

# Besproeiing, Gewasopbrengs en Dreinerings op die Vaalharts-besproeiingskema:

## 1. Die Bydrae van Plaaswaterverbruik, Besproeiingsbestuur en Kanaalwaterverliese tot Versuiping

A. STREUTKER

*Navorsingsinstituut vir Grond en Besproeiing, Departement van Landbou en Visserye, Privaatsak X79, Pretoria, 0001*

### Abstract

#### Irrigation, Crop Yield and Drainage on the Vaalharts Irrigation Scheme:

##### 1. The Contribution of Farm Water Usage, Irrigation Management and Leakage from the Canal System to Waterlogging

The Vaalharts Government Water Scheme is situated about 30 km south of Vryburg in a flat sandy area, 1 100 m above sea level, in a semi-arid region, with an annual rainfall of between 254 mm and 660 mm (mainly from October to May) and an annual evaporation of about 2 600 mm water from a class A-evaporation pan. The water supply is derived from the Vaal River by means of a 600 km open canal system. Surface drainage and flood water reach the Harts River through a 300 km system of open drains. The scheme is divided into approximately 1 200 flood-irrigated farms, of about 25 ha each. When irrigation was first practised between 1935 and 1940, the ground water table (GWT) was located at a depth of about 24 m, but within a few years it rose to an average depth of 1,2 m. Between 1942 and 1967 complaints about waterlogging were investigated on approximately 270 farms and during a three week period in November 1972 the GWT was surveyed over the whole area. Above average rainfall during 1974, 1975 and 1976 caused severe waterlogging and salinisation, which were remedied between 1976 and 1979 by the installation of about 240 sub-surface drainage systems at a depth of 1,7 m.

The irrigation-drainage balance is mostly in equilibrium at a safe GWT-level of 1 m and more below the surface and capillary moisture from the GWT is used by the crops. However, water usage, irrigation management and leakage from the canal system have been investigated to improve irrigation efficiency and to reduce leaching losses of fertilizers.

Water use prior to 1972 showed that on farms having a GWT > 1,2 m the water use was 84% of the annual available quota, and 76% where the GWT was higher than 0,6 m. During 1978/79 these percentages were still the same for the deep as well as the very shallow GWT. The difference between the available water quota and the water usage was probably due to the discrepancy between canal capacity and water demand during certain periods. For the intermediate GWT depths water use was 84% on drained (deeper GWT) and 70% on undrained farms (shallow GWT).

Irrigation management was evaluated during 1978/79 on flood-irrigated beds having a GWT at 1,4 m to 2 m and a vigorous groundnut crop. Over-irrigation was prevalent.

Measurements during 1968/69 showed that leakage from the canals also contributed to waterlogging. The contribution of irrigation management on the flood-irrigated beds to waterlogging was 42% of the total irrigation water demand while the contribution of soil furrows was 10% and that of canal losses 5% of the demand.

Although general waterlogging developed primarily from over-irrigation and leakage from soil furrows on all farms, ground water movement from higher lying farms influenced the specific GWT depth of each farm. More irrigation water was used and more over-irrigation occurred on farms with a deep GWT than on those with a shallow GWT. Water usage was higher on drained than undrained farms.

There are indications that flood irrigation management could be improved by higher rates and shorter periods of application. Fewer sub-surface drains would be required and larger areas could be irrigated during peak demand periods.

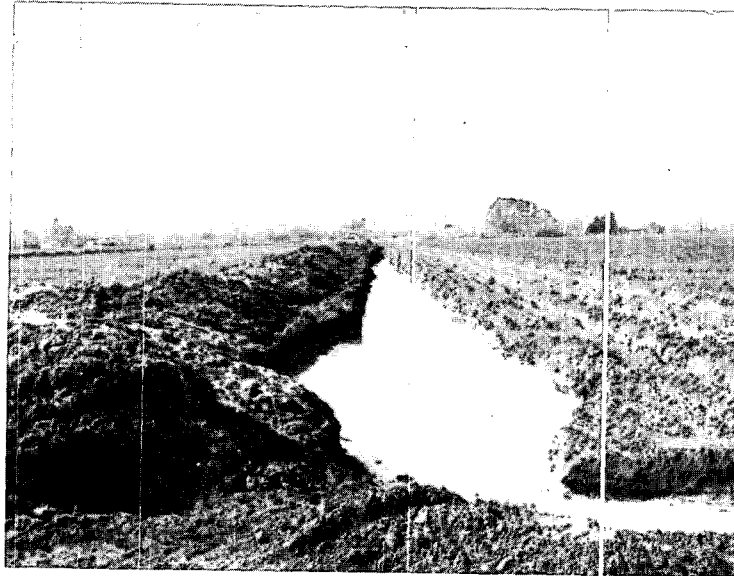
### Inleiding

Gedurende 'n grondopname van 1932 tot 1935 is in die rooi fynsanderige gronde van die Hartsriviervallei geen vlak grondwater of soute gevind nie. Ysterkonkresies bo die vlak kalklaag was egter wel 'n aanduiding van tydelike versuiping (Van Garderen, Louw en Rosenstrauch, 1934). Onmiddellik na die voltooiing van die Vaalharts Staatswaterskema van 30 000 ha in 1940, het 'n vlak grondwatersand (GWS) tussen 0,9 en 1,5 m onder die hele gebied met 1 200 plase begin ontwikkel (Fig. 1). Van 1942 tot 1967 is ongeveer 270 plase een of meermale ten opsigte van versuiping ondersoek en is dreineringsplanne deur personeel van die Navorsingsinstituut vir Grond en Besproeiing vir 138 plase opgestel. Nadat ongeveer 3 000 ha grond verbrak het, is van 1976 tot 1979 240 onder-dreineringsstelsels op 1,7 m diepte op die plase geïnstalleer om die soute uit te was en die GWS te beheer.

Die totale jaarlikse waterbehoefte bestaan uit die netto besproeiingsbehoefte van die gewas; noodsaaklike logingswater; waterverliese as gevolg van ongelykmatige waterverspreiding deur die besproeiingsstelsel; lekverliese uit toevoerleidinge, besproeiingsvore en damme; kanaalverliese en distribusieverliese van die kanaalstelsel.

Hoe minder van die jaarlikse toegediende water deur die gewas werklik verbruik word, of hoe swakker die besproeiingsbestuur, hoe groter is die bydrae van die plaaswaterverbruik tot versuiping, verbraking en gewasopbrengsvermindering.

