity, together with the pumping height, is an important variable which determines variable cost. On the other hand, the effect of system capacity differences on variable cost is not as great as the effect of differences in pumping height.

The variations in factors such as soil type, area irrigated, pumping height and system capacity consequently have significant cost implications.

HOOFSTUK 6*

DIE BERAMING VAN DIE GEWEEGDE GEMIDDELDE KOSTE VAN KAPITAAL MET VERWYSING NA BESPROEIINGSBOERE IN DIE VANDERKLOOF STAATSWATERSKEMA

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

6.1 INLEIDING

'n Kapitaalbegrotingstegniek soos die netto huidige waarde-metode word algemeen gebruik om besproeiingsbeleggings ekonomies te evalueer (Wilson en Eidman, 1981; Gill, 1984). Die eerste stap by die beraming van die netto huidige waarde (NHW) van 'n belegging is om 'n geskikte kontantvloeiverdiskonteringskoers te bepaal (Casler, Anderson en Aplin, 1984: 27).

Volgens Gill (1984: 6) is een van die gebreke van die studies waar die NHW-tegniek vir besproeiingsbeleggingsontledings gebruik, is dat die berekening van die verdiskonteringskoers nie voldoen aan die vereistes van standaard kapitaalbegrotingstegnieke nie. Die gebruik van die geweegde gemiddelde koste van kapitaal (GGKK) as 'n verdiskonteringskoers word aanbeveel deur Copeland en Weston (1983: 37), Casler *et al.* (1984: 47) asook deur Gill (1984: 6). Fiske (1986: 57) het 'n vergelyking getref tussen die benaderings om die GGKK en die opbrengskoers op eie kapitaal as verdiskonteringskoerse by die toepassing van die NHW-metode te gebruik en bevind dat die gebruik van eersgenoemde benadering meer korrek is. Volgens White, Musser en Oosthuizen (1978: 21) is die gebruik van rentekoerse op geleende geld as maatstaf vir rentekoste in botsing met moderne finansiële teorie en moet die GGKK gebruik word.

Die GGKK is nog nie vir besproeiingsboere in verskillende gebiede in Suid-Afrika empiries bepaal nie. Gewoonlik word die

---

* Hierdie hoofstuk is oorgeneem uit Agrekon, vol 30 (2): 82-88, 1991.

besproeiingsbeleggingsontledings uitgevoer deur verskillende verdiskonteringskoerse arbitrêr aan te neem.

Die doel met hierdie hoofstuk is tweeledig. Eerstens word 'n prosedure voorgestel om die GGKK empiries te beraam. Tweedens is die doel om die prosedure te illustreer deur die GGKK vir besproeiingsboere in die Vanderkloof Staatswaterskema te beraam. Spesifieke doelwitte wat dan bereik sal kan word, is om te bepaal of:

- Die GGKK verskil van rentekoerse wat betaal word op geleende fondse.
- Die GGKK deur die kapitaalstruktuur van die onderneming beïnvloed word.
- Die koste van eie kapitaal hoër is as die koste van vreemde kapitaal.

6.2 LITERATUURSTUDIE

6.2.1 Definisie

Die GGKK word gedefinieer as die produk van die koste van eie kapitaal en die persentasie wat eie kapitaal van totale kapitaal uitmaak plus die produk van die koste van vreemde kapitaal en die persentasie wat skuld van die totale kapitaal uitmaak (Copeland en Weston, 1983: 39). Die GGKK verteenwoordig die koste van alle tipes kapitaal wat in die onderneming aangewend word. 'n Belegging sal winsgewend wees wanneer die rentabiliteit daarvan hoër is as die onderneming se GGKK of as sodanige belegging 'n positiewe NHW oplewer wanneer die GGKK as verdiskonteringskoers gebruik word.

6.2.2 Vergelyking vir die berekening van die koste van kapitaal

Teoreties word die koers bepaal deur die snypunt van die vraag- en aanbodkrommes van kapitaal (Lambrechts, Reynders en Scheurkogel, 1986: 302).

Die basiese vergelyking vir die berekening van die geweegde gemiddelde koste van kapitaal, k, is:

$$k = \sum_{x=1}^{n} [k_x \, w_x] \qquad (6.1)$$

waar k_x = koste van kapitaal van bron x en
w_x = gedeelte (%) wat bron x uitmaak van die totale kapitaal.

Vergelyking (6.1) word algemeen aanvaar maar daar bestaan nie eenstemmigheid oor die berekening van die verskillende komponente in die vergelyking nie (Stevens, 1979: 85).

Aangesien 'n onderneming eie en vreemde kapitaal benut, kan vergelyking (6.1) soos volg uitgebrei word om die nabelasting geweegde gemiddelde koste van kapitaal, k, te bereken (Boehlje en Eidman, 1984: 581):

$$k = k_e \, w_e + k_d(1 - t) \, w_d \qquad (6.2)$$

waar k_e = nabelasting koste van eie kapitaal,
w_e = gedeelte (%) van eie kapitaal tot totale kapitaal,
k_d = koste van vreemde kapitaal,
w_d = gedeelte (%) van skuld tot totale kapitaal en
t = onderneming se marginale belastingkoers.

Die akkurate berekening van die koste van eie en vreemde kapitaal is belangrik om by 'n getroue weergawe van die GGKK uit te kom.

6.2.3 Gewigte

Die gewigte wat eie en vreemde kapitaal (w_e en w_d) in vergelyking (6.2) dra, kan verkry word van die gewenste kapitaalstruktuur waarna gestreef word. Die gebruik van empiries bepaalde kapitaalgewigte sal egter meer realistiese resultate lewer. Daar moet besluit word of die markwaarde of boekwaarde van bates as wegingsbasis gebruik word. Boehlje en Eidman (1984: 581) beveel eersgenoemde aan. Volgens Lambrechts *et al.* (1986: 332) is albei metodes aanneemlik. Markwaarde moet egter by snelgroeiende ondernemings gebruik word om te voorkom dat die koste van kapitaal onderskat word.

6.2.4 Koste van eie kapitaal

Die beraming van die koste van eie kapitaal lewer probleme omdat daar nie 'n eksplisiete rentekoste bestaan nie. Die koste van eie kapitaal kan gedefinieer word as die vereiste opbrengskoers op ekonomiese aktiwiteite wat deur eie kapitaal gefinansier word sodat die waarde van eienaarsbelang gehandhaaf kan word (White *et al.*, 1978: 23). Gill (1984: 58) het die sogenaamde residuele benadering gebruik om die opbrengskoers op eie kapitaal te bereken. Indien boerderybedryfsresultate beskikbaar is, kan die netto boerdery-inkomste bereken en die verdeling tussen eie kapitaal en bestuursvergoeding gemaak word. Hy het in sy studie aangeneem dat die koste van eie kapitaal vir die boere in sy ondersoekgebied benaderd gelyk is aan die totale opbrengskoers op eie kapitaal wat in 'n makrostudie van die totale boerderybedryf bepaal is.

Die opbrengs op eie kapitaal bestaan uit twee dele naamlik 'n kontantopbrengs en 'n styging in die markwaarde van bates (Boehlje en Eidman, 1984: 582). Deur net die kontantopbrengs in ag te neem, sal 'n lae opbrengskoers verkry word en die opbrengskoers kan onderskat word. 'n Lae opbrengskoers en dus koste van eie kapitaal is teenstrydig met Casler *et al.* (1984: 52) se stelling dat eie kapitaal se koste betekenisvol hoër as die van geleende fondse is. Die koste van eie kapitaal

is hoër omdat kredietverskaffers minder risiko's aanvaar as die voorsiener van eie kapitaal.

Die appresiasie van boerderybates kan hanteer word soos by die bepaling van verdienste uit aandele (White *et al.*, 1978: 23). Alhoewel die inkomste eers gerealiseer word by die beëindiging van die boerdery-aktiwiteite, word die GGKK as 'n besluitnemingsinstrument gebruik en sal die weglating daarvan veroorsaak dat die koste van kapitaal onderskat en winsgewendheid oorskat word.

Tweeten (1981: 10) het gegewens oor rentabiliteit in die boerdery deur middel van twee benaderings verkry. Die een benadering behels die insameling van lopende- en kapitaalinkomstesyfers en die ander benadering gebruik inligting oor grondhuurtariewe. Nieuwoudt (1985: 4), asook Ortmann en Rask (1988: 19) se sienings van winsgewendheid in die landbou sluit by Tweeten se benadering aan waar hy van grondhuurtariewe gebruik maak. Nieuwoudt (1985: 4) beskou huurgeld wat vir grond betaal word as die suiwerste vorm van wins aangesien dit die verskil tussen inkome en alle koste per hektaar is, ingesluit veranderlike en vaste koste, bestuursvergoeding en die koste verbonde aan die dra van risiko.

Die huuropbrengskoers, dit wil sê huurinkomste as 'n persentasie van die waarde van grond, op 'n hektaarbasis vir 843 verhuurde plase, ingesluit alle boerderyvertakkings, het 5,4 persent in 1978/79 beloop (Nieuwoudt, 1980: 391). Die nominale groeikoers in netto boerdery-inkomste vir die periode 1947 tot 1979 het weer 8 persent beloop. Dit gee dus 'n totale nominale opbrengskoers van 13,4 persent. Deur bogenoemde opbrengskoers te gebruik, word aangeneem dat die nominale winste in die toekoms teen dieselfde koers as in die verlede sal toeneem.

6.2.5 Koste van vreemde kapitaal

Volgens Casler *et al.* (1984: 51) is daar twee oorwegings by die bepaling van die koste van krediet. Eerstens moet die koste van vreemde kapitaal as 'n effektiewe koers uitgedruk word, dit wil sê daar moet bepaal word wat werklik betaal word. Tweedens moet die invloed van inkomste-belasting in ag geneem word.

Gill (1984: 64) het egter die aanname gemaak dat die algemene rentekoers wat op boerderylenings betaal word as koste van vreemde kapitaal geneem kan word. 'n Koers kan dus aan elke bron van vreemde kapitaal gekoppel word nadat die historiese verloop van die betrokke rentekoerse ontleed is. Die aanname is dus dat historiese rentekoerse weer sal voorkom. White *et al.* (1978: 23) beveel egter aan dat die heersende koerse gebruik word as die geweegde koste van kapitaal as 'n besluitnemingsinstrument gebruik word.

6.2.6 Gebreke van geweegde gemiddelde koste van kapitaal

Die GGKK kan nie ongedefinieerd op die bestaande kapitaalstruktuur van 'n onderneming gegrond word nie. Indien dié kapitaalstruktuur verander, sal die koste van kapitaal ook verander. Casler *et al.* (1984: 50) beveel aan dat die berekenings gegrond word op 'n kapitaalstruktuur wat nagestreef word. 'n Belangrike aanname wat ook hier gemaak word, is dat die nuwe belegging gefinansier word met kapitaal wat verkry is in dieselfde verhouding as die van die gekose kapitaalstruktuur. In die praktyk geld die genoemde aanname nie altyd vir 'n spesifieke belegging nie, maar die veronderstelling raak meer realisties indien 'n onderneming se beleggings oor die langtermyn in ag geneem word. Lambrechts *et al.* (1986: 306) bied as alternatief aan dat in die geval van 'n vaste bate net die langtermynkapitaal se koste in ag geneem word omdat so 'n bate slegs deur langtermynkapitaal gefinansier behoort te word. Verder is die termyn waarvoor die kosteberekening gedoen word belangrik. Hoe langer die termyn is, hoe moeiliker is dit om die GGKK korrek te beraam.

Die beraamde GGKK sluit die risiko in wat met elke finansieringsbron geassosieer word. Deur gebruik te maak van die GGKK word aangeneem dat die belegging wat geëvalueer word dieselfde risiko het as wat die onderneming as 'n geheel het (Casler *et al.*, 1984: 48). Die NHW van 'n minder riskante projek sal dus onderskat word as die GGKK van 'n onderneming met 'n hoë risikoprofiel as verdiskonteringskoers gebruik word. Dit is dus onvanpas om die GGKK te gebruik vir 'n belegging waarvan die risiko baie afwyk van die inherente risiko van die onderneming as 'n geheel. Die sogenaamde "capital asset pricing model" (CAPM), waar elke projek of belegging se risiko in ag geneem word, kan onder sulke omstandighede gebruik word (Copeland en Weston, 1983: 400).

6.2.7 Implikasies vir hierdie navorsing

Die vernaamste implikasies van die literatuurstudie is die volgende:

(a) By die toepassing van die NHW-tegniek is dit belangrik om die GGKK te beraam en as kontantvloeiverdiskonteringskoers te gebruik. Die gebruik van die koers sal dus groter akkuraatheid aan ekonomiese ontledings gee omdat die langtermyn-kapitaalstruktuur van die onderneming asook die invloed van inkomste-belasting in ag geneem word.

(b) Die gebruik van die GGKK neem in ag dat 'n onderneming van verskillende finansieringsbronne gebruik maak waaraan verskillende kostes gekoppel is. Die verband tussen die beleggings- en finansieringsbesluit word gevolglik beklemtoon.

(c) Probleme bestaan by die berekening van die koste van eie kapitaal omdat hierdie kapitaalbron nie eksplisiete rentekoste het nie. Twee benaderings kan gevolg word vir die berekening van die opbrengs op eie kapitaal. Eerstens kan lopende-inkomste en kapitaalinkomste bereken word. Op 'n meer indirekte wyse kan huurtariewe en die groeikoers in boerderywins ook gebruik word.

(d) Indien die GGKK as 'n besluitnemingsinstrument gebruik word, behoort heersende rentekoerse as die koste van vreemde kapitaal gebruik te word.
(e) Teoreties behoort die koste van eie kapitaal hoër te wees as die koste van vreemde kapitaal.
(f) Sekere aannames is nodig by die beraming van die GGKK en moet in ag geneem word by die gebruik daarvan.

6.3 PROSEDURE

Vergelyking (6.2) vorm die basis vir die berekening van die GGKK vir besproeiingsboere in die Vanderkloof Staatswaterskema. Die grootte van die ingelyste besproeiingsoppervlakte is 4 236 ha en dié grond word deur 68 grondeienaars besit. Die prosedure behels die bepaling van die koste van eie kapitaal, die koste van vreemde kapitaal en die gewig wat elkeen dra.

6.3.1 Bydrae van die verskillende bronne

Die gewig van elke finansieringsbron kan empiries verkry word indien die boerdery se kapitaalstruktuur bekend is. Die verhoudelike bydrae van elke bron is nie net van belang by die bepaling van die gewig van eie en vreemde kapitaal nie, maar ook vir die identifisering van die verskillende bronne van vreemde kapitaal.

Die inligting is verkry deur gebruik te maak van boere se balansstate. Die finansiële state van 25 besproeiingsboere onder die P.K. le Rouxdam is versamel. Die state is anoniem vanaf 'n koöperasie verkry en weerspieël die boere se finansiële posisie soos op 19 April 1989. Bate-items in die balansstate is op twee maniere gewaardeer. Die markwaardekolom dui die waardasiewaardes van die boere aan. 'n Aangepaste waardekolom word verkry deur die waardasie van die koöperasie wat besproeiingsgrond, droëlande en weiding onderskeidelik teen R 5 000, R 350 en R 210 per hektaar waardeer. Groeiende gewasse, produkte in voorraad, markklaarvee en losgoedbates word teen 60 persent van die markwaarde waardeer.

Die aanpassing in die markwaarde van bates veroorsaak 'n daling in die totale waardes van bates asook in die nettowaarde. Die grootste daling in die waarde van bates by die vyftien boere van die Vanderkloof Staatswaterskema is 'n daling van 55 persent tot 45 persent van die aangeduide markwaarde. Die kleinste daling is 20 persent, terwyl die algemeenste vermindering 40 persent is. Die daling in eienaarsbelang is nog groter en daal met persentasies wat wissel van 22 tot 85 persent.

Op grond van die kapitaalstruktuur wat uit die balansstate bepaal is, is gewigte aan verskillende bronne van kapitaal gekoppel. Die aangepaste markwaarde van bates wat die voorligters bereken, eerder as die waardasie van die boere, is gebruik.

6.3.2 Koste van eie kapitaal

Die koste van eie kapitaal word op 'n indirekte wyse beraam deur van grondhuurtariewe gebruik te maak soos Tweeten (1981) en Nieuwoudt (1980) omdat die Departement van Landbou-ontwikkeling en koöperasies nie boerderybedryfsresultate vir die ondersoekgebied beskikbaar het nie.

Nege van die besproeiingsboere in die gebied wat besproeiingsgrond huur, is met behulp van die voorligtingkundige geïdentifiseer. Deur middel van persoonlike onderhoude met al die huurders is besonderhede van die huurtransaksies verkry, naamlik tipe huur (kontant of om 'n deel), die termyn, die aanvangsdatum, die tarief, die ingelyste waterreg, die oppervlakte ontwikkelde besproeiingsgrond en die totale oppervlakte grond. Die besonderhede is gebruik om die jaarlikse lopende-inkomste te bereken.

Die grondhuur verteenwoordig die jaarlikse lopende-inkomste wat die eienaar ontvang. Van die nege huurders huur twee boere om 'n deel, een boer huur grond wat met handlyne besproei word terwyl een huurooreenkoms tussen familielede aangegaan is. Een

van die orige vyf boere huur grond langs die Sarel Hayward-kanaal. Vier boere se huurtariewe kan dus gebruik word vir die berekening van die lopende-opbrengskoers.

Die totale oppervlakte wat die vier boere huur, is 425 hektaar wat 330 hektaar ingelyste waterreg het. 'n Oppervlakte van 363 hektaar kan egter besproei word. Die jaarlikse huurgeld is vir ontledingsdoeleindes deur die totale oppervlakte, die ingelyste oppervlakte en die besproeibare oppervlakte gedeel.

Vir die beraming van die jaarlikse styging in kapitaalwaarde, asook die berekening van die persentasie wat lopende-inkomste van totale jaarlikse rentabiliteit uitmaak, moet die waarde van ontwikkelde besproeiingsgrond bepaal word. Daar word aanvaar dat grondoordragte van werklike verkooptransaksies die betroubaarste weerspieëling is van die markwaarde van ontwikkelde besproeiingsgrond. Die name en plaasnommers van die persele op die Vanderkloof Staatswaterskema is verkry na 'n besoek aan die Departement van Waterwese. Die inligting is gebruik om alle besonderhede van die eienaars en eiendomme, die datum van oordrag en die aankoopbedrag in die transportaktes van elke eiendom in die Aktekantoor in Bloemfontein na te slaan. Die transaksies se besonderhede is gebruik om die grondwaardes te bepaal.

Grondtransaksies waarby ontwikkelde besproeiingsgrond betrokke is, is gegroepeer volgens die jaar van aankope. Die pryse wat betaal is, is uitgedruk as 'n waarde per hektaar ingelyste waterreg en per hektaar totale oppervlakte. Die pryse wat betaal is per hektaar ingelyste waterreg, toon die minste variasie. Hierdie pryse word gebruik om die jaarlikse appresiasie te bereken.

Dertien ontwikkelde besproeiingspersele is verkoop uit die totale verkope van 43 persele. Ses transaksies het tussen 1980 en 1983 plaasgevind terwyl sewe persele tussen 1986 en 1988 verkoop is. Die laasgenoemde transaksies word vir bereke-ningsdoeleindes gebruik.

6.3.3 Koste van vreemde kapitaal

Vyf verskillende bronne van vreemde kapitaal is geïdentifiseer om die kapitaalstruktuur van 'n tipiese boer te verteenwoordig. Die bronne is oortrokke bankrekenings, produksielenings, koöperasie maandrekenings, huurkope en verbandlenings.

Rentekoerse wat op 20 April 1989 gegeld het, is verkry van koöperasies, die Landbank en handelsbanke en word in tabel 6.1 gegee.

Tabel 6.1 Nominale jaarlikse rentekoerse vir verskillende bronne van vreemde kapitaal soos op 20 April 1989

Kapitaalbron	Nominale rentekoers (%)
Oortrokke bankrekening	22,00
Produksielening	18,50
Maandrekening	20,00
Huurkope	19,75
Verbandlening	15,50

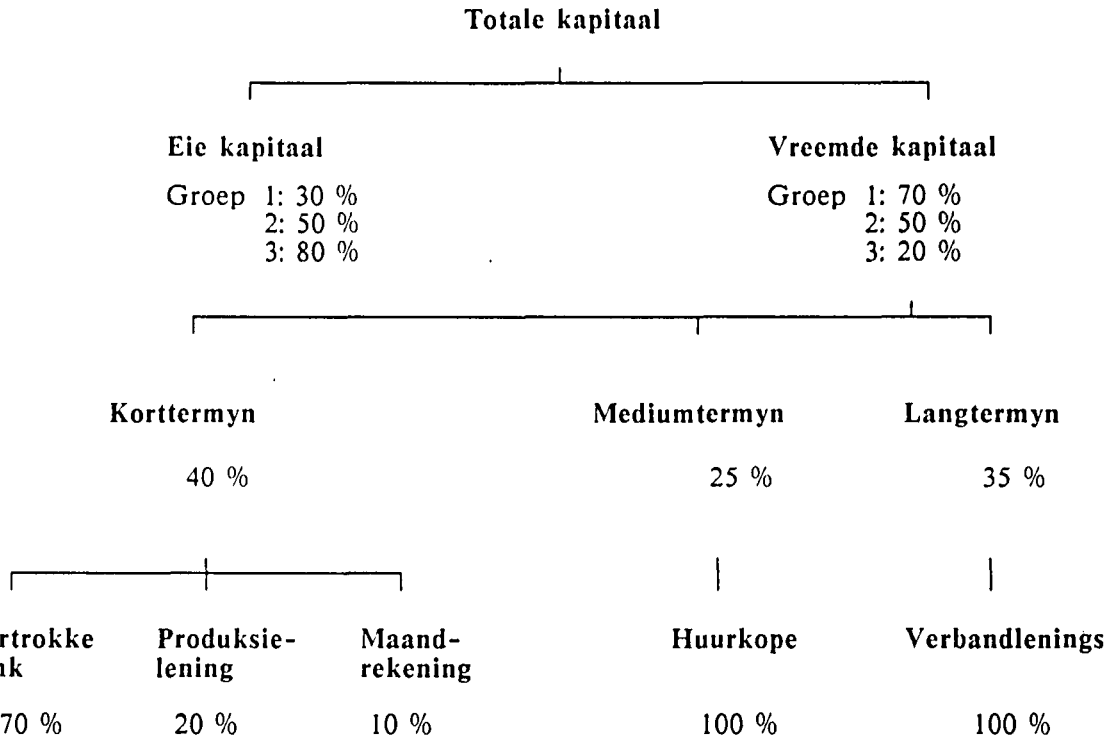
Die primakoers op die oortrokke rekening het 19,00 persent beloop. Volgens handelsbanke in die gebied betaal die meeste boere die primakoers plus drie persent. Die rentekoers van 15,50 persent op verbandlenings geld volgens die Landbank vanaf 15 Maart 1989 op alle verbandlenings. Die orige rentekoerse is van 'n koöperasie verkry. Deur die verskillende bronne van kapitaal se koste te weeg volgens die gewigte wat bepaal is, kan die geweegde koste van kapitaal bepaal word. 'n Marginale inkomste-belastingkoers van twintig persent word vir die boere in die ondersoekgebied aangeneem om die geweegde koste van kapitaal as 'n nabelastingkoers uit te druk. Alhoewel boere laer belastingkoerse kan betaal, word 'n koers van 20 persent gebruik om die invloed van belasting op die GGKK aan te toon.

6.4 RESULTATE

Die resultate ten opsigte van die gewigte van die kapitaalbronne word eerstens verstrek. Daarna volg die koste van eie en vreemde kapitaal. Laastens word die GGKK beraam.

6.4.1 Gewigte van kapitaalbronne

Die kapitaalstruktuur van boere in die Vanderkloof Staatswaterskema word in figuur 6.1 voorgestel.



Figuur 6.1 Tipiese kapitaalstruktuur van drie groepe boerderye in die Vanderkloof Staatswaterskema

6.4.1.1 Eie en vreemde kapitaal

Die boere kan op grond van die verhoudings van eie kapitaal tot totale bates in drie kategorieë verdeel word. Die groepe is boere met eiekapitaalverhoudings van 30 persent, 50 persent en 80 persent. Kirsten en Backeberg (1988: 19) het gevind dat die

netto kapitaalverhouding vir boere in die Oranje-Vaal Besproeiingsgebied 3,5:1 is wat gelykstaande is aan 'n eie kapitaalverhouding van 71,4 persent.

6.4.1.2 Kort-, medium- en langtermynlaste

Die bestudering van die bogenoemde groepe boere se lastestruktuur toon geen verband tussen die betrokke groep se eiekapitaalverhouding en die lastestruktuur nie.

Die gewigte wat gebruik word om die lastestruktuur te verteenwoordig, is 40 persent bedryfslaste, 25 persent mediumtermynlaste en 35 persent langtermynlaste.

Ses boere se bedryfslaste beloop 40 persent tot 44 persent van hul totale laste terwyl dit vir vier presies 40 persent is. Die mediaan en modus is 40 persent. Die mediumtermynlaste van 'n derde van die boere wissel tussen 21 en 33 persent van die totale laste. In hierdie geval is die modus 28 persent en die mediaan 23 persent. Vier boere se langtermynlaste beloop tussen 15 persent en 20 persent van die totale laste en vir vier varieer dit tussen 37 persent en 47 persent. Die mediaan is 31 persent en die modi 47 persent, 15 persent en 0. Die waardes stem baie ooreen met die skuldstruktuur wat Kirsten en Backeberg (1988: 19) gevind het vir boere in die Oranje-Vaal Besproeiingsgebied.

6.4.1.3 Bedryfslaste

Korttermynlaste bestaan hoofsaaklik uit oortrokke bankrekenings, produksiekrediet en maandrekenings by die koöperasie. Die gewigte wat die verskillende bedryfslaste dra, is 70 persent vir die oortrokke bankrekening, 20 persent vir die produksielening en 10 persent vir die maandrekening. Die meeste boere se oortrokke rekening maak 66 persent tot 73 persent van hulle bedryfslaste uit terwyl die maandrekening vir sewe van die vyftien boere tussen 6 persent en 16 persent van bedryfslaste beloop.

6.4.1.4 Medium- en langtermynlaste

Huurkope en verbandlenings word as die enigste finansieringsbronne vir onderskeidelik medium- en langtermynlaste geneem omdat huurkope die belangrikste vorm van mediumtermynlaste is terwyl die langtermynlaste net uit verbandlenings bestaan.

6.4.2 Koste van eie kapitaal

Lopende- en kapitaalinkomste uit boerdery word gebruik om die koste van eie kapitaal te bereken. Die inkomstegegewens word verkry vanaf grondhuurtariewe en grondpryse.

6.4.2.1 Kapitaalinkomste

Twee grondoordragte het in 1986 plaasgevind met 'n gemiddelde prys van R 5 519 per hektaar. Die prys per hektaar vir die een transaksie in 1987 is R 5 583. Vier transaksies is in 1988 aangegaan met pryse wat varieer van R 4 167 per hektaar tot R 7 500 per hektaar. Die gemiddelde prys vir die transaksies is R 5 778 per hektaar. Die styging in grondwaardes vanaf die gemiddelde jaarlikse pryse is 1,16 persent tussen 1986 en 1987 en 3,49 persent tussen 1987 en 1988.

Die mees onlangse grondtransaksies gee die beste weerspieëling van die verwagte grondappresiasie. Die prys van R 5 778 per hektaar word as verteenwoordigende waarde vir besproeiingsgrond en -toerusting geneem. Die kapitaalinkomste word geneem as 'n jaarlikse nominale groeikoers van 3,49 persent op die waarde van die kapitaalbelegging in grond en vaste verbeterings.

6.4.2.2 Lopende-inkomste

Die huur wat betaal word per hektaar besproeibare grond toon die minste variasie. Die waarde wissel van R 417 per hektaar tot R 590 per hektaar. Die besproeibare oppervlakte is klaarblyklik ook die belangrikste oppervlakte van bogenoemde drie

oppervlaktes wat die grondhuurtarief bepaal. Die huurtariewe toon 'n styging met verloop van tyd. Die huur vir ooreenkomste wat in die begin van 1986, 1988 en 1989 gesluit is, beloop onderskeidelik R 500, R 580 en R 590 per hektaar besproeibare grond. Die boere betaal gemiddeld R 521 per hektaar.

Die jaarlikse huurtarief van R 590 per hektaar word gebruik om die opbrengskoers van lopende inkomste te bereken. Die bedrag, uitgedruk as 'n persentasie van 'n kapitaalbelegging van R 5 778 per hektaar, gee 'n nominale opbrengskoers van 10,21 persent per jaar.

6.4.2.3 Totale koste van eie kapitaal

Die voorbelasting koste van eie kapitaal in die boerderye is die somtotaal van die opbrengskoerse wat lopende- en kapitaalinkomste lewer, naamlik 10,21 persent en 3,49 persent onderskeidelik. Die koste is in die geval 13,70 persent. Net die lopende inkomste is aan inkomstebelasting onderhewig en met 'n aanname van 'n marginale belastingkoers van 20 persent verminder die koers van 'n jaarlikse nominale koers van 10,21 persent tot 8,17 persent. Die nominale koste van eie kapitaal vir 'n boer met 'n belastingkoers van 20 persent is 11,66 persent per jaar.

6.4.3 Die koste van vreemde kapitaal

Vreemde kapitaal se nominale geweegde voorbelasting koste is 18,80 persent per jaar. Die nabelasting koste verminder tot 15,04 persent met 'n marginale belastingkoers van 20 persent.

6.4.4 Die geweegde gemiddelde koste van kapitaal

Die nominale voor- en nabelasting GGKK vir boere met eiekapitaalverhoudings van 30 persent, 50 persent en 80 persent en 'n marginale belastingkoers van 20 persent is beraam en word in tabel 6.2 aangetoon.

Tabel 6.2 Die nominale voor- en nabelasting geweegde gemiddelde koste van kapitaal vir drie groepe boere in die Vanderkloof Staatswaterskema met eiekapitaalverhoudings van 30, 50 en 80 persent

Eiekapitaalverhouding (%)	Nominale geweegde gemiddelde koste van kapitaal	
	Voorbelasting (%)	Nabelasting[1] (%)
30	17,27	14,03
50	16,25	13,35
80	14,72	12,34

1. Marginale belastingkoers = 20 %

6.5 BESPREKING VAN RESULTATE

Die beraamde GGKK verskil van die rentekoerse wat op die verskillende vorme van krediet betaal word. Die laagste voorbelasting GGKK van 14,72 persent, is byvoorbeeld 0,78 persent laer as die laagste rentekoers wat op langtermyn vreemde kapitaal betaal word. Ondernemers neem ook gewoonlik nie die kapitaalstruktuur van 'n onderneming in ag wanneer hulle 'n belegging maak nie. Die verskille in die GGKK wat deur die verskillende eiekapitaalverhoudings veroorsaak word, dui op die nadele van sulke aannames.

Die metode wat toegepas is om die GGKK te beraam, verseker dat die koste van alle kapitaalbronne in ag geneem word. Die koste van kapitaal bestaan uit die risiko-vrye rentekoers, 'n inflasiepremie en 'n risiko-premie. Die gebruik van kapitaal van voorsieners wat hoër risiko's aangaan by die uitleen daarvan, lei tot 'n hoër koste. Boere wat van sulke bronne gebruik maak, word met die metode vir die hoër risiko en koste van kapitaal gepenaliseer. Dit word duidelik weerspieël deur die verskille in die GGKK vir boere waarvan die bydrae van eie kapitaal tot totale kapitaal 30 persent, 50 persent en 80 persent is. Die koste van eie kapitaal, wat in die geval laer is as die ge-

weegde gemiddelde koste van vreemde kapitaal, veroorsaak dat 'n boer se GGKK daal namate hy meer van eie kapitaal gebruik maak.

Die koste van eie kapitaal is gedefinieer as die opbrengskoers wat op ekonomiese aktiwiteite verdien moet word sodat die waarde van eienaarsbelang gehandhaaf word en daarom kan die opbrengskoers wat boere verdien, gebruik word om dit te beraam. Indien die koers op jaarlikse winsgewendheid berus, sal die opbrengskoers elke jaar varieer. Die koers sal verder afhang van die grootte van 'n faktorkoste soos bestuursvergoeding omdat die opbrengskoers bereken word met 'n residuele benadering. Huur- en grondpryse daarenteen is 'n funksie van onder andere die huidige winsgewendheid van produksie en die verwagting omtrent toekomstige winsgewendheid. Volgens Nieuwoudt en De Jong (1985: 21) kan huurgeld, wat op verwagte wins gebaseer word, in 'n bepaalde jaar om verskeie redes van werklike wins afwyk. As 'n langtermynaanduider van plaaswinsgewendheid kan huurpryse egter gebruik word. Omdat die huurgeldsyfer deur markkragte bepaal word, is huur 'n objektiewe meetinstrument. Die gebruik van die bogenoemde veranderlikes om die koste van eie kapitaal te bereken, is 'n beter maatstaf van die opbrengskoers wat boere oor die langtermyn kan verdien. Die gebruik van die jongste beskikbare data verseker dus dat die mees resente opbrengskoers en dus koste van eie kapitaal bereken is.

Teoreties is die koste van eie kapitaal hoër as die koste van vreemde kapitaal. In hierdie geval is die koste van vreemde kapitaal egter hoër. Twee moontlike redes kan hiervoor aangevoer word. Eerstens is die ekonomie in 'n fase van hoë rentekoerse. Tweedens word die koste van eie kapitaal volgens definisie gelykgestel aan die opbrengskoers wat boere behoort te verdien. Die opbrengskoers wat bereken is vanaf huurtariewe en grondpryse, is die koers wat boere wel verdien en kan laer wees as dit wat hulle moet verdien om hulle eienaarsbelang in stand te hou.

Die totale nominale voorbelastingkoers van 13,70 persent vergelyk egter goed met Nieuwoudt (1980: 391) se nominale op-

brengskoers van 13,4 persent. Nieuwoudt (1980: 391) het gevind dat die opbrengskoers uit huurgeld vir die Suid-Afrikaanse landbou as 'n geheel 5,4 persent was. Janse van Rensburg (1986: 48) het gevind dat die huurtarief, uitgedruk as 'n persentasie van die markwaarde van grond, in Wes-Transvaal 5,9 persent was, in die Transvaalse Hoëveld 4,5 persent en in die Noordwes-Vrystaat 4,36 persent. Tweeten (1981: 14) het op dieselfde wyse reële huuropbrengskoerse vir die VSA-landbou bereken wat 7,3 persent in die sewentiger jare was en 'n totale opbrengskoerse van 9,5 persent en 16,0 persent vir die sestiger en sewentiger jare. In hierdie studie is die nominale opbrengskoers wat uit huurgeld verdien word 10,21 persent. Die koers is egter vir besproeiingsboere bereken.

Die inkomste-belasting wat boere betaal verminder die effektiewe koste van kapitaal. 'n Hoër koers lei tot 'n verlaging in die koste van kapitaal. Die opbrengs uit die styging van grondwaardes is nie belasbaar nie. Belasting verlaag dus die koste van eie kapitaal tot 'n mindere mate as die koste van vreemde kapitaal.

Die verskille in die waarde van eienaarsbelang en totale bates wat deur verskillende waardasie metodes veroorsaak word, beklemtoon die noodsaaklikheid van die gebruik van 'n realistiese waardasiemetode. Die waardes beïnvloed die GGKK omdat die verhouding van eie tot vreemde kapitaal verander en dus die gewigte wat die koste van eie en vreemde kapitaal dra. Die aangepaste markwaarde wat gebruik is, is meer realisties as die markwaarde wat die boere aandui. Die waardasie van besproeiingsgrond teen R 5 000 per hektaar, is 'n bewys daarvan want grond is in 1988 verhandel teen 'n gemiddelde prys van R 5 778 per hektaar.

Die ideaal is om elke boer se GGKK te beraam. Die drie waardes van 14,03 persent, 13,35 persent en 12,34 persent wat vir die boere in die Vanderkloof Staatswaterskema beraam is, gee egter 'n aanduiding van ordegroottes ten spyte van die beperkte beskikbare data.

6.5.1 Samevattende gevolgtrekking

- Die GGKK is gebaseer op die langtermyn-kapitaalstruktuur van die onderneming. Die nominale nabelasting GGKK is vir boere met eiekapitaalverhoudings van 30 persent, 50 persent en 80 persent onderskeidelik 14,03 persent, 13,35 persent en 12,34 persent indien 'n marginale belastingkoers van 20 persent aangeneem word.
- Die GGKK van boere is laer as die koste van geleende fondse en veroorsaak dat 'n boer se GGKK styg namate hy meer van vreemde kapitaal gebruik maak. Vreemde kapitaal se nominale nabelasting koste is 15,04 persent gegewe 'n marginale belastingkoers van 20 persent.
- Die kapitaalstruktuur van 'n onderneming beïnvloed die GGKK en dus die winsgewendheid van 'n belegging. Indien vreemde kapitaal se bydrae tot totale kapitaal toeneem, styg die GGKK en moet 'n belegging 'n hoër opbrengskoers lewer om steeds winsgewend te wees.
- Die koste van eie kapitaal kan enersyds deur die residuele benadering en andersyds indirek deur grondhuurtariewe en grondpryse te gebruik, beraam word en behoort in samehang met mekaar gebruik te word.

6.5.2 Navorsingsimplikasies

Die GGKK van verskillende boerderytipes kan met die geïllustreerde prosedure beraam word. Die koste van eie kapitaal kan op verskillende wyses beraam word. Die resultate van die metode wat gevolg is deur huurtariewe en grondpryse te gebruik, moet met koerse wat met die residuele metode verkry word, vergelyk word. Die gevolge van verskille tussen die empiries bepaalde GGKK en verdiskonteringskoerse wat op ander wyses verkry word, kan ondersoek word deur beide koerse in dieselfde omstandighede as besluitnemingsinstrument te gebruik.

BRONNELYS

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York: John Wiley and Sons

CASLER, GL, ANDERSON, BL and APLIN, RD. (1984). Capital investment analysis. New York: John Wiley and Sons

COPELAND, TE and WESTON, JF. (1983). Financial theory and corporate policy. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company

FISKE, JR. (1986). A comparative analysis of the return to equity and weighted average cost of capital approaches to capital budgeting. Agricultural Finance Review Vol 46: 48-57

GILL, EE. (1984). A net present value approach under uncertainty for making the irrigation investment decision in Central Minnesota. M.Sc-thesis, St. Paul: Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota

JANSE VAN RENSBURG, BDT. (1986). Bepaling van grondwaarde en huurtariewe in die hoëveldstreek. Pretoria: Departement van Landbou en Watervoorsiening, Direktoraat Landbou-ekonomie

KIRSTEN, JF en BACKEBERG, GR. (1988). Konsepverslag oor beplanning van ekonomies bestaanbare boerderygroottes in die Oranje-Vaal Besproeiingsgebied. Afdeling Makro Hulpbron-ekonomie, Direktoraat Landbouproduksie-ekonomie: Pretoria

LAMBRECHTS, IJ, REYNDERS, HJJ en SCHEURKOGEL, AE. (1986). Die investeringsbesluit. Pretoria: Sigma-Pers

NIEUWOUDT, WL. (1980). Value and rent of farm land. The South African Journal of Economics Vol 48, No 4: 389-397

NIEUWOUDT, WL. (1985). Competitive position of South African agriculture: An analysis of supply and demand. Landbouvooruitskouingskonferensie (6e:1985:Pretoria). Pretoria: s.n

NIEUWOUDT, WL en DE JONG, JJ. (1985). Grondhuurgeld as aanduider van winsgewendheid in mielie- en koringproduksie. Agrekon Vol 24, No 2: 21-26

ORTMANN, GF en RASK, N. (1988). Die kostemededingendheid van belangrike uitvoerlande ten opsigte van mielies, koring en sojabone I: Produksie- en bemarkingskoste. Agrekon Vol 27, No 2: 17-26

STEVENS, GT. (1979). Economic and financial analysis of capital investments. New York: John Wiley and Sons

TWEETEN, L. (1981). Farmland pricing and cash flow in an inflationary economy. Research report P-811. Stillwater: Agricultural Experimental Station, Division of Agriculture, Oklahoma State University

WHITE, FC, MUSSER, WN and OOSTHUIZEN, J. (1978). Cost of capital for American agriculture: Its use in Agriculture policy formulation. Agricultural Finance Review Vol 38: 21-28

WILSON, PN and EIDMAN, VR. (1981). The economics of irrigating medium and fine textured soils in Minnesota. Economic report ER 81-8, St. Paul: Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota

SUMMARY

The weighted average cost of capital (WACC) is defined as the cost of debt multiplied by the percentage that debt forms of the total capital plus the cost of equity multiplied by the percentage that equity forms of total capital. The WACC has not yet been empirically determined for irrigation farmers in South Africa.

The purpose with chapter 6 was to suggest a procedure for estimating the WACC empirically and to illustrate the procedure by estimating the WACC for irrigation farmers in the Vanderkloof State Water Scheme.

The practical estimation of the WACC results in certain assumptions being made. An important assumption is that the new investment is financed with capital obtained in the same ratio as that of the selected capital structure. Furthermore, the term for which the cost calculation must be done is also important. The longer the term, the more difficult it is to estimate the WACC correctly. By using the WACC, it is also assumed that the investment being evaluated has the same risk as the business as a whole.

The main components to be calculated are the cost of equity, the cost of debt and the weight each carries. The weight of each financial source can be obtained empirically if the capital structure of the farm firm is known. The estimation of the cost of equity presents problems because an explicit interest cost does not exist. The cost of equity was determined by using rental income in the area and the value of developed irrigation land. The cost of each source of debt was obtained from cooperatives, the Land Bank and commercial banks. A marginal income tax rate of twenty per cent is assumed to express an after-tax rate.

Farmers were divided into three categories, namely farmers with equity proportions of 30 per cent, 50 per cent and 80 per cent.

The weights used to represent the liability structure, were 40 per cent current liabilities, 25 per cent medium term liabilities and 35 per cent long term liabilities. The weights of the different current liabilities were 70 per cent for the overdraft, 20 per cent for the production loan and 10 per cent for the monthly account.

The most recent transactions give the best indication of the expected land appreciation. The price of R 5 778 per hectare was taken as representative value for irrigation land and improvements. The capital income was taken as an annual nominal growth rate of 3,49 per cent on the value of the capital investment in land and fixed improvements. The annual rental income of R 590 per hectare gave a nominal return rate of current earnings of 10,21 per cent per year.

The nominal WACC was estimated for farmers with equity ratios of 30 per cent, 50 percent and 80 per cent, which amounted to 14,03 per cent, 13,35 per cent and 12,34 per cent respectively, subject to a marginal tax rate of 20 per cent.

One can conclude that the rates of WACC estimated for the three groups of irrigation farmers in the Vanderkloof State Water Scheme show the importance of the method for determining a discount rate empirically. Although equity does not have explicit interest rates, the cost of the capital source can be calculated from return rates earned by farmers. Land values and rental income, which are an indication of profitability, can be used to estimate the cost of equity.

HOOFSTUK 7*

DIE APLAND-BEGROTINGSONTWIKKELAAR AS HULPMIDDEL VIR DIE OPSTELLING VAN INKOMSTE- EN KOSTERAMINGS VAN GEWAS- EN VEEVERTAKKINGS VIR BEPLANNINGSDOELEINDES

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

7.1 INLEIDING

'n Boerderyvertakking het gedefinieerde insette en meetbare uitsette en word gewoonlik op grond van die eindproduk (byvoorbeeld koring, lusern, aartappels, nawels of vleisbeeste) onderskei. 'n Boerderyvertakkingbegroting is 'n projeksie van die verwagte gemiddelde jaarlikse koste en inkomste asook hulpbronbehoeftes van 'n boerderyvertakking op 'n eenheidsbasis (Boehlje en Eidman, 1984: 167; Harsh, Conner en Schwab, 1981: 190). 'n Boerderyvertakkingbegroting word vir vele bestuursbesluite benodig soos byvoorbeeld by die keuse van die stelsel vir die produksie van 'n gewas- of veevertakking, die ontwikkeling van 'n huurooreenkoms, die evaluering van 'n belegging en die selektering van 'n boerderyplan. Die doel met 'n boerderyvertakkingbegroting is om ekonomiese data aan die besluitnemer te voorsien om verskillende opsies te evalueer (Osburn en Schneeberger, 1983: 204). Afhangende van die tydshorison van beplanning, word tussen korttermyn- en langtermyn-boerderyvertakkingbegrotings onderskei. 'n Langtermyn-boerderyvertakkingbegroting word gewoonlik vir 'n vyfjaarperiode of langer beraam. In langtermynbeplanning word die eienaarskapkoste (vaste koste) en die bedryfskoste (lopende koste) beide as veranderlik beskou omdat werktuie en aanteelvee in die beplanningsperiode vervang kan word en daarom word eienaarskapsowel as bedryfskoste in die vertakkingbegroting ingesluit. Daarenteen word 'n korttermyn-boerderyvertakkingbegroting vir die volgende produksieperiode opgestel en is daar minder koste-

* Hierdie hoofstuk is geheel en al gebaseer op 'n manuskrip wat aan Agrekon vir publikasie voorgelê is (Februarie 1991).

items wat in die veranderlike kategorie val. Beide langtermyn- en korttermyn-boerderyvertakkingbegrotings is noodsaaklike boustene vir boerderybeplanningsdoeleindes.

Daar bestaan 'n groot behoefte aan resente en betroubare boerderyvertakkingbegrotings op streeks- sowel as plaasvlak (Libbin en Torell, 1990). Die voorbereiding van boerderyvertakkingbegrotings vereis deeglike kennis van ekonomiese konsepte sowel as die gebruik van 'n rekenaar om die omvangryke kostebereke-ningsprosedures vinnig en akkuraat uit te voer (Spurlock, Laughlin, Walden en Parvin, 1986). Aanvanklik is 'n gesentraliseerde benadering gevolg deur boerderyvertakkingbegrotings op 'n hoofraamrekenaar te ontwikkel. Die beste voorbeeld is die Direktoraat Landbou-ekonomie se Combud-stelsel. Deesdae word boerderyvertakkingbegrotings toenemend deur verskeie instansies op persoonlike rekenaars ontwikkel wat die bestaande voorraadlys van vertakkingbegrotings nuttig aanvul. 'n Onlangse studie het getoon dat boerderyvertakkingbegrotingsresultate in dieselfde gebied grootliks kan verskil (Libbin en Torell, 1990). 'n Gedesentraliseerde benadering vir die opstelling van vertakkingbegrotings hou die gevaar in dat die kosteprosedures teoreties foutief kan wees en ongekontroleer bedryf kan word. 'n Groot voordeel egter van 'n gedesentraliseerde benadering is dat die begrotings op 'n persoonlike rekenaar vinniger uitgevoer kan word en ook meer situasiespesifiek opgestel kan word.

Die doel met hierdie hoofstuk is om 'n wetenskaplik gefundeerde boerderyvertakkingbegrotingsontwikkelaar van Apland (1987) wat op 'n persoonlike rekenaar bedryf word, te beskryf. Daar sal aangetoon word dat die Apland-begrotingsontwikkelaar voorsiening maak vir die insluiting van vaste kostes en daarom begrotings nie net vir korttermyn beplanningsperiodes nie maar ook vir langtermynbeplanning kan ontwikkel. Vervolgens is die Apland-begrotingsontwikkelaar buigsaam en maak dit moontlik om met nuwe of gebruikte werktuie te werk, vervangingswaarde van bates of die historiese kosprys van die bate te gebruik, reële

of nominale rentekoerse te kies en addisionele vaste koste-items in te sluit.

7.2 LITERATUURSTUDIE

Vir die nodige agtergrond word die komponente van 'n boerdery-vertakkingbegroting kortliks bespreek sowel as die begrippe vaste en veranderlike koste. Daarna word die tegniese verwantskap wat 'n vertakkingbegroting onderlê, gedefinieer en die algemeenste metode om boerderyvertakkingbegrotingsdata te versamel, beskryf. Laastens word verwys na die Combud-stelsel sowel as die Apland-begrotingsontwikkelaar.

7.2.1 Komponente van 'n boerderyvertakkingbegroting

'n Boerderyvertakkingbegroting sluit normaalweg 'n beraming in van die benodigde fisiese produksiemiddele en geproduseerde produkte, pryse en die totale waarde van elke produksiemiddel en produk per eenheid van die boerderyvertakking vir een of ander toekomstige periode. 'n Volledige boerderyvertakking-begroting maak voorsiening vir die volgende ontledings: bruto marge ontleding, maandelikse transaksievloei (inkomste en uitgawes), opsomming van maandelikse masjineriegebruik en 'n sensitiwiteitsontleding van die bruto marge (Standard Bank, 1988: 97). Gewoonlik maak die formaat van 'n vertakking-begroting voorsiening vir agt dele: die titel, belegging in lewende hawe, ontvangstes, lopende koste, eienaarskapkoste, inkomste bo gespesifiseerde koste, voetnote en die seisoenale verspreiding van produksiemiddele (Boehlje en Eidman, 1984: 167).

Die titel beskryf die boerderyvertakking en enige unieke eienskappe soos byvoorbeeld die produksiestelsel. By 'n vee-vertakkingbegroting is dit belangrik om die kuddegrootte aan te dui aangesien die beginsel van die ekonomie van grootte in die hulpbrongebruik voorkom. Die doel met die insluiting van die belegging in lewende hawe is om die samestelling van die vertakking te bepaal asook die totale belegging in lewende hawe

sodat toepaslike eienaarskapkoste beraam kan word. By die opstelling van langtermyn-boerderyvertakkingbegrotings word gewoonlik langtermyn gemiddelde pryse gebruik met die nodige aanpassings vir heersende tendense. Vir die voorspelling van pryse in korttermyn vertakkingbegrotings word die beste beskikbare vooruitskouingsinligting gebruik. Die tendense in insetkoste behoort ook noukeurig bestudeer te word sodat die kosteramings toepaslike toekomstige toestande sal reflekteer soos die gevolge van inflasie en veranderende vraag- en aanbodtoestande van insette. Voetnote is 'n doelmatige manier om inligting te verskaf vir die vertolking van die vertakkingbegroting maar wat nie direk in die begroting ingesluit kan word nie. Die seisoenale verspreiding van insette word geskeduleer namate die produksiestelsel gedefinieer word. Alhoewel boerderyvertakkingbegrotings jaarlikse koste en inkomste reflekteer, is die seisoenale gebruik van produksiemiddele (arbeid, bedryfskapitaal, aangeplante weidings, geboue en masjiene) en produkvloei belangrik vir die ontwikkeling van bemarking- en finansiële planne.

7.2.2 Vaste en veranderlike koste

By die ontwikkeling van boerderyvertakkingbegrotings is dit belangrik om tussen vaste en veranderlike koste te onderskei. Die items wat as veranderlike kostes ingedeel word, hang af van die lengte van die beplanningsperiode. Gewoonlik word die veranderlike koste-items onder die hofie "bedryfskoste" ingedeel terwyl die vaste kontant- en nie-kontantkostes onder die hofie "eienaarskapkoste" gelys word. Bedryfskoste sluit normaalweg alle kostes in wat oor die beplanningsperiode van een produksie-periode veranderlik is. Die eienaarskapkoste sluit gewoonlik depresiasie, rente, versekering en belasting op werktuie en geboue in. 'n Koste vir die benutting van grond en sekere bestuursdienste kan ook onder eienaarskapkoste ingesluit word. Aangesien die veranderlike kostes van die situasie afhang, moet die besluitnemer in staat wees om die kosteberamings te vertolk en van die vaste kostes te onderskei met die oog op besluitneming. Slegs veranderlike koste behoort in

ag geneem te word by die besluit ten opsigte van wat, hoeveel en hoe oor die korttermyn geproduseer word. Die vaste koste sal op dieselfde peil bly ongeag bogenoemde besluite en derhalwe behoort die vaste kontant- en nie-kontant kostes by besluitneming buite rekening gelaat te word.

Die twee belangrikste komponente van vaste koste is rente en depresiasie. Depresiasie as 'n ekonomiese konsep is die vermindering in die markwaarde van toerusting as gevolg van slytasie, ekonomiese veroudering en ouderdom (Boehlje en Eidman, 1984: 138). Depresiasie en rente gekombineer 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 beide kostes te delg nie. 'n Meer ingewikkelde prosedure, die kapitaalherwinningsmetode, kan gebruik word om die kostes meer akkuraat te bereken (Boehlje en Eidman, 1984: 142). Die metode bereken 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.

In die geval van masjineriekoste word ook onderskei tussen vaste en veranderlike koste. Vaste koste sluit kapitaalherwinning (rente en depresiasie), versekering, belasting en behuisingskoste in. Veranderlike masjineriekoste, wat met die omvang en intensiteit van produksie varieer, sluit herstel- en onderhoudskoste, brandstofkoste en smeringskoste in.

7.2.3 Produksieverwantskappe en boerderyvertakkingbegrotings

Die basiese tegniese verwantskap wat 'n boerderyvertakkingbegroting onderlê, is die produksiefunksie. 'n Produksiefunksie toon die verwantskap tussen die gebruik van insette en die geproduseerde produk. Die produksiefunksie toon dus die tegniese doeltreffendheid waarin insette in produkte omskep word. Daar kan soveel begrotings van 'n boerderyvertakking wees as wat daar logiese kombinasies van produksiepraktyke is.

Elke vertakkingbegroting stem dus ooreen met 'n puntskatting op 'n produksiefunksie. Daarom word gewasvertakkingbegrotings opgestel vir die "gemiddelde hektaar" in 'n bewerkte land op die plaas (Eidman en Greene, 1978: 35). Die opbrengste, meganiese bewerkings, plantdigthede, kunsmistoedienings, onkruidbeheermiddels, besproeiingstoedienings, oeskoste en ander insetbenodigdhede is die verwagte of gemiddelde hoeveelhede oor 'n aantal jare.

7.2.4 Versameling van data vir boerderyvertakkingbegrotings

Die groepbesprekingstegniek word oor die algemeen gebruik om data vir die opstelling van 'n vertakkingbegroting te versamel (Düvel, 1980). Die uitgangspunt by die samestelling van die groeplede is dat die boere met navolgingswaardige praktyke betrek moet word. Gewoonlik selekteer die landbouvoorligter van die gebied die paneellede. Die groep moet verkieslik klein wees en nie meer as 5 boere insluit nie. Tydens die groepbesprekingsessie moet die produksiepraktyke goed uitgeklaar word. Na die opstelling van die vertakkingbegroting moet die landbouvoorligter weer die geleentheid kry om die produksiepraktyke te kontroleer en indien nodig met die groeplede te bespreek.

7.2.5 Die Combud-stelsel

Die Combud-stelsel verwys na die stel boerderyvertakkingbegrotings wat deur die aangepaste "Oklahoma budget generator" sedert 1981 in die Direktoraat Landbou-ekonomie op die hoofraamrekenaar ontwikkel en in stand gehou word. Tans is daar meer as 600 boerderyvertakkingbegrotings beskikbaar. Die werking van die Combud-stelsel geskied deurdat die begrotings in die begrotingslêer geskep word vanaf die insetdatalêer en koëffisiënte vanaf die permanente datalêers. Alle toerusting- en masjieneriekostes word op standaardmetodes bereken maar die gebruikers kan enige van die koëffisiënte met sy eie vervang (Lubbe en Joubert, 1982: 5). Die volgende uitvoere is van die Combud-stelsel beskikbaar: bruto marge, netto marge, kontant-

vloei van insette en bewerkings, uitvoere van permanente data (masjienkomplement), opsomming van werktuig- en brandstofgebruik en 'n lys van alle beskikbare begrotings.

7.2.6 Die Apland-begrotingsontwikkelaar

Die Apland-boerderyvertakkingbegrotingontwikkelaar bestaan uit 'n stel werksblaaie wat voorsiening maak vir gewasse en vee en is deur Apland (1987) ontwikkel. Die drie werksblaaie EBMCH1, EBGEN1 en EBCRP1 is ontwerp om boerderyvertakkingbegrotings te ontwikkel en gebruik die Lotus-rekenaarprogram. EBMCH1 bereken masjineriekoste en verskaf 'n verslag van masjineriekoste. Die program dien ook as 'n databasis met uurlikse koste van masjinerie wat gebruik word en die berekende waardes word in die ander twee programme gebruik. Die EBCRP1-program vir gewasse en EBGEN1-program vir vee of spesiale boerderyvertakkings word gebruik vir elke boerderyvertakkingbegroting wat opgestel word. Die voordeel van die begrotingsontwikkelaar is dat dit op 'n persoonlike rekenaar bedryf kan word en voorsiening maak vir die opstel van boerderyvertakkingbegrotings wat vaste en veranderlike koste insluit.

7.2.7 Vernaamste implikasies van die literatuurstudie

Uit die literatuurstudie blyk die volgende:

- Die formaat van 'n boerderyvertakkingbegroting bestaan gewoonlik uit 8 komponente: die titel, belegging in lewende hawe, ontvangstes, lopende koste, eienaarskapkoste, inkomste bo gespesifiseerde koste, voetnote en die seisoenale verspreiding van insette.
- 'n Volledige vertakkingbegroting maak voorsiening vir 'n bruto marge ontleding, maandelikse transaksievloei, opsomming van maandelikse masjieneriegebruik en 'n sensitiwiteitsontleding van die bruto marge.
- 'n Onderskeid moet tussen langtermyn- en korttermynboerderyvertakkingbegrotings getref word.
- Betroubare kosteberekeningsprosedures moet gebruik word.

- Die tegniese verwantskap wat 'n boerderyvertakking-begroting onderlê, is die produksiefunksie en daarom moet die produksiepraktyke periodiek van nuuts vasgestel word.
- Die groepbesprekingstegniek word gebruik om vertakking-begrotingsdata te verkry.
- Beide die Combud-stelsel sowel as die Apland-begrotingsontwikkelaar voldoen aan die gestelde vereistes en vul mekaar nuttig aan.

7.3 PROSEDURE

Die Apland-begrotingsontwikkelaar word geïllustreer deur 'n langtermyn vertakkingbegroting vir koring in wisselbou met laat-mielies en katoen onder spilpuntbesproeiing in die Ramahgebied te ontwikkel. Die kostes wat ter sprake is by die verbouing van koring onder spilpuntbesproeiing 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 kostes word onderskeidelik as produksie- en besproeiingskoste verwys.

7.3.1 Produksiekoste

Die data wat benodig is om die produksiekoste van koring te beraam, is verkry deur 'n groepbespreking met produsente in die Suid-Vrystaat substreek te hou. 'n Voorligtingkundige en vyf boere wat deur hom geïdentifiseer is op grond van hul praktyke ten opsigte van koringverbouing is by die bespreking betrek.

Die inligting is verkry deur gebruik te maak van 'n gestruktureerde 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 bewerkings-

praktyke 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.

7.3.2 Besproeiingskoste

Besproeiingskoste bestaan ook uit veranderlike- en vaste koste en word beïnvloed deur die betrokke stelsel wat gebruik word. Besproeiingskoste vir koring is bereken met 'n gerekenariseerde kosteberekeningsprosedure wat vir spilpuntbesproeiing ontwikkel is (Meiring, 1989).

Die besproeiingskoste is bereken vir 'n spilpuntstelsel met sestig hektaar sandgrond onder besproeiing en 'n kapasiteit van 12 mm en 'n statiese hoogte van -15 m. Die vaste koste wat vir die stelsel beraam is, is bereken met 'n 150 persent benutting van die besproeiingsoppervlakte van sestig hektaar wat neerkom op gewasverbouing van 90 hektaar gedurende die twee seisoene.

Besproeiingsveranderlike koste is beraam vir 'n bruto water-toediening van 729 mm vir koring. Die toedieningspeile is verkry deur die BEWAB-besproeiingskeduleringprogram van Bennie, Coetzee, van Antwerpen, van Rensburg en Burger, (1988) te gebruik.

7.3.3 Prosedure by die ontwikkeling van gewasvertakking-begrotings

Twee werksblaaie word in die Apland-begrotingsontwikkelaar gebruik wanneer vertakkingbegrotings vir gewasse opgestel word, naamlik EBMCH1 en EBCRP1. Die programme is gemetriseer deur al die eenhede en formules in die program na SI-standaard om te skakel. Die formule wat brandstofverbruik bereken is aangepas volgens Suid-Afrikaanse riglyne en word bereken as 0,38 liter per kWh.

7.3.3.1 EBMCH1-program

Die EBMCH1-program is gebruik om die meganisasiekoste van koringverbouing onder spilpuntbesproeiing te beraam. Alle besonderhede van tot veertig werktuie op 'n plaas word in die program ingelees. Vaste koste (eienaarskapkoste) wat bereken word, sluit kapitaalherwinning, versekerings-, belasting- en behuisingskoste in. Totale herstel-, brandstof- en smeringkoste en hierdie kostes uitgedruk per uur word as veranderlike kostes bereken. Dié koste-besonderhede kan in verslagvorm uitgedruk word. Alle meganisasiekosteberekenings in die program is ekonomies gefundeer op metodes wat Boehlje en Eidman (1984) voorstel. Onderskeid word getref tussen vaste en veranderlike koste. Rente en depresiasie word in die program bereken deur gebruik te maak van die kapitaalherwinningsmetode.

Algemene insetbesonderhede (waardes gebruik, word in hakies aangedui) wat in die EBMCH1-program ingelees moet word, is die prys van diesel (103,6 c/l), die nominale rentekoers (19 %) en inflasiekoers (14 %) vir die berekening van die reële rentekoers en smeringskoste as 'n persentasie van brandstofkoste (10 %). Vir elke werktuig moet spesifieke besonderhede van die betrokke werktuig verskaf word. Dit sluit besonderhede in soos die beskrywing van die werktuig, lewensduur in jaar, jaarlikse gebruik in uur, aankoopprys en voorafgebruik in jare en uur vir tweedehandse werktuie asook die grootte van trekkers. Die jaarlikse herwinningswaarde en herstelkoste moet as 'n persentasie van die aankoopprys aangedui word. 'n Meganisasiestelsel met drie trekkers (35 kW, 52 kW en 71 kW), 'n 4-skaarploeg, 'n skotteleg, 'n wydwerkskoffel, 'n koringplanter, 'n spuit, bossieslaner en 'n kunsmisstrooier word by koringverbouing gebruik en is in die meganisasieprogram ingelees. Aankooppryse van die trekkers en implemente asook die jaarlikse herstelkoste en lewensduur is geneem uit die Kostegids vir Masjinerie (RSA, 1990b).

7.3.3.2 EBCRP1-program

Die EBCRP1-program is ontwerp om gewasvertakkingbegrotings te ontwikkel. Die koste van bewerkingsaktiwiteite berus op die uurlikse vaste en veranderlike koste-data van masjinerie wat uit die EBMCH1-program verkry word. Die werktuie in die meganisasieprogram wat in elke bewerking gebruik word (maksimum 3), word deur middel van verwysingsnommers met die EBCRP1-program gekoppel. Die EBCRP1-program maak voorsiening vir tot sestien produksie-insette wat in die produksie-proses gebruik word. Behalwe vir die eienaarskapkoste van masjinerie word voorsiening gemaak vir die invoeging van drie addisionele vaste koste-items. Brandstofkoste, smering-, herstel- en arbeidskoste asook rente op produksie-insette word bereken vanaf data wat ingelees word. 'n Numeriese kode word gebruik om die maande aan te dui wanneer aankope, verkope en bewerkings plaas-vind vir die beraming van die kontantvloei van die vertakking. 'n Verslag kan verkry word wat alle begrotingsdata, bewerkingskoste, kontant- en arbeidsvloei asook 'n volledige boerdery-vertakkingbegroting insluit.

Beskrywings van die produkte, produksie-insette en vaste koste-items, die eenhede daarvan, hoeveelhede, pryse en maand van die aktiwiteit asook die loonkoers per uur en die rentekoers op produksie-lenings moet as invoere in die EBCRP1-program verskaf word. Vir elke bewerkingsaktiwiteit moet invoere verskaf word oor die tipe bewerking, masjinerie betrokke, aantal herhalings en die maand waarin die bewerking uitgevoer word. Data oor die wydte van die implemente, bewerkingspoed en doeltreffendhede moet ook verskaf word. Agt bewerkings word by koringverbouing gedoen. Na die vorige katoenoes word die reste met die bossieslaner fyn gemaak. Daarna volg 'n skottel- en skaarploeg-bewerking. Kunsmis word gestrooi en met die skotteleg ingewerk. Saadbedvoorbereiding geskied voor plant. Na plant word onkruiddoder toegedien. Die inligting wat gedurende die groepbespreking verkry is, is as insette vir die program gebruik. Alle pryse wat gebruik is, is die nuutste pryse wat beskikbaar was gedurende Februarie 1991. Die pryse is vanaf

die maatskappye of instansies wat die produk/diens lewer verkry. Opbrengspeile en produkpryse is belangrike veranderlikes by die winsgewendheid van besproeiing. Die opbrengsmikpunt van ses ton per hektaar wat vir koring gebruik is, is die gemiddeld wat boere oor die langtermyn realiseer. Die mees onlangse koringprys van R 506 vir A1-koring in die 1990/91 seisoen is as gevolg van ongunstige produksie-toestande baie hoog en word nie vir begrotingsdoeleindes gebruik nie. Ontledings om prysrisiko by koringproduksie in ag te neem, is deur Meiring en Oosthuizen (1991) gedoen. Die prys volgens die 1990/91 bemarkingseisoen met die grootste moontlikheid om voor te kom, is R 425 per ton en word in hierdie begroting gebruik.

Sensitiwiteitsontledings ten opsigte van die opbrengsmikpunt en koringprys is gedoen. Vir hierdie doel is die opbrengs van ses ton met 10 persent en 20 persent verminder en verhoog wat opbrengste van 4,8 ton, 5,4 ton, 6,6 ton en 7,2 ton tot gevolg het. Die prys van R 425 per ton is ook met 10 persent en 20 persent verlaag en verhoog en gee dus pryse van R 340 per ton, R 382,5 per ton, R 467,5 per ton en R 510 per ton. Die begrotingsontwikkelaar is gebruik om die invloed van hierdie opbrengs- en prysvariasie op die inkomste bo gespesifiseerde koste te bepaal. In die geval van die veranderende opbrengste is stroopkoste (R/t) en vervoerkoste (R/t.km) ook herbereken. Versekeringskoste (R/t) is nie aangepas nie omdat versekeringskoste op die opbrengsmikpunt van 6 ton gebaseer word.

7.4 RESULTATE

7.4.1 Meganisasiekoste

Die koste wat vir elke meganisasiestelsel met die EBMCH1-program bereken word, word hoofsaaklik in die EBCRP1-program gebruik om bewerkingskoste vir elke boerderyvertakkingbegroting te beraam. 'n Verslag met die uurlikse bedryfs- en eienaarskapkoste van elke werktuig word ook gegee. Die bedryfskoste en eienaarskapkoste vir werktuie wat vir koringverbouing gebruik word en die persentasie wat elke kategorie uitmaak van

totale meganisasiekoste, word in tabel 7.1 gegee. Die bedryfskoste bestaan uit herstel- en onderhoudskoste, smering- en brandstofkoste terwyl die eienaarskapkoste uit kapitaal-herwinning, versekering en belasting bestaan. Die groothede van elke koste-item kan ook afsonderlik in die verslag verkry word.

