

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

JA Meiring* en LK Oosthuizen

Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein 9300, Suid-Afrika

Abstract

Analysis of the annual cost of representative centre pivot systems in the Southern Free State subregion:

Variation in design characteristics of centre pivot systems and the soil type which is to be irrigated cause differences in annual irrigation cost which will effect the economic profitability and financial feasibility of centre pivot systems. The economics of sprinkler irrigation cannot be evaluated if the effect of technical irrigation system properties on annual fixed and operating costs is not known.

The purpose of this article is to compare the annual cost of representative centre pivot systems in the Southern Free State subregion, whereby the effect and importance of irrigation system properties and soil type on the annual cost of centre pivot systems can be determined. Eighteen representative centre pivot systems were compiled on the basis of differences in the area irrigated by the systems, capacity, pumping height and 2 soil types.

The results showed that the variations in factors such as soil type, area irrigated, pumping height and capacity have significant cost implications.

Samevatting

Verskille in ontwerpeienskappe van spilpuntstelsels en die grondtipe wat besproei word, veroorsaak verskille in die jaarlikse koste van besproeiing wat dan die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van spilpuntstelsels beïnvloed. Die ekonomie van sprinkelbesproeiing kan nie geëvalueer word indien die invloed van tegniese stelseienskappe op jaarlikse vaste en bedryfskoste nie bekend is nie.

Die doel met die artikel is om die jaarlikse koste van verteenwoordigende spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek te vergelyk. Daardeur kan die invloed en belangrikheid van stelseienskappe en grondtipe op die jaarlikse koste van spilpuntstelsels bepaal word. Agtien verteenwoordigende spilpuntstelsels is saamgestel op grond van verskille in die oppervlakte wat die stelsels besproei, kapasiteit, pomphoogte en 2 grondtipes.

Die resultate toon dat die variasie in faktore soos grondtipe, oppervlakte besproei, pomphoogte en kapasiteit belangrike verskille in die jaarlikse koste van spilpuntstelsels tot gevolg het.

Summary

An investment in centre pivot systems has important cost implications for an irrigation farmer. Representative mechanical 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 this article is to compare the annual cost of the representative 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 representative centre pivot systems were compiled on the basis of differences in the area to be irrigated and of capacity, pumping height and 2 soil types, with final infiltration rates of 25 mm and 40 mm. The centre pivot systems are typified by 2 basic pivot sizes, namely 60 ha- and 30 ha-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 computerised cost-calculation pro-

cedure. Centre pivot and management data, water and electricity tariffs, as well as the inflation and interest rates were used as input to 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 30 ha-centre pivots is proportionally higher than the cost of the 60 ha-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.

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.

*To whom all correspondence should be addressed.
Received 23 January 1991; accepted in revised form 22 July 1991.

In Suid-Afrika is min navorsingswerk gedoen om verteenwoordigende gemeganiseerde besproeiingstelsels formeel te identifiseer en om sodanige stelsels se jaarlikse koste te ontleed. 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) het by die 7de 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 gewasbehoefes behoorlik in berekening te bring.

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

- Om te bepaal wat die invloed van die variasie in stelsel-eienskappe op die jaarlikse vaste en veranderlike koste van spilpuntstelsels is.
- Om die grondtipe se invloed op die ontwerp van spilpuntstelsels en die koste-implikasies daarvan te bepaal.

Prosedure

Die verteenwoordigende besproeiingstelsels vir die Suid-Vrystaat is as volg geïdentifiseer:

- deur 'n loods ondersoek by voorligtingkundiges en boere in die besproeiingsgebiede binne die Vrystaatstreek uit te voer;

- deur beskikbare ontwerpbesonderhede van spilpuntstelsels by besproeiingsondernemings te ontleed; en
- deur ingenieurs se kundigheid te gebruik.

Die prosedure behels eerstens die ontwerp van verteenwoordigende spilpuntstelsels, en daarna word die stelsels se koste met behulp van 'n rekenaar bereken.

Identifisering en ontwerp van verteenwoordigende spilpuntstelsels

Agtien verteenwoordigende spilpuntstelsels is vir die Suid-Vrystaat substreek saamgestel op grond van verskille in oppervlakte wat die stelsels besproei, kapasiteit, pomphoogte asook die tipe grond wat onder besproeiing is (Meiring, 1989). Dié stelsels is saamgestel nadat die ontwerpbesonderhede van meer as 300 spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat ontleed is. Die bedoeling met die ontwerp van verteenwoordigende spilpuntstelsels is nie om optimale stelsels saam te stel nie, maar om die mees algemene stelsels in die ondersoekgebied te beskryf. '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. 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) 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/h en 40 mm/h onderskeidelik. Die stelsels op die kleigrond

TABEL 1
AGTIEN VERTEENWOORDIGENDE SPILPUNTSTELSLS IN DIE SUID-VRystaat SUBSTREEK

Spilpuntkode	Grondtipe	Oppervlakte	Kapasiteit*	Statiese hoogte
		(ha)	(mm)	(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

*Bruto toediening per dag

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 verteenwoordigende stelsels ontwerp is, word in Tabel 1 aangetoon. Die spilpuntcodes 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 mm/d. Die vertikale hoogte in meter wat die water gepomp word, word in die laaste deel van die kode (-15h of +10h) aangedui.