Die besproeiing-dreineringsituasie van die Vaalharts-



*Figuur 1*  
*'n Grondwaterstand tussen 0,9 m en 1,5 m het onder die le gebied*  
*ontstaan*

besproeiingsgebied, en spesifiek van die Noordkanaalgebied, is onderoek. Hierdie artikel is die eerste in 'n reeks wat oor daardie onderoek handel.

## **Materiaal en Metode**

### **Versuipingsituasie**

Die versuipingsituasie per plaas is verkry uit die grondwaterstandkaart van November 1972 (Meyer, 1973). Die hele gebied is gedurende drie weke gekarteer in vier GWS-trappe nl:  $> 1,2$  m;  $1,2-0,9$  m;  $0,9-0,6$  m en  $< 0,6$  m. Die oppervlakte van die vier GWS-trappe (as % van die totale Noordkanaalgebied) was 43%, 23%, 29% en 5% respektiewelik; op 57 % van die totale oppervlakte was die GWS vlakker as 1,2 m. Figuur 2 dui die GWS-situasie aan wat ontstaan het as gevolg van die besproeiing van winterkoring van Mei tot einde Oktober en die voorplant-besproeiing van somergewasse gedurende Oktober. Die beeld is verkry gedurende 'n jaar van normale reën en voor die installering van ondergrondse dreins.

Die 1972-waterverbruik van plase en die GWS van November 1972 van daardie plase is met mekaar vergelyk. Die verskille in waterverbruik vir ander seisoene en jare is ook met die GWS-situasie van November 1972 vergelyk, omdat die verskille tussen die vier GWS-trappe op ongedreineerde plase behou gebly het. (Tabel 4, kolomme 8,9 en 10.)

### **Waterverbruik en Waterkwota**

#### *Die waterverbruik per plaas voor dreinerings in 1974*

Binne elke GWS-trap is die waterverbruik van 'n aantal plase onderoek. Die waterverbruik en waterkwota per plaas vir die periode 1968-1979 is van die Direkoraat van Waterwese van die Departement van Waterwese, Bosbou en Omgewingsbewa-

ring verkry. Die plaaswaterverbruik is uitgedruk as 'n persentasie van die jaarlikse waterkwota van  $7\,700\text{ m}^3/\text{ha}$  of  $770\text{ mm}/\text{ha}$ . In totaal is .08 plase gekies wat verspreid is oor en wat 'n tien persent steekproef is van die oppervlakte van die Noordkanaalgebied. Die waterverbruik van daardie plase gedurende die winters van 1968-1972 (1 Mei - 1 Nov) is vergelyk met hulle indeling in die vier GWS-trappe om vas te stel of op plase met 'n vlak GWS meer water verbruik is as op plase met 'n diep GWS. Die winterwaterverbruik is gekies, omdat die November 1972-GWS kaart hoofsaaklik deur winterbesproeiing beïnvloed is. Die reënval gedurende die winter is gewoonlik slegs enkele millimeters.

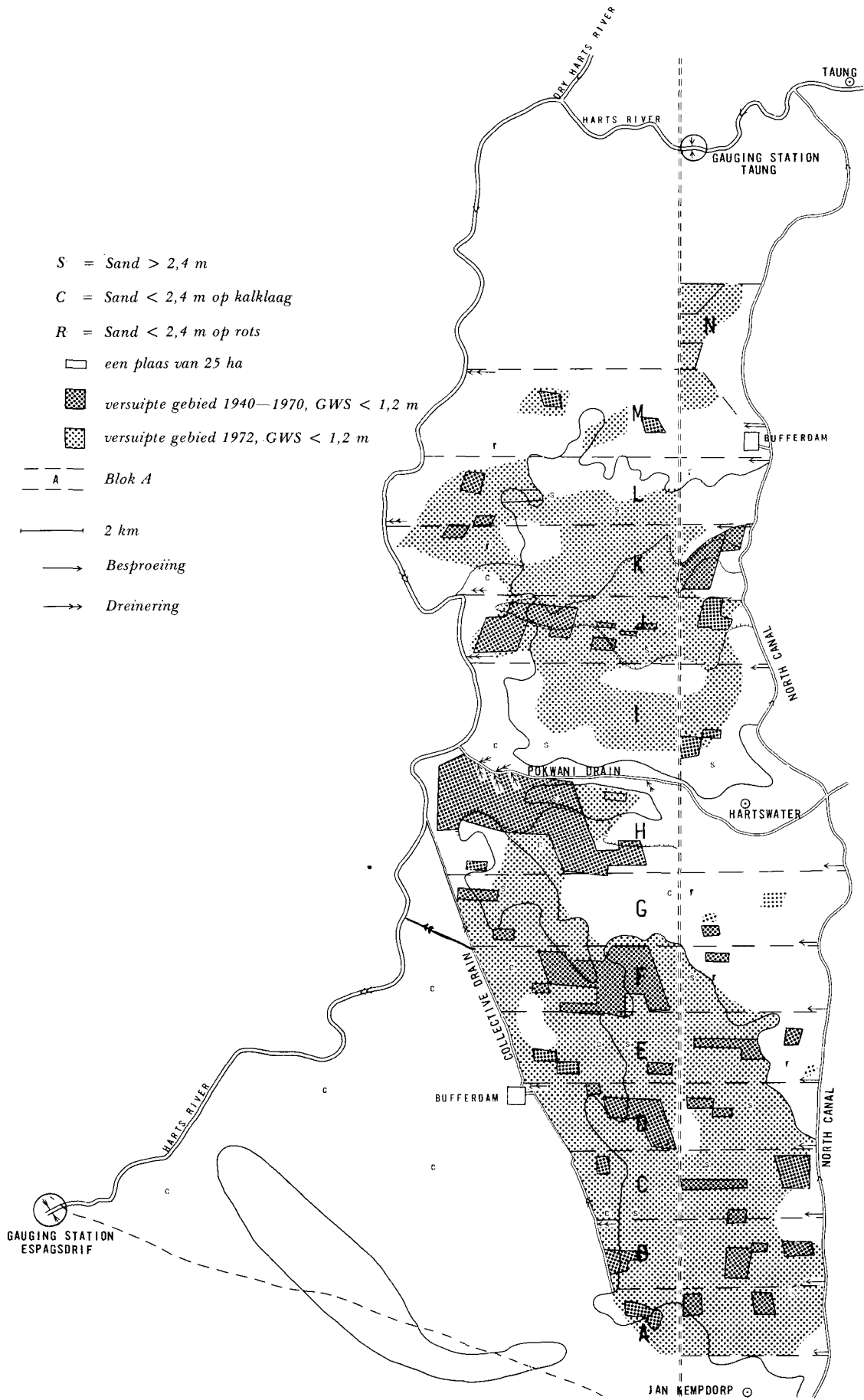
#### *Die waterverbruik per plaas na dreinerings*

Gedurende 1974-1977 was die waterverbruik abnormaal laag as gevolg van bogemdelde reën. Die blywende verandering ná hierdie nat jare was die onderdreineringsstelsels wat op baie plase geïnstalleer is en wat van invloed kon gewees het op die waterverbruik en op die oppervlakte-indeling binne die GWS-trappe. Die waterverbruik van 1978/79 op gedreineerde en ongedreineerde plase is vergelyk met die in 1972/73.