Tabel 7.1 Uurlikse bedryfs- en eienaarskapkoste (rand en % van totale meganisasiekoste) van trekkers en implemente gebruik vir die verbouing van koring onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek, 1991

Werktuig	Grootte	Bedryfskoste R/uur	%	Eienaarskapkoste R/uur	%
Trekker	35 kW	21,63	75	7,23	25
Trekker	52 kW	31,42	76	9,94	24
Trekker	71 kW	42,38	77	12,99	23
Skaarploeg	4 X 40 cm	2,68	56	2,10	44
Skotteleg	1,9 m	2,34	51	2,29	49
Wydwerkskoffel	2,9 m	2,32	46	2,73	54
Koringplanter	14 X 15 cm	11,20	41	16,45	59
Spuit	9 m (600l)	3,53	42	4,95	58
Bossieslaner	1,2 m	2,55	55	2,05	45
Kunsmisstrooier	250 kg	2,66	52	2,48	48

Afhangende van die toestande waaronder die werktuie gebruik word, word verskillende werkstempo's gehandhaaf. Indien die werkstempo van 'n sekere bewerking bepaal is, is die tydsduur per hektaar bekend en kan die meganisasiekoste per hektaar bereken word deur die waardes in tabel 7.1 te gebruik. Uit tabel 7.1 is dit duidelik dat bedryfskoste in die geval van die trekkers ongeveer 75 persent van die uurlikse meganisasiekoste uitmaak terwyl die verhouding laer is by die implemente.

7.4.2 Boerderyvertakkingontleding

Die EBCRP1-program het kontant- en arbeidsvloeistate asook die boerderyvertakkingbegroting tot gevolg. In tabel 7.2 word die maandelikse kontantvloei van die koringbedryfstak gegee. Die kontantuitvloei word in die verslag verdeel in kontantuitvloei van die meganisasiestelsel en van produksie-middele wat aangekoop word. Op die negatiewe saldo van die vorige maand word rente gehef teen die koers wat verskaf word (18,5 %). Uit tabel 7.2 is dit duidelik dat kontantuitvloei in Mei begin en voortduur tot in Desember. Rente word vanaf Junie toegevoeg. Die negatiewe kontantvloeibalans neem toe tot die koring in Desember gestroop word en 'n positiewe kontantvloeibalans van R 617 tot gevolg het.

Tabel 7.2 Maandelikse kontantvloei per hektaar vir die verbouing van koring onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek, 1991

Maand	Uitvloei R	Invloei R	Rente R	Balans R
Jan	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb	0,00	0,00	0,00	0,00
Mrt	0,00	0,00	0,00	0,00
Apr	0,00	0,00	0,00	0,00
Mei	52,24	0,00	0,00	-52,24
Jun	312,24	0,00	0,81	-365,29
Jul	428,04	0,00	5,63	-798,96
Aug	425,98	0,00	12,32	-1 237,26
Sep	73,12	0,00	19,07	-1 329,45
Okt	122,64	0,00	20,50	-1 472,59
Nov	73,12	0,00	22,70	-1 568,41
Des	340,05	2 550,00	24,18	617,36
Totaal	1 827,43	2 550,00	105,21	

Hierdie maandelikse kontantvloei is noodsaaklik vir die ontwikkeling van volledige kontantvloeibegrotings. Daardeur kan die seisoenale gebruik van produksiemiddele en produkvloei

ontleed word vir die ontwikkeling van bemarking- en finansiële planne.

Die vertakkingbegroting vir koringproduksie onder spilpunt-besproeiing, wat die hoofresultaat van die EBCRP1-program is, word in tabel 7.3 aangetoon.

Tabel 7.3 Vertakkingbegroting vir koring onder spilpunt-besproeiing op sandgrond, geplant op 1 Julie in die Suid-Vrystaat substreek, 1991

Item	Eenhede	Prys/eenheid	Hoeveelheid	Waarde/ha
Bruto inkomste:				
Koring	t	425,00	6,00	2 550,00
Totaal (1)				**2 550,00**
Bedryfskoste:				
Koringsaad: SST 66	kg	0,93	120,00	111,60
Kunsmis: MAP(33) 75% Zn	kg	1,19	150,00	178,50
UAN	kg	0,60	520,00	312,00
Onkruiddoder: Buctril	l	51,91	1,00	51,91
MCPA	l	10,61	0,50	5,31
Plaagbeheer: Metasystox	l	30,75	0,40	12,30
Folidol	l	20,34	0,65	13,22
Kontrak Lugspuit (plaag)	ha	24,00	1,00	24,00
Versekering: Hael	t	28,48	6,00	170,88
Kontrak stroop	t	35,00	6,00	210,00
Kontrak vervoer	t.km	0,40	300,00	120,00
Diesel stroop	l	1,04	9,70	10,09
Besproeiingskoste	mm	0,50	729,00	364,50
Brandstof en herstel	ha	242,07	1,00	242,07
Arbeid	h	1,20	7,79	9,35
Rente op bedryfsuitgawes	R	0,185	568,68	105,21
Totaal (2)				**1 940,94**
Bruto marge (3)=(1)-(2)				**609,06**
Eienaarskapkoste:				
Masjinerie en implemente	ha	98,11	1,00	98,11
Besproeiingstelsel	ha	268,47	1,00	268,47
Totaal (4)				**366,58**
Totale gespesifiseerde koste (5)=(2)+(4)				**2 307,52**
Inkomste bo gespesifiseerde koste (6)=(1)-(5)				**242,48**

Voetnota: Gronddiepte: 1 - 1,2 m, Gradering: A1, Afstand vanaf graansilo: 50 km

Die eerste 13 produksie-insette (tot voor brandstof en herstelwerk) se beskrywing, eenheid, prys per eenheid en hoeveelheid is direk ingelees. Veranderlike besproeiingskoste van R 0,50 per mm is egter 'n geweegde prys vir die 729 mm wat bestaan uit 153 mm teen 57,86 sent en 576 mm teen 48,10 sent. Dié twee tariewe word veroorsaak deur Eskom se tariefstruktuur. Brandstof- en herstelkoste asook arbeidskoste word bereken vanaf data wat by die bewerkingspraktyke verskaf is. Rente op bedryfskapitaal stem ooreen met die bedrag wat in die kontantvloeistaat bereken is. Die eienaarskapkoste van die masjinerie word in die EBMCH1-program bereken.

Die vaste koste vir die besproeiingstelsel beloop R 24 162. Teen 'n oppervlaktebenutting van 150 persent (90 ha) kom dit neer op 'n koste van R 268 per hektaar. Teen 'n koringprys van R 425 per ton en 'n opbrengs van 6 ton is die inkomste bo die gespesifiseerde koste dus R 242.

Hierdie tipe vertakkingbegrotings is noodsaaklike boustene van volledige boerderybegrotings. By die gebruik van die volledige begrotingstegniek, soos by 'n verandering van die totale boerderyplan of die oorweging van nuwe produksiestelsels, word 'n langtermyn-ontleding gedoen en word vaste koste ook in ag geneem. 'n Produsent kan net oor die langtermyn bly produseer indien hy sy veranderlike en vaste koste delg. Aangesien net die kontrakteursdienste (stroop en vervoer) se koste opbrengsveranderlik is, is die gelykbreekopbrengs wat oor die langtermyn gerealiseer moet word 5,34 ton per hektaar indien die wisselboustelsel 'n oppervlaktebenutting van 150 persent gee.

Oor die korttermyn, soos by die neem van produksiebesluite, moet verskillende gewasse/stelsels se relatiewe winsgewendheid bepaal word en word die besluitnemer gelei deur die bruto marge in elke begroting. 'n Produsent kan oor die korttermyn in produksie bly indien hy sy jaarlikse veranderlike koste kan delg. Volgens hierdie vertakkingbegroting moet die produsent 'n opbrengs van 4,35 ton koring per hektaar realiseer om oor die korttermyn gelyk te breek.

Hierdie begroting verskil van die COMBUD-begroting vir die gebied (RSA, 1990a: 104). Die verskille is onder andere toe te skryf aan prysverskille. 'n Belangrike verskil is egter die lae koste vir herstel- en onderhoudswerk en brandstofkoste in die COMBUD. Die herstelwerk vir die besproeiingstelsel is so laag as R 1,04 per hektaar. Oeskoste is in die COMBUD bereken vir graanlewering in sakke.

Sensitiwiteitsontledings van belangrike veranderlikes in die vertakkingbegroting gee insig oor die invloed en belangrikheid van dié veranderlikes. Die resultate van die sensitiwiteits-ontleding met wisselende produsentepryse en koringopbrengste in die vertakkingbegroting word in tabel 7.4 aangetoon.

Tabel 7.4 Die effek van opbrengs- en prysvariasie op die inkomste bo gespesifiseerde koste vir koringverbouing onder spilpuntbesproeiing op sandgrond, 1991

Opbrengs	Prys (R) per ton en % verandering				
(ton en % verandering)	340,00 -20 %	382,50 -10 %	425,00 0	467,50 +10 %	510,00 +20 %
4,8 (-20 %)	-611	-407	-203	1	205
5,4 (-10 %)	-440	-210	19	249	478
6,0 (0)	-269	-14	242	496	751
6,6 (+10 %)	-98	183	463	744	1 024
7,2 (+20 %)	73	379	685	991	1 297

Die belangrike invloed van die opbrengs en prys wat boere behaal, word weerspieël in die syfers van die inkomste wat gerealiseer word bo die gespesifiseerde kostes. Die riskantheid van produksie blyk ook uit die waardes in tabel 7.4. Indien die opbrengsmikpunt van 6 ton wel behaal word maar die produsenteprys wat gerealiseer word is R 382,50 per ton, 10 persent laer as die prys van R 425 per ton wat in die begroting gebruik word, sal die verlies nadat alle gespesifiseerde kostes afgetrek is R 14 per hektaar beloop. Hierdie tipe ontledings

met behulp van die Apland-begrotingsontwikkelaar gee dus insig vir die neem van bestuursbesluite.

7.4.3 Samevattende gevolgtrekking

Die groot voordeel van die begrotingsontwikkelaar van Apland is die buigsaamheid, maklike gebruik en spoed waarmee bevredigende boerderyvertakkingbegrotings verkry kan word deur 'n persoonlike rekenaar te gebruik. Dié program maak dit moontlik om maklik en vinnig die koste-implikasies van spesifieke praktyke te ontleed. Die program kan dus as 'n waardevolle beplanningshulpmiddel gebruik word.

Die Apland-begrotingsontwikkelaar is verder nog buigsaam en maak dit moontlik om nuwe of gebruikte werktuie se besonderhede te gebruik, asook om vervangingskoste van bates of die historiese kospryse van bates te gebruik. Reële of nominale rentekoerse kan vir renteberekening gebruik word. Verder kan veranderende verbouingspraktyke en addisionele vaste kosteitems maklik geakkommodeer word. Die invloed van veranderende praktyke of insette op boerderyvertakkingbegrotings en kontantvloei kan vinnig ontleed word. Aanpassings aan bestaande begrotings kan ook vinnig en akkuraat met behulp van die Apland-begrotingsontwikkelaar gemaak word.

7.4.4 Aanbevelings

Die Apland-begrotingsontwikkelaar kan algemeen gebruik word om boerderyvertakkingbegrotings op te stel. Die begrotingsontwikkelaar wat op 'n persoonlike rekenaar bedryf kan word, bespaar tyd en koste by die opstel van begrotings en maak dit moontlik om na behoefte boerderyvertakkingbegrotings te ontwikkel eerder as om algemene begrotings aan te pas.

Aangesien vertakkingsbegrotings deur verskillende instansies opgestel word, behoort begrotings vir dieselfde vertakkings binne 'n gebied vergelyk te word om verskille te identifiseer en aanpassings te maak.

BRONNELYS

APLAND, J. (1987). EBMCH1, EBCRP1 and EBGEN1 Enterprise budgeting worksheets. Staff Paper P87-1, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en 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

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York: John Wiley and Sons

DüVEL, GH. (1980). Die studiegroep. Die Suid-Afrikaanse Insituut vir Landbouvoorligting, Universiteit van Pretoria: Pretoria

EIDMAN, VR and GREENE, DD. (1978). Crop cost analysis. Water sources and irrigation economics "Disc" report 150-1978. Agricultural Experimental Station, University of Minnesota: St. Paul

HARSH, SB, CONNER, LJ and SCHWAB, GD. (1981). Managing the farm business. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc

LIBBIN, JD and TORELL, LA. (1990). A comparison of State and USDA cost and return estimates. Western Journal of Agricultural Economics Vol 15, No 2: 300-310

LUBBE, WF en JOUBERT, JSG. (1982). Die Oklahoma begrotingsprogram. Referaat gelewer tydens LEVSA-konferensie, 20-22 April 1982, WNNR-konferensiesentrum: Pretoria

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric.-verhandeling. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

MEIRING, JA en OOSTHUIZEN, LK. (1991). Produksie- en prysrisiko met die verbouing van koring, laat-mielies en katoen onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek. Manuskrip aan Agrekon voorgelê vir publikasie

OSBURN, DD and SCHNEEBERGER, KC. (1983). Modern agricultural management. Reston: Reston Publishing Company, Inc

SPURLOCK, SR, LAUGHLIN, DH, WALDEN, WC and PARVIN, DW. (1986). Mississippi State Budget Generator user's guide. Mississippi State University: Mississippi

STANDARD BANK. (1988). Finansiering en die boer. Johannesburg: Drukkersafdeling, Standard Bank van Suid-Afrika

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1990a). COMBUD bedryfstakbegrotings, Julie 1988, Vrystaatstreek. Pretoria: Staatsdrukker

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1990b). Kostegids vir masjinerie. Pretoria: Staatsdrukker

SUMMARY

Farm enterprise budgets are projections of the expected average annual cost and income of farm enterprises and are required for numerous management decisions. The purpose of farm enterprise budgets is to furnish the decision-maker with economic data to enable him to evaluate various options. A distinction must be made between short and long term farm enterprise budgets. However, a need exists to draw up complete farm enterprise budgets quickly and accurately on a personal computer.

The purpose of Chapter 7 was to describe a scientifically grounded farm enterprise budget generator to be used to draw up reliable farm enterprise budgets on a personal computer. The budget generator is illustrated by a crop budget for wheat under centre pivot irrigation in the Ramah area.

Complete farm enterprise budgets make provision for analyses for gross margins, monthly transaction flow, use of machinery and sensitivity of gross margin. In the budgets it is important to distinguish between fixed and variable cost. The planning period determines whether cost items should be regarded as variable or fixed. The basic technical relationship underlying a farm enterprise budget is the production function. For each combination of production practices of a farm enterprise a budget can be drawn up which will also correspond with a point estimation on the production function.

The Directorate of Agricultural Economics is at present maintaining a set of farm enterprise budgets on the main frame computer. The Apland budget generator, on the other hand, consists of a set of spreadsheets on the Lotus computer program which make provision for crop and livestock enterprises. The advantage of the Apland budget generator is that it can be operated on a personal computer and is flexible.

The generator was applied by compiling a farm enterprise budget for wheat under centre pivot irrigation for the Ramah area.

Input to estimate production cost was obtained by having a group discussion with producers in the area. This information includes data on yields, input, labour, machinery and cultivation practices. Irrigation costs were estimated by means of a computer program. The EBMCH1 program was used to estimate the mechanical cost of the implements used for wheat cultivation. Ownership costs estimated include capital recovery, insurance and tax, while operating costs such as repairs, fuel and lubricating costs are estimated. All cost calculations were economically grounded. The EBCRP1 program is used to develop the farm enterprise budgets. The cost of cultivation activities are obtained from the EBMCH1 program. Production input and additional fixed cost was read in.

As a result of the mechanisation program, a report of hourly operating and ownership cost of each implement was obtained. The EBCRP1 program resulted in cash and labour flow sheets and the farm enterprise budget. In the cash flow sheet all monthly cash inflow and outflow, as well as interest, were shown. The farm enterprise budget showed that with a wheat price of R425 per ton and a yield of 6 ton, the income above specified cost was R242. A sensitivity analysis carried out by means of the generator showed the important effect of the wheat price and yield on the net income realised.

The Apland farm enterprise budget generator has therefore proved to be flexible, and quick and easy to use. Time and cost can be saved when compiling the budgets and the program can be generally used.

HOOFSTUK 8*

PROSEDURE EN PROBLEME BY DIE GEBRUIK VAN 'N GEWASGROEISIMULASIEMODEL VIR KORING ONDER BESPROEIING

J.H.F. Botes en L.K. Oosthuizen

8.1 INLEIDING

Die seisoenale plan of strategie waarvolgens 'n boer besproeiingswater skeduleer is een van die hoof veranderlikes wat die ekonomie van besproeiing beïnvloed (Oosthuizen, Botes en Meiring 1989: 100). Ongelukkig is die ekonomiese winsgewendheid van besproeiingskedulering nog nie in Suid-Afrika ontleed nie. Die leemte aan ekonomiese ontledings van watergebruik vir besproeiing kan toegeskryf word aan die gebrek aan enersyds geskikte eksperimentele data en andersyds bruikbare gewasgroeisimulasiemodelle.

Die PUTU9-87 simulasiemodel is deur De Jager, van Zyl, Bristow en van Rooyen, (1982) en De Jager, van Zyl, Kelbe en Singels, (1987) ontwikkel om besproeiingswater vir koring in die Vaalharts Staatswaterskema en UOVS kampus te skeduleer. Terwyl dit vir boere in die Vanderkloof Staatswaterskema makliker is as die Vaalhartsboere om besproeiingswater te skeduleer, is 'n gewasgroeisimulasiemodel nog nie vir hierdie gebied gekalibreer nie.

Die vraag ontstaan gevolglik hoe goed kan PUTU9-87 die koringopbrengste in die Vanderkloof Staatswaterskema op gronde met verskillende profielbeskikbare waterkapasiteit (PBWK) en met verskillende skeduleringstrategieë beraam. Verder is daar onsekerheid oor die mate van akkuraatheid waarmee PUTU9-87 die grondwaterinhoud op 'n spesifieke dag kan beraam. Dit is veral

---

* Hierdie hoofstuk is vir publikasie voorgelê aan die Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Plant en Grond.

belangrik waar die model in die praktyk as skeduleringsinstrument gebruik word.

Die doel van hierdie hoofstuk is om PUTU9-87 te kalibreer vir die raming van koringopbrengste in die Vanderkloof Staatswaterskema. Die kalibrering word gedoen deur die gesimuleerde opbrengste te vergelyk met eksperimentele data wat in die gebied ingesamel is. Die seisoenale verandering in grondwaterinhoud sal ook gekontroleer word.

8.2 'n KORT BESKRYWING VAN DIE PUTU9-87 GEWASGROEISIMULASIEMODEL

Die PUTU-model is oorspronklik deur De Jager (1974) asook De Jager en King (1974) vir mielies ontwikkel en is deur De Jager, Botha en van Vuuren (1981) vir koring aangepas. Die model is later weer aangepas vir koring onder besproeiingstoestande (De Jager, *et al.* 1987).

Die inset databenodigdhede van die model is soos volg:

Klimatologiese data:
Maksimum en minimum temperatuur (°C), evapotranspirasie (mm) en sonskynduur (hr) op 'n daaglikse basis.

Grondkundige data:
Kleipersentasie, bruto digtheid, die grondwaterinhoud met planttyd van elke laag en die gronddiepte.

Plantkundige data:
Plantdigtheid (plante/m^2 of kg/ha), plantdatum (Julian dag), datum waarop die stoelstadium eindig en die potensiële opbrengs.

Besproeiingsdata:
Die hoeveelheid (mm) wat effektief per besproeiing toegedien word.

Die werklike verdamping (E)[1] van koring is afhanklik van grondwaterverdamping, blaaroppervlakte en plantwaterverhoudings. In PUTU9-87 word hierdie drie faktore as volg verklaar:

FL : die gewasfaktor wat die invloed van die loof (blaaroppervlakte) weerspieël,
Fg : die faktor wat die bydrae van die grondwaterverdamping bepaal en
Fh : die gewasfaktor wat die hidrouliese of plantwaterverhoudings in berekening bring (De Jager, *et al.* 1982).

Die gedeelte van verwysingsoppervlakteverdamping (Eo) wat vanaf die grond en plant verdamp (E) hang ten nouste saam met die bogenoemde drie faktore. Hierdie drie faktore staan algemeen bekend as die gewasfaktor (kc). In (8.1) word hierdie vergelyking wiskundig geformuleer. Daar kan dus gesien word dat werklike verdamping (E) gereguleer word deur die kc-faktor.

$$E = kc * Eo \qquad (8.1)$$

waar:
E = werklike verdamping
kc = gewasfaktor
Eo = verdamping vanaf 'n verwysingsoppervlakte

Die bepaling van die gewasfaktor (kc) is baie krities en word uitgedruk in terme van die verdampingsfaktor wat ooreenstem met die grond (Fg), die blaaroppervlakte-indeks (FL) en die hele gewas se hidrouliese konduktansie (Fh) (De Jager, *et al.* 1981). Die gewasfaktor word dus as volg bereken:

$$kc = Fg\ (1-FL) + FL*Fh \qquad (8.2)$$

---

1. Werklike verdamping vir 'n spesifieke dag (E) (ook bekend as werklike evapotranspirasie ETa) bestaan uit 'n verdampingskomponent (EV). As Fh = 1 is E ook gelyk aan die atmosferieseverdampingsaanvraag (AVD).

Fg varieer met tyd as volg:

$$Fg = e^{-0,5t} \qquad (8.3)$$

Waar: t = die tyd in dae sedert laaste bespoeiing of reënval van meer as 5mm en
e = natuurlike grondtal (2,718).

FL varieer soos die blaaroppervlakte-indeks (L) verander volgens die verwantskap afgelei deur Ritchie (1972) (soos aangehaal deur De Jager, *et al.* 1981).

$$FL = -0,2 + 0,7L^{0,5} \quad \text{vir} \quad 0,1 \leq L \leq 2,7 \qquad (8.4)$$

Die hidrouliese konduktansie (Fh) word bereken deur die verhouding van werklike gewas hidrouliese konduktansie (ø) tot gewas hidrouliese konduktansie onder stremmingstoestande ($ø^{\circ}$) (De Jager, *et al.* 1981)

$$Fh = ø / ø^{\circ} \qquad (8.5)$$

Die blaaroppervlakte ontwikkeling per dag word in die model aangeneem as proporsioneel lineêr tot die daaglikse gemiddelde temperatuur bokant die basale temperatuur van 8°C. Indien die maksimum temperatuur op 'n spesifieke dag hoër as 20°C styg, word die temperatuur beperk tot 20°C. As die daaglikse gemiddelde temperatuur laer as 8°C daal, vind daar geen blaarontwikkeling op daardie dag plaas nie (De Jager, *et al.* 1981).

Plantfisiologiese eienskappe word in PUTU9-87 verreken deur die plantontwikkeling in fases op te deel. Vir koring word daar van agt stadiums gebruik gemaak. Stadiums 1 en 2 verteenwoordig die tydperk tot gewasopkoms: Stadium 3 is die stoelfase van die koring wat na die winter oorgaan in 'n stamverlengingstadium (4). Stadiums 5, 6, 7 en 8 is onderskeidelik pypvorming, antese (blom), saadvulling en rypwording.

Die opbrengste word deur Doorenbos en Kassam (1979) se vergelyking bereken. Die vergelyking is:

$$(1 - Ya / Yp) = ky\ (1 - ETa / ETp) \qquad (8.6)$$

waar: Ya = werklike opbrengs,
Yp = potensiële opbrengs,
ETa = werklike evapotranspirasie en
ETp = potensiële evapotranspirasie.

Die groeibeperkingsfaktor (ky) is aangepas sodat die relatiewe produksieverlies as gevolg van vogstremming direk eweredig is aan die relatiewe evapotranspirasietekort. Die waardes verteenwoordig die opbrengs reaksie as gevolg van vogstremmings. Hierdie groeibeperkingsfaktor verander van groeistadium tot groeistadium. Die ky-waardes wat op die stadium vir die vegetatiewe, blom- en reproduktiewe fases gebruik word, is onderskeidelik 0,2; 0,65 en 0,5 (De Jager *et al.* 1987).

8.3 PROSEDURE

Om skeduleringstrategieë sinvol ekonomies te ontleed moet simulasies oor 'n periode van nagenoeg tien jaar of meer gedoen word. Weerdata oor 'n lang genoeg tydperk is vanaf die Landbouweerkundedatabank in Pretoria via die rekenaarkoppeling met Glen vir die gebied naby die P.K. le Rouxdam verkry. Hierdie data het bestaan uit minimum en maksimum temperatuur, reënval, verdamping en sonskynduur. Die tipe weerdata waarvoor die PUTU-program aanvanklik geskryf is, was baie gevorderd en was gevolglik nie vir die gebied beskikbaar nie.

Die volgende wysigings is in oorleg met De Jager van die Departement Landbou-weerkunde van die Universiteit van die Oranje-Vrystaat aan die model aangebring:

- Die Priestley Taylor verdampingvergelyking word in die plek van die Penman vergelyking gebruik. Hierdie vergely-

king kan die ingesamelde weerkundige parameters as insette gebruik om verdamping vanaf 'n verwysingsoppervlakte (Eo) te bereken.

- Die subroetine wat die weerdata lees, is vervang met 'n subroetine wat die weerdata op dieselfde formaat inlees as wat dit vanaf die Landbouweerkundedatabank getrek word.
- Die model is aangepas om parameters met betrekking tot grondwaterinhoud uit te druk. Hierdie verandering is aangebring om die grondwaterinhoud op 'n daaglikse basis te monitor om sodoende die model as skeduleringsinstrument aan te wend.

Vir die kalibrering van PUTU9-87 vir die besproeiingstoestande in die gebied van die Vanderkloof Staatswaterskema is Bennie en medewerkers (1988) se eksperimentele data by sewe besproeiingspersele in die gebied gebruik. Die hoeveelheid en tydigheid van besproeiings asook die fisiese grondeienskappe, plantdatum en opbrengste van elke perseel is aangeteken. Addisioneel tot hierdie inligting is die grondwaterinhoud by elke perseel op 'n gereelde grondslag met 'n neutronvogmeter gemeet. Die eksperimente is ongelukkig slegs vir 1986 uitgevoer. Die PUTU-model kon dus nie met hierdie klein hoeveelheid data gevalideer word nie. Die PUTU-model is egter met die beperkte data gekalibreer ten opsigte van die voorspelling van koringopbrengste en grondwaterinhoud onder hierdie spesifieke toestande.

Vir elk van die sewe persele is insetlêers met behulp van hierdie eksperimentele data opgestel. Twee items kon egter nie presies uit die data bepaal word nie. Die eerste een is die presiese grondwaterinhoud met planttyd en die ander die datum waarop stoelstadium (Stadium 3) eindig. Hierdie twee items is egter beraam. Tesame hiermee is daar ook 'n besproeiingslêer opgestel wat die besproeiingshoeveelheid vir elke besproeiing aangee asook 'n weerdatalêer vir 1986 se daaglikse weerdata. Die 1986 weerdata, die insetlêers en die gepaardgaande besproeiings het as insette vir die PUTU-rekenaarprogram gedien.

Klein aanpassings is gemaak ten opsigte van die genoemde twee onbekende items. Die regstellings is gedoen om die effek van die moontlike opbrengsverskille as gevolg van die foutiewe beraming van hierdie twee items te probeer ondervang.

Die model het opbrengste voorspel wat in vergelyking met die eksperimentele opbrengste te hoog was. Daar is ook gevind dat die model die wateronttrekking oor die periode van piekwaterverbruik onderskat. Na besprekings met De Jager en medewerkers is besluit om na drie parameters in die model te kyk. Die eerste is die ky-waardes wat die opbrengste penaliseer as vogstremmings voorkom. Die ander is 'n konstante wat die gemak bepaal waarmee water deur die plantwortels opgeneem word. Die laaste parameter is die persentasie wat gebruik word om straling na energie om te sit.

Hierdie parameters is eers afsonderlik verander om die effek daarvan op die opbrengste te bepaal. Die parameter wat die gemak bepaal waarmee water opgeneem word, het geen waarneembare verandering in die opbrengste teweeggebring nie. 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat die grondwaterspanning by al die persele laag is, dit wil sê die plant kan water sonder veel inspanning opneem. Die faktor waarmee straling vermenigvuldig word om energie te bereken, is verander van 0,5 na 0,7. Die hoeveelheid water wat gebruik word om 'n sekere opbrengs te realiseer, het drasties toegeneem. Daar is gevind dat 'n waarde van 0,55 die beste ooreenstem met die waardes wat Bennie en medewerkers bepaal het. Die ky-waardes is eers afsonderlik vir elke groeistadium verhoog waarna dit gesamentlik verander is. Daar is gevind dat die waardes van 0,2; 0,35; 0,55; 0,75; en 0,65 in die onderskeie groeistadiums die beste passing gee.

8.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN DIE RESULTATE

Tabel 8.1 gee 'n vergelyking van die vernaamste fisiese grondeienskappe, plantdatums en besproeiingshoeveelhede van sewe persele in die Vanderkloof Staatswaterskema. Hierdie data is gebruik om die insetlêers vir PUTU op te stel. Alhoewel die model net met behulp van sewe stelle data gekalibreer kan word, verteenwoordig hierdie data die algemene produksietoestande in die gebied. Die kleipersentasie en diepte van die gronde wissel tussen 8 en 29 persent en 0,9 en 1,8 meter onderskeidelik. Die belangrikste fisiese parameter naamlik die profielbeskikbare waterkapasiteit (PBWK) wissel van 'n lae 45 mm tot so hoog as 160 mm tussen die persele. Die waterverbruik wissel van nagenoeg 500mm tot 680mm oor die persele.

Tabel 8.1 'n Vergelyking van die vernaamste fisiese grondeienskappe, plantdatums en besproeiingshoeveelhede van sewe persele in die Vanderkloof Staatwaterskema

Persele	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
Gemiddelde Klei (%)	29	8	10	8	16	14	5
Gemiddelde Slik+Klei(%)	52	18	22	20	30	30	114
Diepte (m)	0,9	1,8	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8
PBWK (mm)	45	160	101	146	150	122	136
Plantdatum (Dvj)	186	188	169	170	190	197	184
Besproei (mm)	651	534	446	515	439	629	55
Waterverbruik (mm)	650	585	505	630	532	655	680

Hierdie waterverbruikwaardes is gebruik om die geskatte opbrengste vir elke perseel vanaf die produksiefunksies van Bennie *et al.* (1988) en Streutker (1983) af te lees. Die geskatte opbrengste vanaf die produksiefunksie gee 'n aan-

duiding van die opbrengste wat gerealiseer kan word met die spesifieke waterverbruikshoeveelheid. Die opbrengste wat verkry is vanaf die eksperimentele waarnemings, PUTU se ramings en die produksiefunksieskattings word in Tabel 8.2 aangegee. Die persentasie afwyking wat die PUTU-ramings en produksiefunksie-skattings vanaf die gemete opbrengste toon, word ook in Tabel 8.2 aangegee.

Tabel 8.2 'n Vergelyking tussen die gemete koringopbrengste, PUTU-ramings en produksiefunksieskattings in die Vanderkloof Staatswaterskema

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Perseel	Gemeet (kg/ha)	Funksie-skattings (kg/ha)	PUTU-ramings (kg/ha)	% Afwyking van (3) [(3-1)/1]	% Afwyking van (2) [(2-1)/1]
W3	5750	5300	6074	5,6	7,8
W5	6450	5600	6384	1,0	13,2
W2	5300	6500	6659	25,0	22,6
W4	5200	6700	6726	29,0	28,8
W1	7350	7000	6720	8,6	4,8
W6	5690	7000	6509	14,0	23,0
W7	6160	7300	6699	8,6	18,5

Aangesien al die besproeiingskeduleringstrategieë optimale plantgroeitoestande onderhou, word verwag dat die opbrengste nagenoeg dieselfde sal wees. Die eksperimentele opbrengste wissel egter tussen 5 200 en 7 300 kg per hektaar terwyl die PUTU-ramings soos verwag opbrengste voorspel wat nagenoeg dieselfde is.

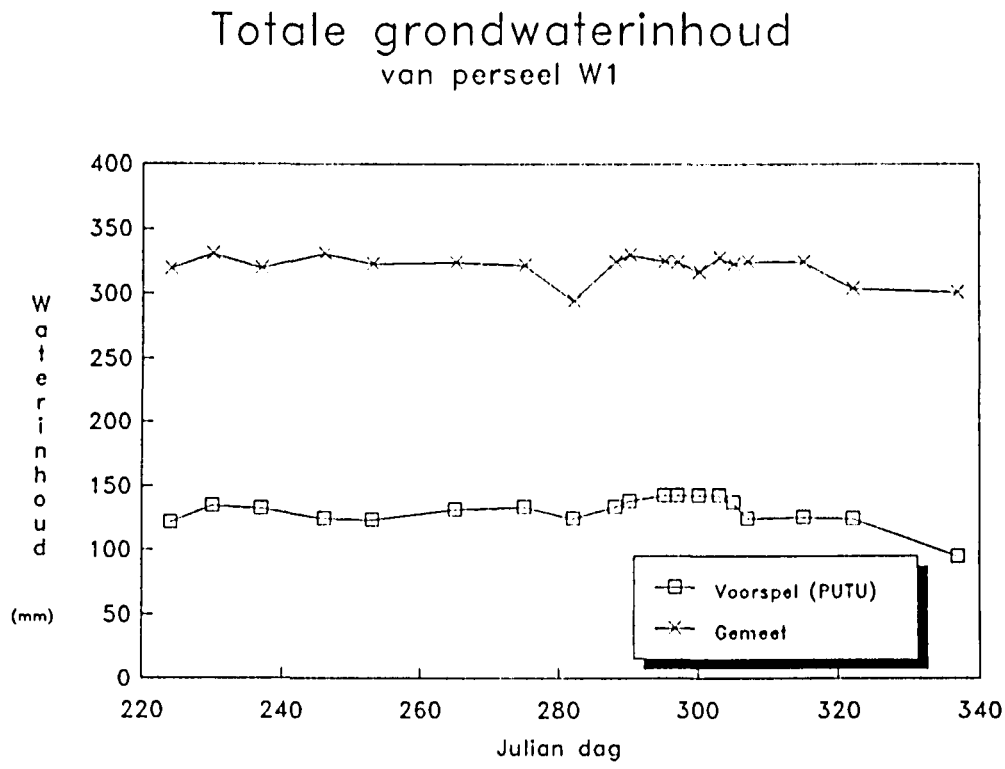
Die PUTU beraamde opbrengste, met die uitsondering van veral persele W2 en W4, toon 'n redelike mate van ooreenstemming met die gemete opbrengste. Die opbrengste wat met behulp van die produksiefunksie bepaal is, het die opbrengste veral by lae waterverbruikspeile (W3 en W5) onderskat en weer by die hoë waterverbruikspeile (W6 en W7) oorskat. Veral persele W2, W4 en

tot 'n mindere mate W6 se gemete opbrengste toon groot afwykings vanaf beide die PUTU-ramings en produksiefunksieskattings. Die gemete opbrengste is in al drie die gevalle heelwat laer as wat onder die spesifieke toestande voorspel word. Die PUTU beraamde opbrengste en produksiefunksieskattings vir persele W2, W4 en W6 is egter nagenoeg dieselfde.

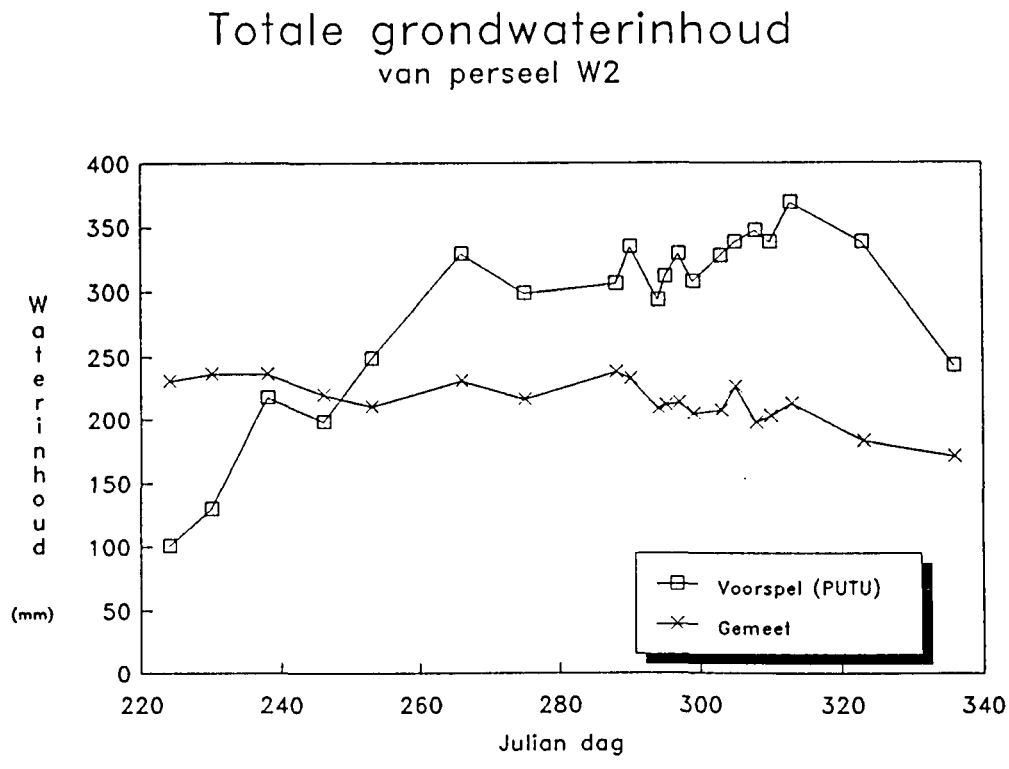
Afwykings kan nie toegeskryf word aan verskille in fisiese grondeienskappe nie (Kyk Tabel 8.1). Die hoeveelheid waterverbruik is in al drie die gevalle meer as 585 mm. Verklarings vir die lae gemete opbrengste kan moontlik toegeskryf word aan faktore soos swak bestuur, lae bemesting, peste en plae. Beide die PUTU-model en produksiefunksiemodel maak die aanname dat opbrengste slegs deur vogstremmings beperk word terwyl alle ander faktore wat opbrengste beïnvloed as optimaal aanvaar word.

Daar kan gespekuleer word dat die PUTU9-87 model koringopbrengste vir die gegewe stel data redelik aanvaarbaar voorspel. Daar kan egter nie 'n groot betroubaarheid aan die resultate gekoppel word nie, omdat die stel data te klein en slegs vir een jaar geld. Watertoedienings was te hoog en variasies in die opbrengste is veroorsaak deur eksterne faktore en nie so seer deur vogstremmings nie.

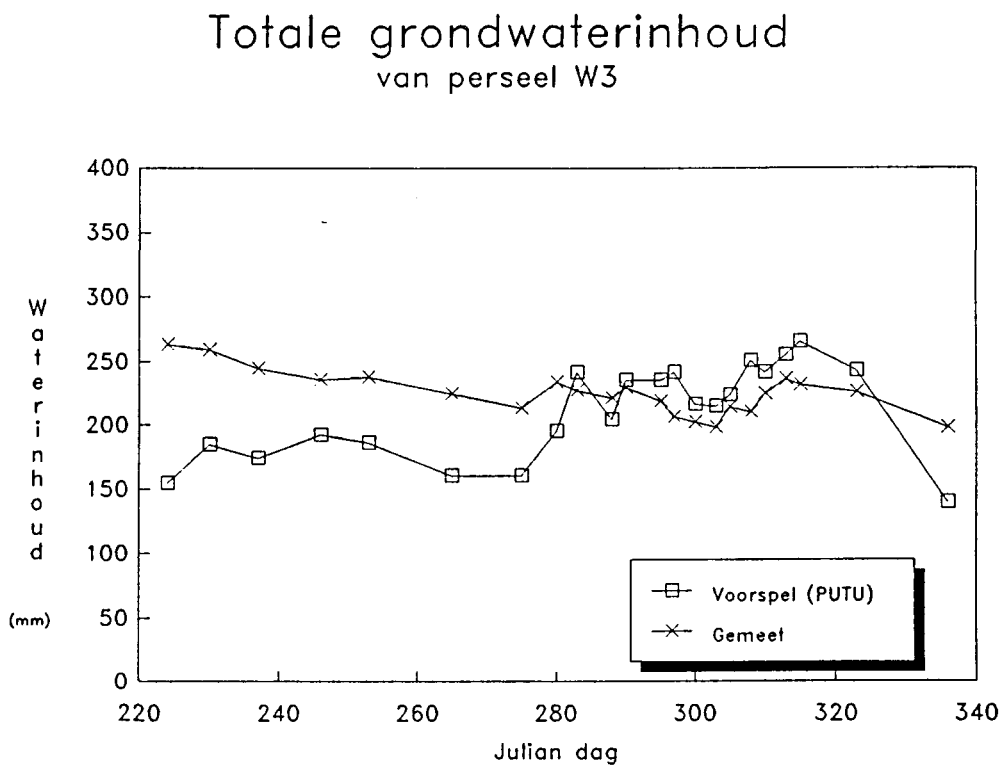
Die daaglikse grondwaterinhoud tesame met die voorspelde opbrengs is vir elke perseel aangeteken. Die PUTU geraamde grondwaterinhoud en gemete waardes vir elke perseel word in Figure 8.1 tot 8.7 voorgestel. Die vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud is om twee redes gedoen. Eerstens om te bepaal of die model enige stremmings deur die seisoen vir die gewas voorspel. In al die gevalle is die voorspelde grondwaterinhoud, net soos die gemete grondwaterinhoud, bo die profielbeskikbare waterkapasiteit van die gronde. Tweedens om te bepaal tot watter mate die vereenvoudigde PUTU-model die grondwaterinhoud akkuraat deur die seisoen kan voorspel.



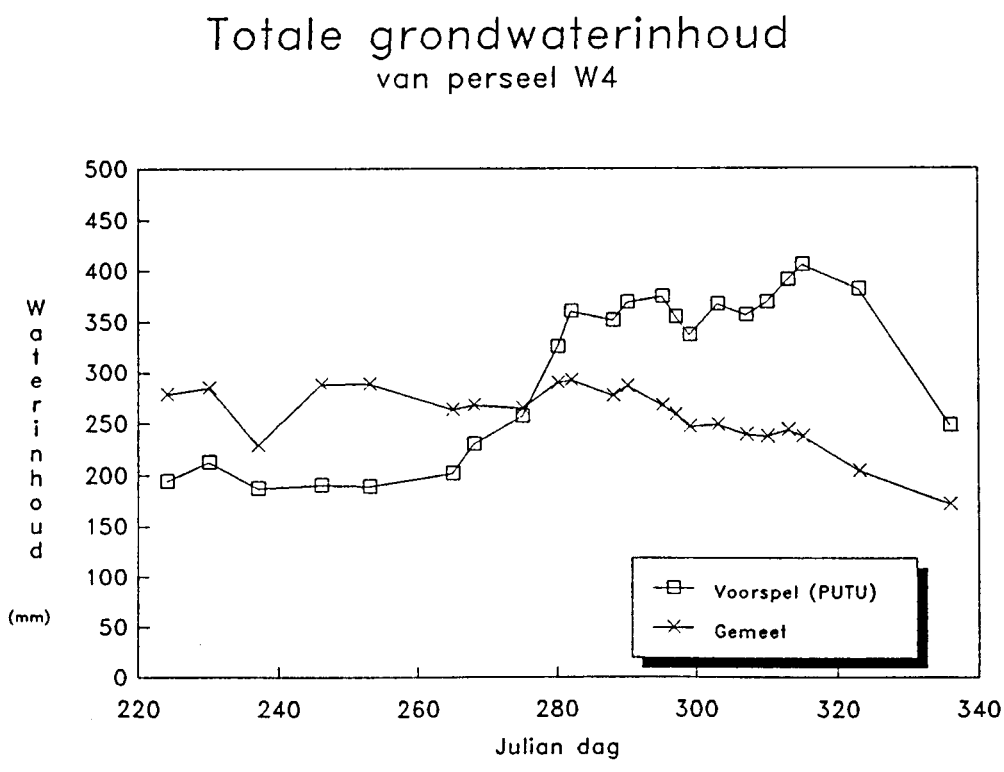
Figuur 8.1 Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud van perseel 1



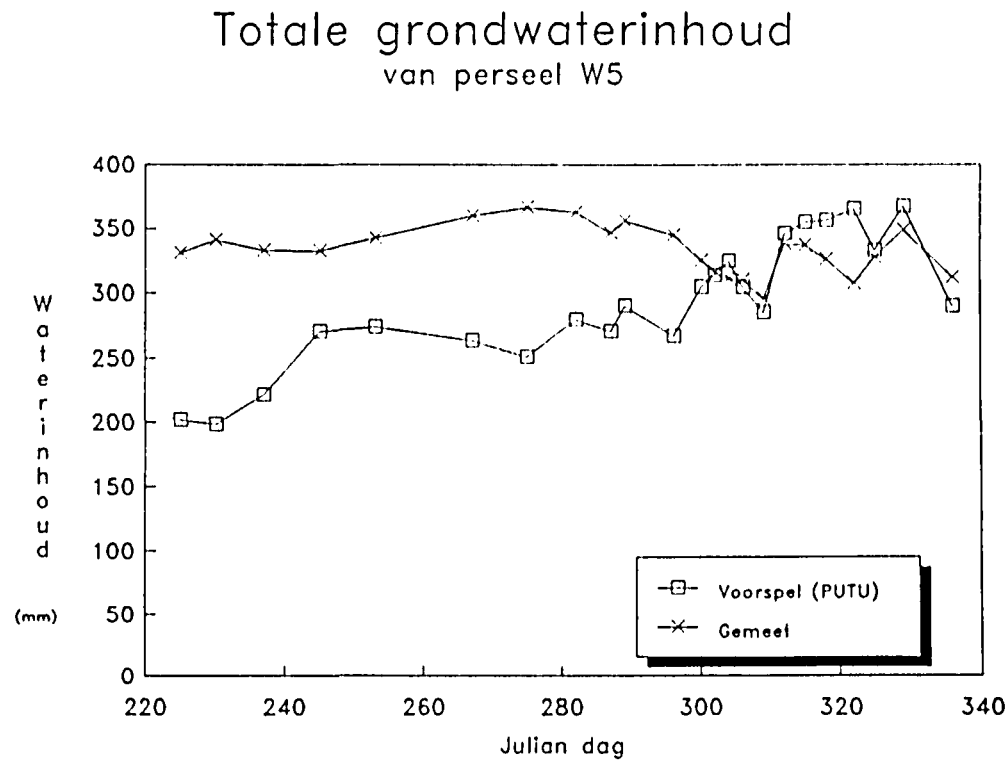
Figuur 8.2 Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud van perseel 2



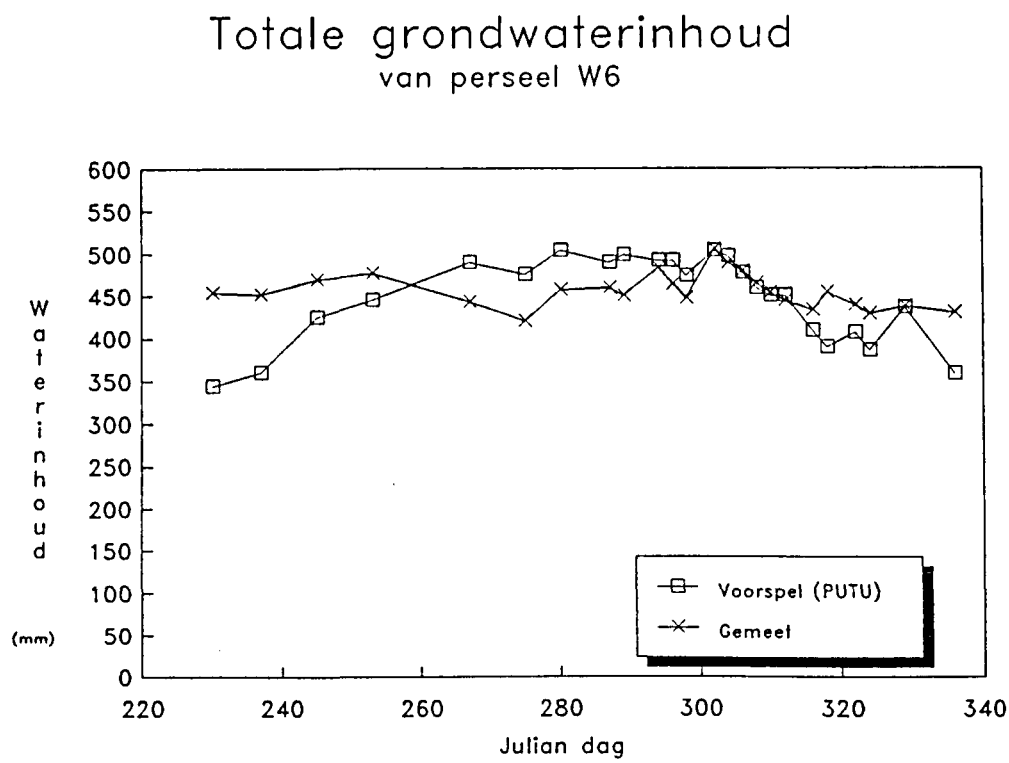
Figuur 8.3 Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud van perseel 3



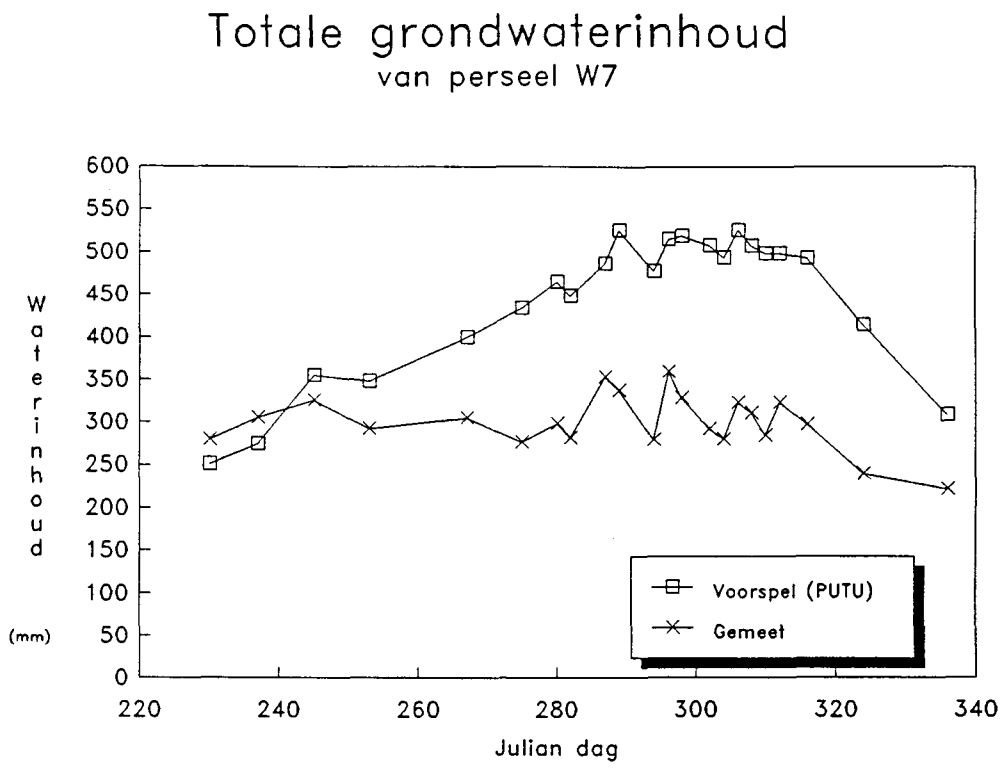
Figuur 8.4 Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud van perseel 4



Figuur 8.5 Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud van perseel 5



Figuur 8.6 Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud van perseel 6



Figuur 8.7 Vergelyking tussen die voorspelde en gemete grondwaterinhoud van perseel 7

Die model het in vyf van die persele nie sleg gevaar met die voorspelling van die grondwaterinhoud nie. Dit is opvallend dat alhoewel die grafieke nie op mekaar lê nie, daar in die meeste gevalle dieselfde rigting van verandering plaasvind (kyk Figuur 8.6). Die model is geneig om die grondwaterinhoud veral by persele W2, W4 en W7 te oorskat en by persele W1, W3 en W5 te onderskat. 'n Baie goeie passing word egter op perseel W6 verkry.

Die grondwaterinhoud wat by die simulasie van perseel W1 ingelees is, was gelykstaande aan die veldwaterkapasiteit van die spesifieke grond. Die model was nie in staat om die gemete

grondwaterinhoud te ewenaar nie. Die model beraam permanente verwelkpunt en veldwaterkapasiteit nie dieselfde as wat dit eksperimenteel vir elke grond bepaal is nie. Hierdie verskille is egter klein en kan nie die groot afwyking by perseel W1 verklaar nie. 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat die model nie in staat is om sulke hoë waardes op 'n vlak kleigrond te beraam nie. Hierdie vermoede is slegs spekulasie omdat daar nie sulke gronddata beskikbaar is nie.

8.5 GEVOLGTREKKINGS

Die gekalibreerde PUTU9-87 model het die grondwaterinhoud en koringopbrengste op verskillende grondtipes bevredigend voorspel. Die model was in staat om vier van die sewe persele se opbrengste akkuraat te beraam. Daar kan egter nie verwag word dat die geraamde opbrengste presies met die gemete waardes moet ooreenstem nie. Dit impliseer dat die PUTU beraamde opbrengste vir die alternatiewe skeduleringstrategieë relatief tot mekaar aanvaarbaar sal wees, omdat 'n simuleringsfout al die skeduleringstrategieë tot dieselfde mate sal bevoordeel of benadeel.

Die tipe en hoeveelheid eksperimentele data waarmee PUTU gekalibreer is, is min en is nie oor 'n lang genoeg tydperk herhaal nie. Die benodigde data vereis gesofistikeerde metings wat gereeld binne 'n seisoen en oor jare gedoen moet word. Die eksperimente moet ook onder alle toestande en vir verskillende gewasse uitgevoer word. Die model kon gevolglik nie gevalideer word nie maar slegs gekalibreer word. In die proses is daarin geslaag om 'n beter koringopbrengspassing te kry. Die aanpassings wat aan PUTU9-87 aangebring is, is gedoen om 'n beter passing van die beskikbare data te verkry. Dieselfde aanpassings sal nie noodwendig onder alle toestande geldig wees nie. Daar bestaan 'n groot behoefte om die PUTU9-87 model te valideer en/of ten minste te kalibreer om opbrengste vir ander gewasse soos katoen, sojabone en mielies te simuleer.

8.6 IMPLIKASIES VAN HIERDIE NAVORSING VIR DIE VALIDERING VAN PUTU9-87

Gewasgroeisimulasiemodelle moet gevalideer word vir verskillende klimaatstreke omdat die fisiologie van plante drasties kan verskil as gevolg van verskillende daglengtes en temperature (Oosthuizen, 1983). Die akkuraatheid waarmee PUTU9-87 die waterverbruik en koringopbrengste onder verskillende klimaatstoestande in die gebied onder die Vanderkloof Staatswaterskema voorspel, moet bepaal word. Ander faktore wat die akkuraatheid van die model beïnvloed, is die tipe weerkundige parameters wat gebruik word omdat die verdampingsvergelyking hiervan afhang.

Die valideringsproses van 'n gewassimulasiemodel vereis multidissiplinêre samewerking en is tydrowend. Gevolglik moet die validering van modelle doelmatig uitgevoer word. Verskeie oorsese landbou-ekonome was vir die volle duur van sodanige eksperimente by die valideringsproses betrokke (Bosch 1984; Mapp en Eidman, 1976).

Die valideringsprosedure bestaan uit drie stappe. Daar moet eerstens vasgestel word of die model die fisiologiese ontwikkeling van die gewas korrek voorspel. Dit beteken dat die dag waarop die model voorspel die plant begin blom, ooreenstem met wat eksperimenteel vir daardie jaar bepaal is. Die fisiologiese ontwikkelingstadium het 'n groot invloed op die voorspelling van veral opbrengste en waterverbruik. Die rede hiervoor is dat die effek van vogstremming saamhang met die ontwikkelingstadium van die plant.

Die tweede stap is om vas te stel of die model die grondwaterinhoud korrek voorspel. Hier moet daar eerstens bepaal word of die model veldwaterkapasiteit en permanente verwelkpunt vir 'n reeks gronde korrek beraam. Tweedens moet die doeltreffendheid ondersoek word waarmee die model watertoedienings vir verskillende gronde bereken. Die tydsduur wat die water neem om uit

die profiel te dreineer asook die aanvanklike infiltrasietempo speel 'n groot rol in die voorspelling van die seisoenale grondwaterinhoud. Die laaste stap is om te bepaal of die model opbrengste akkuraat oor 'n wye reeks grond- en klimaatstoestande asook onder verskillende watertoedieningshoeveelhede voorspel.

Daar kan egter nie verwag word dat modelle onder alle toestande alle veranderlikes korrek sal beraam nie. Daar is nie 'n definitiewe stel reëls waaraan 'n gewasgroeisimulasiemodel moet voldoen om as bevredigend geklassifiseer te word nie. Die volgende kriteria kan egter as riglyn gebruik word. Eerstens sou vereis kon word dat die gemete opbrengste nie meer as tien persent afwyk van die voorspelde opbrengste in drie uit vier jare wat beskou word nie. Tweedens kan verwag word dat die voorspelde en gemete opbrengste vir 'n spesifieke jaar aan dieselfde kant van die gemiddelde opbrengs vir die gebied voorkom. Al is die opbrengste nie absoluut dieselfde nie, moet die beweging van verandering in dieselfde rigting plaasvind. Laastens kan regressievergelykings van die gemete en voorspelde opbrengste gepas word. 'n Betekenisvolle bepaaldheidskoëffisiënt (R^2) word verwag tesame met 'n helling van nagenoeg een en 'n Y-afsnit van nul.

BRONNELYS

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en 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

BOSCH, DJ. (1984). The value of soil water and weather information in increasing irrigation efficiency. Ph.D-dis-sertation, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

DE JAGER, JM. (1974). "PUTU" - a dynamic seasonal maize crop growth model. Canadian I.B.P. Res. Rep. 306 - 320

DE JAGER, JM and KING, KM. (1974). Calculation of photosynthesis rate of a maize crop from environmental variables. Canadian I.B.P. Res. Rep. 321 - 338

DE JAGER, JM, BOTHA, DP and VAN VUUREN, CJJ. (1981). Effective rainfall and the assessment of potential wheat yields in a shallow soil. Crop Production. Vol 10, 51 - 56

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, BRISTOW, KL en VAN ROOYEN, A. (1982). Besproeiingskedulering van koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Projek uitgevoer vir die Waternavorsingskommissie. Departement Landbouweerkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE and 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. Department of Agrometereology, University of the Orange Free State: Bloemfontein

DOORENBOS, J and KASSAM, AH. (1979). Yield response to water. F.A.O. Irrigation and Drainage Paper

MAPP, HP and EIDMAN, VR. (1976). A bioeconomic simulation analysis of regulating groundwater irrigation. American Journal of Agricultural Economics Vol 58, 391-402

OOSTHUIZEN, LK. (1983). A study of the approaches, methods, techniques and instruments used in five major irrigated areas in the United States to increase the economic efficiency of water use for irrigation. Department of Agricultural Economics, University of the Orange Free State: Bloemfontein

OOSTHUIZEN, LK, BOTES, JHF en MEIRING, JA. (1989). Ekonomiese evaluering van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Vorderingsverslag (No 2) aan die Waternavorsingskommissie

STREUTKER, A. (1983). Water-opbrengskrommes van lentekoring en toepaslike besproeiingswaterbestuur op proefvelde en boere-plase. Gewasproduksie. Vol 12, 7-11

SUMMARY

The economic profitability of irrigation scheduling has not yet been analyzed in South Africa. The lack of economic analysis of water usage for irrigation can be ascribed to the lack of suitable experimental data on the one hand, and serviceable crop growth simulation models on the other hand.

The PUTU9-87 crop growth simulation model was developed by De Jager *et al.* (1982) to schedule irrigation water for wheat. PUTU9-87 was selected to estimate wheat yields in the Vanderkloof State Water Scheme for soils with different profile-available water capacity and by different scheduling strategies. The PUTU model has not yet been calibrated for the Vanderkloof State Water Scheme.

The objective of chapter 8 was to improve the serviceability of PUTU by introducing a calibration procedure to improve the accuracy of wheat yields and water consumption simulations in the Vanderkloof State Water Scheme for soils with different profile-available water capacity and for different irrigation scheduling strategies.

For calibrating PUTU9-87 for the irrigation conditions in the Vanderkloof State Water Scheme, the experimental data of Bennie and co-workers (1988) was used at seven irrigation farms in the area. The quantity and timeliness of irrigations, as well as the physical soil properties, planting date and yields of each farm were recorded. In addition to this information the soil water content on each farm was measured regularly by means of a neutron probe.

The model predicted yields that were too high in comparison with the experimental yields. It was also found that the model underestimated water withdrawal during the period of peak water consumption. It was decided to take a look at three parameters in the model. The first were the ky-values which penalized the

yields when moisture stress occurred. The other was a constant which determined the ease with which water was taken up by the plant roots. The last parameter was the percentage used to convert radiation into energy.

The parameter that determined the ease with which water was taken up, did not cause any noticeable change in the yields. The factor by which radiation is multiplied to calculate energy, was changed to 0,55 because it was found that a value of 0,55 corresponded best to the values determined by Bennie and co-workers. It was found that the ky-values of 0,2; 0,35; 0,55; 0,75; and 0,65 in the various growth stages fitted best.

The calibrated PUTU9-87 model predicted the soil water content and wheat yields on various types of soil satisfactorily. The PUTU estimated yields, with the exception of farms W2 and W4 especially, show a reasonable measure of agreement with the measured yields.

The serviceability of PUTU9-87 crop growth simulation model has improved and therefor wheat yields and water consumption can be simulated more accurately. The economic profitability of different irrigation scheduling strategies can now be evaluated.

The type and amount of experimental data whereby PUTU was calibrated was not sufficient and was not repeated over a long enough period. The required data calls for sophisticated measurements that have to be taken regularly during a season and over years. The experiments must also be carried out under all conditions and for various crops. Consequently the model could not be validated, but only calibrated.

A three-step procedure was developed to validate crop growth simulation models effectively. First of all it has to be ascertained whether the model correctly predicts the physiological development of the crop. The second step is to determine

whether the groundwater content was predicted correctly. Finally the accuracy of yield prediction has to be investigated.

HOOFSTUK 9*

PRODUKSIE- EN PRYSRISIKO MET DIE VERBOUING VAN KORING, LAAT-MIELIES EN KATOEN ONDER SPILPUNTBESPROEIING IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

9.1 INLEIDING

'n Boerdery 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, Greene, Hickenbotham en Eidman, 1981: 1). Die opbrengs per hektaar en die produkprys is twee van die mees kritiese veranderlikes wat die winsgewendheid van 'n bepaalde gewas bepaal (Oosthuizen, 1983: 66). Boere moet dus die risiko wat met hierdie twee veranderlikes geassosieer word by die bestuur van 'n onderneming in ag neem.

Een benadering wat gevolg word om onsekerhede by die evaluering van besproeiingsprojekte op plaasvlak in ag te neem, is om aannames oor opbrengste en produkpryse te maak. Gewoonlik word scenario's van realistiese, optimistiese en pessimistiese opbrengste ondersoek en produkpryse word gewoonlik konstant gehou of met die algemene inflasiekoers aangepas (Janse van Rensburg, 1983; Backeberg, 1984; Kirsten en 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.

---

* Hierdie hoofstuk is gebaseer op 'n manuskrip wat aan Agrekon vir publikasie voorgelê is.

Die doel met hierdie hoofstuk is om aan te toon dat produksie-risiko met behulp van gewasgroeisimulasiemodelle in ekonomiese ontledings in ag geneem kan word en dat prysrisiko deur middel van tydreeksontledings geakkommodeer kan word. Die volgende doelwitte word nagestreef:

(a) Om prosedures voor te stel om produksie- en prysrisiko in ekonomiese ontledings in ag te neem.
(b) Om aan te toon dat die PUTU-gewasgroeimodelle opbrengste bevredigend kan voorspel.
(c) Om aan te toon dat mielie- en katoenopbrengste varieer wanneer laer kapasiteit spilpunte gebruik word wat nie aan gewaswaterbehoeftes kan voldoen nie.
(d) Om die belangrikheid van prysrisiko by koring en mielies te ontleed.

Daar is nagenoeg 112 grondeienaars in die ondersoekgebied en sowat 80 persent van die 8 500 hektaar ingelyste besproeiings-grond is onder spilpuntbesproeiing. Die mees algemene wissel-boustelsel wat gevolg word in die gebied sluit koring, laat-mielies en katoen in. Opbrengste word dus vir dié drie gewasse gesimuleer terwyl die prysrisiko van koring en mielies ontleed word.

9.2 LITERATUURSTUDIE

Die klimaat het 'n groot invloed op gewasopbrengste en wins wat boere realiseer. Gewasgroeisimulasiemodelle wat die wissel-werking van stogastiese weerstoestande, grondwater, plantegroei en plante-ontwikkeling en besproeiingsbesluite in ag neem, raak as navorsingsinstrument al hoe belangriker (Harris en Mapp, 1986: 299). Alhoewel besproeiing die risiko verminder om lae opbrengste te verkry, 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 nie die risiko om laer pryse te realiseer nie.

Boggess en Amerling (1983: 80) het gevind dat alhoewel besproeiing as risikoverminderend beskou word, besproeiingsbeleggings in baie gevalle riskant is. Boggess en Amerling (1983) asook Bosch, Taylor en Ross (1988) het gevind dat die winsgewendheid en risiko van besproeiingsbeleggings hoofsaaklik berus op die opbrengs wat gerealiseer word en die produkprys.

Volgens Nelson, Casler en Walker (1978: 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. Produksie-risiko 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: 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 *et al.*, 1978: 1.4).

Produksie-risiko kan in ag geneem word deur van 'n gewasgroeisimulasiemodel gebruik te maak (Nielson, 1982; Boggess en Amerling, 1983; Bosch *et al.*, 1988). Biologiese, chemiese en fisiologiese prosesse wat gewasgroei bepaal, word gewoonlik wiskundig in die modelle verteenwoordig (Boggess en Amerling, 1983: 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. Die winsgewendheid van besproeiingsbeleggings is baie sensitief vir die produkpryse wat gebruik word (Boggess en Amerling, 1983: 90; Bosch, *et al.*, 1988: 178). Nie net die pryspeile is belangrik nie maar ook die prysrisiko wat met elke gewas geassosieer word. 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 produksie- en prysrisiko in ag geneem word.

9.3 PROSEDURE

9.3.1 Produkpryse

9.3.1.1 Katoenprys

Katoenverbouing hou nie tans vir die produsent 'n groot prysrisiko in nie. Die verwagte oesgrootte in die 1989/90 jaar is 388 160 bale terwyl binnelandse verbruik sowat 400 000 bale is (LANVOKON, 1990).

9.3.1.2 Koring- en mielieprys

Die verbouing van koring en mielies hou vir die produsent prysrisiko's in sedert van die eenkanaalvasteprysskema 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 oeslewerings vir die 1990/91-bemarkingseisoen is gedurende Augustus 1989 bekend gemaak. Die produsentepryse vir geelmielies met die geassosieerde oeslewerings, is soos volg (LANVOKON, 1990):

Oeslewering (ton)	Netto produsenteprys (R/ton)
6 000 000	261
7 000 000	239
8 000 000	222
9 000 000	209
10 000 000	198
11 000 000	189
12 000 000	185

Die Koringraad het op dieselfde wyse beraamde pryse vir die 1990/91 bemarkingseisoen bekend gemaak. Die produsenteprys vir A1-koring vir sekere oesgroottes is soos volg (Koringraad, 1990):

Oesgrootte (ton)	Produsenteprys (R/ton)
2 300 000	450
2 500 000	440
2 750 000	425
3 000 000	410
3 250 000	400
3 500 000	395

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, 1989).