Die 18 verteenwoordigende spilpunte word deur 2 basiese spilpuntgroottes, naamlik 60 ha- en 30 ha-stelsels getipeer. Beide die tipes is nie sleepbaar nie. Die 60 ha-stelsel is 'n 8-toring spilpunt wat bestaan uit 5 torings van 47,85 m, 3 torings van 61,26 m en 'n oorhang van 13,41 m. Die 30 ha-stelsel is 'n 5-toring spilpunt met 3 torings van 61,26 m, 2 van 54,56 m en 'n 13,41 m oorhang. Beide tipes spilpuntstelsels het 0,57 kW motors op die torings. Die hoofpylyn is 490 m lank by die 60 ha-stelsels en 610 m by die 30 ha-stelsels oor die algemeen verder van die watervoorsieningspunt geleë is. Die elektriese kables is net so lank soos die hooflyn. Die 60 ha-stelsels het 'n 10 mm driekern kabel en gronddraad teenoor die 6 mm vir die 30 ha-stelsels. Al 18 stelsels het skakelaars wat by lae temperature en lae druk afskakel.

Die 2 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 m³/h, 250 m³/h en 300 m³/h onderskeidelik by die 60 ha-stelsels en 100 m³/h, 125 m³/h en 150 m³/h by die 30 ha-stelsels 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 besproeiingsstelsels langs die Sarel Haywardkanaal verteenwoordig.

Kosteberekening

Die handmetode vir die kosteberekening van 'n spilpunt (Meiring, 1989) is gerekenariseer om die jaarlikse koste van 18 verteenwoordigende spilpunte te beraam. Die prosedure bestaan uit 4 dele. In die eerste deel word spilpuntbesonderhede, die beplande waterbestuursbesonderhede asook water-, elektrisiteits- 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. Herstelkoste word beraam as 'n funksie van die jaarlikse gebruik en die aankoopprys en is met die Delphi-tegniek (Tersine en Riggs, 1976) van ingenieurs verkry. 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. Dié prosedure is gebruik om die rekenaarprogram, SPILKOST, wat ekonomies en tegnies gefundeer is, te ontwikkel (Vir meer inligting kan die skrywers gekontak word).

Al 18 spilpuntstelsels se fisiese eienskappe en kostes is op kwotasies van 8 Junie 1989 gebaseer. Die berekening van vaste

koste is gebaseer op huidige markwaarde (in dié geval ook die aankoopprys). Om die rede is die reële rentekoers gebruik vir renteberekening sodat die rentekoste en dus ook die ekonomiese koste van die stelsels nie oorskakel word nie. Depresiasie is vir elke komponent van die stelsel afsonderlik bereken en is gebaseer op die verwagte lewensduur en herwinningswaarde van die komponente wat vanaf ingenieurs met behulp van die Delphi-tegniek verkry is. 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 ook met die Delphi-tegniek van landbou-ekonomie verkry is.

Die spilpuntstelsels in die Suid-Vrystaat substreek word as gevolg van die lae reënval nie vir aanvullende besproeiing gebruik nie en die meeste boere gebruik dus hulle volle waterkwota van 11 000 m³/ha-a. Die veranderlike koste is dus vir elke stelsel bereken op 'n jaarlikse watertoediening van 11 000 m³/ha. By die berekening van bedryfskoste is die maksimum besproeiingsiklus gebruik wat by elke stelsel gevolg kan word, inaggenome grondtipe, toedieningstempo en -bandwydte. Die totale jaarlikse veranderlike koste berus hoofsaaklik op die jaarlikse gebruik van die stelsel (uur) wat bepaal word deur die hoeveelheid water wat gepomp word en die pomptempo van die stelsel.

Resultate en bespreking

Kostevergelyking van alternatiewe spilpuntstelsels

Tabel 2 toon die kapitaalbelegging van elke stelsel asook die jaarlikse vaste, veranderlike en totale koste.