#### *Die waterverbruik per "straat" van ses plase vóór en ná dreinerings*

Die waardes onder die vorige afdeling en die gevolgtrekkings wat daarop gebaseer is kan onnoukeurig wees, omdat na 1974 wateroorplasing van een plaas na 'n ander aanliggende plaas in dieselfde "straat" toegeneem het. 'n Straat is 'n eenheid van 6-9 opeenvolgende plase aan dieselfde gemeenskapsvoor. Vanaf 1974 is dikwels twee of drie buurplase in 'n straat van ses tot nege plase deur een boer bewerk en is die water vir een bepaalde plaas moontlik deur verskillende sluisse ontvang.

Daarom is voorgaande ontledings ook toegepas op strate wat oor die Noordkanaalgebied versprei is. Onderskeid is ge-



Figuur 2  
 Versuipingsituasie op die Noordkanaalgebied

maak tussen 'n ongedreineerde straat, waarvan nul tot 33% van die oppervlakte van alle plase gedreineer was, en 'n gedreineerde straat, waarvan meer as 67% van die oppervlakte gedreineer was.

### Besproeiingstelsel en Besproeiingsbestuur op 17 Plase

#### Eienskappe van die 17 plase

Gedurende Februarie en Maart 1979 is die stelsel en bestuur van besproeiing op 40 beddings van 17 plase meer intensief ondersoek. Vir die noukeurige ondersoek van die invloed van waterverbruik op die ontstaan van 'n vlak GWS is by voorkeur plase gekies met 'n hoë, gemiddelde en lae waterverbruik, en waar 'n vlak GWS en 'n diep GWS in 1972 voorgekom het. In Tabel 4 word 'n oorsig gegee van waterverbruik, watertoevoerstelsel, onderdreineringsstelsel en die diepte van die GWS vir November 1972 en Maart 1979 vir elke plaas.

#### Die besproeiingsmetode

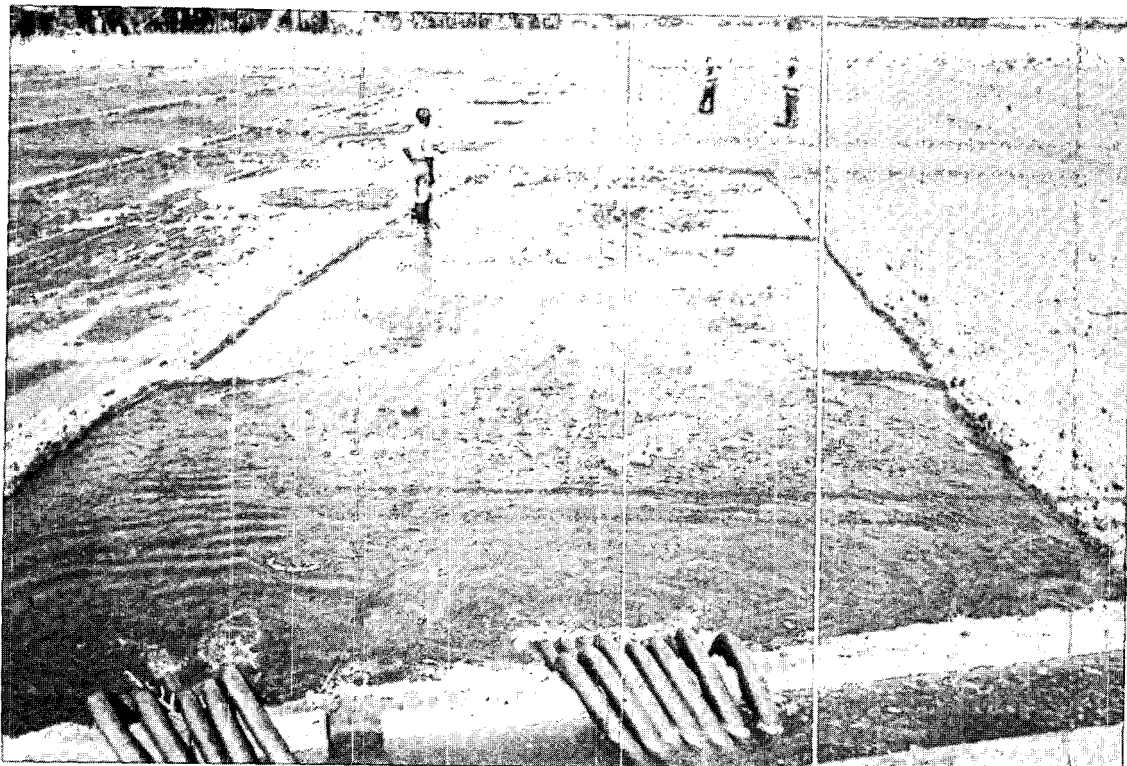
Die stroomvloei deur die plaassluis was 42 l/s (gemeet deur beampies van die Direkoraat van Waterwese), terwyl dit by die kopent van die vloedbedding 28–55 l/s bedra het, afhanklik van lekverliese uit die grondleivore en ekstra toevoer uit die dam. Die afmetings van 'n bedding was ongeveer: lengte 100 m, breedte 5,5 m en helling 1/100–1/300. Op hierdie tipe beddings is koring, erte, grondbone, lusern, katoen, mielies en tabak besproei. Vir die vier eersgenoemde gewasse was dit as

gevolg van die digte gewasstand (met plantrye dwars oor die bedding) volwaardige beddingbesproeiing. Vir die drie laasgenoemde gewasse het dit gelyk na voorbesproeiing, aangesien die gewasrye ongeveer 1 m uit mekaar en in die lengterigting van die bedding geloop het. Daar was egter nie spesifiek vore tussen die plantrye gemaak nie.

