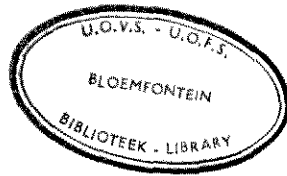
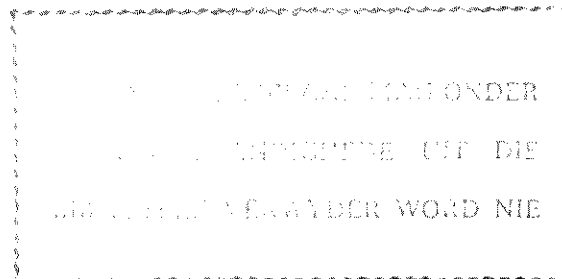


111084374901



LET WEL : DAAR IS DRIE TRANSPARANTE
ACTERIN DIE BOEKSAKKIE



UOVS - SASOL-BIBLIOTEK



11108437490122000019

DIE NEERSLAGKLIMAAT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

deur

RUURD WILLEM ERNST VAN DER WAL

VERHANDELING VOORGELE^ê TER VERVULLING VAN DIE VEREISTES VIR
DIE M.Sc.-GRAAD IN DIE FAKULTEIT VAN NATUURWETENSKAPPE AAN
DIE UNIVERSITEIT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT, BLOEMFONTEIN

(DESEMBER 1976)

Universiteit van die Oos-Vrystaat
BLOEMFONTEIN

21-06-1977

KLAS NO. 928529

No. T 551.69684 WAL
BIBLIOTEEK

HIERDIE KOPIEERPLAAR MAG ONDER
GEEN OMSTANDIGHEDEN UIT DIE
BIBLIOTEEK VERWYDER WORD NIE

INHOUDSOPGAWE

| | Bladsy |
|--|--------|
| 1 INLEIDING | 1 |
| 1.1 PROBLEEMFORMULERING | 1 |
| 1.2 LITERATUURCOORSIG | 3 |
| 1.2.1 Klimatologiese streekstudie in Suid-Afrika | 3 |
| 1.2.2 Evaluering van ontledingstegnieke | 7 |
| 2 DIE KLIMAATMILIEU VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT | 9 |
| 2.1 AFBAKENING VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT | 10 |
| 2.2 FAKTORE WAT KLIMAAT BEÏNVLOED | 15 |
| 2.3 ALGEMENE SIRKULASIE | 18 |
| 2.3.1 Tipiese weersituasies | 20 |
| 2.4 DIE KLASSIFIKASIE VAN KLIMAATTIPES SOOS TOEGEPAS OP DIE ORANJE-VRYSTAAT | 23 |
| 2.4.1 Grondbeginsels van die rasionale klimaatklassifikasie van Thornthwaite | 24 |
| 2.4.2 Die klimaatpatroon van die O.V.S. volgens die rasionale klassifikasie van Thornthwaite | 27 |
| 3 BESTRALINGSREGIME EN TEMPERATUURTOESTANDE | 32 |
| 3.1 BESTRALINGSREGIME | 32 |
| 3.2 ENKELE ASPEKTE EN ALGEMENE VERGELYKING VAN DIE TEMPERATUURPATRONE VAN BLOEMFONTEIN EN | 34 |

| | |
|-----------|---|
| KIMBERLEY | |
| 3.2.1 | Koue toestande 35 |
| 3.2.2 | Warm toestande 35 |
| 3.3 | TEMPERATUURTOESTANDE 36 |
| 3.3.1 | Jaarpatroon van gemiddelde maksimum, maandgemiddelde en gemiddelde minimum temperatuur 37 |
| 3.3.2 | Bolugtemperature 43 |
| 3.4 | WINDE 46 |
| 3.4.1 | Oppervlakwinde 46 |
| 3.4.2 | Bolugwinde 48 |
| 3.5 | VERDAMPING 49 |
| 3.5.1 | Maandgemiddelde verdamping 53 |
| 4 | DIE NORMALE REËNVALPATROON VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT 57 |
| 4.1 | ALGEMENE VERSPREIDING VAN DIE JAARREËNVAL 57 |
| 4.2 | DIE SEISOENVERDELING VAN DIE REËNVAL 63 |
| 4.2.1 | Lentereënaval 66 |
| 4.2.2 | Somerreënaval 66 |
| 4.2.3 | Herfsreënaval 68 |
| 4.2.4 | Winterreënaval 70 |
| 4.3 | DIE REGIONALE VERSPREIDING VAN REËNVALMAANDE 70 |
| 4.3.1 | Regionale verspreiding van die maksimum= reënavalmaande 72 |
| 4.3.2 | Regionale verspreiding van die minimum= reënavalmaande 75 |
| 4.4 | SAMEVATTING 75 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 5 | NEERSLAGEFFEKTIVITEIT | 77 |
| 5.1 | DIE VERHOUDING TUSSEN NEERSLAG EN VERDAMPING | 77 |
| 5.1.1 | Die jaargemiddelde neerslageffektiviteit | 78 |
| 5.1.2 | Neerslageffektiviteit soos gegrond op somerverdamping en -neerslag | 80 |
| 5.1.3 | Neerslageffektiviteit soos gegrond op somer potensiële evapotranspirasie van kort gewasse en somerneerslag | 84 |
| 5.2 | DIE BEPALING VAN DIE NEERSLAGEFFEKTIVITEIT TEN OPSIGTE VAN DIE VERHOUDING TUSSEN NEERSLAG EN TEMPERATUUR | 85 |
| 5.3 | SAMEVATTING | 88 |
| 6 | VERANDERING VAN NEERSLAG MET VERLOOP VAN TYD | 90 |
| 6.1 | NEERSLAGSKOMMELING EN -TENDENS | 90 |
| 6.2 | DIE RUIMTELIKE PATROON VAN DIE NEERSLAGTENDENS | 93 |
| 6.3 | DIE RUIMTELIKE WISSELING VAN KLIMAATGRENSE IN DIE ORANJE-VRYSTAAT | 99 |
| 6.4 | SIKLIËSE VERANDERING VAN NEERSLAG | 101 |
| 6.5 | NEERSLAGVERANDERLIKHEID | 104 |
| 6.6 | NEERSLAGBETROUBAARHEID | 108 |
| 6.7 | NEERSLAGWAARSKYNLIKHEID | 110 |
| 6.8 | SAMEVATTING | 112 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 7 | SINTESE | 114 |
| 7.1 | DIE KLIMAAT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT | 114 |
| 7.2 | GEWASSTREKE GEGROND OP NEERSLAG EN TEMPERATUUR | 119 |
| 7.3 | MOONTLIKE BETER LANDBOUKUNDIGE BENUTTING VAN SEKERE DELE VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT | 123 |
| | BEDANKINGS | 128 |
| | LITERATUURVERWYSINGS | 129 |
| BYLAAG 1 | Die korrelasie tussen temperatuur en verdamping | 135 |
| BYLAAG 2 | Somerneerslageffektiwiteit wat gebaseer is op somerneerslag, werklike verdamping en potensiële evapotranspirasie van kort gewasse | 136 |
| BYLAAG 3 | Regressiekoëffisiënt en gemiddelde afwyking van reënval | 138 |
| BYLAAG 4 | Die standaardafwyking, gemiddelde afwyking en variasie van reënval | 142 |
| BYLAAG 5 | Neerslagveranderlikheid en waarskynlikheid van die reënval | 143 |
| BYLAAG 6 | Neerslagbetroubaarheid van die O.V.S. | 145 |

TABELLE

| | | Bladsy |
|-------|---|--------|
| TABEL | I Die vogklimaattipes van die O.V.S. | 25 |
| TABEL | II Die seisoenskommeling in terme van die droogheids- en vogtigheidsindeks van O.V.S. | 26 |
| TABEL | III Termiese klimaattipes van die O.V.S. | 26 |
| TABEL | IV Die somerkonsentrasie van die termiese effektiwiteit en die ooreenstemmende klimaattipe van die O.V.S. | 27 |
| TABEL | V Direkte bestraling van Bloemfontein (W.m^{-2}) | 33 |
| TABEL | VI Jaargang van gemiddelde maandelikse temperatuur | 39 |
| TABEL | VII Bolugtemperatuur en winde by konstante drukvlakke vir Bloemfontein | 45 |
| TABEL | VIII Oppervlakte van gebiede waarin 'n sekere hoeveelheid reën val | 62 |
| TABEL | IX Maandgemiddelde reënval van die O.V.S. | 64 |
| TABEL | X Die persentuele neerslageffektiwiteit | 80 |
| TABEL | XI Graad van neerslageffektiwiteit | 81 |
| TABEL | XII Maandelikse neerslageffektiwiteit gegrond op die maandgemiddelde neerslag en temperatuur | 87 |
| TABEL | XIII Neerslagbetroubaarheid vir ses somer- maande | 109 |
| TABEL | XIV Klimaattipes en onderverdelings van die | 115 |

| | | |
|-------|--|-----|
| | O.V.S. volgens die Köppenklassifikasie | |
| TABEL | XV Optimale temperatuur vir gewasse in °C | 120 |
| TABEL | XVI Minimum neerslag vir 'n bepaalde grond diepte en netto belasbare inkomste | 120 |
| TABEL | XVII 'n Vergelyking tussen die opbrengste van 125 mielies en graansorghum | |

FIGURE

| | | bladsy |
|------|---|--------|
| Fig. | 1 Die Republiek van Suid-Afrika | 11 |
| Fig. | 2 Verspreiding van die stasies oor die studiegebied | 13 |
| Fig. | 3 Reliëf van die O.V.S. | 17 |
| Fig. | 4.1 Gemiddelde kontoere van 700 mb-drukvlak vir Januarie | 19 |
| Fig. | 4.2 Gemiddelde kontoere van 700 mb-drukvlak vir Julie | 19 |
| Fig. | 4.3 Gemiddelde kontoere van 500 mb-drukvlak vir Januarie | 19 |
| Fig. | 4.4 Gemiddelde kontoere van 500 mb-drukvlak vir Julie | 19 |
| Fig. | 5.1 Somerdroogte - antisikloon 1ê oor S.A. | 21 |
| Fig. | 5.2 Tipiese wintertoestand - aanduiding van 'n trog oor Suidwestelike Kaap | 21 |
| Fig. | 5.3 Aanhoudende somerreëns | 21 |
| Fig. | 6 Vogklimaattipes volgens die Thornthwaite= klassifikasie | 29 |
| Fig. | 7 Termiese klimaattipes volgens die Thornthwaiteklassifikasie | 31 |
| Fig. | 8 Die jaargemiddelde temperatuur van die O.V.S. | 38 |
| Fig. | 9 Jaargang van gemiddelde maksimum, maandgemiddelde en gemiddelde minimum temperatuur | 42 |

| | | | |
|------|------|---|----|
| Fig. | 10.1 | Daggang van gemiddelde windsnelheid te Bloemfontein | 47 |
| Fig. | 10.2 | Jaargang van gemiddelde windsnelheid | 47 |
| Fig. | 11 | Regressielyne om die korrelasie tussen temperatuur en verdamping aan te toon | 51 |
| Fig. | 12 | Die jaargemiddelde verdamping (in cm) van die O.V.S. | 54 |
| Fig. | 13 | Gemiddelde maandelikse verdamping van die O.V.S. | 56 |
| Fig. | 14 | Gemiddelde maandelikse verdamping | 56 |
| Fig. | 15 | Die gemiddelde jaarneerslag van die O.V.S. | 59 |
| Fig. | 16 | Maandgemiddelde reënval | 65 |
| Fig. | 17 | Lentereënvalkaart van die O.V.S. | 67 |
| Fig. | 18 | Somerreënvalkaart van die O.V.S. | 69 |
| Fig. | 19 | Herfsreënvalkaart van die O.V.S. | 71 |
| Fig. | 20 | Winterreënvalkaart van die O.V.S. | 73 |
| Fig. | 21 | Die regionale verspreiding van die maand waarin die maksimum reënval voorkom | 74 |
| Fig. | 22 | Die regionale verspreiding van die maand waarin die laagste reënval voorkom | 76 |
| Fig. | 23 | Neerslageffektiwiteit in persentasie van die O.V.S. | 79 |
| Fig. | 24 | Neerslageffektiwiteit van die O.V.S. soos gebaseer op somerverdamping en somer=neerslag | 83 |
| Fig. | 25 | Neerslageffektiwiteit van die O.V.S. soos gebaseer op somer evapotranspirasie van kort gewasse en somerneerslag | 86 |

- Fig. 26 Neerslagtendense aangetoon deur regressie- 91
lyne
- Fig. 27 Isoplete van regressiekoëffisiënte vir die 95
periode 1942 - 1971
- Fig. 28.1 Isoplete van regressiekoëffisiënte vir die 95
periode 1942 - 1951
- Fig. 28.2 Isoplete van regressiekoëffisiënte vir die 97
periode 1952 - 1961
- Fig. 28.3 Isoplete van regressiekoëffisiënte vir die 97
periode 1962 - 1971
- Fig. 29 Ruimtelike wisseling van klimaatgrense in 100
die O.V.S.
- Fig. 32 Jaarlikse absolute afwyking vanaf die 105
gemiddelde neerslag te Jacobsdal
(1910 - 1974)
- Fig. 33 Afwyking van die 3-jaar lopende gemiddelde 105
neerslag (Jacobsdal 1910 - 1974)
- Fig. 30 Jaarlikse absolute afwyking vanaf die 103
gemiddelde neerslag te Kroonstad
(1910 - 1974)
- Fig. 31 Afwyking van die 3-jaar lopende gemiddel= 103
de neerslag (Kroonstad 1910 - 1974)
- Fig. 34 Neerslagveranderlikheid van die O.V.S. 107
- Fig. 35 80 Persent waarskynlikheid dat 'n 111
gegeve minimum jaarneerslag oorskry sal
word
- Fig. 36 Klimaattipes en onderverdelings 117

- Fig. 37 Neerslag-temperatuursolyne in die 122
O.V.S.
- Fig. 38 Die gebied waarin die aanplant van 124
graansorghum aanbeveel word

1 INLEIDING

Die Maraiskommissie (1970)^{p. 59} het onder meer voorgestel dat daar 'n intensiewe studie gemaak moet word van die klimaat van Suid-Afrika ten einde inligting te versamel en voor te berei wat by die beplanning van aangepaste landboustelsels en -praktyke op 'n gebiedsgrondslag toegepas kan word. Die aanbevelings lui voorts dat die weerkundiges in die onderskeie streke hul projekte meer in dié rigting moet beplan en dat hulle veel meer betrek moet word by die bestudering van omgewingstoestande waarop boerderystelsels gegrond moet word. Die genoemde aanbevelings het as 'n grondliggende stimulus vir hierdie verhandeling gedien. 'n Aanduiding van 'n moontlik beter benutting van die grond in sekere dele van die Oranje-Vrystaat word kortliks in hoofstuk 7 gegee.

1.1 PROBLEEMFORMULERING

Die probleem wat ondersoek sal word, is die noukeurige moontlike bepaling aan die hand van die beskikbare weerkundige data, van die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat. In die lig hiervan word daar gepoog om met behulp van bepaalde manipulasietegnieke onder meer (doeltreffend) die neerslag-effektiwiteit, -veranderlikheid, -betroubaarheid en -tendense vir die Oranje-Vrystaat te evalueer. Die nuttigheidswaarde van die geëvalueerde data lê in die beplanning van landboustelsels en -praktyke.

Daar bestaan tans weinig resente navorsing oor die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat. Die enigste gedetailleerde studie, nl. dié van Vorster (1946), is verouderd en vanweë verskeie aspekte onbevredigend:

(a) In sy studie het Vorster byvoorbeeld van slegs ses plekke se verdampingsdata gebruik gemaak; sedertdien is meer inligting ingewin en kan daar derhalwe uitgebrei word op die vorige studie. Vorster het ook geen verdampingskaart van die gebied aangebied nie.

(b) Die meeste van die reënvalgegevens van Vorster strek net tot 1935 en die res tot 1945. Ook in hierdie opsig blyk 'n nuwe ondersoek dus noodsaaklik te wees. Verlenging van die termyn met meer as 25 jaar behoort sinvoller resultate te hê.

(c) Die tegnieke wat Vorster aangewend het, is nou reeds baie verouderd. Hy het die 1943-reënvaldoeltreffendheidsformules van Thornthwaite toegepas en het tot die gevolgtrekking gegaan dat die grense wat aldus verkry is, nie met sekerheid vasgelê kan word op 'n kaart nie. Vorster het ook Thornthwaite se temperatuur-reënvalformule gebruik om die doeltreffendheid van die reënval te bepaal en besluit dat dié formule nie vir toestande in die Oranje-Vrystaat geld nie. Sedertdien het Thornthwaite (1948 p.56) met meer bruikbare formules en metodes vorendag gekom waarvolgens klimaatgrense aansienlik makliker bepaal kon word.

(d) Die studie van Vorster gaan mank aan sinvolle resultate betreffende neerslagveranderlikheid, -betroubaarheid en

-tendense.

1.2 LITERATUUROORSIG

Benewens tydskrifartikels bestaan daar slegs ses omvattende streekstudies oor die neerslagklimaat van Suid-Afrika. Met uitsondering van die werk van Vorster (1946), is hierdie studie die enigste wat meer in die besonder op die Oranje-Vrystaat betrekking het.

Die bestaande gepubliseerde werke wat ter sake is, word vervolgens kortliks bespreek.

1.2.1 Klimatologiese streekstudies in Suid-Afrika

Klimatologiese streekstudies oor die neerslag in Suid-Afrika is gedoen deur Du Plooy (1949), Boshoff (1950), Van der Westhuizen (1952), Blignaut (1952) en Schoeman (1969). In dié vyf verhandelings is die volgende aspekte van die reënval ondersoek: die gemiddelde jaarreënval; die verband tussen topografie en jaarreënval; periodes van maksimum en minimum neerslag gedurende die jaar; die duur van en die tydperke met 'n bepaalde minimum hoeveelheid reën; die reënwaarskynlikheid in terme van die aantal reëndae per jaar; en die intensiteit van die reën. Die jaarpatroon van die reënval is deur al die genoemde outeurs ontleed, maar Du Plooy het dit seisoensgewys, terwyl Boshoff, Blignaut, Van der Westhuizen en Schoeman dit op 'n maandgrondslag gedoen het. Die betroubaarheid van die reënval is deur Boshoff, Van der Westhuizen, Blignaut en Schoeman bestudeer met betrekking tot:

- (a) die hoogste en laagste neerslag wat ondervind is en die afwyking van die gemiddelde;
- (b) die persentasie kere waar die bepaalde persentasies van die maandgemiddelde oortref word; en
- (c) die skommeling.

Verandering in die reënval met verloop van tyd is deur Van der Westhuizen ondersoek met behulp van driejaarlikse en vyfjaarlikse lopende gemiddeldes, en deur Boshoff en Blignaut ten opsigte van verandering in:

- (a) die kalenderjaar -gemiddelde reënval;
- (b) die jaarverdeling van die reënval; en
- (c) die intensiteit van die reënval.

Die gemiddelde maandelikse neerslag is deur Cooke (1946) pp. 34-38 gebruik om twaalf kaarte van Suid-Afrika saam te stel, waaruit 'n eenvormige reënvalpatroon van Oktober af tot Maart afgelei is. (Gedurende April word daar 'n afname van intensiteit ondervind.) Sy persentasieverspreidingskaarte toon 'n droë periode van Mei tot September, d.w.s. van slegs vyf maande. Die natperiode, daarenteen, duur sewe maande, nl. van Oktober af tot April, 'n veralgemening omrede min gebiede in Suid-Afrika inderdaad sewe maande van die jaar 'n hoë reënval ontvang. In teenstelling met Cooke se publikasie waar maandverbreidingskaarte voldoende was, is daar in die studie van die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat van seisoensverbreidingskaarte gebruik gemaak (somer, herfs, winter en lente).

pp. 89-95

In sy studie (1963)_λ van die Noordwestelike Transvaal het Hofmeyr periodes met hoë en lae reënval bepaal met behulp van die standaardafwyking. Die maksimum duur van die hoë=reënvalperiode is ses jaar vergeleke met die agt jaar van dié van die ongunstige toestande. Die gemiddelde periode vir gunstige toestande is twee jaar, teenoor die drie jaar vir die ongunstige toestande. Die standaardafwyking vind algemene toepassing by die bestudering van neerslagveranderlikheid en -betroubaarheid. Vanweë die geskiktheid van dié manipulasietegniek is dit in die studie van die Oranje-Vrystaat gebruik.

Schulze (1963)_λ^{P. 178} geraak tot die gevolgtrekking in sy studie oor die jaarlikse verandering van die reënval in Pretoria, dat die beskikbare periode van vyftig jaar te kort is vir 'n deeglike ondersoek na die neerslagtendense. Hierdie gevolgtrekking is geregverdig, want neerslagtendense wat 'n siklus van 60 jaar en meer het, is wel moontlik. (Dyer, 1975, P.367)

Hofmeyr se stelling dat die reënval in die Noordwestelike Transvaal afgeneem het van 1906 af tot die hede, word deur Fabricius (1964)_λ^{PP. 267-275} weerleë. In sy artikel staaf hy egter nie sy weerlegging met redes nie. Hy vind wel met behulp van die standaardafwyking tydperke van goeie en swak reënval wat ongeveer oor periodes van agt jaar strek. Volgens Brook en Mametse (1970)_λ^{PP. 134-138} is daar in der waarheid 'n toename van die neerslag in die Noordwestelike Transvaal. Brook en Mametse vind ook 'n positiewe en negatiewe reënvalverspreiding in

Suid-Afrika waaruit 'n positiewe toename van die neerslag in die Oranje-Vrystaat blyk. Daar dien op gelet te word dat slegs 93 stasies vir die hele Suid-Afrika geneem is, waarvan 19 in die Oranje-Vrystaat is. Die neerslagtendense is met behulp van die liniêreregressiekoëffisiënt bereken. In hierdie studie van die Oranje-Vrystaat word die regressiekoëffisiënt sinvol gebruik by die vasstelling van die positiewe en negatiewe tendense.

Die Kommissie van Onderzoek na die Landbou (1970) het sy indeling van Suid-Afrika in boerderystreke gegrond op die elemente neerslag, temperatuur en verdamping. In hierdie ondersoek is die jaargemiddelde reënval, die verhouding tussen verdamping en reënval, die verhouding tussen reënval en droogtes en die reënvalverspreiding aangewend. Die manipulasietegnieke wat die kommissie in sy ondersoek benut het, dien as riggsnoer by hierdie studie oor die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat.

In die verandering van die algemene sirkulasie van die atmosfeer lê, volgens Tyson (1971^{pp. 711-720}), die fisiese verklaring vir die skommeling in die reënval op kort en lang termyn. Tyson is van mening dat skommeling slegs oor 'n lang tydperk waargeneem kan word. Wanneer daar in hierdie studie gelet word op skommeling, is dit dus raadsaam om Tyson se stelling in gedagte te hou.

1.2.2 Evaluering van ontledingstegnieke

Die Australiër Jennings (1967)^{P. 256} het kaarte van die reënvalintensiteit geteken vir gebruik by die voorspelling van oorstromings en by geomorfologiese navorsing. Hierin het hy die grondformule $I = \frac{A}{N}$ toegepas waar A die gemiddelde jaarreënval en N die hoeveelheid reëndae is. Dié manipulasietegniek vir die berekening van die reënvalintensiteit word nie in die studie van die Oranje-Vrystaat gebruik nie.

Die publikasie van Horn en Bryson (1960)^{P. 220} handel oor die harmoniese ontleding van die reënval van die Verenigde State. Uit die aanwending van dié tegniek blyk die verskil tussen twee stasies met dieselfde jaarreënval, maar die een 'n winterneerslag en die ander 'n somerneerslag ontvang. Die metode hou die voordeel in dat 'n objektiewe oppervlakontleding van die neerslagperiode moontlik is. Die oorgang van die een reënvaltipe na 'n ander is duidelik waarneembaar en van waarde by genetiese ontleding. Die nadeel verbonde aan dié metode is die onvolledige weergawe van die absolute hoeveelheid neerslag. Die verlangde inligting kan slegs verkry word deur verskeie kaarte na te gaan. Ondanks hierdie nadeel is die metode waardevol in klimatologiese navorsing.

Die patroon van die studie van die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat stem grootliks ooreen met dié van die publikasie van Hastenrath (1967)^{PP. 201-241}. Hastenrath het eers 'n algemene atmosferiese sirkulasie en die seisoensvloei =

patrone van die gebied weergegee en daarna die jaarneerslag= verspreiding, reënvalstreke, verandering van neerslag in verhouding tot elevasie, en die klimaattendense. 'n Tekort= koming wat Hastenrath ondervind het, is dié aan langtermyn- klimatologiese gegewens.

In die Negevwoestyn het Shanan, Evenari en Tasmor (1967) voor 'n groot probleem te staan gekom, nl. dat daar in dié gebied slegs ses stasies waarvan die termyne gewissel het tussen 5 en 21 jaar, tot hul beskikking was. Die probleem is oorkom deur 'n stasie te gebruik wat ongeveer 50 km geleë is van die gebied met 'n reënvalrekord van 45 jaar. Nadat die reënval van die ander stasies verwerk is, is dit dan vergelyk met dié van die gekose stasie, (Beersheba). So 'n vergelykingstegniek is nie net die gebruikelike een om tydruimtelike gapings mee te vul nie, maar ook statisties betroubaar.

In 'n ondersoek na die jaargemiddelde reënval van Nieu-Seeland het Maunder (1966) van stippels gebruik gemaak om die reënval van elke stasie afsonderlik mee aan te dui. Rooi en swart stippels is oor die hele gebied versprei en gee ongelukkig 'n onduidelike beeld van die reënval.

Schumann en Thompson (1934) het met behulp van wiskundige formules die kurwe van die jaargemiddelde reënval gestip teen tyd "glad" gemaak sodat die sikliese verandering duidelik daaruit kon blyk. Die gevolgtrekking waartoe hulle geraak het, is dat daar in Suid-Afrika geen reënvalsiklusse waar te neem is nie. In hierdie studie van die Oranje-Vrystaat is daar

statistiese metodes aangewend om die kurwes "glad" te maak ten einde sikliese verandering te kan waarneem.

Die statistiese verwerking wat die regressiekoëffisiënt en die standaardafwyking insluit, het, in navolging van Conrad en Pollak (1950)^{p. 36}, as riglyn gedien by die studie van die Oranje-Vrystaat.

In 'n latere publikasie het Vorster (1957)^{pp. 61-66} die neerslagtendense van die Suidwestelike Kaapprovinsie met behulp van die liniêre regressiekoëffisiënt bepaal en 'n afname van die neerslag aldaar gevind. Daar dien gelet te word dat Brook en Mametse (1970) dieselfde manipulasietegniek gebruik het en inderdaad 'n toename van die neerslag in die Suidwestelike Kaapprovinsie waargeneem het.

By die bepaling van die neerslagveranderlikheid en -betroubaarheid van die Oranje-Vrystaat is die manipulasie-tegnieke soos uiteengesit deur Gregory (1970)^{p. 46}, gebruik.

2 DIE KLIMAATMILIEU VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

In hierdie hoofstuk word die Oranje-Vrystaat allereers in sy fisiese konteks op die Suider-Afrikaanse subkontinent geplaas. Die primêre, sekondêre en tersiêre klimaatbeïnvloedende faktore word voorts behandel met spesiale verwysing na die lugsirkulasie van die laer en middelbreedtes as die

vernaamste aanleidende oorsaak van die heersende klimaat. Die hoofstuk word afgesluit met 'n oorsig van die klimaat=
streke van die Oranje-Vrystaat.

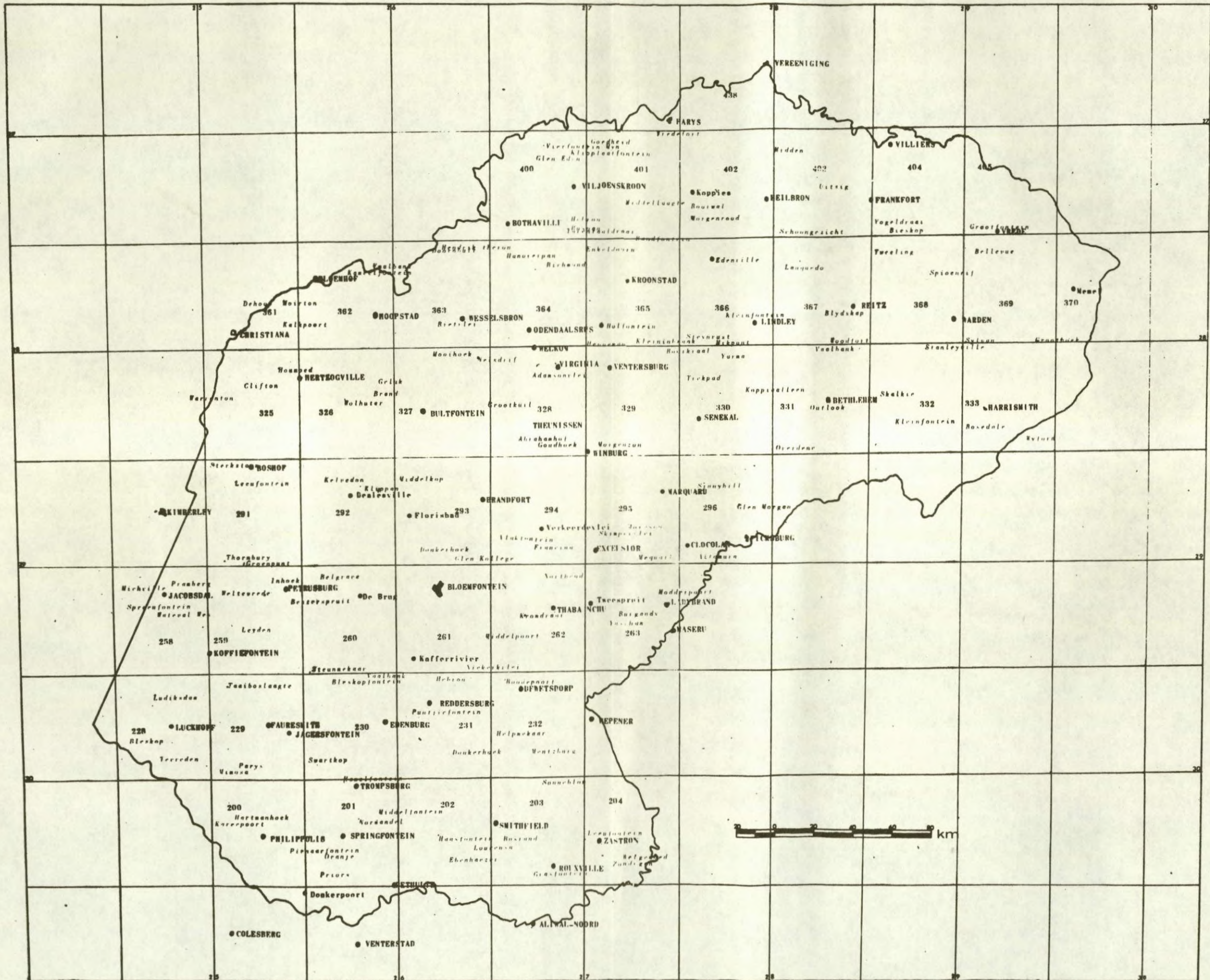
2.1 AFBAKENING VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

Die gebied waarvan die neerslagklimaat bestudeer word, is die Oranje-Vrystaat. Figuur 1 (p.11) toon die ligging van die Oranje-Vrystaat ten opsigte van die ander provinsies in die Republiek van Suid-Afrika, nl. tussen $26^{\circ} 39' S.Br.$ en $30^{\circ} 41' S.Br.$ en tussen $24^{\circ} 22' O.L.$ en $29^{\circ} 43' O.L.$ Die $27^{\circ} O.L.$ sny die Oranje-Vrystaat naastenby in twee gelyke dele. Die oppervlak van die studiegebied beslaan $129\,152\ km^2$. Die Oranje-, Vaal- en Caledonrivier omsluit die gebied gedeeltelik. Die reënvalstasies waarop hierdie studie gegrond is, word in figuur 2 (p.13) aangedui.

FIG. 1 DIE REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA



FIG. 2 VERSPREIDING VAN DIE STASIES OOR DIE STUDIEGEBIED



2.2 FAKTORE WAT KLIMAAT BEÏNVLOED

Daar word aanvaar (Schulze, 1965, p. 1) dat die klimaat van 'n streek bepaal word deur primêre, sekondêre en ander faktore. Die primêre faktore is:

- (a) die breedteligging, want dit bepaal die hoeveelheid sonbestraling wat die boonste laag van die atmosfeer gedurende 'n vasgestelde tydsinterval (jaar, seisoen, dag, ens.) ontvang;
- (b) die ligging ten opsigte van die verspreiding van land en see; en
- (c) die hoogte bo seevlak.

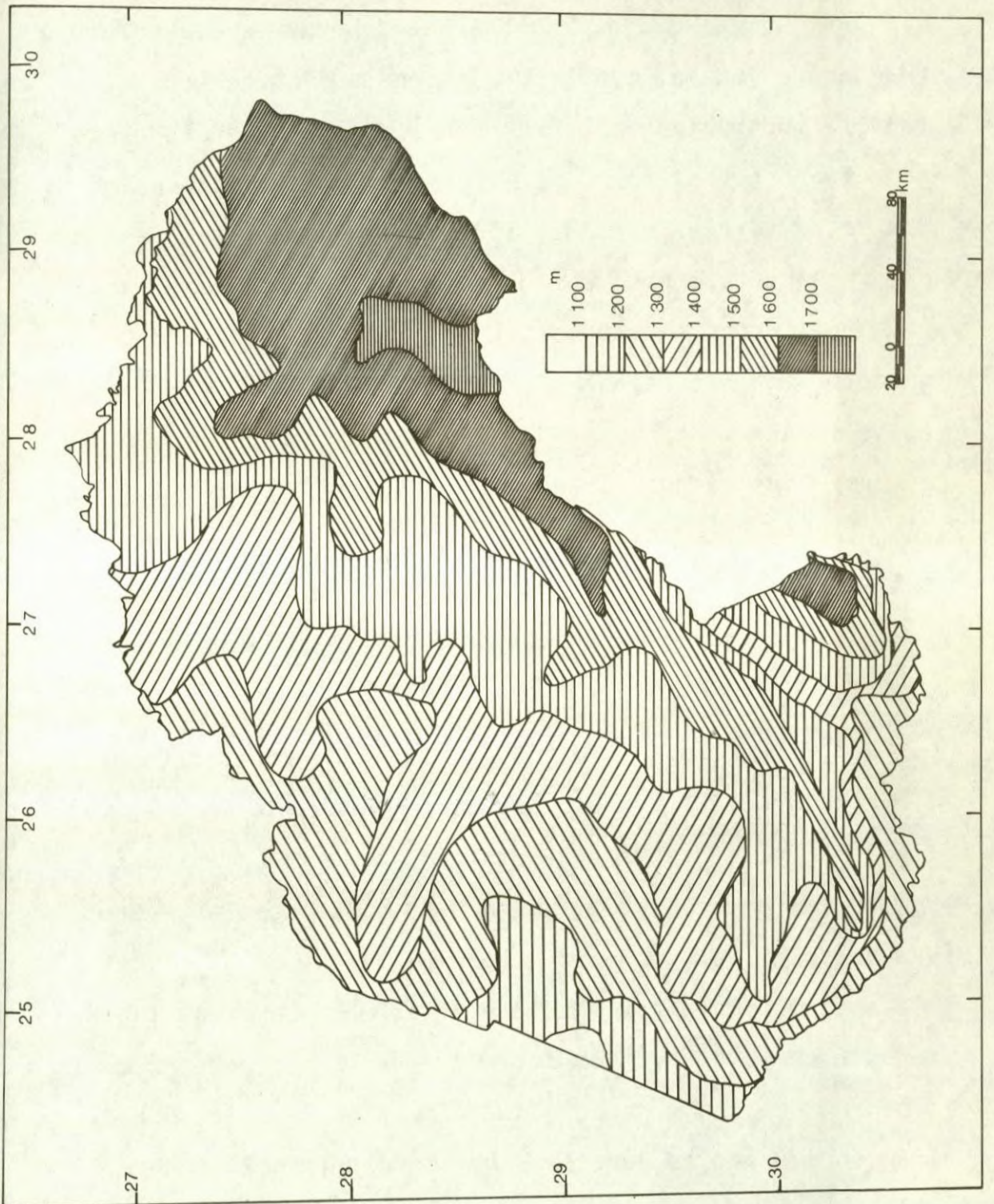
Die sekondêre faktore wat weer voortspruit uit die bestralingsverskille by die verskillende breedtegrade, die wenteling van die aarde en die verspreiding van die land en see, behels die algemene sirkulasie van en die versteurings in die atmosfeer en seestrome. Die oorblywende faktore is van 'n meer lokale aard en het nie so 'n groot invloed op klimaat nie, bv. die algemene gesteldheid van die aardoppervlak (grondsoorte, water, sneeu en ys), plantbedekking en die oriëntering ten opsigte van heuwels of berge.