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: 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 opper-

vlakte 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: 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: 284) naamlik langtermyn, sikliese, seisoenale en ongereelde bewegings. Die langtermyn-beweging 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 regressie-vergelyking verkry:

$$Y = 414,29 + 28,00\ X \qquad (9.1)$$

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:

$$Y = 1\ 082{,}05 + 31{,}32\ X \qquad (9.2)$$

waar Y en X dieselfde verklaring het as in vergelyking (9.1).

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:

$$Y = 1\ 249\ 498 + 24\ 563\ X \qquad (9.3)$$

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 was 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:

$$Y = 4\ 047\ 595 + 7\ 514\ X \qquad (9.4)$$

waar Y en X dieselfde verklaring het as in vergelyking (9.3).

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

9.3.2 Opbrengssimulasie

9.3.2.1 Gewasgroeisimulasiemodelle

Produksie-risiko kan in ag geneem word deur gebruik te maak van gewasgroeimodelle om opbrengste onder veranderlike omgewingstoestande te simuleer. Twee basiese modelle van De Jager, Mottram en Singels (1986) en De Jager, van Zyl, Kelbe en Singels (1987) is gebruik om koring-, mielies- en katoenopbrengste onder besproeiing vir die Suid-Vrystaat substreek te simuleer.

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, Coetzee, van Antwerpen, van Rensburg en Burger (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 groepbesprekings verskaf het, is met die model verkry. Die model is gebruik om katoenopbrengste te simuleer.

Die PUTU 9-87 model is gebruik om koringopbrengste te simuleer. Hierdie model is deur Botes (1990) 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 en 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 (Meiring, 1989), 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: 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 mieliesimulasiemodel benodig nie 'n potensiële maksimum opbrengs nie. Verdere plantkundige data soos die duur van die verskillende groeistadiums en vereiste hitte-eenhede word ook benodig.

9.3.2.2 Besproeiingskedulering

Produksie-risiko word beïnvloed deur die skeduleringstrategieë wat gevolg word. Besproeiingskedulering behels besluite ten opsigte van die hoeveelheid en tydigheid van watertoediening. In dié geval is skeduleringstrategieë gekies wat gevolg kan word vir besproeiingstelsels wat toedieningskapasiteite van 10 mm en 12 mm het wat sand- en kleigrond besproei en wat as verteenwoordigende spilpuntstelsels vir die ondersoekgebied geïdentifiseer is (Meiring, 1990). Bennie *et al.* (1988) se skeduleringsmodel, BEWAB, is in dié navorsing gebruik. Die rekenaarprogram is ontwikkel uit empiriese navorsingsresultate oor verskeie jare wat in die navorsingsgebied uitgevoer is. Die rekenaarprogram is gebruik om skeduleringstrategieë vir koring, mielies en katoen te bepaal.

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 10 mm- en 12 mm-spilpuntstelsels op sand- en kleigrond.

Hoër opbrengsmikpunte lei tot hoër waterbehoeftes. Opbrengsmikpunte is sodanig gekies dat die effektiewe besproeiingsbehoeftes in spitstyd binne die stelselkapasiteite van onderskeidelik 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. Profielbeskikbare waterkapasiteite van onderskeidelik 100 mm en 45 mm vir die sand- en kleigrond is ingelees.

In tabel 9.1 word die opbrengsmikpunte gegee wat gebruik is om skeduleringstrategieë vir die verskillende kombinasies van stelselkapasiteite, grondtipe en gewasse te verkry. 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 9.1 Opbrengsmikpunte (kg/ha) en bruto besproeiingshoeveelhede (mm/seisoen) vir koring, laat-mielies en katoen vir tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek

Gewas	10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
	Sandgrond	Kleigrond	Sandgrond	Kleigrond
Koring				
Opbrengs	7 000	7 000	8 000	8 000
Besproeiing	642	638	729	725
Mielies				
Opbrengs	9 000	9 000	10 000	10 000
Besproeiing	690	685	736	741
Katoen				
Opbrengs	4 500	4 500	5 500	5 500
Besproeiing	916	911	1 048	1 048

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

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

9.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

9.4.1 Koring- en mielieprys

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 9.2 aangetoon. Hoe langer gelede die oes, hoe groter is die aanpassings.

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 mielieproduksiesyfers 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 relatiewe groot standaard afwykings dui reeds op die omvang van produksie-risiko in die bedryf as 'n geheel.

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 9.2 word die produsenteprys gegee wat volgens die nuutste prysscenario's sal geld indien die gestelde oesgrootte gerealiseer word.

Tabel 9.2 Aangepaste nasionale mielie- en koringproduksie en die ooreenstemmende verwagte produsentepryse volgens die jongste prysscenario's (1990) vir die periode 1956 tot 1988

Jaar	Koring		Mielies	
	Aangepaste produksie	Produsente-prys (R/ton)	Aangepaste produksie	Produsente-prys (R/ton)
1956	3 205 748	400	7 187 912	239
1957	3 042 763	410	7 637 482	222
1958	2 575 367	440	6 885 925	239
1959	2 725 948	425	7 280 525	239
1960	2 712 421	425	7 998 748	222
1961	2 846 384	425	8 757 656	209
1962	2 498 149	440	9 537 277	198
1963	2 728 673	425	9 497 741	209
1964	2 816 074	425	7 611 496	222
1965	2 167 982	450	7 673 622	222
1966	1 840 401	450	8 057 480	222
1967	2 571 359	440	12 780 549	185
1968	2 823 948	425	8 277 882	222
1969	2 880 280	410	7 795 848	222
1970	2 911 176	410	8 366 587	222
1971	3 172 285	400	10 574 009	189
1972	3 165 723	400	11 397 334	189
1973	3 216 519	400	5 656 599	261
1974	2 756 031	425	12 567 112	185
1975	2 888 666	410	10 627 499	189
1976	3 330 591	400	8 833 471	209
1977	2 775 502	425	11 019 287	189
1978	2 507 686	440	11 249 132	189
1979	2 863 259	425	9 382 601	209
1980	2 055 486	450	11 757 016	185
1981	2 947 946	410	15 358 799	185
1982	2 957 012	410	9 049 960	209
1983	2 164 851	450	4 642 673	261
1984	2 677 294	425	4 813 673	261
1985	1 913 502	450	8 283 181	222
1986	2 490 791	440	8 183 666	222
1987	3 228 629	400	7 196 549	239
1988	3 387 000	395	7 014 999	239

Die koringprys is in vyf van die 33 jaar die hoogste prys van R 450 per ton, in vyf jare is die prys R 440 en is in tien jare

R 425 terwyl die prys in ses jare R 410 en R 400 per ton is. Die laagste prys van R 395 kom net in 1988 voor. Die feit dat Suid-Afrika 'n netto koringinvoerder is, word deur die syfers weerspieël. Die waarskynlikheid om pryse per ton van R 450, R 440, R 425, R 410, R 400 en R 395 te realiseer is onderskeidelik 15 persent, 15 persent, 31 persent, 18 persent, 18 persent en 3 persent.

Mieliepryse per ton van R 261, R 239, R 222, R 209, R 198, R 189 en R 185 kom onderskeidelik 3, 5, 10, 5, 1, 5 en 4 jare gedurende die 33 jaar voor wat benaderd neerkom op persentasies van 9, 15, 31, 15, 3, 15 en 12 persent.

Volgens die ontleding hou mielie- en koringverbouing dus 'n hoë prysrisiko in 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.

9.4.2 Opbrengssimulasies

9.4.2.1 Koringopbrengste

Gesimuleerde koringopbrengste vir die vier verskillende besproeiingskeduleringstrategieë word in tabel 9.3 aangetoon.

Tabel 9.3 Gesimuleerde koringopbrengste (kg) vir tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata

Jaar	10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
	Sandgrond	Kleigrond	Sandgrond	Kleigrond
1978	6 702	6 730	6 703	6 732
1979	6 695	6 625	6 696	6 726
1980	6 682	6 713	6 683	6 714
1981	6 710	6 739	6 711	6 740
1982	6 714	6 738	6 715	6 740
1983	6 703	6 734	6 704	6 734
1984	6 699	6 725	6 700	6 726
1985	6 698	6 726	6 699	6 727
1986	6 700	6 727	6 700	6 728
1987	6 699	6 729	6 699	6 730
Gemiddeld	6 700	6 719	6 701	6 730
Standaard afwyking	8,6	33,7	8,6	7,6

Die variasie in die opbrengste is betreklik gering tussen die jare sowel as tussen die verskillende besproeiingstoedienings van die 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 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 ontwerptoedieningskapasiteit 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. Die standaard afwykings toon dat opbrengsvariasie op die kleigrond redelik toeneem as die watertoedie-

ning 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.

9.4.2.2 Mielie-opbrengste

Die mielie-opbrengste, wat in tabel 9.4 verskaf word, toon baie meer variasie as die gesimuleerde koringopbrengste (tabel 9.3). Die watertoedieningspeile wat toeneem, het deurgaans hoër opbrengste tot gevolg. Hierdie resultaat dui daarop dat die toedieningskapasiteit van die 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 watertoedieningspeile styg.

Tabel 9.4 Gesimuleerde mielie-opbrengste (kg) vir tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata

Jaar	10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
	Sandgrond	Kleigrond	Sandgrond	Kleigrond
1978/79	7 524	6 782	8 251	7 201
1979/80	8 194	7 257	8 860	7 516
1980/81	8 018	7 077	8 746	7 433
1981/82	8 606	7 567	9 137	7 861
1982/83	7 580	6 657	8 177	7 114
1983/84	7 410	6 377	7 835	6 677
1984/85	9 559	8 284	9 966	8 634
1985/86	8 381	7 289	8 939	7 658
1986/87	9 869	8 431	10 231	8 729
1987/88	9 870	9 057	10 367	9 211
Gemiddeld	8 501	7 478	9 051	7 803
Standaard afwyking	955,2	861,2	881,5	808,2

9.4.2.3 Katoenopbrengste

Katoen, wat soos mielies 'n somergewas is, se gesimuleerde opbrengste in tabel 9.5 toon dieselfde patrone as die van mielies. Hierdie resultaat dui daarop dat watertoediening by die laer kapasiteit spilpuntstelsels nie in gewaswaterbehoeftes voldoen nie. Produksie-risiko by katoen wat ontstaan as gevolg van faktore soos koue- en windskade word egter nie deur die gesimuleerde opbrengste weerspiëel 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.

Tabel 9.5 Gesimuleerde katoenopbrengste (kg) vir tipiese spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek met tien jaar se historiese weerdata

Jaar	10 mm-stelsels		12 mm-stelsels	
	Sandgrond	Kleigrond	Sandgrond	Kleigrond
1978/79	2 477	2 507	2 986	2 825
1979/80	3 046	2 809	3 166	3 006
1980/81	2 673	2 712	3 085	3 020
1981/82	3 756	3 691	4 221	3 999
1982/83	4 258	4 114	4 739	4 393
1983/84	4 150	3 942	4 611	4 331
1984/85	4 684	4 446	4 988	4 692
1985/86	4 751	4 537	5 000	4 835
1986/87	4 421	4 191	4 710	4 420
1987/88	2 945	2 780	3 379	3 073
Gemiddeld	3 716	3 573	4 089	3 859
Standaard afwyking	859,9	789,3	837,8	789,3

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.

9.5 Samevattende gevolgtrekking

Prysrisiko's kom by die bemarking van koring en mielies voor. Die ontleding van historiese oeslewerings gee egter 'n aanduiding van die prysrisiko waaraan die produsent onderhewig is by die produksie van die twee gewasse.

Gewasgroeisimulasiemodelle maak dit moontlik om produksierisiko in ekonomiese ontledings in ag te neem. In hierdie geval is aangetoon dat opbrengsvariasie veral voorkom by mielie- en katoenverbouing onder besproeiing.

Ontledings waar konstante pryse en opbrengste aanvaar word, is dus nie realisties nie omdat produksie- en prysrisiko 'n belangrike rol in die winsgewendheid van besproeiingsboerdery speel. 'n Wisselboustelsel van koring, mielies en katoen onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek is dus baie riskant.

9.6 Navorsingsimplikasies

Produksie- en prysrisiko behoort in winsgewendheidsontledings in ag geneem te word as gevolg van die belangrike invloed wat dit op winsgewendheid kan hê. Opbrengste wat gerealiseer word, is krities in winsgewendheidsontledings. Simulasiemodelle moet met empiriese resultate gekalibreer en gevalideer word om die betroubaarheid daarvan te verhoog. 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 gewasmodelle behoort ontwikkel te word.

BRONNELYS

BACKEBERG, GR. (1984). Besproeiingsontwikkeling in die Groot-Visriviervallei. M.Sc.-verhandeling, Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van Pretoria

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en 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

BOGGESS, WG and AMERLING, CB. (1983). A bioeconomic simulation analysis of irrigation investments. Southern Journal of Agricultural Economics, Vol 15, No 2 : 85-91

BOSCH, DJ. (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, DJ, TAYLOR, DB and ROSS, BB. (1988). Economic feasibility of riparian irrigation with weather uncertainty. Journal of Production Agriculture Vol 1, No 2: 172-180

BOTES, JHF. (1990). Die ekonomiese ontleding van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die Vrystaatstreek deur middel van stogastiese dominansie. M.Sc. Agric.-verhandeling, Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

DE JAGER, JM, MOTTRAM, R and 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, University of the Orange Free State: Bloemfontein

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE and 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: Bloemfontein

DE JAGER, JM and HENSLEY, M. (1988). Modeling maize crop growth at Glen. Annual Congress of the South African Society of Crop Production: Bloemfontein

DE JAGER, JM. (1989a). Modeling maize cultivar differences in the reproductive phase. Annual Congress of the South African Society of Crop Production, Wild Coast

DE JAGER, JM. (1989b). Putu 12-8 Model Manual. Department of Agrometeorology, University of the Orange Free State: Bloemfontein

GILL, EE. (1984). A net present value approach under uncertainty for making the irrigation investment decision in Central Minnesota. M.Sc-theses, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

HARRIS, TR and MAPP, HP. (1986). A stochastic dominance comparison of waterconserving irrigation strategies. American Journal of Agricultural Economics Vol 68, No 2: 298-305

JANSE VAN RENSBURG, BDT. (1983). 'n Analise van die ekonomiese uitvoerbaarheid van die beoogde Neusberg-Augrabies besproeiingsontwikkeling. Direktoraat Landbouproduksie-ekonomie, Departement van Landbou en Watervoorsiening

KIRSTEN, JF en BACKEBERG, GR. (1988). Konsepverslag oor beplanning van ekonomies bestaanbare boerderygroottes in die

Oranje-Vaal Besproeiingsgebied. Afdeling Makro Hulpbron-ekonomie, Direktoraat Landbouproduksie-ekonomie: Pretoria

KORINGRAAD. (1990). Persoonlike mededeling

LANVOKON: LANDBOUVOORUITSKOUINGSKONFERENSIE (11e: 1990: Pretoria). (1990). Pretoria, s.n

NELSON, AG, CASLER, GL and WALKER, OL. (1978). Making farm decisions in a risky world: A Guidebook. Oregon State University Extension Service: Corvallis

NIELSON, DJ. (1982). Evaluating alternative irrigation scheduling strategies for soybeans in Minnesota. M.Sc.-thesis. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota

MEIRING, JA. (1989). Die ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategiëe in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. Verhandeling (M.Sc.Agric). Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

OOSTHUIZEN, LK. (1983). A study of the approaches, methods, techniques and instruments used in five major irrigated areas in the United States to increase the economic efficiency of water use for irrigation. Department of Agricultural Economics, University of the Orange Free State: Bloemfontein

SPIEGEL, MR. (1972). Schaum's outline of theory and problems of statistics in SI units. Johannesburg: McGraw-Hill Book Company

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1989). Kortbegrip van landboustatistiek. Pretoria: Staatsdrukker

ZENTNER, RP, GREENE, DD, HICKENBOTHAM, TL and EIDMAN, VR. (1981). Ordinary and generalized stochastic dominance: a primer. Staff Paper P81-27. Department of Agricultural and Applied economics, University of Minnesota: St. Paul

SUMMARY

Product prices and yields realized by farmers are two critical stochastic components that have to be taken into account when analyzing the economics of irrigation. The risk associated with these two variables must be considered in the management of a business.

The purpose of chapter 9 was to show that production risk can be taken into account by means of crop growth simulation models, and to suggest a procedure for handling price risk in maize and wheat cultivation. The analyses were made for a wheat/late maize/cotton crop rotation system under centre pivot irrigation in the Southern Free State.

The climate has an important effect on the yields realized by farmers. Irrigation lowers the risk of realizing low yields, but factors such as too low water applications and high temperatures can still have a detrimental effect on the yields. Crop simulation models, which can take the interaction between such factors into account, are becoming more and more important as research instruments. The profitability and risk of irrigation investments also rest, to a large, extent, on the yield realized and on the product price.

The price risk associated with maize and wheat cultivation was analyzed by using the latest product price scenarios and adapted historical crop yields. The historical crop yields varied as a result of changing weather conditions, changes in technology over a period of time, and the area cultivated annually. Unpredictable weather conditions, which also affect the planted area, are the main causes of price risk, because the supply becomes unpredictable. By making adjustments for significant trends as a result of technological progress, and as a result of the regular expansion of the planted area, the historical yield sizes for 33 years were brought to a comparable level. By assuming that such production conditions could

occur again, the current price scenarios were used to link a price to each of the yield sizes. The incidence of the various prices therefore gives an indication of price risk.

Wheat, maize and cotton yields were simulated by using the PUTU crop growth models. Climatological, soil, agronomical and irrigation data are required as inputs for the models. Climatological data from 1978 to 1988 were used for the simulations. Yields were simulated for centre pivot systems with application capacities of 10 mm and 12 mm per day on clay and sandy soils. Irrigation scheduling was carried out by means of the "BEWAB" model.

The results show that production and price risks are important variables that have to be taken into account. The probability of realizing the highest wheat price is 15 per cent. However, in six out of the 33 years a price of R 410 or R 400 will be achieved. The highest maize price will be achieved in only 9 per cent of the cases, and the lowest and second lowest price will be achieved in respectively 15 and 12 per cent of the cases.

Simulated wheat yields show little variation as a result of the utilization of water in the soil profile. Maize and cotton yields, which are summer crops with higher water requirements, show greater variation in yields. The greater variation can be ascribed to the occurrence of rain, among other things. The yields obtained compared well with research findings in the area and fell within the limits of yields that can be realized, according to farmers.

The procedure that was followed made it possible to take production and price risks into account in economic analyses. Because of the importance of the two risk components, production and price risks should indeed be taken into account in analyses. However, simulation models should be calibrated and

validated with empirical data to further increase the reliability of the results.

HOOFSTUK 10*

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

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

10.1 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 en Eidman, 1984: 315). Die beleggingsbesluit behels die evaluering van beplande beleggings en die allokering van kapitaal tussen kompeterende beleggings (Stevens, 1979: 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: 121) gedefinieer as die aanwending van hulpbronne 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, Musser en Tew (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 verteen-

---

* Hierdie hoofstuk is gebaseer op 'n referaat wat gelewer is by die Suider-Afrikaanse Besproeiingsimposium, Junie 1991, Durban.

woordigende 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 huidige waarde-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 en Eidman, 1984: 316).

Die doel van die hoofstuk is om die ekonomiese winsgewendheid van alternatiewe spilpunte wat Meiring (1989) geïdentifiseer het, te bepaal deur die netto huidige waarde-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:

(a) Indien die grootte, kapasiteit en statiese hoogte van spilpuntbesproeiingstelsels varieer, dan sal die ekonomiese winsgewendheid van die toepaslike besproeiingsbeleggingstrategieë ook varieer.
(b) Spilpuntbesproeiingstelsels op sandgronde is meer winsgewend as soortgelyke stelsels op kleigronde.
(c) Die wisselboustelsel is 'n kritiese faktor wat die ekonomiese winsgewendheid van spilpuntbesproeiingstelsels beïnvloed.

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

10.2 LITERATUURSTUDIE

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

(a) Identifiseer moontlike winsgewende beleggingsalternatiewe.
(b) Ontleed die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van die alternatiewe.
(c) Herevalueer die besluit met verskillende prys- en opbrengsaannames.
(d) Maak 'n keuse op grond van die resultate van die bogenoemde stappe asook ander beskikbare inligting.

Casler, Anderson en Aplin (1984: 1) meen ook dat beleggingsbesluite van die belangrikste bestuursbesluite is wat geneem kan word en moet dus op betroubare prosedures berus.

10.2.1 Die netto huidige waarde-tegniek

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

Kapitaalbegrotingstegnieke moet aan vier vereistes voldoen (Copeland en Weston, 1983: 26):

(a) Alle kontantvloei moet in ag geneem word.
(b) Kontantvloei moet teen die geleentheidskoste van fondse verdiskonteer word.

(c) By onderling uitsluitende beleggingsalternatiewe moet die een gekies word wat die eienaar se welvaart maksimeer.
(d) '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 huidige waarde-metodes. Die eersgenoemde twee metodes neem nie alle relevante kontantvloei en die tydwaarde van geld in ag nie. Copeland en Weston (1983: 31) het die netto huidige waarde-metode en die interne opbrengskoersmetode 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: 15) die netto huidige waarde-tegniek gekies as 'n gepaste kapitaalbegrotingstegniek vir die ontleding van besproeiingsbeleggings. Die netto huidige waarde-metode is ook in verskeie ander studies gebruik om die winsgewendheid van besproeiingsbeleggings te bepaal (Robertson, *et al.* 1982; Boggess en Amerling, 1983; Bosch, Taylor en Ross, 1988; Lazarus en Scott, 1981).

Volgens Boehlje en Eidman (1984: 318) is die netto huidige waarde-tegniek meer verkieslik as ander kapitaalbegrotingstegnieke omdat hierdie tegniek die geleentheidskoste en tydwaarde van geld in ag neem. Bierman en Smidt (1988: 6) beskou die verdiskonteerde kontantvloei of netto huidige waarde-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.* (1984: 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, Reynders en Scheurkogel, 1986: 151; Bierman en Smidt, 1988: 45).

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

$$N = \sum_{n=1}^{k} \frac{I_n}{(1 + d)^n} - O \qquad (10.1)$$

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 huidige waarde-ontleding (Boehlje en Eidman, 1984: 321-327):

(a) Kies 'n gepaste verdiskonteringskoers om toekomstige kontantvloei tot huidige waarde aan te pas.
(b) 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.
(c) Bereken die jaarlikse netto kontantvloei vir elke jaar van die belegging se ekonomiese lewensduur.
(d) Bereken die huidige waarde van jaarlikse netto kontantvloei.
(e) Bereken die somtotaal van netto huidige waarde van die belegging.
(f) 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, Musser en Oosthuizen, 1978: 21; Copeland en Weston, 1983: 37; Casler *et al.*, 1984: 47; Gill, 1984: 6; Fiske, 1986: 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 en Eidman, 1984: 326; Bierman en Smidt, 1988: 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 belasting-doeleindes is reeds in ag geneem in die eerste stap by die berekening van die koste van kapitaal (Boehlje en Eidman, 1984: 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 en Eidman, 1984: 324). Belastingbesparings is gelykstaande aan 'n kontantinvloei (Fuller en Nordquist, 1978: 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, Tew en Epperson, 1981: 980).

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

$$NPV = -Co + ATNI + D + S \qquad (10.2)$$

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:

$$D = \sum_{t=1}^{n} \frac{D_t \times I_t}{(1 + k)^t} \qquad (10.3)$$

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 huidige waarde-tegniek het die metode ook swak punte. Beleggings kan net vergelyk word as hulle dieselfde leeftyd het (Casler *et al.*, 1984: 30). Volgens Lambrechts *et al.* (1986: 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: 329).

10.2.2 Netto voordeel:beleggingsverhouding

'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: 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:kosteverhouding.

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: 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.

10.2.3 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: 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 opbreng-

ste 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. Produksie- en prysrisiko behoort dus in ag geneem te word by ekonomiese ontledings.

Die tekortkoming in baie plaaslike studies wat oor die ekonomie van besproeiing handel, is die aannames ten opsigte van opbrengste en pryse. Gemiddelde langtermynopbrengste 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 en 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.

10.3 PROSEDURE

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

10.3.1 Alternatiewe spilpuntbeleggings

Die jaarlikse vaste en veranderlike koste van agtien verskillende spilpunte van die Suid-Vrystaat substreek is in Hoofstuk 5 bereken. Die ekonomiese winsgewendheid van hierdie stelsels, wat in tabel 10.1 aangetoon word, word in hierdie hoofstuk beraam.

Tabel 10.1 Beskrywing van agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek

Stelsel No.	Grootte (ha)	Kapasiteit[1] (mm/dag)	Statiese pomphoogte (m)	Grondtipe
1	60	8	-15	sandgrond
2	60	8	-15	kleigrond
3	60	8	+10	sandgrond
4	60	8	+10	kleigrond
5	60	10	-15	sandgrond
6	60	10	-15	kleigrond
7	60	10	+10	sandgrond
8	60	10	+10	kleigrond
9	60	12	-15	sandgrond
10	60	12	-15	kleigrond
11	60	12	+10	sandgrond
12	60	12	+10	kleigrond
13	30	8	-15	sandgrond
14	30	8	-15	kleigrond
15	30	10	-15	sandgrond
16	30	10	-15	kleigrond
17	30	12	-15	sandgrond
18	30	12	-15	kleigrond

1. Bruto toediening per dag.

10.3.2 Gewaskeuse

Die uitgangspunt by die ekonomie van besproeiing is om 'n gewasopeenvolgingstelsel te kies wat verteenwoordigend vir die gebied is. 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. 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.

10.3.3 Besproeiingskedulering

Besproeiingskedulering behels besluite ten opsigte van die hoeveelheid en tydigheid van watertoediening. Besproeiingskeduleringstrategieë kan 'n groot invloed hê op die winsgewendheid van 'n belegging (Bosch *et al.*, 1988: 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, Coetzee, van Antwerpen, van Rensburg en Burger, 1988: 63).

Bennie *et al.* (1988) se skeduleringsmodel, BEWAB, is in dié navorsing gebruik. Die rekenaarprogram is ontwikkel uit empiriese navorsingsresultate oor verskeie jare wat in die navorsingsgebied uitgevoer is. 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 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. 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.

Grondinligting kan op verskeie wyses as inset in die BEWAB-program verskaf word. 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.

'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 10.2 word die opbrengsmikpunte gegee wat gebruik is om skeduleringstrategieë vir die verskillende kombinasies van stelselkapasiteite, grondtipe en gewasse te verkry.

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 skedule-ringstrategie 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 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 besproei-ingshoeveelhede 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 belasting-jaar 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 per hektaar is. Die waterkwota gee vir twee jaar 'n totaal van 2 200 mm water wat net voldoende sal wees vir die 8 mm-

---

Die eenheid "mm.ha" is gelykstaande aan 10 m^3 water of 1 mm water op 1 hektaar grond.

Tabel 10.2 Opbrengsmikpunte (kg/ha), besproeiingsiklusse (dae) en bruto besproeiingshoeveelhede (mm/seisoen) vir agtien verskillende 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
Koring						
Opbrengs	5 500	5 500	7 000	7 000	8 000	8 000
Siklus	6	4	5	3	4	3
Besproeiing	508	511	642	638	729	725
Mielies						
Opbrengs	8 000	8 000	9 000	9 000	10 000	10 000
Siklus	6	4	5	3	4	3
Besproeiing	617	625	690	685	736	741
Katoen						
Opbrengs	3 000	3 000	4 500	4 500	5 500	5 500
Siklus	6	4	5	3	4	3
Besproeiing	706	706	916	911	1048	1048

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 grond-

profiel voor die volgende plantdatum by veldwaterkapasiteit te kry.

Die bruto besproeiingstoedienings met elk van die agtien skeduleringstrategieë word in tabel 10.3 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.

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.

10.3.4 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. Produksiekosteberamings is verkry vanaf gewasbegrotings wat opgestel is vir koring, mielies en

Tabel 10.3 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**

Tabel 10.3 (vervolg)

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
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**

katoen in die Suid-Vrystaat substreek (Meiring, 1989). Besproeiingskoste bestaan 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 en besproeiingsveranderlike koste wat vir elk van die stelsels beraam is (Meiring, 1989) is gebruik vir die ontleding van ekonomiese winsgewendheid. Die veranderlike koste word 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 10.3 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.

10.3.5 Produkpryse

Die winsgewendheid van besproeiingsbeleggings is baie sensitief vir die produkpryse wat gebruik word (Boggess en Amerling, 1983: 90; Bosch *et al.*, 1988: 178). Nie net die pryspeile is belangrik nie maar ook die prysrisiko wat met elke gewas geassosieer word. Katoenverbouing hou nie tans vir die produsent 'n groot prysrisiko in nie. Die produsenteprys vir masjiengeplukte saadkatoen, van R 1,00/kg veselkatoen, word dus gebruik. Die verbouing van koring en mielies hou egter vir die produsent besliste prysrisiko's in sedert van die eenkanaalvasteprysskema wegbeweeg word. Vir beide gewasse maak die onderskeie bemarkingsrade prysbegrotings voor die aanvang van die plantseisoen bekend. 'n Prosedure wat deur Meiring (1989) voorgestel is om prysrisiko in ag te neem, word ook in die studie gebruik. Die prosedure neem die voorgestelde prysbegrotings en die historiese oeslewerings in ag. Die pryse wat vir die twee gewasse gebruik word, word in tabel 10.4 aangetoon.

Tabel 10.4 Aangepaste nasionale koring- en mielie-produksie en die ooreenstemmende verwagte produsentepryse (1989) vir die periode 1956 tot 1988

	Koring		Mielies	
Jaar	Aangepaste produksie	Produsente-prys(R/ton)	Aangepaste produksie	Produsente-prys(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

10.3.6 Opbrengssimulasie

Produksie-risiko word in ag geneem deur gebruik te maak van gewasgroeimodelle om opbrengste onder veranderlike omgewingstoestande te simuleer. Die werkswyse om gewasgroeisimulasiemodelle te gebruik om opbrengste vir koring, mielies en katoen te simuleer is deur Meiring (1989) beskryf. Twee basiese modelle van De Jager, Mottram en Singels (1986), en De Jager, van Zyl, Kelbe en Singels (1987), is gebruik om koring-, mielies- en katoenopbrengste te simuleer.

Die opbrengste wat vir die verskillende stelsels gesimuleer is, word in tabelle 10.5, 10.6 en 10.7 aangetoon. Gesimuleerde koringopbrengste vir die ses verskillende besproeiingskeduleringstrategieë word in tabel 10.5 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 ontwerptoedieningskapasiteit 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 10.5 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 veld-waterkapasiteit 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.

Tabel 10.6 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 10.6 verskaf word, toon baie meer variasie as die gesimuleerde koringopbrengste (tabel 10.5). 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 watertoedieningspeile styg. Die groot verskille in opbrengs behoort te lei tot die hoër winsgewendheid van die 12 mm-stelsels.

Tabel 10.7 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 10.7 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 vegetatiewe 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.

10.3.7 Ekonomiese ontleding

Die ekonomiese winsgewendheid van elke spilpuntstelsel is bepaal deur die netto huidige waarde van die belegging te bereken. Inaggenome vergelykings (10.1), (10.2) en (10.3) is die volgende vergelyking ontwikkel om die netto huidige waarde, NHW, van 'n belegging onder Suid-Afrikaanse omstandighede te beraam:

$$NHW = -i + s(1-m) + \sum_{t=1}^{n} \frac{d_t(i)(m)}{(1+v)^{t-1}} + \sum_{t=1}^{n} \frac{nkv_t(1-m)}{(1+v)^{t-1}} + \frac{r(1-m)}{(1+v)^{n-1}} \qquad (10.4)$$

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 (10.4) 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 en Oosthuizen, 1991). 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, 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 (10.4) geakkommodeer. Volgens Divaris en Stein (1989: 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 3) 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.

10.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

10.4.1 Ekonomiese winsgewendheid

10.4.1.1 Netto huidige waarde

Die netto huidige waarde van die alternatiewe beleggingstrategieë word in tabel 10.8 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 10.8 Die laagste, hoogste en gemiddelde netto huidige waarde asook die standaard afwykings oor die leeftyd van die agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

Stelsel-nommer	Netto huidige waarde				
	Laagste (R)	Hoogste (R)	Gemiddeld (R)	Std afw. (R)	KV (%)
1	211 713	454 562	342 119	64 831	19
2	116 682	338 402	238 050	59 594	25
3	147 199	388 145	276 120	64 695	23
4	69 471	290 763	190 393	59 452	31
5	340 842	606 669	483 683	69 011	14
6	229 920	474 798	363 723	64 426	18
7	275 551	539 843	417 319	68 870	17
8	146 609	390 228	280 481	64 837	23
9	409 216	696 845	563 238	71 949	13
10	250 064	506 579	391 469	67 189	17
11	344 853	631 209	498 219	71 912	14
12	176 186	432 761	316 095	66 064	21
13	52 808	173 524	117 451	32 365	28
14	11 940	122 652	72 436	29 734	41
15	128 233	260 796	199 409	34 473	17
16	79 044	201 379	145 930	32 208	22
17	156 310	299 746	233 115	35 953	15
18	109 812	238 060	180 563	33 597	19

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 dertighektaarstelsel 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 belasting-voordeel 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. Stelsel 9 lewer die grootste netto huidige waarde en hoewel sy standaard afwyking ook die grootste is naamlik R 71 949, is die koëffisiënt van variasie die laagste wat die relatiewe lae risiko van hierdie stelsel aandui. Oor die algemeen word die 8 mm stelsels deur groot koëffisiënte van variasie (19-41 persent) gekenmerk wat die riskantheid van hierdie stelsels onderstreep. 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 sestighektaarstelsels is, R 372 845.

Die netto huidige waarde, 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 10.9 gegee.

Die berekende gemiddelde netto huidige waarde kom neer op jaarlikse waardes wat wissel van R 12 693 tot R 37 549 by die sestighektaarstelsels en R 4 832 tot R 15 541 by die dertighektaarstelsels. 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 dertighektaarstelsels is dan vergelykbaar met die sestighektaarstelsels. Die netto huidige waarde van stelsel 9 is meer as R 1 000 per hektaar hoër as die van die tweede hoogste waarde, naamlik stelsel 11. Die dertighektaarstelsel op kleigrond met 'n kapasiteit van 8 mm gee die laagste netto huidige waarde van R 2 416 per hektaar.

Tabel 10.9 Die gemiddelde netto huidige waarde van agtien spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek oor die lewensduur van die stelsels uitgedruk as 'n bedrag per jaar en per hektaar, 1989

	Netto huidige waarde (R)			
Stelsel-nommer	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 10.9 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.

10.4.1.2 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 10.10 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 dertighektaarstelsel 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 sestighektaarstelsels 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 10.10 Aanvanklike belegging, gemiddelde netto huidige waarde en die standaard afwyking asook die netto voordeel:beleggingsverhouding van agtien spilpunt-stelsels in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

Stelsel-nommer	Belegging (R)	Gemiddelde nhw (R)	Standaard afwyking (R)	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	41 7319	68 870	2,85
10	237 553	39 1469	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 dertighektaarstelsels 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 sestighektaarstelsels vaar ook baie beter as die dertighektaarstelsels. Die winsgewendste dertighektaarstelsel, stelsel 17 wat 'n 12 mm-stelsel op sandgrond is, volg eers na sewe sestighektaarstelsels. 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.

10.4.2 Samevattende gevolgtrekking

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. Sestighektaarstelsels is winsgewender as dertighektaarstelsels. Byvoorbeeld die sestighektaarstelsel wat die winsgewendste is se netto voordeel:beleggingsverhouding is 3,47 teenoor die 2,54 van die winsgewendste dertighektaarstelsel. 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 besproei-

ingskoste. 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 sestighektaarstelsels en groter as R 100 000 by die dertighektaarstelsels. 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.

10.4.3 Navorsingsimplikasies

(a) Produksie- en prysrisiko behoort in winsgewendheidsontledings in ag geneem te word as gevolg van die belangrike invloed daarvan op die resultate.

(b) Opbrengste wat gerealiseer word, is krities in winsgewendheidsontledings. Simulasiemodelle moet met empiriese

resultate gevalideer en gekalibreer word om die betroubaarheid daarvan te verhoog.

(c) 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.

(d) 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.

(e) In die Suid-Vrystaat substreek is sestighektaar-spilpunte winsgewender as dertighektaarstelsels 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.

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

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

(h) Die winsgewendheidsontledings kan vir ander besproeiingsgebiede uitgevoer word.

(i) Alhoewel die geselekteerde spilpuntbeleggings winsgewend is, moet die finansiële uitvoerbaarheid daarvan bepaal word.

(j) 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.

(k) Die finansiële uitvoerbaarheid van die geselekteerde beleggings moet bepaal word.

BRONNELYS

BACKEBERG, GR. (1984). Besproeiingsontwikkeling in die Groot-Visriviervallei. M.Sc.-verhandeling, Departement van Landbou-ekonomie, Universiteit van Pretoria

BACKEBERG, GR. (1988). Ekonomiese oorwegings met die inskakeling van gewasse onder besproeiing in droëlandboerdery. Direktoraat Landbou-ekonomie, Departement van Landbou en Waterwese. Seminaar gelewer tydens 'n besproeiings boeredag te Frankfort, 24 November, 1988

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en BURGER, R DU T. (1988). 'n Waterbalansmodel vir besproeiing gebaseer op profielwatervoorsieningstempo en gewaswaterbehoeftes. Verslag aan die Water Navorsingskommissie. WNK-verslag nr 144/1/88. Departement van Grondkunde, Universiteit van die Oranje Vrystaat: Bloemfontein

BIERMAN, H and SMIDT, S. (1988). The capital budgeting decision. New York: Macmillan Publishing Company

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York: John Wiley and Sons

BOGGESS, WG and AMERLING, CB. (1983). A bioeconomic simulation analysis of irrigation investments. Southern Journal of Agricultural Economics Vol 15, No 2: 85-91

BOSCH, DJ, TAYLOR, DB and ROSS, BB. (1988). Economic feasibility of riparian irrigation with weather uncertainty. Journal of Production Agriculture Vol 1, No 2: 172-180

CASLER, GL, ANDERSON, BL and APLIN, RD. (1984). Capital investment analysis. New York: John Wiley and Sons

COPELAND, TE and WESTON, JF. (1983). Financial theory and corporate policy. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company

DE JAGER, JM, MOTTRAM, R and 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, University of the Orange Free State: Bloemfontein

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE and 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. Department of Agrometeorology, University of the Orange Free State: Bloemfontein

DIVARIS, C en STEIN, ML. (1989). Ou Mutual se inkomstebelastinggids 1988-1989. Kaapstad: Ou Mutual-drukkery

FISKE, JR. (1986). A comparative analysis of the return to equity and weighted average cost of capital approaches to capital budgeting. Agricultural Finance Review Vol 46: 48-57

FULLER, EI en NORDQUIST, DW. (1978). User's guide for PVBUDGT. Departement van Landbou en Toegepaste Ekonomie, Universiteit van Minnesota: St. Paul

GILL, EE. (1984). A net present value approach under uncertainty for making the irrigation investment decision in Central Minnesota. M.Sc-theses, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

GITTINGER, JP. (1982). Economic analysis of agricultural projects. Baltimore, Maryland: John Hopkins University Press

JANSE VAN RENSBURG, BDT. (1983). 'n Analise van die ekonomiese uitvoerbaarheid van die beoogde Neusberg-Augrabies besproeiingsontwikkeling. Direktoraat Landbou Produksie Ekonomie, Departement van Landbou en Waterwese

KIRSTEN, JF en BACKEBERG, GR. (1988). Konsepverslag oor beplanning van ekonomies bestaanbare boerderygroottes in die Oranje-Vaal Besproeiingsgebied. Direktoraat Landbou Produksie Ekonomie, Departement van Landbou en Waterwese

LAMBRECHTS, IJ, REYNDERS, HJJ en SCHEURKOGEL, AE. (1986). Die investeringsbesluit. Pretoria: Sigma-Pers

LAZARUS, WF and SCOTT, JT. (1981). A present value analysis of returns to irrigation in Southern Central Illinois. North Central Journal of Agricultural Economics Vol 3, No 1: 63-70

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc.Agric.-verhandeling, Departement van Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

MEIRING, JA en OOSTHUIZEN, LK. (1991). Die beraming van die geweegde gemiddelde koste van kapitaal met verwysing na besproeiingsboere in die Vanderkloof Staatswaterskema. Agrekon Vol 30, No 2:82-88

MUSSER, WN, TEW, BV and EPPERSON, JE. (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 Vol 68, No 4:980-989

OOSTHUIZEN, LK. (1983). A study of the approaches, methods, techniques and instruments used in five major irrigated areas in the United States to increase the economic efficiency of

water use for irrigation. Department of Agricultural Economics, University of the Orange Free State: Bloemfontein

ROBERTSON, JD, MUSSER, WN and TEW, BV. (1982). Lease versus purchase of a center pivot irrigation system: A Georgia example. Southern Journal of Agriculture Economics Vol 14: 37-42

STEVENS, GT. (1979). Economic and financial analysis of capital investments. New York: John Wiley and Sons

WHITE, FC, MUSSER, WN and OOSTHUIZEN, LK. (1978). Cost of capital for American agriculture: Its use in Agriculture policy formulation. Agricutural Finance Review Vol 38:21-28

WILSON, PN and EIDMAN, VR. (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

SUMMARY

The purpose of chapter 10 was to determine the economic profitability of eighteen centre pivot systems by using the net present value method. The procedure to estimate the economic profitability of centre pivot irrigation systems includes the folowing: the choice of a crop rotation system and irrigation strategies; the estimation of production and irrigation costs and the choice of product prices and yields. A crop rotation system which included wheat, maize and cotton was used and irrigation scheduling was done by using a computer programme. Group discussions were held to estimate the production costs for these crops. A cost-accounting programme for estimating irrigation costs was developed. Price risk was taken into account in the analysis of historic production data. Yields were estimated by crop growth simulation models. The economic profitability of each investment was calculated by a net present value model.

All the irrigation systems were economically profitable because they had a positive net present value. The sixty hectare system with a capacity of 12 mm per day and static height of -15 m, on sandy soil under irrigation, showed the largest net present value of R 563 238 ower a lifetime of 15 years. It is clear that the economic profitability of irrigation investment strategies is greatly influenced by the size and the capacity of the system and the static height at which water is pumped. Irrigation on sandy soils is consistently more profitable than on clay soils because of the higher yields and lower irrigation costs. Another important conclusion from the results is that production and price risk cause a substantial variation in the profitability of centre pivot irrigation systems and should therefore be considered in the economic analysis.

HOOFSTUK 11*

ONTLEDING VAN DIE FINANSIëLE UITVOERBAARHEID VAN WINSGEWENDE SPILPUNTBELEGGINGSALTERNATIEWE

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

11.1 INLEIDING

'n Belegging kan ekonomies winsgewend wees maar nie finansieel uitvoerbaar nie. Benson (1978: 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: 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 die beleggings onvoldoende kontant genereer om verpligtinge as gevolg van die wyse van finansiering na te kom.

---

* Hierdie hoofstuk is gebaseer op 'n manuskrip wat aan Agrekon vir publikasie voorgelê is.

Die doel met die hoofstuk is om te bepaal of winsgewende spilpuntbeleggingsalternatiewe in die Suid-Vrystaat substreek finansieel uitvoerbaar is indien die eienaar nie al die kapitaal self voorsien nie. Twee verskillende finansieringswyses word ondersoek om te bepaal of die finansiële uitvoerbaarheid van die beleggingsbesluite verskil.

Die volgende doelwitte word nagestreef:

(a) Om onderskeid te tref tussen ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van besproeiingsbeleggingsalternatiewe omdat winsgewende beleggings nie noodwendig finansieel uitvoerbaar is nie.
(b) Om te bepaal of verskillende finansieringswyses verskille veroorsaak ten opsigte van finansiële uitvoerbaarheid van beleggingsbesluite.
(c) Om te bepaal of produksie- en prysrisiko jaarlikse kontantvloei tot so 'n mate kan beïnvloed dat paaiementverpligtinge soms nie nagekom kan word nie.

Daar is nagenoeg 112 grondeienaars in die ondersoekgebied en sowat 80 persent van die 8 500 hektaar ingelyste besproeiingsgrond is onder spilpuntbesproeiing.

11.2 LITERATUURSTUDIE

11.2.1 Finansiële risiko

Finansiële risiko word deur Boehlje en Eidman (1984: 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, Casler en Walker, 1978: 1.4).

Finansiële risiko is die gevolg van die vermenigvuldigende effek van die hefboombeginsel op die potensiële wins of verlies wat deur verskillende produksie- en prysvlakke gegenereer word (Boehlje en Eidman, 1984: 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 by die aankoop van 'n spilpunt.

11.2.2 Finansiële uitvoerbaarheid

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: 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

wanneer 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 en Eidman, 1984: 575). Eerstens word die kombinasie bates op grond van die ekonomiese winsgewendheid daarvan gekies. 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: 332) soos volg beskryf:

(a) Die eerste stap is om die jaarlikse netto kontantvloei vir die belegging te beraam.
(b) Tweedens word die paaiementverpligtinge, bestaande uit kapitaaldelging en rentebetalings, volgens die terugbetalingsvoorwaardes bereken.
(c) 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 nabelasting kontantvloei (Bierman en Smidt, 1988: 128). Aanpassings moet gemaak word indien die kontantvloei op 'n nabelasting 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 en Eidman, 1984: 592). Hierdie aanpassings word gedoen deur die rentekomponent van die paaiement met die marginale belasting-koers 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 en Eidman, 1984: 592). Sulke besparings is gelykstaande aan kontantinvloei en moet by die betrokke jaar se kontantvloei bygetel word.

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

Surplus/ tekort	=	Jaarlikse netto kontantvloei	+	belasting-besparing	−	kapitaaldelging + rente

(11.1)

Alle kontantvloeisurplusse of -tekorte word dus as 'n nabelastingwaarde bereken.

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.

11.2.3 Finansieringswyse

'n Groot probleem met die gebruik van krediet is om die terugbetalingsooreenkomste te laat saamval met die terugbetalingsvermoë van 'n boerdery-onderneming (Boehlje en Eidman, 1984: 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: 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. Finan-

siële uitvoerbaarheidsontledings kan gebruik word om die verskillende behoeftes te bepaal.

11.3 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.

11.3.1 Winsgewende spilpuntbeleggingsalternatiewe

Grondtipe en statiese pomphoogte beperk boere tot spilpuntstelsels wat aangepas is vir die grondtipe of statiese hoogte van die perseel wat ontwikkel word. 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 verteenwoordigende spilpuntstelsels is dus so gekies dat sestighektaar- en dertighektaarstelsels op klei- en sandgrond ingesluit is (Meiring, 1989). 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 11.1 aangetoon. Die spilpuntkode in die tabel word vervolgens gebruik wanneer na 'n spesifieke stelsel verwys word. Die eerste letter van die kode (S of K) dui aan of die spilpunt sand- of kleigrond besproei terwyl die syfer daarna (60 of 30) die oppervlakte gee wat die stelsel

besproei. Die middelste term in die kode (12k) dui op die kapasiteit van die spilpunt in terme van bruto toediening in millimeter per dag. Die vertikale hoogte in meter wat die water gepomp word, word in die laaste deel van die kode (-15h of +10h) aangedui.

Tabel 11.1 Beskrywing van ses spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek vir finansiële uitvoerbaarheidsontledings

Spilpuntkode	Grondtipe	Oppervlakte (ha)	Kapasiteit (mm/dag)	Statiese hoogte (m)
1. S60/12k/-15h	sand	60	12	-15
2. S60/12k/+10h	sand	60	12	+10
3. K60/12k/-15h	klei	60	12	-15
4. S30/12k/+10h	sand	30	12	+10
5. K60/12k/+10h	klei	60	12	+10
6. K30/12k/+10h	klei	30	12	+10

Ten opsigte van die dertighektaarstelsels is die winsgewendste stelsels op sand- en kleigrond onderskeidelik stelsels S30/12k/+10h en K30/12k/+10h. Vir die sestighektaarstelsels is die winsgewendste stelsels met 'n statiese hoogte van -15 m stelsels S60/12k/-15h en K60/12k/-15h wat onderskeidelik sand- en kleigrond besproei. Stelsels S60/12k/+10h en K60/12k/+10h is die sestighektaarstelsels 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 wat ontleed is. Al ses stelsels is 12 mm-stelsels.

11.3.2 Jaarlikse kontantvloei

Die jaarlikse netto kontantvloei vir die geïdentifiseerde stelsels is in ekonomiese winsgewendheidsontledings van dié stelsels bereken (hoofstuk 10) en word gebruik om finansiële uitvoerbaarheid te bepaal. Die ekonomiese winsgewendheidsontledings is met behulp van die netto huidigewaardetegniek vir 'n wisselboustelsel van koring, laat mielies en katoen uitgevoer. 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 nabelasting 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 gesimuleerde opbrengste wat ewekansig gekies is (Meiring, 1989). 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.

11.3.3 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 ontledingsdoeleindes 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 koöperasielening word vir elke stelsel in tabel 11.2 aangetoon.

Tabel 11.2 Vergelyking tussen die twee wyses van finansiering vir die ses spilpunte in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

Spilpuntstelsel		Koöperasielening		Landbankverband	
	Deposito	Lening	Paaiement	Lening	Paaiement
S60/12k/-15h	66 583	161 414	53 677	227 997	46 298
S60/12k/ +10h	70 199	170 180	56 592	240 379	48 812
K60/12k/-15h	69 374	168 180	55 927	237 554	48 238
S30/12k/ +10h	44 227	107 217	35 654	151 444	30 753
K60/12k/ +10h	71 864	174 218	57 935	246 082	49 970
K30/12k/ +10h	43 639	105 793	35 181	149 432	30 344

Die deposito's wat boere in die geval van die koöperasielening betaal, wissel van R 43 639 by die dertighektaarspilpunt op kleigrond tot R 71 864 by die sestighektaarstelsels. Die jaarlikse paaiemente wat boere op die lening moet betaal, is tot so hoog as R 57 935 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 koöperasielening 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 koöperasielenings, sal die paaiementbedrae van die verbandlenings baie verklein.

Die paaiementbedrae is egter voorbelasting waardes. Elke paaiement moet dus aangepas word tot nabelasting 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 nabelasting 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.

11.3.4 Finansiële uitvoerbaarheid

Die volgende vergelyking is ontwikkel om die jaarlikse nabelastingsurplus, S, te bereken:

$$S_n = nkv_n\,(1-m) + S_1(1-m) + \frac{d_n}{(1+i)^{n-1}} - \frac{k_n + v_n + r_n(1-m)}{(1+i)^{n-1}} \qquad (11.2)$$

waar nkv = netto reële kontantvloei in jaar n,
S_I = 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 11.2 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 nabelasting 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 paaiementverpligtinge na te kom.

11.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

11.4.1 Finansiële uitvoerbaarheid

In tabel 11.3 word die aantal herhalings wat 'n kontantvloeitekort vir 'n sekere jaar lewer, vir elk van die ses stelsels gegee indien die koöperasielening gebruik word. Die verskil tussen die waardes in die tabel en twintig gee dus die aantal herhalings waar 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.

Tabel 11.3 Aantal herhalings per jaar met jaarlikse kontantvloeitekorte na betaling van die paaiemente op die koöperasielening vir ses winsgewende verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

	Aantal herhalings uit 20 met kontantvloeitekorte					
Jaar	Spilpuntkode					
	S60/12k/-15h	S60/12k/+10h	K60/12k/-15h	S30/12k/+10h	K60/12k/+10h	K30/12k/+10h
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 toename in die aantal jare met kontantvloeitekorte namate winsgewendheid daal, wat sigbaar was in die tabelle met die kontantvloeisyfers, is duidelik waarneembaar. Stelsel K30/12k/+10h het egter sewe jare minder kontantvloeitekorte as stelsel K60/12k/+10h. 'n Drastiese toename in die aantal jaarlikse kontantvloeitekorte kom by stelsel K60/12k/+10h en K30/12k/+10h 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 S60/12k/-15h en S60/12k/+10h 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 S30/12k/+10h.

Die moontlikheid van probleme met die nakoming van paaiementverpligtinge raak egter groot by stelsels K60/12k/+10h en K30/12k/+10h. 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 K60/12k/+10h en K30/12k/+10h dus met die koöperasielening 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 11.3 word in tabel 11.4 getoon as die beleggings met die verbandlening gefinansier word.

Tabel 11.4 Aantal herhalings per jaar met jaarlikse kontantvloeitekorte na betaling van die paaiemente op die Landbankverbandlening vir ses winsgewende prototipe spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek, 1989

Jaar	Aantal herhalings uit 20 met kontantvloeitekorte					
	Spilpuntkode					
	S60/12k/-15h	S60/12k/+10h	K60/12k/-15h	S30/12k/+10h	K60/12k/+10h	K30/12k/+10h
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

Dieselfde neiging ten opsigte van die verband tussen winsgewendheid en die voorkoms van kontantvloeitekorte geld ook in die geval. Stelsel S60/12k/-15h 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 K60/12k/+10h asook die vierde jaar van stelsel K30/12k/+10h.

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 koöperasielening. So is daar 'n waarskynlikheid van 65 persent dat 'n kontantvloeitekort in die vyfde jaar by stelsel K30/12k/+10h sal voorkom as die koöperasielening gebruik word in plaas van die verbandlening. Die finansiële risiko is dus groter in die eersgenoemde geval.

Kontantvloeitekorte kan egter oor 'n langer periode voorkom as die verbandlening gebruik word in vergelyking met die koöperasielening. Kontantvloeitekorte kom tot in die negende jaar voor terwyl dit net tot in jaar vyf voorkom by die koöperasielening.

Die belangrikste gevolg van die verskil in die finansieringswyses is dat stelsels K60/12k/+10h en K30/12k/+10h nie finansieel uitvoerbaar is nie as die beleggings met die koöperasielening gefinansier word. Al ses stelsels is finansieel uitvoerbaar indien 'n Landbankverbandlening vir finansiering gebruik word alhoewel die waarskynlikheid van kontantvloeitekorte verhoog by die stelsels met die laer winsgewendheid.

Die finansiële onuitvoerbaarheid van stelsels K60/12k/+10h en K30/12k/+10h beteken nie dat die beleggings nie aangegaan kan word nie. Beplanning sal egter gedoen moet word om die waarskynlike kontantvloeitekort te oorbrug.

11.4.2 Samevattende gevolgtrekking

'n Beleggingsbesluit kan net geneem word nadat ekonomiese winsgewendheids- sowel as finansiële uitvoerbaarheidsontledings gedoen is vir die beleggings wat oorweeg word. Die noodsaaklikheid hiervan blyk daaruit dat twee spilpuntbeleggings nie finansieel uitvoerbaar is nie indien die beleggings met 'n koöperasielening gefinansier word alhoewel die beleggings wel ekonomies winsgewend is. Gegewe die wisselboustelsel wat gevolg word, is 'n sestighektaarspilpuntbelegging met 'n statiese hoogte van 10 m wat kleigrond besproei nie finansieel uitvoerbaar nie en so ook 'n dertighektaarstelsel 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 twee finansieringswyse wat geëvalueer is, veroorsaak verskille ten opsigte van die finansiële uitvoerbaarheid van die beleggings. Al ses stelsels is finansieel uitvoerbaar indien die Landbankverbandlening vir finansiering gebruik word terwyl die bogenoemde twee beleggingsalternatiewe nie uitvoerbaar is nie indien die koöperasielening gebruik word. Dit is die geval ten spyte van die groter leningsbedrag wat by die verbandlening ter sprake is. Die rede hiervoor is dat die leningstermyn van die verbandlening ooreenstem met die aanbevole tydperk wat twee derdes van die bate se leeftyd is (Boehlje en Eidman, 1984: 651), wat nie die geval is met die koöperasielening 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 onuit-

voerbaar om beleggings soos stelsels K60/12k/+10h en K30/12k/+10h, 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.

11.4.3 Navorsingsimplikasies

Finansiële uitvoerbaarheidsontledings en ekonomiese winsgewendheidsontledings moet geskei word by die evaluering van beleggingsbesluite. Finansieringsmetodes moet vergelyk word met behulp van finansiële uitvoerbaarheidstudies om die beste metode te kies. Ondersoek behoort gedoen te word om te bepaal watter metodes die beste is om kontantvloeitekorte te oorbrug.

BRONNELYS

BACKEBERG, GR. (1988). Ekonomiese oorwegings met die inskakeling van gewasse onder besproeiing in droëlandboerdery. Direktoraat Landbou-ekonomie, Departement Landbou en Watervoorsiening. Lesing tydens besproeiingsboeredag te Frankfort, 24 November 1988

BENSON, FJ. (1978). Projecting cash flows and profitability for irrigation investments. Water sources and irrigation economics. "DISC" report. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota: St Paul

BIERMAN, H and SMIDT, S. (1988). The capital budgeting decision. New York: Macmillan Publishing Company

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York: John Wiley and Sons

GILL, EE. (1984). A net present value approach under uncertainty for making the irrigation investment decision in Central Minnesota. M.Sc-theses, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

MEIRING, JA. (1989). Die ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategiëe in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc.Agric-Verhandeling. Departement Landbou-ekonomie. Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

NELSON, AG, CASLER, GL and WALKER, OL. (1978). Making farm decisions in a risky world: A Guidebook. Oregon State University Extension Service: Corvallis

SUMMARY

An investment can be economically profitable, while in the long term, as a result of the financing method, it may generate insufficient cash to meet obligations. Economic profitability analyses as well as financial feasibility analyses therefore have to be earned out.

The purpose of chapter 11 was to determine whether six profitable centre pivot investment alternatives are in fact financially feasible when two general financing methods are used. By taking the effect of production and price risks on cash flow into account, it is possible to calculate when cash flow surpluses and deficits occur during the economic life-span of the investments.

Financial risk is the additional variation in the net return on own capital as a result of utilizing credit. If constant prices and yields are used, financial risk and its implications cannot be showed. Financial feasibility can be determined by calculating whether the annual cash flow can meet interest and capital redemption obligations. Three steps are followed when evaluating financial feasibility. Firstly, the annual net cash flow must be calculated, whereafter the instalment obligations can be calculated. The final step is to determine whether a cash flow deficit or surplus exists.

The annual net cash flow for six profitable centre pivot investment alternatives with varying area, static pumping height and soil type which were to be irrigated, was calculated. Price and production risks were taken into account by using different prices and yields randomly and simulating the cash flow for the investments over fifteen years. The procedure was repeated twenty times. Instalment obligations were calculated for a cooperative loan over five years and a Land Bank mortgage loan over ten years. The annual cash surplus or deficit for each of the fifteen years was calculated. The

effect of subsidies, depreciation, insurance, inflation and tax on interest and cash flow was taken into account. An investment is regarded as financially unfeasible if more than ten of the twenty repetitions of a particular year during the lifespan of the investment produces a cash flow deficit.

The results show that cash flow deficits occur more frequently as the profitability of the systems decrease, regardless of the method of financing. Where the cooperative loan was used, cash flow deficits in all six systems occurred only during the first five years when instalment payments were made. The centre pivot investments with a static pumping height of 10 m which irrigated thirty and sixty hectares of clay soil respectively were not financially feasible according to the stated norms. However, in the case of the Land Bank mortgage loan cash flow deficits occurred up to the ninth year. The probability of such a deficit is much smaller, however, and all the investments are financially feasible.

The above results show that an investment decision can only be made after economic profitability as well as financial feasibility has been analyzed. These analyses can only be done if the effect of price and production risks on cash flow is taken into account.

HOOFSTUK 12*

DIE KEUSE VAN RISIKO-DOELTREFFENDE SPILPUNTBELEGGINGSTRATEGIEë MET BEHULP VAN STOGASTIESE DOMINANSIE-KRITERIA

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

12.1 INLEIDING

Gewasgroeisimulasiemodelle wat die wisselwerking van stogastiese weerstoestande, grondwater, plantegroei en plante-ontwikkeling en besproeiingsbesluite in ag neem, raak as navorsingsinstrument al hoe belangriker (Harris en Mapp, 1986: 299). 'n Onderneming kan alleen suksesvol bestuur word as die bestuurder stogastiese komponente in die omgewing voorspel en strategieë kies met die grootste moontlikheid om doelwitte te verwesenlik (Zentner, Greene, Hickenbotham en Eidman, 1981: 1). Sekere kriteria of besluitnemingsreëls moet gebruik word om die beste alternatief te selekteer. Volgens besluitnemingsteorie is die maksimering van verwagte nut 'n gepaste kriterium (Boehlje en Eidman, 1984: 458). Besluitnemers neem hul voorkeure en inligting omtrent alternatiewe strategieë in ag wanneer hulle keuses moet uitoefen en neem dan besluite sodanig dat hul verwagte nut gemaksimeer word.

'n Benadering wat die laaste jare baie aandag geniet, is die gebruik van stogastiese dominansie. 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: 1). Harris en Mapp (1986: 304) kom tot die gevolgtrekking dat hierdie kriteria 'n kragtige benadering is vir die evaluering van besproeiingstegnologie en -beleggings onder stogastiese toestande. Stogastiese dominansie-kriteria is ook in verskeie

* Hierdie hoofstuk is oorgeneem uit Agrekon, vol 30 (2): 310-318, Desember 1990.

ander studies toegepas om doeltreffende 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: 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, Dillon en Hardaker, 1977: 298). Zentner *et al.* (1981: 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 waarskynlikheidsverdelings van die verwagte nabelasting inkomste uit 'n koring/mielie/katoen-wisselboustelsel vir 18 spilpuntbesproeiingsbeleggings en die besluitnemer se voorkeure in ag te neem. Gewone en veralgemeende stogastiese dominansie word as besluitnemingskriteria gebruik. Die volgende doelwitte word nagestreef:

(a) Om risiko-doeltreffende besproeiingsbeleggingstrategieë te selekteer en in voorkeurvolgorde te plaas deur gebruik te maak van gewone en veralgemeende stogastiese dominansie-kriteria as besluitnemingsmaatstawwe.

(b) Om te bepaal of boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid verskil ten opsigte van beleggingstrategieë wat hulle bepaalde voorkeure die beste sal bevredig.

In hierdie hoofstuk word 'n uitgebreide literatuurstudie oor gewone sowel as veralgemeende stogastiese dominansie gedoen terwyl die literatuur in hoofstuk 16 slegs op veralgemeende stogastiese dominansie toegespits word. In Hoofstuk 17 word op die interval-metode vir risiko-meting beskryf wat voortbou op die konsepte van stogastiese dominansie.

12.2 LITERATUURSTUDIE

Nelson, Casler en Walker, (1978: 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.

12.2.1 Nut

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: 3). Die nutwaarde van 'n uitkoms is 'n reële indekssyfer om die relatiewe begeerte vir 'n spesifieke uitkoms aan te dui. '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: 5.21) Vir risiko-nemers is die marginale nut van winste stygend, vir 'n risiko-neutrale persoon is die marginale nut konstant terwyl marginale nut dalend is vir risiko-vermyders.

12.2.2 Meting van nut

Die risiko-gevoeligheid van 'n besluitnemer kan gemeet word deur die sogenaamde Pratt-koëffisiënt, wat as die absolute risiko-vermydingskoëffisiënt bekend staan (Zentner *et al.*, 1981: 7), te gebruik. Die absolute risiko-vermydingskoëf fisiënt, 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:

$$rm_i = - \frac{U''m_i}{U'm_i} \qquad (12.1)$$

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: 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 besluitnemers, nul is vir risiko-neutrale besluitnemers en negatief is vir risiko-soekende besluitnemers.

'n Meer algemene konsep is die absolute risiko-vermydings-funksie. Hierdie funksie, r(y), word soos volg gedefinieer (King en Robison, 1981: 3):

$$r(y) = - \frac{U''(y)}{U'(y)} \qquad (12.2)$$

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 maat-stawwe 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 en Robison, 1981: 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.*, 1981: 7).

12.2.3 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: 16). Lee, Ellis en Lacewell (1987: 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: 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.

12.2.3.1 Stogastiese dominansie van die eerste orde

Volgens Anderson *et al.* (1977: 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 en Eidman, 1984: 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: 18).

Die oorspronklike konsep van stogastiese dominansie moet uitgedruk word in terme van kumulatiewe waarskynlikheidsfunksies (Anderson *et al.*, 1977: 282), waar die verband tussen die kumulatiewe verdelingsfunksie, F_1, van 'n riskante projek, F, en die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelingsfunksie, $F_1(R)$, binne die grense [a, b] gegee word deur:

$$F_1(R) = \int_a^R F(x)\,dx \qquad (12.3)$$

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 dominansiekriteria (Anderson *et al.*, 1977: 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 en Eidman, 1984: 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: 19; Boehlje en Eidman, 1984: 467; Van Zyl, 1985: 65). Meer beperkende aannames omtrent die nutsfunksies van besluitnemers moet dus gemaak word.

12.2.3.2 Stogastiese dominansie van die tweede orde

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 en Eidman, 1984: 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

$$F_2(R) = \int_a^R F_1(x)\,dx \qquad (12.4)$$

moet gebruik word om die reël te verduidelik (Anderson *et al.*, 1977: 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 verde-

ling 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 en Robison, 1981: 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: 288). Die kriterium kan dus in baie gevalle gebruik word.

12.2.3.3 Stogastiese dominansie van die derde orde

Derde orde stogastiese dominansie is gegrond op 'n verdere aanname, naamlik dat die derde afgeleide van die nutsfunksie positief is (Anderson *et al.*, 1977: 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: 23).

Vir die kriteria moet 'n verdere kumulatiewe verdelingsfunksie van die tweede orde stogastiese dominansie kumulatiewe funksie gedefinieer word (Anderson *et al.*, 1977: 289), naamlik:

$$F_3(R) = \int_a^R F_2(x)\,dx \qquad (12.5)$$

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: 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: 290; Lee *et al.*, 1987: 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: 25).

(a) Asimmetrie - indien strategie a_2 gedomineer word deur strategie a_1, is die omgekeerde nie waar nie.
(b) 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.
(c) 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.
(d) '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.

12.2.3.4 Veralgemeende stogastiese dominansie

Daar is egter 'n behoefte na doeltreffendheidskriteria wat meer buigsaam en diskrimenerend is as die voormelde kriteria (King en Robison, 1981: 3). Meyer (1977: 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: 31).

Volgens King en Robison (1981: 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 (12.2). Die kriterium voorsien groter buigsaamheid as gewone stogastiese dominansie beginsels (Zentner *et al.*, 1981: 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: 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 en Robison, 1981: 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: 15). A(m) word bo B(m) verkies as:

$$\int_0^1 U(m)\ a(m)\ dm - \int_0^1 U(m)\ b(m)\ dm > 0 \qquad (12.6)$$

waar a(m) en b(m) waarskynlikheidsverdelingsfunksies oor die interval 0 tot 1 is.