#### Die besproeiingsbestuur

Besproeiingsbestuur bestaan in die algemeen uit twee dele, nl. die bepaling van die besproeiingsiklus of tydstop van besproeiing, én die bepaling van die hoeveelheid water wat met een besproeiing toegedien moet word. Hierdie tweede deel van die besproeiingsbestuur van 'n boer en sy arbeiders bestaan uit die moontlike keuse van die vloeiroom by die kopent van 'n bedding, en die besluit wanneer om die stroom water van die bedding af te keer na die volgende bedding. In die praktyk was dit die een arbeider wat die vorderingsfront van die water in die bedding dop gehou het, en wanneer dit 'n bepaalde posisie op die bedding het (vanaf 50% tot 100% van die beddinglengte), is die vloeiroom deur 'n tweede arbeider afgesny (Fig. 3).

Die besproeiingsbestuur is beoordeel deur op elk van die twintig dubbelbeddings (twee beddings langs mekaar) die volgende te meet: vloeiroom; besproeiingsduur; vorderingsfront; afdrogingsfront; afsnyposisie; persentasie grondvog op elke 20 m-posisie langs die bedding (en per posisie op elke 0,15 m diepte van 0 – 1,2 m) vóór en twee dae ná besproeiing; die verhoging van die grondwaterstand na besproeiing en die toename van die grondwaterafvoer deur die ondergrondse drein



*Figuur 3*  
Wanneer die vorderingsfront 'n bepaalde posisie op die bedding bereik het, word die hewelpype verwyder

op afstand van 45 m vanaf die dubbelbedding.

Uit die metings is die verspreidingsdoeltreffendheid en die toedieningsdoeltreffendheid bereken. Eersgenoemde is die Christiansen koëffisiënt en laasgenoemde is die verhouding van hoeveelheid nodige water (Streutker, 1971) en die hoeveelheid water wat op die vloedbedding geplaas is.

#### Distribusie- en Lekverliese van die Besproeiingskanaalstelsel

Die distribusieverliese en lekverliese van die Noordkanaal, sekondêre kanale en tersiêre kanale of gemeenskapsvore is bereken met behulp van:

- (i) die toename in die vloeï van die Hartsrivier (minus 'n gemete dreineringskomponent) tussen die meetstasies Taung en Espagsdrift, respektiewelik bokant en onderkant die Noordkanaalgebied (Streutker, 1977).
- (ii) die addisionele persentasie kanaalwater wat ekstra bygesit is om aan die aanvraag te kan voldoen, en
- (iii) die verskil tussen (ii) en (i) wat die verliese uit die kanale is.

Die enigste aanname waarop hierdie berekeningsmetode berus, is dat die boere naastenby ontvang wat hulle aangevra het. Die grootte van die opening van die plaassluis en die beheer van die waterhoogte in die kanaal verseker egter dat min of meer aan die aanname voldoen word. Tydens hierdie ondersoek is by verskillende plaassluisse ook telkens 42 l/s gemeet.

#### Resultate en Bespreking

##### Die Waterverbruik en Diepte van die Grondwaterstand (GWS)

Die GWS-situasie van November 1972 is die van 'n momentopname, want 'n maand later is die GWS op agt plase 0,2 m — 0,5 m dieper gevind. Die skommeling van die GWS is ook bevestig uit metings van die Direkoraat van Waterwese gedurende

die jare 1948—1967. Daaruit blyk dat die GWS in 200 GWS-pype elke jaar gedurende die somermaande 0,45 — 0,60 m dieper was as gedurende die wintermaande by gemiddelde reënval (Streutker, 1971). Verder het Van der Merwe (1974) in Mei 1973 in 85 GWS-pype 'n gemiddelde GWS van 1,5 m gemeet en in Oktober 1973 van 1,0 m, maar gedurende November 1973 was die GWS 1,2 m en besig om te daal.

Die GWS-kaart van November 1972 gee dus 'n beeld van 'n oorgangsituasie tussen winter en somer. Gedurende die winter was onder meer as 57% van die oppervlakte die GWS vlakker as 1,2 m en in die somer was dit kleiner, onder gemiddelde reënval. Uit Fig. 2 blyk ook duidelik dat met 'n volledige "blits" GWS-opname die algehele GWS-situasie verkry is, terwyl uit die versuipingsklagtes in jare met hoë reënval (gedurende die periode 1940—1970) slegs die vlakste GWS en die ernstigste situasies aangemeld is (Streutker, 1977).

Die gemiddeldel winter-waterverbruik per plaas gedurende 1972 was 48% (van die jaarlikse waterkwota) waar die GWS > 1,2 m was en 34% vir GWS < 0,6 m (Tabel 1). Dit is 'n betekenisvolle verskil. Die waterverbruik op plase met GWS 0,6 — 0,9 m was ook betekenisvol groter as die waar GWS < 0,6 m was. Vir drie en vyf winters is ook betekenisvolle verskille gevind tussen GWS > 1,2 en GWS < 0,6 m. Die jaarlikse waterverbruik was ook betekenisvol groter op plase met 'n GWS > 1,2 m as met 'n GWS < 0,6 m, naamlik 84% en 76% respektiewelik. Dit was die situasie voor die periode met baie reën en installering van baie onderdreineringsstelsels.

Daarna, in 1978/79, was die jaarlikse waterverbruik op dieselfde nog ongedreineerde plase 82% vir 'n GWS > 1,2 m en 77% vir 'n GWS < 0,6 m en op gedreineerde plase ongeveer 84% en 75% respektiewelik (Tabel 2). Die laaste verskil was byna betekenisvol. Daar was dus weinig verandering in die gemiddelde watergebruik vir beide van die GWS van vroeër en nou. Die verskille in waterverbruik het bly bestaan.