Ten einde 'n algemene beeld van die verskillende kenmerke van die klimaat van Suid-Afrika te kry, is dit nodig om die subkontinent in terme van sommige van die genoemde faktore te evalueer. By die breedtegraadlyn 27° S., wat deur die

Oranje-Vrystaat sny, beloop die sonbestraling op 'n horison-tale vlak, aan die boonste sone van die atmosfeer, omtrent $3\,266,5\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ (Schulze, 1965, p.1). Ongeveer 65 persent van hierdie energie bereik die aardoppervlak. Die hoër liggende dele is aan 'n effens meer intenser sonbestraling blootgestel as dié wat laer lê. Die absolute reliëf van die Oranje-Vrystaat (vgl. fig. 3 p. 17), saamgestel uit die gewone elevasies van die reënvalstasies) toon weinig groot verskille; veral die westelike deel van die Oranje-Vrystaat is baie gelyk met slegs hier en daar 'n heuwel terwyl heuwels en berge ooswaarts meer algemeen voorkom. Die gemiddelde elevasie van die hele gebied soos blyk uit die reënvalstasies se hoogte bo seevlak, is 1 421 m. Caerwinning (968 m) is die laagste en Sylvan (1 859 m) die hoogste. Die verskil in hoogte tussen die noorde en suide van die gebied is gering; so byvoorbeeld is die elevasie van Vereeniging 1 417 m en dié van Aliwal-Noord 1 310 m. Sonbestraling behoort dus nie grootliks te varieer nie.

Die min of meer spitsvormige kuslyn van die Suid-Afrikaanse subkontinent, wat die uitgestrekte suidelike oseaan skaars tot 35° S.Br. binnedring, word aan die weste deur die koue Benguelaseestroom en aan die ooste deur die warm Agulhas- en Mosambiekseestroom bespoel. By 30° S.Br. is Suid-Afrika 1 288 km wyd. Ten spyte van die relatiewe smalheid, het die hoogte van die land bo seevlak tot gevolg dat vog nie vryelik kan sirkuleer oor die hele land nie.

FIG. 3 RELIËF VAN ORANJE-VRYSTAAT



2.3 ALGEMENE SIRKULASIE

Die patroon van die gemiddelde seevlakdruk en die bolugdruk (Hayward en Steyn, 1968, p. 2) toon die volgende:

- (a) Die subtropiese hoogdruk gordel waarvan die middelste gedeelte ongeveer op 30° S.Br. lê, word in verskeie hoogdrukselle verdeel deur die indringing van die landmassas in die vernaamste oseaangebiede van die suidelike halfrond.
- (b) Die ligging en intensiteit van die hoogdruk gordel wissel duidelik met die seisoene.
- (c) Suid-Afrika is binne die hoogdruk gordel geleë met die sirkumpolêre westelike lugstroom ten suide daarvan.
- (d) Die hoë druk oor die land neem in die winter toe.
- (e) In die somer is daar 'n aanduiding van 'n ekwatoriale laagdruktrog oor die binneland van die subkontinent.

Die hoogdrukselle in die bolug lê in 'n noordwestelike rigting en is duidelik waarneembaar in figuur 4. (p. 19) wat die gemiddelde drukverspreiding in Januarie en Julie op 'n hoogte van ongeveer 3 100 m en 5 500 m bo seevlak aantoon. Van seespieël af tot op 'n hoogte van 9 000 m het die antisiklonale selle in die somer ongeveer twaalf breedtegrade en in die winter omtrent sewentien breedtegrade in 'n noordwestelike rigting. Suid-Afrika en derhalwe ook die Oranje-Vrystaat is gevolglik bykans uitsluitlik onder die invloed van 'n westelike sirkulasie in die bolug. Die weersverandering wat die land ondervind, kan grootliks

FIG. 4.1 GEMIDDELDE KONTOERE VAN 700mb-DRUKVLAK
VIR JANUARIE
(in navolging van Hayward en Steyn, 1967)

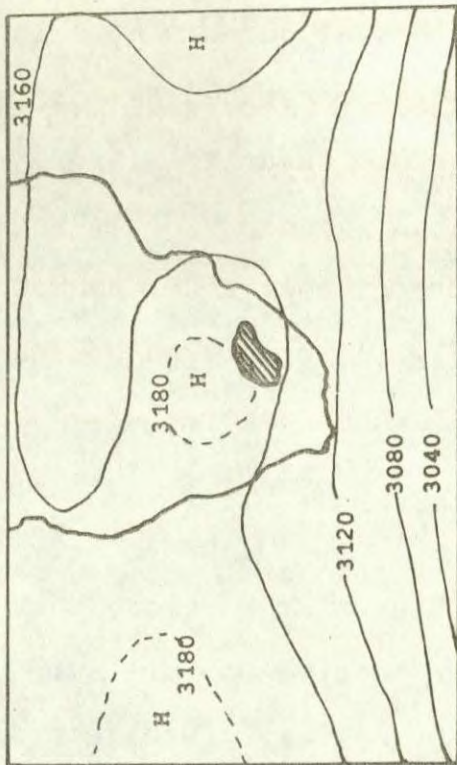


FIG. 4.3 GEMIDDELDE KONTOERE VAN 500mb-DRUKVLAK
VIR JANUARIE

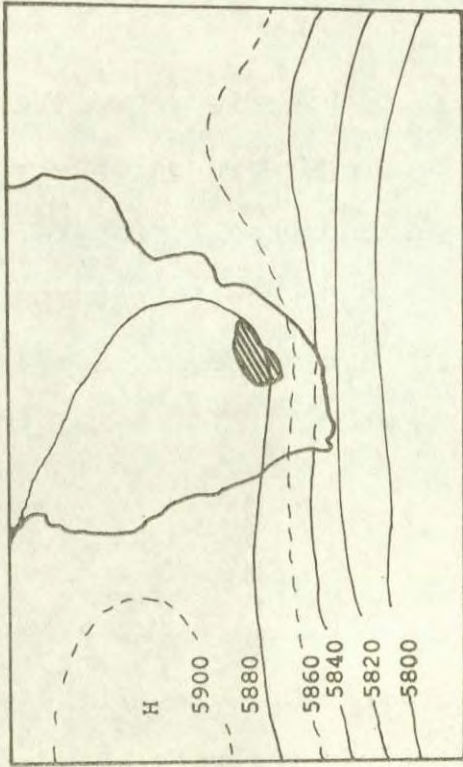


FIG. 4.2 GEMIDDELDE KONTOERE VAN 700mb-DRUKVLAK
VIR JULIE

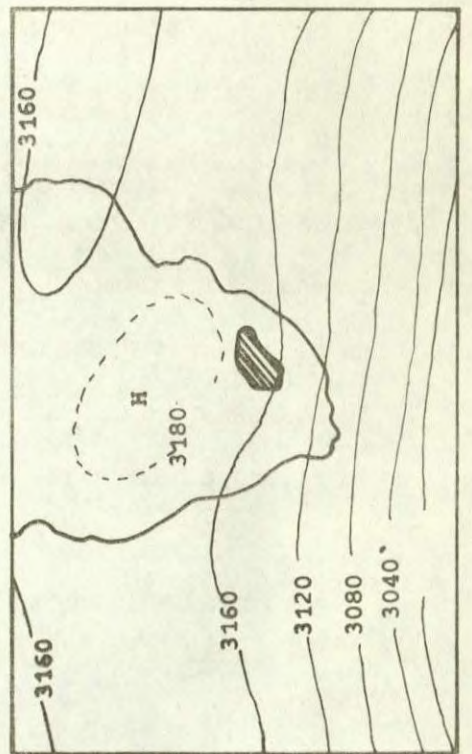
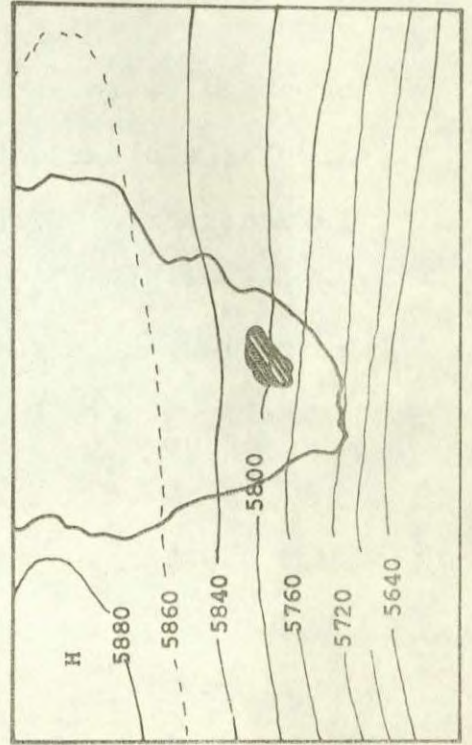


FIG. 4.4 GEMIDDELDE KONTOERE VAN 500mb-DRUKVLAK
VIR JULIE



toegeskryf word aan versteurings wat in hierdie westelike sirkulasie plaasvind. Hierdie versteurings word op oppervlakweerkarte weergegee as 'n reeks laagdrukselle (buitetropiese siklone), laagdruktrêe en hoogdrukselle wat ooswaarts langs die kus beweeg af of uit die weste oor Suid-Afrika beweeg.

2.3.1 Tipiese weersituasies

Die algemene of gemiddelde lugsirkulasie oor Suid-Afrika is 'n swak weerspieëling van die daaglikse variasie. Derhalwe word daar vervolgens kortliks aandag gegee aan 'n paar individuele gevalle van tipiese weersituasies, met besondere verwysing na droogte- en nat toestande.

Figuur 5.1 (p. 21) is ontleen aan Schulze (1965, p. 7) en toon 'n midsomersituasie, d.w.s. droë weer oor die hele land. Na die suide openbaar die westewinde 'n onversteurde sonale patroon wanneer die antisikloon oor die land lê. Hierdie toestand kan tot twee weke duur en gaan gepaard met 'n steeds toenemende temperatuurstyging en droogtetoestande. Vanweë die ligging daarvan in die land (fig.1), ondervind ook die Oranje-Vrystaat 'n soortgelyke toenemende temperatuurstyging en droogtetoestande.

Die normale wintertoestande veroorsaak 'n droë seisoen oor die grootste gedeelte van die land, behalwe oor die Suidwestelike Kaapprovinsie (vgl. fig. 5.2. p. 21). Die sentraal

FIG. 5.1 SOMERDROOGTE-ANTISIKLOON L& OOR S.A.

(In navolging van Schulze, 1965)

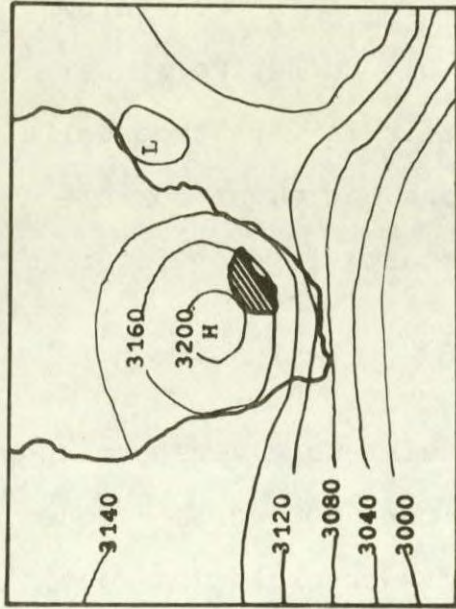


FIG. 5.3 AANHOUDEDE SOMERREËNS

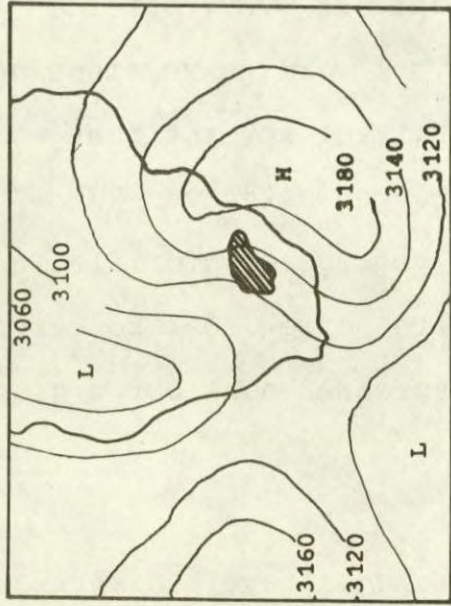
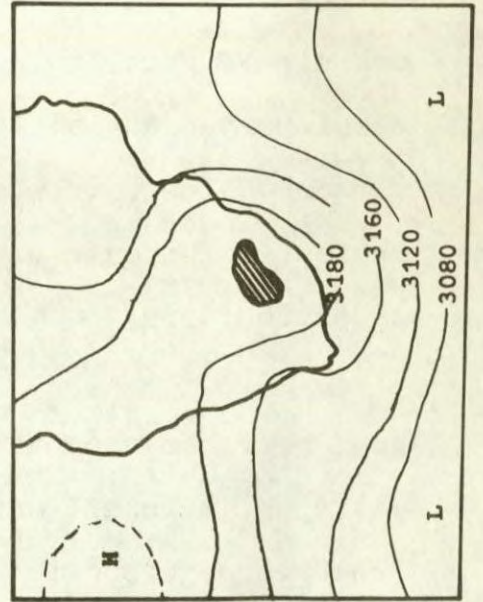


FIG. 5.2 TYPSE WINTERTOESTANDE-AANWYDING VAN

IN TROG OOR SUIDWESTELIKE KAAP



geleë Oranje-Vrystaat ondervind dieselfde droë wintertoe=stande as die res van die land, maar ook wydverspreide reëns (fig. 5.3. p. 21), vanweë 'n golfvormige versteuring in die westelike lugstroom wat ontwikkel het tot 'n afgeslote laagdrukseel oor die suidelike gedeeltes van Suid-Afrika. 'n Groot hoeveelheid warm, vogtige ekwatoriale lug word dan uit die noorde en noordweste getrek. Dit konvergeer oor die land en veroorsaak wydverspreide reëns oor 'n groot gedeelte daarvan.

Jackson en Tyson (1971 p. 4) het 'n tentatiewe klassifikasie gemaak van die weertipes wat die mees oorheersende invloed op Suid-Afrika het. Hiervolgens hou tipiese mooi weer noue verband met die gemiddelde antisiklonale sirkulasie. In die midsomer is die voorkomingsfrekwensie van die antisiklonale situasie sinopties slegs 17 persent in teenstelling met die 77 persent in die winter. Die duidelike wintermaksimum van antisiklonale aktiwiteit is verantwoordelik vir die helder, wolklose dae en koue nagte wat oor die plato (insluitende die Oranje-Vrystaat) in die winter ondervind word.

Koue weer kom voor as daar 'n diep siklonale versteuring gepaard met 'n koue front oor Suid-Afrika beweeg. Die koue front word gewoonlik gevolg deur die adveksie van koue, onstabiele, subpolêre lug in die suidweste van Suid-Afrika. Die koue word meestal in die winter, in die besonder in Augustus, ondervind. In die Oranje-Vrystaat is die periode

Junie tot Augustus nie net die koudste nie, maar ook die een met minimale neerslag (Tabel VI, P.39 en tabel IX, p.64)

2.4 DIE KLASSIFIKASIE VAN KLIMAATTIPES SOOS TOEGEPAS OP DIE ORANJE-VRYSTAAT

'n Klassifikasie van klimaattipes gee 'n geheelbeeld van die neerslagklimaat van 'n gebied indien neerslag 'n inherente element van so 'n klassifikasiesisteem is. Faktore wat by die samestelling van 'n klimaatklassifikasie in ag geneem moet word, is die algemene lugsirkulasie, weertipes en klimaatelemente.

Omrede alle klassifikasies egter nie klimaattipes ewe bevredigend afbaken nie, kies 'n outeur 'n klassifikasie wat vir sy besondere studie die bevredigendste resultate sal lewer. So byvoorbeeld het Schulze in 1947 en 1958 onderskeidelik die Köppen- en die Thornthwaiteklassifikasies op Suid-Afrika toegepas. Genoemde klassifikasies het net 'n geheelbeeld gegee. In die Oranje-Vrystaat is byvoorbeeld slegs die B-termiese klimaattipe voorgestel en die C-klimaattipe nie onderverdeel in C_1 - en C_2 -klimaattipes nie. Later het die Thornthwaiteklassifikasie aansienlik vollediger resultate gebied, bv. die termiese klimaattipes is onderverdeel in B'_1 , B'_2 en B'_3 en die C-klimaattipe in C_1 - en C_2 -klimaattipes (Thornthwaite 1948 pp. 55-94).

In sy indeling van Suid-Afrika in klimaatgebiede identifiseer Jackson (1951) slegs twee "tipes" in die Oranje-Vrystaat t.w. die oostelike hoëveld en die halfdroë binnelandse plato. Aangesien die grense nie volgens 'n vaste kriterium bepaal is nie, is dit arbitrêr.

P. S. L.
 Preston-Whyte (1974) het hom dit ten doel gestel om die gaping tussen die statiese en dinamiese klimaatklassifikasies te oorbrug en 'n rasionale klimaatklassifikasie daar te stel. Hierin het die faktorontledingstechniek as grondslag gedien.

Met behulp van die Thornthwaiteklassifikasie kan die waterhuishouding van 'n gebied, 'n belangrike faktor vir die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat, bepaal word.

2.4.1 Grondbeginsels van die rasionale klimaatklassifikasie van Thornthwaite

Volgens die Thornthwaiteklassifikasie (Thornthwaite, 1948) word daar vir elke waarnemingstasie eers die potensiële evapotranspirasie bepaal met behulp van tabelle en nomogramme en dan 'n vogindeks bereken, nl.:

$$I_m = \frac{100s - 60d}{n}$$

waar s = watersurplus
 d = watertekort
 n = water nodig

Die vogklimaattipes wat in die Oranje-Vrystaat voorkom, word in tabel I, saamgevat:

TABEL I: DIE VOGKLIMAATTIPES VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT
(Schulze 1958 p. 39)

| VOGKLIMAAT | | VOGTIGHEIDINDEKS |
|-------------------|----------------|------------------|
| Vogtig-halfvogtig | C ₂ | 0 - 20 |
| Droog-halfvogtig | C ₁ | -20 - 0 |
| Halfdroog | D | -40 - -20 |
| Droog | A | -60 - -40 |

Die volgende stap in die klassifikasie van die klimaat is die berekening van die seisoenskommeling van die effektiewe vog. Dit geskied aan die hand van die reeds berekende vogindeks waarvolgens droogheids- of 'n vogtigheidsindeks bereken word, nl.:

$$I_h = \frac{100s}{n} \quad \text{en} \quad I_a = \frac{100d}{n} \quad \text{waar}$$

I_h = vogtigheidsindeks

I_a = droogheidsindeks

s = watersurplus

d = watertekort

n = potensiële evapotranspirasie

Die seisoenskommeling van die effektiewe vog in die Oranje-Vrystaat word in tabel II saamgevat:

TABEL II: DIE SEISOENSKOMMELING IN TERME VAN DIE DROOGHEIDS-
EN VOGTIGHEIDSINDEKS VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT
(Schulze 1958 p. 39)

| | |
|--|----------------|
| Vogtige vogklimaat (A,B,C ₂) | I _a |
| r - min of geen watertekort nie | 0 tot 16,7 |
| Droë vogklimaat (C ₁ ,D,E) | I _h |
| d - min of geen watersurplus nie | 0 tot 10 |

Die temperatuurklimaat van 'n streek word geïdentifiseer met behulp van die berekende potensiële evapotranspirasie, want die potensiële evapotranspirasie is 'n indeks van die termiese effektiwiteit. Die termiese gebiede wat in die Oranje-Vrystaat voorkom, word in tabel III aangedui.

TABEL III : TERMIESE KLIMAATTIPES VAN DIE
ORANJE-VRYSTAAT
(Schulze 1958 p. 40)

| TE-indeks (cm) | Termiese tipe |
|----------------|------------------------------|
| 85,5 | B ₃ ' |
| 71,2 | B ₂ ' Mesotermies |
| 57,0 | B ₁ ' |

Die somerkonsentrasie van die termiese effektiwiteit (s) is die laaste aspek waarop die Thornthwaiteklimaat=afbakening berus. Tussen die ewenaar en die poolsirkels, wat die uiterstes verteenwoordig, kom die meeste stasies wat betrekking het op die somerkonsentrasie, voor. Die

verband tussen (s) en die potensiële evapotranspirasie word in tabel IV aangedui:

TABEL IV: DIE SOMERKONSENTRASIE VAN DIE TERMIESE EFFEK=
TIWITEIT EN DIE OOREENSTEMMENDE KLIMAATTIPE VAN
DIE ORANJE-VRYSTAAT
(Schulze 1958 p. 41)

| PE (cm) | Somerkonsentrasie (persent) | Klimaattipe |
|---------|-----------------------------|-------------|
| 114,0 | 48,0 | a' |

2.4.2 Die klimaatpatroon van die Oranje-Vrystaat volgens die rasionale klassifikasie van Thornthwaite

Uit Schulze (1958, p.43) se kaart (fig. 6, p.29) waarop die vogtigheidsklimaattipes aangetoon is, word die volgende afgelei:

(a) Slegs die heel oostelike deel van die Oranje-Vrystaat teen die Drakensberg het 'n C_2 -vogklimaattipe, d.w.s. 'n halfvogtige klimaat.

(b) Die C_1 -vogklimaattipe beslaan die grootste oppervlakte in die Oranje-Vrystaat, nl. 70 persent van die totale oppervlakte. Die westelike grens van die C_1 -vogklimaattipe strek van suid na noord en sluit die volgende plekke in: Bethulie, Reddersburg, Bloemfontein, Bultfontein, Hertzogville en Hoopstad. In die ooste d.w.s., in die omgewing van plekke soos Memel, Harrismith en Rosedale, word dié klimaattipe begrens deur die C_2 -vogklimaattipe.

(c) Die D-vogklimaattipe is die heel droogste gebied in die Oranje-Vrystaat en beslaan die westelike deel daarvan en wel omtrent 25 persent van die totale oppervlakte. Die volgende dorpe lê in die D-vogklimaattipe: Boshof, Jacobsdal, Fauresmith en Jagersfontein.

Die bydrae van die seisoenverandering van die effektiewe vog tot die klimaatklassifisering van die Oranje-Vrystaat, word slegs deur twee tipes verteenwoordig, nl.

(a) 'n watertekort (d) wat die grootste streek beslaan, insluitend die D- en C_1 -vogklimaattipe ; en

(b) 'n watersurplus (r) wat slegs in die C_2 -vogklimaattipe voorkom.

Die volgende afleidings met betrekking tot die termiese effektiwiteit, is uit figuur 7 (p. 31) moontlik:

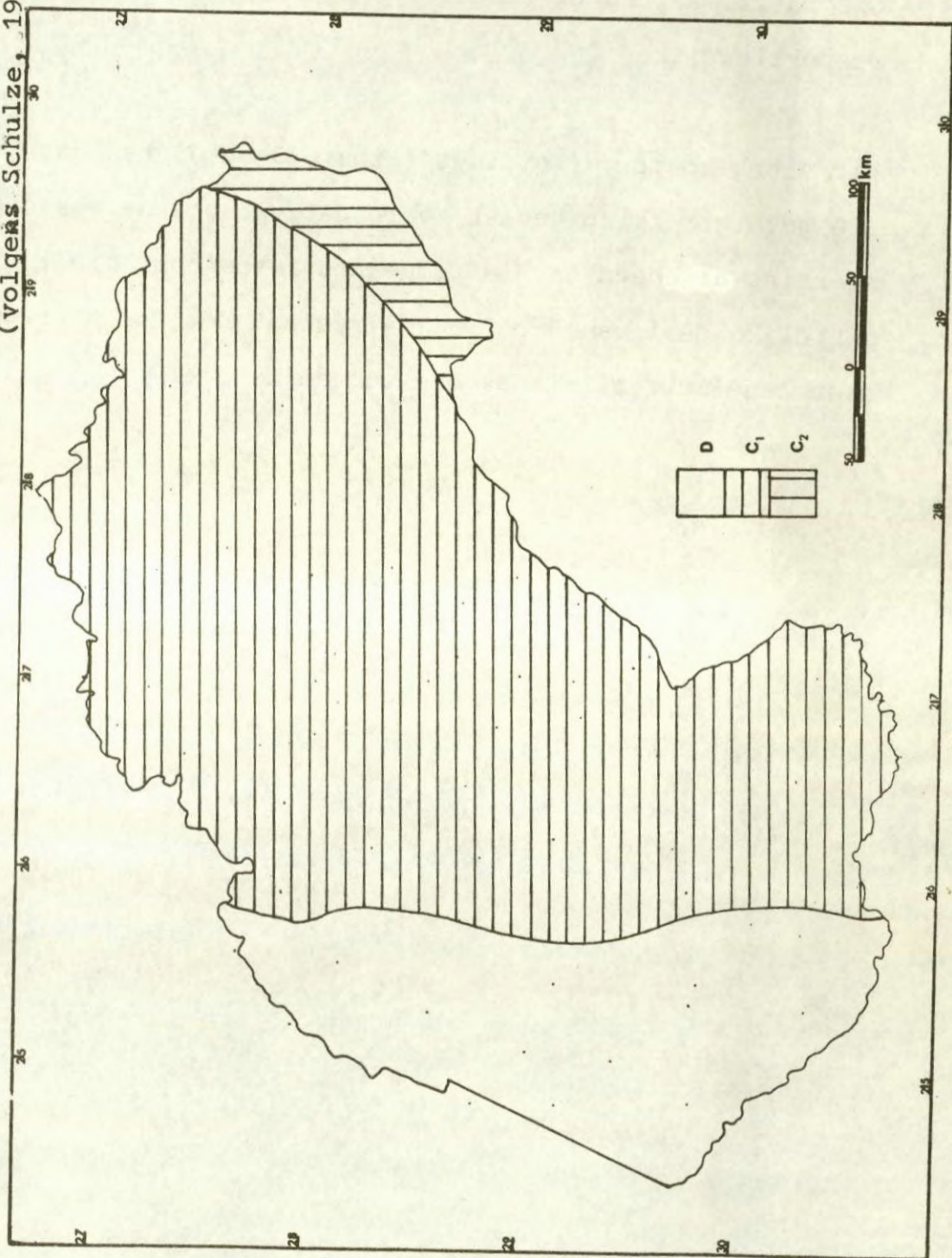
(a) Net soos by die vogklimatiese word daar gevind dat die B'_1 -tipe slegs voorkom aan die oostelike grens van die Oranje-Vrystaat.

(b) Die B'_2 -termiese klimaattipe is groter as die C_1 -vogklimaattipe en beslaan naastebly 80 persent van die totale oppervlakte. Die dorpe Vrede, Warden en Harrismith lê baie naby die oostelike grens en Bloemhof, Hertzogville, Petrusburg en Luckhoff aan die heel westelike grens.

(c) Die B'_3 -termiese klimaattipe sluit die heel westelike hoek van die Oranje-Vrystaat in en beslaan omtrent 15 persent van die totale oppervlakte.

FIG. 6 VOGKLIMAATIPES VOLGENS DIE THORNTHWAITEKLASSIFIKASIE

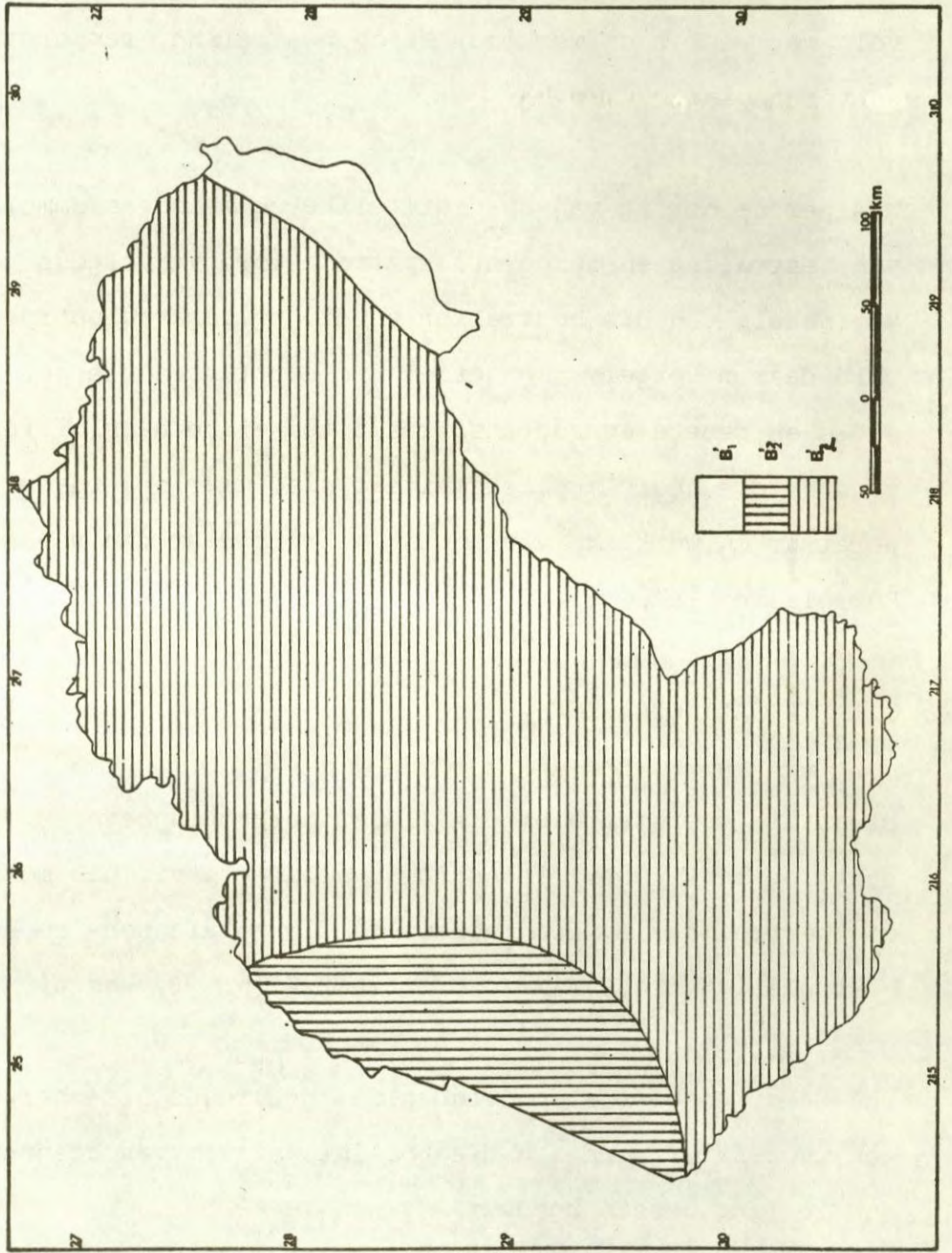
(volgens Schulze, 1958, p. 43)



Die dorpe Harrismith, Bloemfontein en Kimberley val elk in 'n ander klimaattipe; so byvoorbeeld het eersgenoemde 'n $C_2B_1^a$ -klimaat en die ander 'n $C_1B_2^a$ - en DB_3^a -klimaat respektiewelik.

Uit voorgenoemde afleidings (figure 6 en 7) kan daar tot die gevolgtrekking geraak word dat van oos na wes die neerslag afneem en die temperatuur toeneem. Die oostelike deel van die Oranje-Vrystaat het dus 'n groter neerslageffektiwiteit as die westelike deel.

FIG. 7 TERMIESE KLIMAATYPES VOLGENS DIE THORNTHWAITTEKLASSIFIKASIE
(volgens Schulze, 1958, p. 44)



3 BESTRALINGSREGIME EN TEMPERATUURTOESTANDE

Die algemene sirkulasie het sekere weersituasies tot gevolg wat weer 'n uitwerking het op bestraling, temperatuur, verdamping en neerslag.

'n Algemene oorsig van die ruimtelike en seisoenskommeling van bestraling en temperatuurpatrone word vervolgens gegee. Met behulp van die bestraling en die temperatuurpatrone word daar 'n vergelyking getref nie net tussen die potensiële en gemete evapotranspirasie ten einde aansluiting te vind by die neerslageffektiwiteit nie, maar ook tussen temperatuur en werklike verdamping waaruit daar dan 'n positiewe korrelasie blyk.

3.1 BESTRALINGSREGIME

Slegs die weerstasie by die J.B.M. Hertzoglughawe, Bloemfontein, beskik oor die nodige instrumente vir die meting van bestraling. By dié lughawe is die totale son- en hemelbestraling $5\ 824,6\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Uit tabel V (p. 33) kan die volgende afgelei word:

(a) Maksimum bestraling vind plaas gedurende Desember en kan toegeskryf word aan die hoë intensiteit van besonning en die lang besonningsduur.

(b) Maande met 'n hoë neerslag ontvang min direkte bestraling as gevolg van die wolke. Hierdie verskynsel het hom veral voorgedoen in Januarie, Februarie en Maart 1974

toe daar 'n hoë neerslag en dus groter bewolktheid voorgekom het.

(c) Junie ontvang die minste hoeveelheid bestraling, omrede die intensiteit van besonning en die besonningsduur dan 'n laagtepunt bereik.

(d) In September, Oktober en November word die hoogste bestraling ondervind juis omdat daar dan min of geen wolkbedekking is nie. Daar kan aanvaar word dat die bestralingstoestande by Bloemfontein verteenwoordigend sal wees van die patroon oor die hele Oranje-Vrystaat omdat Bloemfontein naastenby op die breedte lyn 29° S. geleë is wat die Oranje-Vrystaat omtrent in twee gelyke dele verdeel. Daar moet egter in gedagte gehou word dat 'n verskil in die kwantiteite tussen die oostelike en westelike deel van die Oranje-Vrystaat moontlik is vanweë die gemiddeld groter wolkbedekking in die oostelike dele.

TABEL V: DIREKTE BESTRALING VAN BLOEMFONTEIN ($W.m^{-2}$) *

| JAAK | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | GEMID. |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Januarie | 8 021,9 | 7 438,3 | 6 686,1 | 8 045,7 | 5 789,1 | 7 196,2 |
| Februarie | 6 997,7 | 6 773,1 | - | 6 402,4 | 5 472,4 | 6 411,4 |
| Maart | 6 997,7 | 6 287,2 | 5 314,2 | 6 209,4 | 5 129,4 | 5 987,6 |
| April | 5 016,6 | 5 221,2 | 4 914,3 | 4 857,3 | 3 958,6 | 4 793,6 |
| Mei | 4 069,1 | 4 069,1 | 4 367,9 | 4 255,1 | 3 919,1 | 4 136,1 |
| Junie | 3 586,6 | 3 702,9 | 3 776,1 | 3 891,2 | 3 784,3 | 3 748,2 |
| Julie | 4 061,0 | 3 793,6 | 3 823,8 | 4 135,4 | 4 113,3 | 3 985,5 |
| Augustus | 4 932,9 | 5 028,2 | 5 102,7 | 4 739,2 | 4 419,0 | 4 844,4 |
| September | - | 6 096,7 | 6 502,4 | 5 950,2 | 5 917,6 | 6 116,7 |
| Oktober | 6 709,4 | 6 825,6 | 7 175,6 | 7 262,8 | 7 026,8 | 7 000,0 |
| November | 8 225,4 | 7 773,1 | 7 698,7 | 7 459,2 | 6 558,2 | 7 541,1 |
| Desember | 7 648,7 | 7 916,1 | 8 748,6 | 7 310,4 | 8 191,7 | 7 963,1 |

* Bron: Weerburo, 1970 - 1974

3.2 ENKELE ASPEKTE EN ALGEMENE VERGELYKINGS VAN DIE TEMPERATUURPATRONE VAN BLOEMFONTEIN EN KIMBERLEY

Die bespreking van bestraling en ander faktore word voortgesit ten einde die temperatuurspeling by Bloemfontein en Kimberley te verduidelik.

Volgens Nieman (1968, p. 11) blyk dit dat die grootste temperatuurspeling by Bloemfontein en Kimberley in die lentemaande Augustus, September en Oktober voorkom. Dit kan daaraan toegeskryf word dat die lug op daardie tydstip, voor die aanvang van die somerreeënseisoen, helder, skoon en droog is. Gevolglik is die insolasie bedags groot terwyl aansienlike hitteverlies snags nog voorkom as gevolg van aardradiasie. Dieselfde geld gedurende die winter, behalwe dat die insolasiewins dan kleiner is. Nog 'n faktor wat kan bydra tot die groot temperatuurspeling aan die einde van die winter, is die uitruiling van warm en koue lugmassas wanneer die frontale en siklonale aktiwiteite in die binneland begin afneem en die tropiese lugmassas vanuit die ekwatoriale breedtes begin uitbrei na die suide.