Daar kan dan aangetoon word dat:

$$\int_0^1 U(m)\ a(m)\ dm - \int_0^1 U(m)\ b(m)\ dm =$$

$$\int_0^1 U(m)\ [a(m) - b(m)]\ dm \qquad (12.7)$$

Deur integrasie verander vergelyking (12.7) soos volg:

$$\int_0^1 U(m)\ [a(m) - b(m)]\ dm = \int_0^1 [B(m) - A(m)]\ U'(m)\ dm \qquad (12.8)$$

Die prosedure om te bepaal of A(m) bo B(m) verkies word, vereis die identifisering van die nutsfunksie, $U_o(m)$, wat die volgende minimiseer:

$$\int_0^1 [B(m) - A(m)]\ U'(m)\ dm \qquad (12.9)$$

onderworpe aan die volgende beperkings:

$$r_1(m) \geq \frac{-U''_o(m)}{U'_o(m)} \geq r_2(m) \qquad \text{waar } o \leq m \leq 1$$

en

$$U'(0) = 1$$

Die nutsfunksie $U_o(m)$ wat die vergelyking (12.9) minimiseer is die nutsfunksie binne die gespesifiseerde interval wat die verskil in nut tussen A(m) en B(m) minimiseer.

Indien vergelyking (12.9) '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 stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie verder te operasionaliseer. Die volgende teorema vorm die basis vir die prosedure (Zentner *et al.*, 1981: 39).

'n Optimale beheer, $r_o(m)$ wat die volgende vergelyking minimiseer:

$$\int_o^1 [G_1(m) - F_1(m)]\, U'(m)\, dm \qquad (12.10)$$

onderworpe aan die volgende beperkings:

$r_1(m) \leq r_o(m) \leq r_2(m)$ en
$U'_o(0) = 1$

word gegee deur:

$$r_o(m) = r_1(m) \text{ indien } \int_m^1 [G_1(y) - F_1(y)]\, U'_o(y)\, dy < 0$$

of

$$r_o(m) = r_2(m) \text{ indien } \int_m^1 [G_1(y) - F_1(y)]\, U'_o(y)\, dy \geq 0 \qquad (12.11)$$

Die teorema is Meyer se kriterium en impliseer dat $r_o(m)$ 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: 115).

Volgens Zentner *et al.* (1981: 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.

12.2.3.5 Resultate van vorige studies

Alhoewel die eerste orde stogastiese dominansie-kriterium normaalweg min strategieë uitskakel, is dit soms as besluitnemingskriterium voldoende om enkele stogasties doeltreffende strategieë te identifiseer. Musser, Tew en Epperson (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, Spreen en Hewitt (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 en Mapp, 1986: 303). Bernardo (1988: 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: 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.

12.3 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.

12.3.1 Verteenwoordigende spilpuntstelsels

Verskillende spilpuntstelsels in die gebied benede die P.K. le Rouxdam is deur Meiring (1989) geïdentifiseer. Drie stelseleienskappe varieer by die spilpuntstelsels: grootte, kapasiteit en statiese hoogte en elkeen van die stelsels wat so saamgestel is, is ontwerp vir twee hulpbronsituasies: sand- en kleigronde. Dié spilpuntstelsels word in tabel 12.1 aangetoon. Die spilpuntkode word vervolgens gebruik wanneer na 'n spesifieke stelsel verwys word. Die eerste letter van die kode (S of K) dui aan of die spilpunt sand- of kleigrond besproei terwyl die syfer daarna (60 of 30) die oppervlakte gee wat die stelsel besproei. Die middelste term in die kode (08k, 10k of 12k) dui op die kapasiteit van die spilpunt in terme van bruto toediening in millimeter per dag. Die vertikale hoogte in meter wat

die water gepomp word, word in die laaste deel van die kode (-15h of +10h) aangedui.

Tabel 12.1 Agtien spilpuntstelsels in die gebied benede die P.K. le Rouxdam

	Spilpunt-kode	Grondtipe	Opper-vlakte (ha)	Kapasi-teit[1] (mm)	Statiese hoogte (m)
1.	S60/08k/-15h	sand	60	8	-15
2.	K60/08k/-15h	klei	60	8	-15
3.	S60/08k/+10h	sand	60	8	+10
4.	K60/08k/+10h	klei	60	8	+10
5.	S60/10k/-15h	sand	60	10	-15
6.	K60/10k/-15h	klei	60	10	-15
7.	S60/10k/+10h	sand	60	10	+10
8.	K60/10k/+10h	klei	60	10	+10
9.	S60/12k/-15h	sand	60	12	-15
10.	K60/12k/-15h	klei	60	12	-15
11.	S60/12k/+10h	sand	60	12	+10
12.	K60/12k/+10h	klei	60	12	+10
13.	S30/08k/+10h	sand	30	08	+10
14.	K30/08k/+10h	klei	30	08	+10
15.	S30/10k/+10h	sand	30	10	+10
16.	K30/10k/+10h	klei	30	10	+10
17.	S30/12k/+10h	sand	30	12	+10
18.	K30/12k/+10h	klei	30	12	+10

1. Bruto toediening per dag

12.3.2 Waarskynlikheidsverdeling

By die ekonomiese ontleding van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë (Meiring, 1989) is produksie- en prysrisiko in ag geneem deur produksie- en pryspeile te laat varieer. Opbrengste is vir koring, mielies en katoen, gegewe skeduleringstrategieë wat stelselkapasiteit en grondtipe in ag neem, met gewasgroeimodelle gesimuleer deur van tien jare se historiese weerdata gebruik te maak. Prysrisiko is in ag geneem deur tydreeksontledings te doen. Drie en dertig jaar se nasionale produksie-syfers van koring en mielies is aangepas

tot die huidige vlak van tegnologie en met die huidige prysscenario's is 'n produsenteprys vir elke jaar bepaal. Dié prosedure het 330 prys-opbrengskombinasies tot gevolg. Die netto huidige waarde van elke belegging is bereken deur van die prys-opbrengskombinasies ewekansig te kies vir elke seisoen oor die stelsel se lewensduur van vyftien jaar. 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 word 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 vir drie van die stelsels, naamlik stelsels S60/12k/-15h, S60/12k/+10h en S60/10k/-15h, word in tabel 12.2 aangetoon.

12.3.3 Toepassing van stogastiese dominansie-kriteria

Die uitgangspunt by die toepassing van stogastiese dominansie-kriteria is om aanvanklik eerste orde stogastiese dominansie te gebruik en daarna die hoër ordes en Meyer se kriteria indien meer as een strategie by eerste orde stogastiese dominansie domineer.

Die dominante belegging is telkens uit die stel strategieë verwyder om weer 'n stelsel te identifiseer wat die orige stelsels domineer. Al agtien spilpuntstelsels in die gebied benede die P.K. le Rouxdam is dus in voorkeurvolgorde vir die besluitnemer geplaas.

Tabel 12.2 Die netto huidige waarde (R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels S60/12k/-15h, S60/12k/+10h en S60/10k/-15h in die gebied benede die P.K. le Rouxdam, 1989

Herhaling	Spilpuntstelsels		
	S60/12k/-15h	S60/12k/+10h	S60/10k/-15h
1	9 099	8 035	8 037
2	8 798	7 720	8 048
3	9 710	8 623	8 223
4	7 910	6 829	6 518
5	8 296	7 195	6 908
6	6 820	5 748	5 681
7	11 467	10 391	9 987
8	8 447	7 365	7 066
9	9 140	8 065	7 676
10	11 122	10 039	9 674
11	9 653	8 559	8 166
12	10 400	9 331	9 076
13	8 555	7 463	7 280
14	10 087	8 996	8 769
15	8 499	7 400	6 956
16	9 842	8 763	8 837
17	9 835	8 727	8 332
18	9 398	8 326	7 900
19	9 053	7 979	7 985
20	11 614	10 520	10 111
Gemiddeld	9 387	8 304	8 061
Standaard afwyking	1 199	1 199	1 150
Variasie-koëffisiënt	12,77	14,44	14,27

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: 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: 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: 312-318) te gebruik. 'n Program van Robison (1988) is gebruik om stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie toe te pas.

12.4 RESULTATE

Die resultate wat met die verskillende stogastiese dominansie-kriteria verkry is, word in tabel 12.3 aangetoon in die volgorde waarin die beleggingstrategieë mekaar domineer.

Tabel 12.3 Volgorde waarin agtien alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die gebied benede die P.K. le Rouxdam mekaar domineer volgens verskillende stogastiese dominansie-kriteria

Volgorde van dominansie	Spilpuntstelsels		
	Eerste orde	Tweede orde	Meyer se kriterium
1	S60/12k/-15h	S60/12k/-15h	S60/12k/-15h
2	S60/12k/+10h	S60/12k/+10h	S60/12k/+10h
3	S60/10k/-15h	S60/10k/-15h	S60/10k/-15h
4	S30/12k/+10h	S30/12k/+10h	S30/12k/+10h
5	S60/10k/+10h	S60/10k/+10h	S60/10k/+10h
6	K60/12k/-15h en S30/10k/+10h	S30/10k/+10h	S30/10k/+10h
7	-	K60/12k/-15h	K60/12k/-15h
8	K60/10k/-15h en K30/12k/+10h	K60/10k/-15h	K60/10k/-15h
9	-	K30/12k/+10h	K30/12k/+10h
10	S60/08k/-15h	S60/08k/-15h	S60/08k/-15h
11	K60/12k/+10h	K60/12k/+10h	K60/12k/+10h
12	K30/10k/+10h	K30/10k/+10h	K30/10k/+10h
13	S60/08k/+10h en K60/10k/+10h	S60/08k/+10h en K60/10k/+10h	K60/10k/+10h
14	-	-	S60/08k/+10h
15	K60/08k/-15h en S30/08k/+10h	K60/08k/-15h	K60/08k/-15h
16	-	S30/08k/+10h	S30/08k/+10h
17	K60/08k/+10h	K60/08k/+10h	K60/08k/+10h
18	K30/08k/+10h	K30/08k/+10h	K30/08k/+10h

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 K60/12k/-15h en S30/10k/+10h albei dominant oor die res as stelsels S60/12k/-15h, S60/12k/+10h, S60/10k/-15h, S30/12k/+10h en S60/10k/+10h uit die doeltreffende stel verwyder is. Vier pare verdelings kruis mekaar dus, naamlik die van stelsels K60/12k/-

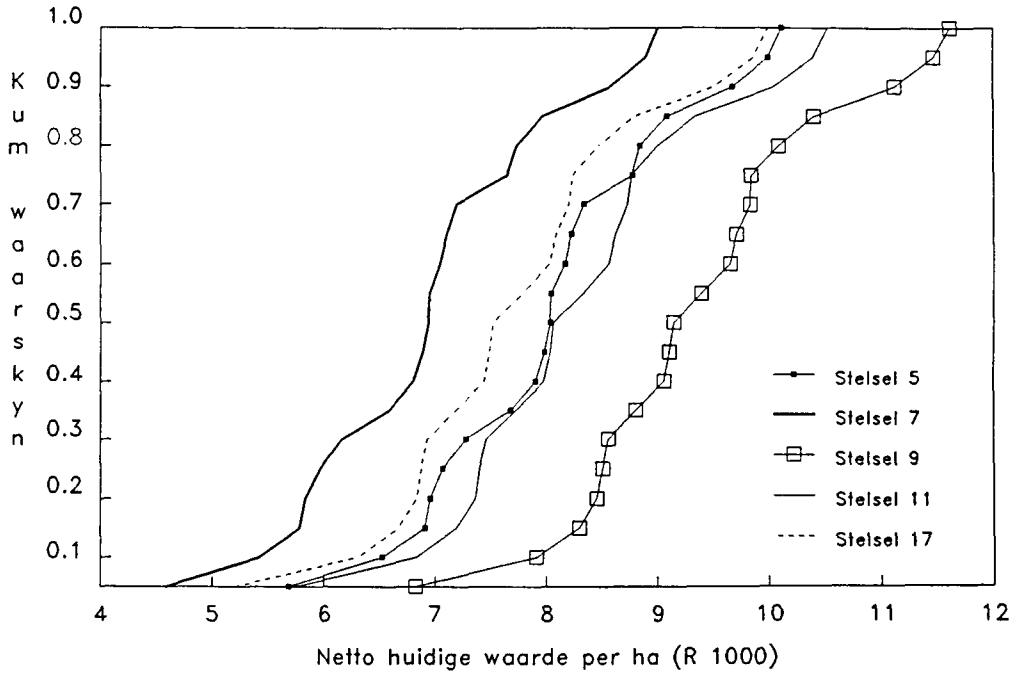
15h en S30/10k/+10h, K60/10k/-15h en K30/12k/+10h, S60/08k/+10h en K60/10k/+10h asook K60/08k/-15h en S30/08k/+10h.

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 S60/08k/+10h en K60/10k/+10h, 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 S60/08k/+10h of K60/10k/+10h 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 K60/10k/+10h is dominant oor stelsel S60/08k/+10h vir besluitnemers wat in al vier die gespesifiseerde absolute risikovermydingsintervalle val.

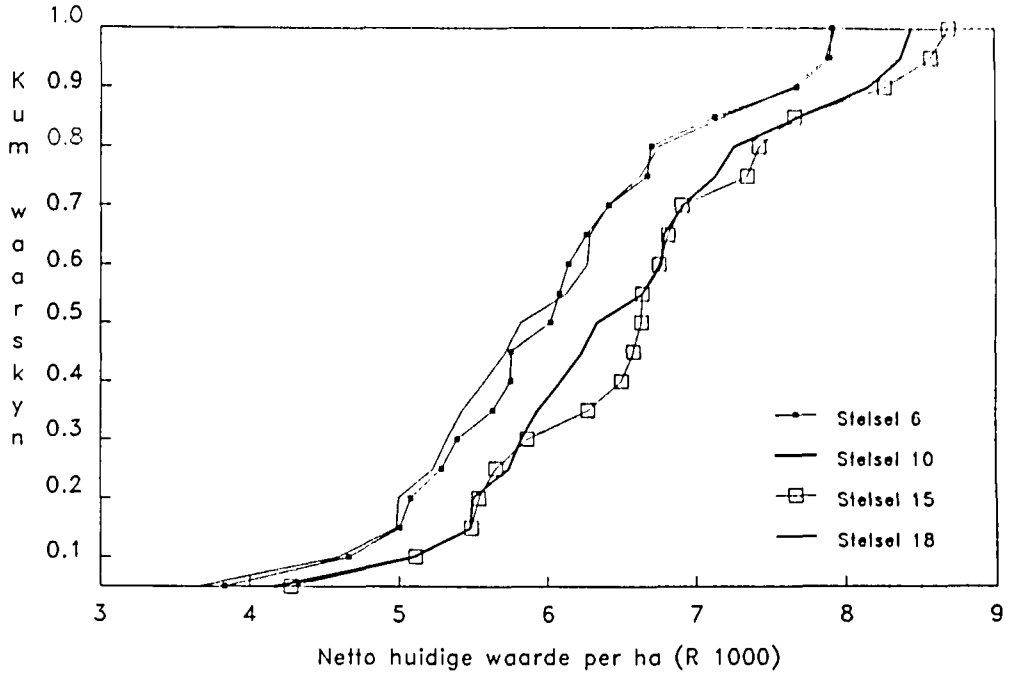
Volgens Van Zyl (1985: 68) word stogastiese dominansie waarskynlik die beste grafies bepaal, veral by eerste en tweede orde stogastiese dominansie en as die alternatiewe wat oorweeg word min is. Figuur 12.1 toon die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van die eerste vyf stelsels wat die res domineer.



Figuur 12.1 Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpunt-stelsels S60/12k/-15h, S60/12k/+10h, S60/10k/-15h, S30/12k/+10h en S60/10k/+10h in die gebied benede die P.K. le Rouxdam

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 S60/12k/-15h baie kleiner is as die ooreenstemmende waardes van die verdeling wat volgende verkies word. Die verdelings van stelsels S60/12k/+10h, S60/10k/-15h en S30/12k/+10h is egter nie so ver uitmekaar nie.

Figuur 12.2 gee die kumulatiewe verdelings van die stelsels met posisies van dominansie van sesde tot negende uit die totaal van agtien stelsels.



Figuur 12.2 Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels S30/10k/+10h, K60/12k/-15h, K60/10k/-15h en K30/12k/+10h in die gebied benede die P.K. le Rouxdam

By stelsel S30/10k/+10h en K60/12k/-15h asook K60/10k/-15h en K30/12k/+10h is tweede orde stogastiese dominansie gebruik omdat die verdelings kruis. Stelsel S30/10k/+10h domineer stelsel K60/12k/-15h met dié kriterium omdat die kumulatiewe oppervlakte onder die verdeling van stelsel S30/10k/+10h by alle uitkomste kleiner is as die onder die verdeling van stelsel K60/12k/-15h. So domineer stelsel K60/10k/-15h ook vir stelsel K30/12k/+10h.

Dit is duidelik dat stelsel S60/12k/-15h, 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 K60/12k/-15h, wat soortgelyk aan stelsel S60/12k/-15h is, verkies. Indien die boer 'n statiese hoogte van 10 m het, sal stelsel K60/12k/+10h verkies word. Ten opsigte van die dertighektaar-stelsels sal stelsel S30/12k/+10h verkies word indien die boer sandgrond besproei en stelsel K30/12k/+10h as hy kleigrond besproei.

12.5 BESPREKING VAN RESULTATE

Stogastiese dominansie van die eerste orde lewer in die meeste gevalle 'n enkele spilpuntbeleggingstrategie wat die res domineer wat daarop dui dat die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings 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 (Anderson *et al.*, 1977: 284; Zentner *et al.*, 1981: 19; Van Zyl, 1985: 65). 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 hierdie resultaat 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 wat beteken dat indien 'n lae prys en ongunstige jaar ten opsigte van klimaat vir 'n spesifieke seisoen van 'n herhaling gekies is, is dit ook vir die ander stelsels gebruik. Hierdie prosedure word vereis om die stelsels te kan vergelyk. 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: 289).

Stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie het dit egter moontlik gemaak om te bepaal dat stelsel K60/10k/+10h bo stelsel S60/08k/+10h verkies word deur alle besluitnemers, ongeag hulle risiko-gevoeligheid. Nielson (1982: 78) asook Harris en Mapp (1986: 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 en Grube, 1984: 115).

12.5.1 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.

12.5.2 Navorsingsimplikasies

(a) '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.

(b) 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.

(c) Die absolute risiko-vermydingsintervalle waarbinne Suid-Afrikaanse besproeiingsboere val, behoort empiries gemeet te word vir die selektering van risiko-doeltreffende besluite.

(d) Stogastiese dominansie kan as besluitnemingskriteria gebruik word om risiko-doeltreffende strategieë te selekteer uit riskante alternatiewe vir gedefinieerde besluitnemers.

BRONNELYS

ANDERSON, JR, DILLON, JL and HARDAKER, B. (1977). Agricultural decision analysis. Ames, Iowa: The Iowa State University Press

BERNARDO, DJ. (1988). The effect of spatial variability of irrigation applications on risk-efficient irrigation strategies. Southern Journal of Agricultural Economics, Vol 20, No 1: 77-85

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York, John Wiley and Sons

BOSCH, DJ. (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

FISHBURN, PC. (1964). Decision and value theory. New York: John Wiley and Sons

HARRIS, TR and MAPP, HP. (1986). A stochastic dominance comparison of waterconserving irrigation strategies. American Journal of Agricultural Economics Vol 68, No 2: 298-305

JOHNSON, F, SPREEN, TH and HEWITT, T. (1987). A Stochastic analysis of contract grazing feeder cattle. Southern Journal of Agricultural Economics Vol 20, No 1: 11-19

KING, RP and ROBISON, LJ. (1981). Implementation of the interval approach to measuring decision maker preference. Research Report. Agricultural Experiment Station East Lansing, Michigan State University

KRAMER, RA and POPE, RD. (1981). Participation in farm commodity programs: a stochastic dominance analysis. American Journal of Agricultural Economics Vol 63, No 1: 119-128

LEE, JG, ELLIS, JR and LACEWELL, RD. (1987). Evaluation of production and financial risk: a stochastic dominance approach. Canadian Journal of Agricultural Economics Vol 35, No 1: 108-126

MCGUCKIN, T. (1983). Alfalfa management strategies for a Wisconsin dairy farm - an application of stochastic dominance. North Central Journal of Agricultural Economics Vol 5, No 1: 43-49

MEIRING, JA. (1989). Die ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategiëe in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. Verhandeling (M.Sc.Agric). Departement Landbou-ekonomie. Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

MEYER, J. (1977). Choice among distributions. Journal of Economic Theory Vol 14: 326-336

MUSSER, WN, TEW, BV and EPPERSON, JE. (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 Vol 13: 119-123

NELSON, AG, CASLER, GL and WALKER, OL. (1978). Making farm decisions in a risky world: A Guidebook. Oregon State University Extension Service: Corvallis

NIELSON, DJ. (1982). Evaluating alternative irrigation scheduling strategies for soybeans in Minnesota. M.Sc. thesis. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota

QUIRK, JP and SAPOSNIK, R. (1962). Admissibility and measurable utility functions. Review of Economic Studies Vol 29, No 2

RICHARDSON, JW and NIXON, CJ. (1982). Producer's preference for a cotton farmer owned reserve: an application of simulation and stochastic dominance. Western Journal of Agricultural Economics Vol 7, No 1: 123-132

ROBISON, LJ. (1988). Stochastic dominance: a computer programme. Department of Agricultural Economics, Michigan State University

VAN DER MERWE, PJA. (1982). Wisselwerking tussen genotipe en omgewing by grondtipe. Proefskrif (D.Sc.Agric.). Universiteit van Pretoria: Pretoria

VAN ROOYEN, PJ. (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. Proefskrif (D.Sc.Agric.). Departement Landbou-ekonomie. Universiteit van Pretoria: Pretoria

WILSON, PN. (1982). The structural determinants of the swine production industry. Ph.D. thesis. University of Minnesota: St. Paul

ZACHARIAS, TP and GRUBE, AH. (1984). An economic evaluation of weed control methods used in combination with crop rotation: a stochastic dominance approach. North Central Journal of Agricultural Economics Vol 6, No 1: 113-120

ZENTNER, RP, GREENE, DD, HICKENBOTHAM, TL and EIDMAN, VR. (1981). Ordinary and generalized stochastic dominance: a primer. Staff Paper P81-27. Department of Agricultural and Applied economics, University of Minnesota: St. Paul

SUMMARY

The purpose of chapter 12 was to select risk-efficient centre pivot investment strategies by taking into consideration the total probability distributions of the estimated after-tax income from a wheat/maize/cotton rotation crop system for 18 centre pivot irrigation systems, as well as the decision-maker's preferences. Ordinary and generalized stochastic dominance are used as decision-making criteria.

An extensive literature study was done of decision-making under risk. The emphasis was placed on ordinary and generalized stochastic dominance. It appears that stochastic dominance is a promising approach for evaluating the economic efficiency of investment strategies under risk. Furthermore, generalized stochastic dominance, or Meyer's criterion, seems to be a more flexible and discriminating criterion than stochastic dominance of the first, second and third degrees.

As a first step in the research methodology, a computer-assisted estimation was made of the costs of alternative centre pivot systems in the area below the P.K. le Roux Dam. These centre pivot systems differed in size, capacity, static height and soil type.

Historic weather data taken over ten years were used to simulate wheat, maize and cotton yields with crop growth models, using given scheduling strategies which took system capacity and soil types into consideration. Price risk was taken into account by using time series analyses. Thirty-three years' national production figures for wheat and maize were adjusted to the current level of technology. By taking the present price scenarios into consideration, a producer's price was calculated for each year. This procedure resulted in 330 price-yield combinations. The net present value of each investment was calculated by a random selection of a price-yield combination for each season, over the system's life-span of fifteen

years. By repeating the procedure twenty times for each system, twenty possible net present values were obtained for each system.

These results are used as probability distributions in the application of stochastic dominance analyses. The point of departure in the application of stochastic dominance criteria is to use stochastic dominance of the first degree initially and thereafter the higher degrees and Meyer's criterion to place the eighteen centre pivot systems in order of preference. In the case of generalized stochastic dominance, risk intervals were used to represent risk-seeking, risk-neutral, slightly risk-avertive and strongly risk-avertive decision-makers.

The results indicate that in most cases stochastic dominance of the first degree gives a single dominant strategy. This result can be explained by taking into account the procedure which was followed to obtain the distributional values. For each of the eighteen systems the same yield-price combination was used for repetition one to twenty, which means that if a low price and an unfavourable year in terms of climate were chosen for a specific season of a repetition, this combination was used for all the systems. However, in four cases there were two systems in the efficient pair. Three of these strategy pairs were placed in order of preference, by using stochastic dominance of the second degree. Stochastic dominance with respect to a function made it possible to distinguish between the remaining strategy pair. The sixty hectares system with a capacity of 12mm and a static height of -15m and which irrigated sandy soil, was preferred by all decision-makers. The fact that most strategies can already be put into order of preference by stochastic dominance of the first degree, implies that all producers will select these strategies, regardless of there risk preference.

Thus, on the basis of the total probability distributions of outcomes, stochastic dominance criteria make it possible to

select risk-efficient investment strategies which will be selected by defined categories of decision-makers.

HOOFSTUK 13*

DIE FORMULERING VAN BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIEë VIR EKONOMIESE EVALUERING

J.H.F. Botes en L.K. Oosthuizen

13.1 INLEIDING

Besproeiingskedulering behels dat antwoorde verskaf moet word op die vrae: wanneer om te besproei en hoeveel met elke besproeiing toegedien moet word? Die seisoenale plan of strategie waarvolgens 'n boer besproeiingswater skeduleer, is een van die hoof veranderlikes wat die ekonomie van besproeiing beïnvloed. Die eienskappe van die grond wat besproei word, is 'n ander belangrike veranderlike. Vir die ekonomiese evaluering van besproeiingskeduleringstrategieë moet hierdie strategieë eerstens goed gedefinieer wees in terme van al die veranderlikes wat die ekonomie van besproeiing beïnvloed en tweedens moet daar duidelike inkomste/kosteverskille tussen die alternatiewe skeduleringstrategieë wees.

Die studies van De Jager, van Zyl, Bristow en van Rooyen (1982) en De Jager, van Zyl, Kelbe en Singels (1987); Bennie, Coetzee, van Antwerpen, van Rensburg en Burger (1988) asook Streutker (1983) en (1986) handel oor besproeiingskedulering. Daar bestaan egter 'n behoefte om die ekonomie van besproeiingskedulering te bepaal. Ten einde alternatiewe skeduleringstrategieë ekonomies te evalueer, is 'n raamwerk nodig waarbinne die doelstellings, aannames en bestuursbesluite ten opsigte van besproeiing omskryf kan word.

Die doel met hierdie hoofstuk is om vier besproeiingskeduleringstrategieë met verskillende vlakke en tipes inligting onderskeidelik te identifiseer. Strategie 1 is 'n hoogs gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategie wat van volledige

---

* Hierdie hoofstuk is gebaseer op 'n M.Sc.Agric-verhandeling van JHF Botes, UOVS, 1990:33-50.

grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik maak. Strategie 2 is tot 'n redelike mate gesofistikeerd omdat skeduleringsbesluite op volledige grondkundige inligting gebaseer word maar die plant- en weerkundige inligting van meer algemene aard is. Strategie 3 is tot 'n geringe mate gesofistikeerd omdat die besproeiingskeduleringstrategie van relatief min grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik maak. Strategie 4 is 'n ongesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategie wat van geen grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik maak nie.

'n Ontleding van die genoemde vier besproeiingskeduleringstrategieë is nodig om die ekonomiese waarde van meer wetenskaplike besproeiingskedulering te illustreer al dan nie.

13.2 LITERATUURSTUDIE

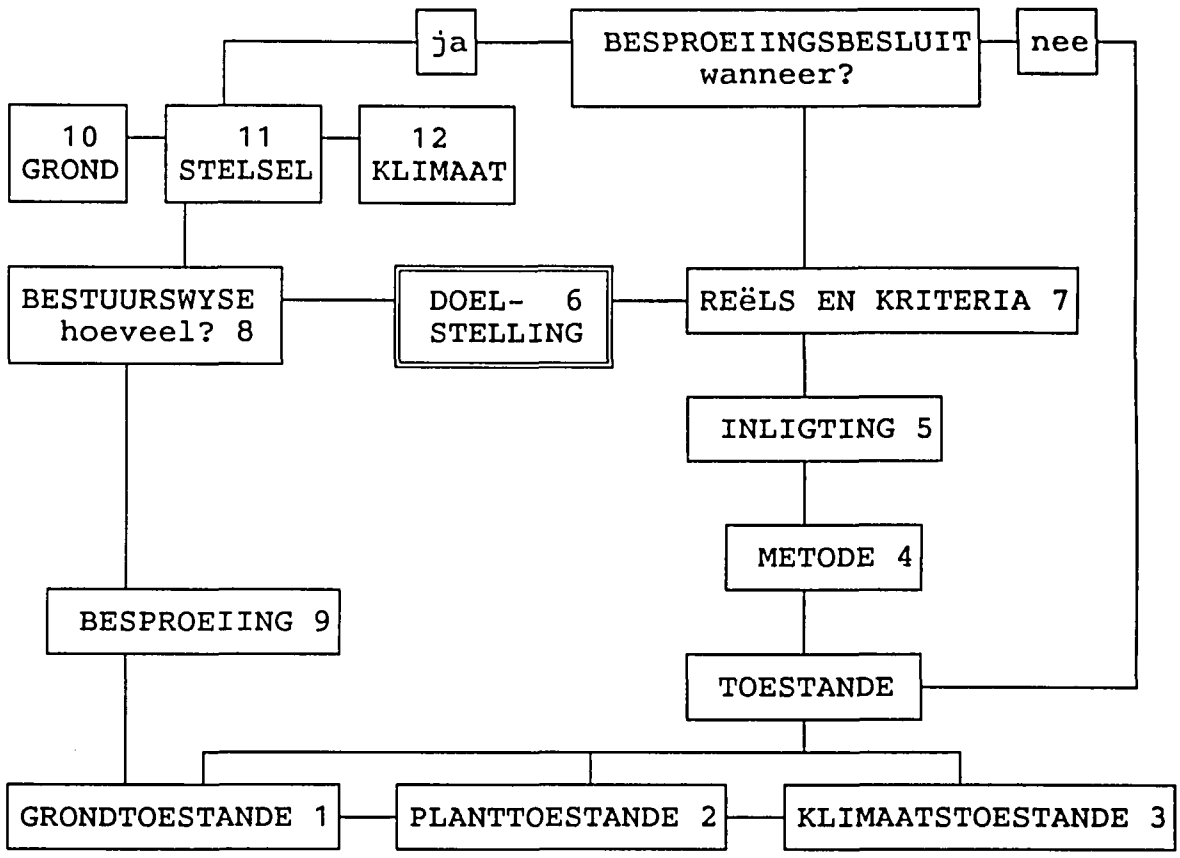
13.2.1 'n Raamwerk vir die formulering van besproeiingskeduleringstrategieë

Die stelselwetenskap voorsien 'n paradigma vir die ontleding en sintese van komplekse stelsels waarin daar soveel onsekerhede bestaan (Oosthuizen, 1981: 100). Die meeste klassifikasieskemas van stelsels is arbitrêr van aard omdat die klassifikasieprosedure doelgeoriënteerd is.

Ten einde 'n raamwerk vir die formulering van besproeiingskeduleringstrategieë te ontwikkel, vereis die stelselbenadering dat die elemente en verwantskappe van die stelsel beskryf en in hiërargiese verband geplaas word. Vir doeleindes van hierdie studie word 'n besproeiingskeduleringstrategie gedefinieer as 'n omvattende en ingewikkelde plan bestaande uit verskeie elemente wat op mekaar inwerk ter bereiking van 'n voorafgestelde doel. Die keuse van bogenoemde definisie impliseer dat 'n besproeiingsboer reeds besluit het om te besproei. Verder word aangeneem dat 'n vasgestelde waterkwota

beskikbaar is. Vervolgens word besproeiingswater geskeduleer met die oog daarop om optimale gewasgroeitoestande te onderhou. Die kapasiteit en tipe besproeiingstelsel asook die gewasoppervlakte is ook gegewe.

'n Raamwerk van die skeduleringsproses gegewe die beskikbaarheid van water, stelselkapasiteit en gewasoppervlakte word in figuur 13.1 uiteengesit.



Figuur 13.1 'n Diagrammatiese voorstelling van die raamwerk vir die formulering van besproeiingskeduleringstrategieë vir ekonomiese evaluering

Die skeduleringsproses kan met behulp van bostaande diagrammatiese voorstelling verduidelik word. Op 'n bepaalde dag heers grond- (1), plant- (2) en klimaatstoestande (3) wat deur een of ander metode (4) gemonitor kan word om inligting (5) oor 'n spesifieke veranderlike of meer veranderlikes aan die boer

beskikbaar te stel. Die doelstelling (6) van die boer bepaal eerstens die reëls en kriteria (7) waarbinne die veranderlike toegelaat word om te varieer en tweedens die bestuurswyse (8) waarmee water teruggeplaas word. As die veranderlike(s) nie meer aan die reëls en kriteria voldoen nie, word besproeiing (9) aanbeveel. Die besluit oor hoeveel water teruggeplaas word, moet die grondwaterinhoud (10), klimaat (12) en beproeiingstelselkapasiteit (11) in aanmerking neem.

Vervolgens word die vernaamste veranderlikes toegelig. Die verband tussen grondeienskappe en die winsgewendheid van besproeiing is van groot belang in die studie. Gronde wissel hoofsaaklik ten opsigte van kleipersentasie en diepte. Die profielbeskikbare waterkapasiteit van 'n grond neem hierdie twee veranderlikes in berekening by die bepaling van die hoeveelheid plantopneembare water. Gronde met 'n hoë profielbeskikbare waterkapasiteit kan baie water stoor wat ten tye van watertekorte weer opgeneem kan word sonder opbrengsverlagings. Plante op 'n grondtipe met 'n lae profielbeskikbare waterkapasiteit sal verhoudelik baie gouer gestrem word. Die metode wat in 'n skeduleringstrategie gebruik word, bepaal tot 'n groot mate of die skeduleringstrategie vir verskillende klimaat-, plant- en grondeienskappe aangepas kan word. As daar byvoorbeeld van 'n daaglikse gerekenariseerde waterbalansmetode gebruik gemaak word, kan verskillende klimaat-, plant- en grondeienskappe maklik in aanmerking geneem word.

Die inligting kan ingesamel word deur die bepaalde veranderlikes ten opsigte van die grond en/of die plant en/of die klimaat te monitor deur van 'n spesifieke metode gebruik te maak.

Boere se doelstellings verskil deels as gevolg van verskillende sienings omtrent risiko asook die eksterne omgewing waarbinne hulle opereer. Die bestuurswyse, reëls en kriteria sal verskil soos die doelstellings tussen boere verskil. Die besproeiingstelselkapasiteit dwing egter baie boere om 'n bestuurswyse te

volg waar die grondprofiel met plant en stroop van die gewas naby veldwaterkapasiteit is. Die besproeiingsveranderlike kostes is ook van so 'n aard dat meeste van die boere reëls en kriteria so formuleer dat optimale plantgroeitoestande onderhou word. Daar word dus gesorg dat die plant nooit in 'n stremmingstoestand gaan nie. Stremming veral in die reproduktiewe stadium kan groot oesopbrengsverliese tot gevolg hê. Water sal dus by sekere boere in oorvloed toegedien word om die risiko van stremming as gevolg van onvoorsiene gebeure te beperk.

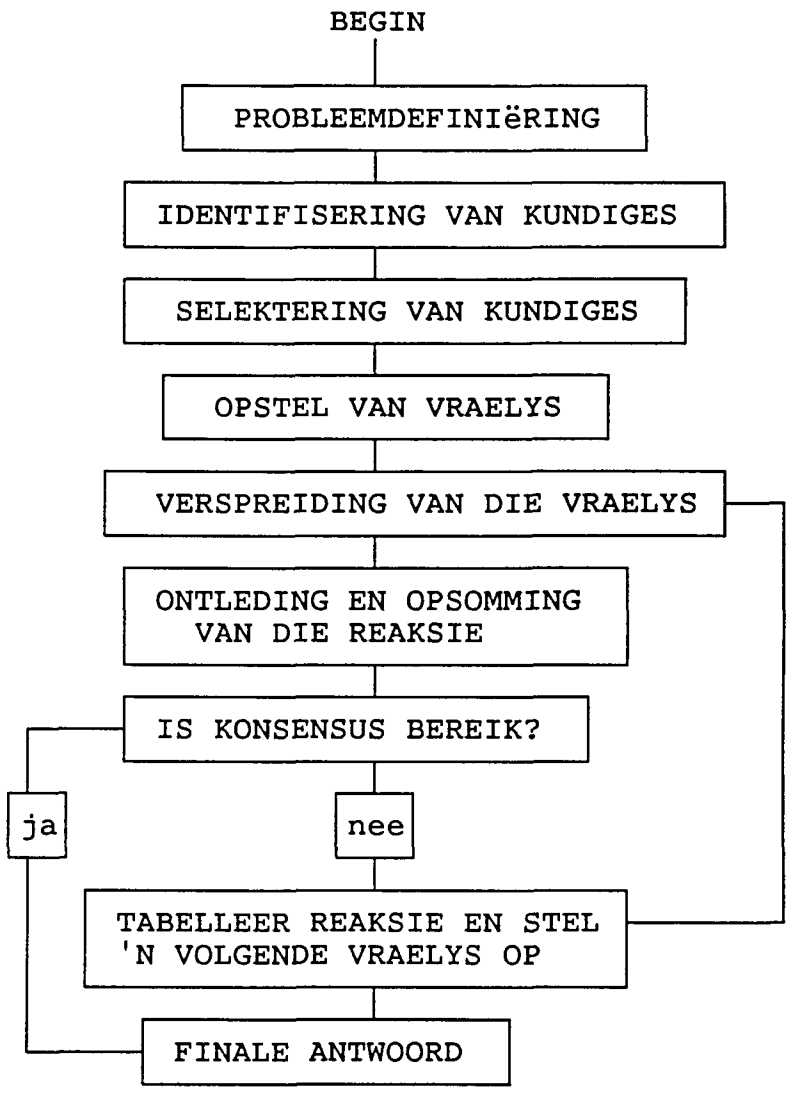
13.2.2 Die Delphi-tegniek

Die Delphi-tegniek is gebruik om alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir ekonomiese evaluering te beskryf. Hierdie tegniek leen hom daartoe om sulke komplekse probleme deur middel van 'n deskundige paneel se menings tot 'n aanvaarbare oplossing te konvergeer.

Die Delphi-tegniek kan kortliks beskryf word as 'n dinamiese prosedure waardeur eenstemmigheid oor 'n sekere probleem onder kundiges verkry kan word (Linstone en Turoff, 1975). Vraelyste word gebruik om direkte kontak tussen paneellede te verhoed. Dit is belangrik dat die deskundiges wat op die paneel dien nie aan mekaar bekend is nie omdat dit gewoonlik 'n groter vloei van idees, toenemende deelname en 'n spoediger bereiking van konsensus tot gevolg het (Tersine en Riggs, 1976).

Die werkwyse wat gewoonlik gevolg word, word skematies in figuur 13.2 voorgestel. Na die identifisering van die probleem moet 'n paneel van kundiges vir die spesifieke probleemgebied geïdentifiseer en geselekteer word. 'n Vraelys word voorberei om die idees en oplossings vir die gestelde probleem te verkry. Die reaksie van die respondente word opgesom en verwerk. Hierdie verwerkte antwoorde tesame met sekere aspekte wat verdere uitklaring benodig, word vervolgens aan die paneellede teruggestuur. Hierdie proses word herhaal

totdat daar konsensus oor die gestelde probleem bereik is (Tersine en Riggs, 1976).



Figuur 13.2 'n Diagrammatiese voorstelling van die stappe van die Delphi-tegniek

Die keuse van die paneellede bepaal tot 'n groot mate die kwaliteit antwoorde wat verkry sal word. 'n Ander probleem is die lang tydsduur om 'n finale antwoord te bekom. Daar moet genoeg tyd toegelaat word om selfs tot vier rondtes af te handel. Inaggenome die gemelde beperkings vergelyk hierdie metode baie goed met ander groeptegnieke ten opsigte van die

aantal werkure, koste om die groep te betrek en die akkuraatheid van die antwoorde (Tersine en Riggs, 1976).

Bosch (1984) het die Delphi-tegniek gebruik om alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir Minnesota te formuleer en aangetoon dat nuttige resultate verkry word.

13.3 PROSEDURE

Na afhandeling van die literatuurstudie oor besproeiingskedulering is 'n raamwerk ontwikkel waardeur besproeiingskeduleringstrategieë vir ekonomiese evaluering geformuleer kon word. Die konseptuele raamwerk is tydens 'n groepbesprekingsessie met 'n grondkundige, weerkundige, agronoom en landbou-ingenieur uitgeklaar. Daarna is 'n loodsondersoek in die verskeie besproeiingsgebiede van die Vrystaatstreek uitgevoer om te bepaal of besproeiingskeduleringspraktyke toegepas word en hoe skedulering in die praktyk hanteer word. Gesprekke is met voorligtingkundiges sowel as boere gevoer.

Aangesien die Delphi-tegniek gebruik sou word om alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë af te baken, is moontlike persone geïdentifiseer wat op die kundigheidspanele kon dien. Die besproeiingsgebied onder die P.K. le Rouxdam is geselekteer op grond daarvan dat besproeiingswater inderwaarheid geskeduleer kan word. Boere is geïdentifiseer wat van skeduleringsdienste gebruik maak en andere wat by sodanige eksperimente betrokke was.

Die groepbesprekingstegniek is gebruik om soveel as moontlik idees en norme ten opsigte van besproeiingskedulering met behulp van spilpunte by 'n paneel van boere in die gebied te verkry. Uit die besprekings het dit duidelik geword dat al die skeduleringstrategieë wat in die gebied toegepas word optimale plantgroeitoestande nastreef. Verder speel gronddiepte 'n

groter rol ten opsigte van die hoeveelheid plantopneembare water as die kleipersentasie van die grond.

Grondtipes sal dus gevarieer word volgens profielbeskikbare waterkapasiteit (PBWK). Gronde met 'n hoë (160 mm), gemiddelde (100 mm) en lae (45 mm) profielbeskikbare waterkapasiteit is in samewerking met 'n grondkundige vir die studie geselekteer. Hierdie gronde verteenwoordig onderskeidelik die gronde wat voorkom op persele W2, W3 en W1 soos beskryf in Hoofstuk 8. Die gronde se waterhouvermoë (verskil tussen veldwaterkapasiteit en permanente verwelkpunt) is onderskeidelik 212 mm, 167 mm en 126 mm. Om die probleem van infiltrasie op swaarder grondtipes te ondervang, is besluit om nie meer as 30 mm elke drie dae op enige van die gronde toe te dien nie.

Met behulp van al die loodsondersoekresultate asook die konseptuele denkraamwerk vir die formulering van besproeiingskeduleringstrategieë (figuur 13.1), is vraelyste vir die gestelde doel saamgestel. Die vraelyste is ontwikkel met drie vlakke van gesofistikeerdheid ten opsigte van besproeiingskeduleringsinligting onderskeidelik. Daar is besluit om twee groepe deskundiges te selekteer vir die toepassing van die Delphi-tegniek. Die een groep moes 'n hoogs gesofistikeerde skeduleringstrategie formuleer terwyl die ander deskundige groep 'n voorligtingkundige besproeiingsresep moes bepaal sowel as 'n algemene benadering hoe boere besproei.

Die briewe en vraelyste ten opsigte van 'n hoogs gesofistikeerde skeduleringstrategie is aan paneellede vir kommentaar gestuur. Die eerste rondte antwoorde met betrekking tot die hoogs gesofistikeerde skeduleringstrategie is bestudeer en verwerk. Hierdie inligting is gebruik om skeduleringstrategie 1 te formuleer wat op volledige grond-, plant- en klimaatinligting gebaseer is.

Die briewe en vraelyste ten opsigte van 'n voorligtingkundige sowel as 'n naïewe besproeiingskeduleringstrategie is aan die

tweede paneelgroep vir kommentaar gestuur. Na bestudering van die resultate ten opsigte van die voorligtingkundige besproeiingskeduleringstrategie is besluit om onderskeid te tref tussen twee voorligtingkundige skeduleringstrategieë volgens die graad van sofistikasie. Waar strategie 1 hoogs gesofistikeerd is, is strategie 2 tot 'n redelike mate gesofistikeerd en strategie 3 tot 'n geringe mate gesofistikeerd. Laastens is strategie 4 geformuleer wat as ongesofistikeerd of naïef bestempel kan word.

Die voorlopige resultate ten opsigte van die skeduleringstrategieë is by 'n paar boere in die besproeiingsgebied deur middel van persoonlike onderhoude geverifieer. Die hoeveelheid water wat die boere toedien, is veral gekontroleer.

Aangesien al vier besproeiingskeduleringstrategieë aanvaarbaar is en strategieë 2, 3 en 4 tot 'n wisselende mate in die gebied toegepas word, is met die tweede rondte kommentaar van die Delphi-tegniek voortgegaan. Die antwoorde van die tweede rondte vraelyste is ontvang vir beide die hoogs gesofistikeerde en die minder gesofistikeerde skeduleringstrategieë. Na bestudering van die onderskeie paneellede se reaksie is besluit dat die antwoorde tot 'n voldoende mate gekonvergeer het en dat die geformuleerde skeduleringstrategieë aanvaarbaar vir ekonomiese ontledings is.

13.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

13.4.1 Besproeiingskeduleringstrategie 1

'n Daaglikse gerekenariseerde waterbalansmodel (PUTU9-87) wat deur De Jager *et al.* (1982) ontwikkel is, is as metode geselekteer om besproeiingswater vir koring te skeduleer.

Die model is in staat om die grondwaterinhoud op 'n daaglikse basis te bereken. Die berekening geskied deur die gemiddelde

daaglikse evapotranspirasie vanaf die vorige dag se grondwaterinhoud af te trek. Afhangende van die totale daaglikse verdamping vanaf 'n verwysingsoppervlakte (Eo), ontwikkelingstadium van die plant (blaarwateroppervlakteindeks en persentasie grondbedekking) en die grondwaterinhoud, varieer die hoeveelheid water wat op 'n daaglikse basis uit die grond verplaas word. In die studie word aangeneem dat die gesimuleerde grondwaterinhoud dieselfde as die werklike grondwaterinhoud is. Dit beteken dat besproeiingswater geskeduleer kan word asof die werklike grondwaterinhoud op 'n daaglikse basis bekend is. Die risiko om skeduleringsbesluite op foutiewe inligting aangaande die plant-, grond- en klimaat te grond word hierdeur uitgeskakel. Hierdie besproeiingskeduleringstrategie is gevolglik per definisie 'n hoogs gesofistikeerde skeduleringstrategie.

Die doelwit wat met hierdie skeduleringstrategie nagestreef word, is om besproeiingswater só toe te dien dat optimale plantgroeitoestande onderhou kan word. Die reëls en kriteria vir besproeiingskedulering is dienooreenkomstig opgestel. Vir die bereiking van die doelwit is besluit dat die grondwater toegelaat sal word om na planttyd te daal tot 'n tekort wat gelykstaande is aan 80 - 90 persent van die profielbeskikbare waterkapasiteit, waarna die grondwaterinhoud bokant 50 persent van die profielbeskikbare waterkapasiteit gehou sal word deur die stadium van piek waterverbruik. Indien die strategie in die praktyk toegepas word, word aanbeveel dat die grondwaterinhoud na planttyd nie tot so laag as 80 persent van PBWK moet daal nie. Die rede hiervoor is dat daar moontlike probleme met die opname van sekere voedingstowwe mag ontstaan indien die bogrond te droog word. Vir die doeleindes van die studie word by die genoemde onttrekkingsvlakke volstaan. Dit sal beteken dat ongeveer 25 mm en 80 mm onderskeidelik by die grond met 'n lae en hoë profielbeskikbare waterkapasiteit oor die periode van piek waterverbruik verplaas kan word voor herbesproeiing.

13.4.2 Besproeiingskeduleringstrategie 2

'n Oesopbrengswaterverbruiksfunksie is bepaal deur Bennie *et al.* (1988) gebaseer op eksperimentele data in die Vrystaat-streek. Vanaf hierdie produksiefunksiedata bepaal die BEWAB-rekenaarprogram die hoeveelheid water wat deur die plant benodig word om die voorafgestelde oesopbrengsmikpunt te kan bereik. 'n Regressievergelyking word gebruik om die totale waterbehoefte op 'n daaglikse basis oor die hele groeiseisoen te allokeer. Die regressievergelyking word gepas vanaf 'n f-kromme[1] wat vooraf vir koring bepaal is (Bennie *et al.*, 1988).

Volgens hierdie metode word 'n daaglikse skatting gemaak van die hoeveelheid water wat die plant benodig om 'n bepaalde oesopbrengsmikpunt te realiseer. Die daaglikse gewaswaterbehoefte word gesommeer volgens die aantal dae tussen besproeiings (Bennie *et al.*, 1988). Die aantal dae per besproeiing hang in die eerste plek af van die infiltrasietempo en tweedens van die profielbeskikbare waterkapasiteit van die spesifieke grond. Die boer spesifiseer vooraf op watter intervalperiode hy beplan om te besproei. Die aantal dae tussen besproeiings kan verkort word soos die kleipersentasie toeneem of as die grond 'n lae profielbeskikbare waterkapasiteit het. 'n Intervalperiode van onderskeidelik 3, 5 en 8 dae word by die gronde met 'n lae, gemiddelde en hoë profielbeskikbare waterkapasiteit geneem. Tabel 13.1 gee 'n voorbeeld van die aanbevole kumulatiewe watertoedienings per agtdag interval vir 'n opbrengsmikpunt van nagenoeg sewe ton. Daar moet gesorg word dat die hoeveelheid wat besproei word, ooreenstem met die berekende daaglikse gewaswaterbehoefte.

Alhoewel al hierdie vergelykings vanaf noukeurige eksperimentele data afgelei is, is die skeduleringaanbevelings 'n veralgemening van veral die heersende klimaatstoestand en tot

---

1. Die f-kromme is die panfaktor wat gebruik word om panverdamping (ETp) om te skakel na werklike evapotranspirasie (ETa)

'n mindere mate die plantgroeitoestande (byvoorbeeld plantdatum en blaaroppervlakte ontwikkeling). Hierdie skeduleringstrategie is dus minder gesofistikeerd as skeduleringstrategie 1.

Tabel 13.1 Besproeiingskeduleringstrategie 2 vir 'n koring oesopbrengsmikpunt van 7000 kg/ha op 'n grond met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 160 mm in die gebied onder die P.K. le Rouxdam

Volledige gewaswaterbehoefte aanvulling		
Dae na Plant	Kumulatiewe besproeiingshoeveelheid (mm)	Effektiewe besproeiingshoeveelheid (mm)
10	1	1
18	6	5
26	15	9
34	28	13
42	47	19
50	73	25
58	104	32
66	143	38
74	187	44
82	237	50
90	291	54
98	348	57
106	407	58
114	464	58
122	519	54
130	567	49
138	607	40
146	634	27

Die doelwit wat nagestreef word is om die totale watertoediening sodanig te skeduleer dat geen waterstremming of diepperkolasie voorkom nie (Bennie *et al.*, 1988). Die onderhouding van optimale plantgroeitoestande kan net soos by skeduleringstrategie 1 as hoofdoelwit geïdentifiseer word. Die bestuurswyse wat gevolg word, is waar daar met 'n nat grondprofiel begin en geëindig word.

13.4.3 Besproeiingskeduleringstrategie 3

Dit word algemeen aanvaar dat koring tussen 500 en 600 mm water per seisoen benodig om optimale plantgroeitoestande te onderhou. Daar word verder aanvaar dat koring aan die begin van die groeiseisoen ongeveer 1 mm per dag benodig. Die plantwater behoefte neem toe tot ongeveer 'n maksimum van 8 mm per dag in die vlagblaar- tot blomstadium.

Op grond van hierdie inligting en ondervinding wat in die praktyk opgedoen is, is daar probeer om 'n "skeduleringsresep" te formuleer wat deur boere gevolg word. Hierdie "resep" word in tabel 13.2 uiteengesit. Die boere moet so besproei dat daar byvoorbeeld tussen dag 31 en 90 na plant 100 mm water toegedien is. In teenstelling met skeduleringstrategieë 1 en 2 moet die boer hier self besluit, met inagneming van sy besproeiingstelsel en grondtipe hoe hy hierdie hoeveelheid water gaan toedien. Vir doeleindes van die studie word daar aangeneem dat die boer tussen dag 1 en 30 vyf besproeiings van 12 mm per besproeiing toedien. Vanaf dag 31 tot 60 dien die boer vyf besproeiings van 16 mm per besproeiing toe. Vanaf dag 61 tot 90, 91 tot 120 en 121 tot 150 word daar onderskeidelik ses, nege en ses besproeiings van 20 mm per besproeiing toegedien. Geen onderskeid word getref tussen gronde wat verskil ten opsigte van profielbeskikbare waterkapasiteit nie omdat hoë frekwensie besproeiing op al die gronde toegepas word. Daar word dus besproei asof die grond nie 'n betekenisvolle bydrae tot die aanvulling van plantopneembare water maak nie. Met hierdie strategie word ongeveer 620 mm effektief per hektaar per jaar toegedien.

Ten opsigte van hierdie skeduleringstrategie word tot 'n groter mate oor die grond-, plant- en klimaatstoestande veralgemeen. Daar word net breë besproeiingsriglyne aan die boer verskaf. Besluite oor die spesifieke grootte en stadium van watertoediening moet nog self deur die boer geneem word. In hierdie studie word die watertoedieningshoeveelhede stelselmatig deur

die seisoen vanaf 12 mm tot 20 mm per toediening verhoog. Die tye waarop die water toegedien word, word so geskeduleer dat die besproeiing eweredig oor die periode gespasieer is. Hierdie skeduleringstrategie is minder gesofistikeerd as skeduleringstrategie 2. Die doelwit wat nagestreef word is om optimale plantgroeitoestande te verseker net soos die vorige skeduleringstrategie.

Tabel 13.2 Besproeiingskeduleringstrategie 3 vir koring met die effektiewe en kumulatiewe besproeiingshoeveelhede teenoor dae na plant in die gebied onder die P.K. le Rouxdam

Dae na plant	Groeistadium	Zadoks[2] groeistadia	Besproeiingshoeveelheid(m³)	Skeduleringsprogram	Kumulatiewe water (mm)
0	Plant	0	60[3]		60
1 - 30	Vestiging tot begin stoel	1,0 - 2,1	60	5 keer 12mm	120
31 - 60	Begin stoel tot pypvorming	2,2 - 3,0	80	6 keer 16mm	200
61 - 90	Pypvorming tot vlagblaar	3,1 - 4,0	120	6 keer 20mm	320
91 - 120	Vlagblaar tot einde blom	4,5 - 6,9	180	9 keer 20mm	500
121 - 150	Sagtedeeg tot oes	7,0 - 9,0	120	6 keer 20mm	620

2. 'n Internasionale skaal vir koring se groeistadia.
3. Indien die grondwaterinhoud met planttyd by veldwaterkapasiteit is, word hierdie besproeiing geïgnoreer.

13.4.4 Besproeiingskeduleringstrategie 4

Hierdie skeduleringstrategie maak van geen formele metodes of kennis gebruik nie. Voldoende water word toegedien om enige moontlikhede van gewasstremming te voorkom. Die spesifieke groeistadium waarin die plant is asook die grondwaterinhoud en die klimaatstoestande word geïgnoreer. Die grondwaterinhoud by planttyd is gewoonlik nie bekend nie. Water word gewoonlik toegedien met die aanname dat die grond droog is. Baie boere het 'n idee van stygende waterverbruik deur die groeiseisoen en dien dan water dienooreenkomstig toe. Die toedieningshoeveel-

hede word gewoonlik nie gewissel nie, maar wel die intervalle. Die vernaamste veranderlikes van so 'n skeduleringstrategie word in Tabel 13.3 uiteengesit. Direk na plant word besproeiing begin om ontkieming te verseker. Ses besproeiings van 12 mm per besproeiing word oor die periode toegedien. Dit beteken dat die boer nagenoeg elke vyfde dag besproei. Vanaf dag 31 tot 60 gee die boer nege besproeiings van 12 mm per besproeiing. Hierdie besproeiings word nagenoeg 80 uur uit mekaar gespasieer. Die aantal besproeiings verhoog na onderskeidelik 12, 18 en 18 in die daaropvolgende periodes. Die tydsintervalle tussen die besproeiings verkort vanaf 80 na 60 en 40 uur. Hierdie patroon word identies op al drie die gronde toegepas. Deur hierdie besproeiingskeduleringstrategie jaar vir jaar te herhaal word daar jaarliks nagenoeg 816 mm per hektaar toegedien.

Tabel 13.3 Besproeiingskeduleringstrategie 4 vir koring met die effektiewe en kumulatiewe besproeiingshoeveelhede teenoor dae na plant in die gebied onder die P.K. le Rouxdam

Dae na plant	Groeistadium	Zadoks[2] groeistadia	Besproeiings-hoeveelheid	Skeduleringsprogram	Kumulatiewe water (mm)
0	Plant	0	60[3]		60
1 - 30	Vestiging tot begin stoel	1,0 - 2,1	72	6 keer 12mm	132
31 - 60	Begin stoel tot pypvorming	2,2 - 3,0	108	9 keer 12mm	240
61 - 90	Pypvorming tot vlagblaar	3,1 - 4,0	144	12 keer 12mm	384
91 - 120	Vlagblaar tot einde blom	4,5 - 6,9	216	18 keer 12mm	600
121 - 150	Sagtedeeg tot oes	7,0 - 9,0	216	18 keer 12mm	816

2. 'n Internasionale skaal vir koring se groeistadia.
3. Indien die grondwaterinhoud met planttyd by veldwaterkapasiteit is, word hierdie besproeiing geïgnoreer.

Die doelwit van hierdie besproeiingskeduleringstrategie is ook soos die ander skeduleringstrategieë om optimale groeitoestande te skep. Dié skeduleringstrategie kan egter as ongesofistikeerd geklassifiseer word.

13.4.5 Vergelyking tussen alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë

Die invloed van die fisiese grondeienskappe asook die vlak en tipe inligting waarop skeduleringsbesluite gebaseer word, is die hoof veranderlikes in die eksperimentele ontwerp van die studie. Die verskillende skeduleringstrategieë neem bogenoemde twee veranderlikes in ag. 'n Vergelyking van die vernaamste eienskappe van die vier besproeiingskeduleringstrategieë word in Tabel 13.4 uiteengesit.

Tabel 13.4 'n Vergelyking tussen die vier besproeiingskeduleringstrategieë vir koring ten opsigte van inligtingsvlakke en grondtipes in die gebied onder die P.K. le Rouxdam

		MATE VAN GESOFISTIKEERDHEID VOLGENS VLAKKE EN TIPE INLIGTING			
		STRATEGIE 1	STRATEGIE 2	STRATEGIE 3	STRATEGIE 4
GRONDTIPE	PBWK 45mm	Volledige klimaat-, grond- en plantinligting	Volledige grond- maar algemene klimaat- en plantinligting	Algemene klimaat- grond- en plantinligting	Geen formele inligting oor die plant, grond en klimaat
		Laat 30mm toe om te onttrek	Besproei op 'n 3 dag periode	Word nie vir grondtipe aangepas nie	Word nie vir grondtipe aangepas nie
	PBWK 100mm	Volledige klimaat-, grond- en plantinligting	Volledige grond- maar algemene klimaat- en plantinligting	Algemene klimaat- grond- en plantinligting	Geen formele inligting oor die plant, grond en klimaat
		Laat 50mm toe om te onttrek	Besproei op 'n 5 dag periode	Word nie vir grondtipe aangepas nie	Word nie vir grondtipe aangepas nie
	PBWK 160mm	Volledige klimaat-, grond- en plantinligting	Volledige grond- maar algemene klimaat- en plantinligting	Algemene klimaat- grond- en plantinligting	Geen formele inligting oor die plant, grond en klimaat
		Laat 80mm toe om te onttrek	Besproei op 'n 8 dag periode	Word nie vir grondtipe aangepas nie	Word nie vir grondtipe aangepas nie

13.5 SAMEVATTENDE GEVOLGTREKKING

Daar is geslaag om vier besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die benede P.K. le Rouxdamgebied te formuleer wat van mekaar verskil ten opsigte van die vlakke en tipe inligting wat gebruik word op gronde met verskillende profielbeskikbare waterkapasiteite. Skeduleringstrategie 1 maak van gesofistikeerde grond-, plant- en klimaatinligting gebruik. Skeduleringstrategie 2 daarenteen maak algemene aannames omtrent die klimaat en plant, maar vereis gesofistikeerde inligting omtrent die grond. Slegs algemene inligting omtrent die grond, plant en klimaat word deur skeduleringstrategie 3 benodig terwyl skeduleringstrategie 4 van geen gesofistikeerde inligting gebruik maak om skeduleringsbesluite te neem nie.

Die Delphi-tegniek is 'n geskikte metode om 'n ingewikkelde probleem soos besproeiingskedulering vir ekonomiese ontledingsdoeleindes te formuleer terwyl die tegniese aspekte van besproeiing ten volle in ag geneem is. Hierdie resultate kan soortgelyke studies in ander gebiede in die toekoms vergemaklik.

Die effek van die graad van gesofistikeerdheid van die vier besproeiingskeduleringstrategieë sowel as die profielbeskikbare waterkapasiteit van die gronde kan vervolgens ekonomies ontleed word.

13.6 NAVORSINGSIMPLIKASIES

Die geformuleerde besproeiingskeduleringstrategieë kan met behulp van die gekalibreerde gewasgroeisimulasiemodel ekonomies ontleed word (Kyk Hoofstuk 14).

Die besluitnemingsveranderlikes by besproeiingskedulering in hoër humiditeitsbesproeiingsgebiede moet ook bepaal word.

BRONNELYS

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en 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

BOSCH, DJ. (1984). The value of soil water and weather information in increasing irrigation efficiency. Ph.D-disertation, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St Paul

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, BRISTOW, KL en VAN ROOYEN, A. (1982). Besproeiingskedulering van koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Projek uitgevoer vir die Waternavorsingskommissie. Departement Landbouweerkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE and 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 Reserch Commission. WRC report no 177/1/87. Department of Agrometereology, University of the Orange Free State: Bloemfontein

LINESTONE, HA and TUROFF, M. (1975). The Delphi-method techniques and applications. London: Addison Wesley Publishing Company

OOSTHUIZEN, LK. (1981). Die ontwikkeling van 'n bestuurstelsel vir beter benutting van swart werkers in 'n boerderyonderneming, met verwysing na personeelbestuurspraktyke in die Brandfortdistrik. Departement van Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

STREUTKER, A. (1983). Water-opbrengskrommes van lengtekoring en toepaslike besproeiingswaterbestuur op proefvelde en boereplase. Gewasproduksie Vol 12: 7-11

STREUTKER, A. (1986). Water-yield functions of crops in Engineering, Soil science, Agronomy and Economy for planning and management and non-mechanized irrigation. International Simposium on Agricultural Engineering (CIGR), January, Pretoria, RSA

TERSINE, RJ and RIGGS, WE. (1976). Delphi Technique: A longrange planning tool. Business Horizons, Vol 19: 51-56

SUMMARY

The purpose of chapter 13 was to formulate four typical irrigation scheduling strategies by means of a scheduling framework. These four scheduling strategies differ in respect of the levels and type of information used for soils with a low (45 mm), average (100 mm) and high (160 mm) profile available water capacity.

The procedure for formulating typical irrigation scheduling strategies for economic analysis comprises, in the first instance, the development of a conceptional framework of the scheduling process, given the availability of water, system capacity and crop area. Secondly, a pilot study was undertaken in the research area during which the group discussion technique was used to obtain as many ideas and norms about centre pivot irrigation scheduling as possible from a group of farmers in the area. By using the pilot study, results, as well as the conceptional idèa frameword, questionnaires were drawn up for the formulation of four irrigation scheduling strategies by means of the Delphi technique. Thirdly, the provisional results in respect of the formulated irrigation scheduling strategies were verified with a number of farmers in the irrigation area by means of personel interviews. The quantity of water applied by the farmers using the less sophisticated irrigation scheduling strategies was examined particularly.

Irrigation scheduling strategy 1 is highly sophisticated and uses a computerised water balance model (PUTU-87) developed by De Jager *et al.* (1982) to schedule irrigation water.

Irrigation scheduling strategy 2 is based on the BEWAB computer program. This scheduling strategy has an accountancy basis and makes a daily estimation of the quantity of water that the plant requires to realise a specific harvest yield objective. The scheduling recommendations are generalisations of prevailing climatic conditions especially, and to a lesser

extent of plant growth conditions. This scheduling strategy is therefore less sophisticated than scheduling strategy 1.

Irrigation scheduling strategy 3 is a "scheduling recipe" that is generally accepted on the grounds of information and experience that wheat requires between 500 mm and 600 mm water through the season for optimum plant growth conditions.

No distinction was made between soils that differ in respect of profile available water capacities. In applying scheduling strategy 3, the soil, plant and climatic conditions were generalised to a greater extent.

In irrigation scheduling strategy 4 no formal methods and knowledge were used to direct scheduling. Sufficient water was applied to prevent crop water distress. Because both the specific growth stage in which the plant was, and the ground-water and climatic conditions were ignored, this strategy was classified as unsophisticated.

HOOFSTUK 14*

'N EKONOMIESE WINSGEWENDHEIDSONTLEDING VAN ALTERNATIEWE BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIEë VIR KORING

J.H.F. Botes en L.K. Oosthuizen

14.1 INLEIDING

Vier verskillende besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die gebied onder die P.K. le Rouxdam is deur middel van die Delphi-tegniek geformuleer met die oog daarop om die effek van meer wetenskaplike besproeiingskedulering te ontleed. Die toepassing van die verskillende besproeiingskeduleringstrategieë het koste-implikasies omdat die vier skeduleringstrategieë verskil ten opsigte van die graad van gesofistikeerdheid van die inligting wat benodig word. 'n Winsgewendheidsontleding is dus 'n belangrike eerste stap in die ekonomiese ontledingsprosedure van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë.

Die hoofdoel van hierdie hoofstuk is om 'n ontledingsprosedure voor te stel en toe te pas om die winsgewendheid van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë in die gebied onder die P.K. le Rouxdam te ontleed.

Die volgende hipoteses word gestel:

(a) Die vier tipiese besproeiingskeduleringstrategieë wat in die gebied onder die P.K. le Rouxdam gebruik word, verskil hoofsaaklik ten opsigte van die hoeveelheid toegediende water terwyl die opbrengspeile wat met elke skeduleringstrategie gerealiseer word nagenoeg dieselfde is.

---

* Hierdie hoofstuk is gebaseer op 'n plakkaat wat aangebied is by die Suider-Afrikaanse Besproeiingsimposium, Junie 1991, Durban.

(b) Indien die besproeiingskeduleringstrategieë die gewas-waterbehoeftes gereeld volledig aanvul, word die gronde se profielbeskikbare waterkapasiteite nie ekonomies benut nie.
(c) Indien meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë vir koring toegepas word, word die winsgewendheid van koring onder spilpuntbesproeiing verhoog omdat minder water toegedien word.
(d) Indien die pomphoogte en/of die prys van water toeneem, sal die ekonomiese belangrikheid van meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë toeneem.
(e) Die seisoenale plan of strategie waarvolgens 'n boer besproeiingswater skeduleer, is een van die hoof veranderlikes wat die ekonomie van besproeiing beïnvloed.

14.2 LITERATUURSTUDIE

14.2.1 Metodes vir die evaluering van ekonomiese doeltreffendheid van besproeiing

Volgens Bosch, Eidman en Oosthuizen (1987: 232) kan drie metodes gebruik word om die doeltreffendheid van die gebruik van besproeiingswater te bestudeer. Die eerste metode behels die gebruik van basiese gewas-waterproduksiefunksies. In die tweede metode word van gerekenariseerde gewasgroeimodelle gebruik gemaak. Laastens word verwys na modelle, wat behalwe die omgewingsrisiko's, ook die risiko-gevoeligheid van besproeiingsboere eksplisiet in die doeltreffendheidsontledings in ag neem.