Vir die GWS-trappe tussen 1,2 m en 0,6 m is gedurende 1978/79 op gedreineerde plase (en gevolglik 'n dieper GWS) egter 13% — 16% betekenisvol meer water verbruik as op ongedreineerde plase. Verder is dit opvallend dat die jaarlikse waterverbruik gedurende 1972/73 (almal ongedreineerde plase) baie hoog was, en dat dit gedurende 1978/79 op dieselfde ongedreineerde plase 8% — 20% minder was, maar op die gedreineerde plase steeds hoog gebly het. Gedurende die somer van

TABEL 1  
GEMIDDELDE WATERVERBRUIK PER PLAAS (AS % VAN WATERKWOTA) GEDURENDE WINTERS (1 MEI — 1 NOV) OP 108 PLASE MET VERSKILLENDE GRONDWATERSTANDE (GWS)

GWS (m)		>1,2	1,2—0,9	0,9—0,6	<0,6
Aantal plase		24	34	32	18
Reën (mm):	Waterverbruik:				
143	Vyf winters (1968 — 1972)	44 <sup>a</sup>	40	41	37 <sup>b</sup>
110	Drie winters ('68, '70, '72)	46 <sup>a</sup>	42	43	37 <sup>b</sup>
60	Een winter (1972)	49 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>	43	34 <sup>bc</sup>
397	Vyf jare (1968 — 1972)	84 <sup>a</sup>	81	80	76 <sup>b</sup>

a en b = verskil betekenisvol (P = 0,05)

**TABEL 2**  
**GEMIDDELDE WINTER- EN JAARLIKSE WATERVERBRUIK PER PLAAS OP ONGEDREINEERDE (—) EN GEDREINEERDE (+) PLASE MET VERSKILLENDE GWS GEDURENDE 1978/79, IN VERGELYKING MET 108 ONGEDREINEERDE PLASE GEDURENDE 1972/73**

GWS (m)	>1,2		1,2 — 0,9		0,9 — 0,6		<0,6	
	—	+	—	+	—	+	—	+
Onderdreinerings na 1976								
Aantal plase	22	2	18	16	14	18	8	10
Waterverbruik gedurende:								
Winter 1972*	49	27	40	39	45	41	39	30
Winter 1978	49	30	38	43	41	44	38	35
Jaar 1972/73*	94	96	88	84	90	89	81	76
Jaar 1978/79	82	74	68 <sup>a</sup>	84 <sup>b</sup>	72 <sup>a</sup>	85 <sup>b</sup>	77	75

a en b = verskil betekenisvol (P = 0,05)

\*Opmerking: Die plase is ook vir 1972/73 oor twee groepe per GWS-trap verdeel, hoewel daar toe geen gedreineerde plase was nie. Dit is gedoen om die waterverbruik van 1972/73 met die van 1978/79 te kan vergelyk. Die klein verskille tussen die waardes van daardie twee groepe vir elke kolom vir 1972/73 gee 'n aanduiding dat beide groepe per kolom gelyke steekproewe was. Die groep, bestaande uit slegs twee plase, is by die verdere ontleding uitgesluit.

**TABEL 3**  
**GEMIDDELDE JAARLIKSE EN WINTERWATERVERBRUIK PER "STRAAT" VAN SES PLASE, VIR ONGEDREINEERDE (—) EN GEDREINEERDE (+) STRATE GEDURENDE 1978/79 IN VERGELYKING MET 61 ONGEDREINEERDE STRATE IN 1972/73**

Blok	Aantal strate	Jaarlikse waterverbruik			Winterwaterverbruik					
		1972/73		gem.	'78/'79		'72/'73		'78/'79	
		—	+		—	+	—	+	—	+
A + B	6	—	73	73	—	73	—	33	—	40
C + D	11	74	77	75	66	82	37	38	35	44
E + F	10	80	86	83	73	82	38	38	37	39
G + H	9	90	86	88	67	81	45	38	35	38
I	4	96	—	96	80	84 <sup>1)</sup>	43	—	41	—
J	5	—	93	93	—	91	—	45	—	52
K	6	90	89	89	72	81	45	43	41	41
L	4	87	94	89	77	73 <sup>1)</sup>	44	45	42	40
M	6	90	95	93	75	79	47	47	50	49
Gem per straat		84	87	86	71 <sup>a</sup>	81 <sup>b</sup>	42	41	38 <sup>a</sup>	44 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Slegs een straat.

a en b = verskil betekenisvol volgens oorspronklike afsonderlike syfers per straat (P = 0,05).

1978/79 is op gedreineerde plase 5% — 11% meer water verbruik as op ongedreineerde plase (jaarverbruik minus winterverbruik). Gedurende die winter was dit gemiddeld 3% meer (Tabel 2).

Die waardes van Tabel 3 bevestig ook vorige afleidings, naamlik, onder andere, dat gedurende 1978/79 op strate met gedreineerde plase en dieper GWS gemiddeld 10% meer water verbruik is as op strate met ongedreineerde plase en vlakker GWS. Die winterwaterverbruik was nou gemiddeld 6% meer.

Op 'n gebiedsbasis is vroeër ook gevind dat in 'n gebied met 'n diep GWS meer water verbruik word as in 'n gebied met 'n vlak GWS (Streutker, 1977). Die plaasbenadering van Tabel 1 en Tabel 2 kan dus met vertroue gebruik word.

Dit blyk dus dat op plase met 'n diep GWS meer water verbruik is as op plase met 'n vlak GWS. Hoe daardie waterverbruik die diepte van die GWS beïnvloed, kan slegs bepaal word deur die doeltreffendheid van besproeiingsbestuur op beddings van plase met verskillende GWS-dieptes te meet.

**TABEL 4**  
**OORSIG VAN WATERVERBRUIK, BESPROEIINGSTOEVOERSTELSEL OP DIE PLAAS, ONDERDREINERINGSSTELSEL EN GWS OP 17 INTENSIEF GEMETE PLASE**

Plaas no	Waterverbruik % van kwota		Watertoevoerstel (voering)			Onderdreineringsstel, na 1976	Grondwaterstand (m)		Afvoer van dreineringswater (l/s)			
	1968—72	1978—79	Dam	Hoofleivoer	Leivoer		Nov 1972	Maart 1979	Voor bespr.	1 dag na bespr.	2 dae na bespr.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1B4	74	71	1971	—	—	—	< 0,6	1,3	1,0			
5B4	73	79	1964	1964	—	+	< 0,6	1,7	1,7	0	0	0
1B8	76	58	1971	1971								
				1978	+	—	< 0,6	1,7	1,2			
1D9	65	65	1965	...	—	—	< 0,6	1,4	1,0			
2E4	81	92	1970	1970	+	+	0,9	2,0	1,7	1)		
6F5	91*	86	1970	1978	+	—	0,9—1,2 (> 1,2)	1,9	1,8			
2F7	87	75	1967	...	—	+	0,6—0,9	1,4	1,3	2)		
								1,60	1,45			
2F8	73	65	1975	1975	+	+	0,9—1,2	1,45	1,40	0,8	1,3	1,1
4H12	91	58	1966	...	—	+	> 1,2	1,5	1,5	0,9	—	0,7
5H12	73*	56		1978	—	—	> 1,2	1,5	1,8			
2I5	93*	90	1972	1973	+	—	0,9—1,2	1,8	1,7			
								1,4	1,0			
9I5	83*	88	1965	1966	+	—	0,6—0,9	1,2	0,6			
3JX3	101*	100	1971	...	+	—	> 1,2	> 2,0	> 2,0			
								1,4	1,25	0,12	0,14	0,63 <sup>3)</sup>
2J5	64	52	1962	...	+	+	0,9—1,2	1,65	1,58	0,35	0,36	0,63 <sup>3)</sup>
										0,5	0,6	0,5
3J13	73	86	1966	1967	—	+	0,6—0,9	1,5	1,1	0,7	0,7	0,7
3K9	83*	85	1967	1978	+	—	0,6	1,5				
4K9	82	96		1978	+	+	< 0,6	1,5	1,2	2,5	3,0	4,8