3.2.1 Koue toestande

Bloemfontein en Kimberley is suid van die Steenboks-keerkring en in die sentrale binneland geleë, met die gevolg dat die vriestemperature uiteraard 'n groter frekwensievoorkoms behoort te hê as die gebiede langs die kus. Bloemfontein ondervind egter amper twee keer so lank vriestemperature as Kimberley, nl. gemiddeld 184,5h per jaar teenoor Kimberley se 96,5h per jaar. In Junie en Julie is die temperatuur by Bloemfontein elke maand gemiddeld langer as 67h en in Augustus gemiddeld ongeveer 34h lank benede vriespunt. Bloemfontein ondervind ook in Mei (\pm 8h), September (\pm 6h) en Oktober (\pm 0,5h) sulke lae temperature. Die maand met die meeste ure benede vriespunt in die geval van Kimberley is Julie (gemiddeld ongeveer 39h) gevolg deur Junie (sowat 31h) en dan Augustus (ongeveer 21h). Temperature benede vriespunt word nie vir langer as gemiddeld drie uur per maand geregistreer vir Mei, September en Oktober nie.

3.2.2 Warm toestande

Bloemfontein ondervind tussen September en April temperature van hoër as 30°C. In Desember en Januarie, byvoorbeeld, is daar respektiewelik gemiddeld 51h en 74h sodanige temperature aangeteken. Van Augustus af tot April styg die temperature by Kimberley vir korter of langer

periodes tot hoër as 30°C . Van Oktober af tot Maart, byvoorbeeld, word sulke hoë temperature elke maand vir gemiddeld langer as 50h ondervind. Kimberley se midsomermaande is soms redelik warm: Desember het gemiddeld ongeveer 127h lank temperature hoër as 30°C , Januarie 156h lank en Februarie 95h lank. Die suidwestelike binneland waar Bloemfontein en Kimberley geleë is, het dwarsdeur die jaar 'n hoë frekwensie van helder, sonnige dae en in die somermaande veroorsaak die langer daglengte ook 'n aansienlike hoeveelheid bestraling, veral by Kimberley waar die totale bestraling gedurende Desember en Januarie gemiddeld tussen 7 440,6 en 8 370,7 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ is. Lae neerslag, 'n lae bewolktheidsgraad en lae lugvogtigheid is kenmerke van dié suidelike steppestreek; hoë dagtemperature is dus te verwagte. Kimberley se laer ligging bo seevlak en die feit dat dit nader as Bloemfontein aan die warm Kalaharibekken geleë is, word weerspieël deur die hoër voorkomingsfrekwensie van temperature bo 30°C .

3.3 TEMPERA'TUURTOESTANDE

'n Isotermkaart van die Oranje-Vrystaat (fig. 8, p. 38) is geteken aan die hand van waarnemings wat die Weerburo by 28 klimaatstasies gedoen het. Uit figuur 8 is dit duidelik dat die laagste temperatuur aan die oostekant van die Oranje-Vrystaat voorkom. Dit kan toegeskryf word aan

- (a) die hoë elevasie as gevolg van die berge;
- (b) die feit dat dit verder van die warm Kalaharibekken geleë is;

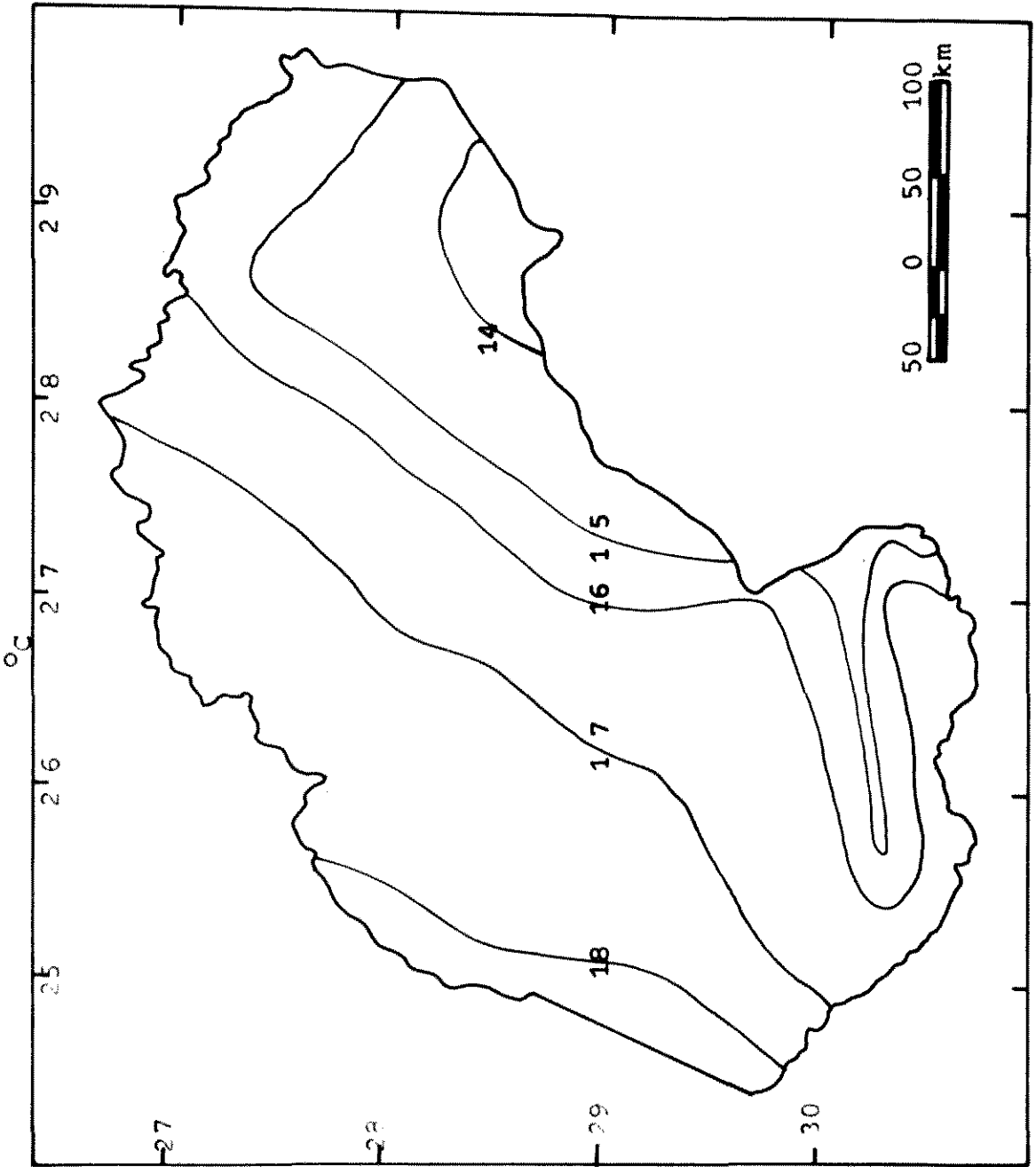
(c) die laer bestralingsontvangs vanweë die hoër neerslag, hoër bewolktheid en hoër vogtigheid. Daar is ook 'n duidelike uitstulping van die 15°C -isoterm na die weste, in die omgewing van Smithfield en Philippolis, as gevolg van die hoër elevasie bo seevlak daarvan (fig. 3, p. 17).

3.3.1 Jaarpatroon van gemiddelde maksimum, maandgemiddelde en gemiddelde minimum temperatuur

In tabel VI (p. 39 en 40) en figuur 9 (p.42) verskyn die gemiddelde maksimum temperature vir bepaalde plekke wat gekies is omrede hulle 'n redelike verspreiding van uiterstes verteenwoordig. Aliwal-Noord en Kimberley ondervind hierdie temperatuurtoestand gedurende Januarie, en Bethlehem en Vereeniging dit in Desember. By al die gekose plekke word hoër temperature gedurende die laaste helfte van die somer (Januarie, Februarie en Maart) ondervind as in die tydperk Oktober tot Desember. Die omgekeerde geld vir die winter. Gedurende die maande Julie, Augustus en September kom hoër temperature as gedurende April, Mei en Junie voor. In Junie is die maksimum temperatuur by al die gekose plekke die laagste. Bethlehem se temperatuur is $5,4^{\circ}\text{C}$ laer as Kimberley s'n terwyl dié van Vereeniging gedurende Januarie $3,6^{\circ}\text{C}$ laer is as dié van Aliwal-Noord.

Die hoogste maandgemiddelde temperatuur by die gekose plekke word gedurende Januarie ondervind, en die laagste

FIG. 8 DIE JAARGEMIDDELDE TEMPERatuur VAN DIE O.V.S.



TABEL VI: JAARGANG VAN GEMIDDELDE MAANDELIKSE TEMPERATUUR

(a) Vereeniging

| | Gemiddelde maksimum | Maandgemiddelde | Gemiddelde minimum |
|------|---------------------|-----------------|--------------------|
| Jan | 28,0 | 21,8 | 15,7 |
| Febr | 27,5 | 21,1 | 14,8 |
| Mrt | 26,4 | 19,9 | 13,4 |
| Apr | 22,8 | 16,2 | 9,5 |
| Mei | 20,0 | 12,2 | 4,4 |
| Jun | 16,9 | 8,7 | 0,4 |
| Jul | 18,2 | 9,2 | 0,1 |
| Aug | 21,4 | 12,2 | 3,0 |
| Sept | 25,4 | 16,9 | 8,5 |
| Okt | 25,9 | 18,8 | 11,6 |
| Nov | 26,6 | 20,1 | 13,6 |
| Des | 28,3 | 21,7 | 15,1 |

(b) Aliwal-Noord

| | Gemiddelde maksimum | Maandgemiddelde | Gemiddelde minimum |
|------|---------------------|-----------------|--------------------|
| Jan | 31,6 | 23,3 | 15,0 |
| Febr | 30,2 | 22,2 | 14,1 |
| Mrt | 28,0 | 20,2 | 12,5 |
| Apr | 22,9 | 15,3 | 7,6 |
| Mei | 20,0 | 11,7 | 3,3 |
| Jun | 16,5 | 8,2 | 0,0 |
| Jul | 17,4 | 8,3 | -1,7 |
| Aug | 20,3 | 10,9 | 1,6 |
| Sept | 24,4 | 15,5 | 5,7 |
| Okt | 25,6 | 17,3 | 9,1 |
| Nov | 28,0 | 19,8 | 11,6 |
| Des | 30,8 | 22,3 | 13,7 |

(c) Bethlehem

| | Gemiddelde maksimum | Maandgemiddelde | Gemiddelde minimum |
|------|---------------------|-----------------|--------------------|
| Jan | 27,1 | 20,4 | 13,6 |
| Febr | 26,2 | 19,5 | 12,7 |
| Mrt | 25,0 | 18,1 | 11,2 |
| Apr | 20,9 | 13,8 | 6,7 |
| Mei | 18,2 | 10,0 | 1,7 |
| Jun | 14,8 | 6,2 | -2,4 |
| Jul | 16,1 | 6,7 | -2,7 |
| Aug | 19,8 | 9,4 | -0,6 |
| Sept | 23,2 | 13,8 | 4,5 |
| Okt | 23,8 | 15,8 | 7,9 |
| Nov | 25,1 | 17,9 | 10,7 |
| Des | 27,3 | 19,8 | 12,3 |

(d) Kimberley

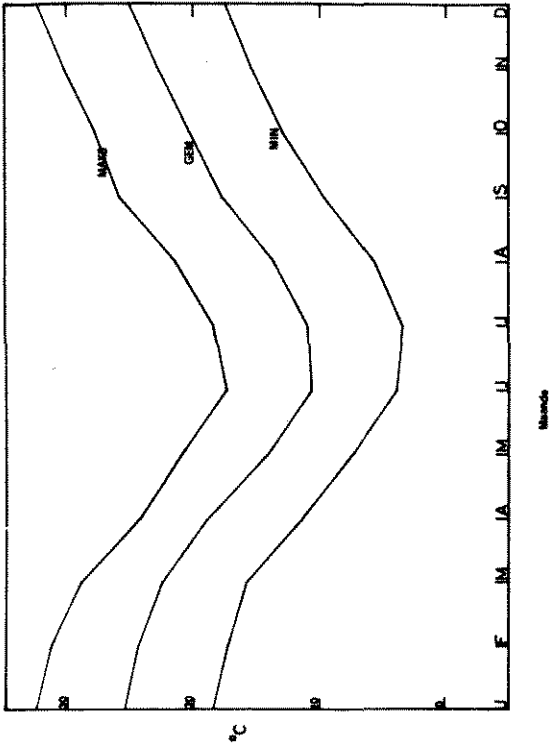
| | Gemiddelde maksimum | Maandgemiddelde | Gemiddelde minimum |
|------|---------------------|-----------------|--------------------|
| Jan | 32,5 | 25,5 | 18,5 |
| Febr | 31,4 | 24,4 | 17,4 |
| Mrt | 29,0 | 22,5 | 15,9 |
| Apr | 24,3 | 17,8 | 11,4 |
| Mei | 20,9 | 14,5 | 7,4 |
| Jun | 17,4 | 10,7 | 3,9 |
| Jul | 18,3 | 10,9 | 3,4 |
| Aug | 21,5 | 13,6 | 5,6 |
| Sept | 25,9 | 17,8 | 9,7 |
| Okt | 27,7 | 20,2 | 12,8 |
| Nov | 30,2 | 22,8 | 15,4 |
| Des | 32,4 | 25,0 | 17,5 |

maandgemiddelde temperatuur gedurende Junie. Interessant is die feit dat die temperatuur in die nasomer (Januarie, Februarie en Maart) hoër is as in die voorsomer (Oktober, November en Desember). 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat die maksimum temperatuur ongeveer 'n maand ná die maksimum insolasie voorkom; ná die winter moet die aarde en atmosfeer eers verwarm word voordat 'n maksimum temperatuur gedurende Januarie moontlik is. Die temperatuurverskil tussen die voor- en die nawinter is gering. Ruimtelik word die volgende aspekte uitgewys: Bethlehem se Januarie-temperatuur is $5,1^{\circ}\text{C}$ laer as Kimberley s'n, terwyl Vereeniging se temperatuur gedurende Januarie $1,4^{\circ}\text{C}$ laer is as Aliwal-Noord s'n in dieselfde maand. Die verskil in die maandgemiddelde temperatuur gedurende Junie tussen die mees oostelike en die mees westelike plekke, is $4,5^{\circ}\text{C}$ en tussen die mees noordelike en mees suidelike plekke $0,4^{\circ}\text{C}$.

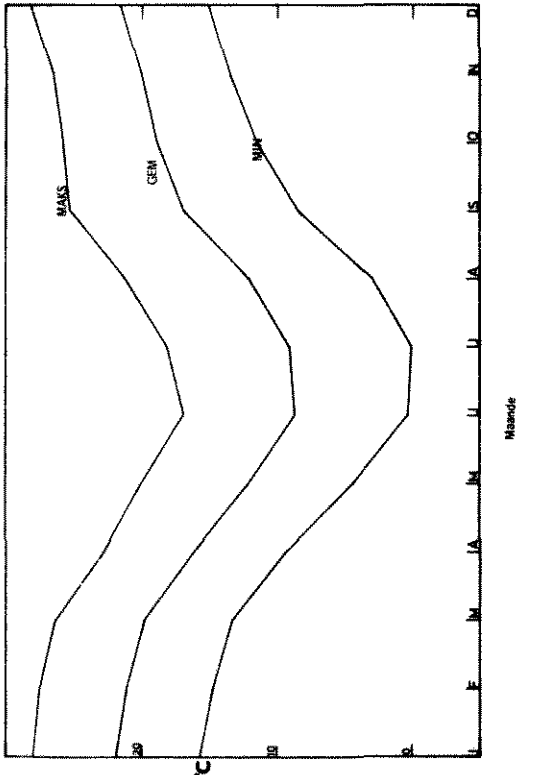
Die hoogste gemiddelde minimum temperatuur word by die gekose plekke gedurende Januarie ondervind en die laagste gemiddelde minimum temperatuur gedurende Julie. By al die gekose plekke word daar merkbaar hoër temperature sowel in die nasomer vergeleke met die voorsomer as in die voorwinter vergeleke met die nawinter ondervind. Daar is dus sprake van 'n omgekeerde patroon omdat daar by die gemiddelde maksimum temperatuur en maandgemiddelde temperatuur die laagste temperatuur gedurende die voorwinter aangetref word. By Bethlehem word daar drie maande met temperature benede

FIG. 9 JAARGANG VAN GEMIDDELDDE MAXIMUM, MAANDGEMIDDELDE EN GEMIDDELDE MINIMUM TEMPERATIUR

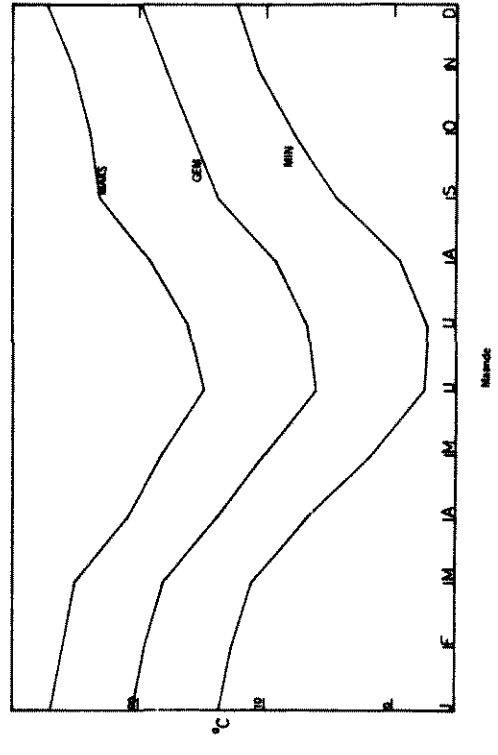
KINERLEP



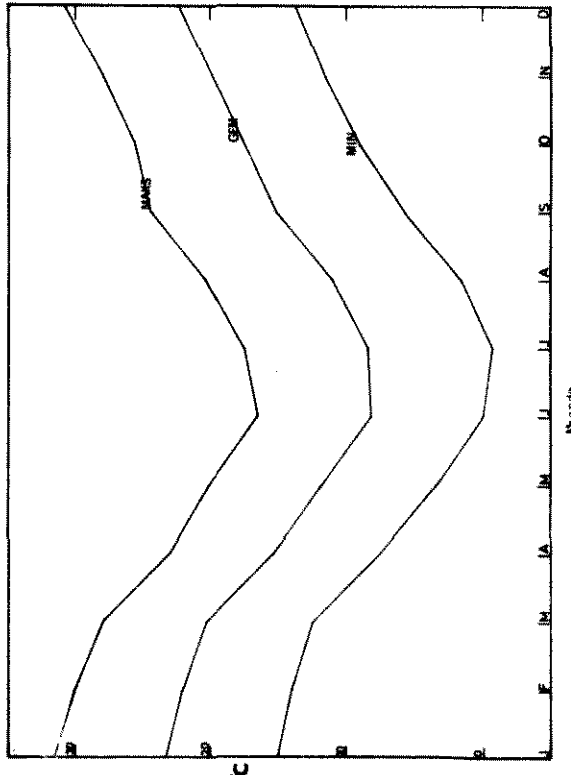
VERENIGING



BETHLEEM



ALIBAL - NOORD



vriespunt gevind, terwyl Kimberley nie een maand 'n gemiddelde minimum temperatuur van benede vriespunt het nie. Vereeniging se gemiddelde minimum temperatuur gedurende die winter is hoër as Aliwal-Noord s'n. Dit kan daaraan toegeskryf word dat die aardradiasie in geringer mate verlore gaan by Vereeniging omrede die besoedelde lug die hitte absorbeer en terugkaats. Die verskil in die gemiddelde minimum temperatuur tussen die mees oostelike en mees westelike plekke vir die maande Januarie en Julie is $4,9^{\circ}\text{C}$ en $6,1^{\circ}\text{C}$ respektiewelik, en tussen die mees noordelike en suidelike plekke $0,7^{\circ}\text{C}$ en $0,8^{\circ}\text{C}$ respektiewelik. Die groot temperatuurverskil tussen die ooste en die weste van die Oranje-Vrystaat word toegeskryf, ten eerste, aan die hoogte bo seevlak en, ten tweede, aan die relatiewe bewolktheid. Die oostelike deel van die Oranje-Vrystaat ontvang 'n hoër neerslag en vanweë die wolkbedekking dus minder bestraling. Die verskil in temperatuur tussen Vereeniging en Aliwal-Noord word ook teweeggebring deur die hoër neerslag, wolkbedekking en lugbesoedeling wat dus minder bestraling by Vereeniging deurlaat. Die hoër temperature wat in die somermaande ondervind word, veroorsaak konveksiestrome en dus lokale donderstorms wat 'n algemene verskynsel in die Oranje-Vrystaat is.

3.3.2 Bolugtemperatuur

By die bestudering van klimaat is dit wenslik om nie net oppervlaktemperatuur in aanmerking te neem nie, maar ook die bolugtemperatuur. Bolugtemperatuur word by konstante

drukvlakke deur radiosonde teruggesein soos weergegee in tabel VII (p.45). Uit tabel VII is die volgende afleidings moontlik:

(a) 800 mb-drukvlak: Die temperatuurverandering by dié drukvlak openbaar dieselfde tendens as dié wat ondervind is by die oppervlaktemperatuur, nl. 'n maksimum gedurende Januarie en 'n minimum gedurende Julie.

(b) 600 mb-drukvlak: Die maksimum temperatuur word gedurende Januarie ondervind ($2,2^{\circ}\text{C}$) en die minimum temperatuur gedurende Augustus ($-6,0^{\circ}\text{C}$). Dit verskil dus van die vorige drukvlakke waar die minimum temperatuur in Julie waargeneem word.

(c) 400 mb-drukvlak: Die maksimum temperatuur kom nie meer in Januarie voor nie, maar in Maart ($-17,8^{\circ}\text{C}$). Die minimum temperatuur word gedurende Augustus aangeteken.

(d) 200 mb-drukvlak: Die maksimum temperatuur word aange-teken gedurende Maart ($-54,8^{\circ}\text{C}$) en die minimum temperatuur gedurende Junie ($-54,0^{\circ}\text{C}$). Op hierdie hoogte is die verskil tussen die maksimum en minimum temperatuur gering: slegs $2,2^{\circ}\text{C}$. Dit blyk dus dat die invloed van die aardoppervlak besig is om af te neem.

Die neerdalende bolug wat relatief warmer is as die aardoppervlaktemperatuur (gedurende die wintermaande) veroorsaak 'n inversie oor die kusgebiede tot teenaan die eskarp. Dié inversie verhinder dat vogtige lug oor die binneland insluitende die Oranje-Vrystaat inwaai. Gedurende die somermaande is die oppervlaktemperatuur hoër as die bolug=

TABEL VII: BOUTGTEMPERATUUR EN WINDE BY KONSTANTE DRUKVLAKKE VIR BLOEM FONTEIN
(UIT WEERBURE, 1973)

| M | Grondoppervlak | | 800 mb | | 600 mb | | 400 mb | | 200 mb | | | | | | |
|------|----------------|-----|--------|------|--------|------|--------|-----|--------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|
| | T | D | F | T | D | F | T | D | T | D | F | | | | |
| Jan | 30,9 | 300 | 5,15 | 22,5 | 300 | 4,12 | 2,2 | 280 | 8,76 | -18,5 | 260 | 14,40 | -51,7 | 280 | 25,20 |
| Febr | 25,5 | 350 | 5,15 | 17,9 | 350 | 4,63 | 0,6 | 290 | 6,71 | -18,3 | 270 | 13,40 | -53,1 | 280 | 25,70 |
| Mrt | 26,4 | 340 | 3,60 | 18,6 | 330 | 4,12 | 1,4 | 280 | 6,70 | -17,8 | 270 | 10,80 | -51,8 | 270 | 22,10 |
| Apr | 21,0 | 340 | 2,58 | 12,9 | 330 | 2,10 | -2,6 | 270 | 4,12 | -22,4 | 260 | 8,24 | -54,5 | 260 | 17,50 |
| Mei | 18,0 | 330 | 2,58 | 10,1 | 320 | 3,10 | -4,2 | 280 | 10,30 | -24,5 | 270 | 19,00 | -53,0 | 270 | 26,80 |
| Jun | 17,4 | 340 | 2,58 | 8,7 | 330 | 3,60 | -5,0 | 290 | 4,63 | -25,8 | 290 | 7,70 | -54,0 | 270 | 23,70 |
| Jul | 15,7 | 340 | 3,60 | 7,5 | 330 | 3,60 | -5,1 | 280 | 8,24 | -25,8 | 260 | 15,50 | -52,7 | 270 | 27,80 |
| Aug | 16,0 | 340 | 3,60 | 8,1 | 320 | 3,60 | -6,0 | 280 | 10,80 | -27,8 | 280 | 15,50 | -53,5 | 270 | 28,80 |
| Sept | 21,0 | 290 | 3,10 | 12,5 | 290 | 4,63 | -3,2 | 280 | 11,80 | -23,9 | 270 | 19,00 | -53,0 | 260 | 26,80 |
| Okt | 24,5 | 320 | 3,10 | 16,6 | 310 | 3,60 | -0,5 | 280 | 9,27 | -21,5 | 270 | 13,40 | -53,4 | 270 | 22,70 |
| Nov | 25,6 | 320 | 3,60 | 17,2 | 320 | 4,63 | -1,4 | 270 | 6,90 | -22,1 | 260 | 12,90 | -53,5 | 260 | 19,00 |
| Des | 25,7 | 330 | 3,60 | 17,7 | 330 | 4,63 | 0,1 | 290 | 6,18 | -19,3 | 280 | 12,40 | -52,0 | 280 | 23,20 |

waar M = maand

T = temperatuur in °C

D = windrigting

F = windspeed in m/s

temperatuur, verswak die inversie en het dit 'n invloed van vogtige lug na en nat toestande oor die binneland tot gevolg (Tyson, 1969, p.6).

3.4 WINDE

Temperatuur veroorsaak lugdrukverskille wat op hulle beurt winde tot gevolg het. Winde is ook 'n faktor by die bestudering van die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat. Windsterkte en -rigting kan slegs by Bloemfontein gemeet word omrede dit die enigste weerstasie in die Oranje-Vrystaat is wat oor die nodige instrumente beskik.

3.4.1 Oppervlakwinde

Noordoos, noord en noordwes is die vernaamste windrigtings waaruit die oppervlakwinde in die Oranje-Vrystaat waai. ^(Hayward en Steyn 1968 p. 55) Die jaarlikse skommeling van windsnelheid en ook die dagpatroon van windsnelheid word deur figuur 10 (p. 47) voorgestel. Die wind is dikwels lig of kalm snags en neem toe in snelheid soggens. In die winter kom die maksimum windsnelheid 'n uur of twee ná 12h00 voor, maar in die somer is die kurwe van die windsnelheid teen dié tyd van die dag meer verwronge met 'n dubbele maksimum om ongeveer 10h00 en 17h30 SAST onderskeidelik. Dit kan die gevolg wees van konveksie-strome wat veroorsaak word deur die intense verhitting van die aardoppervlak gedurende die somer.

FIG. 10.1 DAGGANG VAN GEMIDDELDE WINDSNELHEID TE BLOEMFONTEIN
(m/s)

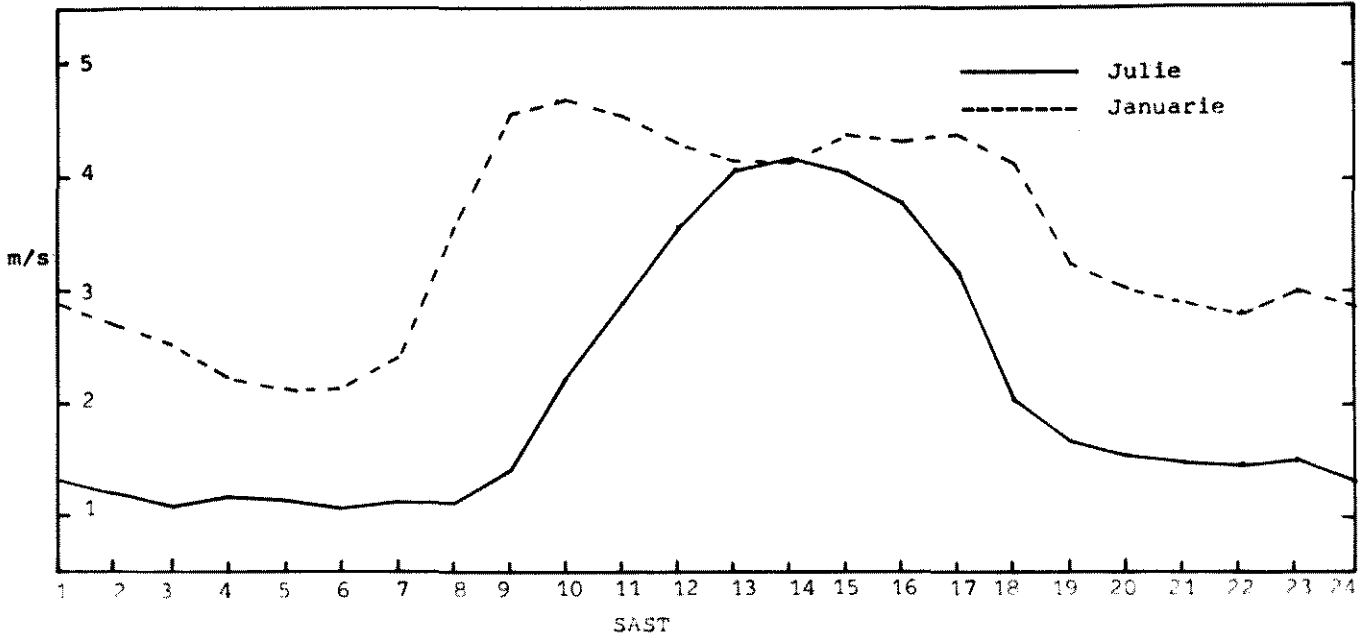
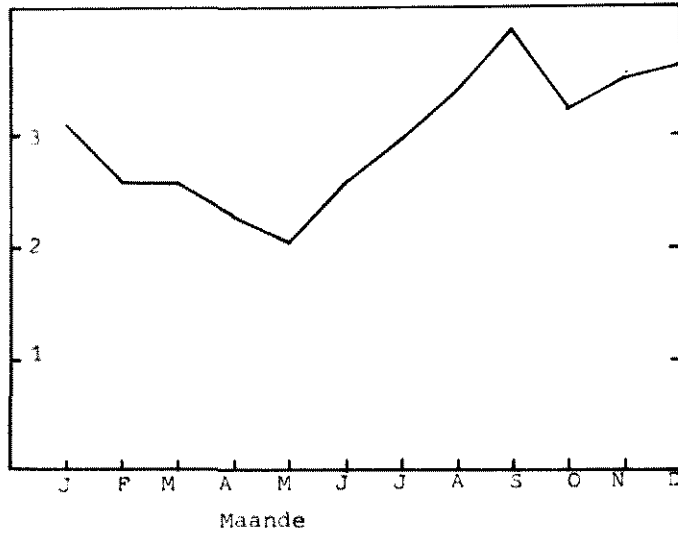


FIG. 10.2 JAARGANG VAN GEMIDDELDE WINDSNELHEID
(m/s)



3.4.2 Bolugwinde

Bolugwindsnelheid en -rigting by konstante drukvlakke word in tabel VII (p. 45) weergegee, waaruit die volgende afgelei kan word:

- (a) 800 mb-drukvlak: Die windsnelheid gedurende die somermaande is 4,64 m/s, wat laer is as gedurende die ooreenstemmende periode op die grondvlak. Die minimum windsnelheid het verhoog van 2,58 m/s af op die grondvlak na 3,61 m/s op hierdie drukvlak. Die windrigting bly in dieselfde kwadrant as op die aardoppervlak.
- (b) 600 mb-drukvlak: Die windrigting het verskuif na die vierde kwadrant - tussen 290° en 270° . Die windsnelheid het gedurende September toeneem tot 11,85 m/s en gedurende April afgeneem tot 4,12 m/s. Die toename in windsnelheid kan die gevolg wees van 'n afname van wrywing met die aardoppervlak.
- (c) 400 mb-drukvlak: Die windrigting is steeds in die derde kwadrant. Die windsnelheid het toeneem en bereik in twee maande, t.w. Mei en September 'n maksimum (19,06 m/s). Die minimum windsnelheid word in Junie (7,73 m/s) gevind.
- (d) 200 mb-drukvlak: Die windrigting wissel in die derde kwadrant. Omrede die wrywing met die aardoppervlak steeds afneem, is die windsnelheid weer eens hoër as by die 400 mb-vlak. In Augustus word 28,84 m/s aangeteken en in April 17,51 m/s.

Uit die afleidings word daar tot die gevolgtrekking geraak dat die Oranje-Vrystaat, wat bolugwinde betref, in die westewindsirkulasie geleë is. Die Augustuswinde wat in die Oranje-Vrystaat besonder sterk waai, oorheers ook die bolug. April staan as die "windstil"-maand bekend. Die sterk bolugwinde gedurende Augustus is die gevolg van die steil temperatuurgradiënt wat veroorsaak word deur die groot verskil tussen die land- en seetemperatuur. Oor die algemeen is die westewinde relatief droog en nie bevorderlik vir reën oor die Oranje-Vrystaat nie (Van den Berg, 1976).

3.5 VERDAMPING

Wind verhoog die verdampingstempo omdat dit die vogtige lug bokant die verdampingsoppervlak verplaas en relatief minder vogtige lug terugplaas. Die verskynsel is 'n belangrike faktor by die bepaling van neerslagklimaat (Vitkevick, 1963).

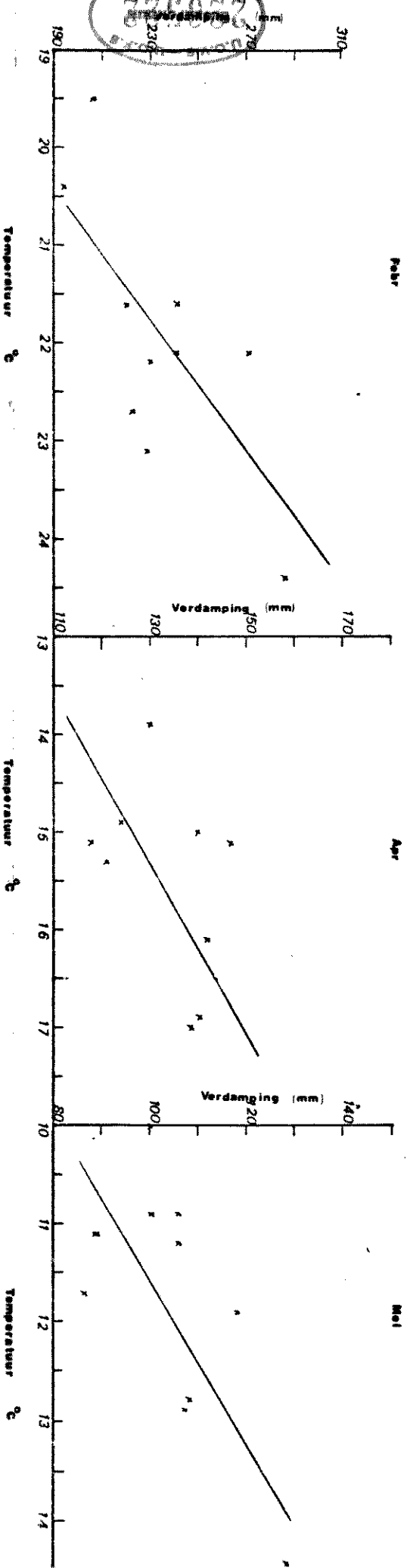
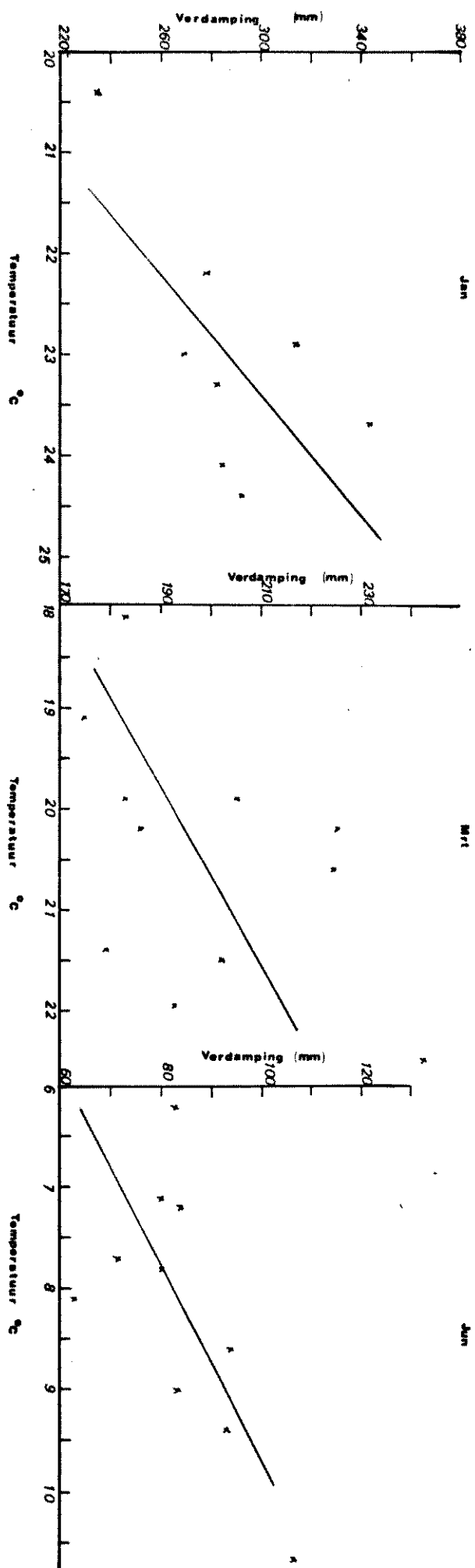
Daar word algemeen aanvaar dat verdamping regstreeks verband hou met temperatuur. Dié stelling kan gestaaf word deur gebruik te maak van die liniêrekorrelasiekoëffisiënt (vgl. fig. 11, p.51 en 52).