Hexem en Heady (1978) het van gewas-waterproduksiefunksies gebruik gemaak om die besproeiingspeile te bepaal waarteen winste gemaksimeer word. Produksiefunksies is egter baie gebiedsgebonde. Die tydsberekening van watertoedienings kan voorts net so belangrik wees as die hoeveelheid toegediende water, want dit is die daaglikse beskikbaarheid van grondwater

aan die plant eerder as die globale hoeveelheid toegediende water wat gewasopbrengs bepaal (Bosch, Eidman en Oosthuizen, 1985: 5). Hierdie faktore beperk die bruikbaarheid van basiese produksiefunksiemodelle as besluitnemingsinstrumente op plaasvlak.

Die gerekenariseerde gewasgroeimodelle daarenteen het die potensiaal om die gewasresponsie weer te gee oor 'n wye reeks van besproeiingskeduleringstrategieë vir die verskeidenheid weerstoestande wat oor 'n periode van baie jare voorkom. Deur dus van hierdie metode gebruik te maak, kan alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë ekonomies ontleed word. Die enigste gewasgroeisimulasiemodelle wat vir enkele gewasse onder Suid-Afrikaanse toestande aangepas is, is die modelle van De Jager, van Zyl, Kelbe en Singels (1987) en Schulze (1984).

Vir gerekenariseerde gewasgroeimodelle om gewasresponsie oor 'n wye reeks van besproeiingskeduleringstrategieë vir 'n verskeidenheid weerstoestande weer te gee, moet opbrengssimulasies vir elke besproeiingskeduleringstrategie met 'n aantal jare se weerdata herhaal word. Vir die winsgewendheids- en risikodoeltreffendheidsontleding van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë word daar dus eerder van 'n waarskynlikheidsverdeling van opbrengste as 'n enkele opbrengs gebruik gemaak. Produksie-risiko word gevolglik weerspieël in die variasie in opbrengste tussen jare.

Die keuse van die winsgewendste waarskynlikheidsverdeling word bemoeilik omdat die risiko verbonde aan die verskillende besproeiingskeduleringstrategieë verskil. Volgens Bosch *et al.* (1987) word 'n manier benodig om die risiko-gevoeligheid van besproeiingsboere te bepaal, waarna die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë geëvalueer kan word. Daar moet dus van 'n geskikte risiko-doeltreffende besluitnemingskriterium gebruik gemaak word. Die derde metode wat Bosch *et al.* (1987) bespreek, is juis so 'n metode. Stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie is 'n metode wat, gegewe verskille in

risiko-gevoeligheid, gebruik kan word om alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë ekonomies te evalueer.

14.2.2 Implikasies uit die literatuurstudie

Uit die literatuurstudie volg dat die ekonomiese ontleding van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë die beste uitgevoer kan word met behulp van 'n gerekenariseerde gewasgroeisimulasiemodel. Alhoewel daar baie sulke modelle bestaan, moet 'n gewasgroeisimulasiemodel gekies word wat vir die spesifieke gebied se klimaat, kultivars en planttyd aangepas is. Die PUTU- en ACRU-modelle is as gewasgroeimodelle plaaslik in verskeie studies gebruik. Die PUTU-model is egter die enigste gewasgroeisimulasiemodel wat in dié stadium aangepas is om koringopbrengste onder besproeiingstoestande in die benede P.K. le Rouxdamgebied te simuleer.

Volgens Nielson (1982) word prysrisiko in die winsgewendheidsontleding van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë buite rekening gelaat omdat die aanname gemaak word dat enige een van die uitkomste in die waarskynlikheidsverdeling 'n gelyke kans het om in 'n spesifieke jaar voor te kom.

Die gelykbreekbegrotingstegniek en sensitiwiteitsindeks kan gebruik word om die belangrikheid van aannames oor sekere parameter veranderlikes te bepaal.

14.3 PROSEDURE

Die prosedure om skeduleringstrategieë vir koring onder spilpuntbesproeiing ekonomies te ontleed, behels enersyds dat die tersaaklike koste-items beraam word en andersyds dat die koringopbrengste vir verskillende besproeiingskeduleringstrategieë op gronde met verskillende profielbeskikbare waterkapasiteite (PBWK) met behulp van die PUTU9-87 model gesimuleer word. Gronde met 'n lae PBWK van 45 mm, gemiddelde PBWK van

100 mm en 'n hoë PBWK van 160 mm is in samewerking met 'n grondkundige in die ondersoekgebied geselekteer.

14.3.1 Kosteberaming

'n Gewysigde model van Bosch en Eidman (1987) word as basis vir kosteberekening gebruik. Bosch en Eidman (1987) het alle kostes ingedeel volgens oorhoofse koste, produksiekoste, besproeiingsveranderlike koste en opbrengsveranderlike koste.

'n Gerekenariseerde prosedure wat deur Meiring (1989) ontwikkel en gerekenariseer is, word in hierdie hoofstuk gebruik om onderskeidelik die besproeiingsveranderlike- en die eienaarskapkoste van die spilpuntbesproeiingstelsel te beraam.

By die bepaling van die voorbelasting netto inkomste is daar met konstante pryse gewerk. Die pryse van al die inkomste- en koste komponente is bepaal soos op 23 Maart 1989.

14.3.1.1 Besproeiingstelsel

Vir hierdie studie is twee van die agtien prototipe spilpuntstelsels wat Meiring (1989) vir die benede P.K. le Rouxdam-gebied saamgestel het, gekies om die besproeiingskoste te beraam. Die geselekteerde spilpunte het albei 60 hektaar onder besproeiing, 'n bruto toedieningskapasiteit van 12 mm per dag en die water word 'n statiese hoogte van 10 meter gepomp.

Die eerste besproeiingstelsel is gekies om die gronde met 'n PBWK van 100 en 160 mm te besproei. Hierdie twee gronde het onderskeidelik 8 en 10 persent klei. Die stelsel op dié gronde werk teen 'n pompdruk van 53 meter en 'n bandwydte van 19 meter. Daar word van twee 30 kW motors gebruik gemaak. Die totale aankoopprys van die stelsel is R240 378.

Die tweede besproeiingstelsel is aangepas vir die grond met 'n PBWK van 45 mm. Hierdie grond het 'n baie hoër kleipersentasie

van 29 persent. Die besproeiingstelsel is gevolglik aangepas om teen 'n druk van 78 meter en 'n bandwydte van 41 meter te werk. Vir die doel word daar van twee 45 kW motors gebruik gemaak. Die totale aankoopprys van hierdie besproeiingstelsel is R246 119.

14.3.1.2 Besproeiingskoste

Die jaarlikse vaste koste van die twee spilpuntbesproeiing-stelsels op die sandgrond (PBWK van 100 en 160 mm) en die kleigrond (PBWK van 45 mm) teen 'n statiese hoogte van 10 meter beloop onderskeidelik R21 556 en R22 086 per jaar. Die eienaarskapkoste van die besproeiingstelsel per hektaar is verkry deur die aanname te maak dat 'n 150 persent besproeiingsoppervlakte benutting plaasvind.

By die bepaling van die besproeiingsveranderlike koste moet die koste van water en elektrisiteit gespesifiseer word. Die koste van water is 1,65 c/m^3 terwyl die elektrisiteitskoste 15,59 sent vir die eerste 1000 kWh per maand en daarna 9,02 c/kWh is.

Die besproeiingsveranderlike koste op die gronde met 'n PBWK van 100 en 160 mm is bereken deur die eerste 98 mm teen 63 c/mm.ha# toe te dien waarna die res van die totale water teen 50 c/mm.ha toegedien word. Daarenteen is die besproeiings-veranderlike koste op die kleigrond (PBWK van 45 mm) bereken as 79 c/mm.ha vir die eerste 66 mm en daarna verlaag die koste na 59 c/mm.ha.

14.3.1.3 Produksiekoste

'n Bedryfstakbegroting is vir koring onder spilpuntbesproeiing in die ondersoekgebied opgestel. Die groepbesprekingstegniek is gebruik om die tersaaklike inligting in te samel en die kosteberamings is met die begrotingsontwikkelaar van Apland (1986) gedoen.

Die eenheid "mm.ha" is gelykstaande aan 10 m^3 water of 1 mm water op 1 hektaar grond

Die eienaarskapkoste van die werktuie is R75 per hektaar. Die veranderlike produksiekoste van koring beloop R954 per hektaar.

14.3.1.4 Opbrengsveranderlike koste

Die opbrengsveranderlike koste is stroop- en vervoerkoste en word bepaal deur die opbrengste wat gerealiseer word. Die naaste graansilo is nagenoeg 50 kilometer. Die vervoerkoste is teen 33 c/ton.km bereken. Stroopkoste is R30 per ton.

Die opbrengsveranderlike koste vir die verskillende besproeiingskeduleringstrategieë is nagenoeg dieselfde (R312) omdat opbrengste nie juis verskil nie.

14.3.2 Besproeiingskeduleringstrategieë

Vier besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die benede P.K. le Rouxdamgebied is met behulp van die Delphi-tegniek geformuleer vir gronde met 'n hoë (160 mm), gemiddelde (100 mm) en lae (45 mm) PBWK (Kyk Hoofstuk 13). Al die besproeiingskeduleringstrategieë onderhou optimale plantgroeitoestande, maar verskil ten opsigte van die vlakke en tipes inligting wat gebruik word. Strategie 1 is 'n hoogs gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategie wat van volledige grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik maak. Strategie 2 is tot 'n redelike mate gesofistikeerd omdat skeduleringsbesluite op volledige grondkundige inligting gebaseer word maar die plant- en weerkundige inligting van meer algemene aard is. Strategie 3 is tot 'n geringe mate gesofistikeerd omdat die besproeiingskeduleringstrategie van relatief min grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik maak. Strategie 4 is 'n ongesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategie wat geen grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik nie.

14.3.3 Sensitiwiteitsontledings

Die invloed van pomphoogte en die prys van water op die winsgewendheid van besproeiingswater is met behulp van sensitiwiteitsontledings ondersoek. Die prys van water is vanaf 1,645 c/m^3 met 10, 20, en 30 persent verhoog tot onderskeidelik 1,815; 1,98 en 2,145 c/m^3. Die pomphoogte is met 30 meter intervalle verhoog vanaf 10 meter na 40, 70 en 100 meter.

Die sensitiwiteitsontleding is slegs op die grond met 'n PBWK van 100 mm uitgevoer. Vir die doel moes die besproeiingstelsel (stelsel op die grond met 'n PBWK van 100 mm) aangepas word om teen die hoër statiese hoogtes nog steeds 12 mm per dag toe te dien. Die besproeiingstelsel is aangepas om teen 'n pompdruk van 83, 113 en 143 meter te werk.

By die berekening van die besproeiings- en opbrengsveranderlike koste vir elke pomphoogte is die volgende aanname gemaak. Die gerealiseerde opbrengste bly onveranderd indien die pomphoogte toeneem. Hierdie aanname is gemaak omdat die besproeiingstelselkapasiteite by die hoër pomphoogtes onveranderd bly. Dieselfde besproeiingswaterhoeveelhede word dus by die verskillende pomphoogtes toegedien. Die produksiekoste en opbrengsveranderlike koste bly onveranderd op R954 en nagenoeg R312 per hektaar ongeag 'n toename in pomphoogte .

Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste van die vier besproeiingskeduleringstrategieë is bepaal teen die verskillende pomphoogtes en waterpryse. Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste syfers is gebruik in 'n sensitiwiteitsindeks om die rigting en grootte van verandering in die voorbelasting netto inkomste, as gevolg van 'n verandering in pomphoogte en waterprys, te bepaal. Vervolgens is daar 'n gelykbreekpomphoogte vir elke besproeiingskeduleringstrategie bepaal.

Die sensitiwiteitsindeks (SI) word as volg gedefinieer:

$$SI = \frac{\frac{\text{Verandering in netto inkomste}}{\text{Aanvanklike netto-inkomste}}}{\frac{\text{Verandering in parameter}}{\text{Aanvanklike waarde van die parameter}}}$$

Sensitiwiteit is gedoen op pomphoogtes van 10, 40, 70 en 100 meter en 'n waterprys van 1,645; 1,815; 1,98 en 2,145 c/m^3.

14.3.3.1 Gelykbreekontleding

'n Gelykbreekpomphoogte vir elke besproeiingskeduleringstrategie op gronde met 'n PBWK van 100 mm is bepaal. Die gelykbreekpomphoogte is bepaal deur die gemiddelde voorbelasting netto inkomstes van die vier skeduleringstrategieë, by die verskillende waterpryse, te plot teenoor die verskillende pomphoogtes. Met die aanname dat die gemiddelde netto inkomste tussen die gespesifiseerde pomphoogtes lineêr afneem, kan die gelykbreekpomphoogte afgelees word waar die gemiddelde netto inkomste nul is.

14.3.4 Opbrengssimulasies

Na kalibrering van die PUTU-gewasgroeisimulasiemodel is koringopbrengste, asook die totale netto besproeiingswaterhoeveelheid vir die vier besproeiingskeduleringstrategieë, wat verskil ten opsigte van gesofistikeerdheid, op die gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm gesimuleer. Die simulasies is met die benede P.K. le Rouxdam se weerdata vir die jare 1978 tot 1988 herhaal. Die totale netto besproeiingswaterhoeveelheid vir elke grondskeduleringstrategie kombinasie is verkry deur die grondwatertekort en die hoeveelheid water wat deur die groeiseisoen toegedien is, te sommeer. 'n Toedieningsdoeltreffendheid van 85 persent is aangeneem om die bruto besproeiingswatersyfers te bepaal wat gebruik is om besproeiingsveranderlike koste te bereken.

Die bruto-inkomste is bepaal deur die gesimuleerde opbrengste met 'n koringprys van R339 te vermenigvuldig waarna die eienaarskapkoste van die spilpunt en werktuie, produksiekoste, besproeiings- en opbrengsveranderlike koste afgetrek is.

14.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

14.4.1 Opbrengspeile en besproeiingshoeveelhede op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm

Die beraamde gemiddelde koringopbrengspeile asook die gemiddelde bruto watertoedienings vir vier besproeiingskeduleringstrategieë en drie grondtipes oor die periode 1978 tot 1988 in die benede P.K. le Rouxdamgebied word in tabel 14.1 aangegee.

Tabel 14.1 'n Vergelyking van die gesimuleerde gemiddelde opbrengste en bruto toegediende besproeiingswater vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45 mm, 100 mm en 160 mm onderskeidelik in die benede P.K. le Rouxdam gebied

	Grond met 'n PBWK van 45mm		Grond met 'n PBWK van 100mm		Grond met 'n PBWK van 160mm	
Strategie	Opbrengs (kg/ha)	Water (mm)	Opbrengs (kg/ha)	Water (mm)	Opbrengs (kg/ha)	Water (mm)
Strategie 1	6692	615	6696	613	6700	523
Strategie 2	6703	741	6701	745	6705	737
Strategie 3	6702	735	6701	752	6706	751
Strategie 4	6704	922	6702	926	6706	927

Die koringopbrengste vir die vier besproeiingskeduleringstrategieë op die drie verskillende gronde is vir alle praktiese doeleindes nagenoeg dieselfde. Die gemiddelde koringopbrengste wissel van 6692 tot 6706 kg/ha. Hierdie resultate

kan hoofsaaklik toegeskryf word aan die feit dat die skeduleringstrategieë oor die algemeen in gebruik, in die gebied onderkant die P.K. le Rouxdam, optimale plantgroeitoestande onderhou. Met die aanname dat opbrengste slegs beïnvloed word deur die tydigheid en hoeveelheid toegediende water is dit dus verstaanbaar dat opbrengste tussen die alternatiewe skeduleringstrategieë en oor jare nagenoeg dieselfde is. Daar bestaan dus nie noemenswaardige inkomste verskille tussen die vier geselekteerde besproeiingskeduleringstrategieë vir koring nie.

Die besproeiingshoeveelhede op elk van die drie gronde daarenteen toon aansienlike verskille. Namate die gesofistikeerdheid van die besproeiingskeduleringstrategieë afneem (vanaf strategie 1 na strategie 4) styg die besproeiingswatertoedienings. Die gemiddelde besproeiingswaterhoeveelhede wissel van 523 mm by besproeiingskeduleringstrategie 1 tot 927 mm by besproeiingskeduleringstrategie 4.

Uit tabel 14.1 kan verder gesien word dat veral besproeiingskeduleringstrategieë 2, 3 en 4 nagenoeg dieselfde besproeiingshoeveelhede op die verskillende profielbeskikbare waterkapasiteitgronde toedien. Die enigste uitsondering is die hoogs gesofistikeerde skeduleringstrategieë (1) op die grond met 'n PBWK van 160 mm. Hier word daar wel minder water toegedien, as op die gronde met 'n PBWK van 45 en 100 mm, omdat die strategie tot 'n groter mate die stoorkapasiteit van die grond in aanmerking neem en gevolglik word reënval meer doeltreffend benut.

'n Besproeiingskeduleringstrategie wat besproeiingswater so toedien dat die gewaswaterbehoeftes gereeld aangevul word, benut nie die grond se PBWK ekonomies nie. Die moontlike koste verlagende effek wat 'n grond met 'n groot PBWK vir die besproeiingsboer kan hê, word tot 'n groot mate geneutraliseer deur 'n besproeiingskeduleringstrategie wat koring se gewaswaterbehoeftes gereeld volledig aanvul.

14.4.2 Netto inkomste

Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste van die vier alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë oor die periode van 1978 tot 1988 vir gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm is bereken en word in tabel 14.2 aangegee. Die netto inkomstes tussen die verskillende besproeiingskeduleringstrategieë verskil namate die gesofistikeerdheid tussen die strategieë verander. Die hoogste netto inkomste van R414 per hektaar word gerealiseer op die grond met 'n PBWK van 160 mm met die hoogs gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategie (1). Daarenteen word die laagste netto inkomste van R126 per hektaar op die grond met 'n PBWK van 45 mm met die naïewe besproeiingskeduleringstrategie (4) gerealiseer.

Tabel 14.2 Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste (R/ha) vir vier alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm in die benede P.K. le Rouxdamgebied, 1990

	Grond met 'n PBWK van 45 mm			Grond met 'n PBWK van 100 mm			Grond met 'n PBWK van 160 mm		
Strategie	Gemiddelde netto inkomste (R/ha)	STD[1] (R/ha)	KV[2] (%)	Gemiddelde netto inkomste (R/ha)	STD (R/ha)	KV (%)	Gemiddelde netto inkomste (R/ha)	STD (R/ha	KV (%)
Strategie 1	306	24	8	370	20	6	415	22	5
Strategie 2	234	19	8	305	20	7	310	18	6
Strategie 3	238	12	5	302	12	4	304	12	4
Strategie 4	126	4	3	213	4	2	214	4	2

1. Standaard afwyking.
2. Koëffisiënt van variasie.

Meer spesifiek kan daar op die grond met 'n PBWK van 100 mm gesien word dat die gemiddelde netto inkomstes van R213, R302, R305 en R370 per hektaar vir onderskeidelik die naïewe (4) tot die hoogs gesofistikeerde (1) besproeiingskeduleringstrategieë gerealiseer word. Dit verteenwoordig 'n toename van R157 per

hektaar indien strategieë 4 en 1 vergelyk word. Hierdie verskil word veroorsaak as gevolg van die 313 mm.ha water wat bespaar word (tabel 14.1). Indien 60 ha koring verbou word, kan die boer sy voorbelasting netto inkomste per seisoen met R9 420 verhoog. Die gevolgtrekking kan dus gemaak word dat indien boere meer gesofistikeerde skeduleringstrategieë vir koring toepas die winsgewendheid van koring onder spilpunt-besproeiing verhoog omdat minder water toegedien word.

Dit is verder duidelik dat die winsgewendheid van besproeiing op die sandgronde (PBWK van 100 en 160 mm) hoër in vergelyking met die kleigrond (PBWK van 45 mm) is. Die grootste gedeelte van die verhoging in netto inkomste kan egter nie toegeskryf word aan 'n besparing in water of 'n verhoging in opbrengste tussen die gronde nie (tabel 14.2), maar aan die feit dat dit duurder is om dieselfde hoeveelheid water op die kleigronde (PBWK 45 mm) toe te dien.

14.4.3 Die effek van pomphoogte en waterprys op die winsgewendheid van die besproeiingskeduleringstrategieë

Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste vir al vier die geformuleerde besproeiingskeduleringstrategieë op die grond met 'n PBWK van 100 mm teen pomphoogtes van 10, 40, 70 en 100 meter en waterpryse van 1,645; 1,815; 1,98 en 2,145 c/m^3 word in tabel 14.3 aangetoon.

Dit is eerstens uit tabel 14.3 duidelik dat die ekonomiese voordele verbonde aan die toepassing van meer gesofistikeerde skeduleringstrategieë toeneem soos die pomphoogte en waterprys toeneem. Die gemiddelde netto inkomste verskil tussen skeduleringstrategieë 4 en 1 by 'n pomphoogte van 10 meter en 'n waterkoste van 1,645 c/m^3 is R157 per hektaar. Hierdie verskil in gemiddelde netto inkomste neem toe tot by R334 per hektaar by 'n pomphoogte van 100 meter en 'n waterkoste van 2,145 c/m^3. By hoë pomphoogtes en waterpryse is dit dus toenemend belangrik om van meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstraregieë

gebruik te maak omdat oorbesproeiing onder hierdie toestande groot kostes vir die besproeiingsboer inhou.

Tabel 14.3 Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste (R/ha) vir koring vir die alternatiewe skeduleringstrategieë vir koring op die grond met 'n PBWK van 100 mm in die gebied onderkant die P.K. le Rouxdam indien die waterprys en pomphoogte toeneem, 1990

	Die prys van water in sent per kubieke meter			
	1,645	1,815	1,98	2,145
Pomphoogte van 10 meter				
Strategie 1	370	360	350	340
Strategie 2	305	292	280	267
Strategie 3	302	288	276	263
Strategie 4	213	197	181	166
Pomphoogte van 40 meter				
Strategie 1	259	249	239	229
Strategie 2	174	162	150	138
Strategie 3	170	157	145	132
Strategie 4	54	38	23	8
Pomphoogte van 70 meter				
Strategie 1	177	167	157	147
Strategie 2	76	64	52	40
Strategie 3	71	58	46	33
Strategie 4	-67	-82	-98	-113
Pomphoogte van 100 meter				
Strategie 1	10	-0	-10	-21
Strategie 2	-122	-134	-146	-159
Strategie 3	-129	-141	-154	-166
Strategie 4	-309	-324	-339	-355

Tweedens kan gesien word dat die gemiddelde netto inkomste van byvoorbeeld skeduleringstrategie 2 daal vanaf R305 per hektaar

by 'n pomphoogte van 10 meter en 'n waterprys van 1,645 c/m^3 tot -R122 indien die pomphoogte tot 100 meter styg en die waterprys onveranderd bly. Dit verteenwoordig 'n verskil in netto inkomste van R427 per hektaar. Op 'n sestig hektaar besproeiingstelsel beteken dit dat die boer wat teen 'n pomphoogte van 100 meter besproei R25 620 per koringseisoen minder gaan verdien as die boer wat slegs 10 meter hoef te pomp.

'n Verhoging in die waterprys vanaf 1,645 tot 2,145 c/m^3 daarenteen het tot gevolg dat die gemiddelde voorbelasting netto inkomste van skeduleringstrategie 2 by 'n pomphoogte van byvoorbeeld 40 meter daal vanaf R174 tot R138 per hektaar. Dit verteenwoordig 'n daling van R2 160 per 60 hektaar gewasoppervlakte.

14.4.3.1 Sensitiwiteitsindeks

Die sensitiwiteit van die voorbelasting netto inkomste ten opsigte van pomphoogte- en waterprysverandering by vier besproeiingskeduleringstrategieë op die grond met 'n PBWK van 100 mm word in tabel 14.4 gegee.

Uit tabel 14.4 is dit duidelik dat die verandering in voorbelasting netto inkomste in 'n teenoorgestelde rigting plaasvind as beide die verandering in pomphoogte en waterprys omdat die teken van die sensitiwiteitsindeks negatief is. Dit wil sê soos die pomphoogte en waterprys toeneem neem die voorbelasting netto inkomste by al vier die besproeiingskeduleringstrategieë af.

By lae pomphoogtes is die netto inkomstes van al vier die skeduleringstrategieë relatief onsensitief vir 'n verhoging in pomphoogtes omdat 'n eenheidstoename in die pomphoogte 'n minder as proporsionele afname in die gemiddelde voorbelasting netto inkomste teweegbring. Die netto inkomste sensitiwiteit vir 'n pomphoogteverandering neem egter toe soos die gesofis-

tikeerdheid van die skeduleringstrategieë afneem. By die hoër pomphoogtes is netto inkomste sensitiwiteit van al vier die skeduleringstrategieë baie hoër, omdat 'n eenheidstoename in pomphoogte 'n meer as proporsionele afname in die gemiddelde netto inkomste teweegbring. Dit is verder duidelik dat by hoë pomphoogtes die verskil in netto inkomste sensitiwiteit tussen die vier skeduleringstrategieë baie groter is as by laer pomphoogtes. Die netto inkomste verskille tussen die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë word dus groter namate die pomphoogte toeneem.

Tabel 14.4 Sensitiwiteitsindeks van die voorbelasting netto inkomste ten opsigte 'n verandering in die pomphoogte en waterprys van die vier besproeiingskeduleringstrategieë in die gebied onderkant die P.K. le Rouxdam op die grond met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 100 mm, 1990

Parameter	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4
Pomphoogte (m)				
10				
40	-0,10	-0,14	-0,15	-0,25
70	-0,42	-0,75	-0,78	-3,00
100	-2,20	-6,05	-6,59	13,06
Waterprys (c/m^3)				
1,645	-0,25	-0,41	-0,42	-0,72
1,815	-0,31	-0,46	-0,47	-0,86
1,98	-0,31	-0,46	-0,47	-0,86
2,145				

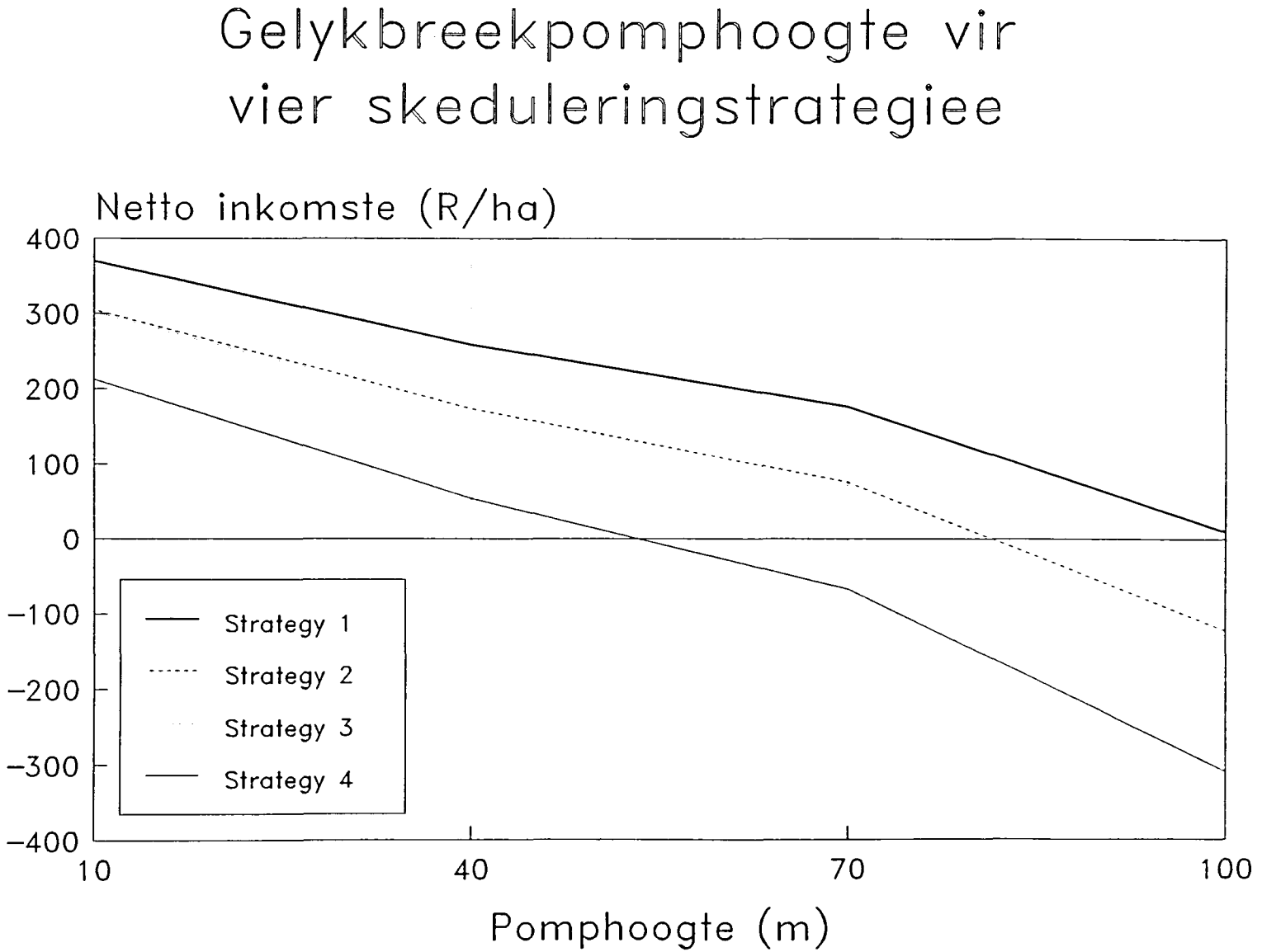
Dieselfde tendense wat waargeneem is by die sensitiwiteitsindeks van 'n pomphoogteverandering is aanwesig by die sensitiwiteitsindeks van 'n waterprysverhoging. Opvallend egter is dat 'n eenheidsverandering in die prys van water ongeag die skeduleringstrategie 'n minder as proporsionele verlaging in

die gemiddelde voorbelasting netto inkomste teweegbring. Die voorbelasting netto inkomste is dus meer sensitief vir 'n eenheidsverhoging (meter) in die pomphoogte as vir 'n eenheidsverhoging (c/m^3) in die prys van water.

14.4.3.2 Gelykbreekpomphoogte vir elke besproeiingskeduleringstrategie

Die gelykbreekhoogte van die vier besproeiingskeduleringstrategie teen 'n waterprys van 1,645 c/m^3 water op die grond met 'n PBWK van 100 mm word grafies in figuur 14.1 voorgestel. Die gelykbreekhoogte van skeduleringstrategie 1 by 'n waterprys van 1,645 c/m^3 is nagenoeg 103 meter. Die gelykbreekpomphoogte van skeduleringstrategieë 2 en 3 by dieselfde waterprys daal met 20 meter tot nagenoeg onderskeidelik 83 en 81 meter. Die gelykbreekpomphoogte van skeduleringstrategie 4 daal 'n verdere 30 meter tot 'n pomphoogte van nagenoeg 53 meter.

Indien die waterprys verhoog vanaf 1,645 tot 2,145 c/m^3 daal die gelykbreekpomphoogte by al vier die besproeiingskeduleringstratgieë met nagenoeg 5 meter. Uit die gelykbreekpomphoogte ontledings is dit eerstens duidelik dat 'n waterprysverhoging 'n relatief klein invloed het op die hoogte gepomp. Boere met hoë pomphoogtes moet tweedens sorg dat hulle hoogs gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë gebruik aangesien groot inkomste verliese met die naïewe besproeiingskeduleringstrategieë teen hoë pomphoogtes gerealiseer word.



Waterprys = 1,654 sent per kubieke meter
Grond = PBWK van 100 mm

Figuur 14.1 Die gelykbreekhoogte van die vier besproeiingsskeduleringstrategieë teen 'n waterprys van 1,645 c/m^3 water op die grond met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 100 mm

14.4.4 Samevattende gevolgtrekking

'n Bevredigende prosedure is ontwikkel en geïllustreer om die winsgewendheid van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë ekonomies te ontleed.

Gesimuleerde opbrengste vir die verskillende skeduleringstrategieë wissel vanaf 6692 tot 6706 kg/ha. Bruto besproeiingswaterhoeveelhede daarenteen wissel vanaf 523 tot 927 mm. Daar is dus 'n aansienlike mate van bevestiging vir die eerste hipotese gevind. Die vier tipiese besproeiingskeduleringstrategieë in die gebied onderkant die P.K. le Rouxdam verskil dus ten opsigte van die hoeveelheid besproeiingswater terwyl die gerealiseerde opbrengspeile onder elke besproeiingskeduleringstrategie nagenoeg dieselfde is.

Indien dieselfde besproeiingskeduleringstrategie op die drie verskillende gronde toegepas word, kom daar geen noemenswaardige besproeiingswaterverbruiksverskille tussen die drie gronde voor nie. Die bruto besproeiingswaterhoeveelheid van byvoorbeeld strategie 2 wissel vanaf 737 tot 741 mm tussen die gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm. Die hipotese dat indien 'n besproeiingskeduleringstrategie die gewaswaterbehoeftes gereeld volledig aanvul, word die grond se profielbeskikbare waterkapasteit nie ekonomies benut nie, word met die resultate tot 'n groot mate bevestig.

'n Verhoging van ten minste R 157 per hektaar kom voor indien die hoogs gesofistikeerde strategie in plaas van die naïewe besproeiingskeduleringstrategie toegepas word. Die winsgewendheid van koring onder besproeiing word dus aansienlik verhoog indien meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë gebruik word. Die rede hiervoor is dat minder water met die meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë toegedien word. 'n Aansienlike mate van bevestiging is dus vir die gestelde hipotese gevind.

Die implikasies van bogenoemde hipotese geld veral teen hoë pomphoogtes (boere aan die Kaap se kant van die rivier) waar die verskil in netto inkomstes tussen die hoogs gesofistikeerde en naïewe besproeiingskeduleringstrategieë toeneem tot sowat R 299 per hektaar. Die toename in pomphoogte het 'n groot effek op die winsgewendheid van besproeiing. Die daling in winsgewendheid word grotendeels veroorsaak deur die toename in besproeiingsveranderlike koste tesame met 'n relatiewe kleiner toename in eienaarskapkoste van die besproeiingstelsel. Teen hoë pomphoogtes en waterpryse neem die ekonomiese belangrikheid van meer gesofistikeerde skeduleringstrategieë toe omdat die besparing in besproeiingswater (as gevolg van meer gesofistikeerde skeduleringstrategieë) 'n groter kostebesparing as by lae pomphoogtes teweegbring.

Uit die ekonomiese ontledings kan die gevolgtrekking gemaak word dat die seisoenale plan of strategie waarvolgens 'n boer besproeiingswater skeduleer een van die hoof veranderlikes is wat die ekonomie van besproeiing beïnvloed.

Die hoë kostes by die toediening van water veroorsaak dat boere nie meer 'n skeduleringstrategie kan volg wat water onnodig vermors nie. Tesame hiermee het die besproeiingsboer te kampe met insetkostes wat die afgelope tyd tot uitermatige hoë vlakke toegeneem het. Hierdie styging in kostes moet opnuut geïnkorporeer word in die besproeiingsboer se besluit teen watter produksiepeil dit die winsgewendste is om te produseer. In die verband kan die gebruik van 'n meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategie 'n waardevolle bydrae maak om die winsgewendheid van besproeiing te verhoog.

14.5 NAVORSINGSIMPLIKASIES

Ten einde die invloed van die PBWK van gronde op die ekonomie van besproeiing te ontleed, behoort 'n minder-as-volle

(deficit) besproeiingskeduleringstrategie by die ontledings ingesluit te word.

Indien die geleentheidskoste (ware koste) van water in die ontledings in berekening gebring word, kan die winsgewendheid van die meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë verder verhoog word. Besproeiingswater is skaars en behoort in sy beste alternatiewe aanwendingsmoontlikheid gebruik te word. Verder behoort verliese soos kunsmisloging ook in ag geneem te word.

Vervolgens behoort die winsgewendheidsontleding van die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë in 'n geheelplaas verband uitgevoer te word. Die gewasgroeisimulasiemodel moet dus gekalibreer word om die vernaamste ander wisselbougewasse soos katoen, laat-mielies, grondbone, sojabone, aartappels, erte, bone en lusern by die ontledings in te sluit.

Die winsgewendheid van meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë moet ook in hoër humiditeitsbesproeiingsgebiede ontleed word omdat die belangrikheid van skedulering toeneem as gevolg van die hoër waarskynlikheid van reën voorkoms.

Laastens moet die risiko-doeltreffendheid van besproeiingskeduleringstrategieë ook ontleed word. Die risiko-gevoeligheid van die besluitnemer moet eksplisiet in die ontledings in ag geneem word.

BRONNELYS

APLAND, J. (1986). Worksheet documentation: EBCRPI crop enterprise budget generator. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

BOSCH, DJ and EIDMAN, VR. (1987). Valuing information when risk preferences are nonneutral: An application to irrigation scheduling. American Journal of Agricultural Economics Vol 69, 658-667

BOSCH, DJ, EIDMAN, VR en OOSTHUIZEN, LK. (1985). 'n Oorsig van die literatuur oor die ekonomiese doeltreffendheid van watergebruik vir besproeiing. Referaat gelewer tydens die werksessie oor die Navorsingsbenodigdhede ten op sigte van die Ekonomiese, Sosiologiese en Ekologiese aspekte van Besproeiingsonwikkeling, Pretoria, 25-27 Februarie 1985

BOSCH, DJ, EIDMAN, VR and OOSTHUIZEN, LK. (1987). A Review of methods for evaluating the economic efficiency of irrigation. Agricultural Water Management Vol 12, 231-245

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE and 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. Department of Agrometereology, University of the Orange Free State: Bloemfontein

GILL, EE. (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

HEXEM, RW and HEADY, EO. (1978). Water production and irrigated agriculture. Ames, Iowa:Iowa State University Press

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

NIELSON, DJ. (1982). Evaluating alternative irrigation scheduling strategies for soybeans in Minnesota: an economic analysis employing stochastic dominance. Plan B Project. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

SCHULZE, RE. (1984). Hydrological models for application to small rural catchments in Southern Africa: refinement. Report to the Water Research Commission by the Department of Agricultural Engineering, University of Natal

SUMMARY

The main purpose of chapter 14 was to propose, and apply a procedure for analysing the economic profitability of alternative irrigation scheduling strategies for wheat in the area below the P.K. le Roux Dam.

Wheat yields, as well as the total net irrigation water quantities, were simulated for four typical irrigation scheduling strategies that differed in respect of sophistication, on soils with a low (45 mm), average (100 mm) and high (160 mm) profile-available water capacity by means of the PUTU9-87 crop growth simulation model. The simulations were repeated with weather data for eleven years.

A satisfactory procedure for analysing the profitability of alternative irrigation strategies was developed and illustrated. The results show that the simulated wheat yields are approximately the same for all practical purposes (6692 to 6700 kg/ha). The gross applied irrigation water varied between 523 and 927 mm. On all three soils the most sophisticated irrigation scheduling strategy was the most profitable. Average pre-tax net incomes of R 306, R 370 and R 415 per hectare were realised on the soils with a PAWC of 45, 100 and 160 mm respectively.

A profitability increase of approximately R 157 per hectare was obtained at a pumping height of 10 m and a water price of 1,645 c/m^3 when the most sophisticated strategy was used in stead of the naive irrigation scheduling strategy. This difference in profitability increased to approximately R 300 per hectare when the pumping height was increased to 100 m and the water price rose to 2,145 c/m^3. At low pumping heights the net incomes of all four the scheduling strategies were relatively insensitive to a unit increase in the pumping height and water price. The net income sensitivity increased, however, as the sophis-

tication of the irrigation scheduling strategies decreased or the static pumping height increased.

The seasonal plan or strategy according to which a farmer schedules irrigation water is therefore one of the major variables that influence the economics of irrigation.

HOOFSTUK 15*

'N EKONOMIESE EVALUERING VAN 'N MINDER-AS-VOLLE-BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIE VIR KORING IN DIE BENEDE P.K. LE ROUXDAMGEBIED.

J.H.F. Botes en L.K. Oosthuizen

15.1 INLEIDING

Besproeiingswater het vir die besproeiingsboere in die benede P.K. le Rouxdamgebied 'n skaarsheidswaarde omdat 'n waterkwota van 11 000 m^3 per hektaar per jaar toegeken word teen 1,65 c/m^3 water. Oor die langtermyn moet 'n besproeiingsboer dus besluit met watter gewasopeenvolgingstelsel hy die skaars kapitaal, besproeiingswater en grond die beste kan benut. Oor die kort-termyn moet hy onder meer besluit hoe die waterkwota, gegewe die beskikbare grondoppervlakte, gedurende 'n bepaalde groei-seisoen geallokeer moet word.

Die gelyke marginale inkomstebeginsel of die geleentheids-kostebeginsel voorsien 'n kriterium om te besluit hoe om 'n beperkte hoeveelheid besproeiingswater tussen alternatiewe aanwendingsmoontlikhede gedurende 'n bepaalde periode van die groeiseisoen te allokeer (Boehlje en Eidman, 1984: 191). Vir doeleindes van hierdie studie word die geleentheidskoste van besproeiingswater gedefinieer as die inkomste wat behaal kan word deur die mees winsgewendste besproeiingskedulering-strategie vir koring te gebruik (Boehlje en Eidman, 1984: 192). Die allokering van die waterkwota met behulp van die gelyke marginale inkomstebeginsel veroorsaak dus 'n geleentheidskoste wat minder is of gelyk is aan die marginale inkomste van die besproeiingswater.

---

* Hierdie hoofstuk is gebaseer op 'n plakkaat wat by die Suider Afrikaanse Besproeiingsimposium aangebied is, Durban, Junie 1991.

Daar bestaan egter 'n behoefte om die winsgewendheid van 'n minder-as-volle (deficit) besproeiingskeduleringstrategie in die benede P.K. le Roudamgebied te ontleed, omdat besproeiingswater relatief skaars en duur is. By hoë pomphoogtes maak besproeiingsveranderlike koste 'n aansienlike deel uit (sowat 60 persent) van die totale besproeiingskoste (eienaarskapkoste van die spilpunt asook masjinerie, produksiekoste, besproeiings- en opbrengsveranderlike koste) en gevolglik kan verwag word dat die winsgewendheid van besproeiing verhoog kan word indien minder-as-volle-besproeiing toegepas word.

Die doel van hierdie hoofstuk is om die winsgewendheid van 'n minder-as-volle of tekort besproeiingskeduleringstrategie met vier tipiese besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die ondersoekgebied te vergelyk deur die toepassing van die geleentheidskostebeginsel.

Die volgende hipoteses word gestel:

(a) 'n Vername faktor vir die suksesvolle toepassing van 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie is 'n hoë profielbeskikbare waterkapasiteit (PBWK) van die grond.
(b Indien 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie vir koring op gronde met 'n hoë PBWK toegepas word, kan die winsgewendheid van besproeiing verhoog word.
(c) Indien boere die geleentheidskoste van besproeiingswater as besluitnemingskriterium gebruik, kan hulle aangespoor word om meer gesofistikeerde besproeiingskedulering-strategieë toe te pas.
(d) Boere gebruik nie gesofistikeerde besproeiingskedule-ringstrategieë vir koring nie omdat die kritieke besluit-nemingsveranderlikes by besproeiing nie goed begryp word nie.

15.2 LITERATUURSTUDIE

15.2.1 Definisie van "deficit irrigation"

Besproeiingskeduleringstrategieë wat beheerde onderbesproeiing toepas met die doel om óf die winsgewendheid van besproeiingsboerdery te verhoog óf om andersins water te bespaar, staan algemeen bekend as minder-as-volle-besproeiing (deficit irrigation) (Martin en van Brocklin, 1985: 1). Winsmaksimering word behaal deur maksimering van die ekonomiese opbrengs op 'n boer se totale bronnekombinasie: lang-, middel- en korttermynkapitaal, grond, water, arbeid en bestuur. Dit geskied op sy beurt indien en slegs indien die opbrengs op die skaarste, mees beperkende bronne wat aan die bestuur beskikbaar is, 'n maksimum is (Groenewald en van Zyl, 1986). Volgens baie outeurs behoort die beginsel van gelyke marginale opbrengs die gidsbeginsel in alle watertoekenningsbesluite te wees. Indien aanvaar word dat water die beperkendste hulpbron is, word wins gemaksimeer indien die marginale inkomste uit watertoediening by die laaste bruikbare eenheid dieselfde is vir alle gewasse of gebruike (Groenewald en van Zyl, 1986: 42).

Besproeiingspeile waarteen winste gemaksimeer word, verander as gevolg van baie faktore. Die belangrikste faktore volgens Stockle en James (1989: 86) is fisiese grondeienskappe, pomphoogte, toedieningsuniformiteit en die verhouding van die gewaspryse tot produksiekoste. Om 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie toe te pas, moet waterverbruik dus in verhouding met gewasopbrengs gebring word. Water kan bespaar word indien die tydigheid en die hoeveelheid besproeiing baie akkuraat bestuur kan word. Sulke presiese bestuur kan alleenlik doeltreffend uitgevoer word indien inligting beskikbaar is oor opbrengsreaksies by verskillende besproeiingspeile en die tydigheid van watertoediening (Vaux en Pruitt, 1983: 64). Hierdie tipe inligting is egter moeilik bepaalbaar.

15.2.2 Die nut van waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings

Waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings bring waterverbruik in verband met produksie in fisiese en finansiële terme (Barnard en Nix, 1981). Bennie (1989) bespreek drie waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings wat algemeen gebruik word om die doeltreffendheid van waterverbruik te evalueer. Die waterverbruiksdoeltreffendheidsverhouding wat deur Bennie, Coetzee, van Antwerpen, van Rensburg en Burger (1988) gebruik word, is die verhouding tussen oesopbrengs (kg/ha) en netto besproeiingswaterhoeveelheid (mm). Indien die netto besproeiingswaterhoeveelheid verwerk word tot 'n bruto syfer wissel die waterverbruiksdoeltreffendheid tussen 7 en 11 kg/ha/mm. Volgens Barnard en Nix (1981: 198) behoort hierdie fisiese maatstaf ook in finansiële terme uitgedruk te word, byvoorbeeld waterkoste per R 100 produkinkomste, omdat die koste van watertoediening en pryse van graan kan varieer.

Waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings impliseer dat hoe laer die hoeveelheid water toegedien in verhouding tot die gerealiseerde opbrengs, hoe meer doeltreffend is die besproeiingskeduleringstrategie. Die nut van waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings lê daarin dat verhoogde doeltreffendheid gewoonlik tot hoër winsgewendheid lei. 'n Verdere voordeel is dat waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings relatief maklik bereken kan word.

Ongelukkig kan waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings nie gebruik word om die optimale besproeiingspeil te bepaal nie, omdat die ekonomiese optimum wissel volgens die mate van buigsaamheid in tyd en uitset (Barnard en Nix, 1981: 199). Waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings bied dus nie betroubare riglyne vir die bepaling van optimale ekonomiese besproeiingspeile nie.

15.2.3 Gewas-waterproduksiefunksies

Die gebruik van gewas-waterproduksiefunksies is een van die metodes om die optimale besproeiingspeil te bepaal. 'n Produksiefunksie verskaf inligting oor opbrengsreaksies by verskillende besproeiingspeile.

'n Nadeel van die gebruik van gewas-waterproduksiefunksies is dat die funksies baie gebiedsgebonde is en nie die tydigheid van watertoediening in ag neem nie. Hierdie funksies is dus nie geskik vir 'n besproeiingsboer wat besproeiingsdoeltreffendheid wil verhoog nie (Bosch, Eidman en Oosthuizen, 1987: 233). Verder neem eksperimente om hierdie funksies te bepaal baie tyd en geld in beslag (Stockle en James, 1989).

15.2.4 Gewasgroeisimulasiemodelle

Schulze en George (1987) het aangetoon dat 'n gewasgroeisimulasiemodel met vrug gebruik kan word om besproeiingsbeplanners te help om te bepaal tot watter mate die maksimum besproeiingswatertoedienings verminder kan word voordat oormatige stremming die winsgewendheid nadelig beïnvloed. Deur die ACRU-model te gebruik het Schulze en George (1987) bepaal dat maksimum wins vir besproeiingsmielies in Namibia gerealiseer word met 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie wat 5 mm per dag toedien in plaas van die algemene erkende norm van 12 mm per dag.

In 'n poging om nader aan die punt van waterverbruiksdoeltreffendheid te beweeg, het De Jager, van Zyl, Kelbe en Singels (1987) die PUTU gewasgroeisimulasiemodel gebruik om besproeiingswater so te skeduleer dat daar aan tagtig persent van die gewaswaterbehoeftes van koring voldoen word. Met hierdie skeduleringstrategie word die gewaswaterbehoeftes gebruik om skedulering te beplan. Die veranderlike wat gemonitor word, is die hidrouliese gewasfaktor (Fh). Fh is 'n gevoelige indikator vir vogstremming. Die hidrouliese gewasfaktor (Fh) word op 'n

daaglikse basis deur die model vanaf weer-, plant- en grondkundige parameters bereken. As Fh se waarde kleiner as een word, ondervind die gewas stremming. As Fh se waarde kleiner as 0,5 is, verkeer die gewas in 'n strawwe stremmingstoestand (De Jager, van Zyl, Bristow en van Rooyen, 1982).

De Jager *et al.* (1987) het 'n gewas-waterproduksiefunksie vir koring in die Vaalharts-gebied beraam deur gebruik te maak van 'n simulasiemodel. Hierdie funksie is gebruik om die rasionele fase van koringproduksie te bepaal om sodoende besproeiingskeduleringstrategieë teoreties te beplan wat óf opbrengs óf waterverbruiksdoeltreffendheid óf wins per hektaar of geheelplaas wins maksimaliseer. Maksimum produksie en waterverbruiksdoeltreffendheid word onderskeidelik by 620 en 460 mm gerealiseer. Geheelplaas wins word gemaksimeer indien tussen 10 en 14 besproeiings van 45 mm toegedien word.

15.2.5 Besproeiingsfrekwensie

English en Makamura (1985) het die probleem ondersoek of gewasopbrengs gekoppel is aan die besproeiingsfrekwensie wanneer minder-as-volle-besproeiing toegepas word. Die invloed wat frekwensie en die besproeiingshoeveelheid op gewasopbrengste het, is nog nie voldoende bestudeer nie. Die studies wat wel gedoen is, het teenstrydige antwoorde opgelewer. Frekwensie, besproeiingshoeveelheid en opbrengste is drie veranderlikes wat verwant is. Die drie veranderlikes word grootliks beïnvloed deur grondeienskappe soos waterhouvermoë, matrikspotensiaal[1] en gronddiepte. Bogenoemde stelling is veral baie belangrik onder lae frekwensie besproeiing. Grondeienskappe is daarenteen minder belangrik as hoë frekwensie besproeiing of volle besproeiing toegepas word. Onder hierdie toestande bly die grondwater asook die matrikspotensiaal hoog en gevolglik beweeg water maklik deur die grond. Die beskikbaarheid van water word gevolglik eerder deur die

1. Matrikspotensiaal is die energie waarmee water in die grond vasgehou word (die adhesie en kohesie kragte).

infiltrasietempo bepaal as die hoeveelheid water wat op daardie stadium in die grond is.

15.2.6 Die geleentheidskoste van water

English, James, Hunsaker en McKusick (1985) wys dat daar twee tipes kostes bespaar kan word indien minder-as-volle-besproeiing toegepas word. Die eerste is 'n besparing in vaste koste. Hierdie koste kan bespaar word indien die boer kapitaal bespaar deur doelbewus 'n lae kapasiteit besproeiingstelsel te installeer. Die tweede koste is veranderlike koste. Hierdie koste is verwant aan die hoeveelheid toegediende water asook die gerealiseerde opbrengste. 'n Ander koste komponent wat volgens English *et al.* (1985) in berekening gebring moet word, is geleentheidskoste. English *et al.* (1985) het aangetoon dat 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie watertoedienings met 35 persent verminder het. Die besparing in energie koste was ook nagenoeg 35 persent. Belangrik egter was dat die 35 persent besparing in besproeiingswater 'n toename van 54 persent in geplante grondoppervlakte teweeggebring het.

Twee algemene benaderings bestaan om kostes te tipeer. Die eerste benadering is om boekhoukundige koste (accounting costs) te gebruik. Hierdie koste verteenwoordig alle kostes waaroor boek gehou kon word. Die tweede benadering is om die geleentheidskoste van die hulpbron te bepaal.

Boehlje en Eidman (1984: 192) definieer geleentheidskoste as die inkomste wat gerealiseer kan word as die hulpbron in die winsgewendste alternatief aangewend word. Volgens Groenewald en van Zyl (1986) word 'n skaars hulpbron in die winsgewendste alternatief aangewend indien die opbrengs op die skaars hulpbron 'n maksimum is. Anders gestel, die inkomste van 'n skaars hulpbron word gemaksimeer indien die hulpbron na die winsgewendste alternatief geallokeer word en die marginale waarde van die laaste eenheid toegedeelde hulpbron dieselfde is vir elk van die alternatiewe (Boehlje en Eidman, 1984: 191).

Indien die hulpbron dus in sy winsgewendste alternatief aangewend word volgens die gelyke marginale inkomstebeginsel, sal die geleentheidskoste van besproeiingswater altyd gelyk of kleiner wees as die marginale inkomste van die water. Indien die hulpbron sub-optimaal aangewend word, sal die geleentheidskoste groter wees as die marginale inkomste.

Barnard en Nix (1981: 225) definieer die term netto geleentheidskoste as die verskil tussen wat die boer moontlik kon verdien indien hy die beste alternatief volg en dit wat hy wel op die oomblik verdien.

15.2.7 Die prys van water

Volgens Moncur en Pollock (1988) is dit belangrik dat die skaarsheidswaarde van water in berekening gebring word by die bepaling van 'n waterprys. Deur die skaarsheidswaarde van water te ignoreer word die indruk geskep dat water goedkoop is. Hierdie toestand gee aanleiding tot die oormatige onttrekking en verbruik van water.

Oor die langtermyn kan die doeltreffendheid van waterverbruik verhoog word deur water te prys volgens die gelyke marginale kostebeginsel. Volgens Moncur en Pollock (1988) bestaan die prys van water uit eerstens die marginale koste om water te onttrek en tweedens 'n skaarsheidswaarde indien die beskikbare watervoorraad uitgeput word. Dit beteken dat die waterprys op enige tydstip die marginale geleentheidskoste om water te stoor vir toekomstige gebruike asook vir huidige aanwending verteenwoordig.

Volgens Seagraves en Easter (1982) is die lae waarde van 'n addisionele eenheid water, wisselvallige riviervloei en die regering se verbintenis om voedselpryse laag te hou, redes vir die ignorering van die skaarsheidswaarde van water.

15.2.8 Implikasies uit die literatuurstudie

'n Gewasgroeisimulasiemodel is verkieslik bo produksiefunksie-metodes om die water-opbrengsverhoudings onder minder-as-volle-besproeiingstoestande te beraam omdat eersgenoemde meer faktore in ag neem wat die water-opbrengsverhoudings beïnvloed.

Die minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie wat deur De Jager *et al.* (1987) gebruik is om koring planmatig aan stremmingstoestande te onderwerp, behoort as 'n vyfde skeduleringstrategie ekonomies ontleed te word.

Die profielbeskikbare waterkapasiteit van gronde moet by die ekonomiese ontleding van 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie in berekening gebring word.

Besproeiingsfrekwensie en grondeienskappe speel 'n belangrike rol ten opsigte van opbrengsrealisasie onder minder-as-volle-beproeiingstoestande. Die besproeiingsfrekwensie hang baie af van die hoeveelheid water wat per besproeiing toegedien word.

By die berekening van die geleentheidskoste van water is dit eerstens baie belangrik om die beplanningsperiode te spesifiseer. Indien geleentheidskoste oor die korttermyn bereken word, impliseer dit dat die boer alreeds verbind is tot besproeiing en gevolglik alreeds 'n besproeiingstelsel met 'n sekere toedieningskapasiteit het. Die waterprys en alle insetpryse asook die uitsetprys is dus gegewe. Daar sal nie gepoog word om 'n prys vir besproeiingswater te bepaal volgens die marginale kostebeginsel soos deur Seagraves en Easter (1982) en Moncur en Pollock (1988) bespreek nie.

Die geleentheidskoste-benadering word algemeen deur ekonome gebruik omdat hierdie benadering eksplisiet die skaarsheid van 'n hulpbron in ag neem. Hierdie koste verteenwoordig ook die enigste ware koste van 'n skaars hulpbron. Die verskille

tussen die alternatiewe skeduleringstrategieë kan op 'n netto geleentheidskoste-basis vergelyk word.

15.3 PROSEDURE

Die vergelyking van die winsgewendheid van 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie met vier tipiese besproeiing-skeduleringstrategieë in die benede P.K. le Rouxdamgebied behels eerstens die beskrywing van die besproeiingskedulering-strategieë en die simulering van die koringopbrengste met behulp van die PUTU-model op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit (PBWK) van 45, 100 en 160 mm. Tweedens word die tersaaklike koste-items beraam vir twee 60 ha spilpunt-stelsels met 'n bruto toedieningskapasiteit van 12 mm per dag en 'n statiese pomphoogte van 10 meter. Derdens is die geleentheidskoste en netto geleentheidskoste van die verskil-lende besproeiingskeduleringstrategieë bereken.

15.3.1 Die volle besproeiingskeduleringstrategieë

Vier besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die benede P.K. le Rouxdamgebied is met behulp van die Delphi-tegniek geformuleer vir gronde met 'n hoë (160 mm), gemiddelde (100 mm) en lae (45 mm) profielbeskikbare waterkapasiteit. Al die besproeiingskeduleringstrategieë onderhou optimale plantgroei-toestande maar verskil ten opsigte van die vlakke en tipes inligting wat gebruik word. Strategie 1 is 'n hoogs gesofi-stikeerde besproeiingskeduleringstrategie wat van volledige grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik maak. Strategie 2 is tot 'n redelike mate gesofistikeerd omdat skeduleringsbesluite op volledige grondkundige inligting gebaseer word maar die plant- en weerkundige inligting van meer algemene aard is. Strategie 3 is tot 'n geringe mate gesofistikeerd omdat die besproeiingskeduleringstrategie van relatief min grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik maak. Strategie 4 is 'n ongesofistikeerde besproeiingskedule-

ringstrategie wat geen grond-, plant- en weerkundige inligting gebruik nie.

15.3.2 Die minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie

Inteenstelling met stategieë 1 tot 4 word beheerde onderbesproeiing met die minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie toegepas. Vir die doel word die hidrouliese gewasfaktor (Fh) op 'n daaglikse basis met behulp van die PUTU-model gemonitor. Wanneer die Fh-faktor op 'n spesifieke dag 'n waarde van 0,8 bereik, word 'n besproeiing van 30 mm op die volgende dag toegedien. Vir doeleindes van die studie is gevind dat 30 mm per besproeiing 'n geskikte besproeiingsfrekwensie verseker. Die PUTU-program word weer geaktiveer totdat die Fh tot 0,8 gedaal het. Hierdie proses word herhaal totdat die koring die rypwordingsgroeifase bereik.

15.3.3 Simulasie van opbrengste en waterhoeveelhede

Die PUTU-gewasgroeisimulasiemodel is geselekteer en gekalibreer om opbrengste en die ooreenstemmende waterhoeveelhede vir die vyf besproeiingskeduleringtrategieë op die drie gronde in die ondersoekgebied te beraam.

Die drie geselekteerde gronde word voor planttyd tot by veldwaterkapasiteit gebring. Koringopbrengste asook die netto besproeiingswaterhoeveelhede is vir al vyf skedulering-strategieë op die drie gronde gesimuleer. Na afloop van die seisoen word die grondprofiel weer tot by veldwaterkapasiteit aangevul. Die simulasies is met die benede P.K. le Rouxdam se weerdata vir die jare 1978 tot 1988 herhaal. Die opbrengspeile asook die somtotale van die grondwatertekorte en besproeide water is gedokumenteer. Die netto besproeiingswaterhoeveelhede is met 'n toedieningsdoeltreffendheidsfaktor van 85 persent vir spilpunte tot bruto syfers aangepas.

15.3.4 Besproeiingstelsel

Die besproeiingskoste van die skeduleringstrategieë is op twee besproeiingstelsels gebaseer. Albei is 60 hektaar besproeiingstelsels met 'n bruto toedieningskapasiteit van 12 mm per dag en die water word 'n statiese hoogte van 10 meter gepomp.

Op gronde met 'n PBWK van 100 mm en 160 mm (sandgronde) word die stelsel gebruik met 'n lae pompdruk van 52 meter. Die stelsel met die hoër pompdruk van 70 meter word op die grond met 'n hoë klei-inhoud en PBWK van 45 mm gebruik.

15.3.5 Kosteberekening

'n Gewysigde model van Bosch en Eidman (1987) word as basis vir kosteberekening gebruik. Die gerekenariseerde besproeiingskosteberekeningsmetode soos beskryf deur Meiring (1989), is gebruik om die eienaarskap- en besproeiingsveranderlike koste te beraam. Die eienaarskapkoste van die besproeiingstelsel op die klei- en sandgrond beloop onderskeidelik R 245 en R 240 per hektaar. Die besproeiingsveranderlike koste op die kleigrond beloop 79 c/mm.ha# vir die eerste 66 mm en daarna 59 c/mm.ha. Daarenteen is die besproeiingsveranderlike koste op die sandgrond bereken as 63 c/mm.ha vir die eerste 98 mm en daarna verlaag die koste tot 50 c/mm.ha. Die besproeiingsveranderlike koste is vir elk van die elf jare op die gronde met PBWK van 45, 100 en 160 mm met behulp van bogenoemde kostesyfers bereken.

Die aanname is gemaak dat die boer nie sy insetpeile verlaag wanneer hy minder-as-volle-besproeiing toepas nie. Die produksiekoste vir al vyf die besproeiingskeduleringstrategieë is R 954 per hektaar terwyl die eienaarskapkoste van die meganiese toerusting R 75 per hektaar beloop. Vervolgens is die opbrengsveranderlike koste bereken teen die strooptarief van

---

Die eenheid "mm.ha" is gelykstaande aan 10 m^3 water of 1 mm water op 1 hektaar grond.

R 30 per ton en 'n vervoerkoste van 33 sent per ton kilometer oor 'n afstand van 50 kilometer.

Deur die eienaarskapkoste, produksiekoste, besproeiingsveranderlike- en opbrengsveranderlike koste vanaf die bruto inkomste van koring af te trek, is die voorbelasting netto inkomste op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm vir die jare 1978 tot 1988 verkry.

Die vergelyking van die winsgewendheid van die minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie met die vier skeduleringstrategieë algemeen in gebruik in die benede P.K. le Rouxdamgebied word gegrond op gemiddelde voorbelasting netto inkomstes.

15.3.6 Geleentheidskoste

Die geleentheidskoste en netto geleentheidskoste van water is nie bereken vir elke jaar waarvoor daar opbrengste gesimuleer is nie, maar is op die gemiddelde resultate vir elke grond gebaseer. Omdat die besproeiingskeduleringstrategieë nie almal dieselfde hoeveelheid water toedien nie, is die winsgewendheid van die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë uitgedruk in terme van gemiddelde inkomste per millimeter.hektaar.

Die gemiddelde inkomste per millimeter water is verkry deur die gemiddelde voorbelasting netto inkomste oor elf jaar met die gemiddelde bruto besproeiingswaterhoeveelheid te deel. Die geleentheidskoste in rand per millimeter.hektaar is bereken waarna die netto geleentheidskoste vir elke skeduleringstrategieë op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm bereken is. Die netto geleentheidskoste is verkry deur die verskil te bereken tussen die geleentheidskoste en die werklike inkomste wat gerealiseer word.

15.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

15.4.1 Belangrikheid van 'n hoë profielbeskikbare waterkapasiteit van gronde

'n Opsomming van die gemiddelde opbrengste en bruto besproeiingshoeveelhede van elke besproeiingskeduleringstrategie op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 150 mm word in tabel 15.1 gegee. Tesame hiermee word die gemiddelde persentasievermindering in opbrengste en bruto besproeiingswaterhoeveelheid wat die minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie (5) in verhouding tot die hoogs gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategie (1) toon, gegee.

Tabel 15.1 'n Vergelyking van die gemiddelde opbrengste en bruto toegediende besproeiingswater van die vyf skeduleringstrategieë vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm in die benede P.K. le Rouxdamgebied

	Grond met 'n PBWK van 45 mm		Grond met 'n PBWK van 100 mm		Grond met 'n PBWK van 160 mm	
Strategie	Opbrengs (kg/ha)	Hoeveelheid water (mm)	Opbrengs (kg/ha)	Hoeveelheid water (mm)	Opbrengs (kg/ha)	Hoeveelheid) water (mm)
Strategie 1	6692	615	6696	613	6700	523
Strategie 2	6703	741	6701	745	6705	737
Strategie 3	6702	735	6701	752	6706	751
Strategie 4	6704	922	6702	926	6706	927
Strategie 5	5731	435	6104	465	6523	400
% Vermindering[2]	14	29	9	24	3	24

2. Die persentasievermindering in opbrengste en bruto besproeiingshoeveelhede wat die minder-as-volle-skeduleringstrategie (strategie 5) in verhouding tot die hoogs gesofistikeerde skeduleringstrategie (strategie 1) toon.

Alhoewel skeduleringstrategie 5 nagenoeg dieselfde hoeveelheid water op die gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm toedien, is dit opvallend dat die gemiddelde opbrengs op die grond met

'n PBWK van 45 mm aansienlik laer is in vergelyking met die gronde met 'n PBWK van 100 en 160 mm.

Skeduleringstrategie 5 dien onderskeidelik 29, 24 en 24 persent minder water as strategie 1 op die gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm toe. Die persentasie besparing in bruto toegediende besproeiingswater by die verskillende gronde is dus nagenoeg 25 persent. In teenstelling hiermee was die persentasievermindering in opbrengs by die drie gronde onderskeidelik 14, 9 en 3 persent. Met nagenoeg dieselfde persentasievermindering in toegediende water, ondergaan die grond met 'n PBWK van 45 mm die grootste persentasie daling in opbrengs, gevolg onderskeidelik deur die gronde met 'n PBWK van 100 en 160 mm. Die verskil in persentasievermindering in opbrengste word veroorsaak omdat koring op die gronde met 'n laer PBWK in verhouding tot gronde met hoër PBWK, gouer plant-waterstremming ondervind. Redes hiervoor kan wees dat die grond met 'n laer PBWK minder water in reserwe stoor, in samehang hiermee kan die besproeiingsfrekwensie op die gronde met 'n laer PBWK te laag wees.

Dit is verder duidelik dat die grond met 'n PBWK van 45 mm baie nader aan 'n punt van maksimum waterverbruiksdoeltreffendheid is in vergelyking met PBWK gronde van 100 en 160 mm omdat die verhouding van persentasievermindering in opbrengs tot persentasievermindering in bruto besproeiingswater baie groter op die PBWK grond van 45 mm in vergelyking met die verhoudings op PBWK gronde van 100 en 160 mm is.