<sup>1)</sup> dreinafvoer onder watervlak van oop drein, onmeetbaar

<sup>2)</sup> inspeksiegat gesluit

<sup>3)</sup> 28 mm reën op tweede dag

\*...is alleen 1972/73

— beteken grondvoor (kolom 6)

+ beteken beton of plastiek (kolom 6)

### Besproeiingsbestuur en Oorbesproeiing

Die waterverbruik van die 17 plase vertoon vir 1972 dieselfde neiging soos die van voorwaande 108 plase en 61 strate, naamlik 'n hoë waterverbruik op plase met GWS > 1,2 m en 'n laere waterverbruik op plase met GWS < 0,6 m (Tabel 4, kolomme 2 en 8).

Uit Tabel 5 blyk dat oorbesproeiing onder hoë en lae waterverbruik voorgekom het.

Op alle plase is daar per besproeiing meer water toegedien as wat die vogtekort in die wortelgebied was (kolomme 6 en 7). Daar is 'n betekenisvolle neiging dat oorbesproeiing op grondbone-beddings toegeneem het vanaf lae na hoë waterverbruik, naamlik 'n oorbesproeiing van 25 mm, 52 mm en 64 mm by die waterverbruiksgroepe 52 — 65%, 71 — 86% en 88 — 100% respektiewelik. Dit is betekenisvolle verskille ondanks die min aantal plase per groep. Op die katoen- en mieliebeddings was daar 'n gemiddelde oorbesproeiing van 10 mm (kolom 7 minus kolom 6). Die lae en hoë waterverbruik was egter nie gekoppel aan die vlak of diep GWS gedurende Februarie en Maart 1979 nie.

Uit die diepte van indringing van die besproeiingswater, dit wil sê verby die 0 — 0,45 m grondlaag met die vogtekort, en die verhoging van die GWS vir die drie groepe, blyk ook dat oorbesproeiing plaasgevind het. Die toename in uitloop van die dreineringswater in Tabel 4 bevestig die oorbesproeiing.

Behalwe voorgaande oorbesproeiing (as mm water) dui die verspreidingsdoeltreffendheid van water oor die bedding van 89% en die toedieningsdoeltreffendheid van 29 — 43% ook aan dat daar foute voorgekom het in die besproeiingsbestuur. Hierdie hoë verspreidingsdoeltreffendheid op 'n grondbonebedding is verkry ten koste van 'n lae toedieningsdoeltreffendheid, dit is 'n gevolg van oorbesproeiing (kolomme 10 en 11). Op die katoen- en mieliebeddings was die besproeiingsbestuur baie beter soos ook reeds geblyk het uit die kleiner oorbesproeiing.

Die bydrae van besproeiingsbestuur tot versuiping is verder gekwantifiseer. Uit Tabel 5 is bereken dat by die laaste besproeiing op grondbone 60% van die toegediede besproeiingswater na die ondergrond verdwyn en die grondwater aangevul het en 21% van die besproeiingswater op die katoen- en mieliebeddings. By hierdie berekening is reeds toegelaat dat 20% van die totale grondvogtekort ekstra toegedien behoort te

**TABEL 5**  
**DIE WATERVERBRUIK VAN 1978/79 (AS % VAN DIE JAARLIKSE KWOTA) EN DIE DOELTREFFENDHEID VAN**  
**BESPROEING OP 17 PLASE GEDURENDE MAART 1979; (a) DIGTE GEWAS VAN GRONDBONE, DWARSGEPLANT OP**  
**BEDDING; (b) RYGEWASSE, KATOEN EN MIELIES IN LENGTE RIGTING VAN BEDDING**

Plaas	Waterverbruik 1978/79 (% v. kwota)	Leivore van voering voorsien (%)	Grondwaterstand Maart 1979 (m)	Dreineringsstelsel	Grondvogtekort voor bespr. <sup>1)</sup> (0-0,7 m) (mm)	Wateroediening deur bespr. <sup>2)</sup> (mm)	Verhoging van grondwaterstand (m)	Diepte van indringing van bespr. water <sup>3)</sup> (m)	Verspreidingsdoel- treffendheid (%)	Toedienings- doeltreffendheid (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a) 2J5	52	100	1,4	+	20	32	0 15	0,90	81	63
4H12	58	0	1,5	+	15	43	0 00	0,45	95	30
1D9	65	0	1,4	-	19	61	0 40	0,60	94	32
2F8	65	100	1,4	+	15	33	0 05	1,00	88	47
Gem.	52 - 65				17	42 <sup>a</sup>	0,15	0,74	89	43
1B4	71	0	1,3	-	18	85	0 30	0,90	87	22
2F7	75	0	1,4	+	17	74	0 10	0,70	89	23
3K9	85	100	1,5	-	16	66	-	1,00	84	24
3J13	86	50	1,5	+	24	68*	0 40	0,70	91	36
6F5	86	100	1,9	-	30	74	0 10	1,20	96	42
Gem.	71 - 86				21	73 <sup>b</sup>	0,22	0,90	89	29
9I5	88	100	1,2	-	28	107*	0 60	0,90	90	26
9I5	88	100	1,4	-	11	107*	0 40	0,90	92	10
2E4	92	100	2,0	+	46	70	0 30	1,20	85	62
4K9	96	100	1,5	+	38	103	0 30	1,10	93	38
3JX3	100	100	2,0*	-	28	82	0 00	1,10	83	34
Gem.	88 - 100				30	94 <sup>c</sup>	0,32	1,04	88	34
b) 2J5	52	100	1,6	+	17	22	0 07	0,09	88	77
1B8	58	100	1,7	-	29	34	0 50	1,05	57	85
2F8	65	100	1,6	+	15	24	0 15	0,40	89	63
5B4	79	50	1,7	+	14	22	0 00	0,50	93	70
2I5	90	100	1,8	-	13	42*	0 10	0,70	53	31
Gem.					18	28	0,16	0,71	76	65

<sup>1)</sup>Grondvogtekorte het slegs in die 0 - 0,3 (0,45) m grondlaag voorgekom en is bereken vir 'n veldkapasiteit van 7% (massabasis).