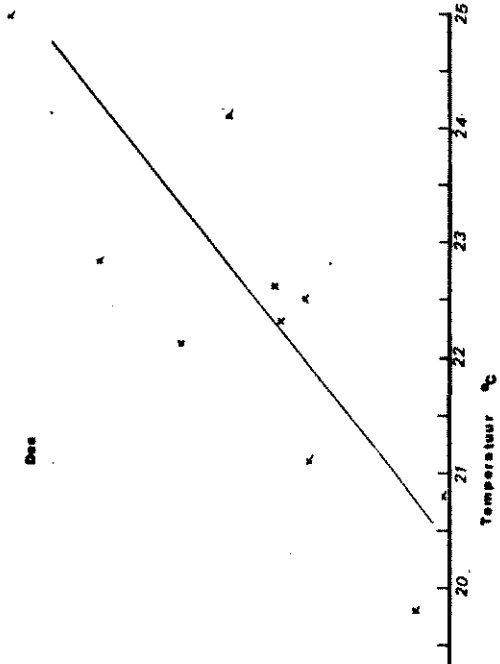
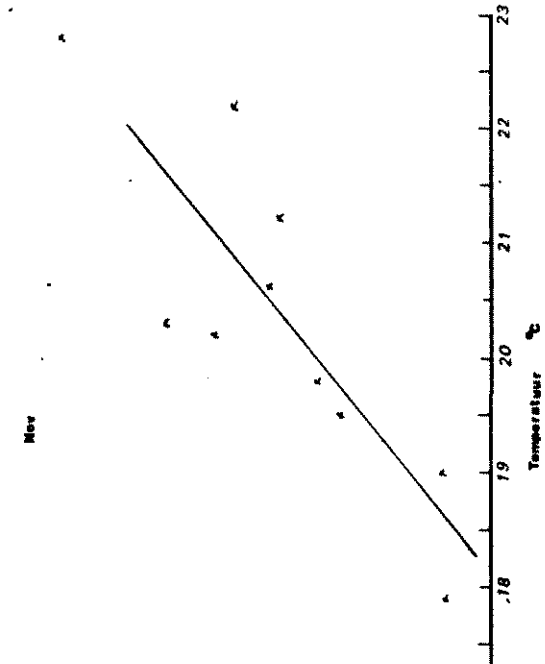
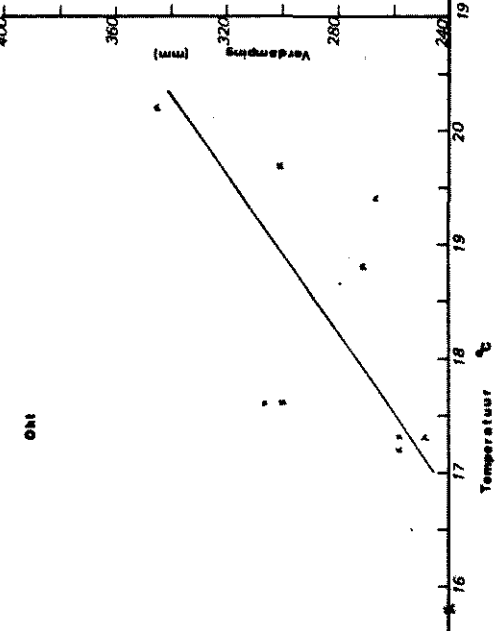
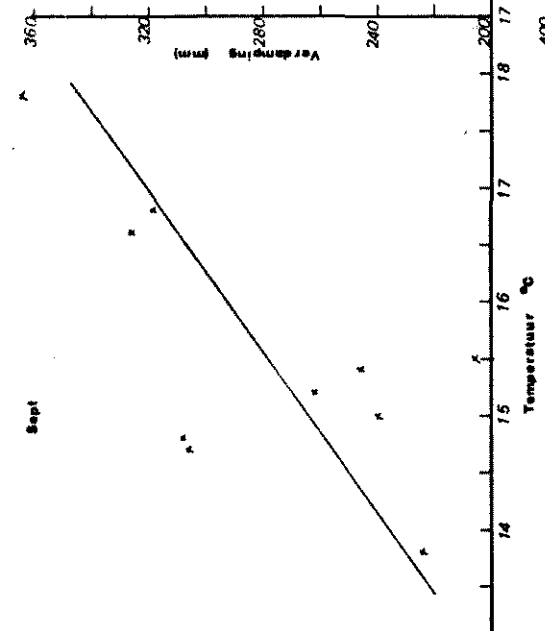
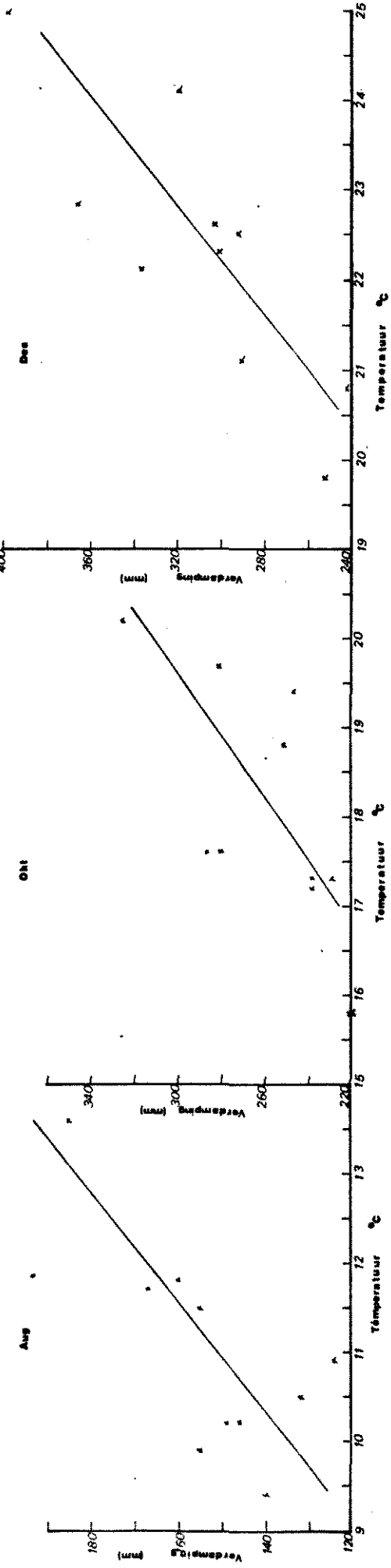
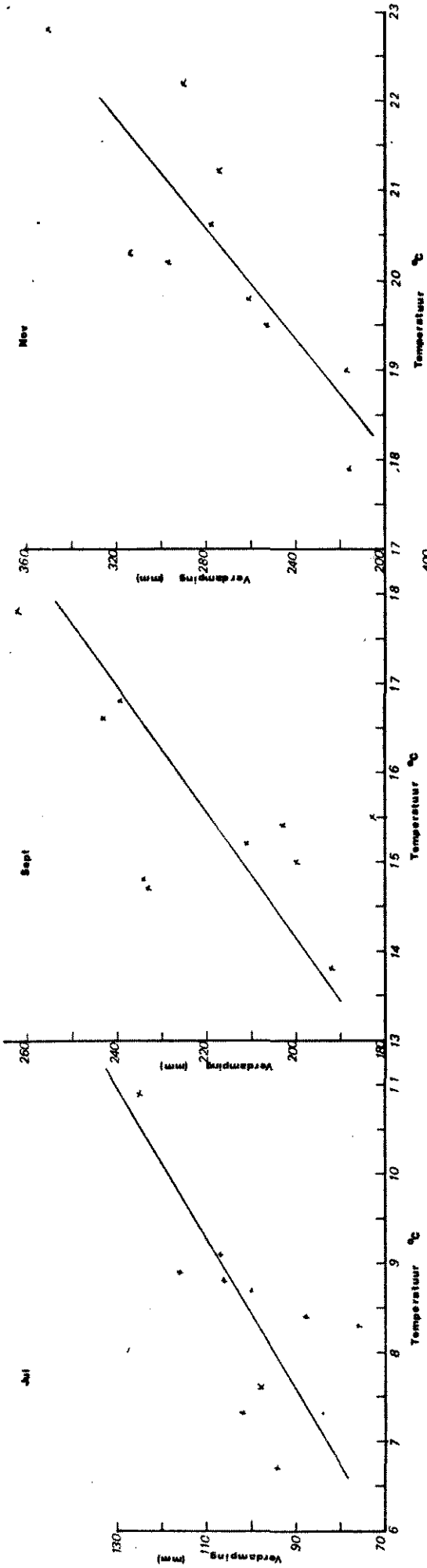
Gedurende November, Desember en Januarie word daar nie net die grootste liniêrekorrelasiekoëffisiënt tussen verdamping en temperatuur, nl. 8,5, 8,3 en 8,3 respektiewelik, ondervind nie maar ook die hoogste temperatuur. Die rede waarom November 'n hoë korrelasie toon, is die redelik hoë

temperatuur, weinig reën en geringe wolkbedekking wat verdamping in die hand werk. Die hoë liniêrekorrelasiekoëffisiënt, nl. 8,3, in Augustus kan toegeskryf word aan die vinnige styging in temperatuur ná die twee koue maande Junie en Julie, 'n uiters lae reënval en 'n toename van windsterkte (fig 10, p. 47). Gedurende Maart en Junie word die laagste liniêrekorrelasiekoëffisiënt van 5,7 en 5,3 respektiewelik gevind. Die verklaring vir die lae liniêrekorrelasiekoëffisiënt in Maart is die relatief hoë neerslag wat die hele Oranje-Vrystaat ondervind, die relatief lae temperatuur en lae windsnelheid. Gedurende Junie is die temperature baie laag, vandaar die minder verdamping. Dat lae temperature nie altyd ewe lae verdamping tot gevolg het nie blyk uit die liniêrekorrelasiekoëffisiënt (5,3) gedurende Junie. Dit is dus duidelik dat daar tussen verdamping en temperatuur 'n verband bestaan, maar dat temperatuur nie die enigste faktor is wat 'n invloed uitoefen nie. Louw en Kruger (1967) het met behulp van enkel- en meervoudige korrelasie gevind dat ook maksimum temperatuur, sonskyn, relatiewe vogtigheid en wind verdamping beïnvloed.

In die Oranje-Vrystaat is daar slegs elf verdampingstasies, met die gevolg dat dit taamlik moeilik is om isolyne te trek. 'n Verdampingskaart van die Oranje-Vrystaat (fig 12, p. 54) is geteken aan die hand van die waarnemings van die Weerburo by die elf klimaatstasies en in navolging van bestaande kaarte (Louw en Kruger, 1968, p. 12). Uit

FIG. 11 REGRESSIELYNE OM DIE KORRELASIE TUSSEN VERDAMPING EN TEMPERATUUR AAN TE TOON





figuur 12 (p.54) kan die volgende afleidings gemaak word:

(a) Die verdamping neem toe van oos na wes en openbaar dus dieselfde neiging as die temperatuur.

(b) Die toename van verdamping (van oos na wes) is omgekeerd aan die toename van reënval (van wes na oos) in die gebied onder bespreking.

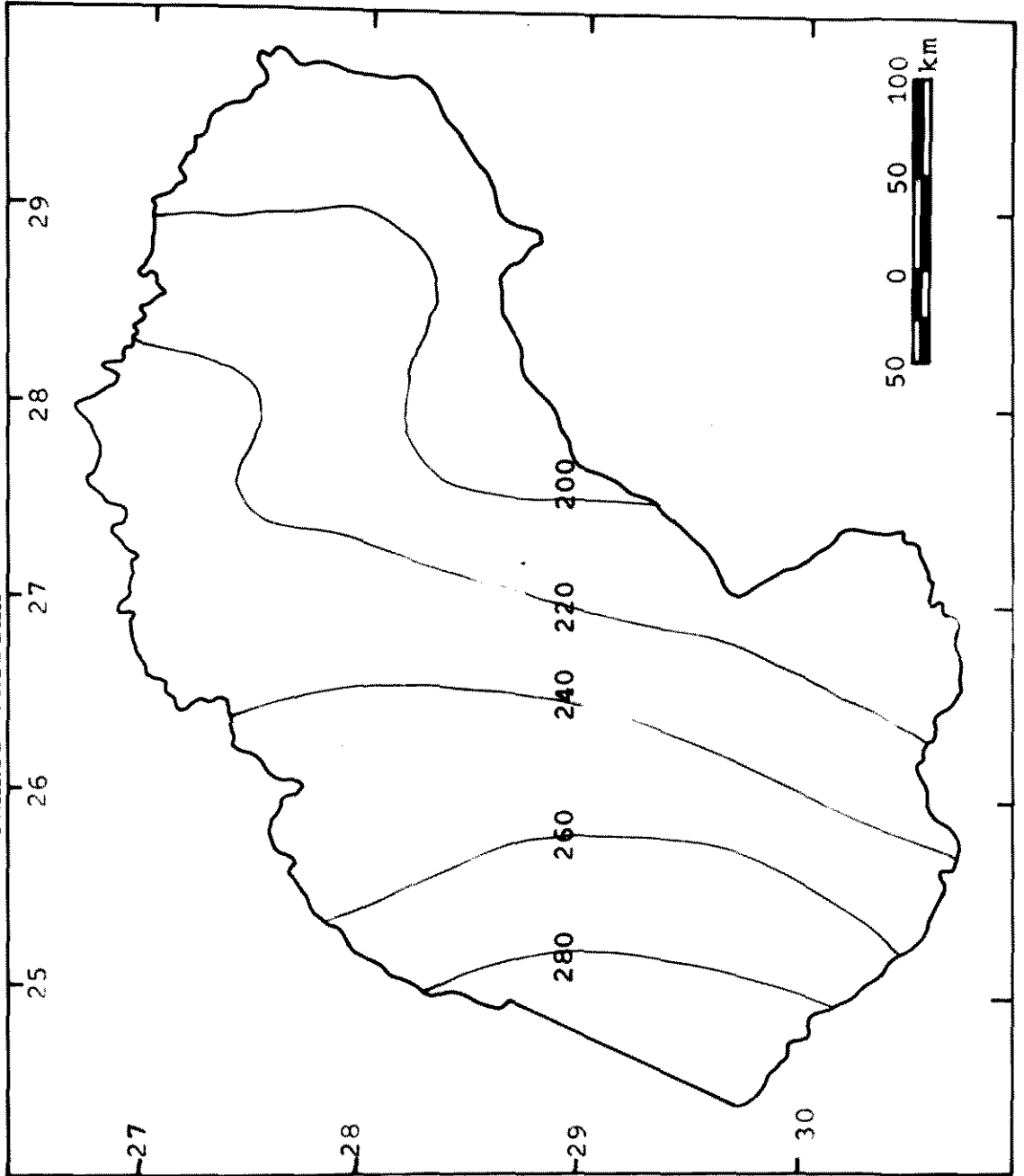
3.5.1 Maandgemiddelde verdamping

Figuur 13 (p. 56) wat met behulp van die waarnemings by die verdampingstasies gekonstrueer is, toon 'n geleidelike afname van verdamping, nl. 278,6 mm in Januarie, tot die minimum van 81,5 mm in Junie. Verdamping neem skerp toe van Junie tot Oktober, plat af in November en neem weer toe in Desember. Dié skerp styging kan toegeskryf word aan die hoër temperatuur tussen Augustus en Desember, die relatief lae persentasie bewolkte dae en die toename van windsterkte.

Figuur 14 (p. 56) illustreer die verskil ten opsigte van verdamping wat daar bestaan tussen die westelike en die oostelike deel van die Oranje-Vrystaat. Die betrokke verskil tussen die noorde en die suide van die Oranje-Vrystaat is, net soos in die geval van temperatuurverspreiding, gering. By die twee stasies Kimberley en Bethlehem, wat as voorbeeld geneem is, beloop die jaargemiddelde verdamping onderskeidelik 2 936 mm en 2 050 mm. In Januarie verskil die verdampingsyfer van Kimberley (361,7 mm) aansienlik van dié van Bethlehem

FIG. 12 DIE JAARGEMIDDELDE VERDAMPING (cm) IN DIE

ORANJE-VRYSTAAT



(234,5 mm). Dié groot verskil spruit voort uit groot temperatuur- en reënvalverskil tussen hierdie twee stasies gedurende Januarie. Let ook op dat die verskil ten opsigte van verdamping gedurende Februarie, Maart, April en Mei kleiner is as in die voorsomer, omrede Kimberley sy maksimum neerslag in die herfs ontvang. Figuur 14 toon duidelik die geleidelike afname van verdamping van Januarie tot Junie. Gedurende Junie wanneer verdamping 'n laagtepunt bereik, is die twee stasies se verdamping die laagste (100,6 mm en 83,8 mm onderskeidelik) en is die verskil daartussen die kleinste nl. 16,8 mm. In dieselfde maand is Bethlehem se temperatuur laer as Kimberley s'n wat lei tot 'n hoër verdamping by Kimberley. Ná Junie neem verdamping skerp toe om in Desember 'n maksimum van 397,1 mm (Kimberley) en 252,2 mm (Bethlehem) te bereik. Die lae reënval en lae wolkbedekking en die hoë temperatuur gedurende Desembermaand is verantwoordelik vir die maksimum verdamping wat by Kimberley aangetref word. Die verskil in verdamping gedurende Desember vir die twee stasies is 144,9 mm. Gedurende November kom daar by altwee stasies 'n afwyking ten opsigte van verdamping voor. By Kimberley is dit nie so groot nie, maar by Bethlehem wel: Die verdamping is in werklikheid laer as in Oktober. Altwee stasies ontvang in November die eerste noemenswaardige reën gepaardgaande met bewolktheid wat die verdamping teëwerk en die genoemde afwyking kan veroorsaak (Louw en Kruger, 1968). Die neerslageffektiwiteit van 'n gebied is afhanklik van die verdamping in daardie gebied.

FIG. 13 GEMIDDELDE MAANDELIJKE VERDAMPING VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

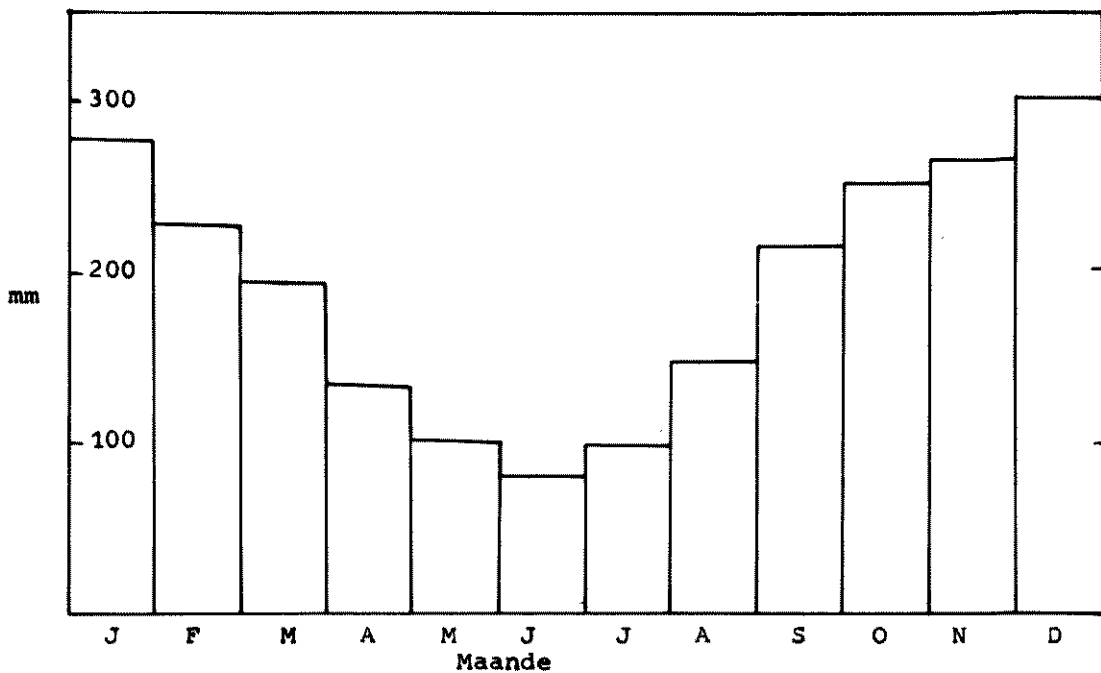
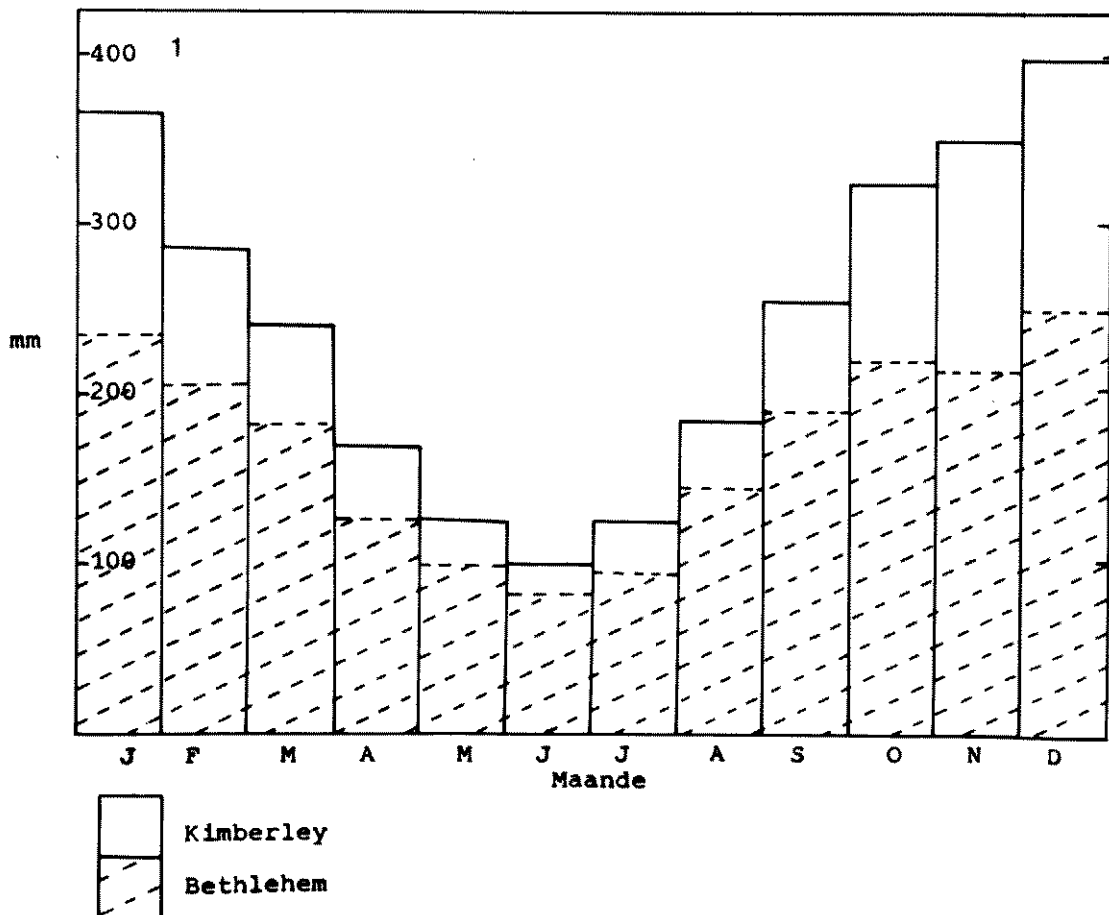


FIG. 14 GEMIDDELDE MAANDELIJKE VERDAMPING



4 DIE NORMALE REËNVALPATROON VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

Reënval, net soos verdamping, neem 'n belangrike plek in nie net by die evaluering van die neerslageffektiwiteit nie, maar ook in die mens-omgewingsisteem, bv. die invloed (droogte en oorstroming) wat dit uitoefen op die verbouing van landbouprodukte.

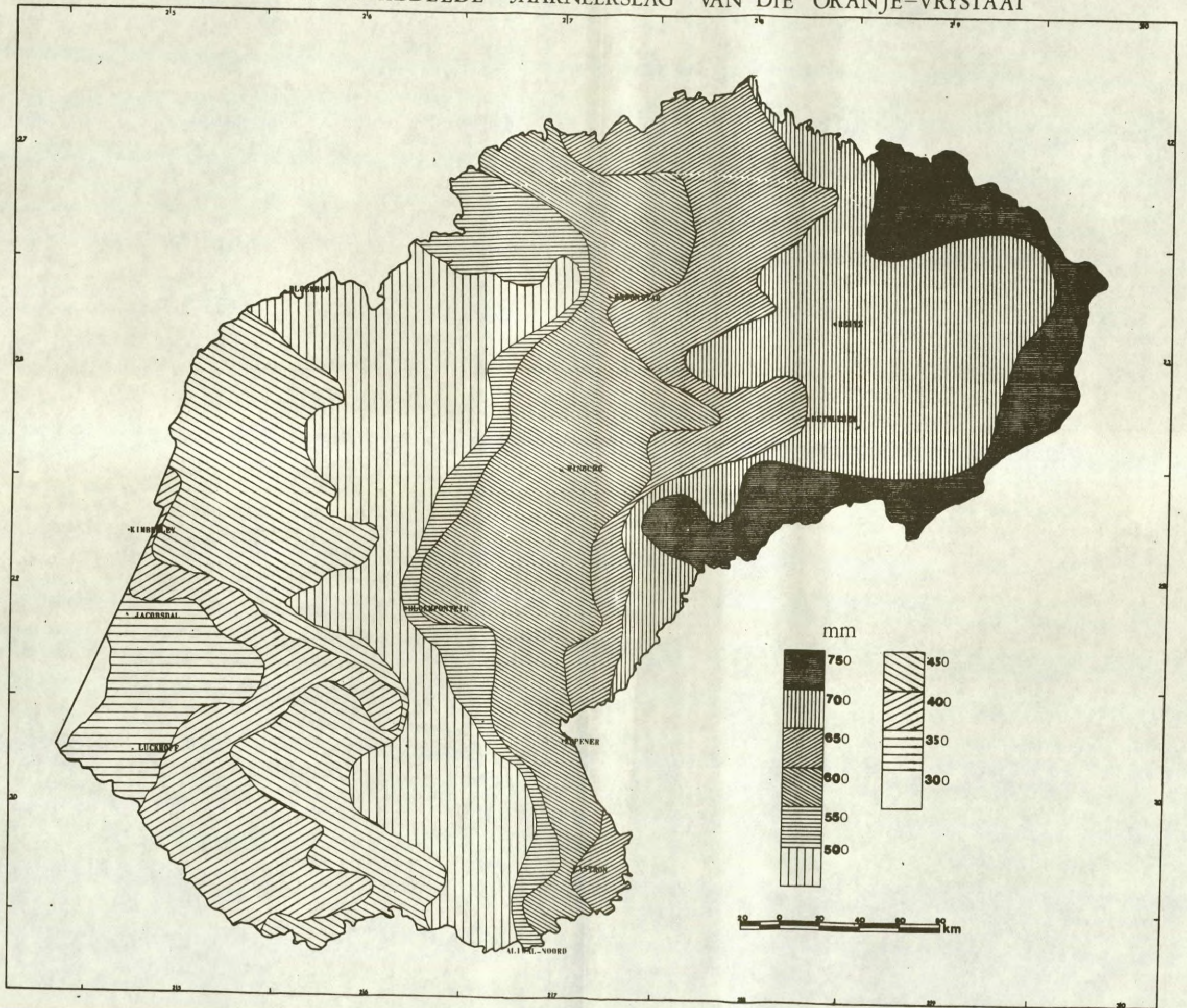
By die bestudering van die neerslagklimaat ten einde landboustelsels en -praktyke vir die Oranje-Vrystaat te kan beplan, is dit wenslik om te let op die normale reënval = patroon van die Oranje-Vrystaat. In die lig hiervan word die ruimtelike langtermynpatroon van

- (a) die normale jaargemiddelde neerslag oor 'n lang tydperk
 - (b) die normale seisoengemiddeldes van die neerslag
- geïllustreer, bespreek en verklaar. -

4.1 ALGEMENE VERSPREIDING VAN DIE JAARREËNVAL

Die isohiëte (fig 15, p.59) van die gemiddelde jaarreënval is op grond van die berekende jaargemiddelde reënval van elk van die 208 gekose reënvalstasies getrek. Die reënval oor die gebied wissel van wes na oos en wel van minder as 300 mm tot byna 750 mm. Die isohiëte toon 'n min of meer suid-noord-strekking as gevolg van die reliëf wat van wes na oos toeneem en die temperatuur wat van oos na wes styg en die vogtigheid van die lug beïnvloed.

FIG. 15 DIE GEMIDDELDE JAARNEERSLAG VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT



Uit figuur 15 kan die volgende afgelei word:

(a) Reënval benede 450 mm. Die gebied met 'n reënval benede 450 mm lê in die weste en beslaan 26,2 persent van die totale oppervlakte van die Oranje-Vrystaat (tabel VIII, p. 62). Die laagste reënval, nl. 250 mm tot 300 mm, word in die suidwestelike "hoek" van die gebied gevind. Dié deel beslaan slegs 0,3 persent van die totale oppervlakte. Waterval-Wes ontvang hier die laagste reënval (269,3 mm). Ooswaarts neem die reënval toe en die 300-350 mm-gebied wat Ludiksdam met 333,2 mm en Jacobsdal met 323,9 mm insluit, beslaan 4,3 persent van die totale oppervlakte. Die sone wat tussen 350 mm en 400 mm reën ontvang, dring dieper in na die ooste, een "been" strek tot by Bethulie en die ander tot by Edenburg. Die rede vir die "inkerwing" van die 400 mm-isohieët na die ooste is nie duidelik nie. Dit kan moontlik aan die laer reliëf (fig. 3, p. 17) en 'n toename in temperatuur toegeskryf word. Die gebied beslaan 7,9 persent van die totale oppervlakte. Die deel met 'n reënval van tussen 400 mm en 450 mm beslaan 13 persent van die totale oppervlakte. In die lae reënvalstreek (450 mm) is stasies soos Christiana, Boshof en Fauresmith van die bekendstes.

(b) Reënval 450 mm tot 600 mm. Binne hierdie gebied lê 39,1 persent van die totale oppervlakte van die Oranje-Vrystaat. Die sone met 'n reënval van tussen 450 mm en 500 mm stulp uit na die noorde in die rigting van Kroonstad. Moontlike redes vir dié uitstulping is die elevasie-afname, temperatuurtoename en 'n afname van die vogtigheid van die lug. Die deel met 'n reënval van tussen 500 mm en 550 mm vertoon soos

TABEL VIII: OPPERVLAKTE VAN GEBIEDE WAARIN 'N SEKERE HOEVEELHEID REËN VAL

| GEBIEDE | REËNVALGREENSE (mm) | WERKLIKE OPPERVLAKTE (in km ²) | OPPERVLAKTE AS PERSENTASIE VAN DIE TOTAAL |
|--|------------------------|---|--|
| 1 Gebiede met reënval minder as 450 mm Totaal | 250-300 | 312 | 0,3 |
| | 300-350 | 5 656 | 4,3 |
| | 350-400 | 10 218 | 7,9 |
| | 400-450 | 17 656 | 13,7 |
| 2 Gebiede met reënval 450-600 mm Totaal | 450-500 | 22 218 | 17,2 |
| | 500-550 | 6 906 | 5,3 |
| | 550-600 | 21 406 | 16,6 |
| | Totaal | 50 530 | 39,1 |
| 3 Gebiede met reënval 600-750 mm Totaal | 600-650 | 14 250 | 11,0 |
| | 650-700 | 19 987 | 15,5 |
| | 700-750 | 10 562 | 8,2 |
| | Totaal | 44 799 | 34,7 |
| Groot-totaal | | 129 171 | 100,0 |

'n smal strokie van noord na suid, met Bloemfontein as die prominente stasie. Die sone wat tussen 550 mm en 600 mm reën ontvang, beslaan 16,6 persent van die totale oppervlakte, en verbreed in die sentrale Oranje-Vrystaat in die omgewing van Winburg (585 mm) en Excelsior (584 mm) as gevolg van die toename van elewasie, afname van temperatuur en gepaard daarmee die toename van vog oor dié gebied. In die suidooste van die gebied ontvang Rouxville 586 mm en Wepener 577 mm reën per jaar.

(c) Reënval 600 tot 750 mm. Dié deel wat die hoogste reënval in die Oranje-Vrystaat ontvang, beslaan 34,7 persent van die totale oppervlakte. In die suidooste ontvang slegs Zastron meer as 600 mm reën.

4.2 DIE SEISOENVERDELING VAN DIE REËNVAL

Die maandgemiddelde reënval van die Oranje-Vrystaat (tabel IX, p. 64) gee 'n aanduiding van die reënvalpatroon gedurende die verskillende maande en vergemaklik dus die seisoenverdeling van neerslag. (Die maandelikse reënval is as 'n persentasie van die jaartotaal uitgedruk.) Die maandgemiddelde reënval (fig. 16, p. 65) is gekonstrueer vanaf tabel IX (p. 64) en verskaf 'n grafiese beeld van die verspreiding.

Uit tabel IX is die volgende duidelik:

(a) Die reënval in September verteenwoordig slegs 3,4 persent van die totale jaarreënval, dié in Oktober 8,9 persent en dié in November 11,9 persent. In die Oranje-Vrystaat word

noemenswaardige neerslag dus eers in Oktobermaand gevind.

(b) Die somermaande ontvang omtrent dieselfde hoeveelheid reën: Desember 13,6 persent van die totale jaarlikse reënval, Januarie 15,0 persent en Februarie 13,9 persent.