Die punt van maksimum waterverbruiksdoeltreffendheid verskil tussen die gronde. Na aanleiding van die resultate uit tabel 15.1 is dit duidelik dat 'n besparing in besproeiingswater en gevolglik ook die toepassing van 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie die profielbeskikbare waterkapasiteit (grondeienskappe) in aanmerking moet neem. Hierdie resultaat stem ooreen met resultate van Stockle en James (1989: 85) wat dit as volg stel: "Large soil water

holding capacity, high soil water contents at planting and deep root exploration were found important for successful implementation of deficit irrigation".

15.4.2 Waterverbruiksdoeltreffendheid

Die gemiddelde waterverbruiksyfers van die vyf besproeiing-skeduleringstrategieë uitgedruk in fisiese en finansiële terme vir koring op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm word in tabel 15.2 gegee.

Tabel 15.2 Die gemiddelde waterverbruiksdoeltreffendheid toegediende water van vyf besproeiingskedulering-strategieë op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm in die benede P.K. le Rouxdamgebied, 1990

	Grond met 'n PBWK van 45 mm		Grond met 'n PBWK van 100 mm		Grond met 'n PBWK van 160 mm	
Strategie	Fisies[3] (kg/ha/mm)	Finansieel[4] (R/R100)	Fisies (kg/ha/mm)	Finansieel (R/R100)	Fisies (kg/ha/mm)	Finansieel (R/R100)
Strategie 1	11	17	11	14	13	12
Strategie 2	9	20	9	17	9	17
Strategie 3	9	20	9	17	9	17
Strategie 4	7	25	7	21	7	21
Strategie 5	13	14	13	12	16	10

3. Gemiddelde fisiese waterverbruiksdoeltreffendheid uitgedruk as opbrengs (kg) per bruto besproeiingswaterhoeveelheid (mm) per hektaar.

4. Gemiddelde finansiële waterverbruiksdoeltreffendheid uitgedruk in besproeiingsveranderlikekoste (R) per hektaar per R 100 produkinkomste per hektaar.

Die minder-as-volle-skeduleringstrategie (strategie 5) is fisies die doeltreffendste besproeiingskeduleringstrategie op al drie die gronde. Die hoogste fisiese waterverbruiksdoeltreffendheid van onderskeidelik 13, 13 en 16 kg/ha/mm word met besproeiingskeduleringstrategie 5 op die gronde met 'n PBWK van

45, 100 en 160 mm gerealiseer. Die fisiese waterverbruiksdoeltreffendheid verlaag vanaf skeduleringstrategie 5 na onderskeidelik strategieë 1, 2, 3 en 4. Beide skeduleringstrategieë 5 en 1 is hoogs gesofistikeerd. Oor die algemeen daal die doeltreffendheid van die skeduleringstrategieë soos die gesofistikeerdheid van besproeiingskeduleringstrategieë afneem.

Die verskil in watertoedieningskoste tussen die sandgronde (PBWK van 100 en 160 mm) en die kleigrond (PBWK van 45 mm) word getoon indien die finansiële waterverbruiksdoeltreffendheid van byvoorbeeld strategie 1 op die PBWK grond van 45 en 100 mm bestudeer word. Alhoewel die fisiese doeltreffendheid van strategie 1 op albei hierdie gronde 11 kg/ha/mm is, veroorsaak die hoër besproeiingsveranderlike koste op die kleigrond dat die doeltreffendheidsverhouding verswak vanaf R 14 per R 100 produkinkomste op die PBWK grond van 100 mm tot R 17 per R 100 produkinkomste op die PBWK grond van 45 mm.

Alhoewel verhoogde doeltreffendheid gewoonlik tot hoër winsgewendheid lei, bied waterverbruiksdoeltreffendheidsverhoudings ongelukkig nie betroubare riglyne vir die bepaling van optimale ekonomiese besproeiingspeile nie.

15.4.3 Winsgewendheid

Die gemiddelde netto inkomstes, variasie in inkomstes en koëffisiënt van variasie van vyf besproeiingskeduleringstrategieë op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm in die benede P.K. le Rouxdamgebied word in tabel 15.3 gegee.

Die minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie (5) is die winsgewendste skeduleringstrategie op die grond met 'n PBWK van 160 mm. Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste van strategie 5 is R 425 per hektaar in vergelyking met die R 415, R 310, R 304 en R 214 per hektaar vir skeduleringstrategieë 1 tot 4 onderskeidelik.

Tabel 15.3 Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste (R/ha), standaardafwyking (R/ha) en koëffisiënt van variasie van al vyf die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm, 1990

	Grond met 'n PBWK van 45 mm			Grond met 'n PBWK van 100 mm			Grond met 'n PBWK van 160 mm		
Strategie	Gemiddelde netto inkomste (R/ha)	STD[5] (R/ha)	KV[6] (%)	Gemiddelde netto inkomste (R/ha)	STD (R/ha)	KV (%)	Gemiddelde netto inkomste (R/ha)	STD (R/ha	KV (%)
Strategie 1	306	24	8	370	20	6	415	22	5
Strategie 2	234	19	8	305	20	7	310	18	6
Strategie 3	238	12	5	302	12	4	304	12	4
Strategie 4	126	4	3	213	4	2	214	4	2
Strategie 5	130	77	59	270	72	27	425	43	10

5. Standaard afwyking.
6. Koëffisiënt van variasie.

Besproeiingskeduleringstrategie 1 is op beide gronde met 'n PBWK van 45 en 100 mm die winsgewendste. Alhoewel besproeiingskeduleringstrategie 5 deurgaans die hoogste doeltreffendheid van al vyf besproeiingskeduleringtrategieë het (tabel 15.2), is strategie 5 nie die winsgewendste op die gronde met 'n PBWK van 45 en 100 mm nie. Dit is duidelik dat die doeltreffendheidsverhoudings nie 'n betroubare maatstaf vir winsgewendheidsbepaling is nie (Barnard en Nix, 1981: 199). Die betroubaarheid sal egter toeneem namate die koste van watertoediening styg. 'n Ander rede vir die daling in winsgewendheid op die gronde met 'n PBWK van 45 en 100 mm is oormatige stremming as gevolg van te lae PBWK of te lae frekwensie besproeiing.

Die variasie in netto inkomstes asook die koëffisiënt van variasie (tabel 15.3) van skeduleringstrategie 5 is deurgaans baie groter in vergelyking met skeduleringstrategieë 1, 2, 3 en

4, ongeag die PBWK van die grond. Die standaard afwyking by grond 1 is byvoorbeeld R 77 per hektaar in vergelyking met die R 24, R 19, R 12 en R 4 per hektaar vir onderskeidelik skeduleringstrategieë 1, 2, 3 en 4. Die standaard afwyking van skeduleringstrategie 5 neem egter merkbaar af tot R 43 soos die PBWK van die grond toeneem, omdat die grond meer water in reserwe stoor wat gebruik word in tye van water tekorte.

Die risiko verbonde aan die toepassing van 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie is dus aansienlik hoër op al die gronde, nieteenstande die feit dat hierdie skeduleringstrategie die winsgewendste skeduleringstrategie op die grond met 'n PBWK van 160 mm is. Die keuse tussen die minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie en die volle besproeiingskeduleringstrategieë word dus bemoeilik deur die verskille in risiko tussen die skeduleringstrategieë.

Indien die water- of elektrisiteitskoste styg, word die minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie meer winsgewend relatief tot die volle besproeiingskeduleringstrategieë. Onder toestande van stygende energiekoste word navorsing oor die winsgewendheid van minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategieë toenemend belangrik.

15.4.4 Belangrikheid van besproeiingskedulering met beperkte water

In tabel 15.4 word 'n opsomming gegee van die geleentheidskoste en netto geleentheidskoste van water (R/mm.ha) vir vyf besproeiingskeduleringstrategieë op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm.

Tabel 15.4 Geleentheidskoste en netto geleentheidskoste van water (R/mm.ha) vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë op gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm, 1990

Strategie	Gemiddelde voorbelasting netto inkomste per mm (R/mm.ha)	Geleentheidskoste (R/mm.ha)	Netto geleentheidskoste (R/mm.ha)
		Grond met 'n PBWK van 45 mm	
Strategie 1	0,50	0,50	0,00
Strategie 2	0,32	0,50	0,18
Strategie 3	0,32	0,50	0,17
Strategie 4	0,14	0,50	0,36
Strategie 5	0,30	0,50	0,20
		Grond met 'n PBWK van 100 mm	
Strategie 1	0,60	0,60	0,00
Strategie 2	0,41	0,60	0,19
Strategie 3	0,40	0,60	0,20
Strategie 4	0,23	0,60	0,37
Strategie 5	0,58	0,60	0,02
		Grond met 'n PBWK van 160 mm	
Strategie 1	0,79	1,06	0,27
Strategie 2	0,42	1,06	0,62
Strategie 3	0,40	1,06	0,66
Strategie 4	0,23	1,06	0,83
Strategie 5	1,06	1,06	0,00

Die winsgewendste besproeiingskeduleringstrategieë op die gronde met 'n PBWK van 45 en 100 en 160 mm realiseer onderskeidelik R 0,50; R 0,60 en R 1,06 per millimeter water per hektaar. Die geleentheidskoste verbonde aan die toepassing van die alternatiewe skeduleringstrategieë op die gronde met 'n PBWK van 45, 100 en 160 mm is dus onderskeidelik R 0,50; R 0,60 en R 1,06 per millimeter water per hektaar.

Die netto geleentheidskoste van skeduleringstrategieë 1 tot 5 op die grond met 'n PBWK van 45 is onderskeidelik 0; R 0,18; R 0,17; R 0,36 en R 0,20 per millimeter water per hektaar. Met

die toepassing van besproeiingskedulerinstrategie 5 op PBWK grond van 45 mm word daar potensiële inkomste van R 0,50 per millimeter water per hektaar opgeoffer terwyl R 0,30 per millimeter water per hektaar verdien word. Die netto geleentheidskoste is dus R 0,20 per millimeter water per hektaar. Indien die boer 700 mm met behulp van besproeiingskeduleringstrategie 5 besproei, is die netto geleentheidskoste R 138 per hektaar.

Indien die geleentheidskoste van elke skeduleringstrategie vergelyk word met die verskil in gemiddelde netto inkomstes tussen die skeduleringstrategieë soos in tabel 15.3 aangegee, is dit duidelik dat die verskil in gemiddelde netto inkomstes die werklike kostes van 'n spesifieke skeduleringstrategie onderskat. Byvoorbeeld die verskil in netto inkomste tussen skeduleringstrategie 1 en 4 op die grond met 'n PBWK van 45 mm is R 180 per hektaar. Die netto geleentheidskoste van skeduleringstrategie 4 op dieselfde grond waar gemiddeld 922 mm toegedien word, is R 332 per hektaar (922 mm.ha x R 0,36 per mm.ha). Die verskil van R 152 per hektaar is die addisionele inkomste verdien as die 307 mm per hektaar (922 mm.ha - 615 mm.ha) aangewend en nie bloot as verlore beskou word nie. Dit is verder belangrik om te let dat die netto geleentheidskoste toeneem namate die gesofistikeerdheid van die skeduleringstrategieë afneem (strategieë 1 tot 4). Dit impliseer dat boere 'n al groter potensiële inkomste opoffer indien wegbeweeg word van meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë.

15.5 SAMEVATTENDE GEVOLGTREKKING

'n Vername faktor wat die suksesvolle toepassing van 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie beïnvloed, is die PBWK van die grond. Die gemiddelde voorbelasting netto inkomste verminder met sowat R 295 per hektaar indien die PBWK van die gronde vanaf 160 mm tot 45 mm verminder. Die PBWK van die

grond is dus 'n baie belangrike veranderlike wat die ekonomie van besproeiing beïnvloed.

'n Minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie kan die winsgewendheid van besproeiing op gronde met 'n hoë PBWK verhoog. Die winsgewendheid van besproeiing op die grond met 'n PBWK van 160 mm verhoog vanaf ongeveer R 415 per hektaar tot R 425 per hektaar indien 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie toegepas word.

Die winsgewendheidsverskille tussen die skeduleringstrategieë weerspieël nie die ware koste van die skeduleringstrategie nie. Die netto geleentheidskoste van minder gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë is relatief hoog tot die prys van water. Vir elke millimeter water per hektaar wat met die ongesofistikeerde skeduleringstrategie toegedien word, word 'n potensiële inkomste van R 0,83 per hektaar verbeur. Hierdie millimeter water kos die boer egter net 16,5 sent. Indien boere dus die geleentheidskoste van besproeiingswater as besluitnemingskriterium gebruik, kan hulle aangespoor word om meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringstrategieë te gebruik. Die relatief goedkoop water is 'n teenproduktiewe krag wat die toepassing van meer doeltreffende besproeiingskeduleringstrategieë verhinder.

Ander besluitnemingsveranderlikes wat beter deur boere begryp moet word, is die winsmaksimaliseringsbeginsel, minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategieë en PBWK van gronde.

15.6 NAVORSINGSIMPLIKASIES

Die risiko-gevoeligheid van besluitnemers moet eksplisiet in ag geneem word by die ontleding van die ekonomie van besproeiing.

Meer navorsing moet gedoen word oor die effek van PBWK van gronde en ander toestande wat moet geld indien 'n minder-as-

volle-besproeiingskeduleringstrategie suksesvol toegepas word. Die PBWK van gronde moet in ag geneem word by die beplanning van waterbesparings in sekere groeistadiums van die plant. Tweedens kan 'n sogenaamde soektogmetode gebruik word waar met behulp van herhaalde simulasies die doeltreffendste opbrengspunt vir 'n vaste hoeveelheid water bepaal word. Hierdie opbrengsverwysingspunte kan gebruik word om die persentasievermindering in opbrengs as gevolg van 'n persentasie vermindering in water-toediening te bereken.

Die winsgewendheid van 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie behoort op 'n geheel plaasvlak ontleed te word.

Meer navorsing moet gedoen word om die ekonomiese implikasies van minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategieë onder verskillende klimaat-, grond en bestuurstoestande ekonomies te evalueer. Terselfdertyd moet die tydigheid (frekwensie) en hoeveelheid besproeiing se invloed op opbrengs ontleed word. Hierdie ontledings raak belangrik soos besproeiingsveranderlike koste styg.

Die geleentheidskoste van water moet oor die langtermyn bepaal word waar die prys van water nie as vas aanvaar word nie.

BRONNELYS

BARNARD, CS and NIX, JS. (1981). Farm planning and control. 2nd ed., Cambridge University Press

BENNIE, ATP. (1989). Grond- en waterbestuur. Departement Grondkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en BURGER, R DU T. (1988). 'n Waterbalansmodel vir besproeiing gebaseer op profielwatervoorsieningstempo en gewaswater-behoeftes. Projek uitgevoer vir die Waternavorsingskommissie. WNK-verslag no 144/1/88. Departement Grondkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York: John Wiley & Sons

BOSCH, DJ and EIDMAN, VR. (1987). Valuing information when risk preferences are nonneutral: An application to irrigation scheduling. American Journal of Agricultural Economics Vol 69, No 3: 658-667

BOSCH, DJ, EIDMAN, VR and OOSTHUIZEN, LK. (1987). A Review of methods for evaluating the economic efficiency of irrigation. Agricultural Water Management Vol 12: 231-245

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, BRISTOW, KL en VAN ROOYEN, A. (1982). Besproeiingskedulering van koring in die besproeiings-gebied van die Vrystaatstreek. Projek uitgevoer vir die Water-navorsingskommissie. Departement Landbouweerkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE and 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. Department of Agricultural Metereology, University of the Orange Free State: Bloemfontein

ENGLISH, MJ and MAKAMURA, BC. (1985). Effects of irrigation frequency on yields of winter wheat when deficit irrigation is practised. For presentation at the 1985 Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers

ENGLISH, MJ, JAMES, LG, HUNSAKER, DH and McKUSICK, RJ. (1985). A practical view of deficit irrigation. Paper 85-2595. ASAE Winter Meeting, Chicago, Illinois, Dec. 17-20

GROENEWALD, JA en VAN ZYL, J. (1986). Die effek van veranderlike watervoorrade op gewenste gewasproduksiepatrone. Agrekon Vol 25, No 3: 42-48

MARTIN, D and VAN BROCKLIN, J. (1985). The risk and return with deficit irrigation. For presentation at the 1985 Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

MONCUR, JET and POLLOCK, RL. (1988). Scarcity rents for water: A valuation and pricing model. Land Economics Vol 64, No 1: 62-72

SCHULZE, RE and GEORGE, WJ. (1987). Economic implications of deficit irrigation at a proposed Namibian scheme. Department of Agricultural Engineering, University of Natal

SEAGRAVES, JA and EASTER, W. (1982). Pricing for irrigation water. University of Minnesota, Institute of Agriculture, Forestry and Home Economics: St. Paul, Minnesota

STOCKLE, CO and JAMES, LG. (1989). Analysis of deficit irrigation strategies for using crop growth simulation. Irrigation Science Vol 10, No 3: 85-98

VAUX, HJ Jr and PRUITT, WO. (1983). Crop-water production functions. In: Hillil, D. (ed), Advances in Irrigation, Vol 2: 61-97, New York: Academic Press

SUMMARY

The main purpose of chapter 15 was to compare the profitability of a deficit irrigation scheduling strategy with four typical irrigation scheduling strategies for wheat in the area below the P.K. le Roux Dam.

The Delphi technique was used to formulate four typical irrigation scheduling strategies for wheat under center pivot irrigation. The strategies differed in respect of the sophistication of the scheduling information for soils with a low (45 mm), average (100 mm) and high (160 mm) profile-available water capacity (PAWC). A deficit irrigation scheduling strategy was included in the study as a fifth sophisticated strategy.

The PUTU9-87 crop growth simulation model was selected and calibrated to simulate wheat yields and the corresponding total net irrigation applications with weather data for 11 years for each soil irrigation scheduling strategy combination.

The annual fixed and variable irrigation costs of a 60-hectare center pivot with a gross application capacity of 12 mm per day and a static pumping height of 10 metres on sandy and clay soils was estimated by means of a computer programme. The group discussion technique and a budget generator was used to draw up an enterprise budget for wheat.

An important factor when applying a deficit irrigation scheduling strategy is a high profile-available water capacity of the soil. A net income increase of R 295 per hectare was realised when the deficit irrigation scheduling strategy was used on a soil with a profile-available water capacity of 160 mm instead of a soil with a profile-available water capacity of 45 mm.

The net opportunity costs of less sophisticated irrigation scheduling strategies are relatively high in comparison to the

price (16,5 c/mm) of water. For each millimetre of water per hectare that is applied by means of the unsophisticated scheduling strategy, a potential income of R 0,83 per hectare is forfeited. If farmers were to use the opportunity cost of irrigation water as decision-making criterion, therefore, they could be encouraged to use more sophisticated irrigation scheduling strategies.

HOOFSTUK 16*

'N ONTLEDING VAN DIE RISIKO-DOELTREFFENDHEID VAN BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIEë VIR KORING IN DIE BENEDE P.K. LE ROUXDAMGEBIED MET BEHULP VAN VERALGEMEENDE STOGASTIESE DOMINANSIE

J.H.F. Botes en L.K. Oosthuizen

16.1 INLEIDING

Ten einde die ekonomiese doeltreffendheid van besproeiingskeduleringstrategieë te evalueer, behoort die dinamiese, onsekere omgewing waarin besproeiing geskied enersyds in ag geneem te word en andersyds behoort die ontledings terselfdertyd die belangrikheid van die besproeiingsboer se doelwitte te verreken (Bosch, Eidman en Oosthuizen, 1987: 242). 'n Besproeiingskeduleringstrategie is ekonomies doeltreffend indien die skeduleringstrategie die besluitnemer beter daaraan toe laat in terme van sy voorkeure.

Die dinamiese benadering neem die interaksies tussen die atmosfeer, grond, plant en bestuur in ag om te bepaal hoe gewaswaterstremming plaasvind en gewasgroei geaffekteer word. 'n Gerekenariseerde gewasgroeimodel soos PUTU9-87 kan gebruik word om veranderlikes soos temperatuur, straling, profielbeskikbare waterkapasiteit, reënval, gewasgroeistadia en blaarbedekking te manipuleer (Botes en Oosthuizen, 1989). Bestuursbesluite soos besproeiingspeile kan ook ingesluit word.

Wat die besproeiingsboer self betref, behoort die besluitnemer se risiko-houding enersyds gespesifiseer te word en andersyds bepaal te word hoe sy risiko-gevoeligheid besproeiingskeduleringsbesluite beïnvloed (Oosthuizen, Botes en Meiring, 1990). Met die nutsfunksiebenadering kan besproeiingskedulering-

* Hierdie hoofstuk is oorgeneem uit Agrekon Vol 29 No 4: 248-256, Desember 1990.

strategieë vergelyk word deur hul ooreenstemmende netto inkomste waarskynlikheidsverdelings te evalueer. Ongelukkig is dit moeilik en duur om nutsfunksies vir individuele besluitnemers te beraam. Daar is dus 'n behoefte aan 'n kort metode om besproeiingsboere se houdings jeens risiko te meet en wat gebruik kan word om besproeiingskeduleringstrategieë ekonomies te evalueer.

Volgens Bosch *et al.* (1987: 236) is stogastiese dominansie 'n belowende benadering om besproeiingsdoeltreffendheid onder risiko te evalueer. Daar is verskillende vlakke van stogastiese doeltreffendheidskriteria wat wissel volgens die kategorie besluitnemers wat in ag geneem word. In hierdie hoofstuk word 'n tipe stogastiese doeltreffendheidskriterium gebruik bekend as veralgemeende stogastiese dominansie of Meyer se kriterium. Dikwels kan die getal doeltreffende strategieë wat met behulp van eerste en tweede orde stogastiese dominansie verkry is, verder verminder word deur Meyer se kriterium te gebruik (Bosch *et al.*, 1987: 237).

Nielson (1982) het veralgemeende stogastiese dominansie gebruik om besproeiingskeduleringstrategieë vir sojabone in Minnesota te evalueer. Bosch (1984) het dieselfde kriterium gebruik om besproeiingskeduleringstrategieë vir mielies, sojabone en lusern in Minnesota te evalueer. Meiring (1989) het Meyer se kriterium gebruik om spilpuntbeleggingstrategieë in die gebied benede die P.K. le Rouxdam te evalueer. Riskante besproeiingskeduleringstrategieë is nog nie plaaslik met Meyer se kriterium geëvalueer nie.

Die doel van hierdie hoofstuk is om vyf besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die gebied benede die P.K. le Rouxdam op gronde met 'n lae (45 mm), gemiddelde (100 mm) en hoë (160 mm) profielbeskikbare waterkapasiteit met behulp van veralgemeende stogastiese dominansie te evalueer, inaggenome die dinamiese omgewing waarin besproeiing geskied sowel as die besproeiingsboere se houdings jeens risiko.

Die volgende hipoteses word gestel:

(a) Boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid verskil ten opsigte van die keuse van watter skeduleringstrategie hul bepaalde voorkeure die beste sal bevredig.
(b) 'n Boer wat risiko-vermydend is, sal 'n skeduleringstrategie verkies wat meer water gouer toedien in teenstelling met 'n boer wat risiko-soekend is. Hierdie hipotese word gemaak omdat besproeiing in die algemeen gesien word as 'n risiko-verminderende sowel as 'n inkomsteverhogende instrument. Gevolglik sal daar van die risiko-gevoelige boer verwag word om meer water te gebruik.

16.2 LITERATUURSTUDIE

16.2.1 Nutmaksimering

Gegewe die onsekere netto inkomstes van koringproduksie behoort die uitkomste uitgedruk te word in terme van nut om voorsiening te maak vir die logiese ordening van riskante moontlikhede. Volgens die verwagte nut hipotese moet besluitnemers hul verwagte nut maksimeer deur inligting ten opsigte van hul voorkeure en verwagtings te integreer om sodoende voorkeurkeuses te identifiseer (Roumasset, Broussard en Singh, 1979). Dit kan gedoen word deur die besluitnemer se nutsfunksie te gebruik. 'n Besluitnemer se nutsfunksie beskryf die verwantskap tussen die moontlike uitkomste (netto inkomste) en 'n voorkeur-indeks. Dus word die besluitnemer se voorkeure uitgedruk in die vorm van 'n nutsfunksie wat gebruik kan word om riskante vooruitsigte in terme van verwagte nut te rangskik (Nielson, 1982).

Die probleem is dat nutsfunksies in die praktyk moeilik beraam kan word. Robison (1982) het selfs aangetoon dat 'n besluit-

nemer se nutsfunksie nie presies bepaal kan word nie. As gevolg van die probleme met die bepaling van nutsfunksies is aanpassings gemaak in 'n poging om alternatiewe metodes te vind om voorkeure ten opsigte van riskante keuses te orden. Dit behels gewoonlik 'n kombinasie van aannames aangaande die besluitnemer se risiko-gevoeligheid en die besluitnemingskriteria. Sulke riglyne waarvolgens keuses georden kan word, staan algemeen bekend as doeltreffendheidskriteria (Nielson, 1982). Voorbeelde van sulke doeltreffendheidskriteria is gemiddelde-variansie (EV) doeltreffendheid, eerste-, tweede- en derde orde stogastiese dominansie, veralgemeende stogastiese dominansie, gemiddelde-risiko (ET) analise en Gini gemiddelde verskil (EG) analise (Wetzstein, Szmedra, McClendon en Edwards, 1988: 171). Hierdie tegnieke het die voordeel dat die besluitnemers se voorkeure georden kan word sonder om die wiskundige vorm van die nutsfunksie of die risiko-vermydingsvlak van 'n besluitnemer se nutsfunksie eksplisiet te spesifiseer (Nielson, 1982).

Veralgemeende stogastiese dominansie is geskik om waarskynlikheidsverdelings van alternatiewe besproeiingskedulering-strategieë te orden in terme van aanvaarbaarheid vir besluitnemers in verskillende kategorieë van risiko-gevoeligheid. Veralgemeende stogastiese dominansie (ook bekend as Meyer se kriterium of stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie) stel die navorser in staat om die belangrikheid van risiko-vermindering by 'n gegewe vlak van risiko-vermyding te bepaal. Verder kan bepaal word hoe die belangrikheid van risiko-vermindering verander namate die risiko-voorkeure van die besluitnemer verander.

16.2.2 Veralgemeende stogastiese dominansie

Veralgemeende stogastiese dominansie maak gebruik van 'n funksie wat uniek ooreenstem met 'n besluitnemer se voorkeure tussen alternatiewe riskante vooruitsigte. Hierdie funksie staan algemeen bekend as die absolute risiko-vermydingsfunksie.

Hierdie funksie word gedefinieër vir 'n spesifieke geldelike uitkoms as die negatiewe verhouding van die tweede- en die eerste afgeleide van die geldelike nutsfunksie. Die eerste afgeleide van die nutsfunksie toon die marginale verhoging in nut of tevredenheid met 'n klein toename in inkomste (Bosch *et al.*, 1987: 236). Die absolute risiko-vermydingsfunksie word bereken deur r(m) en word as volg wiskundig voorgestel.

$$r(m) = - U''(m) / U'(m) \qquad (16.1)$$

waar $-\infty \leq r(m) \leq \infty$

Negatiewe waardes van r(m) dui op risiko-soekende eienskappe terwyl positiewe waardes op risiko-vermyding dui. Indien r(m) gelyk is aan nul sal dit beteken dat die besluitnemer risiko-neutraal is.

'n Interval van risiko-vermydingsruimte kan gedefinieër word deur die boonste $r_1(m)$ en onderste $r_2(m)$ grense van hierdie interval onderskeidelik te spesifiseer. Groepe van besluitnemers word onderskei deur besluitnemers in 'n spesifieke groep in te sluit indien hul nutsfunksie voldoen aan:

$$r_1(m) \geq - U''(m) / U'(m) \geq r_2(m) \text{ vir alle } m \qquad (16.2)$$

Vir enige van die groepe besluitnemers kan bepaal word of alle groeplede een van twee kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings, A(m) of B(m), verkies bo die ander of neutraal is tussen die twee waarskynlikheidsverdelings. Vir A(m) om verkies te word bo B(m) moet

$$\int_0^1 U(m)\, a(m)\, dm - \int_0^1 U(m)\, b(m)\, dm > 0 \qquad (16.3)$$

waar a(m) en b(m) waarskynlikheidsdigtheidsfunksies is wat bepaal word vir die interval 0 tot 1. Daar kan aangetoon word dat

$$\int_0^1 U(m)\ a(m)\ dm - \int_0^1 U(m)\ b(m)\ dm \quad =$$

$$\int_0^1 U(m)\ [a(m) - b(m)]\ dm \qquad (16.4)$$

en deur integrasie van dele dat

$$\int_0^1 U(m)\ [a(m) - b(m)]\ dm = \int_0^1 [B(m) - A(m)]\ U'm\ dm \qquad (16.5)$$

Die prosedure om te bepaal of A(m) bo B(m) verkies word, deur besluitnemers vir wie $r_1(m) \geq - U''(m) / U'(m) \geq r_2(m)$, vereis die identifikasie van die nutsfunksie $U_o(m)$ wat die volgende funksie minimaliseer (Nielson, 1982).

$$\int_0^1 [B(m) - A(m)]\ U'm\ dm \qquad (16.6)$$

onderworpe aan die volgende beperkings:

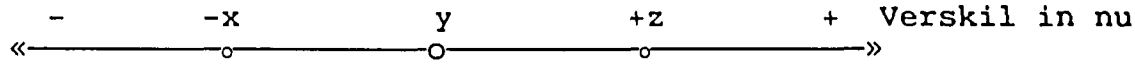
$$r_1(m) \geq - U''_o(m) / U'_o(m) \geq r_2(m) \qquad (16.7)$$

$$\text{waar } 0 \leq m \leq 1 \text{ en } U'(o) = 1 \qquad (16.8)$$

Die nutsfunksie $U_o(m)$ wat vergelyking 16.6 minimaliseer, is daardie nutsfunksie wat vir die spesifieke risiko-vermydingsinterval die nutsverskil tussen A(m) en B(m) minimaliseer. Alle ander nutsfunksies binne die risiko-vermydingsinterval sal 'n groter nutsverskil tussen A(m) en B(m) toon. Omdat bogenoemde waar is, kan die voorkeurordening van die twee verdelings gespesifiseer word vir 'n spesifieke groep besluitnemers deur die minimum waarde van vergelyking 16.6 te bestudeer.

Waardes verkry vanaf vergelyking 16.6 kan geplot word op 'n numeriese lyn in eenhede van nut. Omdat vergelyking 16.6 'n

maatstaf van die nutverskille tussen A(m) en B(m) by 'n spesifieke r(m) is, dui 'n positiewe waarde aan dat A(m) bo B(m) verkies word. Indien die waarde van vergelyking 16.6 egter nul is, word neutraliteit tussen verspreidings A(m) en B(m) aangedui. 'n Negatiewe waarde dui daarop dat B(m) verkies word bo A(m) vir 'n besluitnemer binne die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval r(m) (Nielson, 1982).



«- B(m) verkies bo A(m) -»|«- A(m) verkies bo B(m) -»

Uit die minimalisering van vergelyking 16.6, weet ons $U_o(m)$ is die minimum verskil in nutwaarde wat moontlik bereik kan word deur gebruikmaking van die absolute risiko-vermydingsfunksie r(m) wat in die voorgeskrewe grense val. Dit impliseer dat enige ander absolute risiko-vermydingsfunksie binne die gespesifiseerde interval 'n waarde sal hê wat regs lê van die gegenereerde waarde van $U_o(m)$.

Bogenoemde diagram is nuttig om die moontlike resultate van vergelyking 16.6 te interpreteer. Indien die geminimaliseerde waarde van vergelyking 16.6 enige positiewe waarde (z) aanneem, is dit duidelik dat alternatief A(m) bo B(m) vir alle besluitnemers in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval verkies word. Indien die geminimaliseerde waarde gelyk aan nul is, sal besluitnemers met 'n $U_o(m)$ nutsfunksie neutraal wees teenoor A(m) en B(m), terwyl alle ander r(m) in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval in 'n nutsruimte by of regs van nul sal wees wat aandui dat daardie besluitnemers A(m) bo B(m) verkies (Nielson, 1982).

Indien die geminimaliseerde waarde van vergelyking 16.6 negatief (x) is, is dit seker dat ten minste vir sekere waardes van r(m) in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval B(m) bo A(m) verkies word. Dit is egter nie duidelik of al die besluitnemers in die absolute risiko-vermydingsinter-

val B(m) bo A(m) verkies nie. Al wat bekend is, is dat die waarde van vergelyking 16.6 vir alle ander r(m) regs van punt x lê. Dit is nie bekend of al die waardes tussen x en nul (y) lê nie, of dit nul insluit en of dit verder regs van nul tot in die positiewe kant lê in welke geval daardie r(m) houers weer A(m) bo B(m) verkies nie. Om die boonste nutsgrens te bepaal indien die geminimaliseerde waarde van vergelyking 16.6 negatief is, moet vergelyking 16.6 gemaksimaliseer word onderworpe aan die beperkings gestel deur vergelykings 16.7 en 16.8. Hierdie prosedure sal bepaal of al die besluitnemers in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval B(m) bo A(m) verkies.

'n Nuwe $U_o(m)$ asook 'n nuwe waarde, x', word verkry as vergelyking 16.6 gemaksimaliseer word. Hierdie nuwe x'-waarde is die boonste grens op die nutslyn waarbo geen besluitnemer in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval voorkom nie. Met ander woorde alle waardes van r(m) in die interval lê links van x'. Dus die boonste en onderste grense van die nutsverskil tussen A(m) en B(m) is bepaal vir besluitnemers in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval. Indien x' negatief is, sal al die besluitnemers in die gespesifiseerde risiko-vermydingsinterval B(m) bo A(m) verkies. Indien x' positief is, is daar sekere lede in die absolute risiko-vermydingsinterval wat A(m) verkies en ander wat B(m) verkies. In dié geval kan die twee verdelings nie vir besluitnemers in die spesifieke interval georden word nie.

Meyer (1977) het gebruik gemaak van die optimale beheerteorie en die volgende teorema gebruik om die bogenoemde konsepte in werking te stel.

Die optimale beheer $r_o(m)$ wat die volgende vergelyking minimaliseer:

$$\int_o^1 [B(m) - A(m)] \; U'(m) \; dm \qquad (16.9)$$

onderworpe aan:

$$r_1(m) \geq r_o(m) \geq r_2(m) \qquad (16.10)$$

$$U'_o(o) = 1 \qquad (16.11)$$

word gegee deur

$$r_o(m) = r_1(m) \text{ indien } \int_m^1 [B(y) - A(y)]\ U'dy \geq 0 \qquad (16.12)$$

en

$$r_o(m) = r_2(m) \text{ indien } \int_m^1 [B(y) - A(y)]\ U'dy < 0 \qquad (16.13)$$

Deur herhaalde manipulasie van die grense van die absolute risiko-vermydingsinterval kan die geskatte funksie r(m) gevind word waar 'n besluitnemer neutraal is teenoor die twee verdelings.

16.2.3 Implikasies uit literatuurstudie

Veralgemeende stogastiese dominansie kan gebruik word om alternatiewe besproeiingskeduleringstrategië te orden in terme van aanvaarbaarheid vir besluitnemers in verskillende kategorieë van risiko-gevoeligheid.

By die gebruik van veralgemeende stogastiese dominansie is dit belangrik dat die boonste en die onderste grense van die absolute risiko-vermydingsinterval r(m) gespesifiseer word. Die absolute risiko-vermydingsinterval r(m) moet die oorgrote meerderheid besluitnemers se nutsfunksies akkommodeer.

Die keuse tussen besproeiingskeduleringstrategieë uitgedruk op 'n per hektaar- of bedryfstakbasis, kan verskil omdat dalende marginale nut voorkom namate geldelike uitkomste verhoog. Dit is dus belangrik om die risiko-ontledings ook op 'n bedryfstakbasis uit te voer.

16.3 PROSEDURE

Die ondersoekgebied beslaan sowat 20 000 hektaar besproeiingsgrond onder die P.K. le Rouxdam wat aan ongeveer 230 grondeienaars behoort.

16.3.1 Besproeiingskeduleringstrategieë

Die Delphi-tegniek is gebruik om vier tipiese besproeiingskeduleringstrategieë vir koring onder spilpuntbesproeiing te formuleer. Die strategieë verskil ten opsigte van die gesofistikeerdheid van die skeduleringsinligting vir gronde met 'n lae (45 mm), gemiddelde (100 mm) en hoë (160 mm) profielbeskikbare waterkapasiteit. Die mate van gesofistikeerdheid van die skeduleringstrategieë neem af van een na vier.

Besproeiingskeduleringstrategie 1 is hoogs gesofistikeerd en maak van 'n gerekenariseerde waterbalansmodel (PUTU9-87) gebruik wat deur De Jager, van Zyl, Bristow en van Rooyen (1982) ontwikkel is om besproeiingswater te skeduleer en deur Botes en Oosthuizen (1989) vir die ondersoekgebied aangepas.

Besproeiingskeduleringstrategie 2 is op die BEWAB rekenaarprogram van Bennie, Coetzee, van Antwerpen, van Rensburg en Burger (1988) gebaseer. Hierdie skeduleringstrategie is boekhoukundig van aard en maak 'n daaglikse skatting van die hoeveelheid water wat die plant benodig om 'n bepaalde oesopbrengsmikpunt te realiseer. Die skeduleringsaanbevelings is 'n veralgemening van veral heersende klimaatstoestande en tot 'n mindere mate die plantgroeitoestande. Hierdie skeduleringstrategie is dus minder gesofistikeerd as skeduleringstrategie 1.

Besproeiingskeduleringstrategie 3 is 'n "skeduleringsresep" wat algemeen aanvaar word op grond van inligting en ondervinding dat koring tussen 500 mm en 600 mm water deur die seisoen vir optimale plantgroeitoestande benodig. Geen onderskeid word

getref tussen gronde wat verskil ten opsigte van profielbeskikbare waterkapasiteite nie. Daar word met die toepassing van skeduleringstrategie 3 tot 'n groter mate oor die grond-, plant- en klimaatstoestande veralgemeen.

Besproeiingskeduleringstrategie 4 (naïef) maak van geen formele metodes of kennis gebruik om skedulering te rig nie. Voldoende water word toegedien om gewaswaterstremming te voorkom. Omdat die spesifieke groeistadium waarin die plant is asook die grondwater en die klimaatstoestande geïgnoreer word, word hierdie strategie as ongesofistikeerd geklassifiseer.

'n Minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie (deficit irrigation) is as vyfde en gesofistikeerde strategie in die studie ingesluit. Waar die vorige vier skeduleringstrategieë optimale plantgroeitoestande handhaaf, word met die minder-as-volle-skeduleringstrategie beheerde onderbesproeiing toegepas met die doel om óf die winsgewendheid van besproeiingsboerdery te verhoog óf om andersins water te bespaar (Martin en van Brocklin, 1985: 1). Die minder-as-volle-skeduleringstrategie is gebaseer op De Jager, van Zyl, Kelbe en Singels (1987) se navorsing. Die veranderlike wat gemonitor word, is die hidrouliese gewasfaktor (Fh) wat 'n gevoelige indikator vir gewaswaterstremming is. Die PUTU9-87 program is gebruik en sodra die Fh tot 0,8 gedaal het word 'n besproeiing van 30 mm op die volgende dag toegedien.

16.3.2 Voorbelasting netto inkomsteverdelings vir elke skeduleringstrategie

Die PUTU9-87 gewasgroeisimulasiemodel is geselekteer en gekalibreer om koringopbrengste en die ooreenstemmende totale netto besproeiingshoeveelhede met 11 jaar se weerdata vir elke grond/besproeiingskeduleringstrategie-kombinasie te simuleer.

Tabel 16.1 Die voorbelasting netto inkomsteverdeling op 'n per hektaarbasis vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die benede P.K. le Rouxdamgebied op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm, 1990

1. Netto inkomste per hektaar (R) op die grond met 'n PBWK van 45 mm

Jaar	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	283,71	206,53	218,90	124,38	233,64
1979	273,40	238,64	237,17	119,98	236,48
1980	270,79	228,66	240,44	127,96	134,49
1981	313,71	227,13	225,95	124,95	-12,27
1982	312,83	226,24	231,54	122,29	187,85
1983	296,05	250,40	260,12	126,73	19,58
1984	323,45	249,53	231,86	129,10	124,16
1985	305,56	213,02	233,35	126,15	107,83
1986	299,33	215,08	234,22	122,32	126,05
1987	342,59	268,38	252,77	129,10	131,23
1988	340,52	253,06	248,94	132,04	145,89
GEM[1]	305,63	234,24	237,75	125,91	130,D45
STD AFW[2]	24,25	19,40	12,08	3,57	76,60
KV[3]	7,93	8,28	5,08	2,84	58,72

2. Netto inkomste per hektaar (R) op die grond met 'n PBWK van 100 mm

Jaar	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	340,84	276,06	280,54	210,20	278,02
1979	365,90	316,50	303,57	206,87	248,89
1980	348,55	298,08	297,08	215,59	174,94
1981	369,25	296,80	293,82	211,25	320,17
1982	382,27	307,13	298,18	209,44	345,01
1983	373,38	318,64	320,04	214,68	209,95
1984	381,66	313,20	298,07	216,99	320,17
1985	352,64	279,87	298,39	212,02	155,15
1986	350,62	287,42	295,29	209,33	221,47
1987	398,57	339,06	317,96	217,49	343,72
1988	402,43	326,01	314,36	219,86	357,15
GEM	369,65	305,34	301,57	213,06	270,42
STD AFW	20,42	19,71	11,72	4,10	72,38
KV	5,52	6,46	3,88	1,92	26,76

Tabel 16.1 (vervolg)

3. Netto inkomste per hektaar (R) op die grond met 'n PBWK van 160 mm

Jaar	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	383,38	280,22	284,49	210,38	377,32
1979	412,12	318,46	303,33	207,34	429,08
1980	392,08	304,72	308,78	215,77	353,28
1981	415,27	301,46	292,30	211,72	446,61
1982	421,15	307,31	296,86	209,61	448,37
1983	424,41	320,80	328,05	216,14	396,16
1984	426,69	322,12	297,04	218,45	443,11
1985	409,26	300,93	299,73	212,19	393,27
1986	388,39	288,50	299,24	209,50	410,80
1987	445,09	344,71	317,64	218,16	487,89
1988	449,86	325,39	313,25	220,24	488,77
GEM	415,25	310,42	303,70	213,59	424,97
STD AFW	21,58	18,20	12,37	4,33	43,40
KV	5,19	5,86	4,07	2,03	10,21

1. GEM = gemiddeld
2. STD AFW = standaard afwyking
3. KV = variansiekoëffisiënt

Die jaarlikse vaste en veranderlike besproeiingskoste van 'n 60 hektaar spilpunt met 'n bruto toedieningskapasiteit van 12 mm per dag en 'n statiese pomphoogte van 10 meter op sand- en kleigronde is met behulp van 'n rekenaarprogram beraam. Verder is die groepbesprekingstegniek en 'n begrotingsontwikkelaar gebruik om 'n bedryfstakbegroting vir koring op te stel. Hierdie opbrengsverdelings word verwerk vir vergelykingsdoeleindes tot op 'n voorbelasting netto inkomste per hektaar vlak. Tabel 16.1 bevat die voorbelasting netto inkomsteverdelings vir vyf besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die benede P.K. le Rouxdamgebied op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm.

Die bedryfstakgrootte is as 60 ha geneem omdat die kosteberekenings gegrond is op 'n 60 ha spilpuntbesproeiingstelsel.

Tabel 16.2 Die voorbelasting netto inkomste verdeling op 'n bedryfstakbasis (60 ha) vir vyf skeduleringstrategieë vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm, 1990

1. Totale inkomste (R) per 60 hektaar op die grond met 'n PBWK van 45 mm

JAAR	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	17023	12392	13134	7463	14018
1979	16404	14318	14230	7199	14189
1980	16247	13720	14426	7678	8069
1981	18823	13628	13557	7497	-736
1982	18770	13574	13892	7337	11271
1983	17763	15024	15607	7604	1175
1984	19407	14972	13912	7746	7450
1985	18334	12781	14001	7569	6470
1986	17960	12905	14053	7339	7563
1987	20555	16103	15166	7746	7874
1988	20431	15184	14936	7922	8753
GEM[1]	18338	14055	14265	7555	7827
STD AFW[2]	1455	1164	725	214	4596
KV[3]	7,93	8,28	5,08	2,84	58,72

2. Totale inkomste (R) per 60 hektaar op die grond met 'n PBWK van 100 mm

JAAR	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	20450	16564	16832	12612	16681
1979	21954	18990	18214	12412	14933
1980	20913	17885	17825	12935	10496
1981	22155	17808	17629	12675	19210
1982	22936	18428	17891	12566	20701
1983	22403	19118	19202	12881	12597
1984	22900	18792	17884	13019	19210
1985	21158	16792	17903	12721	9309
1986	21037	17245	17717	12560	13288
1987	23914	20344	19078	13049	20623
1988	24146	19561	18862	13192	21429
GEM	22179	18321	18094	12784	16225
STD AFW	1225	1182	703	246	4343
KV	5,52	6,46	3,88	1,922	6,76

Tabel 16.2 (vervolg)

3. Totale inkomste (R) per 60 hektaar op die grond met 'n PBWK van 160 mm

JAAR	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	23003	16813	17069	12623	22639
1979	24727	19108	18200	12440	25745
1980	23525	18283	18527	12946	21197
1981	24916	18088	17538	12703	26797
1982	25269	18439	17812	12577	26902
1983	25465	19248	19683	12968	23770
1984	25601	19327	17822	13107	26587
1985	24556	18056	17984	12731	23596
1986	23303	17310	17954	12570	24648
1987	26705	20683	19058	13090	29273
1988	26992	19523	18795	13214	29326
GEM[1]	24915	18625	18222	12815	25498
STD AFW[2]	1295	1092	742	260	2604
KV[3]	5,19	5,86	4,07	2,031	0,21

1. GEM = Gemiddeld
2. STD AFW = Standaard afwyking
3. KV = variansiekoëffisiënt

Die voorbelasting netto inkomste verdeling op 'n bedryfstakbasis vir vyf alternatiewe skeduleringstrategieë vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm word in tabel 16.2 aangetoon.

16.3.3 Risiko-interval benadering

King en Robison (1981) se intervalmetode is gebruik om besproeiingsboere se risiko-houdings in ag te neem. Robison (1988) se rekenaarprogram is vir die ontledings gebruik. Daar is eerstens bepaal watter strategie domineer op elk van die gronde waarna die skeduleringstrategieë in rangorde geplaas is vir boere wat verskil ten opsigte van hul risiko-gevoeligheid. Dit is gedoen deur elke keer die dominante strategie te elimineer waarna die doeltreffendheidskriterium op die orige verdelings toegepas is. Hierdie prosedure is herhaal met die netto inkomsteverdelings op 'n per hektaar- sowel as 'n bedryfstakbasis.

16.3.4 Risiko-vermydingsintervalle

Aangesien besproeiingsboere in die RSA se absolute risiko-vermydingskoëffisiënte nog nie empiries bepaal is nie, is Wilson (1982), Nielson (1982) en Bosch (1984) se resultate vir hierdie studie gebruik. Die absolute risiko-vermydingskoëffisiënte word in tabel 16.3 getoon. Die grense van die risiko-vermydingsinterval word geneem tussen -0,0005 en 0,0001. Alhoewel daar enkele besluitnemers is wie se nutsfunksie hulle buite hierdie risiko-vermydingsinterval plaas, val die oorgrote meerderheid van die besluitnemers egter in bogenoemde risiko-vermydingsinterval (Nielson, 1982).

Tabel 16.3 Die absolute risiko-vermydingsintervalle van risiko-soekende, risiko-neutrale, geringe risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende besluitnemers

Risiko-gevoeligheid van die besluitnemer	Risiko-vermydingsintervalle	
	Boonste r_1 (m)	Onderste r_2 (m)
Risiko-soekend	-0,0005	-0,0001
Risiko-neutraal	-0,0001	0,0001
Gering risiko-vermydend	0,0001	0,0003
Sterk risiko-vermydend	0,0003	0,001

Die absolute risiko-vermydingsinterval word opgedeel in vier subintervalle wat gebruik word om die voorkeure van risiko-soekende, risiko-neutrale, geringe risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende besluitnemers weer te gee.

16.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

16.4.1 Ontledings op 'n per hektaarbasis

Die rangorde waarin skeduleringstrategieë verkies word op gronde wat verskil ten opsigte van profielbeskikbare waterkapasiteit volgens veralgemeende stogastiese dominansie word in tabel 16.4 gegee.

Tabel 16.4 Die voorkeurrangorde van die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë volgens veralgemeende stogastiese dominansie, uitgedruk op 'n per hektaarbasis vir gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm

Rangorde van skeduleringstrategieë volgens Meyer se kriterium			
	Gronde met PBWK van:		
Strategie	45 mm (grond 1)	100 mm (grond 2)	160 mm (grond 3)
Strategie 1	1	1	2
Strategie 2	3	2	3
Strategie 3	2	3	4
Strategie 4	5	5	5
Strategie 5	4	4	1

Ongeag die risiko-gevoeligheid van die besluitnemer is skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) die risiko-doeltreffendste skeduleringstrategie op die gronde met 'n PBWK van 45 en 100 mm. Besproeiingskeduleringstrategie 5 (deficit) is egter die risiko-doeltreffendste besproeiingskeduleringstrategie op die grond met 'n PBWK van 160 mm.

Besproeiingskeduleringstrategie 2 (BEWAB) gevolg deur strategieë 3 (resep) en 4 (naïef) is oor die algemeen die voorkeur-

rangorde waarop die orige besproeiingskeduleringstrategieë mekaar domineer, behalwe op die grond met 'n PBWK van 45 mm waar skeduleringstrategie 3 (resep) bo 2 (BEWAB) verkies word.

In al die gevalle is die besproeiingskeduleringstrategie met die hoogste gemiddelde netto inkomste, ongeag die standaard afwykinge (tabel 16.1), geïdentifiseer as die risiko-doeltreffendste besproeiingskeduleringstrategie. Hierdie resultate is verkry ongeag die risiko-gevoeligheid van die besluitnemer.

16.4.2 Ontleding op 'n bedryfstakbasis

Die voorkeurrangorde van die vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë uitgedruk op 'n bedryfstakbasis vir gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm volgens veralgemeende stogastiese dominansie word in tabel 16.5 aangetoon.

Op die grond met 'n profiel beskikbare waterkapasiteit van 45 mm word besproeiingskeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) as die risiko-doeltreffendste geïdentifiseer gevolg deur skeduleringstrategieë 3 (resep) en 2 (BEWAB) vir alle besluitnemers. Die voorkeurrangorde van skeduleringstrategieë 4 (naïef) en 5 (deficit) daarenteen verander na gelang die risiko-gevoeligheid van die besluitnemers verander. Die risiko-soekende besluitnemer verkies skeduleringstrategie 5 (deficit) bo strategie 4 (naïef). Daarenteen is die risiko-neutrale besluitnemer neutraal tussen strategieë 4 (naïef) en 5 (deficit) terwyl die risiko-vermydende besluitnemer eerder skeduleringstrategie 4 (naïef) bo 5 (deficit) verkies.

Tabel 16.5 Die voorkeurrangorde van die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë volgens veralgemeende stogastiese dominansie, uitgedruk op 'n bedryfstakbasis vir gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160 mm

PBWK van 45 mm	Rangorde van skeduleringstrategieë volgens Meyer se kriterium				
Risiko-vermydingsintervalle	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
-0,0005 tot,-0,0001	1	3	2	5	4
-0,0001 tot 0,0001	1	3	2	4	4
0,0001 tot 0,0003	1	3	2	4	5
0,0003 tot 0,001	1	3	2	4	5
PBWK van 100 mm					
Risiko-vermydingsintervalle	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
-0,0005 tot,-0,0001	1	3	4	5	2
-0,0001 tot 0,0001	1	2	3	5	4
0,0001 tot 0,0003	1	2	3	5	4
0,0003 tot 0,001	1	3	2	4	5
PBWK van 160 mm					
Risiko-vermydingsintervalle	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
-0,0005 tot,-0,0001	2	3	4	5	1
-0,0001 tot 0,0001	2	3	4	5	1
0,0001 tot 0,0003	1	2	3	4	1
0,0003 tot 0,001	1	3	4	5	2

Die voorkeurrangorde op die grond met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit (PBWK) van 100 mm toon 'n groter mate van wisseling nagelang die risiko-gevoeligheid van die besluitnemers verander. Dit is net die risiko-doeltreffendste skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) wat onveranderd bly. 'n

Risiko-soekende besluitnemer verkies skeduleringstrategie 5 (deficit) bo skeduleringstrategieë 2 (BEWAB), 3 (resep) en 4 (naïef) omdat hierdie besluitnemer sy keuse grond op die boonste (hoogste netto inkomste) gedeelte van skeduleringstrategie 5 (deficit) se netto inkomsteverdeling. Die risiko-neutrale en geringe risiko-vermydende besluitnemers verkies egter eers besproeiingskeduleringstrategieë 2 (BEWAB) en 3 (resep) waarna strategieë 5 (deficit) en 4 (naïef) volg. In die geval van 'n sterk risiko-vermydende besluitnemer word skeduleringstrategie 5 (deficit) as die ondoeltreffendste beskou. Verder opvallend by die sterk risiko-vermydende besluitnemers is dat die minder gesofistikeerde skeduleringstrategie 3 (resep) naas skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) as die doeltreffendste beskou word.

Die sterk risiko-vermydende besluitnemers verkies dus in teenstelling met risiko-soekende, risiko-neutrale en geringe risiko-vermydende besluitnemers eerder skeduleringstrategie 3 (resep) bo skeduleringstrategie 2 (BEWAB) en skeduleringstrategie 4 (naïef) bo 5(deficit), op die grond met 'n PBWK van 100 mm. Beide skeduleringstrategieë 3 (resep) en 4 (naïef) het laer gemiddelde netto inkomste (R18 094 teenoor R18 321 en R12 784 teenoor R16 225) maar daarenteen het skeduleringstrategieë 3 (resep) en 4 (naïef) egter aansienlik kleiner standaard afwykings (R703 teenoor R1 182 en R246 teenoor R4 343) (tabel 16.2). Dit is dus duidelik uit die resultate dat 'n risiko-vermydende boer inkomste opoffer in 'n poging om 'n meer stabiele inkomste oor jare te verseker. Deur dus 'n naïewer skeduleringstrategie te volg, waar meer water gouer toegedien word, word die variasie in inkomste tussen skeduleringstrategieë 2 (BEWAB) en 3 (resep) met R479 verminder. Die oorbesproeiing van water het egter net 'n klein verlaging in netto inkomste tot gevolg. By 'n risiko-vermydende besluitnemer speel die variasie in inkome klaarblyklik 'n belangriker rol ten opsigte van die voorkeurordening van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë.

Die risiko-soekende en neutrale besluitnemers verkies op die grond met 'n PBWK van 160 (grond 3) skeduleringstrategie 5 (deficit) as die risiko-doeltreffendste skeduleringstrategie gevolg deur strategie 1 (hoogs gesofistikeerd), 2 (BEWAB), 3 (resep) en 4 (naïef). Inteenstelling hiermee sal 'n risiko-vermydende besluitnemer eerder skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) bo strategie 5 (deficit) as die risiko-doeltreffendste skeduleringstrategie verkies.

Uit bogenoemde gedeelte is dit duidelik dat die voorkeurrangorde op 'n bedryfstakbasis (tabel 16.4) verskil van die voorkeurrangorde op 'n per hektaarbasis. Die dalende marginale nut by hoë geldelike uitkomste veroorsaak dat die voorkeurrangorde, uitgedruk op 'n bedryfstakbasis, baie meer sensitief is vir die risiko-gevoeligheid van die besluitnemer. Aangesien die resultate verskil oor die risiko-vermydende intervalle heen, sou 'n gemiddelde-variansie-ontleding gebrekkig gewees het.

16.5 SAMEVATTENDE GEVOLGTREKKING

Daar is veral op 'n bedryfstakbasis gevind dat besluitnemers wat in verskillende kategorieë van risiko-gevoeligheid val, verskil ten opsigte van die keuse van die besproeiing-skeduleringstrategie wat hul bepaalde voorkeure sal maksimaliseer. 'n Risiko-soekende besluitnemer sal byvoorbeeld skeduleringstrategie 5 (deficit) bo 1 (hoogs gesofistikeerde) op grond 3 verkies terwyl 'n risiko-vermydende besluitnemer eerder weer skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) bo 5 (deficit) verkies. Daar is dus 'n aansienlike mate van bevestiging vir die hipotese dat boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid se keuse verskil ten opsigte van die besproeiingskeduleringstrategie wat hulle bepaalde voorkeure maksimaliseer.

Veralgemeende stogastiese dominansie is 'n bruikbare en geskikte doeltreffendheidskriterium waarvolgens alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë in 'n voorkeurrangorde geplaas kan word vir besluitnemers wat in verskillende kategorieë van risiko-gevoeligheid val.

Die absolute risiko-vermydingsintervalle wat in hierdie studie gebruik is, lê in 'n smal gebied rondom risiko-neutraliteit. Gevolglik was die verwagte uitkomste relatief belangriker as die variansie in inkome as 'n faktor om voorkeure te voorspel. Groot inkomste variasies was gevolglik nodig om klein netto inkomste verskille te oorkom. Op 'n bedryfstakbasis was die resultate meer sensitief vir verskillende risiko-gevoeligheidspeile. Die wisselwerking tussen lae standaard afwykings en hoë verwagte netto inkomstes oor risiko-vermydingsintervalle heen, kon gevolglik bestudeer word. Soos verwag, het risiko-vermydende besluitnemers meer waarde geheg aan 'n lae variansie in netto inkomste in vergelyking met risiko-soekende besluitnemers.

16.6 NAVORSINGSIMPLIKASIES

'n Volgende stap in die navorsing is om die waarde van meer gesofistikeerde skeduleringsinligting in 'n geheelplaas benadering vir besluitnemers wat verskil ten opsigte van risiko-gevoeligheid te bepaal. Daar kan dus bepaal word wat verskillende kategorieë boere bereid sal wees om vir meer gesofistikeerde skeduleringsinligting te betaal.

Die absolute risiko-vermydingsintervalle waarbinne Suid-Afrikaanse besproeiingsboere val, behoort empiries gemeet te word.

Veralgemeende stogastiese dominansie kan as 'n risiko-doeltreffendheidskriterium op vele terreine, waar risiko-besluitneming betrokke is, toegepas word. Byvoorbeeld vir die selektering

van risiko-doeltreffende wisselbou-, siekte- en plaagbeheerstrategieë.

Ander risiko-doeltreffendheidskriteria soos byvoorbeeld (safety first) kan ook gebruik word om die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë in die benede P.K. le Rouxdamgebied te evalueer.

'n Risiko-doeltreffendheidsontleding van besproeiingskeduleringstrategieë (veral 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie) in 'n humiede besproeiingsgebied kan van groot waarde wees om die belangrikheid van meer gesofistikeerde skeduleringsinligting verder te ontleed.

BRONNELYS

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en 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

BOSCH, DJ. (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, DJ, EIDMAN, VR and OOSTHUIZEN, LK. (1987). A Review of methods for evaluating the economic efficiency of irrigation. Agricultural Water Management Vol 12: 231-245

BOTES, JHF en OOSTHUIZEN, LK. (1989). Prosedure en probleme by die gebruik van 'n gewasgroei simulasiemode. Verrigtinge tydens die Jaarlikse Konferensie van die LEVSA, Bloemfontein, 25-27 September: 241-255

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, BRISTOW, KL en VAN ROOYEN, A. (1982). Besproeiingskedulering van koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Projek uitgevoer vir die Waternavorsingskommissie. Departement Landbouweerkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE and 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. Department of Agrometereology, University of the Orange Free State: Bloemfontein

KING, RP and ROBISON, LJ. (1981). Implementation of the interval approach to measuring decision maker preference. Research Report. Agricultural Experiment Station East Lansing, Michigan State University

MARTIN, D and VAN BROCKLIN, J. (1985). The risk and return with deficit irrigation. For presentation at the 1985 Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

MEYER, J. (1977). Choice among distibutions. Journal of Economic Theory Vol 14: 326-336

NIELSON, DJ. (1982). Evaluating alternative irrigation scheduling strategies for soybeans in Minnesota: an economic analysis employing stochastic dominance. Plan B Project. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

OOSTHUIZEN, LK, BOTES, JHF en MEIRING, JA. (1990). Ekonomiese evaluering van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Vorderingsverslag (No 3) aan die Waternavorsingskommissie

ROBISON, LJ. (1982). An appraisal of expected utility hypothesis tests constructed from responses to hypothetical questions and experimental choices. American Journal of Agricultaral Economics Vol 64: 357-365

ROBISON, LJ. (1988). Stochastic dominance: a computer programme. Department of Agricultural Economics, Michigan State University

ROUMASSET, JA, BROUSSARD, J and SINGH, I. (1979). Risk, uncertainty and agricultural development. Southeast Asia Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA) and the Agricultural Development Council (ADC)

WETZSTEIN, HE, SZMEDRA, PI, McCLENDON, RW and EDWARDS, ME. (1988). Efficiency criteria and risk aversion: an empirical evaluation. Southern Journal of Agricultural Economics Vol 13, No 2: 171-178

WILSON, PN. (1982). The structural determinants of the swine production industry. Ph.D Thesis, University of Minnesota: St.Paul

SUMMARY

The point of departure when evaluating the economic efficiency of irrigation scheduling strategies is, on the one hand, that the dynamic, uncertain environment in which irrigation takes place should be taken into account, and on the other hand, that the analyses should take the importance of the irrigation farmer's objectives into account at the same time. An irrigation scheduling strategy is economically efficient if the scheduling strategy leaves the decision-maker in a better position in terms of his preferences.

The purpose of chapter 16 was to evaluate five irrigation scheduling strategies for wheat in the area below the P.K. le Roux Dam on soils with a low (45 mm), average (100 mm) and high (160 mm) profile-available water capacity by means of generalised stochastic dominance, taking into account the dynamic environment in which irrigation takes place, as well as the irrigation farmers' attitude to risk.

The following hypotheses are made:

(a) Farmers having different degrees of risk-sensitivity differ in respect of the choice of scheduling strategies that would best satisfy their particular preferences.
(b) A risk-aversive farmer would prefer a scheduling strategy which would apply more water more quickly in contrast to a risk-seeking farmer.

From the literature study it appears that generalised stochastic dominance, or Meyer's criterion, is suitable for ordering the cumulative probability distributions of the expected outcomes of the alternative irrigation scheduling strategies in terms of acceptibility for decision-makers in different categories of risk sensitivity. By means of Meyer's criterion, the importance of risk decrease can be determined at a given level of risk aversion. Furthermore, it can be determined how the

importance of risk decrease changes as the risk preferences of the decision-maker changes.

The Delphi technique was used to formulate four typical irrigation scheduling strategies for wheat under centre pivot irrigation. The strategies differ in respect of the sophistication of the scheduling information for soils with a low (45 mm), average (100 mm) and high (160 mm) profile-available water capacity. The degree of sophistication of the scheduling strategies decreases from one to four. A deficit irrigation scheduling strategy was included in the study as a fifth and highly sophisticated strategy.

The PUTU9-87 crop growth simulation model was selected and calibrated to simulate wheat yields and the corresponding total net irrigation quantities with weather data for 11 years for each soil/irrigation scheduling strategy combination. The annual fixed and variable irrigation costs of a 60-hectare centre pivot with a gross application capacity of 12 mm per day and a static pumping height of 10 metres on sand and clay soils were estimated by means of a computer programme. Furthermore, the group discussion technique and a budget generator were used to draw up an enterprise budget for wheat. The estimated yield distributions were expressed in pre-tax net income per hectare as well as at enterprise level (60 hectares).

Generalised stochastic dominance was used as criterion to select risk-efficient irrigation sceduling strategies for wheat. Robison's computer programme was used for the analyses. The absolute risk-aversion space was divided into four sub-intervals which were used to represent the preferences of risk-seeking, risk-neutral, slightly risk-aversive and strongly risk-aversive decision-makers.

The risk attitudes of decision-makers do not influence their preference ranking for various irrigation scheduling strategies if the probability distributions of expected outcomes are

expressed on a per hectare base. Scheduling strategy 1 (highly sophisticated) is the most risk-efficient on soils with a PAWC of 45 and 100 mm while scheduling strategy 5 (deficit) is the most efficient on soils with a PAWC of 160 mm.

If the probability distributions of expected outcomes are expressed on an enterprise level, the preference ranking is generally much more responsive to the risk sensitivity of the decision-maker because the higher financial outcomes have a decreasing marginal benefit for the decision-makers. In general, a risk-aversive farmer prefers a scheduling strategy which applies more water more quickly in contrast to a risk-seeking farmer. On the soil with a PAWC of 160 mm, scheduling strategy 5 (deficit) is the most efficient for risk-seeking and risk-neutral decision-makers. Slightly risk-aversive decision-makers are undecided between scheduling strategies 1 (highly sophisticated) and 5 (deficit), while strongly risk-aversive decision-makers rather prefer strategy 1.

HOOFSTUK 17

DIE ONTWIKKELING EN ILLUSTRASIE VAN 'N PROSEDURE VIR DIE BEPALING VAN DIE WAARDE VAN BESPROEIINGSKEDULERINGSINLIGTING

J.A. Meiring en L.K. Oosthuizen

17.1 INLEIDING

Met verbeterde besproeiingskedulering kan water meer presies in ooreenstemming met gewasbehoeftes toegedeel word en gevolglik verhoog besproeiingsdoeltreffendheid en terselfdertyd ook die verwagte inkomste. Daar bestaan gewoonlik heelwat onsekerheid oor die optimale tydsberekening en hoeveelheid besproeiingswater wat toegedien moet word om die verwagte inkomste te verhoog en die wisselvalligheid van inkomste te verminder. Die vraag ontstaan tot watter mate kan inligting wat besproeiingskedulering verbeter die verwagte nut van besproeiingsboere verhoog. Besproeiingsboere se houdings jeens risiko kan die waarde van inligting beïnvloed, veral indien die inligting die inkomsteverdeling minder wisselvallig maak. Geen navorsing is nog in Suid-Afrika gedoen om die waarde van hierdie soort inligting te kwantifiseer nie.

Die hoofdoel van hierdie hoofstuk is om 'n prosedure te ontwikkel en te illustreer om die waarde van besproeiingskeduleringsinligting te bepaal. Meer spesifiek was die doelwitte om:

(a) 'n literatuurstudie oor die waarde van inligting uit te voer;
(b) King se model vir die implementering van die intervalbenadering tot die meting van 'n besluitnemer se voorkeure te beskryf;
(c) die intervalbenadering tot die meting van 'n besluitnemer se voorkeure te gebruik en 'n risiko-metingskaal te spesifiseer, steekproefverdelings rekenaarmatig te genereer en

grensintervalle te identifiseer, 'n vraelys rekenaarmatig te ontwikkel en om die intervalvoorkeurmetings in kombinasie met veralgemeende stogastiese dominansie te gebruik om vyf besproeiingsskeduleringstrategieë vir koring op drie grondtipes vir boere met vier verskillende grade van risikogevoeligheid te rangskik; en

(d) die waarde van besproeiingskeduleringsinligting te kwantifiseer.

17.2 LITERATUURSTUDIE

17.2.1 Literatuuroorsig oor die waarde van inligting

Alchian en Demsetz (1972) het opgemerk dat die bestaan van 'n besigheid grootliks aan inligting te danke is. Ondernemers kan die marginale produktiwiteit van insette meer doeltreffend monitor en die insette dienooreenkomstig beter vergoed as wat die eienaars van die insette dit self kan doen. Die basis vir winsgewendheid van besighede is akkurate kennis van die marginale produktiwiteit van insette. Dus speel inligting 'n fundamentele rol in die ekonomie.