<sup>2)</sup>Vloeiroom is geskat op 35 l/s, behalwe waar \* voorkom.

<sup>3)</sup>Die noukeurigheid van die diepte van waterindringing is beïnvloed deur die kapillêre vog by die (verhoogde) grondwaterstand.  
a; b en c = betekenisvol verskillend (P = 0,05).

word om 'n redelike uniforme vogaanvulling te verkry. Uit metings dwarsdeur die seisoen, soos in 'n latere artikel vermeld sal word, is oorbeproeings by die netto grondvogtekort bereken van gemiddeld 40% (grondbone), 37% (katoen en mielies) en 50% (koring).

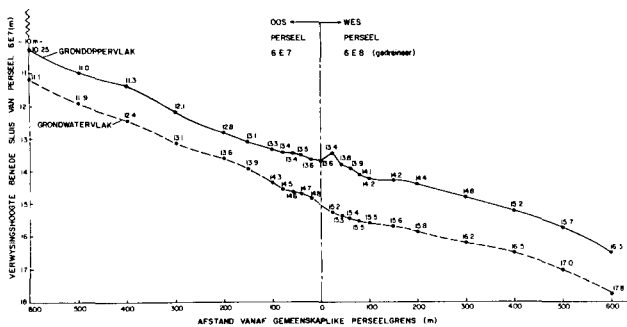
Die algemene gevolgtrekking uit die syfers van TABELLE 1 - 5 is:

(i) dat op plase met 'n diep GWS (of wat gedreineer is) betekenisvol meer water verbruik is as op plase met 'n vlak GWS (of geen dreinerings nie) en

(ii) dat waar in Maart 1979 op 17 plase meer water verbruik is, daar betekenisvol meer oorbeproeing plaasgevind het.

Die voorkoms van 'n GWS onder al die plase was 'n gevolg van die algemene oorbeproeing op elke plaas en van lekkende damme en grondvoere. Die verskil in GWS-diepte tussen plase kan 'n gevolg wees van ondergrondse waterbeweging onder 'n natuurlike gradiënt vanaf naburige plase en van ondergrondse ondeurlatende en golwende formasies. Dat grondwater wel van een plaas na 'n ander kan beweeg, is bewys deur Van der Merwe





Figuur 4

Die dwarsdeursnee van 'n hoër- en 'n laerliggende plaas toon die grondwatergradiënt van die een na die ander plaas

(1974) met die bevinding dat die helling van die GWS min of meer parallel loop met die 0,5% – 1,5% helling van die oppervlak van die gebied oor 'n afstand van ongeveer 6 km. Met behulp van Fig. 4 wat 'n voorbeeld is van detailmetings op 12 plase gedurende hierdie ondersoek, word dit ook bevestig.

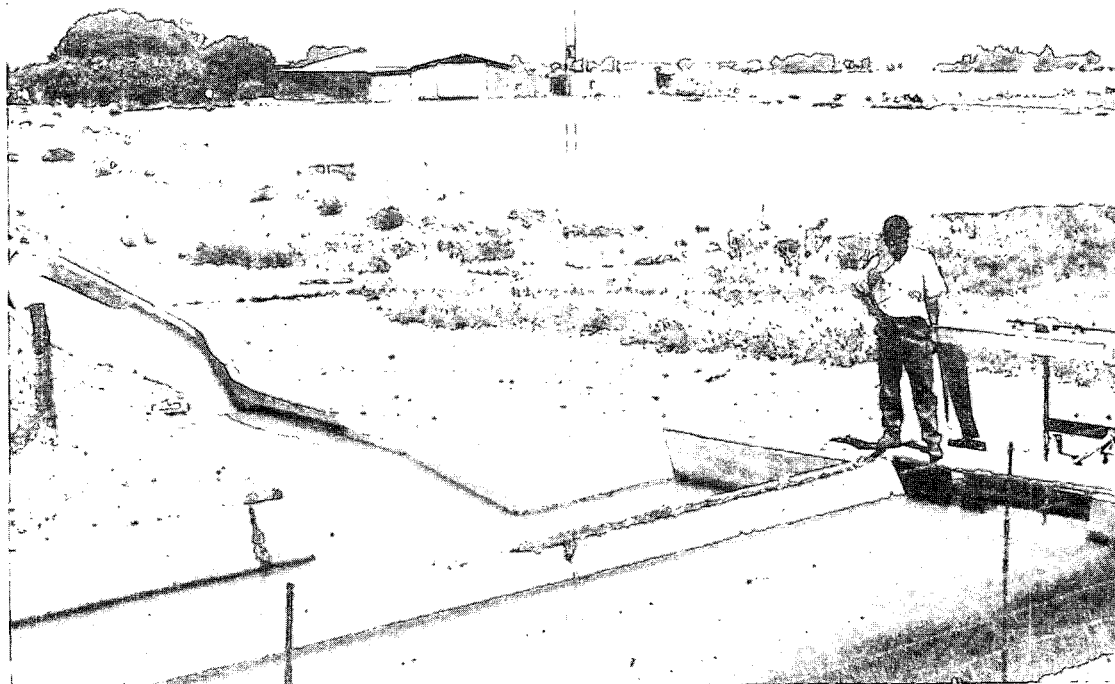
#### Distribusieverliese en Lekverliese uit die Kanaalstelsel

Vroeër was die lekkasie uit die gronddamme en grondleivore van plase aansienlik naamlik gemiddeld 16% vir gronddamme (Streutker, 1971 en 1974). Sedertdien is byna al die 560 damme

wat gebruik word van 'n betonvoering voorsien (Fig. 5) en is op 'n groot aantal plase die hoofleivoer deur 'n betonvoer of 'n betonpyp vervang. Verder is op enkele plase oprolbare plastiektype of betonvoere as takleivore in gebruik. Wanneer vir berekeningsdoeleindes aanvaar word dat die hoofleivoer van 650 m lengte op elke plaas van 'n betonvoering voorsien is en die ses takleivore, saam 2 400 m op elke plaas, op 50% van die plase nog grondvore is, dan is die lekverliese uit die grondleivore ongeveer 7% en vir die totale watertoeverstelsel op die plaas ongeveer 10%.