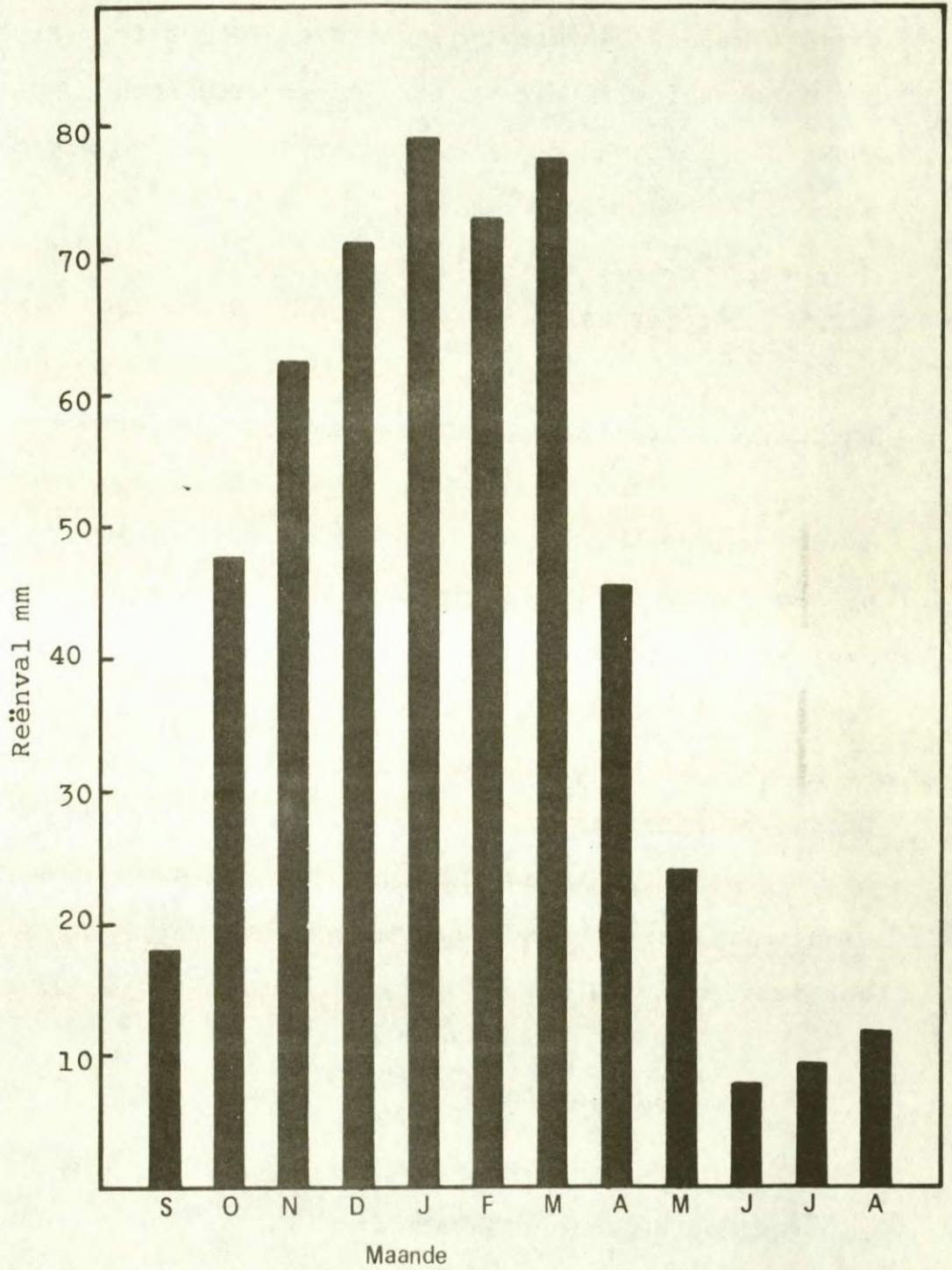
(c) Die Oranje-Vrystaat ontvang in Maart 14,8 persent van die totale jaarreënval. Januarie ontvang meer reën, nl. 15 persent van die jaartotaal en April en Mei minder: onderskeidelik 8,6 en 4,4 persent. Die laaste noemenswaardige reën val in April.

(d) Gedurende Junie, Julie en Augustus kom die laagste reënval voor, nl. 1,48 persent, 1,78 persent en 2,31 persent onderskeidelik.

TABEL IX: MAANDGEMIDDELDE REËNVAL VAN DIE ORANJE- VRYSTAAT

| Maand | Gemiddelde reënval (in mm) | Persentasie van die jaartotaal |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|
| September | 18,2 | 3,40 |
| Oktober | 47,3 | 8,90 |
| November | 63,2 | 11,88 |
| Desember | 72,2 | 13,56 |
| Januarie | 79,9 | 15,04 |
| Februarie | 73,9 | 13,90 |
| Maart | 78,4 | 14,75 |
| April | 45,8 | 8,62 |
| Mei | 23,4 | 4,38 |
| Junie | 7,8 | 1,48 |
| Julie | 9,5 | 1,78 |
| Augustus | 12,0 | 2,31 |
| Jaartotaal | 531,6 | 100,00 |

FIG. 16 MAANDGEMIDDELDE NEERSLAG.



Temperatuur dien as kriterium by die bepaling van seisoene. Die drie koudste maande Junie, Julie en Augustus en die drie warmste maande Desember, Januarie en Februarie, verteenwoordig dus onderskeidelik die winter- en somerseisoen. Maart, April en Mei is herfsmaande en September, Oktober en November lente=maande.

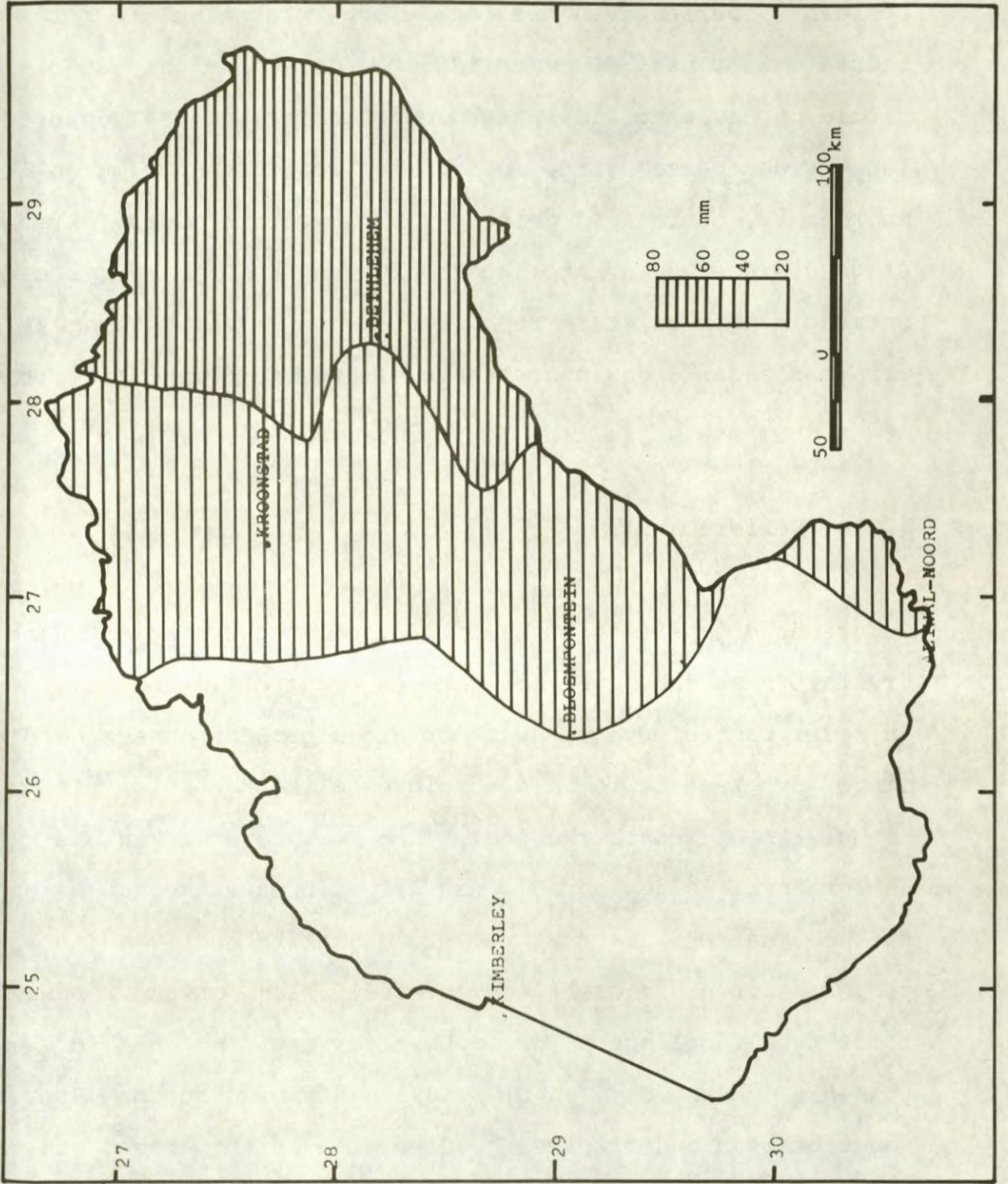
4.2.1 Lentereënval

In die lente val 24,18 persent van die jaarreënval. Die meeste lentereën (60-80 mm) val in die ooste (fig. 17, p. 67) wat 22 persent van die totale oppervlakte beslaan. Die gebied wat tussen 40 mm en 60 mm lentereën ontvang, beslaan 31 persent van die totale oppervlakte. Die laagste lentereënvalgebied kry tussen 20 mm en 40 mm reën en beslaan 47 persent van die totale oppervlakte. Die helfte van die Oranje-Vrystaat kry dus in die lente nie eintlik reën nie. Uit 'n gewasverbouingsgesigspunt is die oostelike deel van die Oranje-Vrystaat besonder geskik vir die verbouing van koring wat sal baat vind by die goeie lentereën.

4.2.2 Somerreënval

Die gemiddelde somerreënval (fig. 18, p. 69) wissel tussen 20 mm en 120 mm en beloop 41,5 persent van die totale jaarreënval. Die meeste reën 100 mm tot 120 mm val weer eens in die ooste, 'n gebied wat 19 persent van die totale oppervlakte beslaan. Die sone met 'n reënval van tussen 60 mm en 80 mm,

FIG. 17 LENTEREËNVALKAART VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT



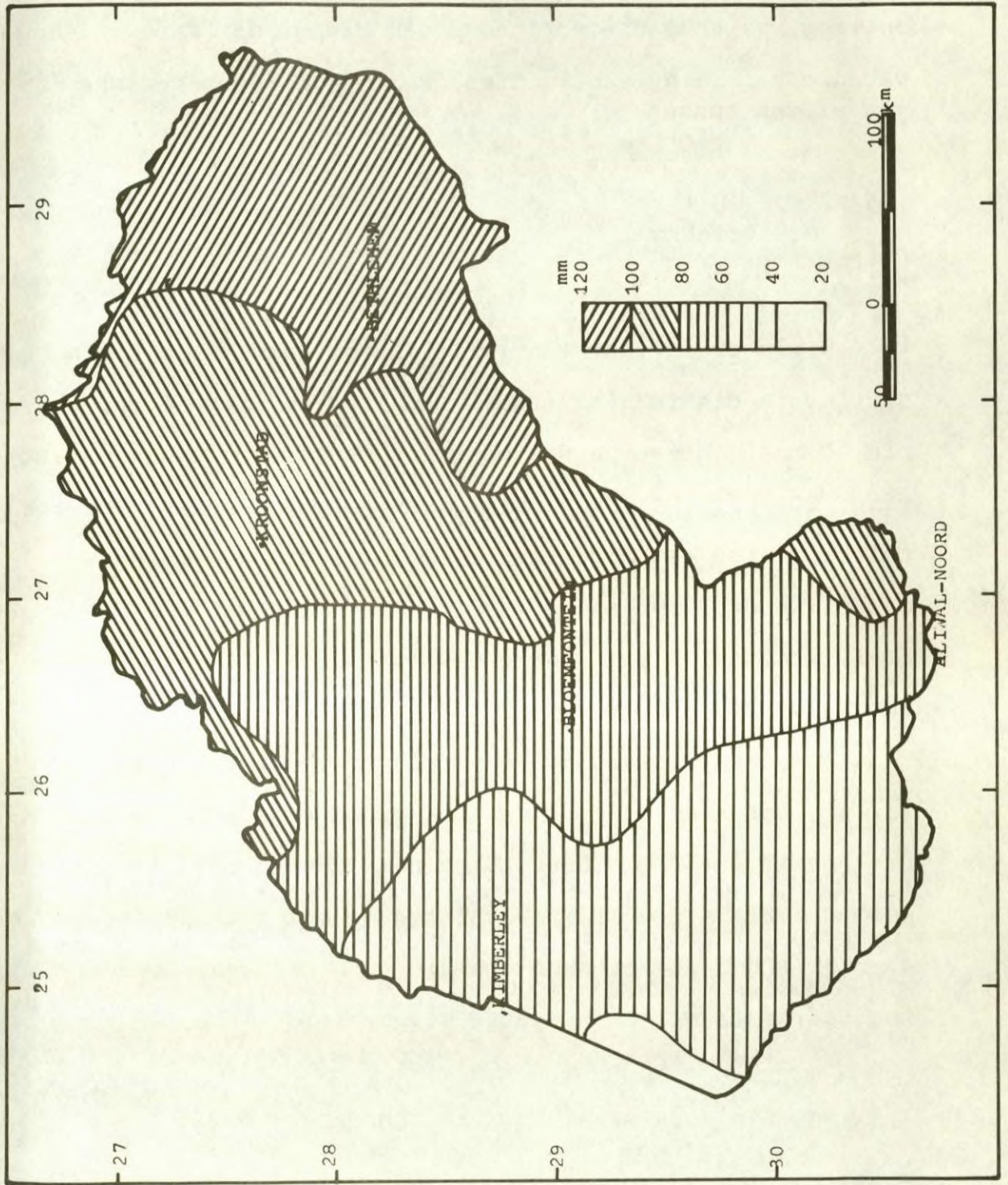
beslaan 27 persent van die totale oppervlakte en die met 'n reënval van tussen 60 mm en 120 mm, dus 73 persent van die totale oppervlakte. In laasgenoemde gebied kan daar op droë lande graan verbou word. Die gebied wat tussen 20 mm en 60 mm reën kry beslaan 27 persent van die totale oppervlakte. Slegs die heel suidwestelike "hoek" van die Oranje-Vrystaat ontvang minder as 40 mm reën in die somer en is dus ongeskik vir droëlandakkerbou maar geskik vir veeboerdery (Whitmore, 1950, p. 49).

4.2.3 Herfsreënval

Gedurende die herfs (fig. 19, p. 71) ontvang die hele Oranje-Vrystaat naastenby ewe veel reën in teenstelling met die lente en somer wanneer die reënval oor die algemeen toeneem na die ooste, die laagste is in die suidwestelike "hoek" en die hoogste in die oostelike deel. Die verspreiding van die herfsreënval is dus sodanig dat die suidwestelike "hoek" en die hoë jaarreënvalstreek van die oostelike deel van die gebied naastenby dieselfde hoeveelheid reën ontvang. Daar is slegs twee indelings in die reënvalverspreiding, nl. dié tussen 40 mm en 60 mm en dié tussen 60 mm en 80 mm. Hierdie sones beslaan onderskeidelik 82 persent en 18 persent van die totale oppervlakte. Die reënval in die herfs bedra 27,75 persent van die totale jaarreënval en dus naastenby 3 persent hoër as die lentereënval.

Indien die studiegebied gedurende die herfs 'n hoë reënval

FIG. 18 SOMERREËNVALKAART VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT



ontvang, verhoog die voginhoud van die grond (waterhuishouding) wat die verbouing van mielies, koring of ander gewasse (Nott, 1976) bevoordeel.

4.2.4 Winterreënval

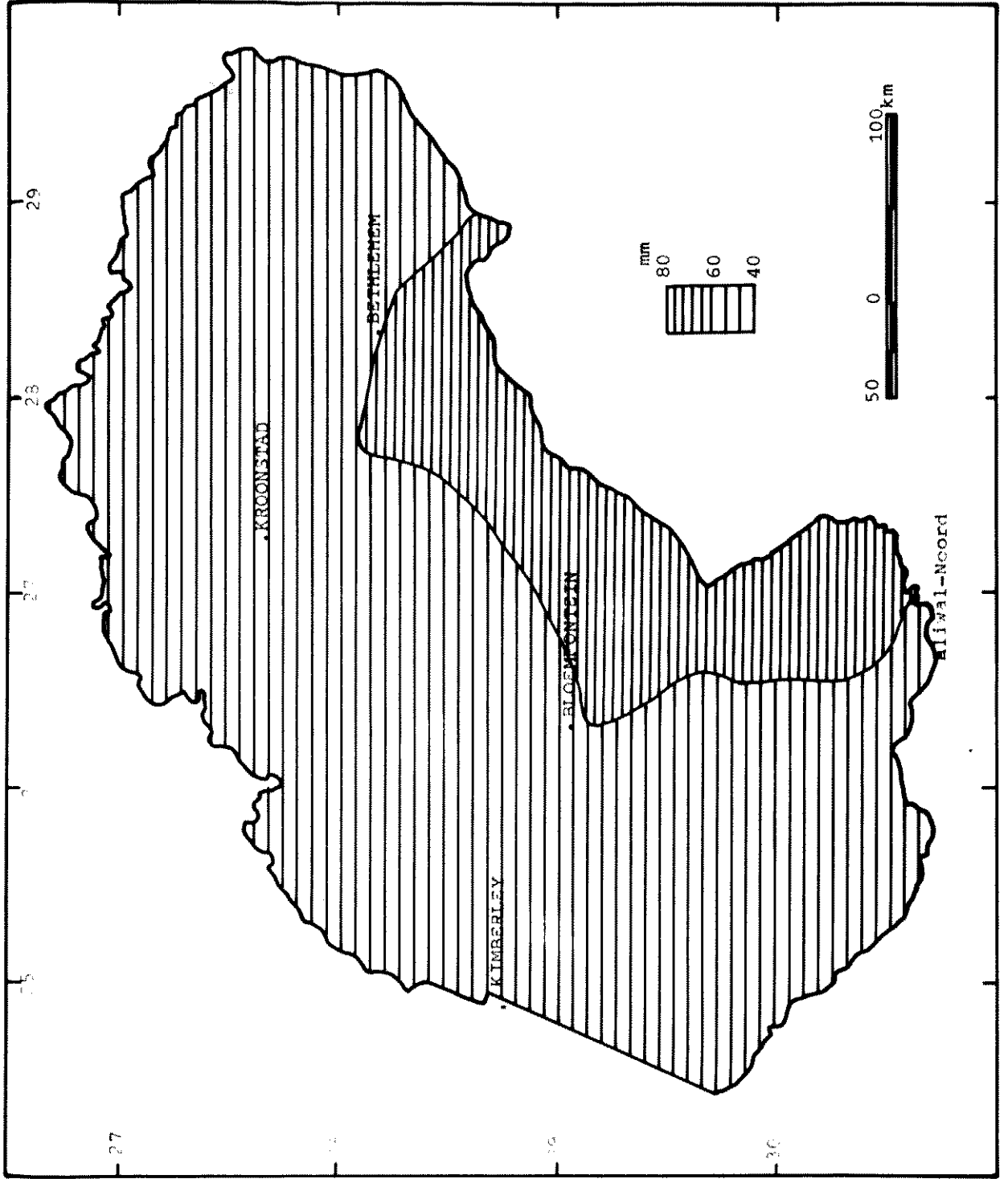
In die winter is daar van Junie af tot Augustus 'n klein styging in die reënval (tabel IX, P. 64, fig. 16, p. 65). Die 10 mm-isohiet en die oosgrens van die Oranje-Vrystaat (fig. 20, p. 73) strek parallel van noord na suid. Die westelike gebied het 'n gemiddelde reënval van 6,2 mm en die oostelike deel ietwat meer as 10 mm. Soos uit die figuur 20 blyk, is die reënval weer eens geneig om hoër in die ooste as in die weste te wees.

Gedurende die winterseisoen is die toevoeging van reënwater tot die waterhuishouding van die grond uiters gering, met die gevolg dat die grondvog 'n afname toon gedurende die periode. Weens die lae reënval tesame met 'n temperatuur wat skerp tot benede vriespunt gedurende hierdie seisoen daal, kan daar omtrent geen gewasse verbou word nie.

4.3 REGIONALE VERSPREIDING VAN REËNVALMAANDE

Uit die bespreking van die seisoenreënval is dit duidelik dat die somerseisoen die meeste reën ontvang. Vervolgens word daar dus gelet op die regionale verspreiding van die maksimum en minimum reënvalmaande van die hele Oranje-Vrystaat.

FIG. 19 HEEFTSPELVAKKERT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT



4.3.1 Regionale verspreiding van die maksimumreënvalmaande

Volgens tabel IX (p. 64) en figuur 16 (p. 65) ontvang Januarie die meeste reën (79,9 mm), gevolg deur Maart (78,4 mm), Februarie (73,9 mm) en Desember (72,1 mm). Figuur 21 (p. 74) toon dat die maksimum reënval in sekere dele van die Oranje-Vrystaat in Desember, Januarie en Maart kan voorkom. Met behulp van die planimeter is daar vasgestel dat die volgende persentasie van die oppervlakte van die gebied die meeste reën in die onderskeie maande ontvang:

Desember : 7,07

Januarie : 58,72

Februarie : 0,00

Maart : 34,21

Die deel wat die maandmaksimum reën in Desember kry, beslaan 'n betreklik klein gebied in die noorde van die Oranje-Vrystaat in die omgewing van Kroonstad. Die gebied met 'n Januariemaksimum lê hoofsaaklik noord van die 29 SBr. Nie een deel van die Oranje-Vrystaat ontvang 'n maksimum reënval in Februarie nie. Die deel wat sy maksimum reënval in Maart ontvang, lê suid van die Januariemaksimumgebied. Die gebiede met die maksimum reënval gedurende onderskeidelik Desember en Januarie word beskou as die belangrikste droëlandakkerboustreek in die Oranje-Vrystaat.

FIG. 20 WINTERREËNVALKAART VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

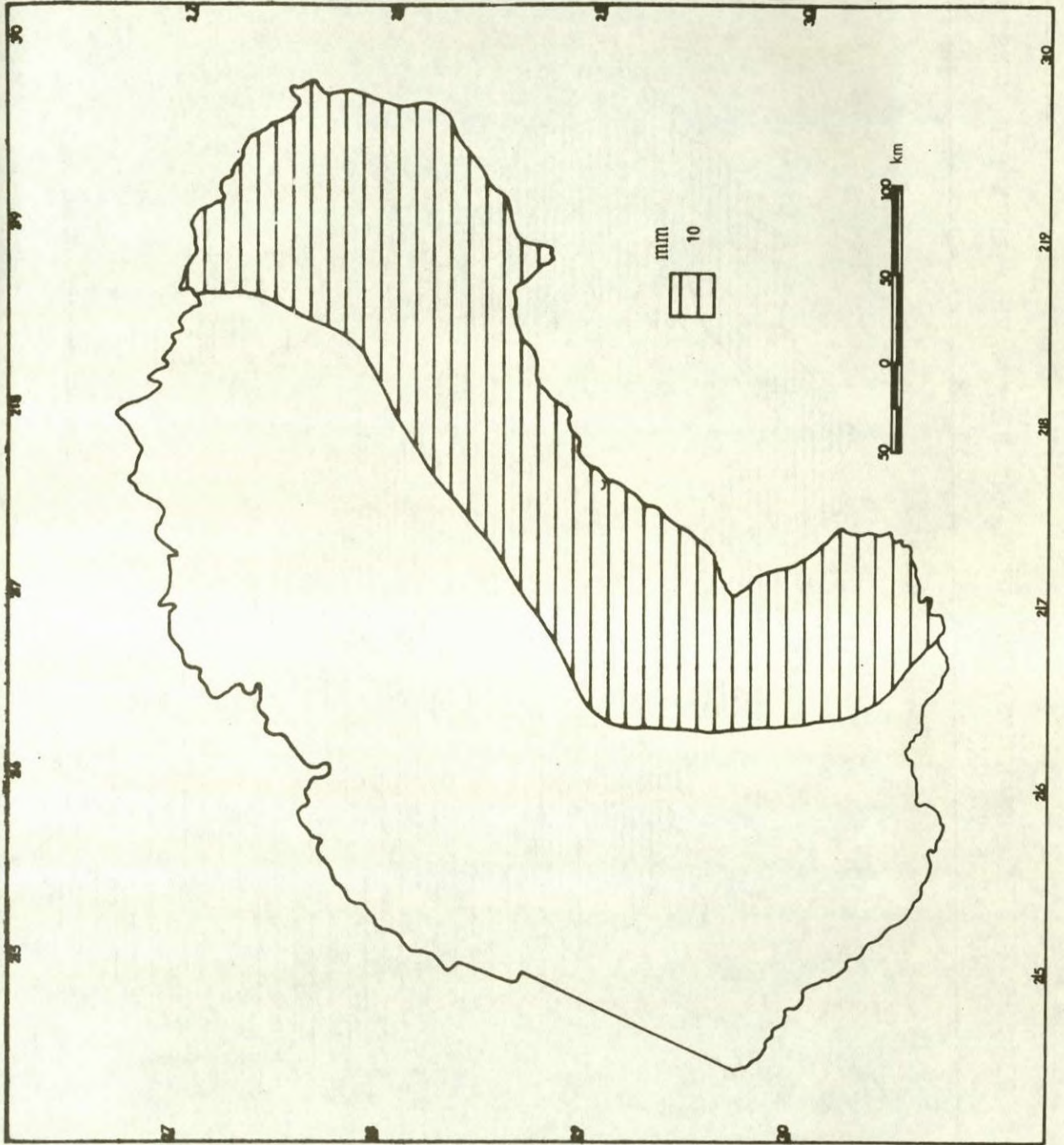
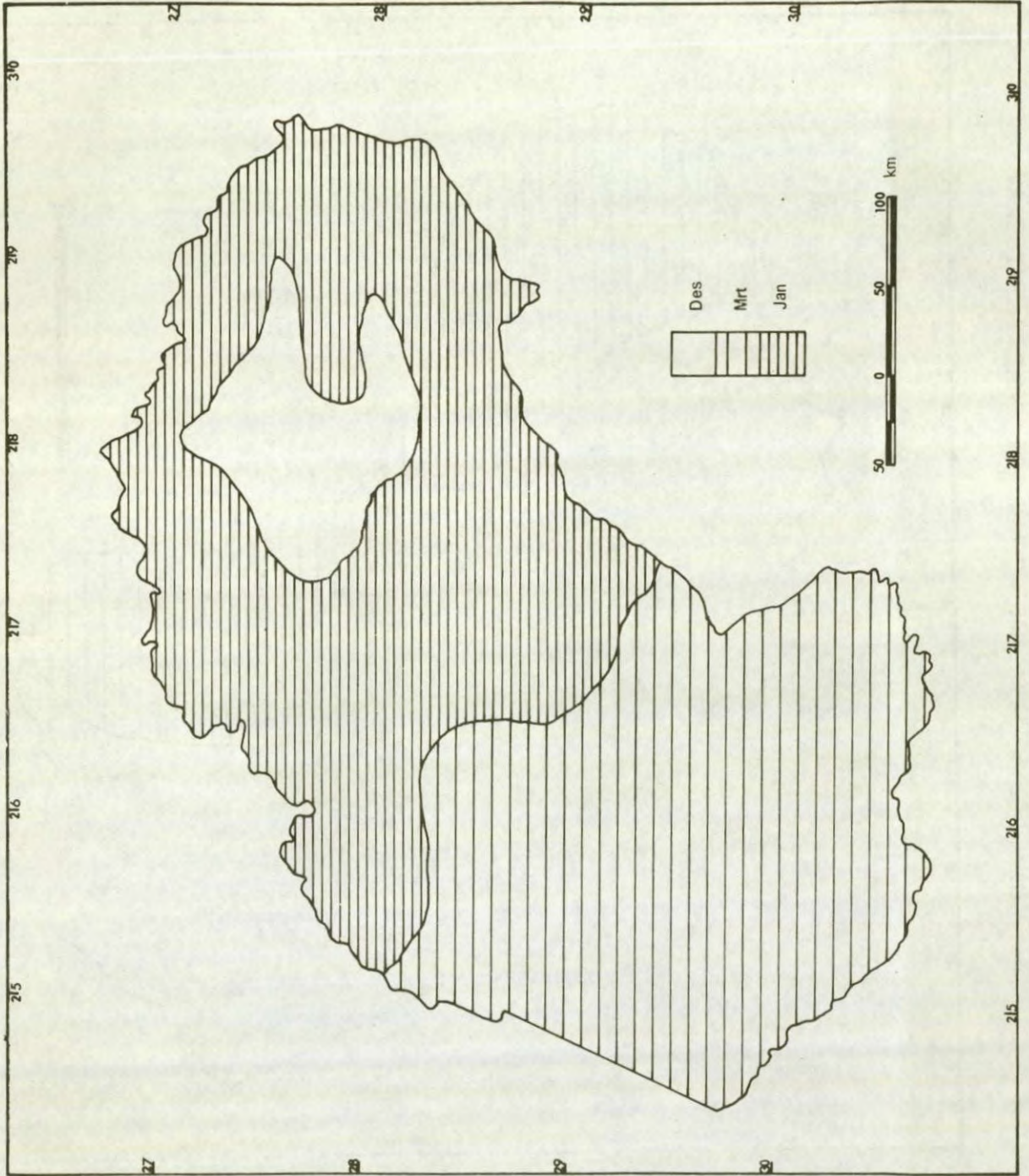


FIG. 21 DIE REGIONALE VERSPREIDING VAN DIE MAAND WAARIN DIE MAKSIMUM REËNVAL VOORKOM.



4.3.2 Regionale verspreiding van die minimumreënvalmaande

Met behulp van die planimeter is daar uit figuur 22 (p. 76) vasgestel dat die volgende persentasie van die oppervlakte van die gebied die minste reën in die onderskeie maande ontvang:

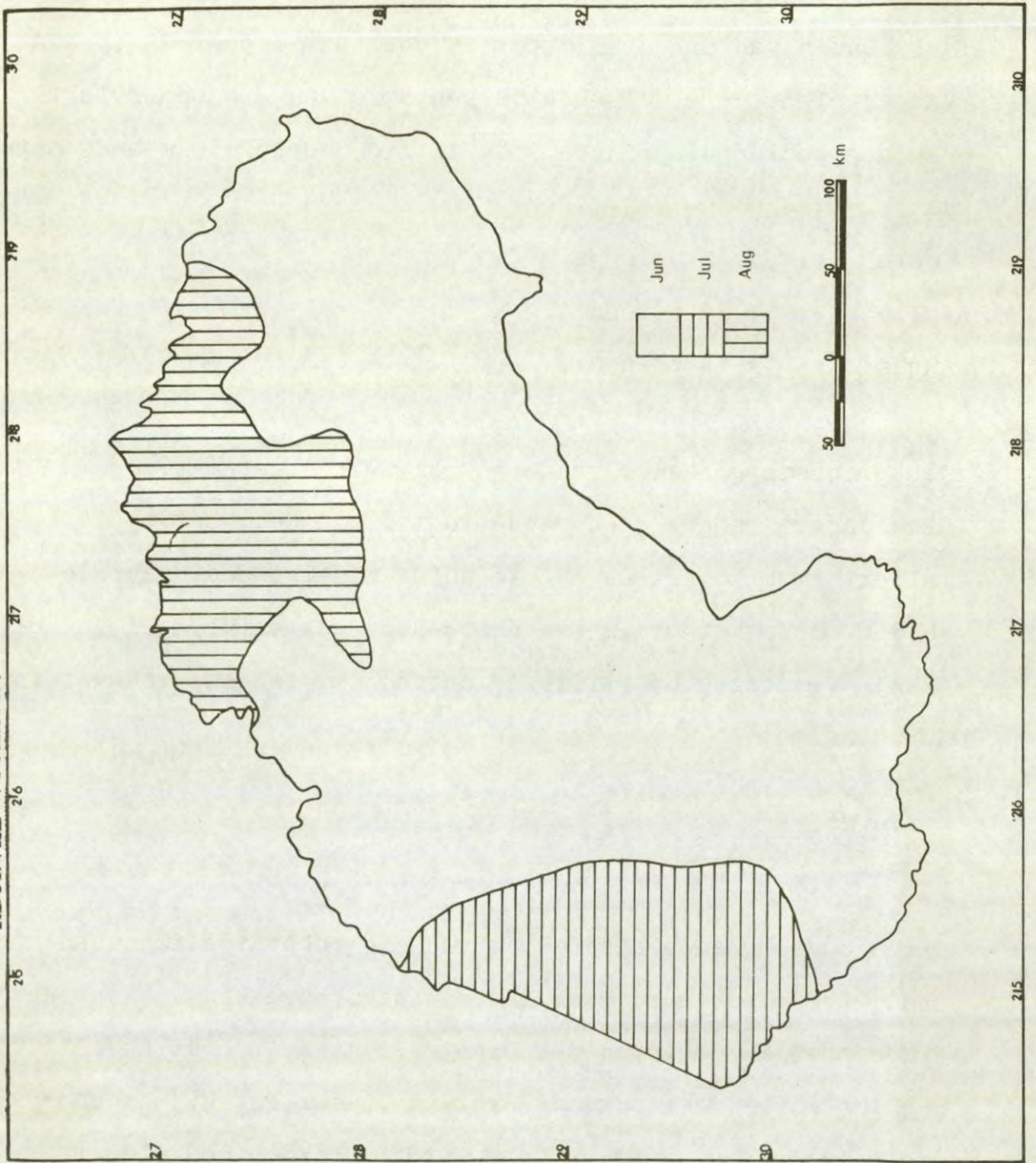
Junie : 77,45 persent
 Julie : 11,37 persent
 Augustus : 11,18 persent.

Die grootste gedeelte van die Oranje-Vrystaat ontvang die laagste reënval gedurende Junie. Die deel met 'n Julieminimum kom slegs in die suidwestelike deel van die gebied voor. Slegs in die noord-noordwestelike deel van die Oranje-Vrystaat, by Villiers, ontvang sy laagste reënval in Augustus.

4.4 SAMEVATTING

Uit die voorgaande bespreking van die reënvalpatrone van die Oranje-Vrystaat word daar tot die gevolgtrekking geraak dat die oostelike deel van die Oranje-Vrystaat 'n hoër neerslag as die westelike deel ontvang, wat impliseer dat die boerderystelsels daarby aangepas moet word. Ofskoon neerslag 'n belangrike rol speel in die bepaling van boerderystelsels en -praktyke, is die effektiwiteit, betroubaarheid en veranderlikheid van die neerslag deurslaggewende faktore.

FIG. 22 DIE REGIONALE VERSPREIDING VAN DIE MAAND WAARIN DIE LAAGSTE REËNVAL VOORKOM.



5 NEERSLAGEFFEKTIVITEIT

In hierdie hoofstuk word die normale reënval van die Oranje-Vrystaat, (in die vorige hoofstuk behandel) geëvalueer in terme van die verhouding tussen neerslag en verdamping ten einde die effektiwiteit van die reënval te bepaal.

Die bepaling van die neerslageffektiwiteit lewer aansienlike probleme op aangesien verskeie faktore soos grond, reënval, verdamping, temperatuur en die tipe gewasse, in ag geneem moet word.

5.1 DIE VERHOUDING TUSSEN NEERSLAG EN VERDAMPING

Twee belangrike faktore wat die neerslageffektiwiteit beïnvloed, is neerslag en verdamping. Die verhouding neerslag/verdamping x 100 gee in dié geval die neerslag=effektiwiteit. Volgens Prescott (1952)^{p. 118} is dié verhouding ook in Australië gebruik waar daar tot die gevolgtrekking geraak is dat 33 persent die kritiese waarde is. Indien die neerslageffektiwiteit hoër as 33 persent is, kan droë=landgewasse verbou word; onder 33 persent is dit te droog.

Met behulp van die verdampingskaart (fig. 12, p. 54) is verdampingsdata geïnterpoleer om verdere verdampingsinligting daar te stel. Met die verdampingsdata en ooreenstemmende reënvaldata word die neerslageffektiwiteit van die Oranje-Vrystaat bepaal. Figuur 23 (p. 79) is gekonstrueer

met behulp van die gegewens wat verkry is uit die verhouding neerslag/verdamping x 100, wat die ruimtelike verspreiding van die neerslageffektiwiteit van die Oranje-Vrystaat voorstel.