Pasour en Bullock (1975) het verklaar dat inligting skaars en duur is en dat die waarneembare ondoeltreffendheid moontlik die gevolg is van 'n gebrek aan inligting. Bestuurders mag moontlik "ondoeltreffende" praktyke volg omdat hulle meen die koste vir die verkryging van inligting om doeltreffendheid te verhoog die voordele uit die doeltreffendheidsverhoging oorskry. Muller (1972) het hierdie hipotese in 'n studie oor melkboerderye in Kalifornië ondersoek. Hy het bevind dat die onvermoë van sommige besighede om op hulle produksiemoontlikheidsgrens te produseer, toegeskryf kan word aan verskillende vlakke van inligting.

Hirshleifer en Riley (1979) het die ekonomie van inligting in vyf kategorieë ingedeel:

- Inligtingsbesluitneming.

- Publieke inligting en markewewig.
- Die ekonomie van navorsing en uitvindings.
- Inligtingsvoordele soos dit die markte beïnvloed en daardeur beïnvloed word.
- Rasionele verwagtings en inligtingsdoeltreffendheid.

Hierdie literatuuroorsig konsentreer op studies uit die eerste kategorie, nl. inligtingsbesluitneming, dit wil sê die rol van inligting in besluitneming asook die meting van die waarde van inligting vir besluitnemers en is grootliks op Bosch (1984) se werk gebaseer.

Hirshleifer (1973) het vyf kenmerke van inligting geskets wat help om die waarde van inligting vir die besluitnemers te bepaal. Eerstens verwys sekerheid na hoe "a posteriori" oortuigings deur die inligting geraak word. Sekerheidsinligting veroorsaak 'n "a posteriori" oortuigingsverdeling wat hoogs gekonsentreer is op een gebeurtenis. Die waarde van inligting verhoog met sekerheid. Tweedens verwys diffusie na hoe wyd die inligting beskikbaar is. Wyd verspreide inligting is minder waardevol. Derdens verwys toepaslikheid na hoe algemeen die inligting gebruik kan word. Die waarde van die inligting verhoog met die toepaslikheid daarvan. Die vierde kenmerk is dat die inhoud van die inligting van ekonomiese belang is. Hirshleifer het inligtingsinhoud geklassifiseer in aspekte oor die omgewing (tegnologies) en aspekte oor die gedrag van ander individue (mark). Die laaste kenmerk is die besluitnemingsrelevansie van inligting wat verwys na die aard van die besluitnemingsprobleem waarvoor die inligting aangewend kan word.

Toeganklikheid van inligting vir besluitnemers speel 'n deurslaggewende rol in die bepaling van hoe doeltreffend hulpbronne gebruik word en hoe winsgewend besighede bestuur word. Bestuurders van besighede (sowel as ander besluitnemers soos openbare beleidsmakers) word dikwels gekonfronteer met die probleem om 'n stelsel vir die ontwikkeling en prosessering van

inligting te selekteer. Die keuse van 'n inligtingstelsel kan soos volg ingedeel word (Marschalk, 1968) :

- keuse van ondersoekmiddele;
- keuse van 'n oordragingsmeganisme om die ondersoekresultate aan die besluitnemer te kommunikeer, en
- die ontwikkeling van middele om besluite gebaseer op inligting te neem.

'n Inligtingstelsel genereer kostes sowel as inkomste. Die probleem wat 'n persoon ondervind om 'n inligtingstelsel te kies, is hoe om die netto inkomste van verskillende stelsels te vergelyk. Prosedures vir die bepaling van die waarde van inligting en die raming van kostes is nog nie goed ontwikkel vir maklike empiriese toepassing nie (Eisgruber, 1978). Eisgruber gee verskeie redes vir die gebrek aan ontwikkeling van inligtingsekonomieë. Hy voer aan dat die meeste inligtingstelsels nie 'n markprys het nie; dat inligting nie fisiese goedere is nie; dat die impak van die inligting nie maklik meetbaar is nie; en dat daar dikwels 'n groot variasie tussen openbare en private waardes vir inligting is.

17.2.1.1 Beraming van die waarde van inligting

Die evaluering van 'n inligtingstelsel vereis 'n prosedure vir die kwantifisering van die waarde van inligting gegewe dat die generering van inligting duur is en dat besluitnemers se nutsfunksies moontlik nie-lineêr kan wees. Shannon (1948) was een van die eerstes wat probeer het om die waarde van inligting te bepaal. Hy het die verwagte inligting wat deur 'n kanaal of baan voortgebring word en 'n perfekte voorspelling lewer as volg gekwantifiseer:

$$H = -\sum_{i} p_i * \log p_i \qquad (17.1)$$

H is die verwagte inligtingshoeveelheid en p_i is die waarskynlikheid dat die i^{de} gebeurtenis sal plaasvind.

Met hierdie formulering sal die hoeveelheid inligting deur hierdie kanaal gelewer, vermeerder in verhouding tot die aantal moontlike gebeurtenisse en namate die waarskynlikheidsverdeling uniformiteit benader.

Wanneer die kanaal voorspellings van gebeurtenisse lewer wat aan foute onderworpe is, sal die verwagte inligting soos volg lyk (Theil, 1967):

$$H(p:q) = \sum_i p_i * \log(p_i/q_i) \qquad (17.2)$$

H is die verwagte inligting van die kanaal, q_i is die vooraf waarskynlikheid van die gebeurtenis i en p_i is die "a posteriori" waarskynlikheid van die gebeurtenis i gegewe dat die kanaalvoorspelling ontvang is. In hierdie geval vermeerder die inligtingsinhoud van 'n kanaal soos wat die "a posteriori" en vooraf waarskynlikhede van mekaar afwyk. Theil het ook bewys dat die verwagte inligtingsinhoud van 'n kanaal nie negatief kan wees nie.

Die beperking van hierdie maatstaf is dat dit nie onderskei tussen brokkies inligting in terme van hul belangrikheid tot die produksieproses en die bestuurder se nutsfunksie nie. Die maatstaf bring ook nie die feit in berekening dat inligtingsverkryging duur mag wees nie.

Meer resente inligtingsteoretici het probeer om 'n besluitnemer se voorkeure in berekening te bring by die evaluering van inligting deur beperkende aannames te maak omtrent die vorm van die nutsfunksie en te aanvaar dat inligting kosteloos verkry kan word. Bellman en Kalaba (1957) het gesien dat Shannon se inligtingshoeveelheid verklaar kan word as 'n waarde van inligting wanneer die moontlike aksies weddenskappe is op die situasies wat sal voorkom en die nutsfunksie logaritmies in die "payoff" veranderlike is. Hierdie resultaat is interessant omdat die waarde van die inligting dan nie verwant is aan die grootte van die opbrengs vir elke situasie nie. Daarna het Arrow (1971)

bewys dat bogenoemde resultaat slegs vir 'n logaritmiese doelfunksie geld.

Raiffa en Schlaifer (1961) het eksplisiet in ag geneem dat inligtingsverkryging duur mag wees en dat die belangrike veranderlike die waarde van inligting na die inagneming van kostes is. Hulle het lineêre nut veronderstel ten einde die netto nut van inligting te bepaal. Die netto nut van inligting is gedefinieer om gelyk te wees aan die nut van die bruto inkomste wat verkry word met die inligting minus die vermindering in nut as gevolg van die koste om die inligting te verkry.

Lavalle (1968) het die waarde van inligting geformuleer gegewe dat dit duur is om te verkry en dat die besluitnemer se nutsfunksie nie-lineêr mag wees. Hy het bewys dat die netto waarde van inligting die verskil is tussen die minimum wat die besluitnemer sal aanvaar om die geleentheid te verbeur om 'n besluit sonder inligting te neem en die maksimum wat hy sal betaal om die reg terug te koop om die besluit te neem wanneer die inligting bekendgemaak is.

Inligting kan die vorm aanneem van 'n individuele voorspelling wat die vooraf waarskynlikheidsverdeling van die uitkoms verander of die inligting kan vervat wees in 'n voorspeller wat instaat is om 'n reeks voorspellings te genereer. Voorspellings en voorspellers kan enersyds volmaak wees sodat die ware uitkoms bekendgemaak kan word en andersyds onvolmaak wees in welke geval die uitkoms steeds onseker is nadat die inligting ingewin is.

Byerlee en Anderson (1982) het teoretiese maatstawwe voorsien om die waarde van elkeen van hierdie soorte inligting te bepaal. Hulle het die waarde van inligting gedefinieer as die maksimum wat die besluitnemer vir die inligting kan betaal en nog steeds beter daaraan toe is asof hy die inligting nie gehad het nie. Gebaseer op bogenoemde definisie is die waarde van 'n voorspelling k 'n hoeveelheid V_k wat die volgende vergelyking bevredig:

$$\int U(P(F,X)-V_k)g(F|k)dF - \int U(P(F,X_o^*))g(F|k)dF = 0 \qquad (17.3)$$

In 17.3 is die nut U 'n funksie van die wins P, opsigself 'n funksie van die kansveranderlike F en die keuse-veranderlike X. X_o^* is die vlak van die keuse-veranderlike wat die verwagte nut maksimeer met betrekking tot die vooraf waarskynlikheidsverdeling 0. Die waarskynlikheid om die kansveranderlike F waar te neem, gegewe 'n voorspelling k, word deur g(F|k) gegee. Die waarde van die inligting is 'n hoeveelheid V_k wat, wanneer afgetrek vanaf die winste verdien met die voorspelling, veroorsaak dat verwagte nut met inligting net gelyk is aan die verwagte nut sonder inligting. Hierdie stelling is onderworpe aan die beperking getoon in 17.4 dat die verwagte nut met inligting gemaksimeer moet word.

$$D\left(\int U(P(F,X) - V_k)g(F|k)dF\right)/DX = 0 \qquad (17.4)$$

Die waarde van 'n voorspeller, z, is 'n hoeveelheid V_z wat die vergelyking 17.5 bevredig.

$$\iint U(P(F,X) - V_z)g(F|k)f(k)dFdk - \iint U(P(F,X_o^*))g(F|k)f(k)dFdk = 0 \qquad (17.5)$$

Hier het U,P,F,X, g(F|k), en X_o^*, dieselfde definisies as in 17.3, en f(k) verwys na die waarskynlikheid dat die voorspeller die voorspelling k genereer. Die waarde van die voorspeller is die hoeveelheid V_z wat indien afgetrek van die wins verkry met inligting, veroorsaak dat die verwagte nut met inligting gelyk is aan die verwagte nut van wins verkry sonder inligting. Die beperking wat getoon word in 17.6 is sodanig dat die verwagte nut gemaksimeer word vir alle voorspellings k waarvoor f(k) > 0.

$$D\left(\int U(P(F,X) - V_z)g(F|k)dF\right)/\ DX = 0 \qquad (17.6)$$

Vergelykings 17.3 en 17.5 geld vir onvolmaakte voorspellings en voorspellers. Volgens Byerlee en Anderson (1982) is die waarde

van 'n volmaakte voorspelling 'n hoeveelheid V_{Ir} wat 17.7 bevredig.

$$U(P(F,X) - V_{Ir}) - U(P(F,X_o^*)) = 0 \qquad (17.7)$$

Hierdie vergelyking is onderworpe aan die beperking getoon in 17.8 dat die vlak van X, gekies met inligting, wins maksimeer.

$$DP(F,X)/DX = 0 \qquad (17.8)$$

Die waarde van 'n volmaakte voorspeller is die hoeveelheid V^F_x wat, wanneer afgetrek van winste verdien met die voorspeller, veroorsaak dat die verwagte nut met die voorspeller gelyk is aan die verwagte nut daarsonder. Hierdie stelling word in 17.9 geïllustreer.

$$\int U(P(F,X) - V^F_x)dF - \int U(P(F,X_o^*))dF = 0 \qquad (17.9)$$

Die beperking is sodanig dat vir elke moontlike F wins gemaksimeer word.

$$DP(F,X)/DX = 0 \qquad (17.10)$$

Hierdie resultate illustreer enkele belangrike punte wat relevant is vir die navorsing oor grondwater- en weerinligting. Tensy die nutsfunksie baie eenvoudig is, sal die waarde van inligting moeilik analities beraam kan word. Heel dikwels moet ander metodes soos simulasie gebruik word om ramings van die waarde van inligting te verskaf. Nog 'n feit is dat meer onsekerheid ingesluit is by die waarde van 'n voorspeller as by die waarde van 'n voorspelling, omdat die presiese voorspelling wat deur die voorspeller gegenereer word onbekend is. Dus word die besproeiingsboer deur twee bronne van onsekerheid gekonfronteer by die oorweging van die aankoop van 'n grondwater- of weerinligtingstelsel: onsekerheid omtrent die voorspelling wat gemaak word deur die stelsel en onsekerheid omtrent die ware waarde van die veranderlike gegewe die voorspelling. Laastens is die waarde van die inligting beraam met die aanname dat die

optimale besluit geneem is gegewe die beskikbare inligting. Met die optimale besluit word bedoel die besluit wat die verwagte nut maksimeer. Hierdie aanname is nodig anders sal die waarde van die inligting deels afhang van die keuse van 'n arbitrêre besluitnemingsreël, eerder as alleenlik net op die kwaliteit van die inligting.

Soos Byerlee en Anderson (1982) bewys het, gegewe hierdie twee tipes van onsekerheid, volg dit nie noodwendig dat inligting die veranderlikheid van die uitkoms van belang verminder nie. Volgens die definisie verminder inligting die riskantheid van die onmiddellike uitkoms. Die inligting is nietemin duur en die besluitnemer weet nie altyd op die tyd dat hy die inligting aankoop watter voorspelling die inligting sal oplewer nie. Hierdie toegevoegde onsekerheid mag swaarder weeg as die vermindering in onsekerheid as gevolg van die inligting. Die praktiese implikasies van bogenoemde feit het in 'n studie oor die waarde van reënvalinligting vir skaapboere uitgekom. Die veronderstelling was dat reënvalinligting waarde het omdat dit kan lei tot meer optimale voeropbergingsbesluite. Hulle het bevind dat alhoewel risiko-vermydende skaapboere meer waarde geheg het aan die inligting as die risiko-soekers, die waarde van die inligting effens verminder onder die meer risiko-vermydendes van die risiko-vermydende besluitnemers. Dit word toegeskryf aan die feit dat die aankoop van inligting die besluitnemer steeds kwesbaar laat ten opsigte van die twee tipes van onsekerheid hierbo genoem.

Die skrywers het 'n kwadratiese nutsfunksie aanvaar wat die resultate beperk tot besluitnemers met sodanige nutsfunksies. Bogenoemde aanname is gemaak om die koste-verdelings van voeropberging in terme van slegs hul gemiddeldes en variansies te vergelyk. Oor die algemeen hang die verwantskap tussen die waarde van inligting en risiko-vermyding af van hoe die inligting daardie elemente van die uitkomsverdeling beïnvloed wat die belangrikste is op daardie vlak van risiko-vermyding. Soos wat risiko-vermyding toeneem, word veranderings in die laer elemente van die uitkomsverdeling relatief belangriker. As inligting

relatief beter instaat is om lae inkomstes te verbeter eerder as hoër inkomstes, sal die inligting in waarde toeneem namate risiko-vermyding toeneem.

Onlangse literatuuroorsigte oor die waarde van inligting, het gefokus op baie ander aspekte wat hier slegs gemeld word. Hierdie aspekte sluit in:

(a) die impak van tyd op die optimale inligtingsverkryging (Grossman, Kihlstrom en Mirman, 1977);
(b) die effek van die beweging van firma-vlak na 'n algemene ewewigsvlakontleding op die relatiewe wenslikheid van inligting (Green, 1981; Hirschleifer, 1971);
(c) die gebruik van stogastiese dominansie om die wenslikheid van verhoogde inligtingsvlakke te evalueer (Kwon, 1979); en
(d) die verwantskap tussen uitkomswaarskynlikheidsverdelings en die waarde van inligting (Hess, 1982; Chan, 1981; Gould, 1974).

In die vorige gedeelte was die aandag gevestig op die teoretiese werk oor die waarde van inligting. Vervolgens sal die bespreking fokus op die empiriese studies wat gemik was op die evaluering van inligting in verskillende verbande deur van verskillende benaderings gebruik te maak.

17.2.1.2 Empiriese studies oor die waarde van inligting

Eisgruber (1978) het drie benaderings vir die meting van die waarde van inligting gelys: besluitnemingsteorie, netto sosiale voordeeltegnieke en 'n rangorde-metode. Volgens Eisgruber konsentreer die tegnieke in die besluitnemingsteorie op alternatiewe aksies, natuurtoestande, "payoffs" geassosieer met elke kombinasie van aksies en natuurtoestandwaarskynlikhede vir die voorkoms van elke natuurtoestand en 'n nutsfunksie wat besluitnemers se voorkeure vir "payoffs" wys. Studies wat gebruik gemaak het van al die elemente van die besluitnemingsteoretiese benaderings is min, waarskynlik as gevolg van die problematiek om

besluitnemers se nutsfunksies te ontplooi en om "a posteriori" waarskynlikhede te bereken gebaseer op inligting wat ontvang is.

Baquet, Halter en Conklin (1976) het die besluitnemingsteoretiese benadering streng gevolg in die raming van die waarde van rypvoorspelling vir peerprodusente in Oregon. Hy het nutsfunksies vir agt peerprodusente ontplooi en die kontant ekwivalente beraam wat die produsente in net so 'n goeie posisie sal laat as met geen voorspellingsinligting nie. Die gemiddelde waarde van perfekte rypvoorspellings gegewe dat die produsent historiese weerinligting het, was $5.39 per akker per dag wanneer nutmaksimering aanvaar is en $4.73 per akker per dag indien winsmaksimering aanvaar is.

Lave (1963) het gebruik gemaak van Bayesiaanse analise om die waarde van beter weervoorspellings vir die rosyntjiebedryf te bereken. Die veronderstelling was dat nut lineêr tot inkomste was. Hy het gekyk na die waarde van perfekte inligting wanneer die finale prys onveranderd gebly het en wanneer pryse toegelaat was om te varieer as gevolg van verhoogde aanbod. Deur pryse onveranderd te hou, is aan die lig gebring dat inligting se waarde ongeveer $ 80 per akker was. Die waarde van inligting per akker rosyne was egter negatief wanneer pryse toegelaat was om te varieer as gevolg van 'n onelastiese finale vraag en die aanbod-verhogende effek van inligting.

Thompson en Brier (1955) het monetêre maatstawwe van besparing ontwikkel met betrekking tot weervoorspellings vir 'n besigheid wat 'n verlies maak as hy nie slaag om sy besigheid teen slegte weer te beskerm nie maar 'n veranderlike koste per dag vir beskerming moet betaal.

Leuthold (1971) het inligtingsteorie soos ontwikkel deur Shannon (1948) gekombineer met Bayesiaanse analise om vir Omaha varkkopers die waarde te bepaal van inligting vanaf Indianapolis markte wat vroeër die dag oopgemaak het. Inligtingsteorie is gebruik om die hoeveelheid inligting te kwantifiseer wat deur die kennis van die Indianapolis prys opgelewer is. Bayesiaanse

analise is gebruik om die "a posteriori" Omaha varkpryswaarskynlikheidsverdelings te bereken gegewe die kennis van die Indianapolis prys. Hy het bevind dat 'n Omaha koper gewillig behoort te wees om tot 2.33 sent per honderd pond vir varke te betaal wat aangekoop is uit die inligting vanaf die Indianapolis mark.

Maddock (1973) het 'n boerderybestuursmodel gekonstrueer vir gebruik in die bepaling van die waarde van addisionele data. 'n Wiskundige programmeringsmodel is gekonstrueer om die verwagte inkomste vir 'n groenteboerdery onder besproeiing in die dorre suidwestelike VSA te maksimeer. Die vraag wat Maddock gevra het, was hoeveel steekproefinligting ingesamel moes word oor die parameterwaardes wat die model se uitkomste beïnvloed. Die parameters wat ondersoek is, was gewaspryse, pompkostes, gewaswaterverbruik, rentekoerse en koëffisiënte oor die waterhouvermoë van gronde en die beweging van grondwater. Maddock het 'n afleiding gemaak oor 'n verliesfunksie wat gebruik is om die verlies in die verwagte inkomste te raam as 'n resultaat van foute in die parameterskattings. Hierdie funksie tesame met ramings van die verdelings van parameterskattings is gebruik om die waarde van die insameling van addisionele data oor elkeen van die agt parameters te raam. Hy het gevind dat die verwagte winste hoogs sensitief was vir inligting omtrent gewaspryse en pompkoste en relatief onsensitief vir inligting oor grondwaterbeweging, waterhouvermoë van gronde en rentekoerse.

Tice en Clouser (1980) het 'n diskrete stogastiese programmeringsmodel opgestel om die waarde van weerinligting vir mielieprodusente te evalueer. Hulle het vasgestel dat boere winste kan verhoog deur produksiebesluite te baseer op huidige weerinligting en die waarskynlikheid van toekomstige weergebeure.

Debertin, Rades en Harrison (1976) het 'n boerderybestuursbesluitnemingsspel op boere en Debertin, Harrison, Rades en Bohl (1975) op studente toegepas om die verhoging in netto winste te ontleed wanneer die persone navorsingsinligting oor mielieverbouingspraktyke ontvang sowel as terugvoering oor die resultate

van hul vorige besluite. Betekenisvolle "payoffs" op inligting is vir beide boere en studente gerapporteer.

Davis en Dvoranchik (1971) het gebruik gemaak van Bayesiaanse analisie om die waarde van inligting in die minimisering van die veranderlike koste by 'n brugkonstruksie te bereken. Die veranderlike koste was 'n funksie van pilaardiepte en die moontlike skade aan die brug as gevolg van hoogwater. Hulle het gevind dat die koste minimiseringsdiepte van die brug verminder het namate meer jare se data ingesamel kon word.

'n Ander area waar inligting 'n groot impak kan hê, is plaagbestuur. Feder (1979) het 'n model van plaagbestuur gekonstrueer om te demonstreer hoe markte vir plaaginligting ontstaan. Konsultante kan inligting verskaf wat onsekerheid omtrent plaagbesmetting, koers van skadeberokkening en doeltreffendheid van plaagbeheermiddels verminder. As aanvaar word dat boere verwagte nut maksimeer en risiko-vermydend is, sal hulle bereid wees om te betaal om hierdie onsekerheid te verminder.

Die tweede metode van inligting-evaluering wat deur Eisgruber beskryf is, is die netto sosiale voordeel benadering. Daar word veronderstel dat inligting sal lei tot verskuiwings in die aanbod- of vraagkrommes. Dus word netto sosiale voordele vanaf inligting gemeet as die netto vermeerdering in verbruiker- en produsentsurplus na die verskuiwing. Hayami en Peterson (1972) het hierdie benadering gebruik in hul evaluering van die voordele van openbare inligtingsdienste. Hulle het gefokus op die voordele van verhoogde noukeurigheid in die voorspelling van boerderykommoditeite in die VSA. Hulle het 'n twee-periode model geformuleer waarin aanvaar word dat voorspellingsfoute in die eerste periode kan lei tot nie-optimale graanvoorraadopbergingbesluite en lewendehaweproduksie-besluite. Sulke besluite is nie-optimaal as hulle lei tot mark opruimingspryse wat nie gelyk is in die twee periodes nie, omdat die som van die verbruiker- en produsentsurplus dan nie gemaksimeer is nie. Hayami en Peterson (1972) het die model gebruik om empiriese resultate te ontwikkel

wat wys dat verbeterde steekproefneming ten opsigte van boerderykommoditeite groot voordele inhou.

Bradford en Kelejian (1977) het die Hayami-Peterson studie gekritiseer omdat die skrywers die aanname maak dat steekproeffoute die enigste bron van voorspellingsfoute is. Bradford en Kelejian (1977) het 'n meer gesofistikeerde model van koringproduksie en -verbruik ontwikkel waarin graansuierbestuurders reageer op een van twee maniere op gewasvoorspelling:

(a) Daar word eenvoudig aanvaar dat die voorspelling gelyk sal wees aan die gewasproduksie, en

(b) soos Bayesiaanse besluitnemers in welke geval die gewasvoorspelling gekombineer is met vooraf waarskynlikhede om "a posteriori" waarskynlikhede van die gewasproduksiepeile te ontwikkel. Hulle het bevind dat die omvang van die waarde van die inligting en die manier waarop dit versprei word (tussen produsente, verbruikers, graansuier diensverskaffers en voorraadhouers) sal afhang van watter aanname gemaak is van hoe die inligting gebruik is. Hulle het voorgestel dat as die (naïewe) aanname gemaak is naamlik dat die voorspelling die gewasproduksie ewenaar dan sal die inligting oorbeklemtoon word.

Ryan en Perrin (1974) het gebruik gemaak van die netto sosiale voordeel benadering om die waarde van die skatting van kunsmisproduksiefunksies vir aartappels in Peru te beraam en ook die waarde van grondtoetse te bepaal. Hulle het beraam dat verbruikersurplusse jaarliks tot ongeveer $ 53 miljoen verhoog kan word deur die skatting van kunsmisproduksiefunksies en die gebruikmaking van grondtoetse.

Die derde metode vir die bepaling van die waarde van inligting is rangordeskikking. Eisgruber (1978) het verklaar dat die rangordemetode die evaluering en rangordeskikking van verskeie inligtingstelsels behels dienooreenkomstig voorafopgestelde kriteria deur deskundiges soos wetenskaplikes en beleidmakers.

17.2.1.3 Samevattende gevolgtrekkings

Die volgende gevolgtrekkings kan uit die literatuurstudie oor inligtingswaardasie gemaak word:

(a) Inligting vervul 'n basiese rol in die struktuur van die ekonomie. Die sukses van besighede is grootliks te danke aan die doeltreffendheid waarmee ondernemers die marginale produktiwiteit van insette kan waarneem en die insette dan dienooreenkomstig vergoed. Heelwat waargenome "ondoeltreffende" hulpbrongebruik kan verklaar word deur die gebrek aan inligting en die feit dat inligting duur is.

(b) Navorsers (Byerlee en Anderson, 1982; Lavalle, 1968) het verwagte nutsteorie gebruik om 'n algemene teoretiese definisie vir die waarde van inligting vir besluitnemers te formuleer. Die waarde van inligting word gedefinieer as die maksimum wat 'n besluitnemer sal betaal vir die reg om die besluit te neem na bekendmaking van die inligting minus die minimum wat hy sou aanvaar om die reg te verbeur om 'n besluit sonder die inligting te neem.

(c) Inligting wat deur 'n besluitnemer gebruik word, moet beskou word as 'n stelsel bestaande uit kommunikasie en besluitneming (Marschak, 1968). Die evaluering van die voordele van 'n beter inligtingsondersoek vereis die aanname dat optimale besluite gebaseer word op die resultate van die ondersoek. Indien die uitgevoerde besluite nie geoptimiseer is nie, sal die waarde van beter kennis verwring wees.

(d) Die meeste van die empiriese navorsing oor inligting en individuele besluitneming het nie ten volle gebruik gemaak van die algemene teoretiese definisie oor die waarde van inligting nie. Die meeste studies het eerder die vereenvoudigde aanname gemaak van lineêre nutsfunksies (winsmaksimering). Slegs 'n paar studies (Byerlee en Anderson, 1982; Baquet *et al.*, 1976) het nie-lineêre nutsfunksies ingesluit. Die inagneming van die effek van inligting op ander kenmerke van die netto inkomste-verdeling naas die verwagte inkomste sal waardevol wees.

(e) Bestuurders het te kampe met die probleem om te besluit hoeveel en watter soort inligting gekoop moet word. Die aankoop van inligting opsigself mag risiko verhoog as gevolg van die onsekerheid omtrent die voorspelling wat uit die inligting sal voortvloei. Dus hoef dit nie noodwendig waar te wees dat groter risiko-vermyding sal lei tot groter aankope van inligting nie.

17.2.1.4 Implikasies van vorige navorsing vir hierdie studie

Die literatuur oor die ekonomie van besproeiingskedulering en inligtingsekonomie verskaf riglyne vir die bepaling van die waarde van grondwater- en weerinligting vir besproeiingsboere. Die volgende faktore is in besonder toepaslik:

(a) Baie studies het bevind dat die skedulering van besproeiing 'n effek het op fisiese parameters soos opbrengs en grondwaterperkolasie sowel as ekonomiese faktore soos die verwagte inkomstepeil en veranderlikheid van netto inkomstes. Oor die algemeen word die verwantskap gekonseptualiseer as beginnende by die effek van weergebeure op die plantbeskikbare grondwaterstatus tot die effek van grondwaterstatus op gewasgroei en opbrengs. Hierdie verwantskap het die volgende vraag laat ontstaan: "Tot watter mate kan beter kennis van toekomstige weergebeure met sy effek op grondwaterpeile en beter kennis van die huidige grondwaterpeile met sy effek op gewasgroei lei tot beter besproeiingskedulering en 'n meer wenslike netto inkomsteverdeling vir die produsent?"

(b) Verskeie metodes is beskikbaar vir die beraming van die waarde van inligting vir produsente en verbruikers. Die metode wat gekies word, moet by die probleem pas wat ontleed word. Die besluitnemingsteoretiese benadering blyk die beste te wees vir hierdie studie omdat die primêre fokus die waarde van inligting is met die oog daarop om produsente te help om hulle hulpbronne beter te benut. 'n Raming van die waarde van inligting moet dus afgelei word uit die vermoë van inligting om die verwagte nut van die besluitnemer te

verhoog. Nut kan 'n nie-lineêre funksie van netto inkomste wees; daarom, wanneer inkomsteverdelings voortspruitend uit verskillende inligtingscenarios vergelyk word, moet al die eienskappe van elke verdeling in ag geneem word. Aangesien al die momente van die netto inkomste-verdeling vergelyk word, is dit belangrik dat die ontledingsvlak verteenwoordigend moet wees van die boere waarop die resultate van toepassing gemaak sal word.

(c) Inligting moet as 'n stelsel beskou word (Marschak, 1968). Twee sleutelkomponente van 'n inligtingstelsel vir verbeterde besproeiingsskedulering is die ondersoekresultate oor grondwater of weersomgewing en besluite oor wanneer en hoeveel water om toe te dien gebaseer op hierdie resultate. Verskillende vlakke van inligting behoort vergelyk te word met die uitgangspunt dat optimale besproeiingsbesluite geneem word, dit wil sê daardie besluite wat die waarde van grondwater- of weerinligting maksimeer.

(d) Die prosedure vir die kwantifisering van die waarde van inligting is gebaseer op stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie. 'n Model word dus benodig om 'n besluitnemer se voorkeure te meet.

17.2.2 'n Beskrywing van King se model vir die implementering van die intervalbenadering tot die meting van 'n besluitnemer se voorkeure

Besproeiingskeduleringsveranderinge asook voorligtingkundige programme kan meer doeltreffend en gevoelig ten opsigte van die behoeftes van hul primêre kliëntegroepe raak indien besproeiingsboere se risiko-gevoeligheid empiries akkuraat gemeet kan word. Minstens drie metodes kan gebruik word om die risiko-voorkeure van boere empiries te meet. Hierdie metodes gebruik eerstens responsie op hipotetiese keuses; tweedens eksperimentele keuses; en derdens werklike ekonomiese besluite (Eidman, 1990). 'n Vierde metode, bekend as die intervalbenadering is 'n relatief nuwe metode wat deur King (1979) ontwikkel is en die meeste probleme van die ander metodes uitskakel.

Die implementering van die intervalbenadering tot die meting van 'n besluitnemer se voorkeure bestaan uit vier stappe. Die eerste stap is die spesifisering van 'n metingskaal. Daarna moet steekproefverdelings gegenereer word en grensintervalle vir elke verdelingspaar geïdentifiseer word. Derdens moet 'n vraelys saamgestel en geadministreer word. Die laaste stap is om die intervalvoorkeurmetings te gebruik om alternatiewe keuses te rangskik. Die beskrywing van die intervalmetode is gebaseer op King en Robison (1981) se verslag.

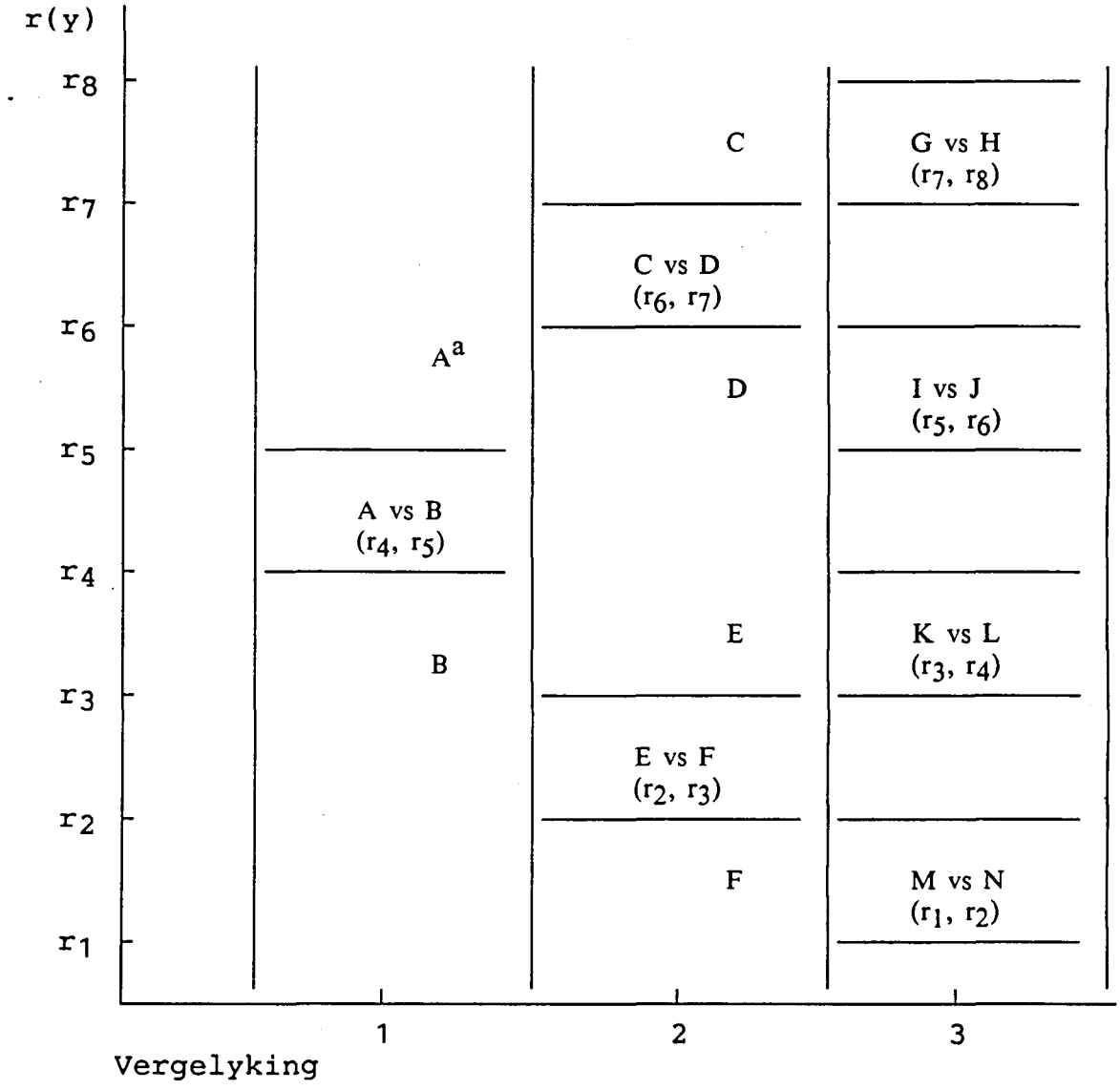
17.2.2.1 Spesifikasie van 'n metingskaal

Die vertrekpunt by die implementering van die intervalbenadering is om 'n metingskaal te spesifiseer bestaande uit 'n stel verwysingsvlakke van absolute risiko-vermyding wat as grondslag vir voorkeurmetings by besluitnemers dien. Aangesien die metingskaal die mate van presisie bepaal waarmee voorkeurmetings gemaak word, moet die spesifikasie noukeurig uitgevoer word. Die volgende twee fundamentele vrae moet beantwoord word : Eerstens hoeveel verwysingsvlakke moet in die metingskaal ingesluit word? Tweedens waar behoort hierdie verwysingsvlakke op die skaal geplaas te word?

Die aantal verwysingsvlakke op die metingskaal hang tot 'n groot mate af van die aantal keuses wat die besluitnemer gevra gaan word om tussen verdelings te maak by die meting van absolute risiko-vermyding om en by 'n bepaalde uitkomsvlak. 'n Direkte verwantskap bestaan tussen die getal vrae en die minimum getal verwysingsvlakke op die metingskaal.

Indien die besluitnemer byvoorbeeld slegs een keuse moet uitoefen, moet slegs een grensinterval gespesifiseer word en slegs twee verwysingsvlakke word benodig om daardie interval te definieer. Indien 'n tweede keuse vereis word, moet twee addisionele grensintervalle gespesifiseer word omdat die interval vir die tweede vraag bepaal word deur die besluitnemer se responsie op die eerste vraag. Vier verwysingsvlakke word benodig om drie grensintervalle in hierdie geval te definieer. Op soortgelyke

wyse, soos geïllustreer in Figuur 17.1, word sewe grensintervalle gedefinieer deur agt verwysingsvlakke om 'n reeks van drie vrae op te stel. Indien N keuses gemaak moet word in die meting van absolute risiko-vermyding om en by 'n bepaalde uitkomsvlak, behoort die skaal ten minste uit 2^N verwysingsvlakke te bestaan.



Figuur 17.1 'n Keusehiërargie vir 'n intervalvoorkeurmeting gebaseer op drie vergelykings (vrae)

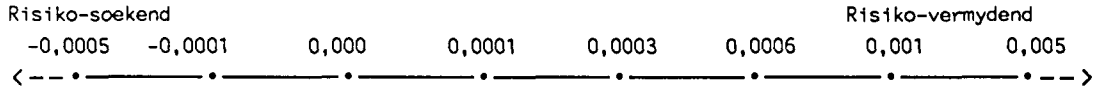
a Die letters verwys na die waarskynlikheidsverdelings waartussen die besluitnemer moet kies

Na die bepaling van die aantal verwysingsvlakke wat gespesifiseer moet word, moet hierdie vlakke in risiko-vermydingsruimte gelokaliseer word. Die verwysingsvlakke op die metingskaal hoef nie met reëlmatige intervalle geplaas te word nie. In baie

gevalle is dit verkieslik om op verwysingsvlakke te konsentreer op daardie gebied van risiko-vermydingsruimte waar die besluitnemer se werklike vlak na verwagting sal lê of in daardie gebied waar relatief klein veranderinge in absolute risiko-vermyding die grootste impak op voorkeurordening sal hê.

Die meeste detail op die metingskaal moet gekonsentreer word in die risiko-vermydingsinterval tussen -0,0001 en 0,0010. Werklike metings by 'n verskeidenheid besluitnemers het meestal binne hierdie interval gelê en verder het toetse op verskeie empiriese besluitnemingsprobleme aangedui dat keuses sterk beïnvloed word deur veranderinge in absolute risiko-vermyding binne hierdie interval.

'n Voorgestelde stel van agt verwysingsvlakke word in Figuur 17.2 gegee. Hierdie verwysingsvlakke definieer sewe grensintervalle waarop keuses in 'n drie-vraag volgreeks gefokus kan word. So kan 'n metingskaal vir 'n vier-vraag volgreeks opgestel word deur 'n stel van 16 verwysingsvlakke en vyftien grensintervalle te gebruik.



Figuur 17.2 Risiko-metingskaal met agt absolute risiko-vermydingsvlakke vir die generering van ewekansige verdelings met behulp van die intervalprogram

17.2.2.2 Ontwikkeling van steekproefverdelings en identifikasie van grensintervalle

Na die spesifikasie van 'n metingskaal moet steekproefwaarskynlikheidsverdelings gegenereer word wat as basis vir die keuses moet dien met die oog op die ontplooiing van die besluitnemer se voorkeure. Verder moet grensintervalle vir soveel as moontlik verdelings geïdentifiseer word. Hierdie take word rekenaarmatig

met behulp van King van die Universiteit van Minnesota se program in Turbo Pascal op 'n persoonlike rekenaar uitgevoer.

Steekproefverdelings word op 'n ewekansige wyse saamgestel deur die ontwikkeling van 'n paar honderd variante vanaf 'n verdeling wat deur die gebruiker gespesifiseer word en deur hierdie variante in versamelings van NE waarnemings elk te groepeer. Elkeen van die versameling waarnemings word as 'n verdeling van uitkomste beskou. Elkeen van die NE elemente in die versameling het 'n gelyke kans om voor te kom. Hierdie verdelings moet oor 'n relatief nou band van uitkomsvlakke gedefinieer word omdat aangeneem word dat die besluitnemer se vlak van absolute risiko-vermyding konstant oor daardie gebied is. Ervaring het geleer dat 'n gebied van 5 tot 10 persent van die grootte van die totale gebied van uitkomsvlakke waaroor voorkeure gemeet gaan word voldoende is.

Daar moet verkieslik ses elemente in elke verdeling ingesluit word, dit wil sê NE moet gelyk aan ses wees. Meer komplekse verdelings kan die keuses vir die besluitnemer uitermate bemoeilik terwyl verdelings met minder elemente die keuses nie interessant genoeg mag maak nie. Die gebruik van ses-element-verdelings vergemaklik ook die verduideliking van die keuse situasie aan die besluitnemer omdat die waarskynlikheid dat enige element kan voorkom direk vergelyk kan word met die kans om 'n bepaalde getal met een gooi van 'n dobbelsteen te verkry. Daar is egter geen rede waarom verdelings met meer of minder elemente nie gebruik kan word nie.

Na die ontwikkeling van steekproefverdelings moet die grensintervalle van elke verdelingspaar geïdentifiseer word. Die grensinterval vir twee verdelings, (l_1, l_2), is 'n interval in risiko-vermydingsruimte sodanig dat besluitnemers wie se absolute risiko-vermydingsfunksies onder l_1 lê eenparig 'n bepaalde verdeling verkies. Besluitnemers wie se risiko-vermydingsfunksies bo l_2 lê, verkies eenparig die ander verdeling.

'n Grensinterval is nie uniek nie. Byvoorbeeld indien (l_1, l_2) 'n grensinterval vir twee verdelings is en indien $l_3 < l_1$ en $l_4 > l_2$, dan is (l_3, l_4) ook 'n grensinterval vir hierdie twee verdelings. By die meting van voorkeure is dit egter verkieslik dat die grensintervalle so smal as moontlik gespesifiseer word.

Die absolute risiko-vermydingsverwysingsvlakke wat die metingskaal definieer, vorm die stel potensiële eindpunte vir grensintervalle. Indien 'n metingskaal uit vier verwysingsvlakke bestaan (byvoorbeeld -0,0010; 0, 0,0005 en 0,0010) kan 'n totaal van ses grensintervalle saamgestel word: (-0,0010;0), (0; 0,0005), (0,0005; 0,0010), (-0,0010; 0,0005), (0; 0,0010) en (-0,0010; 0,0010). Aangesien relatief smal grensintervalle gesoek word, is slegs die eerste drie intervalle van belang.

Vir enige paar steekproefverdelings is dit nodig om te bepaal watter, indien enige, van hierdie drie intervalle 'n grensinterval vorm. Gegewe die definisie van 'n grensinterval, vereis dit die identifikasie van die hoogste verwysingsvlak, l_1, sodanig dat alle besluitnemers wat minder risiko-vermydend as l_1 is hierdie bepaalde verdeling sal verkies en die laagste verwysingsvlak l_2, sodanig dat alle besluitnemers wat meer risiko-vermydend as l_2 is die tweede verdeling verkies.

Gegewe 'n stel absolute risiko-vermydingsintervalvlakke, gebruik die program Meyer se teorema om die smalste grensinterval vir elke steekproefverdelingspaar te ontwikkel. Die onderste grenslyn van die absolute risiko-vermydingsvlak van elke grensinterval word bepaal deur die toepassing van die volgende kriterium om verdelings vir besluitnemersklasse te rangskik wie se absolute risiko-vermydingsfunksies net van bo begrens word : kumulatiewe verdelingsfunksie G(y) word eenparig verkies bo kumulatiewe verdelingsfunksie F(y) deur alle besluitnemers minder risiko-vermydend as k(y) indien en slegs indien:

$$\int_y^{\infty}[G(x) - F(x)]dk(x) \leq 0 \qquad (17.11)$$

Hierteenoor word die onderste grenslyn van die absolute risiko-vermydingsvlak van elke grensinterval bepaal deur die toepassing van die volgende kriterium om verdelings vir besluitnemersklasse te rangskik wie se absolute risiko-vermydingsfunksies net van onder begrens word: kumulatiewe verdelingsfunksie F(y) word verkies bo kumulatiewe verdelingsfunksie G(y) deur alle besluitnemers wat meer risiko-vermydend as k(y) is indien en slegs indien:

$$\int_{-\infty}^{\infty} [G(x) - F(x)]dk(x) \geq 0 \qquad (17.12)$$

By die bepaling van die grensinterval vir 'n bepaalde verdelingspaar word elke interval op die metingskaal deur die intervalprogram getoets totdat 'n interval geïdentifiseer word wat deur twee aangrensende verwysingsvlakke gedefinieer word. Gegewe die verwysingsvlakke -0,0010; 0; 0,0005 en 0,0010 en byvoorbeeld twee steekproefverdelings word die interval (-0,0010; 0) eerste beskou.

Indien daar 'n eenparige voorkeur vir een verdeling is by absolute risiko-vermydingsvlakke onder -0,0010 en eenparige voorkeure vir die ander verdeling by absolute risiko-vermydingsvlakke bo 0 is, is (-0,0010;0) 'n grensinterval. Indien nie aan hierdie kriterium voldoen kan word nie moet die interval (0; 0,0005) op 'n soortgelyke wyse geëvalueer word. Die intervalprogram bestyg die metingskaal op hierdie manier totdat 'n grensinterval geïdentifiseer is of totdat alle moontlike grensintervalle ondersoek is.

Die gebruiker van die intervalprogram moet 'n paar parameterwaardes spesifiseer. Die parameters ND, NE en IROUND verwys na die ontwikkeling van steekproefverdelings. ND is die getal steekproefverdelings wat ontwikkel moet word en NE is die getal waarnemings in elke verdeling. Die aanbevole waardes vir ND en NE is 40 en 6 onderskeidelik. Die maksimum waardes vir hierdie parameters is 50 en 10. Die ontwikkeling van 40 steekproefverdelings behoort feitlik te verseker dat ten minste een

verdelingspaar sy grensinterval by enige gespesifiseerde vlak sal hê.

Die gebruik van ses elemente in die verdelings word geregverdig deur die gemak waarmee verduidelik kan word wat die kans vir elke element is om voor te kom en omdat ses elemente genoeg is om voldoende kompleksiteit vir elke verdeling toe te laat. Die gemiddeld en standaardafwyking van die onderliggende normaalverdeling vanwaar die steekproefelemente vir elke verdeling getrek word, word in die program bereken.

In die praktyk word die gemiddeld gewoonlik aan 0,0 gelyk gestel wat impliseer dat die verwagte waarde van die gemiddeld van elke steekproefverdeling ook 0,0 is. Hierdie verwagte waarde kan na enige peil, $y^{\sim}$, verskuif word deur slegs $y^{\sim}$ by elke element in die verdeling by te tel. Dit kan bewys word dat hierdie verskuiwing nie die lokalisasie van grensintervalle beïnvloed nie.

Die toepaslike waarde van die standaardafwyking hang af van die kenmerke van die besluitnemingsituasie wat ondersoek word. Indien die standaardafwyking 'n te hoë waarde gegee word, sal die verspreiding van die steekproefverdelings te groot wees en die aanname van konstante absolute risiko-vermyding oor die gebied van uitkomsvlakke waarop hulle gedefinieer is, sal moeilik geregverdig kan word. Indien die standaardafwyking 'n te lae waarde kry aan die ander kant, sal die verdelings so hoog gekonsentreer wees op 'n enkele uikomsvlak dat dit moeilik sal wees om keuses tussen verdelings te maak.

Gewoonlik word 'n waarde van tussen 1 en 5 persent van die totale gebied van uitkomsvlakke aan die standaardafwyking toegeken. 'n Standaardafwyking van 5 persent word in die program gebruik. Laastens word die uitkomsvlakke in elke steekproefverdeling tot die naaste 10, 50 of 100 eenhede afgerond deur IROUND 'n bepaalde waarde te gee. Indien IROUND gelyk aan 50 gestel word, die aanbevole waarde, word alle uitkomsvlakke tot die naaste 50 eenhede afgerond.

Die gebruiker moet ook 'n waarde vir NG spesifiseer wat die aantal verwysingsvlakke op die absolute risiko-vermydingskaal is. NG se maksimum waarde is 64, die aantal verwysingsvlakke wat benodig word vir die spesifikasie van 'n ses-vraag volgreeks.

In die volgende seksie word die formulering van die vraelys voortspruitend uit die inligting wat gebruik word om intervalvoorkeurmetings op te stel, beskryf.

17.2.2.3 Formulering en administrasie van die vraelys

Nadat steekproefverdelings gegenereer en grensintervalle geïdentifiseer is, moet die reeks keuses tussen verdelings geformuleer word wat die benodigde inligting verskaf om 'n intervalvoorkeurmeting om en by 'n gegewe uitkomsvlak op te stel. Soos in die vorige seksie aangetoon, neem die reeks vrae die vorm van 'n geprogrammeerde leerwyse aan want dit rig die besluitnemer deur 'n hiërargie van vergelykings wat sodanig ontwerp is om deurlopend die presisie van intervalmeting te verhoog.

In die meeste toepassings moet verkieslik direkte intervalmetings om en by 'n paar inkomstevlakke binne die totale bestek van die prestasiemaatstaf gemaak word. Met hierdie benadering kan veranderinge voorgestel word in die besluitnemer se risiko-vermydingsvlakke wat na verwagting gepaard sou gaan met veranderinge in die vlakke van die prestasiemaatstaf. Die vermeerdering van die aantal uitkomsvlakke waarvoor direkte intervalmetings gemaak word, verhoog die akkuraatheid van die absolute risiko-vermydingsmaatstawwe. Daar moet egter gewaak word dat die uitkomsvlakke nie oorvleuel nie en dat die uitkomsvlakke nie te veel vir die respondente is om te hanteer nie. Gewoonlik lewer direkte metings in die omgewing van drie tot vier uitkomsvlakke 'n voldoende basis vir die opstelling van 'n absolute risiko-vermydingsfunksie oor selfs 'n breë gebied van uitkomste.

Daar is geen beperkings op die absolute risiko-vermydingsfunksie nie. Verder bevat die metingsinterval positiewe sowel as negatiewe waardes by beide laer en hoër uitkomsvlakke. Wanneer

absolute risiko-vermydingsfunksies afgelei word van empiries bepaalde nutsfunksies word hulle vorm dikwels erg beperk deur die funksionele vorm wat gebruik is om die nutsfunksie te beraam.

Laastens moet 'n paar opmerkings gemaak word oor die administrasie van die vraelys wat gebruik word om die intervalvoorkeurmetings te maak.

Wanneer inligting oor 'n besluitnemer se voorkeure bepaal word, moet die uitkomsmaatstaf duidelik gedefinieer word en deur die respondent erken word as die primêre prestasie-indikator wat in ag geneem word wanneer hy 'n werklike besluit neem. Die respondent moet ook 'n goeie begrip vir die tweërlei oogmerke van die vraelys hê. Die primêre oogmerk is om 'n akkurate uitbeelding te verkry van die respondent se houdings jeens onsekere keuses ten einde 'n groot aantal alternatiewes na 'n relatief klein getal te verminder wat op hul beurt verder oorweeg kan word. 'n Tweede oogmerk van die vraelys is om 'n gestruktureerde situasie te voorsien waarin die besluitnemer meer bewus kan word van sy houdings jeens risiko en die implikasies daarvan.

Uit bogenoemde oogmerke is dit duidelik dat voorkeurmetings in verband met 'n werklike besluitnemingsontleding gebring moet word. Namate die verband tussen die hipotetiese keuses in die vraelys en die werklike keuses wat die besluitnemer in die gesig staar, sterker word hoe beter word die kwaliteit van die voorkeurmetings wat verkry word. Dit impliseer dat voorkeurmetings nie noodwendig as 'n eenmalige aktiwiteit beskou moet word nie. Besluitnemers se voorkeure moet gemeet word wanneer die belangrikheid van die besluit dit vereis en die metingsproses moet by die situasie aanpas. Die intervalbenadering tot die meting van voorkeure maak so 'n benadering uitvoerbaar want die generering van steekproefverdelings en identifikasie van grensintervalle met behulp van 'n rekenaar maak die opstelling van risiko-houdingsvraelyste relatief vinnig en goedkoop.

Die administrasie van die vraelys wat gebruik word om die inligting te ontplooi vir intervalvoorkeurmetings is eenvoudig en

vereis 'n minimum hoeveelheid toesighouding. Die voltooiing van 'n vraelys bestaande uit 'n drie-vraag volgreeks van vergelykings by vier uitkomsvlakke duur naastenby 20 minute. Ervaring uit ander studies leer dat besluitnemers hierdie voorkeurontplooiingsprosedure interessanter vind en 'n beter hulpmiddel vir leer aangaande hul eie risiko-houdings beskou as die onderhoudsprosedure om 'n enkel-waarde nutsfunksie te ontplooi.

17.2.2.4 Die gebruik van intervalvoorkeurmetings om keuses te rangskik

Die laaste stap by die implementering van die intervalbenadering is om die intervalvoorkeurmetings in kombinasie met die evaluerende kriterium van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie te gebruik om die keuses wat die besluitnemer oorweeg, te rangskik. Die rekenaarprogram wat gebruik word om bogenoemde kriterium te implementeer, is SDRF wat ook deur prof. King ontwikkel is. Die SDRF-program transformeer die inligting wat met behulp van die vraelys in die vorige seksie ontplooi is in die vorm wat benodig word vir die toepassing van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie en gebruik daarna die inligting om tot 40 gespesifiseerde verdelings te rangskik.

Die analitiese ontwikkeling van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie hang slegs af van absolute risiko-vermydingsfunksies. Die optimale beheerreël wat die basis is vir die rangskikking van verdelings met behulp van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie vereis dat nutfunksies opgestel word met absolute risiko-vermydingsfunksies wat ooreenstem met onderste en boonste grense $r_1(y)$ en $r_2(y)$. Dus moet die absolute risiko-vermydingsfunksies wat deur middel van die intervalvoorkeurmetingsprosedure ontplooi is in nutfunksies getransformeer word.

Die skakeling tussen absolute risiko-vermydingsfunksies en nutsfunksies is eenvoudig maar analititiese verwantskappe tussen die twee funksies kan slegs in sekere spesiale gevalle

gevind word. (So het Pratt (1964) bemerk $u = \int e^{-\int r}$ waar u die nutsfunksie is en r 'n absolute risiko-vermydingsfunksie. Die twee konstantes van integrasie is arbitrêr en in ooreenstemming met die arbitrêre skaal en oorsprong van die nutsfunksie). Aangesien geen spesifieke funksionele vorm gespesifiseer word vir die boonste en onderste absolute risiko-vermydingsfunksies wat met behulp van die intervalbenadering opgestel word nie is dit baie moeilik en selfs onmoontlik om op 'n analitiese wyse die gepaardgaande nutsfunksies te bepaal.

Bogenoemde probleem is op die volgende wyse in die SDRF program opgelos. Gegewe die definisie van die absolute risiko-vermydingsfunksie,

$$r(y) = -u''(y)/u'(y) \qquad (17.13)$$

kan die volgende stel differensiële vergelykings afgelei word wat waardes van u(y) and u'(y) in verband bring met absolute risiko-vermydingspeile:

$$\frac{d}{dy}\begin{bmatrix} u'(y) \\ u(y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -r(y) & o \\ 1 & o \end{bmatrix}\begin{bmatrix} u'(y) \\ u(y) \end{bmatrix} \qquad (17.14)$$

Wanneer die oorspronklike waardes van u(y) en u'(y) eers gespesifiseer is, kan rekursiewe numeriese integrasietegnieke gebruik word om die waardes te vind van die nutsfunksies wat geassosieer word met die onderste en boonste grens risiko-vermydingsfunksies op vaste intervalle oor 'n gespesifiseerde gebied van uitkomsvlakke.* Die waardes wat gevind is, definieer die twee nutsfunksies omdat die ontbrekende waardes deur reglynige interpolasie bereken kan word. So 'n benaderde voorstelling van 'n funksie word 'n tabel-opsoek-funksie genoem. Nadat die waardes van die nutsfunksies geassosieer met die boonste en onderste grens absolute risiko-vermydingsfunksies bereken is, kan die gespesifiseerde uitkomsverdelings volgens die kriterium van

---

* Die oorspronklike waardes van u(y) en u'(y) stem ooreen met die arbitrêre faktore van 'n von Neumann-Morgenstern nutsfunksie

stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie gerangskik word.

Die gebruiker van die SDRF-program moet die data voorsien ten opsigte van die verdelings wat gerangskik moet word. Die gebruiker moet ook spesifiseer hoe die nutsfunksies, geassosieer met die onderste en boonste grens absolute risiko-vermydingsfunksies, opgestel behoort te word. Laastens moet die intervalvoorkeurmetings ook voorsien word. Ten opsigte van die verdelings wat gerangskik moet word, voorsien ND en NE die aantal verdelings en die aantal elemente in elke verdeling onderskeidelik.

Wat die samestelling van die nutsfunksies geassosieer met die onderste en boonste grens absolute risiko-vermydingsfunksies betref, moet twee parameters gespesifiseer word: YMIN en YMAX. YMIN en YMAX spesifiseer die minimum en maksimum uitkomsvlakke waarvoor nutswaardes beraam moet word en dus die toepaslike gebied van uitkomsvlakke.

17.2.2.5 Samevattende opmerkings

Die implementering van 'n kragtige resente metode vir die meting en voorstelling van besluitnemersvoorkeure is beskryf. Alhoewel die metode meer ingewikkeld is as die meeste prosedures vir die ontplooiing en beraming van enkel-waarde nutsfunksies, help die feit dat die twee vernaamste stappe in die implementering van die intervalvoorkeurmetingsprosedure gerekenariseer is en dat hierdie metode nie duurder of meer tydrowend as die ander metodes is nie.

Alhoewel die intervalvoorkeurmetingsprosedure gereed is vir gebruik in praktiese besluitnemingsontleding bestaan daar 'n behoefte vir verdere eksperimentering ten einde 'n paar belangrike operasionele vrae te beantwoord. Met verwysing na die spesifisering van die metingskaal, ontstaan die vraag of 'n stel verwysingsvlakke wat goed werk vir die ontleding van keuses met uitkomste wat gekonsentreerd lê rondom 'n sekere waarde ook

toereikend sal wees wanneer voorkeure wat oor 'n wyer gebied van die uitkoms/prestasie-indikator lê, gemeet moet word.

Ten opsigte van die eenvoudige verdelings wat gebruik word om die vraelys op te stel, ontstaan die vraag hoe wyd hulle verspreiding kan wees indien die risiko-vermyding as konstant oor daardie gebied aanvaar word. Hang die toelaatbare graad van verspreiding af van die peil van die uitkoms/prestasie veranderlike waar rondom die verdelings gesentreer is?

Laastens, betreffende die ontplooiingsproses van die metode self, ontstaan die vraag hoe die getal keuses bepaal behoort te word waarop elke direkte meting gebaseer is en in die omgewing van hoeveel uitkomsvlakke behoort die direkte metings gemaak te word. Toekomstige navorsing met betrekking tot die intervalbenadering vir die meting van besluitnemersvoorkeure behoort op bogenoemde vrae toegespits te word.

17.3 PROSEDURE

Die vertrekpunt is dat nut vir 'n besproeiingsboer 'n funksie is van die kansveranderlike voorbelasting netto inkomste (VBNI). VBNI word soos volg bereken:

$$VBNI = (IY.P) - IC - YC - PC - OC$$

waar:
- IY = opbrengste
- P = vektor van koringpryse
- IC = besproeiingsveranderlike koste
- PC = produksiekoste
- OC = vaste koste

Die VBNI-verdelings is gegenereer met behulp van die data oor koringopbrengste en die ooreenstemmende besproeiingshoeveelhede (Hoofstuk 14) en die prysdata van Hoofstuk 9. Die ontledings word op bedryfstakvlak uitgevoer waar koring op 'n 60 hektaar spilpunt geproduseer word. Koringopbrengste en die ooreenstem-

mende besproeiingshoeveelhede is met 11 jaar se historiese weerdata in die gebied onder die P.K. le Rouxdam met behulp van PUTU9-87 gesimuleer. Prysrisiko is in ag geneem op dieselfde wyse as wat in Hoofstuk 9 beskryf is: deur die koringprysscenarios te gebruik, is aan elke jaar van die 33 jare 'n produsente prys gekoppel volgens die aangepaste oesgrootte en aan te neem dat elkeen van die oesgroottes 'n gelyke kans het om weer voor te kom.

Die besproeiingskeduleringsinligting is gebaseer op vyf skeduleringstrategieë (Hoofstuk 13) wat verskil ten opsigte van die gesofistikeerdheid van die inligting vir gronde met 'n lae (45 mm) gemiddelde (100 mm) en hoë (160 mm) profielbeskikbare waterkapasiteit (PBWK). Strategie 5 is die tekortbesproeiingstrategie; strategie 4 is die naïwe metode; strategie 3 die voorligtingkundige metode; strategie 2 is gevolg met BEWAB; en strategie 1 met PUTU.

17.3.1 Stappe van risiko-meting

Ten einde die inkomsteverdelings te vergelyk wat met behulp van die verskillende skeduleringstrategieë gegenereer is, is dit nodig om die boonste en onderste grense van die besluitnemers se absolute risiko-vermydingskoëffisiënte te spesifiseer. King se intervalprogram (SDRF) op 'n persoonlike rekenaar is gebruik en 'n risiko-metingskaal met agt verwysingsvlakke is gespesifiseer. Die metingskaal in figuur 17.2 word gebruik. Dus word sewe grensintervalle gedefinieer: (-0,0005; -0,0001), (-0, 0001; 0), (0; 0,0001), (0, 0001; 0,0003), (0,0003; 0,0006), (0, 0006; 0,0010) en (0,0010; 0,0050). Daarna is 50 netto inkomsteverdelings (maksimum +1 500 en minimum -1 500) met ses elemente in elke verdeling gegenereer en die grensintervalle van elke verdelingspaar is geïdentifiseer.

Vervolgens is 'n vraelys bestaande uit 'n drie-vraag volgreeks ontwikkel om die benodigde inligting aan 'n besluitnemer te verskaf om 'n intervalvoorkeurmeting om en by 'n gegewe inkomstepeil op te stel. Die verdelingspare wat as grensverdelings

geïdentifiseer is, is gebruik om 'n hiërargie van vrae te ontwikkel. Oor die algemeen konsentreer die eerste vraag van so 'n opvolgreeks op die grensinterval in die middel van die metingskaal. In hierdie geval is die fokus op die interval (0,0001; 0,0003) wat deur die vierde en vyfde verwysingsvlakke van die agt-vlakmetingskaal gedefinieer word. Die daaropvolgende vrae konsentreer op die grensintervalle in die middel van die gebied van absolute risiko-vermydingsruimte wat nie strydig met die vorige keuses is nie.

King se program is ook benut om die intervalvoorkeurmetings in samehang met stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie (SDRF-program) te gebruik om die keuses tussen die vyf genoemde besproeiingskeduleringstrategieë vir koring op drie grondtipes vir boere met vier grade van risiko-voorkeure, gedefinieer deur hulle boonste en onderste grense van hulle absolute risiko-vermydingskoëffisiënte, te rangskik. Elke skeduleringstrategie is voorgestel deur 'n verdeling wat bestaan uit 200 waardes van moontlike VBNI's wat met 60 ha koring onder spilpuntbesproeiing gerealiseer kan word. Vir elke grond is die verdelings van die vyf strategieë wat gevolg kan word, in King se SDRF-program ingelees. Besluitnemers wat met die drie-vraag volgreeks in agt kategorieë van risiko-gevoeligheid ingedeel is, kan as vier hoof-groepe beskou word, naamlik risiko-soekende besluitnemers, risiko-neutrale, effens risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende besluitnemers wat onderskeidelik verteenwoordig word deur die intervalle ∞^- tot -0,0001, -0,0001 tot 0,0001, 0,0001 tot 0,0003 en 0,0003 tot ∞^+. Die voorkeure van die verskillende besluitnemers vir die alternatiewe skeduleringstrategieë is getoets deur elk van bogenoemde intervalle in die program in te lees. Die voorkeure van 'n gedefinieerde besluitnemer ten opsigte van die vyf strategieë vir elke grondtipe is dus verkry. Die simbool ">" beteken dat die eerste verdeling die tweede verdeling domineer terwyl "<" die omgekeerde beteken. Die simbool "-" dui aan dat geen verdeling domineer nie.

17.3.2 Kwantifisering van die waarde van inligting

Laastens is die waarde van skeduleringsinligting met behulp van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie of veralgemeende stogastiese dominansie (GSD) gekwantifiseer, inaggenome dat besluitnemers se risiko-voorkeure nie-neutraal is nie. Hierdie metode vergelyk VBNI verdelings en bepaal hoeveel een skeduleringstrategie bo 'n ander een verkies word deur 'n groep besluitnemers wie se absolute risiko-vermydingskoëffisiënte binne gespesifiseerde grense oor 'n bepaalde uitkomsvlak val. Met hierdie metode hoef daar dus nie 'n aanname gemaak te word oor die besluitnemer se spesifieke nutsfunksie nie. Die GSD metode voorsien 'n onderste grens aan die beraamde waarde van inligting; die inligting mag meer werd wees vir sommige maar nie alle besluitnemers wat gekenmerk word deur absolute risiko-vermydingskoëffisiënte in die gespesifiseerde interval nie. Die onderste grens is daardie hoeveelheid waarmee elke element in die VBNI verdeling, gegenereer met die meer gesofistikeerde strategie, verminder kan word (dit wil sê, die hoeveelheid waarmee die verdeling na links kan skuif) voordat dit nie meer 'n VBNI verdeling van 'n minder gesofistikeerde strategie domineer nie.

Die waarde van inligting is bepaal op die grond met 'n PBWK van 45 mm. Die skeduleringstrategie wat met BEWAB gevolg is (strategie 2), word as verwysingstrategie aanvaar. Die waarde wat besluitnemers verkry deur PUTU te volg (en wat hulle kan betaal vir dié beter inligting) is bepaal vir risiko-soekende en sterk risiko-vermydende persone wat onderskeidelik gedefinieer word deur intervalle van -0,0005 tot -0,0001 en 0,0003 tot 0,001. Die bedrag waarmee elke element van die VBNI verdeling van strategie 1 (PUTU) verminder kan word totdat die verdeling nie meer dominant oor die verdeling van strategie 2 (BEWAB) is nie, is met 'n iterasieproses bepaal waar elke element verminder is totdat die gesofistikeerde strategie nie meer domineer nie.