Die distribusie- en lekverliese uit die kanaalstelsel word in Tabel 6 gegee (Streutker, 1977). Gedurende die periode 1959 – 1966 was die distribusieverliese groter as die totale addisionele water. Die verklaring hiervoor kan wees dat boere plaassluise gesluit het toe die water na die aanvraag skielik as gevolg van reën nie meer nodig was nie. Die water wat reeds in die kanaalstelsel ingelaat was, het saam met die werklike distribusieverliese in die Hartsrivier geloop. 'n Ander moontlikheid is dat al die besproeiingswater wel deur die plaassluise gelaat is, maar dat 'n gedeelte daarvan, deur swak besproeiingsbestuur uit die laagste gedeelte van die plase in die stormwaterdreins geloop het en afgevoer is na die Hartsrivier. Beide moontlikhede is ook in werklikheid waargeneem.

Na 1963 het die vermorsing van water baie afgeneem. Die afloop van besproeiingswater uit die laagste gedeelte van plase is verbied. Verder is in November 1967 en in Oktober 1969 'n balanseerdam in gebruik geneem. Water wat gekanselleer is, kon na daardie damme afgelei word en is later weer in die hoofkanale ingelaat. As gevolg daarvan is die addisionele water van 15% na 12% verminder.



Figuur 5

Sekondêre kanale, gemeenskapsvoere en baie plaasdamme is van betonvoering voorsien

**TABEL 6**  
**OORSIG VAN WATERVERLIESE UIT DIE BESPROEIINGSKANAALSTELSEL VAN DIE NOORD-KANAALGEBIED TE VAALHARTS**

	1959 — 1966		1967 — 1969/70	
	Winter	Somer	Winter	Somer
Administratiewe verliese ("Additional water")	11,1*	9,9	8,3	9,9
Distribusie verliese ("irr. wasted water")	19,0	12,1	6,0	4,6
Verliese uit kanale	-7,9	-2,2	+2,3	+5,3

\*X 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

**TABEL 7**  
**PERSENTASIE VERLIESE BENODIG VIR DISTRIBUSIE EN KANAALLEKKASIE EN -VERDAMPING**

1967—1970	Totale Verliese	Distribusieverliese	Kanaalverliese
Winter	10,8 %	7,8 %	3,0 %
Somer	10,7 %	4,9 %	5,8 %

Uit Tabel 6 blyk dat gedurende elke winter (1 Mei — 1 November) van die jare 1967, 1968 en 1969 gemiddeld  $2,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup> water en gedurende die somers  $5,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup> water as verdamping en lekkasie uit die kanaalstelsel verdwyn het. Die totale 12% administratiewe verliese as persentasie van die aangevraagde hoeveelheid water, het dus bestaan uit gemiddeld 8,7% distribusieverliese ( $6,0/69 \times 100\%$ ) en gemiddeld 3,3% kanaalverliese ( $2,3/69 \times 100\%$ ) gedurende die winter, en respektiewelik 5,6% en 6,4% gedurende die somer ( $4,6/83 \times 100\%$  en  $5,3/83 \times 100\%$ ).

Wanneer die waterverliese uitgedruk word as persentasie van die totale hoeveelheid water (aanvraag en addisioneel) wat by die uitkeerwal in die hoofkanaal ingelaat word, dan is die syfers nog kleiner (Tabel 7).

## Gevolgtrekking

Algemene versuiping het ontstaan as gevolg van oorbeproeing en lekverliese uit grondvore en kanale op elke plaas. Swak besproeiingsbestuur se bydrae tot versuiping was 42%, lekverliese uit grondvore was 10% en kanaalverliese (lekkasie + verdamping) was 5% van die totale aangevraagde besproeiingswater.

Die spesifieke diepte van die grondwaterstand op elke plaas word egter bepaal deur die beweging van grondwater van hoër liggende buurplase. Op plase met 'n diep grondwaterstand (GWS > 1,2 m) is meer besproeiingswater verbruik en het daar, as gevolg van die hoër waterverbruik, ook meer oorbeproeing voorgekom as op plase met 'n vlak GWS (tussen 0,6 en 0,9 m). In die winter is op gedreineerde plase (diep GWS) meer water verbruik as op ongedreineerde plase.

Daar is aanduidings dat die besproeiingsbestuur verbeter kan word deur vloeiroom en afsnytyd te verander. Met die huidige waterkwota en waterleweringskedulering in die kanaal sal dit dan gedurende die piekverbruiktyd van Desember en Januarie moontlik wees om 'n groter oppervlakte te besproei.

## Erkenning

Die skrywer erken met dank die besonder goeie hulp met die argief-, en veldwerk van mnr P van de Berg en H van de Broek, studente van die Hogere Agrarische Landbouwschool te Groningen, Nederland, gedurende hulle halfjaar-praktyk in Suid-Afrika.

## Verwysings

- MEYER, J.G.L. (1973) Die bepaling van die aard en omvang van die grondwaterstand op die Vaalharts-skema met behulp van 'n opnamestudie. Verslag NIGB, Dept. L & V, Pretoria.
- STREUTKER, A. (1971) Dreinerings- en besproeiing van sandgrond op die Vaalharts Staatswaterskema. D.Sc.-verhandeling, Univ. van Pretoria.
- STREUTKER, A. (1974) Bepaling van norme vir ontwerp en bestuur van besproeiingstelsels. Verslag NIGB, Dept. L & V, Pretoria.
- STREUTKER, A. (1977) The dependence of permanent crop production on efficient irrigation and drainage at the Vaalharts Government Water Scheme. *Water SA* 3(2) 90-103.
- VAN DER MERWE, A. (1974) 'n Geohidrologiese studie van die Vaalharts Staatswaterskema. Verslag NIGB, Dept. L & V, Pretoria.
- VAN GARDEREN, J. LOUW, P.A. en ROSENSTRAUCH, F.J. (1934) Rapport oor die bodemopname van die voorgestelde Vaalharts-besproeiingskema. Verslag NIGB, Dept. L & V, Pretoria.