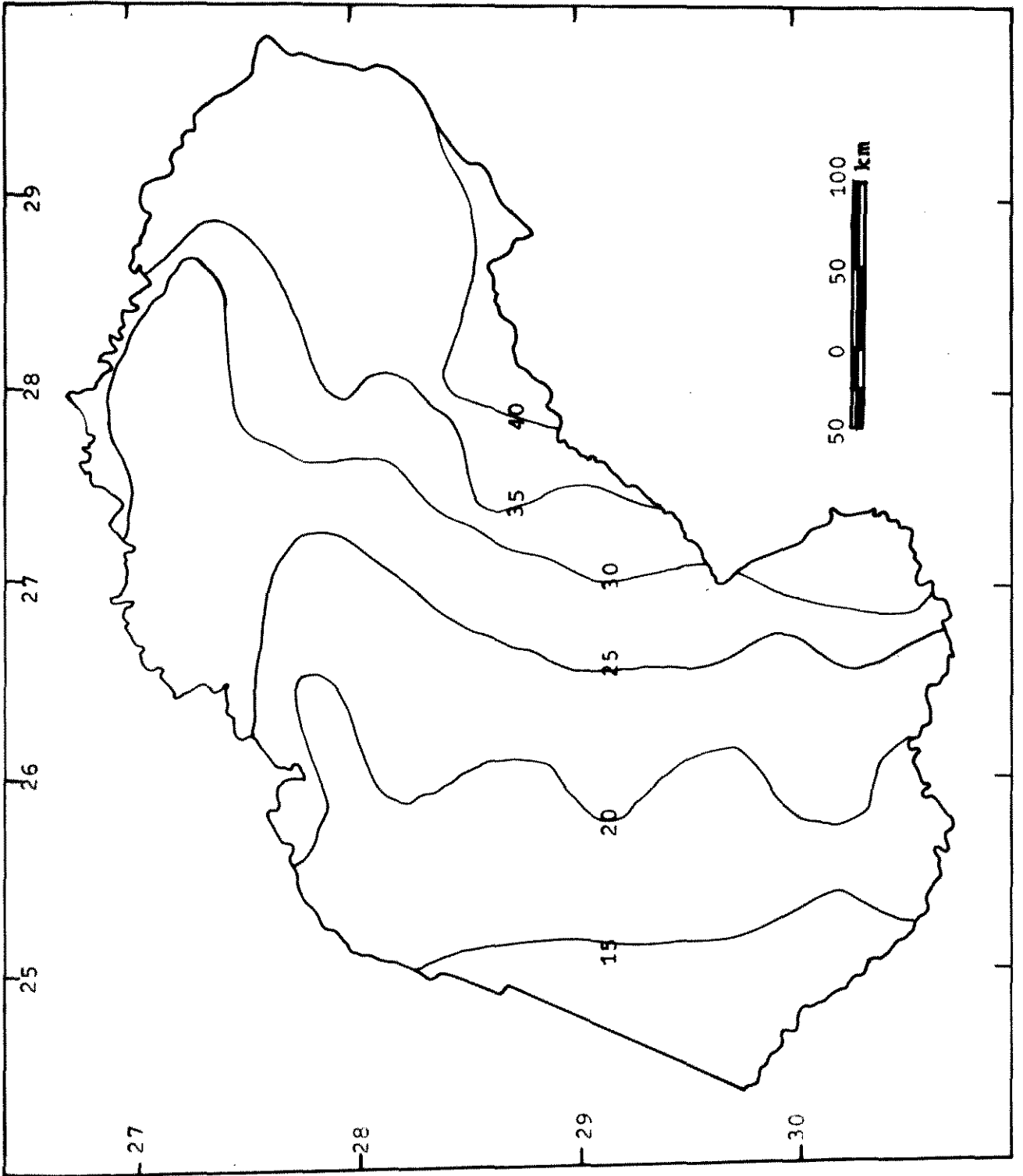
5.1.1 Die jaargemiddelde neerslageffektiwiteit

Uit figuur 23 en tabel X (p. 80) kan die volgende afleidings gemaak word;

- (a) Die neerslageffektiwiteit van al die stasies is benede 50 persent.
- (b) Ficksburg (42 persent) en Bethlehem (34 persent) het die hoogste neerslageffektiwiteit in hierdie gebied.
- (c) Oor die algemeen is die neerslageffektiwiteit van die Oranje-Vrystaat baie laag.
- (d) Die meeste stasies het 'n neerslageffektiwiteit van tussen 20 en 30 persent.
- (e) Kimberley (14 persent) en Jacobsdal (11,6 persent) het die laagste neerslageffektiwiteit in die gebied.
- (f) Indien die 30 persent-isolyn as kritiese drempelwaarde geneem word, kan minder as die helfte van die Oranje-Vrystaat as nat beskou word. Ofskoon daar slegs in'n derde van die Oranje-Vrystaat droëlandgewasverbouing toegepas kan word, word daar in die praktyk droëlandboerdery tot ongeveer die 20 persent-isolyn aangetref.

Uit tabel X, p. 80 blyk dit ook dat daar in nie een seisoen

FIG. 23 NEERSLAGEEFFEKTIVITEIT (in persentasie) VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT



'n reënvaloorskot is nie. Wanneer die gebied die naaste aan 'n oorskot kom, is in herfs omdat die neerslageffektiwiteit dan hoër is. Uit die gegewens is dit dus duidelik dat die Oranje-Vrystaat in die geheel gedurende al die seisoene 'n lae neerslageffektiwiteit het.,

TABEL X: DIE PERSENTUELE NEERSLAGEFFEKTIWITEIT

| | JAAR | LENTE | SOMER | HERFS | WINTER |
|--------------|------|-------|-------|-------|--------|
| Aliwal-Noord | 23 | 16 | 24 | 41 | 12 |
| Fauresmith | 18 | 9 | 17 | 38 | 10 |
| Wepener | 27 | 17 | 29 | 49 | 13 |
| Bloemfontein | 22 | 15 | 25 | 39 | 10 |
| Kimberley | 14 | 8 | 15 | 29 | 8 |
| Bethlehem | 34 | 28 | 44 | 44 | 11 |
| Hoopstad | 21 | 13 | 29 | 33 | 6 |
| Kroonstad | 25 | 19 | 32 | 34 | 7 |
| Frankfort | 26 | 23 | 35 | 30 | 7 |

5.1.2 Neerslageffektiwiteit soos gegrond op somerverdamping en -neerslag

Die verhouding neerslag (P)/verdamping (E) of $\frac{P}{E}$ gee 'n geheelbeeld van 'n gebied se neerslageffektiwiteit. Prescott (1952)^{P. 120} het egter 'n meer akkurate formule daargestel om die

neerslageffektiwiteit te bepaal, nl. $\frac{P}{E_w}^{0,75}$, waar P = neerslag en E_w = werklike verdamping.

Deur middel van die $\frac{P}{E_w}^{0,75}$ -formule het Prescott 'n criterium daargestel om die graad van die neerslageffektiwiteit weer te gee (tabel XI). Voorbeeld: Indien die neerslageffektiwiteit 0,8 is, is plantegroei van lae transpirasie aanwesig of kan dit aangeplant word.

TABEL XI: GRAAD VAN NEERSLAGEFFEKTIWITEIT

| | | |
|-----|---|-----|
| (a) | Die eerste noemenswaardige neerslageffektiwiteit byvoorbeeld van winter na somer: — — — — — | 0,4 |
| (b) | Plantegroei van lae transpirasie of begin van dreineringsdeur onbeplante grond: — — — — — | 0,8 |
| (c) | Plantegroei van gemiddelde transpirasie en afloop: — — — — — | 1,2 |
| (d) | Hoë verdamping: — — — — — | 1,6 |
| (e) | Ryslande: — — — — — | 2,0 |

Aangesien die somerneerslag (volgens temperatuur die ses warmste maande) die belangrikste vir landbou is, word die somer-effektiwiteit bepaal met behulp van Prescott se

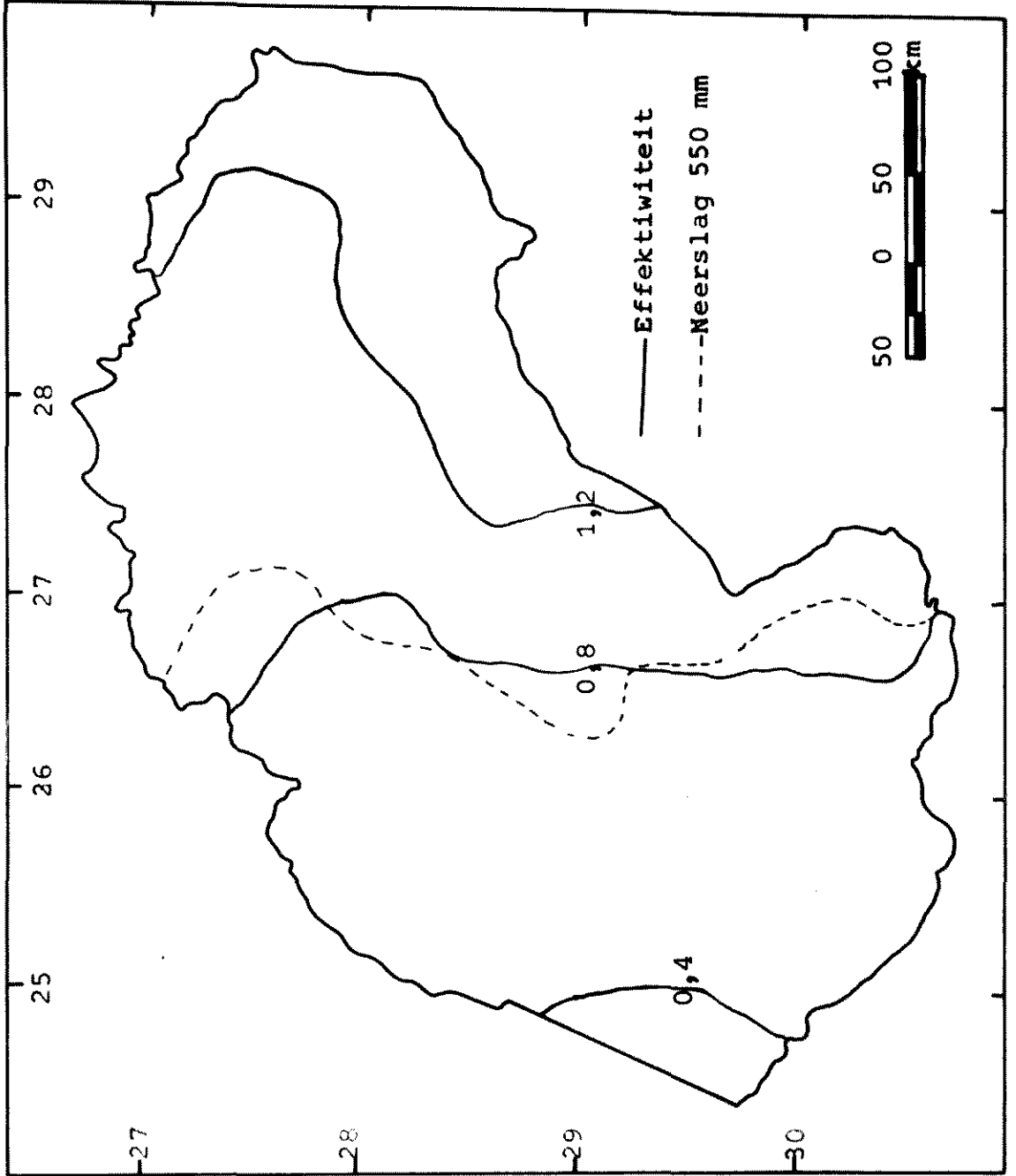
formule, $\frac{P}{E_w}^{0,75}$.

Aan die hand van die bepaalde waardes is figuur 24 (p. 83) gekonstrueer en die isolyne vir elk van die norme ingetrek. Uit figuur 24 kan die volgende afleidings gemaak word:

- (a) Die 1,2-isolyn en die noordoostelike grens van die Oranje-Vrystaat loop parallel en verteenwoordig die hoogste neerslageffektiwiteit in die Oranje-Vrystaat.
- (b) Die 0,8-isolyn sny die gebied van noord na suid in twee min of meer gelyke dele. Dus plantegroei van lae transpirasie word aan die ooste van die 0,8-isolyn aangetref.
- (c) Slegs 'n klein gedeelte in die suidwestelike "hoek" van die gebied word as droog of as 'n gebied met 'n baie lae neerslageffektiwiteit geklassifiseer. Vir die Oranje-Vrystaat is 0,8 as kritiese waarde gekies omdat daar dan genoegsame vog in die grond sal wees vir lae transpirasie en begin van afloop (Jackson, 1962^{p.15}). Die 0,8-isolyn volg naastenby die 550 mm-isohieet (fig. 24) en dit blyk dus dat 550 mm 'n kritieke reënval vir die Oranje-Vrystaat is. In die hedendaagse landbou word die gebied aan die oostekant van die 0,8-isolyn beskryf as die landboustreek van die Oranje-Vrystaat. Daar is wel uitsonderings waar goeie grond voorkom en droë landbou dus moontlik is, bv. sandleemgrond met 'n hoë waterhuishouding aan die westekant van die 0,8-isolyn.

- (d) Ofskoon die westelike deel van die Oranje-Vrystaat (behalwe voorgenoemde uitsondering) as droog beskou word, ontvang dit genoeg reën vir die groei van gras en bossies. Volgens die indeks blyk dit dat die Oranje-Vrystaat nie so

FIG. 24 NEERSLAGEFFEKTIWITEIT VAN DIE OMS. SOOS GEBASEER OP SOMER
VERDAMPING EN SOMERNEERSLAG



droog is as wat aanvanklik gemeen is met die $\frac{P}{E}$ -formule nie.

5.1.3 Neerslageffektiwiteit soos gegrond op somer- potensiële evapotranspirasie van kort gewasse en somer-neerslag

Die potensiële evapotranspirasie vir kort gewasse is deur Louw en Kruger (1968, fig. 1, p. 9) bepaal. Hulle het die formule $E(\text{kort}) = 0,38E(\text{pan}) + 912(\text{mm})$, waar $E(\text{kort})$ die potensiële evapotranspirasie van kort gewasse en $E(\text{pan})$ die klas A-panverdamping is, gebruik om die potensiële evapotranspirasie te bereken. Hieruit het dit geblyk dat die jaargemiddelde potensiële evapotranspirasie by kort gewasse 84 persent van die jaargemiddelde klas A-panverdamping is. Die neerslageffektiwiteit van aangeplante landerye sal dus hoër wees as die neerslageffektiwiteit van 'n vryewateroppervlak, omdat die potensiële evapotranspirasie hoër is by laasgenoemde. Indien daar aangeneem word dat die hele Oranje-Vrystaat deur kort gewasse, bv. gras, koring en boontjiesoorte, bedek is, is dit moontlik om die somerneerslageffektiwiteit te bepaal met behulp van die somer-potensiële evapotranspirasie van kort gewasse en somerneerslag. Die model van Prescott ($\frac{P}{E_w^{0,75}}$) word weer gebruik vir die berekening van die neerslageffektiwiteit, en die berekende waardes om figuur 25 (p. 86) te konstrueer.

As figuur 24 met figuur 25 vergelyk word, kan die volgende

afleidings gemaak word:

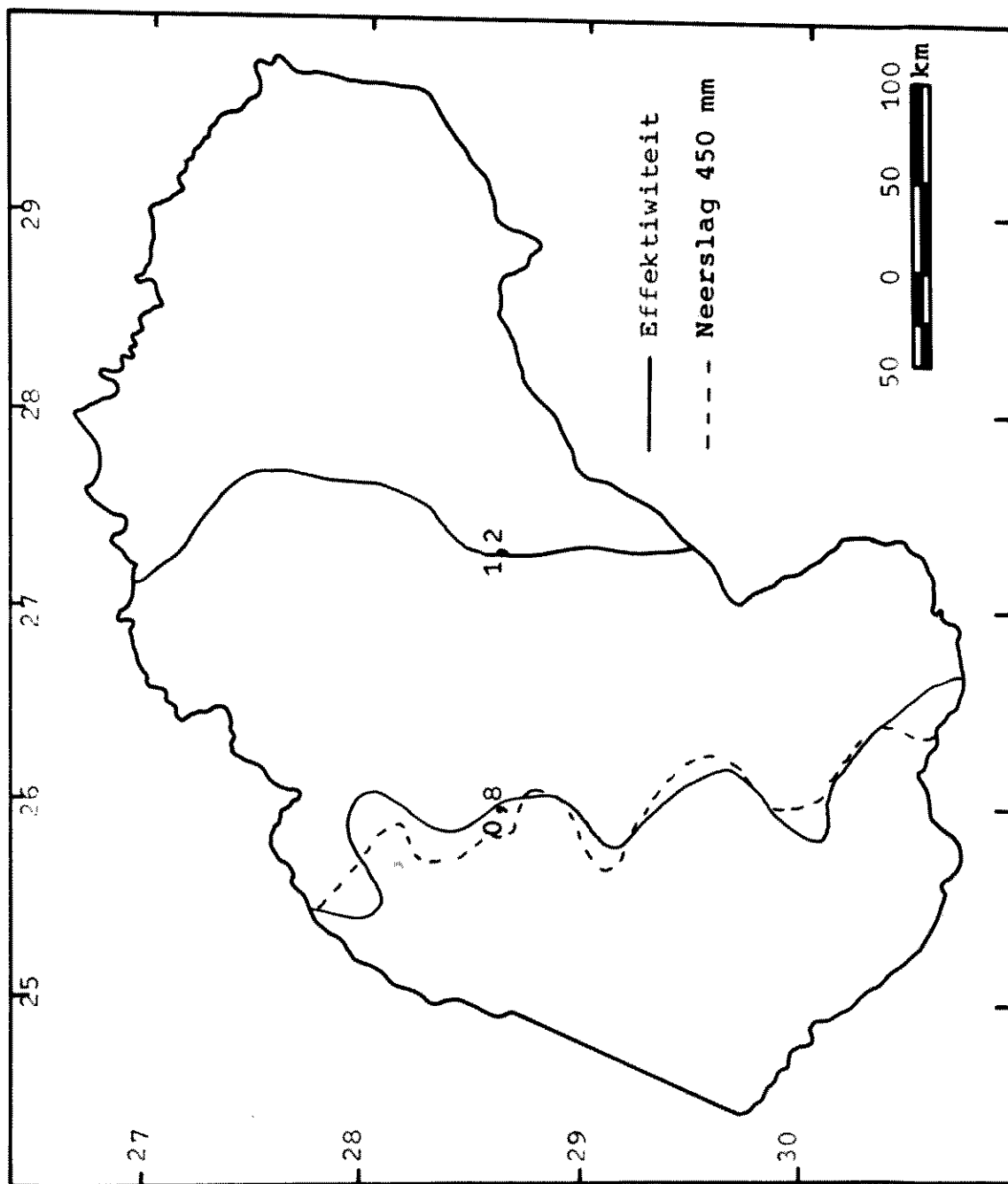
(a) Die 0,8-kritiese waarde in figuur 25 het na die weste verskuif en sluit Bultfontein en Hoopstad, wat bekend is vir mielieproduksie, in.

(b) Die 1,2-waarde is ook weswaarts verplaas, gevolglik behoort plante wat 'n gemiddelde verdamping het, bv. koring, goed te aard en kan afloop plaasvind. Die 0,8-isolyn korreleer skynbaar baie goed met die 450 mm-reënvalisohieet. Dit is dus duidelik dat 'n goed verspreide reënval van 450 mm in die somer 'n kritieke reënval vir kort gewasse is. Voorts skyn die 0,8-isolyn te korreleer met die werklike grenssone van die droëlandbougebied van die Oranje-Vrystaat. Uit die betrokke figure en die bespreking is dit duidelik dat daar 'n oorgang^gsone tussen die 450 mm- en die 550 mm-reënval vir die verbouing van mielies kan wees, Bultfontein en Hoopstad, byvoorbeeld, is in dié oorgang^gsone geleë en die mielieopbrengs aldaar is onderskeidelik 1 044 kg en 1 126 kg per hektaar, terwyl Bothaville en Kroonstad wat daarbuite geleë is, 'n opbrengs van 1 593 kg en 1 350 kg per hektaar onderskeidelik lewer[▲]. Daar is dus 'n duidelike verskil in opbrengs tussen die twee gebiede.

5.2 DIE BEPALING VAN DIE NEERSLAGEFFEKTIWITEIT TEN OPSIGTE VAN DIE VERHOUDING TUSSEN NEERSLAG EN TEMPERATUUR

Thorntwaite (1948) het die temperatuur gebruik om die potensiële evapotranspirasie te bereken en sodoende die klimaattipes en die neerslageffektiwiteit van 'n gebied te

FIG. 25 NEERSLAGEFFEKTIVITEIT VAN DIE O.M.S. SOOS GEBASEER OP SOMER
EVAPOTRANSPIRASIE VAN KORT GEWASSE EN SOMERNEERSLAG



bepaal. In hoofstuk 3 is daar gewys op die korrelasie tussen verdamping en temperatuur. In hierdie studie word die temperatuur ook gebruik om die neerslageffektiwiteit te bereken.

Mostert (1958)^{R17} het die formule $\frac{\text{neerslag (mm)}}{\text{temperatuur} + 10^{\circ} (\text{in}^{\circ}\text{C})} < 1$

voorgestel om 'n droë maand te definieer. Die formule kan slegs op 'n maandgrondslag gebruik word, bv. maande met temperatuur van 25°C en 30°C sal as droog geklassifiseer word indien dit minder as 35 mm en 40 mm reën ontvang.

TABEL XII: MAANDELIKSE NEERSLAGEFFEKTIWITEIT GEGROND OP DIE MAANDGEMIDDELDE NEERSLAG EN TEMPERATUUR
(Weerburo-rekords)

| Maand | ALI WAL-NOORD | KIMBERLEY | BETHLEHEM | KROONSTAD |
|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| Januarie | 2,2 | 1,4 | 3,8 | 2,6 |
| Februarie | 1,9 | 1,4 | 2,8 | 2,5 |
| Maart | 2,3 | 2,4 | 3,0 | 2,7 |
| April | 2,1 | 2,1 | 2,5 | 2,2 |
| Mei | 1,7 | 0,9 | 1,8 | 1,2 |
| Junie | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| Julie | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 0,5 |
| Augustus | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| September | 0,7 | 0,3 | 1,1 | 0,7 |
| Oktober | 1,6 | 0,9 | 2,7 | 2,3 |
| November | 1,6 | 1,2 | 2,9 | 2,0 |
| Desember | 1,7 | 1,6 | 3,4 | 2,7 |

Uit tabel XII kan die volgende afgelei word:

- (a) Aliwal-Noord en Kroonstad het vier droë maande, nl. Junie, Julie, Augustus en September.
- (b) Kimberley het ses droë maande van Mei tot Oktober.

(c) Bethlehem het slegs drie droë maande, nl. gedurende die winter.

(d) Die hoogste neerslageffektiwiteit word gedurende Maart by Kimberley en Aliwal-Noord aangetref en stem dus ooreen met die maksimum reënval wat in dieselfde maand voorkom. Die hoogste neerslageffektiwiteit van 3,8 word gedurende Januarie by Bethlehem aangetref, terwyl Kroonstad maksimum neerslageffektiwiteit gedurende sowel Desember as Maart ondervind.

(e) Die eerste "nat" maand is Oktober by Aliwal-Noord en Kroonstad en September en November onderskeidelik by Bethlehem en Kimberley. Die Mostert-formule se nuttigheids= waarde lê daarin dat die geskikste tydperk met genoegsame reën vir plantdoeleindes bepaal kan word.

5.3 SAMEVATTING

Die neerslageffektiwiteit van die Oranje-Vrystaat soos bepaal met behulp van die P/E-formule, is oor die algemeen baie laag, maar Prescott (1952) se formule toon 'n meer gematigde neerslageffektiwiteit. Die formule van Prescott is ook toegepas op die somer- potensiële evapotranspirasie van kort gewasse, en die neerslageffektiwiteit wat só bepaal is, korreleer skynbaar met die werklike grenssone van die land= bougebied van die Oranje-Vrystaat. Die oorgangsone vir mielieverbouing, soos blyk uit die voorafgaande bespreking, beslaan die gebied wat tussen 450 mm en 550 mm reën kry.

Dit is duidelik dat temperatuur ook 'n belangrike faktor by die bepaling van neerslageffektiwiteit is. Voorts moet neerslagbetroubaarheid en -veranderlikheid ewe-eens in ag geneem word by die bepaling van boerderystelsels en -praktyke.

6 VERANDERING VAN NEERSLAG MET VERLOOP VAN TYD

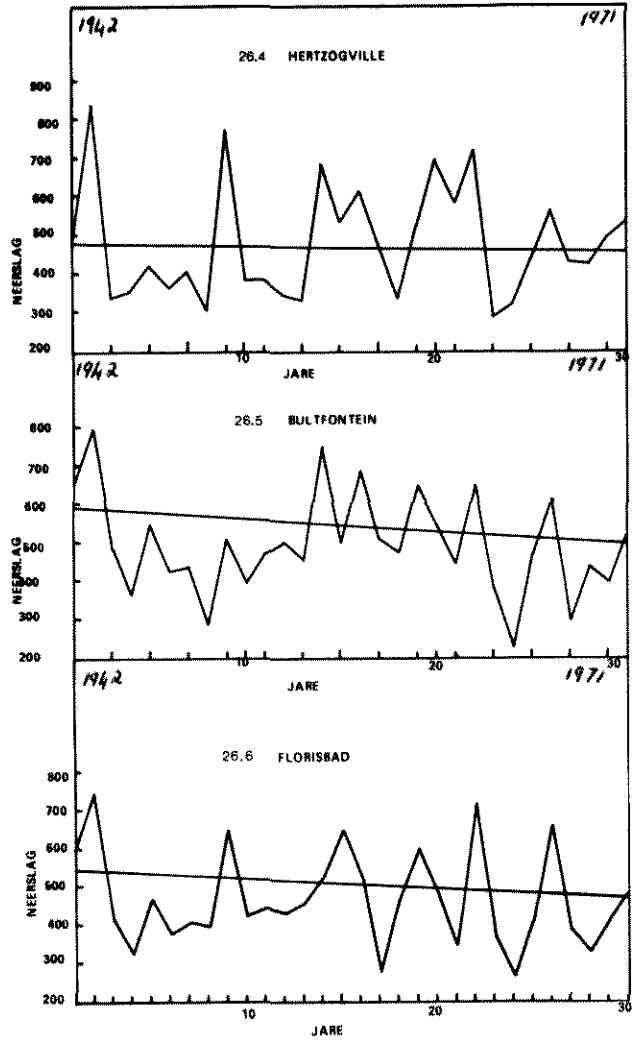
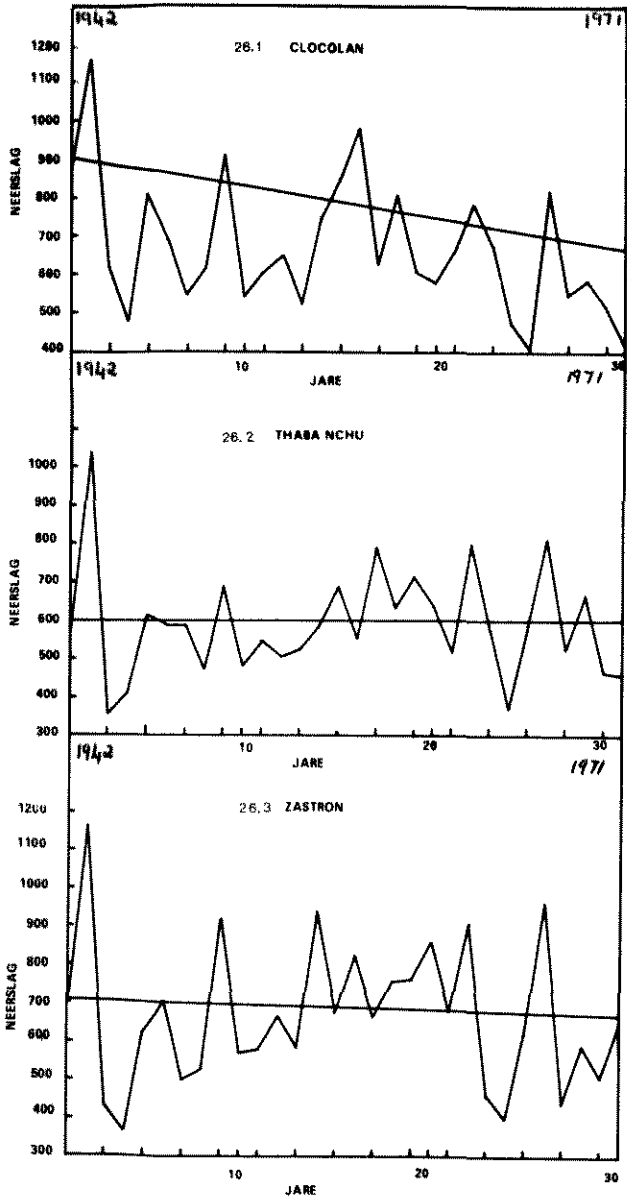
In die voorafgaande hoofstuk is onder meer bevind dat die neerslageffektiwiteit van 'n minimum in die suidwestelike Oranje-Vrystaat tot 'n maksimum in die noordoostelike Oranje-Vrystaat wissel. 'n Studie van die individuele jaarneerslag-totale toon egter dat daar met verloop van tyd 'n aansienlike skommeling voorkom. In hierdie hoofstuk sal daar gepoog word om dié eienskap van die neerslag van die Oranje-Vrystaat van 1942 af tot 1971 uit te beeld aan die hand van kwantitatiewe ontledingstegnieke. Sowel die langtermyn-tendens van die neerslag as die veranderlikheid en betroubaarheid daarvan word ondersoek.

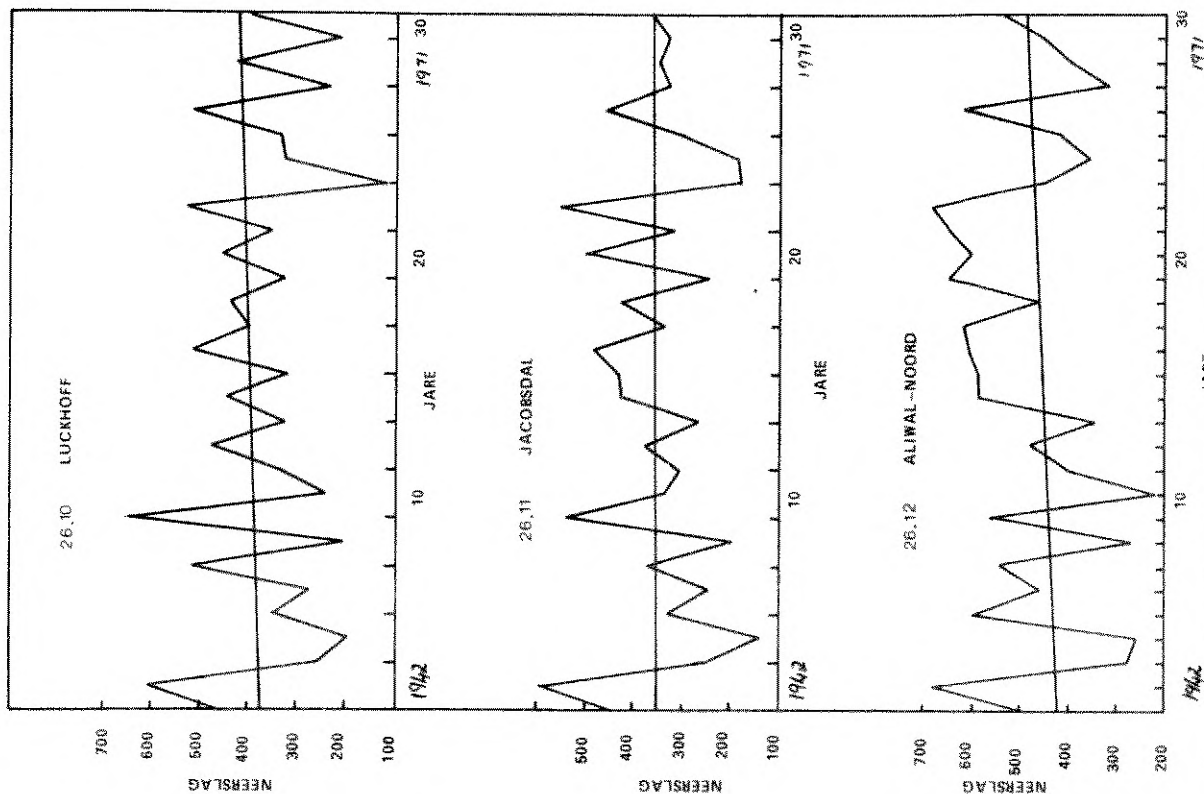
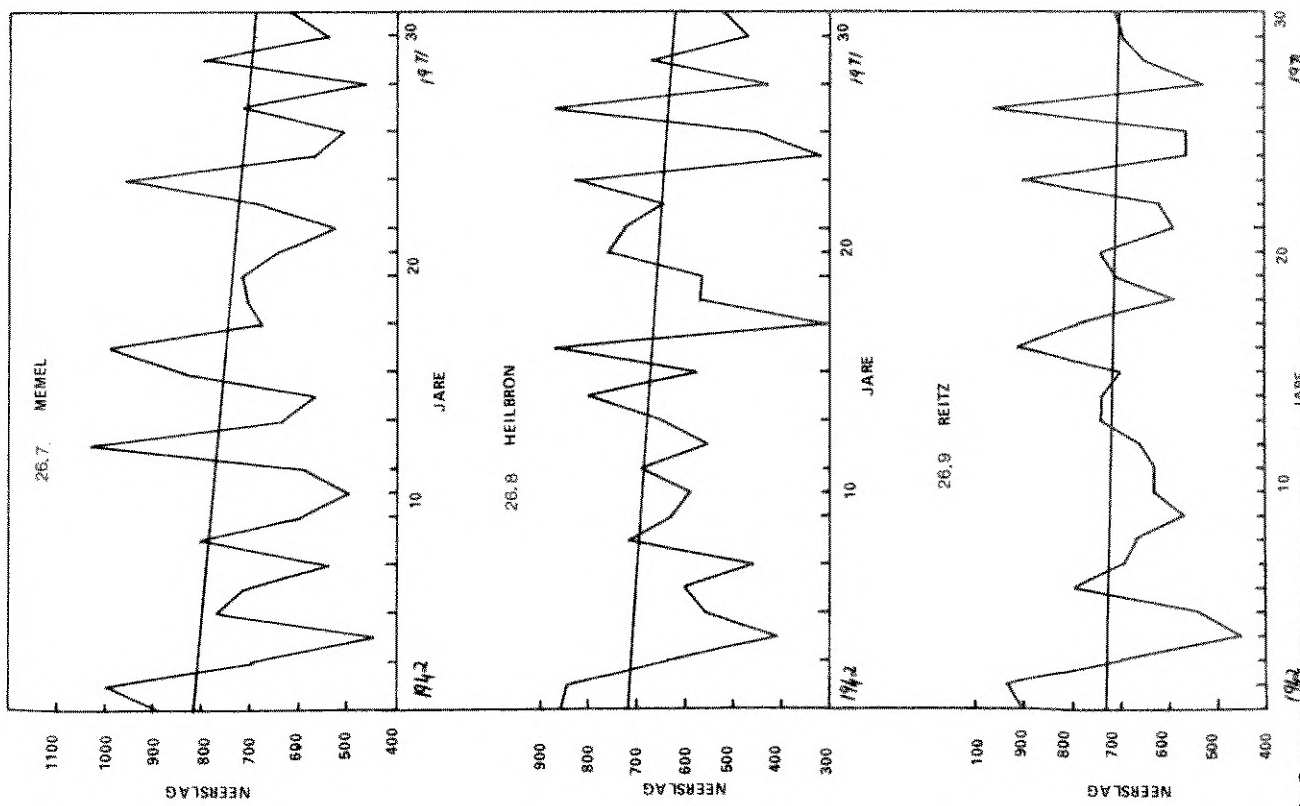
6.1 NEERSLAGSKOMMELING EN -TENDENS

Die verandering in die jaartotale van die neerslag van 'n streek kan visueel met 'n lyngrafiek voorgestel word, maar die langtermynneiging kan ten beste uitgebeeld word met behulp van die liniêreregressie-analise (Gregory, 1970^{p 225}_A).

Die werklike jaarlikse neerslagskommeling en die regressie-tendens van 'n paar individuele stasies word behandel. Die neerslagskommeling gedurende die tydperk 1942 tot 1971 word duidelik weerspieël in figuur 26. Met behulp van die $(y = mx + c)$ regressielyn wat ingetrek is op dié figuur, kan die afname en dié toename van die neerslag duidelik waargeneem word.

FIG. 26 NEERSLAGTENDENSE AANGETOON DEUR REGRESSIELYNE





Uit figure 26.1 tot 26.12 blyk dit dat al die stasies gedurende die veertigerjare 'n minimum neerslag getoon het, waarna daar vir slegs een jaar 'n skerp toename in neerslag was. Gedurende die vyftigerjare het die suidwestelike en suidoostelike stasies Luckhoff, Jacobsdal, Zastron en Aliwal-Noord 'n goeie neerslag ontvang. Die stasies in die noordooste van die Oranje-Vrystaat, nl. Memel en Reitz, het 'n wisselvallige neerslag ontvang. Gedurende 1965 was daar 'n skerp afname van neerslag oor die hele Oranje-Vrystaat, in 1967 'n skerp toename en daarna 'n normale neerslag, behalwe by Clocolan en Thaba Nchu wat 'n afname in neerslag toon. Daar kan duidelik waargeneem word dat die stasies Heilbron, Bultfontein, Memel en Clocolan in die noorde, noordooste en ooste van die Oranje-Vrystaat 'n negatiewe tendens toon. Die stasies Jacobsdal en Aliwal-Noord in die suidweste en suide van die Oranje-Vrystaat toon egter 'n positiewe tendens.