Oppervlakte besproei

Die groot verskille in kapitaalbelegging wat wissel van R66 911 tot R88 121 tussen die 30 ha-stelsels (13 tot 18) en die 60 ha-stelsels is duidelik sigbaar en dus ook die verskil in vaste koste. Die veranderlike koste van die stelsels verskil ook omdat die koste bereken is vir elke stelsel se totale oppervlakte met 'n watertoediening van 11 000 m³/ha. Die klein stelsels se kapitaalbelegging en vaste koste is in verhouding egter meer as die van die 60 ha-stelsels. Stelsel S30/12k/+10 h se kapitaalbelegging en vaste koste wat onderskeidelik R151 443 en R13 555 is, beloop meer as die helfte van R237 553 en R21 308, wat die kapitaalbelegging en vaste koste van die ooreenstemmende 60 ha-stelsel is. Met die veranderlike koste is dit ook die geval vir die ooreenstemmende stelsels, byvoorbeeld stelsels S60/12k/-15h en S30/12k/-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 R16 201 is in verhouding egter meer as die R28 677 van stelsel S60/12k/-15h.

Grondtipe

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 verspreidingsstelsel. 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.

TABEL 2
KAPITAALBELEGGING EN JAARLIKSE VASTE, VERANDERLIKE EN TOTALE KOSTE VAN
VERTEENWOORDIGENDE SPILPUNTSTELSLS MET 'N BEPLANDE TOTALE WATERTOEDIENING VAN 11 000 m³ WATER IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

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

Pomphoogte

Die verhoging in statiese hoogte by die 60 ha-stelsels het deurgaans 'n groter kapitaalbelegging en jaarlikse kostes tot gevolg. Die invloed op veral die veranderlike koste is groot, byvoorbeeld R27 770 by stelsel S60/08k/-15h met 'n hoogte van -15 m en R34 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 R6 095 per jaar.

Kapasiteit

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 hoër-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 h/a pomp aan 660 000 m³ water teenoor 2 640 h van stelsel S60/10k/+10h. Stelsel S60/08k/+10h se totale elektrisiteitskoste beloop R14 441 per jaar teenoor R14 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 60 ha-stelsels tussen 35 persent en 42 persent by tot die totale koste indien 11 000 m³/ha-a gepomp word, terwyl vaste koste se bydrae tot totale koste 43 persent tot 46 persent by die 30 ha-stelsels is.

Die veranderlike koste van elke stelsel is bereken in sent per

kubieke meter water wat gepomp word. Die kostes word in Tabel 3 aangetoon.

Waterkoste se tarief bly konstant teen 1,65 c/m³ water. Arbeidskoste word normaalweg as 'n vastekoste-komponent beskou. In die ontleding word arbeid beskou as 'n hulpbron waarvan die koste na die onderskeie gewasvertakkings toegedeel moet word behalwe die klein veranderlike komponent wat by die bedryf van die spilpuntstelsels gebruik word. Arbeidskoste se bydrae tot totale veranderlike koste is baie klein. Die arbeidskoste vir die 60 ha-stelsels en die 30 ha-stelsels met 'n kapasiteit van 12 mm per dag is 0,01 c/m³ water. Die arbeidskoste van die 8 mm en 10 mm 30 ha-stelsels is egter 0,02 c/m³ 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 herstelkoste vir die 30 ha-stelsels.

Elektrisiteitskoste per kubieke meter water gepomp, word verdeel in 2 verskillende kostes. Die hoër koste geld vir water wat met die eerste 1 000 kW·h krag per maand, teen 'n tarief van 15,59 c/kW·h, gepomp word. Die lae koste is bereken teen 'n elektrisiteitstarief van 9,02 c/kW·h. Die belangrikheid van elektrisiteitskoste blyk duidelik uit die verskil tussen die 2 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/m³ water wat gepomp word of 20,1 c/mm 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 2) geld dus ook hier. Die koste per kubieke meter water toegedien styg namate benattingswydte en

TABEL 3
VERANDERLIKE KOSTE PER KUBIEKE METER WATER GEPOMP VIR WATER, ARBEID, HERSTELWERK EN ONDERHOUD ASOOK ELEKTRISITEIT VIR 18 VERTEENWOORDIGENDE SPILPUNTSTELSLS IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

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

statiiese 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, baie klein by die arbeidsbesparende besproeiingswyse. 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 4 aangetoon.

Die totale jaarlikse vaste koste word uitgedruk as 'n koste per hektaar teen 'n oppervlakbenutting van 150 persent per jaar. Die koste per hektaar varieer van R212 tot R301. Daar bestaan duidelike verskille in vaste koste tussen die 30 ha- en 60 ha-stelsels. Die groter kapitaalbelegging per hektaar lei tot 'n hoër vaste koste per hektaar by die 60 ha-stelsels. Die vaste koste van 'n 8 mm-stelsel op sandgrond wat 30 ha kan besproei (stelsel S30/08k/+10h), is R70,79/ha hoër as die van 'n ooreenstemmende stelsel wat 60 ha besproei, wat 'n styging van 33 persent is. Die vaste koste van die 30 ha-stelsels is van 25 tot 36 persent hoër as die van die ooreenstemmende 60 ha-stelsels.