Die stand van kennis (inligting) wat geld by die navolging van strategie 2, word as basis aanvaar omdat relatief min koste nodig is om die strategie te volg. Strategie 1 benodig egter meer

inligting. Die aanname van 'n basisstrategie (en die VBNI van die basisstrategie) het dus 'n besliste invloed op die waarde van inligting. In die navorsing word 'n basisstrategie dus gedefinieer as die strategie wat die meeste besluitnemers verkies en kan volg sonder betekenisvolle ekstra koste/kennis/opleiding.

17.4 RESULTATE EN BESPREKING VAN RESULTATE

17.4.1 Meting van besluitnemers se houdings teenoor risiko

Die rekenaaruitdruk van 50 verdelings wat met die intervalprogram gegenereer is, is oorgetik en word in figuur 17.3 voorgestel. Elke verdeling bestaan uit ses uitkomste waarvan die minimum en maksimum waardes onderskeidelik -R 1 500 en R 1 500 is. Elke uitkoms is ook afgerond tot die naaste R 100. Die moontlike uitkomste van die verdelings strek dus oor 'n band van R 3 000. Deur by elke uitkoms dieselfde bedrag by te tel, word die gemiddeld met die betrokke bedrag opgeskuif terwyl die band waaroor uitkomste strek steeds R 3 000 bly. Deur byvoorbeeld R 30 000 by elkeen van die ses waardes van verdeling 1 te tel, stel dié verdeling uitkomste voor van R 28 500, R 28 600, R 29 100, R 29 300, R 30 500 en R 31 100. Verdelings wat gebruik word vir die meting van 'n besluitnemer se risiko-gevoeligheid, kan dus op bogenoemde wyse verhoog word tot die betrokke vlak van byvoorbeeld VBNI van R 30 000 waar meting gedoen word. Elkeen van die 50 verdelings wat die intervalprogram gegenereer het, word daarna deur dieselfde program met mekaar vergelyk met behulp van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie, inaggenome dié agt verwysingsvlakke (figuur 17.2) wat gespesifiseer is. Figuur 17.4 toon pare verdelings vir elke grensinterval wat gebruik kan word om die absolute risiko-vermydingsruimte van 'n besluitnemer by die grensinterval te verdeel. Die resultate in figuur 17.4 is met behulp van die interval program gegenereer en die rekenaaruitdruk is oorgetik om die formaat aan te toon. Byvoorbeeld verdelings 1 en 2 kan gebruik word as die absolute risiko-vermydingsruimte van 'n

	DIST 1	DIST 2	DIST 3	DIST 4	DIST 5	DIST 6	DIST 7	DIST 8
	-1500	-1300	-1300	-600	-1000	-1100	-1400	-1500
	-1400	-1000	-1300	-500	-800	-600	-1100	-1400
	-900	-500	-600	600	-700	-100	-1100	0
	-700	-400	-400	700	-500	800	0	300
	500	-200	1000	800	-100	1100	1000	500
	1100	-100	1300	1000	1000	1400	1200	800
Mean	-483.33	-583.33	-216.67	333.33	-350.00	250.00	-233.33	-216.67
Std	963.36	429.79	1025.37	636.83	665.21	914.24	1040.30	904.46

	DIST 9	DIST 10	DIST 11	DIST 12	DIST 13	DIST 14	DIST 15	DIST 16
	-900	-800	-1200	-1500	-1100	-1200	-1000	-1000
	200	-600	0	-500	-900	-600	-700	-1000
	300	400	0	600	700	300	-700	-1000
	500	500	200	600	800	400	100	700
	600	1400	800	1400	900	600	1100	0
	800	1500	1100	1500	1200	1100	1400	200
Mean	250.00	400.00	150.00	350.00	266.67	100.00	33.33	-583.33
Std	550.00	881.29	729.73	1056.33	910.43	770.28	926.76	498.05

	DIST 17	DIST 18	DIST 19	DIST 20	DIST 21	DIST 22	DIST 23	DIST 24
	-1300	-1300	-500	-1300	-800	-600	-600	-1200
	-1000	-1300	-200	-1300	-700	-600	-100	-300
	-600	-1200	0	-1200	-400	-500	200	100
	300	-400	300	-1100	200	500	700	300
	700	900	700	-900	500	600	700	500
	700	900	1000	1000	1000	1200	800	1100
Mean	-200.00	-400.00	216.67	-800.00	-33.33	100.00	283.33	83.33
Std	804.16	969.54	514.51	816.50	654.90	702.38	507.99	712.78

	DIST 25	DIST 26	DIST 27	DIST 28	DIST 29	DIST 30	DIST 31	DIST 32
	-1300	-1300	-1000	-1300	-1200	-1500	-1300	-1100
	-1200	-700	-800	-1100	-1200	-600	-500	-1000
	-300	500	0	-600	-200	-500	-400	0
	-100	1000	500	-400	500	-200	0	800
	100	1300	600	1300	600	100	1100	1200
	500	1300	700	1500	1100	1200	1200	1300
Mean	-383.33	350.00	0.00	-100.00	0.00	-250.00	16.67	200.00
Std	659.33	1006.23	675.77	1103.03	888.82	813.94	889.60	978.09

Figuur 17.3 Vyftig gegenereerde ewekansige verdelings met elk ses uitkomste varieerend tussen -1 500 en 1 500 (afgerond in honderde (R))

	DIST 33	DIST 34	DIST 35	DIST 36	DIST 37	DIST 38	DIST 39	DIST 40
	-1200	-900	-1200	-1100	-1500	-1300	-700	-700
	-900	-800	100	-800	-1400	-400	-400	200
	-300	-500	600	-200	-1000	-300	200	300
	300	-200	400	600	-900	-100	200	600
	400	100	600	700	-400	-100	500	1100
	900	1300	1500	1100	1400	0	1000	1100
Mean	-133.33	-166.67	333.33	50.00	-633.33	-366.67	133.33	433.33
Std	740.87	738.62	807.60	809.84	977.53	438.43	558.77	615.54

	DIST 41	DIST 42	DIST 43	DIST 44	DIST 45	DIST 46	DIST 47	DIST 48
	-900	-900	-900	-1500	-1400	-1500	-1000	-1300
	-400	600	-700	-800	-800	-1300	-700	-500
	-400	800	-600	-500	-700	-1000	-600	200
	-100	800	-100	800	-300	-200	-600	500
	400	1000	600	1100	1000	0	-300	600
	800	1200	1400	1200	1400	600	100	900
Mean	-100.00	583.33	-50.00	50.00	-133.33	-566.67	-516.67	66.67
Std	559.76	689.00	813.94	1034.01	1002.77	754.25	343.59	749.81

	DIST 49	DIST 50
	-1400	-1500
	-1400	-1100
	-700	-1000
	600	-1000
	1200	-300
	1200	-200
Mean	-83.33	-850.00
Std	1126.08	457.35

Figuur 17.3 (vervolg)

besluitnemer by grensinterval 4 (0,0001 tot 0,0003) verdeel moet word. Indien 'n besluitnemer verdeling 1 bo verdeling 2 verkies, lê die absolute risiko-vermydingskoëffisiënt vir die uitkomsvlak waaroor hy getoets is ten minste onderkant die boonste grens van grensinterval 4, dit wil sê van 0,0003 tot minus oneindig. In Figuur 17.4 is die pare verdelings wat in elke grensinterval gebruik is vir die opstel van die vraelys onderstreep.

Boundery Interval 1		-0.0005	-0.0001
1	25	1	-1
1	38	1	-1
2	37	-1	1
3	33	1	-1
3	34	1	-1

Boundery Interval 2		-0.0001	0.000
3	17	1	-1
4	35	-1	1
6	9	1	-1
13	23	1	-1
18	25	1	-1

Boundery Interval 3		0.0000	0.0001
1	47	1	-1
2	46	-1	1
4	12	-1	1
4	26	-1	1
9	13	-1	1

Boundery Interval 4		0.0001	0.0003
1	2	1	-1
6	19	1	-1
9	12	-1	1
9	26	-1	1
11	39	1	-1

Boundery Interval 5		0.0003	0.0006
1	16	1	-1
2	18	-1	1
3	5	1	-1
3	38	1	-1
4	10	-1	1

Boundery Interval 6		0.0006	0.0010
1	46	1	-1
3	25	1	-1
3	47	1	-1
4	23	1	-1
5	28	-1	1

Boundery Interval 7		0.0010	0.0050
1	20	1	-1
1	50	1	-1
2	3	-1	1
2	7	-1	1
2	8	-1	1

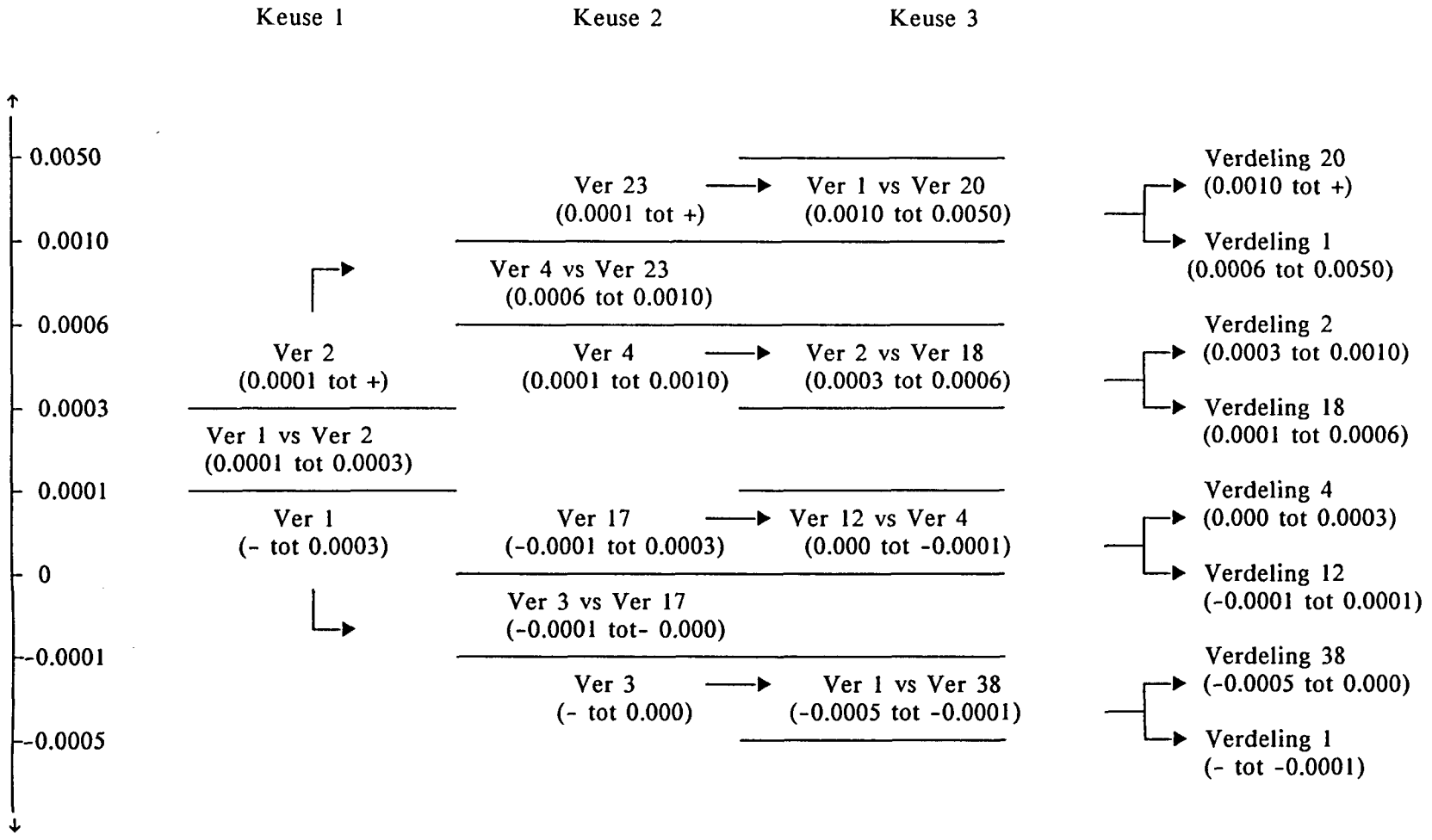
Figuur 17.4 Grensverdelings binne die gespesifiseerde grensintervalle vir die afbakening van besluitnemers se risiko-vermydingsruimtes

In figuur 17.5 word die gebruik van die verdelings in figuur 17.4, om telkens die besluitnemer se absolute risiko-vermydingsruimte af te baken, skematies voorgestel. In figuur 17.5 is dit duidelik dat elke besluitnemer drie keuses moet maak voordat hy uiteindelik volgens sy antwoorde in een van die agt finale kategorieë van absolute risiko-vermydingsruimtes, wat gedefinieer word deur 'n onderste en boonste absolute risiko-vermydingskoëffisiënt, gegroepeer word.

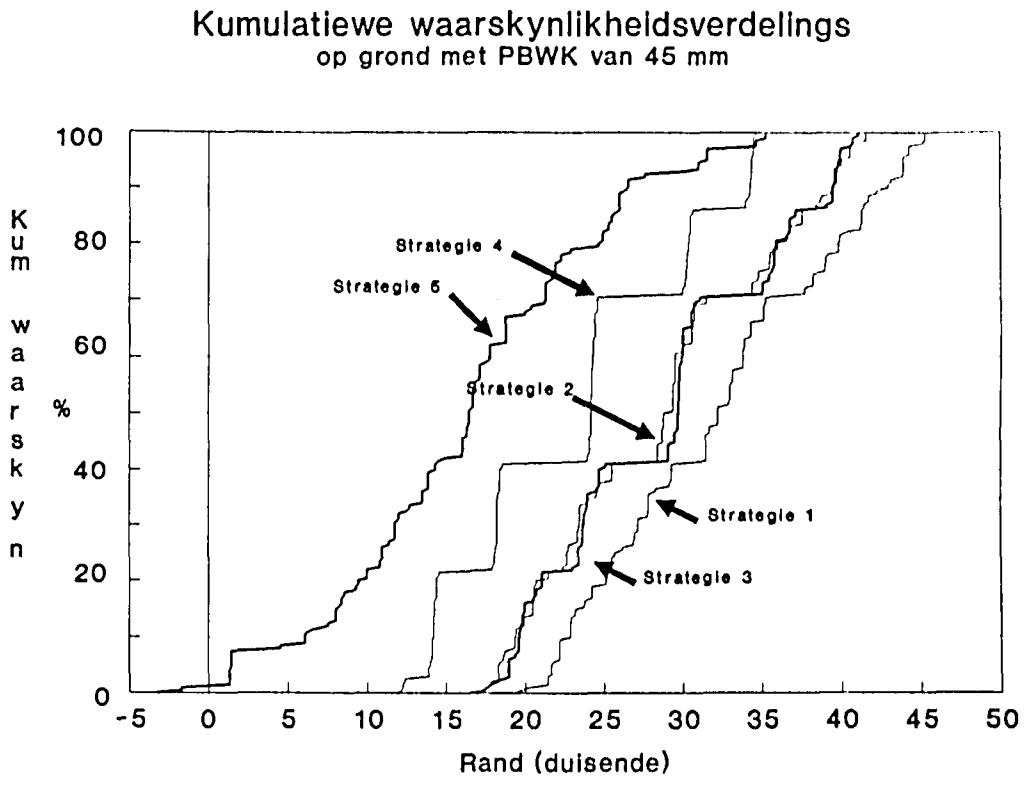
Byvoorbeeld besluitnemer A moet eerstens kies tussen verdelings 1 en 2. Deur 1 te kies verklein sy absolute risiko-vermydingsruimte van $-\infty$ tot 0,0003. Deur dan verdeling 17 bo verdeling 3 te kies, word die ruimte verder verklein na -0,0001 tot 0,0003. Die laaste beslissing vereis dan 'n keuse tussen verdelings 12 en 4. Indien verdeling 4 verkies word, word besluitnemer A gedefinieer as 'n besluitnemer met 'n onderste en boonste grens van sy absolute risiko-vermydingsruimte as 0 en 0,0003 vir die band van uitkomste waarop sy voorkeure gemeet is. Besluitnemer A val dus in die risiko-neutrale gebied op die skaal.

Die skematiese voorstelling toon die stappe wat gevolg word om die vraelys op te stel. Die vraelys, wat gegrond is op figuur 17.5, is in Bylae A uiteengesit. Die totale aantal vrae wat voorkom, is sewe waarvan elke respondent drie vrae beantwoord soos in die voorafgedeelte verduidelik. Die verdelings wat gebruik word, word in die vraelys genommer van a tot n. (Die oorspronklike nommers word vir verwysing in hakies gegee). Deurdat elke persoon sy keuse merk, word sy risiko-voorkeure volgens figuur 17.5 bepaal.

Dit is belangrik om daarop te let dat 'n besluitnemer se risikogevoeligheid nie konstant is vir alle welvaartspeile nie en moet dus oor 'n paar relevante peile getoets word. Met die risikovoorkeure van 'n besluitnemer bekend, is dit moontlik om vir hom 'n risiko-doeltreffende besproeiingskeduleringstrategie te kies deur gebruik te maak van stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie.



Figuur 17.5 Skematiese voorstelling van die gebruik van grensverdelings vir die opstelling van 'n drie-vraag volgreeks



Figuur 17.6 Kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van VBNI vir die vyf skeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 45 mm met inagneming van produksie- en prysrisiko

17.4.2 Keuse van risiko-doeltreffende besproeiingskedulering-strategieë

In figuur 17.6 word die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van die vyf strategieë op 'n grond met 'n PBWK van 45 mm grafies voorgestel.

Alleenlik die tekortbesproeiingskeduleringstrategie realiseer negatiewe uitkomste. Die duidelike "trap"-vorm by strategie 4 (en ook sigbaar by die ander) dui op die belangrike invloed van prysrisiko. Aangesien 'n oormaat water by strategie 4 toegedien word, is produksie-risiko laag en sou die verdeling redelik steil en reguit gewees het. Die waarskynlike voorkoms van verskillende pryse veroorsaak egter groot horisontale spronge in die verde-

ling. Sodra wisselvalligheid in opbrengs toeneem (veral strategieë 1 en 5), word die verdelings gladder.

Uit die grafiese voorstelling is dit duidelik dat alle besluitnemers strategie 1 sal verkies omdat die verdeling by enige kumulatiewe waarskynlikheid regs van die res lê (eerste orde stogastiese dominansie). So sal strategieë 2 en 3 ook beide bo strategieë 4 en 5 verkies word en strategie 4 sal bo 5 verkies word. Grafies kan egter nie onderskeid getref word tussen strategieë 2 en 3 nie. Tabel 17.1 bevestig bogenoemde afleidings. Risiko-soekende besluitnemers kan egter nie onderskeid tref tussen strategieë 2 en 3 nie. Risiko-neutrale en risikovermydende persone verkies egter strategie 3 bo 2.

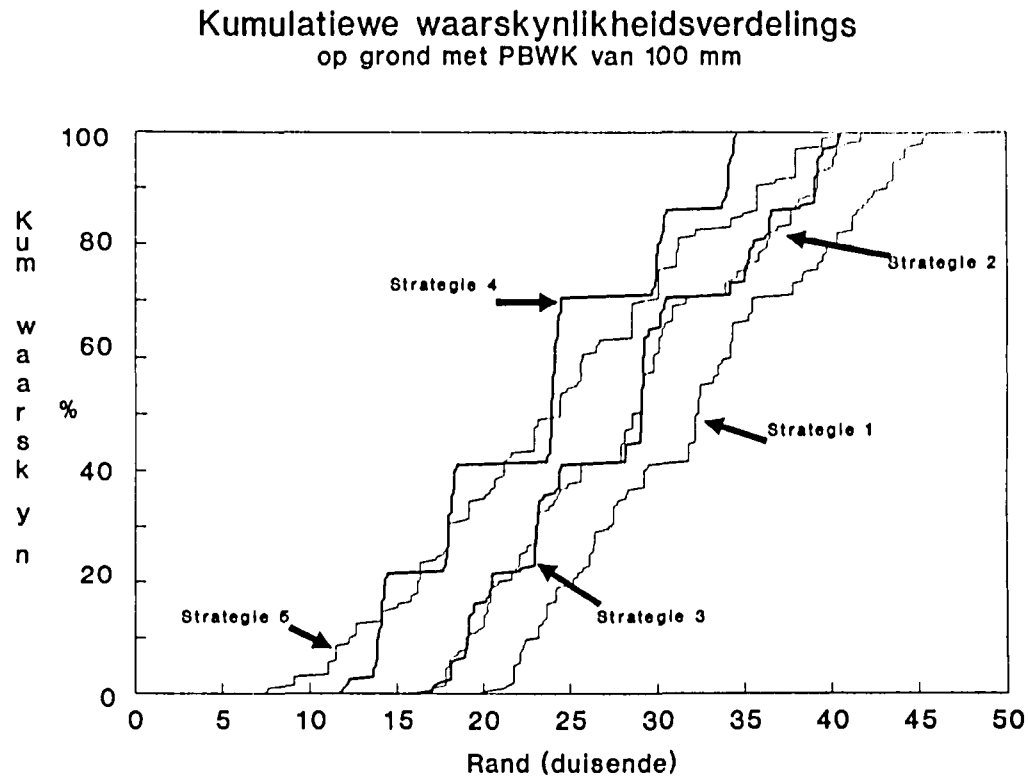
Tabel 17.1 Risiko-voorkeure van vier groepe gedefinieerde besluitnemers vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 45 mm soos bepaal deur stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie

Strategieë	Absolute risiko-vermydingsinterval			
	Risiko-soekend	Risiko-neutraal	Effens risiko-vermydend	Sterk risiko-vermydend
1 : 2	>	>	>	>
1 : 3	>	>	>	>
1 : 4	>	>	>	>
1 : 5	>	>	>	>
2 : 3	-	<	<	<
2 : 4	>	>	>	>
2 : 5	>	>	>	>
3 : 4	>	>	>	>
3 : 5	>	>	>	>
4 : 5	>	>	>	>

> Eersgenoemde strategie domineer

< Laasgenoemde strategie domineer

- Geen strategie domineer



Figuur 17.7 Kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van VBNI vir die vyf skeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 100 mm met inagneming van produksie- en prysrisiko.

In figuur 17.7 word dieselfde strategieë se verdelings voorgestel indien die grond se PBWK 100 mm is. Die vorm van die verdelings verander min. Strategie 5, wat op die grond met 'n PBWK van 45 mm swak gevaar het, het egter heelwat na regs geskuif. Op die figuur kan grafies nie onderskeid getref word tussen strategieë 2 en 3 asook 4 en 5 nie. In tabel 17.2 word die stogastiese dominansie resultate wat met King se program verkry is vir die grond met 'n PBWK van 100 mm aangetoon. In die geval verkies alle besluitnemers strategie 2 bo 3, behalwe sterk risiko-vermydende persone wat nie onderskeid kan tref nie. Met die toename in PBWK verander die voorkeur dus van 2 na 3 in plaas van 3 bo 2. Die rede hiervoor is dat strategie 2, wat gebruik maak van die grond se waterhouvermoë, beter op die grond met 'n hoë PBWK gevolg kan word. Risiko-soekende persone verkies op dié grond die tekort-strategie (5) bo strategie 4, wat in ooreenstemming is met die

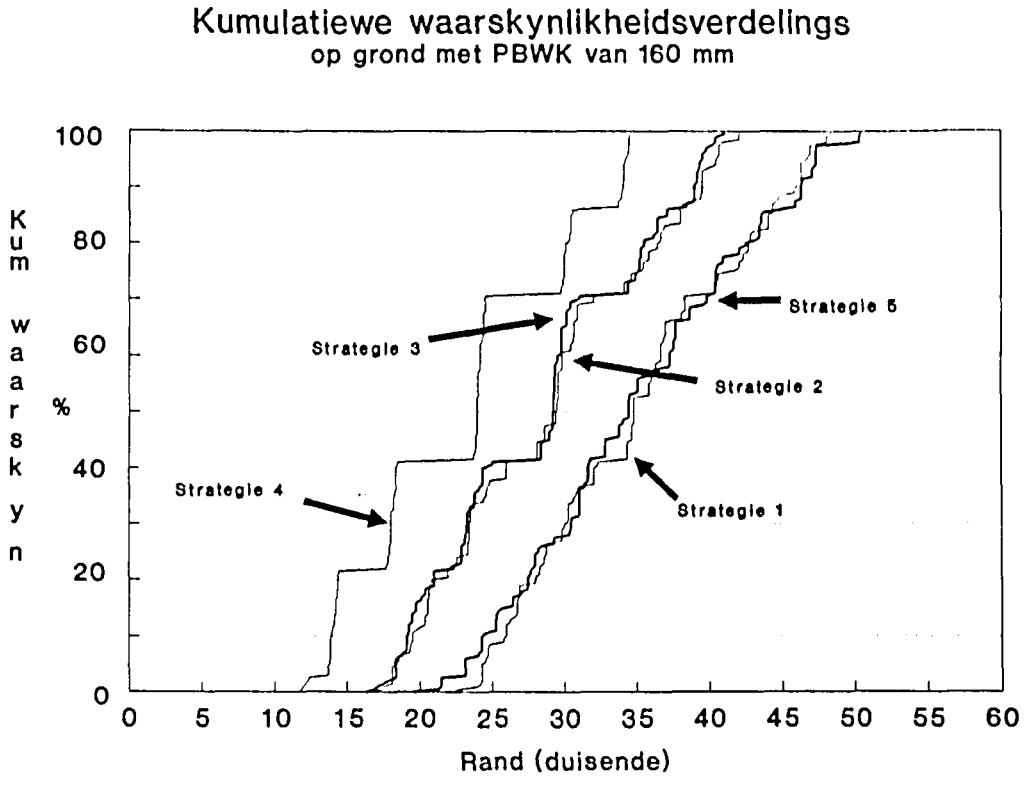
hoër risiko by tekortbesproeiing. Risiko-neutrale persone kan nie onderskeid tref tussen strategieë 4 en 5 nie terwyl risiko-vermydende persone strategie 4 bo 5 verkies.

Tabel 17.2 Risiko-voorkeure van vier groepe gedefinieerde besluitnemers vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 100 mm soos bepaal deur stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie

Strategieë	Absolute risiko-vermydingsinterval			
	Risiko-soekend	Risiko-neutraal	Effens risiko-vermydend	Sterk risiko-vermydend
1 : 2	>	>	>	>
1 : 3	>	>	>	>
1 : 4	>	>	>	>
1 : 5	>	>	>	>
2 : 3	>	>	>	-
2 : 4	>	>	>	>
2 : 5	>	>	>	>
3 : 4	>	>	>	>
3 : 5	>	>	>	>
4 : 5	<	-	>	>

> Eersgenoemde strategie domineer
< Laasgenoemde strategie domineer
- Geen strategie domineer

In figuur 17.8 het strategie 1 effens beter gedoen (na regs geskuif) en strategie 5 baie, sodanig dat grafies nie onderskeid getref kan word tussen die twee verdelings nie. Alle besluitnemers verkies strategie 2 bo 3 volgens tabel 17.3. Risiko-soekende besluitnemers verkies strategie 5. Risiko-neutrale besluitnemers kan nie onderskeid tref tussen strategie 1 en 5 nie terwyl risiko-vermydende persone die minder riskante strategie 1 verkies. Risiko-soekende besluitnemers verkies strategie 5.



Figuur 17.8 Kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van VBNI vir die vyf skeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 160 mm met inagneming van produksie- en prysrisiko.

Strategie 1 se resultate lyk deurgaans goed. Met 'n toename in die PBWK van die grond verbeter die moontlike uitkomste van tekortbesproeiing sodanig dat risiko-soekende besluitnemers wel dié skeduleringstrategie sal verkies. Die resultate toon ook dat prysrisiko 'n invloed het op die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van skeduleringstrategieë. Risiko-voorkeure speel in sekere gevalle 'n belangrike rol by die keuse van 'n skeduleringstrategie.

Die skaal van absolute risiko-vermyding hou verband met die vlak van uitkomstes wat ter sprake is en moet vir verskillende vlakke aangepas word. Wanneer die beramings van die absolute risiko-vermydingsfunksie vermyding jeens jaarlikse netto boerdery-

inkomste is, dan kan dieselfde numeriese waardes van die risikoskaal nie sonder aanpassings op 'n per hektaar basis gebruik word nie.

Tabel 17.3 Risiko-voorkeure van vier groepe gedefinieerde besluitnemers vir vyf alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë op 'n grond met 'n PBWK van 160 mm soos bepaal deur stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie

Strategieë	Absolute risiko-vermydingsinterval			
	Risiko-soekend	Risiko-neutraal	Effens Risiko-vermydend	Sterk Risiko-vermydend
1 : 2	>	>	>	>
1 : 3	>	>	>	>
1 : 4	>	>	>	>
1 : 5	<	-	>	>
2 : 3	>	>	>	>
2 : 4	>	>	>	>
2 : 5	<	<	<	<
3 : 4	>	>	>	>
3 : 5	<	<	<	<
4 : 5	<	<	<	<

> Eersgenoemde strategie domineer
< Laasgenoemde strategie domineer
- Geen strategie domineer

17.4.3 Die waarde van skeduleringsinligting

Meer gesofistikeerde skeduleringsinligting stel 'n besproeier in staat om as gevolg van beter en tydiger besluitneming VBNI te verhoog en/of koste te verlaag. Die gevolg van beter inligting word dan ook weerspieël deur die verskillende liggings van die verdelings in figure 17.6 tot 17.8. Beter inligting kan 'n koste dra en die waarde van dié inligting bepaal dus watter koste aangegaan kan word om die inligting te verkry.

Tabel 17.4 Die waarde van meer gesofistikeerde besproeiingskeduleringsinligting vir risiko-soekende en sterk risikovermydende persone op gronde met PBWK's van 45 mm, 100 mm en 160 mm, 1991

Besluitnemer	Waarde van inligting	
	R/60ha	R/ha
Risiko-soekend	R 3630	R 60,50
Risiko-vermydend	R 3050	R 50,83

In tabel 17.4 word die waarde van gesofistikeerde besproeiingskeduleringsinligting vir risiko-soekende en sterk risikovermydende besluitnemers aangetoon. Die waarde van inligting is vir die twee groepe besluitnemers onderskeidelik R 3 630 en R 3 050 op 'n bedryfstakvlak van 60 ha koring. Die waardes kom neer op R 51 en R 61 per hektaar. Die verwagting is dat risikovermyders meer sou betaal vir gesofistikeerde inligting, wat nie hier die geval is nie. Dit sal egter net die geval wees as die addisionele inligting risiko verminder. In hierdie situasie word die uitkoms verhoog. Die relatiewe riskantheid van die strategieë is nie genoegsaam bekend om hieroor afleidings te maak nie. Dit is dus duidelik dat besluitnemers, afhangende van hulle houding teenoor risiko, van R 50/ha tot R 60/ha kan betaal vir beter inligting.

Die voorgestelde metode om die waarde van besproeiingsinligting te kwantifiseer moet verder uitgebrei word en empiries binne die Suid-Afrikaanse verband getoets word. Die voorafgaande resultate moet as voorlopige navorsingsresultate beskou word. Meer spesifiek kan die volgende navorsingsimplikasies uitgewys word.

17.4.4 Navorsingsimplikasies

- Die ontledings van risiko-doeltreffende strategieë moet op 'n geheelplaasvlak gedoen word sodat die tersaaklike inkom-

stevlakke (welvaartspeile) by die besluitnemingsituasie in ag geneem kan word.

- Verskillende groepe besluitnemers se risiko-houdings moet empiries gemeet word deur gebruik te maak van die interval-benadering.
- Veranderlikes wat die waarde van inligting betekenisvol beïnvloed, moet by die formulering van die strategieë behoorlik in ag geneem word.

BRONNELYS

ALCHIAN, AA and DEMSETZ, H. (1972). Production information costs, and economic organization. American Economic Review Vol 62 :777-795

ARROW, KJ. (1971). The value of and demand for information. In: Essays in the theory of risk bearing. Chicago: Markham Publishing Company

BAQUET, AE, HALTER, AN and CONKLIN, FS. (1976). The value of frost forecasting: a Bayesian appraisal. American Journal of Agricultural Economics Vol 58: 511-520

BELLMAN, R and KALABA, R. (1957). Dynamic programming and statistical communication theory. Proceedings of the National Academy of Sciences Vol 43 :749-751

BOSCH, DJ. (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

BRADFORD, D and KELEJIAN, H. (1977). The value of information for crop forecasting in a market system : some theoretical issues. Review of Economic Studies Vol 44 :519-531

BYERLEE, D and ANDERSON, JR. (1982). Risk, utility and the value of information in farmer decisionmaking. Review of Marketing and Agricultural Economics Vol 50 :231-245

CHAN, YS. (1981). Note on risk and the value of information. Journal of Economic Theory Vol 25:461-465

DAVIS, DR and DVORANCHIK, WM. (1971). Evaluation of the worth of additional data. Water Resources Bulletin Vol 7 :700-707

DEBERTIN, DL, HARRISON, GA, RADES, RJ and BOHL, LP. (1975). Estimating the returns to information: a gaming approach. American Journal of Agricultural Economics Vol 57: 316-321

DEBERTIN, DL, RADES, RJ and HARRISON, GA. (1976). Returns to information: an addendum . American Journal of Agricultural Economics Vol 58: 321-323

EIDMAN, VR. (1990). Ouantifying and managing risk in agriculture. Agrekon Vol 29, No 1 :11-23

EISGRUBER, LM. (1978). The development of the economics of information: implications for extension and research. American Journal of Agricultural Economics Vol 60 :901-912

FEDER, G. (1979). Pesticides, information, and pest management under uncertainty. American Journal of Agricultural Economics Vol 61 :97-103

GOULD, JP. (1974). Risk, stochastic preference, and the value of information. Journal of Economic Theory Vol 8 :64-84

GREEN, J. (1981). Value of information with sequential futures markets. Econometrica Vol 49 :335-358

GROSSMAN, IJ, KIHLSTROM, RE and MIRMAN, LJ. (1977). A Bayesian approach to the production of information and learning by doing. Review of Economic Studies. Vol 44 :533-547

HAYAMI, Y and PETERSON, W. (1972). Social returns to public information services: statistical reporting of U.S. farm commodities. American Economic Review Vol 62 :119-130

HESS, J. (1982). Risk and the gain from information. Journal of Econometric Theory Vol 27 :231-238

HIRSCHLEIFER, J. (1971). The private and social value of information and the reward to inventive activity. American Economic Review Vol 61 :561-574

HIRSCHLEIFER, J. (1973). Where are we in the theory of information? American Economic Review Vol 63 :31-39

HIRSCHLEIFER, J and RILEY, JG. (1979). The analytics of uncertainty and information - an expository survey. Journal of Economic Literature Vol 17:1375-1421

KING, RP. (1979). Operational techniques for applied decision analysis under uncertainty. D.Phil dissertation. Department of Agricultural Economics, Michigan State University

KING, RP and ROBISON, LJ. (1981). Implementation of the interval approach to the measurement of decision maker prefernce. Research Report 418. East Lansig: Michigan State University

KWON, YK. (1979). Stochastic dominance and information value. Journal of Economic Theory Vol 20 :213-230

LAVALLE, I. (1968). On cash equivalents and information evaluation under uncertainty. Part 1: basic theory. Journal of the American Statistical Association Vol 63 :252-276

LAVE, LB. (1963). The value of better weather information to the raisin industry. Econometrica Vol 31 :151-164

LEUTHOLD, RM. (1971). On combining information theory and Bayesian analysis. Canadian Journal of Agricultural Economics Vol 19 :26-34

MADDOCK, T. (1973). Management model as a tool for studying the worth of data . Water Resources Research Vol 9 :270-280

MARSCHAK, J. (1968). Economics of inquiring, communicating and deciding. American Economic Review Vol 58 :1-18

MULLER, J. (1972). The impact on information on technical efficiency. Ph.D. dissertation, Stanford University: Stanford, California

PASOUR, EC and BULLOCK, JB. (1975). Implications of uncertainty for the measurement of efficiency. American Journal of Agricultural Economics Vol 57:335-339

PRATT, JW. (1964). Risk aversion in the small and in the large. Econometrica Vol 32 :122-136

RAIFFA, H and SCHLAIFER, R. (1961). Applied statistical decision theory. Cambridge: Harvard University

RYAN, JG and PERRIN, RK. (1974). Fertilizer response information and income gains: the case of potatoes in Peru. American Journal of Agricultural Economics Vol 56 :337-343

SHANNON, CE. (1948). A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal Vol 27 :379-423

THEIL, H. (1967). Economics and information theory. Amsterdam: North Holland Publishing Company

THOMPSON, JC and BRIER, GW. (1955). The economic utility of weather forecasts. Monthly Weather Review Vol 83 :249-254

TICE, TF and CLOUSER, RL. (1980). Stochastic effect of weather on crop production: the value of weather information to individual corn producers. American Journal of Agricultural Economics Vol 62 :1109

SUMMARY

The main objective of chapter 17 was to develop and illustrate a computing procedure for determining the value of irrigation scheduling information for decision-makers with differing risk preferences. The point of departure is that better soil water and weather information improves irrigation scheduling, which in turn can increase the expected utility of irrigation farmers.

A literature review on the value of information decision-making is given. The value of information is defined as the maximum that the decision-maker would pay for the right to make the decision after the information has been revealed, minus the minimum that he would accept to forfeit the right to make a decision without the information. An estimate of the value of information should be derived from the ability of the information to increase the expected utility of the decision-maker. Utility can be a non-linear function of net income; consequently when comparing income distributions resulting from different levels of information all the characteristics of each distribution should be considered. Therefore, stochastic dominance with respect to a function can be used as a technique to quantify the value of information for decision-makers. King's model for measuring the preferences of a decision-maker by means of the interval approach was described.

The analyses were made for 60 ha wheat under centre pivot irrigation. Before-tax net income distributions (BTNI) for wheat yields over 11 years, and the corresponding irrigation quantities simulated by means of PUTU9-87 and considering price risk (Chapter 9), were generated. The irrigation scheduling information was based on five scheduling strategies (Chapter 13) which differed in respect of sophistication of the information for soils with a low (45 mm) average (100 mm) and high (160 mm) profile available water capacity (PAWC). The risk preferences of the irrigation farmers were measured by means of King's interval program on a personal computer. Subsequently, King's stochastic dominance with respect to a function (SDRF) program was used to

classify the choices of four classes of decision-makers (risk-seeking, risk-neutral, slightly risk-averse and strongly risk-averse) with regard to the scheduling strategies. The preferences of defined decision-makers with regard to the 5 strategies for each soil type were thus obtained. Finally, the value of the PUTU scheduling information was quantified on the soil with a PAWC of 45 mm by means of the SDRF program for risk-seeking and strongly risk-averse farmers. The BEWAB scheduling strategy (Chapter 13) was accepted as reference strategy. The amount by which each element of the BTNI distribution of PUTU (strategy 1) could be decreased until the distribution was no longer dominant over the distribution of BEWAB (strategy 2) was determined by an iteration process where each element decreased until strategy 1 was no longer dominant.

One of the main results was that King's interval program was used on a computer to measure the risk preferences of decision-makers. Boundary intervals were identified for 50 generated sample distributions. A questionnaire was developed by computer to reveal a decision-maker's risk preferences. As a decision-maker's risk-sentivity is not constant for all wealth levels, the procedure provided for measurement of risk sensitivity at all relevant levels.

As far as the choice of risk-efficient irrigation scheduling strategies was concerned, it was found that the risk preferences of decision-makers played an important role in the choice of an irrigation scheduling strategy. Production as well as price risk had an effect on the cumulative BTNI probability distributions of scheduling strategies for wheat. The measurement scale of absolute risk aversion was related to the level of outcomes concerned, and should be adjusted for the different levels.

The value of irrigation scheduling information for risk-seeking and strongly risk-averse decision-makers was approximately R50 and R 60 per hectare respectively. However, it was expected that risk-averse decision-makers would pay more for sophisticated information, but this did not necessarily follow because of the

uncertainty about the prediction of the PUTU strategy, as well as the uncertainty about the true values of the variables, given the prediction.

The risk attitudes of different groups of farmers should be measured empirically by means of the interval method at whole-farm level. Subsequently the value of irrigation scheduling information for different groups of decision-makers should be quantified.

BYLAE A: Vraelys en verdelings vir die meting van besluitnemers se risiko-houdings.

Vraag 1: Vergelyk die volgende twee verdelings en omkring die een wat jy verkies.

A (1)	B (2)
2050	2000
2450	2050
2900	2150
2950	3000
3050	3700
3450	4100

As jy A verkies, voltooi vraag 3. As jy B verkies, voltooi vraag 2.

Vraag 2: Vergelyk die volgende twee verdelings en omkring die een wat jy verkies.

C (4)	D (23)
2400	2350
2850	2550
2900	2650
2900	2950
3050	3550
3150	3600

As jy C verkies, voltooi vraag 5. As jy D verkies, voltooi vraag 4.

Vraag 3: Vergelyk die volgende twee verdelings en omkring die een wat jy verkies.

E (3)	F (17)
2000	2550
2550	2600
2850	3150
3400	3300
3450	3350
4100	3450

As jy E verkies, voltooi vraag 7. As jy F verkies, voltooi vraag 6.

Vraag 4: Vergelyk die volgende twee verdelings en omkring die een wat jy verkies.

G (1)	H (20)
2450	2550
3000	2750
3000	2850
3400	3250
3650	3300
4100	3900

Voltooid.

Vraag 5: Vergelyk die volgende twee verdelings en omkring die een wat jy verkies.

I (2)	J (18)
2550	2350
2700	2550
2800	2650
3050	2950
3100	3550
3200	3600

Voltooid.

Vraag 6: Vergelyk die volgende twee verdelings en omkring die een wat jy verkies.

K (12)	L (4)
2450	2000
2650	2050
2750	2150
2950	3000
3550	3700
3600	4100

Voltooid.

Vraag 7: Vergelyk die volgende twee verdelings en omkring die een wat jy verkies.

M (1)	N (38)
2550	2250
2700	2300
2800	2600
3050	3300
3100	3400
3200	3600

Voltooid.

SAMEVATTENDE BRONNELYS

ALCHIAN, AA and DEMSETZ, H. (1972). Production information costs, and economic organization. American Economic Review Vol 62: 777-795

ANDERSON, JR, DILLON, JL and HARDAKER, B. (1977). Agricultural decision analysis. Ames, Iowa: The Iowa State University Press

APLAND, J. (1986). Worksheet documentation: EBCRPI crop enterprise budget generator. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

APLAND, J. (1987). EBMCH1, EBCRP1 and EBGEN1 Enterprise budgeting worksheets. Staff Paper P87-1. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota: St. Paul

ARROW, KJ. (1971). The value of and demand for information. In: Essays in the theory of risk bearing. Chicago: Markham Publishing Company

BACKEBERG, GR. (1984). Besproeiingsontwikkeling in die Groot-Visriviervallei. M.Sc.-verhandeling, Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van Pretoria

BACKEBERG, GR. (1988). Ekonomiese oorwegings met die inskakeling van gewasse onder besproeiing in droëlandboerdery. Direktoraat Landbou-ekonomie, Departement Landbou en Watervoorsiening. Lesing tydens besproeiingsboeredag te Frankfort, 24 November 1988

BACKEBERG, GR and OOSTHUIZEN, LK. (1991). The economics of irrigation: present research and future challenges. Paper presented at the Southern African Irrigation Symposium, Durban, 4-6 June 1991

BAQUET, AE, HALTER, AN and CONKLIN, FS. (1976). The value of frost forecasting: a Bayesian appraisal. American Journal of Agricultural Economics Vol 58: 511-520

BARNARD, CS and NIX, JS. (1981). Farm planning and control. 2nd ed., Cambridge University Press

BELLMAN, R and KALABA, R. (1957). Dynamic programming and statistical communication theory. Proceedings of the National Academy of Sciences Vol 43: 749-751

BENNIE, ATP. (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, ATP. (1989). Grond- en waterbestuur. Departement Grondkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en 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, FJ. (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, DJ. (1988). The effect of spatial variability of irrigation applications on risk-efficient irrigation strategies. Southern Journal of Agricultural Economics, Vol 20, No 1: 77-85

BIERMAN, H and SMIDT, S. (1988). The capital budgeting decision. New York: Macmillan Publishing Company

BOEHLJE, MD and EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York: John Wiley and Sons

BOGGESS, WG and AMERLING, CB. (1983). A bioeconomic simulation analysis of irrigation investments. Southern Journal of Agricultural Economics, Vol 15, No 2: 85-91

BOSCH, DJ. (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, DJ and EIDMAN, VR. (1987). Valuing information when risk preferences are nonneutral: An application to irrigation scheduling. American Journal of Agricultural Economics Vol 69, No 3: 658-667

BOSCH, DJ, EIDMAN, VR en OOSTHUIZEN, LK. (1985). 'n Oorsig van die literatuur oor die ekonomiese doeltreffendheid van watergebruik vir besproeiing. Referaat gelewer tydens die werksessie oor die Navorsingsbenodigdhede ten op sigte van die Ekonomiese, Sosiologiese en Ekologiese aspekte van Besproeiingsonwikkeling, Pretoria, 25-27 Februarie 1985

BOSCH, DJ, EIDMAN, VR and OOSTHUIZEN, LK. (1987). A Review of methods for evaluating the economic efficiency of irrigation. Agricultural Water Management Vol 12: 231-245

BOSCH, DJ, TAYLOR, DB and ROSS, BB. (1988). Economic feasibility of riparian irrigation with weather uncertainty. Journal of Production Agriculture Vol 1, No 2: 172-180

BOTES, JHF. (1990). Die ekonomiese ontleding van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die Vrystaatstreek deur middel van stogastiese dominansie. M.Sc. Agric.-verhandeling, Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

BOTES, JHF en OOSTHUIZEN, LK. (1989). Prosedure en probleme by die gebruik van 'n gewasgroei simulasiemodel. Referaat gelewer tydens die Jaarlikse Konferensie van LEVSA, Bloemfontein, 25-27 September: 241-255

BRADFORD, D and KELEJIAN, H. (1977). The value of information for crop forecasting in a market system: some theoretical issues. Review of Economic Studies Vol 44: 519-531

BURGER, JD. (1989). Die ekonomiese belangrikheid van besproeiing in die landbou in die Wes-Kaap. SA Besproeiing Vol 11, No 3: 13, 16, 17

BYERLEE, D and ANDERSON, JR. (1982). Risk, utility and the value of information in farmer decisionmaking. Review of Marketing and Agricultural Economics Vol 50: 231-245

CASLER, GL, ANDERSON, BL and APLIN, RD. (1984). Capital investment analysis. New York: John Wiley and Sons

CHAN, YS.(1981). Note on risk and the value of information. Journal of Economic Theory Vol 25: 461-465

CO-ORDINATING COMMITTEE FOR IRRIGATION RESEARCH (1986). Recommendations of the workshop on research requirements relating to economic, sociological and ecological aspects of irrigation development. Pretoria, April 1986.

COPELAND, TE and WESTON, JF. (1983). Financial theory and corporate policy. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company

DAVIS, DR and DVORANCHIK, WM. (1971). Evaluation of the worth of additional data. Water Resources Bulletin Vol 7: 700-707

DE JAGER, JM. (1974). "PUTU" - a dynamic seasonal maize crop growth model. Canadian I.B.P. Res. Rep. 306 - 320

DE JAGER, JM. (1989a). Modeling maize cultivar differences in the reproductive phase. Annual Congress of the South African Society of Crop Production, Wild Coast

DE JAGER, JM. (1989b). Putu 12-8 Model Manual. Department of Agrometeorology, University of the Orange Free State: Bloemfontein

DE JAGER, JM and HENSLEY, M. (1988). Modeling maize crop growth at Glen. Annual Congress of the South African Society of Crop Production: Bloemfontein

DE JAGER, JM and KING, KM. (1974). Calculation of photosynthesis rate of a maize crop from environmental variables. Canadian I.B.P. Res. Rep. 321 - 338

DE JAGER, JM, BOTHA, DP and VAN VUUREN, CJJ. (1981). Effective rainfall and the assessment of potential wheat yields in a shallow soil. Crop Production Vol 10, 51 - 56

DE JAGER, JM, MOTTRAM, R and 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, University of the Orange Free State: Bloemfontein

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, BRISTOW, KL en VAN ROOYEN, A. (1982). Besproeiingskedulering van koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Projek uitgevoer vir die Waternavorsingskommissie. Departement Landbouweerkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE and SINGELS, A. (1987). Research on a weather service for scheduling the irrigation of winter wheat in the Orange Free State Region. Verslag aan die Waternavorsingskommissie. WNK verslag nr 177/1/87. Departement van Agrometeorologie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

DEBERTIN, DL, HARRISON, GA, RADES, RJ and BOHL LP. (1975). Estimating the returns to information: a gaming approach. American Journal of Agricultural Economics Vol 57: 316-321

DEBERTIN, DL, RADES, RJ and HARRISON, GA. (1976). Returns to information: an addendum . American Journal of Agricultural Economics Vol 58: 321-323

DIVARIS, C en STEIN, ML. (1989). Ou Mutual se inkomstebelastinggids 1988-1989. Kaapstad: Ou Mutual-drukkery

DOORENBOS, J and KASSAM, AH. (1979). Yield response to water. F.A.O. Irrigation and Drainage Paper

DüVEL, GH. (1980). Die studiegroep. Die Suid-Afrikaanse Insituut vir Landbouvoorligting, University of Pretoria: Pretoria

EIDMAN, VR. (1990). Ouantifying and managing risk in agriculture. Agrekon Vol 29, No 1: 11-23

EIDMAN, VR and BERGSRUD, FG. (1978). Estimating sprinkler irrigation costs. Water Sources and Irrigation Economics "DISC" report 150-1978. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota: St.Paul

EIDMAN, VR and GREENE, DD. (1978). Crop cost analysis. Water sources and irrigation economics "Disc" report 150-1978. Agricultural Experimental Station, University of Minnesota: St. Paul

EISGRUBER, LM. (1978). The development of the economics of information: implications for extension and research. American Journal of Agricultural Economics Vol 60: 901-912

ENGLISH, MJ and MAKAMURA, BC. (1985). Effects of irrigation frequency on yields of winter wheat when deficit irrigation is practised. For presentation at the 1985 Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers

ENGLISH, MJ, JAMES, LG, HUNSAKER, DH and McKUSICK, RJ. (1985). A practical view of deficit irrigation. Paper 85-2595. ASAE Winter Meeting, Chicago, Illinois, Dec. 17-20

FEDER, G. (1979). Pesticides, information, and pest management under uncertainty. American Journal of Agricultural Economics Vol 61: 97-103

FISHBURN, PC. (1964). Decision and value theory. New York: John Wiley and Sons

FISKE, JR. (1986). A comparative analysis of the return to equity and weighted average cost of capital approaches to capital budgeting. Agricultural Finance Review Vol 46: 8-57

FULLER, EI and NORDQUIST, DW. (1978). User's guide for PVBUDGT. Departement van Landbou en Toegepaste Ekonomie, Universiteit van Minnesota: St. Paul

GILL, EE. (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, JP. (1982). Economic analysis of agricultural projects. Baltimore, Maryland: John Hopkins University Press

GOULD, JP. (1974). Risk, stochastic preference, and the value of information. Journal of Economic Theory Vol 8: 64-84

GREEN, J. (1981). Value of information with sequential futures markets. Econometrica Vol 49: 335-358

GROENEWALD, JA en VAN ZYL, J. (1986). Die effek van veranderlike watervoorrade op gewenste gewasproduksie-patrone. Agrekon Vol 25, No 3: 42-48

GROSSMAN, IJ, KIHLSTROM, RE and MIRMAN, LJ. (1977). A Bayesian approach to the production of information and learning by doing. Review of Economic Studies Vol 44: 533-547

HAMILTON, JR, BARRANCO, GS and WALKER, DJ. (1982). The effect of electricity prices, lift and distance on

irrigation development in Idaho. American Journal of Agricultural Economics Vol 64, No 2: 280-285

HARRIS, TR and MAPP, HP. (1986). A stochastic dominance comparison of waterconserving irrigation strategies. American Journal of Agricultural Economics Vol 68, No 2: 298-305

HARSH, SB, CONNER, LJ and SCHWAB, GD. (1981). Managing the farm business. Englewood Cliffs: Prentice-Hall

HAYAMI, Y and PETERSON, W. (1972). Social returns to public information services: statistical reporting of U.S. farm commodities. American Economic Review Vol 62: 119-130

HESS, J. (1982). Risk and the gain from information. Journal of Econometric Theory Vol 27: 231-238

HEXEM, RW and HEADY, EO. (1978). Water production and irrigated agriculture. Ames, Iowa: Iowa State University Press

HIRSCHLEIFER, J. (1971). The private and social value of information and the reward to inventive activity. American Economic Review Vol 61: 561-574

HIRSCHLEIFER, J. (1973). Where are we in the theory of information . American Economic Review Vol 63: 31-39

HIRSCHLEIFER, J and RILEY, JG. (1979). The analytics of uncertainty and information- and expository survey. Journal of Economic Literature Vol 17: 1375-1421

JANSE VAN RENSBURG, BDT. (1983). 'n Analise van die ekonomiese uitvoerbaarheid van die beoogde Neusberg-Augrabies besproeiingsontwikkeling. Direktoraat Landbouproduksie-ekonomie, Departement van Landbou en Watervoorsiening

JANSE VAN RENSBURG, BDT. (1986). Bepaling van grondwaarde en huurtariewe in die hoëveldstreek. Pretoria: Departement van Landbou en Watervoorsiening, Direktoraat Landbou-ekonomie

JOHNSON, F, SPREEN, TH and HEWITT, T. (1987). A Stochastic analysis of contract grazing feeder cattle. Southern Journal of Agricultural Economics Vol 20, No 1: 11-19

KING, RP. (1979). Operational techniques for applied decision analysis under uncertainty. D.Phil dissertation. Department of Agricultural Economics, Michigan State University

KING, RP and ROBISON, LJ. (1981). Implementation of the interval approach to the measurement of decision maker preference. Research Report 418. East Lansing: Michigan State University

KIRSTEN, JF en BACKEBERG, GR. (1988). Konsepverslag oor beplanning van ekonomies bestaanbare boerderygroottes in die Oranje-Vaal Besproeiingsgebied. Afdeling Makro-hulpbron-ekonomie, Direktoraat Landbouproduksie-ekonomie: Pretoria

KORINGRAAD (1990). Persoonlike mededeling

KRAMER, RA and POPE, RD. (1981). Participation in farm commodity programs: a stochastic dominance analysis. American Journal of Agricultural Economics Vol 63, No 1: 119-128

KWON, YK. (1979). Stochastic dominance and information value. Journal of Economic Theory Vol 20: 213-230

LAMBRECHTS, IJ, REYNDERS, HJJ en SCHEURKOGEL, AE. (1986). Die investeringsbesluit. Pretoria: Sigma-Pers

LANVOKON: LANDBOUVOORUITSKOUINGSKONFERENSIE (11e: 1990: Pretoria). (1990). Pretoria, s.n

LAVALLE, I. (1968). On cash equivalents and information evaluation under uncertainty. Part 1: basic theory. Journal of the American Statistical Association Vol 63: 252-276

LAVE, LB. (1963). The value of better weather information to the raisin industry. Econometrica Vol 31: 151-164

LAZARUS, WF and SCOTT, JT. (1981). A present value analysis of returns to irrigation in Southern Central Illinois. North Central Journal of Agricultural Economics Vol 3, No 1: 63-70

LEE, JG, ELLIS, JR and LACEWELL, RD. (1987). Evaluation of production and financial risk: a stochastic dominance approach. Canadian Journal of Agricultural Economics Vol 35, No 1: 108-126

LEUTHOLD, RM. (1971). On combining information theory and Bayesian analysis. Canadian Journal of Agricultural Economics Vol 19: 26-34

LIBBIN, JD and TORELL, LA. (1990). A comparison of State and USDA cost and return estimates. Western Journal of Agricultural Economics Vol 15, No 2: 300-310

LINESTONE, HA and TUROFF, M. (1975). The Delphi-method techniques and applications. London: Addison Wesley Publishing Company

LUBBE, WF en JOUBERT, JSG. (1982). Die Oklahoma begrotingsprogram. Referaat gelewer tydens LEVSA-konferensie, 20-22 April 1982, WNNR-konferensiesentrum, Pretoria

LUTHANS, F and MARTINKO, MJ. (1979). The practice of supervision and management. New York: McGraw-Hill Book Company

MADDOCK, T. (1973). Management model as a tool for studying the worth of data. Water Resources Research Vol 9: 270-280

MAPP, HP and EIDMAN, VR. (1976). A bioeconomic simulation analysis of regulating groundwater irrigation. American Journal of Agricultural Economics Vol 58: 391-402

MARAIS, SJL. (1983). Depresiasiebepaling in die landbou onder inflasionistiese omstandighede. Agrekon Vol 22, No 1: 18-21

MARSCHAK, J. (1968). Economics of inquiring, communicating and deciding. American Economic Review Vol 58: 1-18

MARTIN, D and VAN BROCKLIN, J. (1985). The risk and return with deficit irrigation. For presentation at the 1985 Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers

MCGUCKIN, T. (1983). Alfalfa management strategies for a Wisconsin dairy farm - an application of stochastic dominance. North Central Journal of Agricultural Economics Vol 5, No 1: 43-49

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric.-verhandeling. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vryataat: Bloemfontein

MEIRING, JA en OOSTHUIZEN, LK. (1991a). Die beraming van die geweegde gemiddelde koste van kapitaal met verwysing na

besproeiingsboere in die Vanderkloof Staatswaterskema. Agrekon Vol 30, No 2: 82-88

MEIRING, JA en OOSTHUIZEN, LK. (1991b). Produksie- en prysrisiko met die verbouing van koring, laat-mielies en katoen onder spilpuntbesproeiing in die Suid-Vrystaat substreek. Manuskrip voorgelê vir publikasie aan Agrekon

MEIRING, JA en OOSTHUIZEN, LK. (1991c) SPILKOST (1.0): 'n Gerekenaariseerde kosteberekeningsprosedure vir die beraming van spilpuntbesproeiingskoste. Bekendstellingseminaar, Bloemfontein, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, 16 Mei 1991

MEYER, J. (1977). Choice among distibutions. Journal of Economic Theory Vol 14: 326-336

MONCUR, JET and POLLOCK, RL. (1988). Scarcity rents for water: A valuation and pricing model. Land Economics Vol 64, No 1: 62-72

MULLER, J. (1972). The impact on information on technical efficiency. Ph.D. dissertation, Stanford University, Stanford, California

MUSSER WN, TEW, BV and EPPERSON, JE. (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 Vol 13: 119-123

NELSON, AG, CASLER, GL and WALKER, OL. (1978). Making farm decisions in a risky world: A Guidebook. Oregon State University Extension Service: Corvallis

NIELSON, DJ. (1982). Evaluating alternative irrigation scheduling strategies for soybeans in Minnesota. M.Sc.

thesis. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota

NIEUWOUDT, WL en DE JONG, JJ. (1985). Grondhuurgeld as aanduider van winsgewendheid in mielie- en koringproduksie. Agrekon Vol 24, No 2: 21-26

NIEUWOUDT, WL. (1980). Value and rent of farm land. The South African Journal of Economics Vol 48, No 4: 389-397

NIEUWOUDT, WL. (1985). Competitive position of South African agriculture: An analysis of supply and demand. Landbouvooruitskouingskonferensie (6e: 1985: Pretoria). Pretoria: s.n

OOSTHUIZEN, LK. (1981). Die ontwikkeling van 'n bestuurstelsel vir beter benutting van swart werkers in 'n boerderyonderneming, met verwysing na personeel-bestuurspraktyke in die Brandfortdistrik. Departement van Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

OOSTHUIZEN, LK. (1983). A study of the approaches, methods, techniques and instruments used in five major irrigated areas in the United States to increase the economic efficiency of water use for irrigation. Department of Agricultural Economics, University of the Orange Free State: Bloemfontein

OOSTHUIZEN, LK. (1985). A procedure for estimating sprinkler irrigation costs. Department of Agricultural Economics, University of the Orange Free State: Bloemfontein

OOSTHUIZEN, LK. (1987). Projekvoorlegging aan die Waternavorsingskommissie: Ekonomiese evaluering van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Departement van Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

OOSTHUIZEN, LK, BOTES, JHF en MEIRING, JA. (1989). Ekonomiese evaluering van alternatiewe besproeiing-skeduleringstrategieë vir koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Vorderingsverslag (No 2) aan die Waternavorsingskommissie. Departement van Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

OOSTHUIZEN, LK, BOTES, JHF en MEIRING, JA. (1990). Ekonomiese evaluering van alternatiewe besproeiing-skeduleringstrategieë vir koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Vorderingsverslag (No 3) aan die Waternavorsingskommissie. Departement van Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat: Bloemfontein

ORTMANN, GF en RASK, N. (1988). Die kostemededingendheid van belangrike uitvoerlande ten opsigte van mielies, koring en sojabone I: Produksie- en bemarkingskoste. Agrekon Vol 27, No 2: 17-26

OSBURN, DD and SCHNEEBERGER, KC. (1983). Modern agricultural management. Reston: Reston Publishing Company

PASOUR, EC and BULLOCK, JB. (1975). Implications of uncertainty for the measurement of efficiency. American Journal of Agricultural Economics Vol 57: 335-339

PRATT, JW. (1964). Risk aversion in the small and in the large. Econometrica Vol 32: 122-136

QUIRK, JP and SAPOSNIK, R. (1962). Admissibility and measurable utility functions. Review of Economic Studies Vol 29, No 2

RAIFFA, H and SCHLAIFER, R. (1961). Applied statistical decision theory. Cambridge: Harvard University

RICHARDSON, JW and NIXON, CJ. (1982). Producer's preference for a cotton farmer owned reserve: an application of simulation and stochastic dominance. Western Journal of Agricultural Economics Vol 7, No 1: 123-132

ROBERTSON, JD, MUSSER, WN and TEW, BV. (1982). Lease versus purchase of a center pivot irrigation system: A Georgia example. Southern Journal of Agricultural Economics Vol 14: 37-42

ROBISON, LJ. (1982). An appraisal of expected utility hypothesis tests constructed from responses to hypothetical questions and experimental choices. American Journal of Agricultural Economics Vol 64: 357-365

ROBISON, LJ. (1988). Stochastic dominance: a computer programme. Department of Agricultural Economics, Michigan State University

ROUMASSET, JA, BROUSSARD, J and SINGH, I. (1979). Risk, uncertainty and agricultural development. Southeast Asia Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA) and the Agricultural Development Council (ADC)

RYAN, JG and PERRIN, RK. (1974). Fertilizer response information and income gains: the case of potatoes in Peru. American Journal of Agricultural Economics Vol 56: 337-343

SCHULZE, RE en GEORGE, WJ. (1987). Economic implications of deficit irrigation at a proposed Namibian scheme. Department of Agricultural Engineering, University of Natal

SCHULZE, RE. (1984). Hydrological models for application to small rural catchments in Southern Africa: refinement. Report to the Water Research Commission by the Department of Agricultural Engineering, University of Natal

SEAGRAVES, JA and EASTER, W. (1982). Pricing for irrigation water. University of Minnesota Institute of Agriculture, Forestry and Home Economics, St. Paul, Minnesota

SELLY, R. (1983). The economic analysis of irrigation investment decisions. Pair C.H. (eds.). Irrigation. 5th ed. Silver Spring: The Irrigation Association

SHANNON, CE. (1948). A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal Vol 27: 379-423

SPIEGEL, MR. (1972). Schaum's outline of theory and problems of statistics in SI units. Johannesburg: McGraw-Hill Book Company

SPURLOCK, SR, LAUGHLIN, DH, WALDEN, WC and PARVIN, DW. (1986). Mississippi State Budget Generator user's guide. Mississippi State University: Mississippi

STANDARD BANK. (1988). Finansiering en die boer. Johannesburg: Drukkersafdeling, Standard Bank van Suid-Afrika

STEVENS, GT. (1979). Economic and financial analysis of capital investments. New York: John Wiley and Sons

STOCKLE, CO and JAMES, LG. (1989). Analysis of deficit irrigation strategies for using crop growth simulation. Irrigation Science Vol 10, No 3: 85-98

STREUTKER, A. (1983). Water-opbrengskrommes van lengtekoring en toepaslike besproeiingswaterbestuur op proefvelde en boereplase. Gewasproduksie Vol 12: 7-11

STREUTKER, A. (1986). Water-yield functions of crops in Engineering, Soil Science, Agronomy and Economy for planning and management mechanized and non-mechanized irrigation. International Simposium on Agricultural Engineering (CIGR), January, Pretoria, RSA

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU en WATER-VOORSIENING. (1987). Besproeiingsontwikkeling in die Vrystaatstreek. Pretoria: Staatsdrukker

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATER-VOORSIENING. (1989). Kortbegrip van landboustatistiek. Pretoria: Staatsdrukker

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATERVOORSIENING. (1990a). COMBUD bedryfstakbegrotings, Julie 1988, Vrystaatstreek. Pretoria: Staatsdrukker

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). DEPARTEMENT VAN LANDBOU EN WATER-VOORSIENING. (1990b). Kostegids vir masjinerie. Pretoria: Staatsdrukker

TERSINE, RJ and RIGGS, WE. (1976). The Delphi technique: A long range planning tool. Business Horizons Vol 19: 51-56

THEIL, H. (1967). Economics and information theory. Amsterdam: North Holland Publishing Company

THOMPSON, GT, SPIESS, LB and KRIDER, JN. (1983). Farm resources and system selection. In: Jensen, ME.(ed.). Design and operation of farm irrigation systems. St.Joseph: American Society of Agricultural Engineers

THOMPSON, JC and BRIER, GW. (1955). The economic utility of weather forecasts. Monthly Weather Review Vol 83: 249-254

TICE, TF and CLOUSER, RL. (1980). Stochastic effect of weather on crop production: the value of weather information to individual corn producers. American Journal of Agricultural Economics Vol 62: 1109

TWEETEN, L. (1981). Farmland pricing and cash flow in an inflationary economy. Research report P-811. Stillwater: Agricultural Experimental Station, Division of Agriculture, Oklahoma State University

VAN DER MERWE, PJA. (1982). Wisselwerking tussen genotipe en omgewing by grondtipe. Proefskrif (D.Sc.Agric.). Universiteit van Pretoria: Pretoria

VAN ROOYEN, PJ. (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. Proefskrif (D.Sc.Agric.). Departement Landbou-ekonomie. Universiteit van Pretoria: Pretoria

VAUX, HJ Jr and PRUITT, WO. (1983). Crop-water production functions. In: D. Hillil (ed), Advances in Irrigation, Vol 2: 61-97 New York: Academic Press

WETZSTEIN, HE, SZMEDRA, PI, McCLENDON, RW and EDWARDS, ME. (1988). Efficiency criteria and risk aversion: an empirical evaluation. Southern Journal of Agricultural Economics Vol 13, No 2: 171-178

WHITE, FC, MUSSER, WN and OOSTHUIZEN, J. (1978). Cost of capital for American agriculture: Its use in Agriculture policy formulation. Agricultural Finance Review Vol 38: 21-28

WILSON, PN and EIDMAN, VR. (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, PN. (1982). The structural determinants of the swine production industry. Ph.D Thesis, University of Minnesota: St.Paul

ZACHARIAS, TP and GRUBE, AH. (1984). An economic evaluation of weed control methods used in combination with crop rotation: a stochastic dominance approach. North Central Journal of Agricultural Economics Vol 6, No 1: 113-120

ZENTNER, RP, GREENE, DD, HICKENBOTHAM, TL and EIDMAN, VR. (1981). Ordinary and generalized stochastic dominance: a primer. Staff Paper P81-27. Department of Agricultural and Applied economics, University of Minnesota: St. Paul