6.2 DIE RUIMTELIKE PATROON VAN DIE NEERSLAGTENDENSE

Die verskille in die berekende regressiekoëffisiënt van neerslag in terme van tyd vir die verskillende waarnemingstasies word ruimtelik voorgestel ten einde streke van toe- en afname te identifiseer. Kaarte is gekonstrueer vir die periodes 1942 tot 1971 (fig. 27), 1942 tot 1951 (fig. 28.1), 1952 tot 1961 (fig. 28.2) en 1962 tot 1971 (fig. 28.3). Die periode 1942 tot 1971 word as voorbeeld geneem omdat dertig jaar die kortste periode is waarvolgens die gemiddelde reënval bereken

kan word (Weerburo). Die tienjaarperiodes word slegs geneem om die skommeling in die toe- en afname gedurende die dertig jaar na te gaan.

Uit figuur 27 blyk dit dat die reënval van 1942 af tot 1971 feitlik oral in die Oranje-Vrystaat afgeneem het. Die grootste afname was in die sentrale noordelike deel van die gebied, en wel teen 'n tempo van meer as 6 mm per jaar. Die gebied met 'n groot afname strek suidwaarts tot by Clocolan (regressiekoëffisiënt = -7,84). Die hoogste afnametempo's was by Ventersburg (-8,02 mm/jr), Viljoenskroon (-5,88 mm/jr), Vredefort (-8,46 mm/jr) en Villiers (-8,18 mm/jr). Die reënval by Villiers toon byvoorbeeld oor 'n periode van dertig jaar volgens die regressiekoëffisiënt 'n afname van 245,4 mm in die gemiddelde reënval. In die noordooste van die Oranje-Vrystaat was die afnametempo kleiner; Bethlehem, byvoorbeeld, het 'n regressiekoëffisiënt van -2,62 en Harrismith toon 'n neerslagafnametempo van 0,04 mm per jaar. Na die weste van die Oranje-Vrystaat is die afnametempo in neerslag heelwat laer as in die ooste van die gebied, soos aangedui word deur die regressiekoëffisiënt van Kimberley (-1,95) en Bultfontein (-3,17); Hoopstad toon selfs 'n toename van neerslag tussen 1942 tot 1971. Die suidoostelike deel van die Oranje-Vrystaat het 'n baie klein neerslagafname gehad, bv. 0,24 mm per jaar by Thaba Nchu, 0,32 mm per jaar by Rouxville en 1,91 mm per jaar by Wepener. In die suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat was daar tussen 1942 en 1971 'n toename van neerslag, bv. by Trompsburg (1,86 mm per jaar).

FIG. 27 ISOPLETE VAN REGRESSIE-KOËFFISIËNTE VIR DIE PERIODE 1942-1971

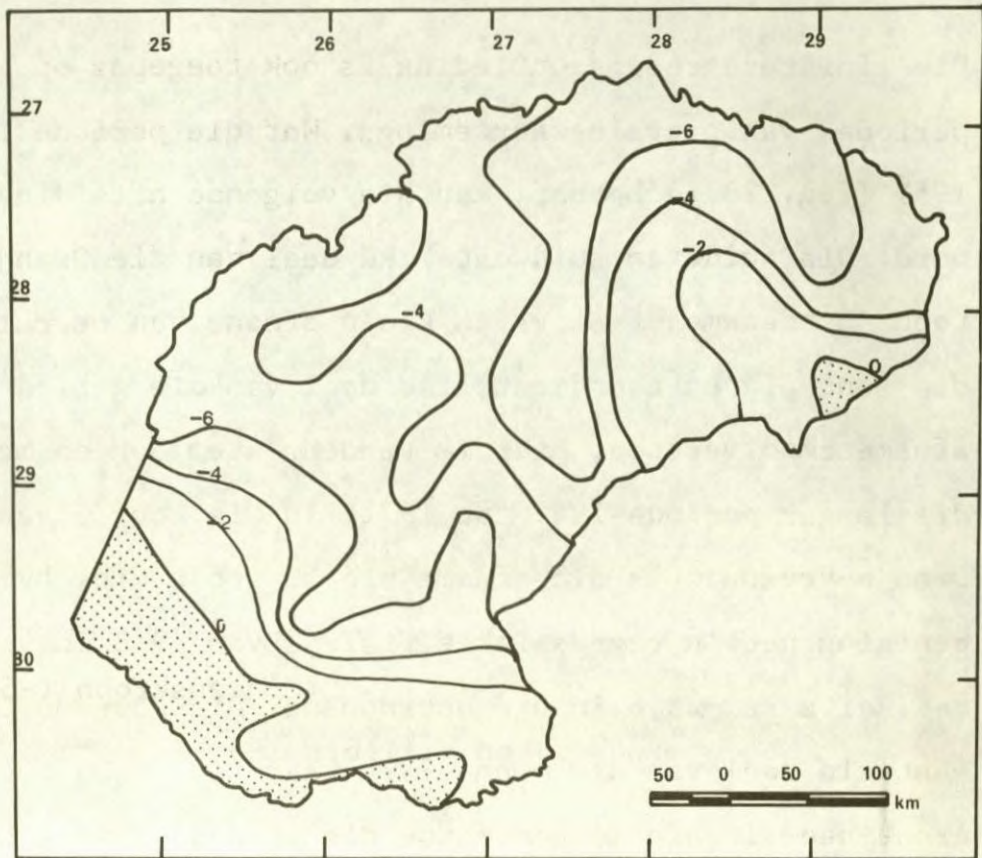
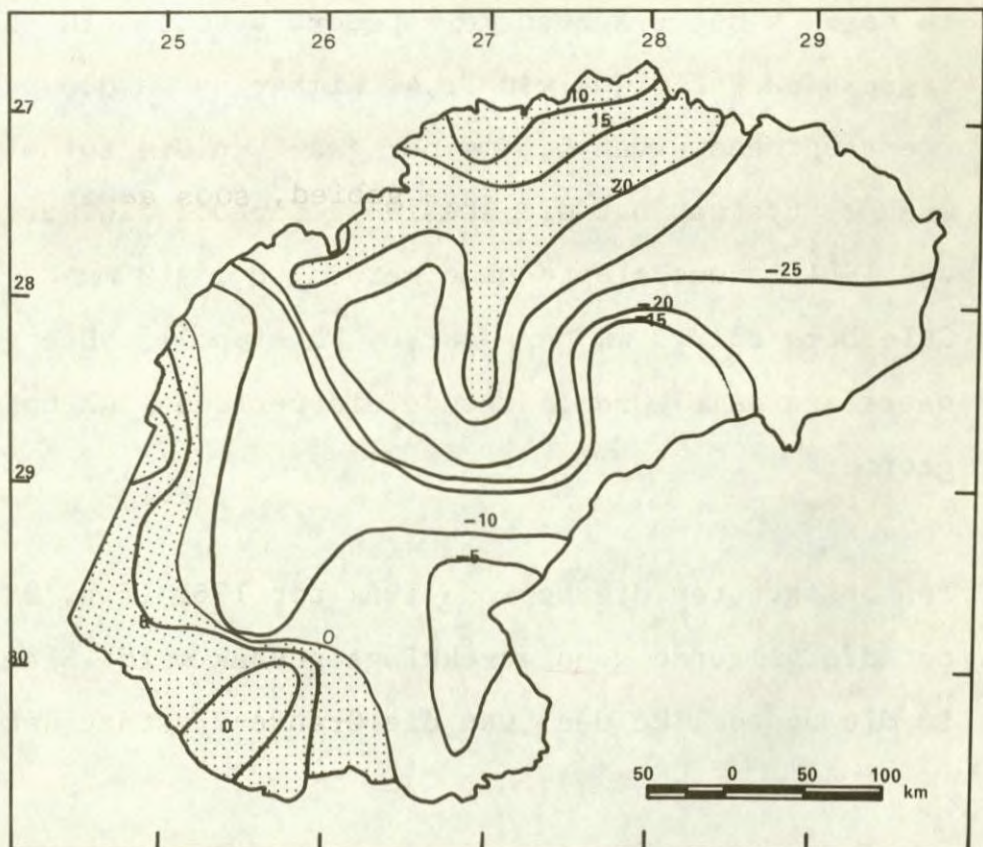


FIG. 28.1 ISOPLETE VAN REGRESSIE-KOËFFISIËNTE VIR DIE PERIODE 1942-1951



Die liniêreregressie-ontleding is ook toegepas op korter periodes van neerslagwaarnemings. Wat die periode 1942 tot 1951 (fig. 28.1) betref, kan die volgende afleidings gemaak word: Die suide en suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat toon 'n toename of slegs 'n klein afname van neerslag, terwyl die sentrale en noordoostelike deel van die gebied 'n groter afnametempo vertoon. Hierdie tendens stem ooreen met dié oor die langer periode 1942 tot 1971. In die noorde van die Oranje-Vrystaat is die afname nie so groot nie, bv. Ver=eeniging het 'n regressiekoëffisiënt van -9,8 in vergelyking met Reitz se -25,6 in die noordooste. Die noordoostelike en sentrale deel van die Oranje-Vrystaat het 'n buitengewoon groot neerslagafname gedurende die periode 1942 tot 1951 ondervind, bv. Brandfort, Bothaville, Memel en Warden het negatiewe regressiekoëffisiënt van -33,1, -47,0, -34,3 en -62,4 onderskeidelik. In die suidooste van die Oranje-Vrystaat is daar 'n neerslagtoename. Wepener, byvoorbeeld, het 'n regressiekoëffisiënt van 11,4. Kimberley in die weste toon 'n neerslagtoename van 6,6 mm per jaar. In die suide van die Oranje-Vrystaat het die stasies gedurende die periode 1942 tot 1951 'n neerslagtoename getoon, bv. 9,9 mm per jaar by Colesberg en 2,5 mm per jaar by Philippolis. Die grootste neerslagafname word gedurende die periode 1942 tot 1951 gevind.

Ten opsigte van die periode 1952 tot 1961 (fig. 28.2) kan daar tot die volgende gevolgtrekkings geraak word: Slegs 'n gebied in die noordelike deel van die Oranje-Vrystaat wat van oos

FIG. 28.2 ISOPLETE VAN REGRESSIE-KOËFFISIËNTE VIR DIE PERIODE 1952-1961

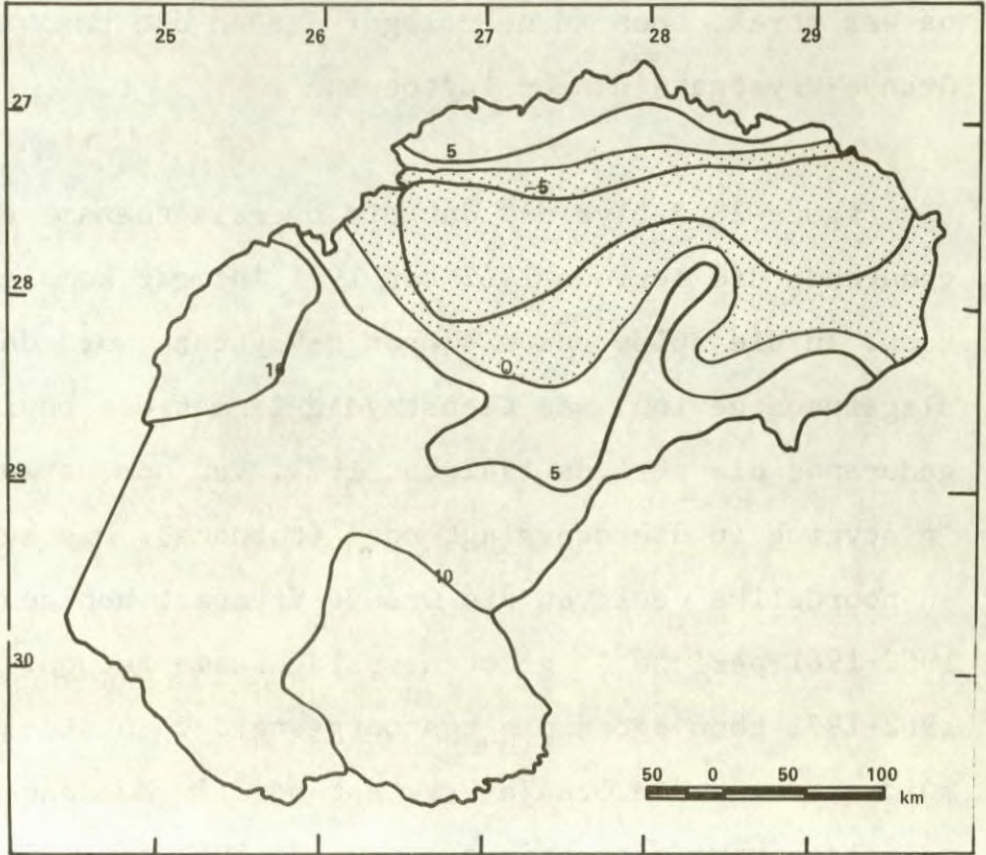
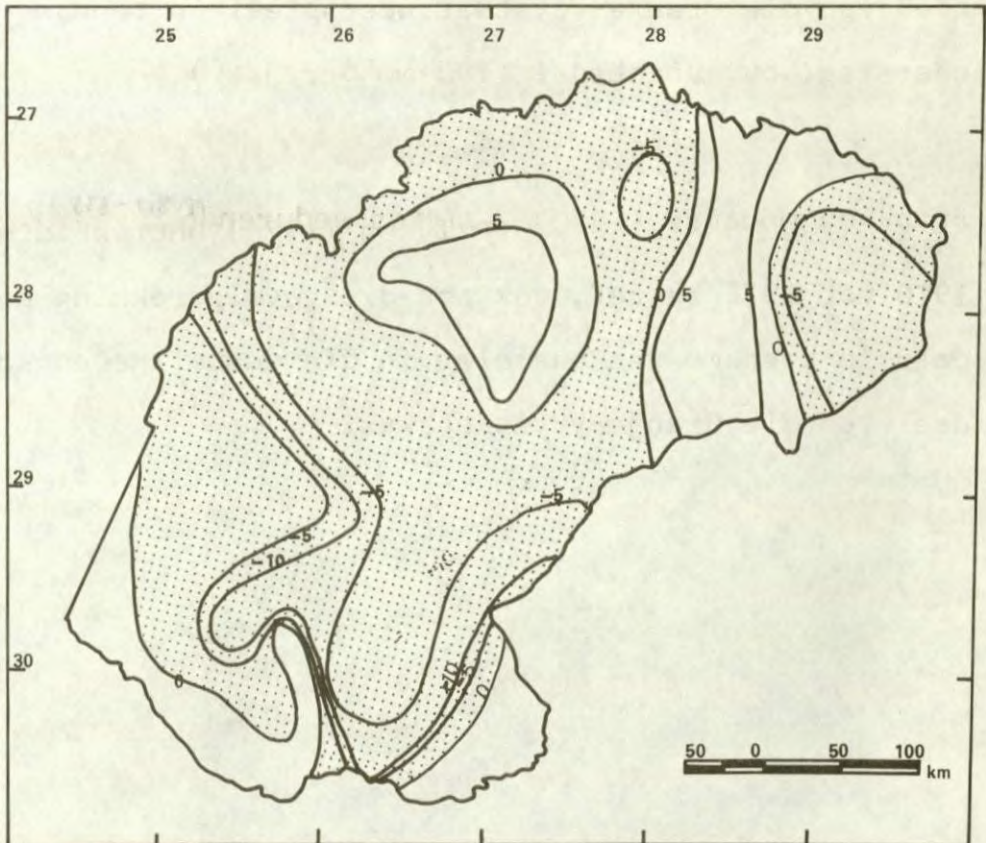


FIG 28.3 ISOPLETE VAN REGRESSIE-KOËFFISIËNTE VIR DIE PERIODE 1962-1971



na wes streek, toon 'n neerslagafname en die res van die Oranje-Vrystaat 'n neerslagtoename .

Uit figuur 28.3 blyk dit dat die neerslagtoename en -afname gedurende die periode 1962 tot 1971 'n meer komplekse tendens toon. In die suide van die Oranje-Vrystaat word daar 'n neerslagafname gevind, wat teenstrydig is met die bevindinge gedurende die periode 1942 tot 1971. Van oos na wes is daar 'n styging in die neerslagtendens (toename). Die sentrale en noordelike deel van die Oranje-Vrystaat het gedurende die 1952-1961-periode 'n groot neerslagafname getoon. Die periode 1962-1971 toon egter die teenoorgestelde. In die suide en suidooste van die Oranje-Vrystaat word 'n buitengewoon groot neerslagafname gedurende die periode 1962 tot 1971 gevind, bv. Wepener, Aliwal-Noord en Clocolan het 'n regressiekoëffisiënt van -21,1, -17,2 en -23,4 onderskeidelik. Die suidwestelike hoek van die Oranje-Vrystaat weerspieël 'n toename van die neerslag, bv. Jacobsdal (1,5 mm per jaar).

Brook en Mametse (1970) en ^{Dyer en Mametse pp. 817 - 833} Tyson, (1975) het wat die periode 1910 tot 1972 betref, ook tot die gevolgtrekking geraak dat daar 'n toename van neerslag in die westelike en suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat was.

6.3 DIE RUIMTELIKE WISSELING VAN KLIMAATGRENSE IN DIE ORANJE-VRYSTAAT

In die lig van die voorgaande bespreking van die neerslag=tendens en die gevolgtrekking dat daar in die Oranje-Vrystaat van 1942 af tot 1971 periodes van sowel toe- as afname van neerslag was, behoort die klimaatgrense ook te verskuif en kan werklike klimaatgrense derhalwe nooit finaal vasgestel word nie. Slegs 'n klimaatoorgangsone kan bepaal word.

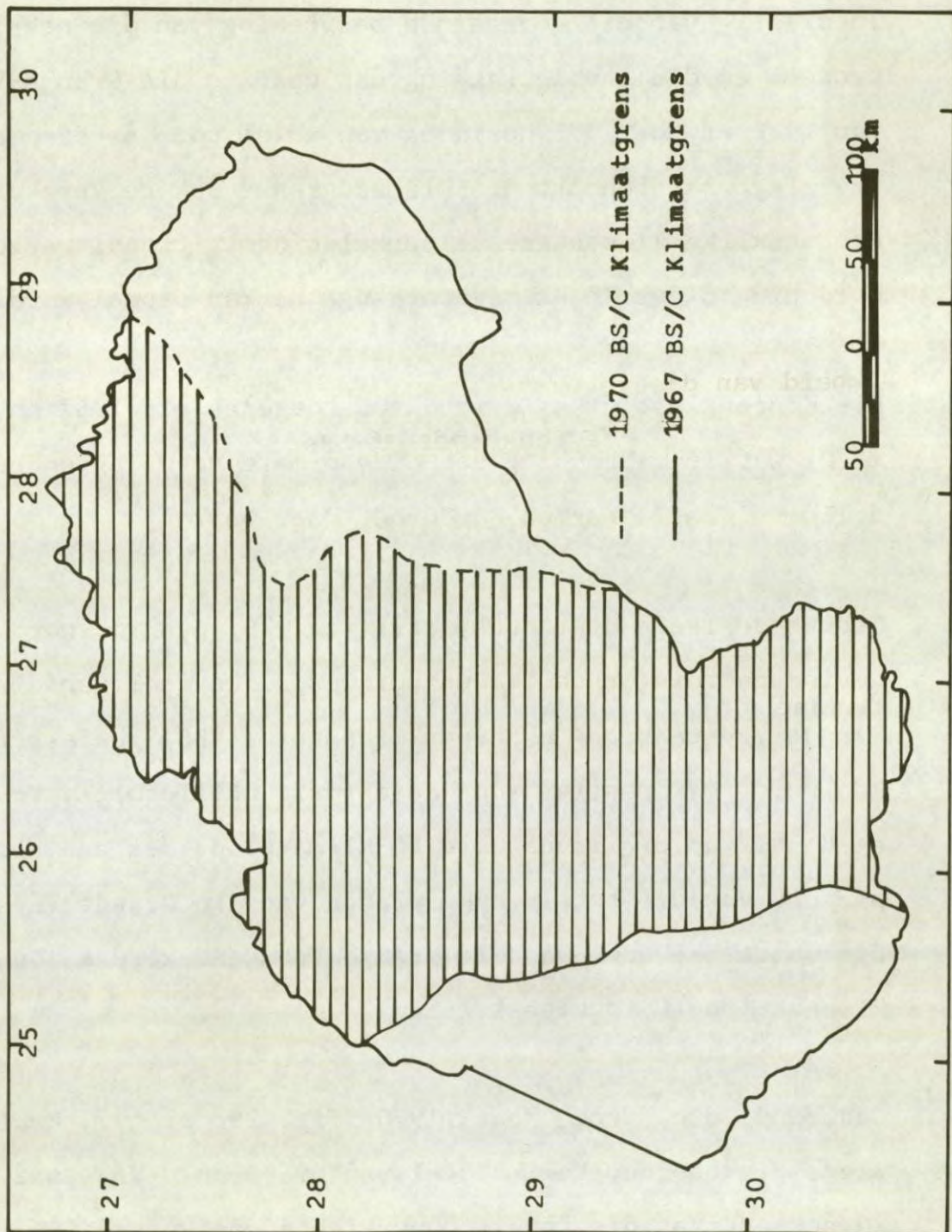
Die Köppenklassifikasie word nou toegepas vir 1967 en vir 1970, wat in verhouding tot die normale neerslag onderskeidelik 'n "nat" jaar en 'n "droë" jaar was.

Gedurende 1967, die "nat" jaar (fig. 29, p.100), word daar gevind dat die westelike en suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat as 'n Steppeklimaattipe (BS) geklassifiseer kan word, met stasies soos Jacobsdal, Philippolis, Trompsburg en Boshof op die grens. Die BS-klimaattipe beslaan slegs 20 persent van die totale oppervlakte van die Oranje-Vrystaat. Die oostelike deel van die Oranje-Vrystaat word as 'n vogtige=klimaattipe (C) geklassifiseer.

Gedurende die "droë" jaar, 1970 (fig. 29, p.100), kwalifiseer slegs die noordoostelike deel van die Oranje-Vrystaat, omtrent 20 persent van die totale oppervlakte, as vogtig (C). Bekende dorpe soos Bethlehem, Ficksburg, Reitz en Villiers kom in die C-klimaattipe voor. Die res word as 'n Steppeklimaattipe (BS)

FIG. 29 RUIMTELIKE WISSELING VAN KÖPPEN-KLIMAATGRENSE IN DIE

ORANJE-VRYSTAAT



geklassifiseer.

Die gebied wat tussen die BS/C-klimaatgrens van 1967 en die BS/C-klimaatgrens van 1970 ingesluit word, kan derhalwe as die klimaattoorgangsone beskou word. Dit is dus duidelik dat werklike klimaatgrense nooit vasgestel kan word nie, maar slegs 'n klimaattoorgangsone.

Verder word die wisseling in reënval gedurende die verskillende jare duidelik weerspieël deur figuur 29. Die veranderlikheid van die reënval is kenmerkend vir die Oranje-Vrystaat waar nat-en droogte-toestande afwisselend voorkom, en strem dus in 'n mate die landbou van dié gebied.

Verskille in die boerderystelsels en -praktyke word in die klimaattoorgangsone gevind as gevolg van die feit dat die klimaat verander en daar 'n geleidelike oorskakeling van droëlandakkerbou na veeboerdery is.

6.4 SIKLIESE VERANDERING VAN NEERSLAG

Die reënvaltendense wat in paragraaf 6.1 geïdentifiseer is, gee 'n aanduiding van hoe die reënval op die lang termyn verander: die absolute waardes (bv. fig. 26) ^{p. 91} toon jare, soms opeenvolgend en soms nie, van bo- en ondernormale neerslag. Uit figuur 26 blyk dit dat daar moontlik sikliese veranderinge kan wees. Sodanige siklusse kan nie geredelik geïdentifiseer word met behulp van individuele jaartotale nie (vgl. fig. 30

en 32). 'n Moontlike oplossing van die probleem wat terselfdertyd visuele voorstelling vereenvoudig, is om van die lopende gemiddeldes gebruik te maak (Monkhouse, 1974^{p. 229}).

Figure 31 en 33 illustreer sulke gladgemaakte kurwes, en vergelykings tussen figure 30 en 32 onderskeidelik toon dat die korttermynskommeling waarskynlik siklusse van 'n langer termyn verbloem.

Ofskoon Schumann (1934) tot die slotsom gekom het dat die jaartotale neerslag in Suid-Afrika geen sikliese periodisiteit vertoon nie, het onlangse navorsing (Tyson, 1975^{Dyer en Mametse, P. 822}) wel siklusse uitgewys. Tyson, (1975^{Dyer en Mametse, pp. 822 - 831}) beweer naamlik dat daar in Suid-Afrika drie tipes sikliese periodisiteit geïdentifiseer kan word, waarvan twee in die Oranje-Vrystaat aangetref word. Een tipe verteenwoordig 'n siklus van sestien tot twintig jaar, terwyl die ander tipe 'n sogenoemde ongedefinieerde siklus is, m.a.w., geen bepaalde periodisiteit kan daaraan gekoppel word nie. Die sikliesiteit wat Tyson voorstel, word egter gekompliseer deurdat subsiklusse van drie jaar tot vier jaar binne elke hooftipe aangetref word. Jacobsdal en Kroonstad word vervolgens as voorbeelde gebruik om die twee hooftipes neerslagsiklusse in die Oranje-Vrystaat visueel te illustreer.

Jacobsdal is geleë in die streek waarin die reënvalsiklus van sestien tot twintig jaar heers. Figure 30 en 31 (p. 103) toon persentasiegewys die absolute afwyking en die afwyking

FIG. 30 JAARLIJKE ABSOLUTE AFWYKING VANAF GEMIDDELDE NEERSLAG TE KROONSTAD
1910 - 1974

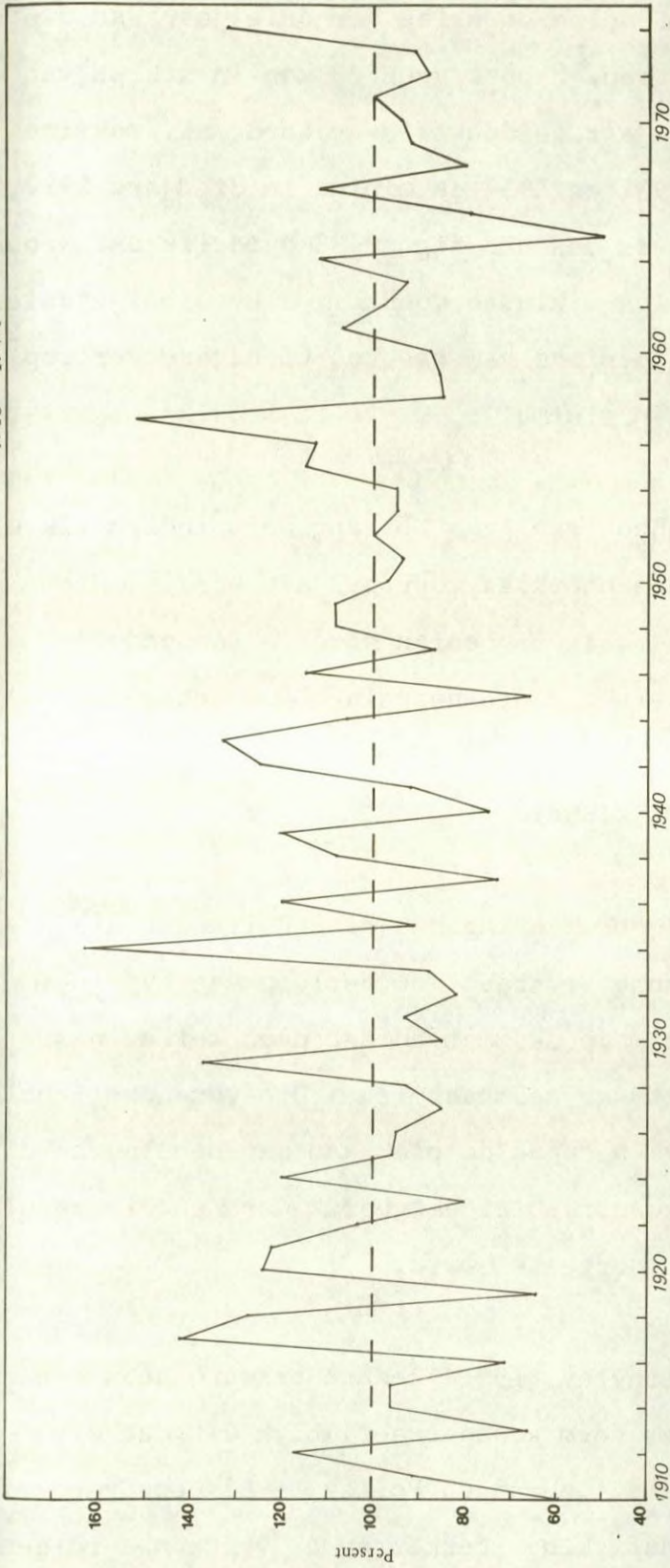
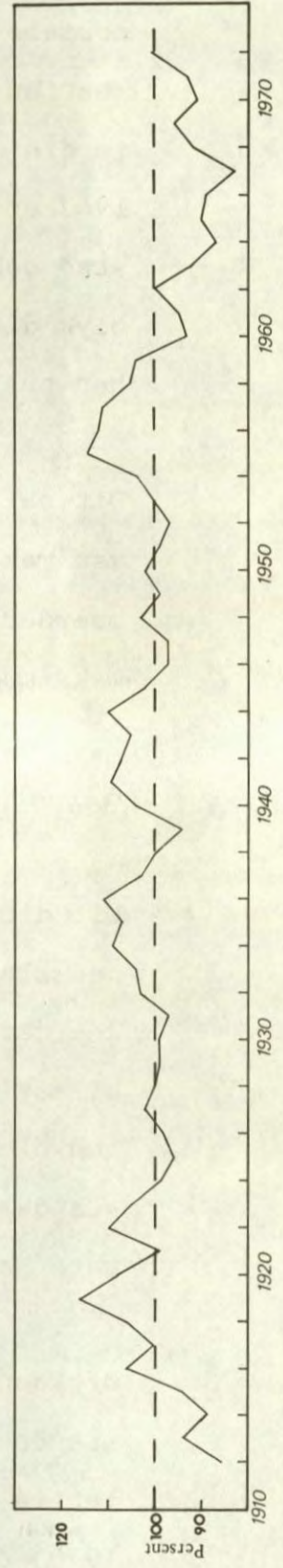


FIG. 31 AFWYKING VAN DIE 3-JAAR LOPENDE GEMIDDELDE NEERSLAG (KROONSTAD 1910 - 1974)



van die lopende gemiddelde neerslag oor drie jaar van die normale neerslag af aan. Op figuur 33 kan 'n siklus van sestien tot twintig jaar geïdentifiseer word, nl. maksima in die jare 1917, 1937 en 1957 en minima in die jare 1927, 1947 en 1967. Dit is dus uit figuur 33 duidelik dat Kroonstad ook in die A tipe-siklusse voorkom. By albei stasies blyk dit of daar 'n periode van agt tot tien jaar verloop het tussen maksima en minima.

Dit sal vir die landbou van groot belang wees indien siklusse van maksima en minima neerslag voorspel kan word. Die boerdery kan dan daarvolgens beplan word en sodoende 'n maksimum effektiwiteit uit die neerslag bewerkstellig.

6.5 NEERSLAGVERANDERLIKHEID

Uit die voorafgaande bespreking het dit geblyk dat die jaar-neerslag in die Oranje-Vrystaat met verloop van tyd $t \rightarrow t_n$ meerdere of mindere mate skommel en dat daar selfs 'n sikliese periodisiteit waarneembaar is. Die veranderlikheid van die neerslag by 'n bepaalde plek kan met behulp van die standaardafwyking kwantitatief uitgedruk word en die resultate kan ruimtelik voorgestel word.

Ofskoon Hewson en Longley (1951) sekere besware teen die standaardafwyking as norm geopper het, blyk dit dat die latere navorsers (o.a. Conrad en Pollak, 1962 en Gregory, 1970) ^{P.21} die standaardafwyking sterker ag as verteenwoordigende

FIG. 32 JAARLIKSE ABSOLUTE AFWYKING VANAF DIE GEMIDDELTE NEERSLAG TE JACOBSDAL 1910-1974

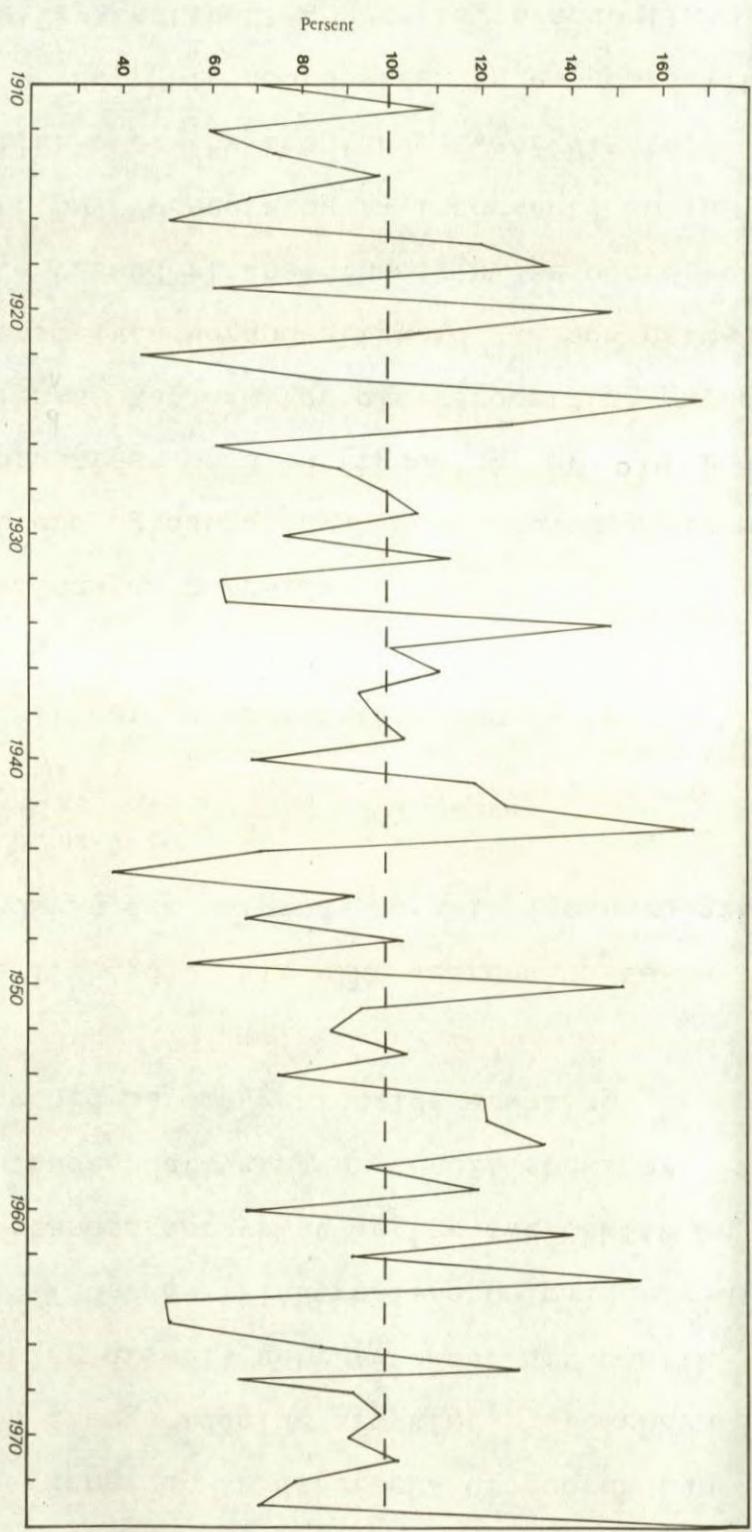
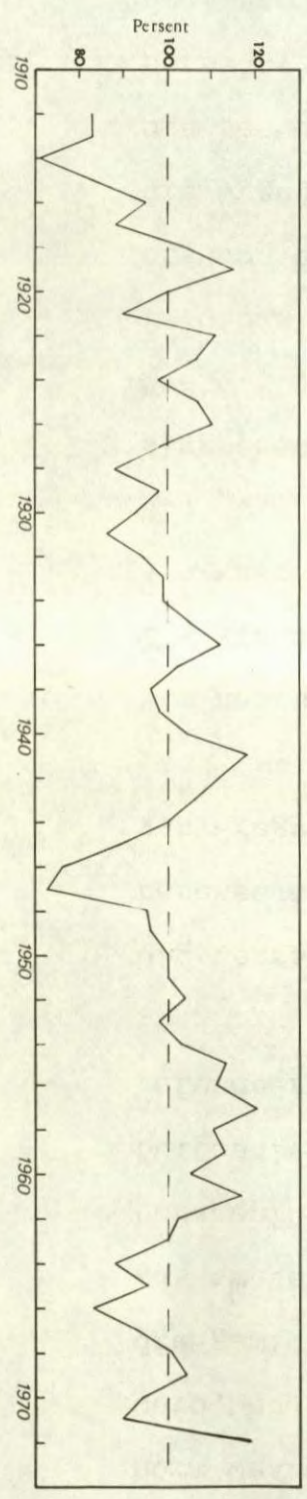


FIG. 33 AFWYKING VAN DIE 3-JAAR LOPENDE GEMIDDELTE NEERSLAG (JACOBSDAL 1910-1974)



norm waarmee die afwyking van 'n datareeks uitgedruk kan word, as byvoorbeeld die gemiddelde afwyking. Voorheen is die gemiddelde afwyking dikwels gebruik omdat dit maklik was om te bereken. Tans maak elektroniese hulpmiddels die berekening van die standaardafwyking egter ewe maklik en buitendien is die standaardafwyking wiskundig stewiger gefundeer en verantwoord as die gemiddelde afwyking.