Die verskille in vaste koste tussen stelsels met verskillende statiese hoogtes en kapasiteite en op verskillende gronde, is klein. Die grootste kosteverskil tussen stelsels op sand- en kleigrond is tussen stelsel 10, 'n 12 mm-stelsel op 'n kleigrond, waarvan die vaste koste R9,80/ha hoër is as die van stelsel S60/12k/-15h op 'n

sandgrond. 'n Kosteverhoging van R13,34/ha 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 R14,79/ha 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 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 4 word uitgedruk as die koste (sent) om 1 mm-ha water toe te dien. Die hoër koste is die gevolg van die hoër elektrisiteitsstarief 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 60 ha-stelsels as vir die ooreenstemmende 30 ha-stelsels. Kapasiteitsverskille veroorsaak nie 'n groot verandering in veranderlike koste nie, die koste om 1 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 c, 41,94 c en 42,26 c onderskeidelik. Die styging in die statiese hoogte met 25 m veroorsaak egter 'n styging in koste van 9,17 c/mm-ha by 10 mm-stelsels op sandgrond (stelsels 5 en 7). Die grondtipe is ook belangrik by veranderlike koste. Die koste van 1 mm-ha toegedien water neem met 9,15 c toe indien dit met 'n 12 mm-stelsel met 'n statiese hoogte van 10 m (stelsel K60/12k/+10h) op 'n

TABEL 4
VASTE EN VERANDERLIKE KOSTE PER EENHEID VAN 18 VERTEENWOORDIGENDE
SPILPUNTSTELSLS IN DIE SUID-VRYSTAAT SUBSTREEK

Stelselkode	Vaste koste (R/ha)	Veranderlike koste*	
		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

* Hoë koste as gevolg van hoë elektrisiteitsarief van eerste 1 000 kWh per maand

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

Samevattende gevolgtrekking

Agtien verteenwoordigende spilpuntstelsels is vir die Suid-Vrystaat substreek saamgestel en ontwerp met inagneming van eienskappe wat kosteverskille veroorsaak. Twee groottes spilpuntstelsels, naamlik 30 ha- en 60 ha-stelsels is ingesluit. Stelselkapasiteit 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 kleigrond ontwerp.

Ontwerpverskille in spilpuntstelsels ten opsigte van 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 in verhouding vinniger toeneem as die kapitaalbelegging. Die vaste koste van die 30 ha-stelsels is van 25 tot 36 persent hoër as die ooreenstemmende 60 ha-stelsels. Veranderlike koste is baie afhanklik van die statiese hoogte wat water gepomp moet word en die elektrisiteitsprys. Die veranderlike koste om 11 000 m³ water toe te dien op sandgrond met 'n 60 ha-stelsel met 'n kapasiteit van 8 mm is R27 770 as die statiese hoogte -15 m is, terwyl dit styg na R34 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 infiltrasiebepenkings deur hoër druk in die spilpunt oorkom moet word. Die koste van 'n mm-ha water wat met 'n 60 ha-stelsel met 'n kapasiteit van 12 mm en 'n statiese hoogte van 10 m toegedien word, is 9,15 c 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.

Navorsingsimplikasies

Hierdie resultate oor spilpuntkoste kan as riglyne dien by die keuse en ontwerp van spilpuntstelsels en wanneer verskillende grondtipes oorweeg word vir besproeiingsontwikkeling. Die beraamde besproeiingskoste kan gebruik word om die ekonomiese winsgewendheid en finansiële uitvoerbaarheid van die beleggings in die 18 verteenwoordigende spilpuntstelsels te beraam indien verdere addisionele inligting oor die inkomste wat met elke stelsel verkry kan word, bekend is. Die gerekenariseerde kosteberekeningsmetodes kan in die praktyk en vir verdere navorsing van groot waarde wees om spilpuntkoste akkuraat en vinnig te beraam.

Erkenning

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

Bronnelys

- BENNIE, ATP (1984) Doeltreffende wateropgaring in gronde in hoë droogterisikogebiede. Kongres se werksessie oor: Die Benutting van Gronde in Hoë Droogterisikogebiede (12c: 1984: Bloemfontein). Bloemfontein: Grondkondevereniging van Suid-Afrika.
- BURGER, JD (1989) Die ekonomiese belangrikheid van besproeiing in die landbou in die Wes-Kaap. *SA Besproeiing* 11(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 en RIGGS, WE (1976) The Delphi technique: A long range planning tool. *Business Horizons* 19 51-56.