Die neerslagveranderlikheid is vir elke waarnemingstasie bereken aan die hand van die volgende formule (in navolging van Gregory, 1970, p.40):

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100, \text{ waar}$$

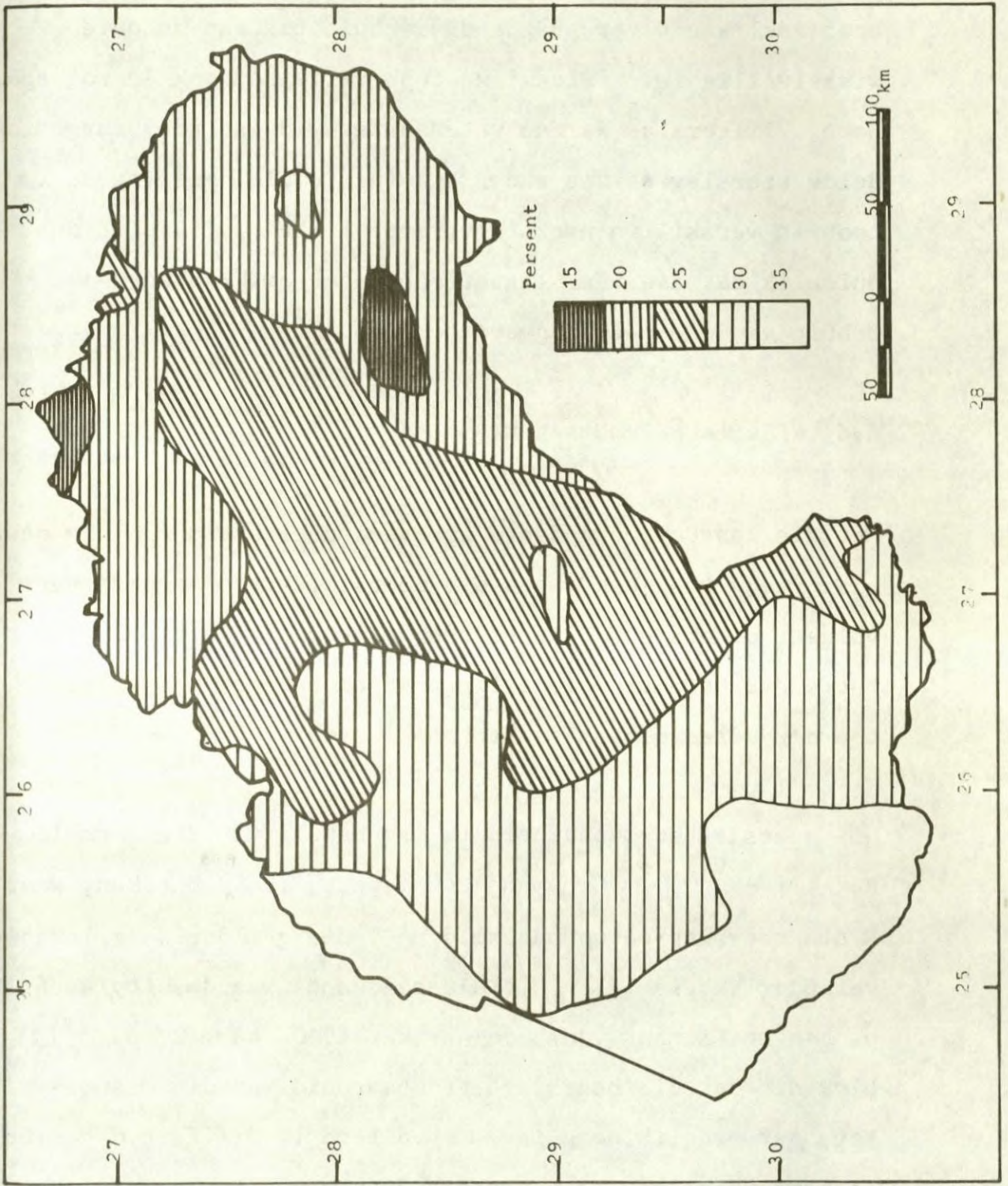
V = neerslagveranderlikheid = koëffisiënt van variasie

σ = standaardafwyking

\bar{X} = rekenkundige gemiddelde neerslag.

Die ruimtelike verbreidingspatroon van die berekende neerslagveranderlikheidswaardes word in figuur 34, p.107 uitgebeeld. Die opvallendste kenmerk van die verbreidingspatroon is die algemene toename van veranderlikheid van oos na wes, ofskoon die kleinste veranderlikheid heel in die noorde van die Oranje-Vrystaat (bv. Vereeniging 14,1 persent) en in die sentrale oostelike deel (by Bethlehem, waar $V = 14,7$ persent) aangetref word. Die noordoostelike en noordelike deel van die Oranje-Vrystaat het 'n neerslagveranderlikheid van minder as 20 persent. Binne-in die gebied is daar egter stasies met groter veranderlikheid, bv. Villiers (25 persent) en Warden (30 persent). Die rede hiervoor is waarskynlik die feit dat die neerslag van die Oranje-Vrystaat

FIG. 34 NEERSLAGVERANDERLIKHED VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT



hoofsaaklik uit verspreide donderbuie bestaan en baie wisselvallig is. Plaaslike topografie kan ook 'n rol speel. Sowel Villiers as Warden wat naastenby dieselfde jaargemiddelde neerslag as die ander stasies in die omgewing het, toon 'n verskil in neerslagveranderlikheid. Dit is dus duidelik dat die neerslagpatroon beter omskryf word met behulp van die neerslagveranderlikheid.

6.6 NEERSLAGBETROUBAARHEID

Met die langtermintendense en -veranderlikheid van die neerslag reeds bespreek, word die neerslagbetroubaarheid vervolgens ondersoek. In boerderypraktyke is die neerslagbetroubaarheid van die allergrootste belang omrede die boerdery daarvolgens beplan moet word.

Die neerslagbetroubaarheid is met behulp van die formule $R = (1 - \frac{V}{2})^2$ (Schumann en Mostert, 1949^{p.113}) bereken, waar R die neerslagbetroubaarheid en V die gemiddelde relatiewe veranderlikheid is. Uit die berekende waardes (bylae 6, p. 145 en Klimaat van Suid-Afrika, 1960, tab. 2, p. 7) blyk dit dat die neerslagbetroubaarheid van die Oranje-Vrystaat redelik hoog is. Opvallend is die feit dat die laagste neerslagbetroubaarheid 76 persent is, d.w.s., drie uit elke vier jaar kan die normale neerslag verwag word. In die noordoostelike deel van die Oranje-Vrystaat word die hoogste neerslagbetroubaarheid, nl. 85 persent aangetref.

Die laagste neerslagbetroubaarheid, 76 persent, kom in die suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat voor. Dit is dus duidelik dat hoër neerslag en groter betroubaarheid hand aan hand gaan.

Die neerslagbetroubaarheid van die ses somermaande (Oktober tot Maart), wat die groeiseisoen verteenwoordig en van groter belang vir landboukundige doeleindes is, is bereken en in tabel XIII weergegee.

TABEL XIII: NEERSLAGBETROUBAARHEID VIR SES SOMERMAANDE

| | Okt. | Nov. | Des. | Jan. | Febr. | Mrt. |
|--------------|------|------|------|------|-------|------|
| Bethlehem | 0,42 | 0,72 | 0,65 | 0,58 | 0,70 | 0,65 |
| Fauresmith | 0,42 | 0,43 | 0,49 | 0,39 | 0,42 | 0,41 |
| Bloemfontein | 0,50 | 0,43 | 0,55 | 0,46 | 0,57 | 0,57 |
| Kroonstad | 0,39 | 0,80 | 0,59 | 0,69 | 0,62 | 0,52 |
| Hoopstad | 0,48 | 0,60 | 0,59 | 0,49 | 0,58 | 0,55 |

Uit die gegewens (tabel XIII) is dit opvallend dat die betroubaarheid van die neerslag in die onderskeie maande meesal laag is. Slegs Bethlehem en Kroonstad ondervind gedurende Novembermaand 'n redelik hoë betroubaarheid (72 persent en 80 persent onderskeidelik). Die hoë betroubaarheid gedurende November is vir mielieverbouing van uiterste belang

omrede die middel van November die geskikste plantyd is (Whitmore, 1950;^{p.47} Hamman, 1966). Gedurende Januarie is die neerslagbetroubaarheid baie laer as gedurende Desember en Februarie. Dit blyk dus dat die "Januariedroogte" wel voorkom. Om dié "Januariedroogte" te omseil, is dit dus raadsaam om die mielies só te plant dat dit in Februarie kan blom.

6.7 NEERSLAGWAARSKYNLIKHEID

Gewasse wat van 'n bepaalde reënval afhanklik is, moet in 'n geskikte gebied geplant word. By die afbakening van so 'n gebied word die neerslagwaarskynlikheid in ag geneem.

Die gebruik van die standaardafwyking by die berekening van die neerslagwaarskynlikheid is, volgens Gregory (1970), nog meer betroubaar as ten opsigte van die neerslagveranderlikheid. Die formule $d = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$ (Gregory, 1970, p. 64) word gebruik, waar d = die normale verspreidingsfunksie

x = kritiese waarde

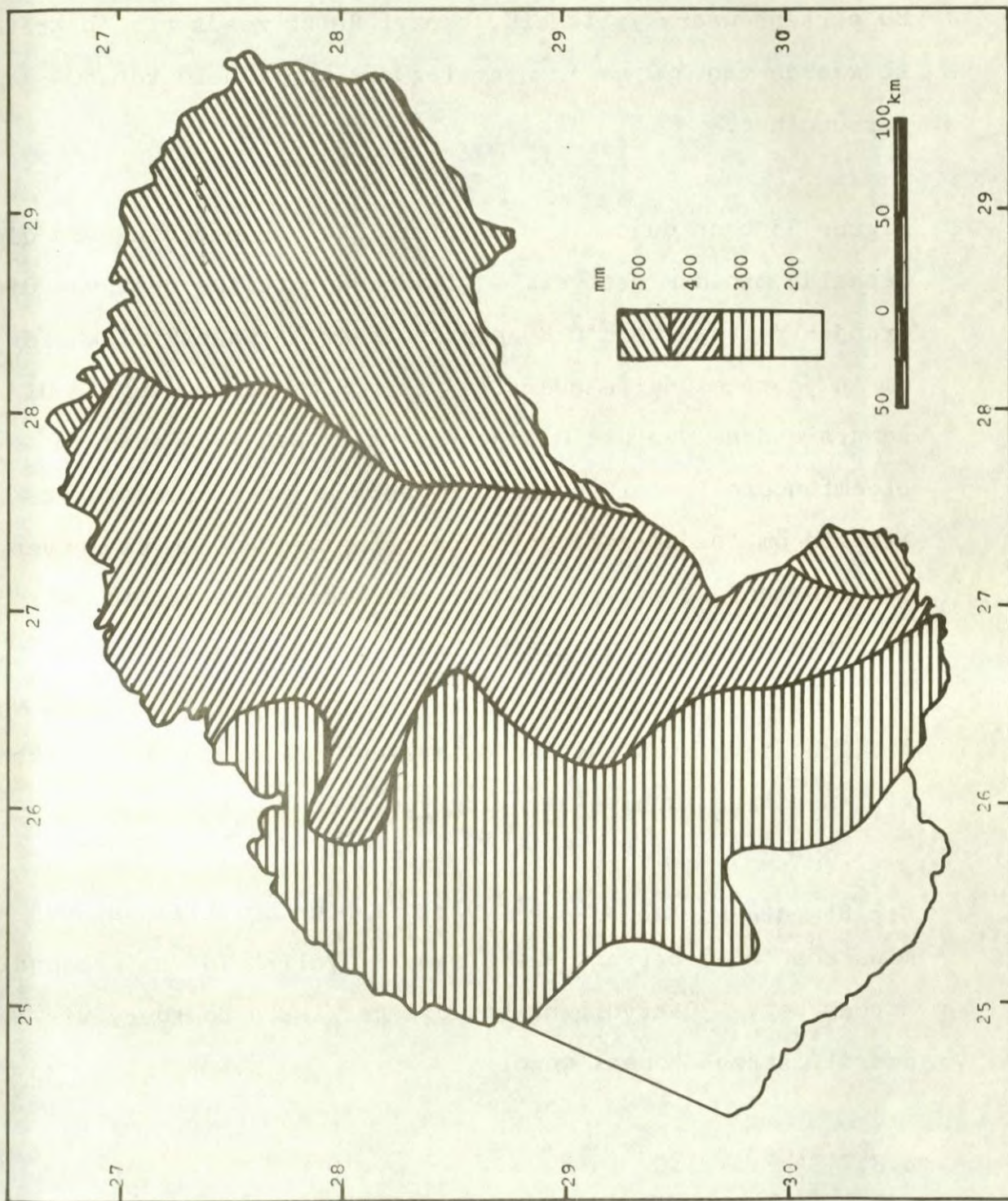
\bar{x} = gemiddelde waarde

σ = standaardafwyking.

By die samestelling van figuur 35 (p. 111) is die kritiese waarde (minimum) gevarieer tussen 500 mm en 200 mm ten einde vas te stel welke stasies oor 'n neerslagwaarskynlikheid van 80 persent vir 'n bepaalde minimum moes beskik. Edenburg, byvoorbeeld het slegs vir 'n kritiese waarde van 200 mm 'n

FIG. 35 80 PERSENT WAARSKYNNLIKHEID DAT 'n GEGEWE MINIMUM JAARNEERSLAG

OORSKRY SAL WORD.



80 persent-waarskynlikheid, terwyl Reitz reeds vir 'n kritiese waarde van 500 mm 'n neerslagwaarskynlikheid van 80 persent het.

Figuur 35 toon duidelik die ruimtelike verspreiding van die bepaalde minimum reënval. Die noordoostelike deel van die Oranje-Vrystaat het 'n 80 persent-neerslagwaarskynlikheid om 'n jaargemiddelde neerslag van 500 mm te ontvang. Die sentrale deel van die Oranje-Vrystaat, wat Kroonstad en Bloemfontein insluit, het 'n 80 persent-neerslagwaarskynlikheid om 'n jaargemiddelde neerslag van 400 mm te ontvang. Van Bloemhof af tot by Aliwal-Noord strek die gebied met 'n 80 persent-neerslagwaarskynlikheid om 'n jaargemiddelde neerslag van 300 mm te ontvang. Die suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat het 'n 80 persent-neerslagwaarskynlikheid vir 'n jaargemiddelde neerslag van 200 mm.

Uit hierdie gegewens is dit vir die boer duidelik dat hy minstens 'n 80 persent-neerslagwaarskynlikheid in 'n bepaalde streek het. Daarvolgens kan die geskikste boerdery vir daardie streek bepaal word.

6.8. SAMEVATTING

Uit die voorafgaande bespreking blyk dit dat daar tussen 1942 en 1971 'n toe- én afname van neerslag in die Oranje-Vrystaat was. Dié skommeling word duidelik weerspieël deur die ruimtelike wisseling van die klimaatgrense in die

Oranje-Vrystaat. Na aanleiding van die langtermynverandering wat met behulp van die lopende gemiddeldes vereenvoudig en terselfdertyd visueel voorgestel is, word sikliese periodisiteit in die Oranje-Vrystaat aangetref.

Dit is duidelik dat neerslagbetroubaarheid direk eweredig is met hoë neerslag terwyl neerslagveranderlikheid omgekeerd eweredig is met hoë neerslag in die Oranje-Vrystaat.

Die neerslagwaarskynlikheid is gebruik by die bepaling van gebiede met 'n geskikte reënval vir die aanplant van spesifieke gewasse.

7 SINTESE

In die probleemformulering is dit gestel dat daar gepoog sal word om, in eerste instansie, die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat te bepaal. In die loop van die studie is tot sekere gevolgtrekkings geraak betreffende die afsonderlike elemente van neerslagklimaat. Die afsonderlike gevolgtrekkings word vervolgens eers saamgevat en ontleed; daarna word die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat ruimtelik uitgebeeld, weergegee. Om dié taak te vergemaklik is daar van die Köppenklassifikasie gebruik gemaak.

'n Sekondêre doelstelling wat voortvloei uit die probleemformulering, is die aanwending van die neerslagklimaat van die Oranje-Vrystaat vir die beplanning van landboustelsels en -praktyke, bv. die afbakening van streke vir die verbouing van sekere gewasse volgens die gewasse se neerslag- en temperatuurbehoefte en voorstelle vir 'n beter ruimtelike benutting van die Oranje-Vrystaat.

7.1 DIE KLIMAAT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

Die bespreking van die klimaatselemente het tot die gevolgtrekking gevoer dat van die klimaatselemente in 'n mate uitgebeeld word deur die klimaattipes (in par. 2.4 p. bespreek). Ten einde die klimaat van die Oranje-Vrystaat weer te gee, word die Köppenklassifikasie gebruik, omrede

meer klimaattipes en onderverdelings 'n meer betroubare beeld van die ware klimaat gee (tab. XIV).

TABEL XIV : KLIMAATTIPES EN ONDERVERDELINGS VAN DIE
 ORANJE-VRYSTAAT VOLGENS DIE KÖPPEN=
pp. 10-18
 KLASSIFIKASIE (Tancred, 1972)
 ^

- B - Geen temperatuurbeperking nie, hoewel die onderverdeling, soos later sal blyk, temperatuur/reënvalverhoudings benut. Koue of warm B-klimaat kan voorkom.
- S - Steppeklimaat. Kom voor as BS. Geen eksakte temperatuurbeperking nie. By die BS-klimaat is $R > (t+a)$ waar R = jaargemiddelde reënval in cm, t = jaargemiddelde temperatuur in $^{\circ}\text{C}$, en a = 'n getal wat wissel tussen 0 en 14 en die seisoen van die reënval aandui.
- W - Woestynklimaat. Kom voor as BW. Geen eksakte temperatuurbeperking nie. By die BW-klimaat is $R < (t + a)$.
- C - Staan bekend as die mesotermiese klimaat. Gedurende een of meer maande daal die gemiddelde temperatuur benede 18°C , maar in geen maand benede -3°C nie, d.w.s., daar kan wel maande wees met 'n gemiddelde temperatuur van hoër as 18°C . Daar moet egter minstens een maand wees (die warmste maand) met 'n gemiddelde temperatuur hoër as 10°C .
- a - Gemiddelde temperatuur van die warmste maand $> 22^{\circ}\text{C}$.

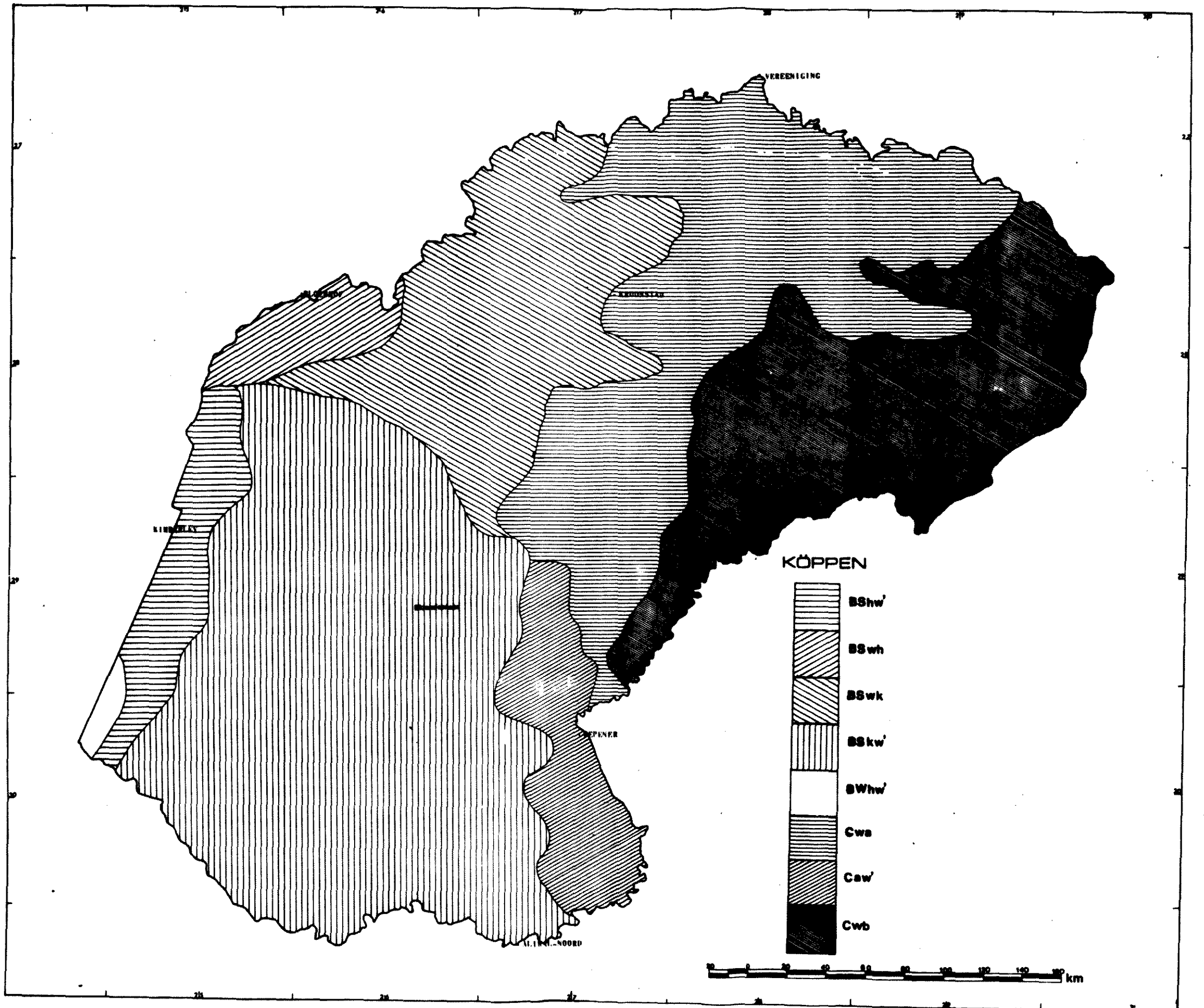
- b - Gemiddelde temperatuur van die warmste maand $< 22^{\circ}\text{C}$, maar minstens vier maande met 'n gemiddelde temperatuur $> 10^{\circ}\text{C}$.
- h - Warm en droog. Die jaargemiddelde temperatuur $> 18^{\circ}\text{C}$.
- k - Koud en droog. Die jaargemiddelde temperatuur $< 18^{\circ}\text{C}$.
- w - Droë tydperk in winter; minstens tien maal soveel reën in die natste somermaand as in die droogste wintermaand.
- w' - Soos w, maar met reënseisoen in die herfsmaande.

Uit figuur 36 en tabel XIV word die volgende gevolgtrekkings gemaak :

(a) Die C-klimaattipe ontvang 'n reënval van ongeveer 550 mm en meer en die maksimum neerslag kom gedurende die somer- of herfsmaande voor. Die temperatuur wissel tussen die warmste maand se gemiddelde temperatuur groter as 22°C en die gemiddelde temperatuur kleiner as 22°C onderskeidelik, maar handhaaf minstens vier maande lank hoër as 10°C . So byvoorbeeld het Bethlehem 'n Cwb-klimaattipe en Kroonstad 'n Cwa-klimaattipe.

(b) Die neerslag van die BS-klimaattipe wissel tussen ongeveer 300 mm en 550 mm. Die maksimum neerslag word gedurende die somer- en herfsmaande geregistreer. Die klimaat wissel van warm en droog met 'n jaarlikse gemiddelde temperatuur hoër as 18°C tot koud en droog met die jaargemiddelde temperatuur laer as 18°C . Bloemfontein en Bothaville,

FIG. 36 KLIMAATTIPES EN ONDERVERDELINGS



byvoorbeeld, het 'n BSkw- en BSwk-klimaattipe onderskeidelik.

(c) In die BW-klimaattipe is die neerslag laer as 300 mm met 'n maksimum gedurende die herfsmaande. Die klimaat van die gebied is baie warm en droog met 'n jaargemiddelde temperatuur hoër as 18°C.

7.2 GEWASSTREKE GEGROND OP NEERSLAG EN TEMPERATUUR

Neerslag en temperatuur is twee belangrike faktore wat by die verbouing van gewasse in gedagte gehou moet word. Ofskoon grondtipes ook van groot belang is, word dit in hierdie studie buite rekening gelaat en word die gewasstreke dus slegs met behulp van die klimaatselemente afgebaken.

Sewe gewasse wat algemeen in die Oranje-Vrystaat verbou word, is in oënskou geneem. In tabelle X V (Ehlers, 1976) en XVI (Nott, 1976) verskyn die voorvereistes van dié gewasse betreffende temperatuur en neerslag. Slegs die optimale temperatuur en neerslag is gebruik omrede die ruimtelike uitbeelding van die streke andersins te gekompliseerd word.

Met behulp van die minimum neerslag moet die boer 'n netto belasbare inkomste van minstens 30 persent verdien van die totale bruto belasbare inkomste. Indien hy nie daarin slaag nie, is die neerslag te klein (tabel XV). Voorbeeld : Mielies vereis 'n minimum neerslag van 400 mm om 'n netto

belasbare inkomste van 30 persent te wys met 'n minimum gronddiepte van 610 mm.

TABEL X V: OPTIMALE TEMPERATUUR VIR GEWASSE IN °C
(die drie somermaande) *

| | Dag | Nag |
|----------------|-------------|---------|
| Mielies | 19 - 24,5 | 15 - 22 |
| Koring | 19 - 24,5 | 10 - 22 |
| Graansorghum | 22 - 27,5 | 15 - 22 |
| Droë boontjies | 15,5 - 27,5 | 10 - 20 |
| Sonneblom | 21 - 24,5 | 15 - 22 |
| Aartappels | 15,5 - 21 | 10 - 20 |
| Grondboontjies | 22 - 27,5 | 15 - 22 |

* (Ehlers, 1976)

TABEL XVI: MINIMUM NEERSLAG VIR 'n BEPAALDE GRONDDIEPTE
EN NETTO BELASBARE INKOMSTE *

| | Neerslag (mm) | Gronddiepte (mm) | Netto belasbare inkomste (persent) |
|--------------|------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Mielies | 400 | 610 | 30 |
| Graansorghum | 350 | 533 | 50 |
| Sonneblom | 350 | 533 | 51 |
| Grondbone | 325 | 480 | 48 |
| Koring | 400 | 610 | 47 |

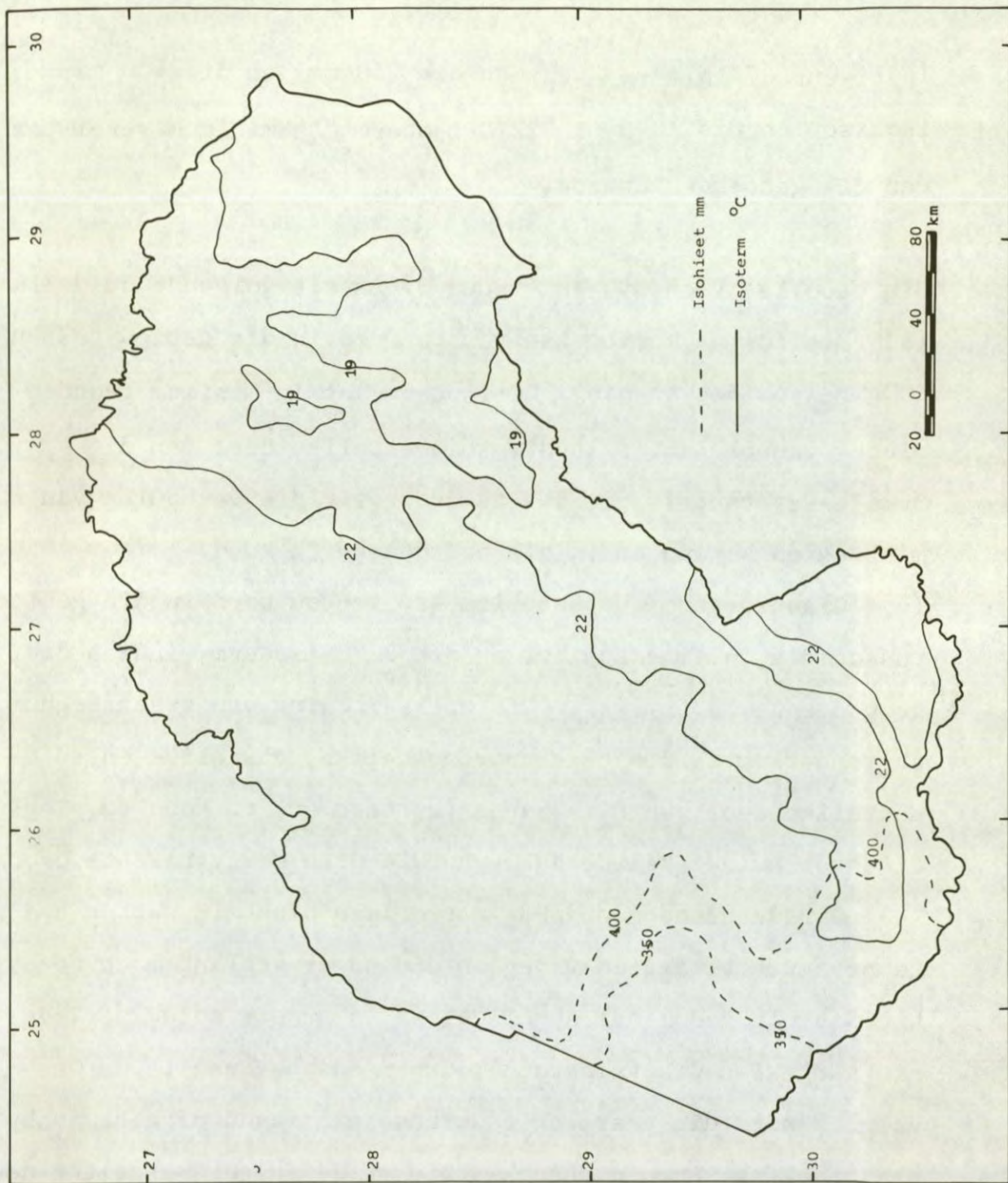
* (Nott, 1976)

In figuur 37 (p. 122) verskyn die 350 mm- en die 400 mm-isohieet en die 19°C- en 22°C-isoterm die minimum vereistes van die genoemde gewasse.

Uit tabelle XV en XVI en figuur 37 is die volgende duidelik:

- (a) Mielies en koring kan verbou word in die gebied tussen 400 mm-isohieet en die 19°C-isoterm met 'n minimum grond= diepte van 610 mm. In die suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat is dit dus te droog vir die verbouing van mielies en koring en in die noordooste te koud.
- (b) Graansorghum en sonneblom kan verbou word in die gebied tussen die 350 mm-isohieet en die 22°C-isoterm, indien die grond= diepte 532 mm is. Vir die verbouing van graansorghum en sonneblom is die hele noordoostelike, oostelike en suid= oostelike deel van die Oranje-Vrystaat dus te koud en slegs die heel suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat te droog.
- (c) Omrede grondboontjies 'n tropiese plant is wat 'n hoë temperatuur vereis en vroeg in die somer geplant moet word, kan dit nie gedurende April nog in 'n groeistadium verkeer nie aangesien die temperatuur dan reeds te laag is. Ge= volglik word die neerslag gedurende dié maand uitgesluit by die bepaling van dié streek. Die suide en suidwestelike deel van die Oranje-Vrystaat is nie geskik vir dié gewas nie, omdat (soos reeds bespreek) die gebied 'n maksimum neerslag gedurende die herfsmaande ondervind. Die minimum vereistes vir die verbouing van grondboontjies is 'n reënval van 325 mm en 'n temperatuur van 22°C. Grondboontjies het die nadeel dat dit winderosie aanhelp.

FIG. 37 NEERSLAG- TEMPERATUURISOLYNE IN DIE ORANJE-VRYSTAAT



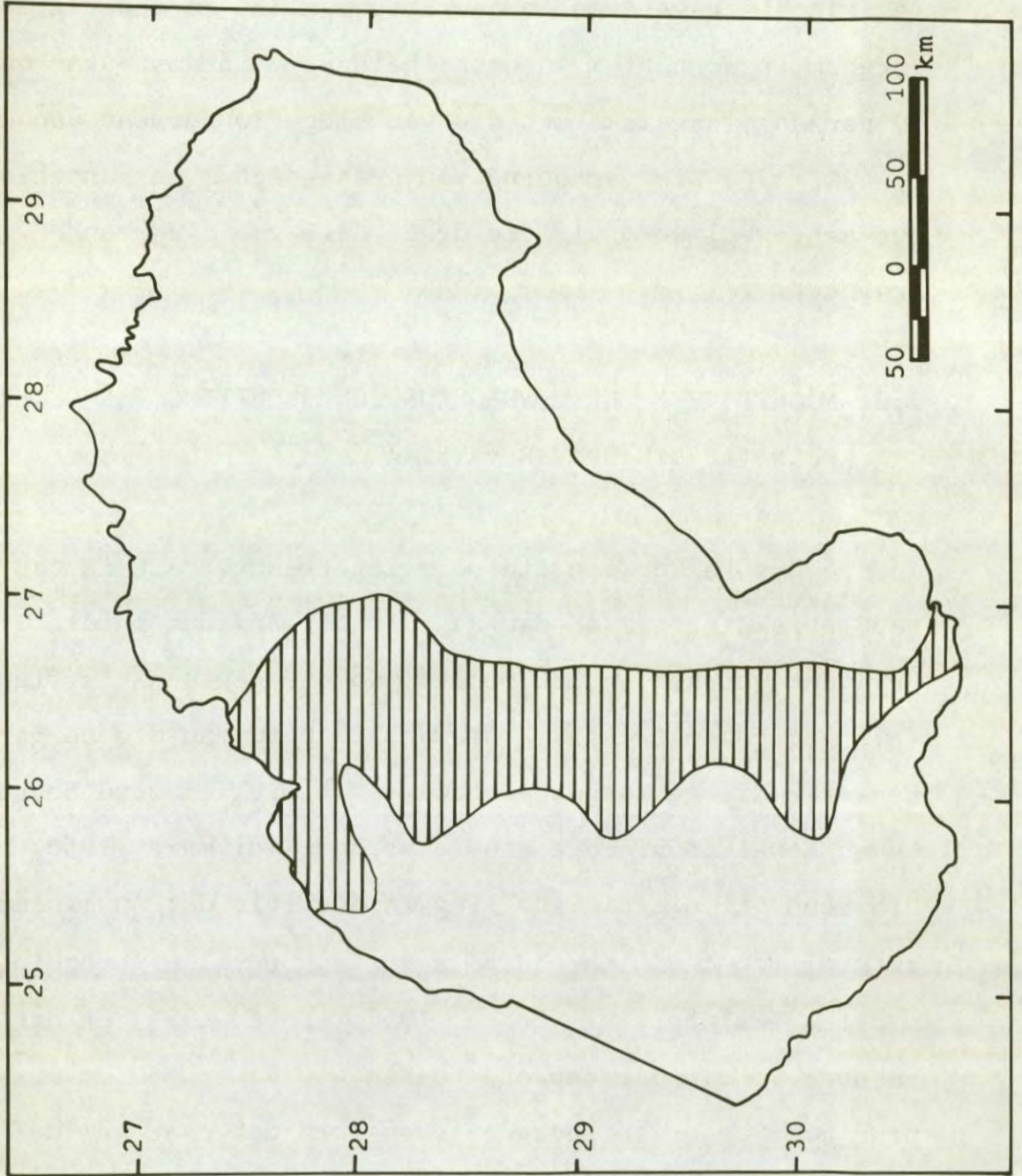
(d) Aartappels en droë boontjies vereis 'n optimale temperatuur van laer as 22°C, d.w.s., dit hou nie van te hoë temperature nie. Die noordoostelike deel van die Oranje-Vrystaat is die geskikste verbouingsgebied.

(e) In die geval van 'n neerslag van 350 mm lewer graan=sorghum en sonneblom 'n netto belasbare inkomste van ongeveer 50 persent vergeleke met dié van slegs 30 persent van mielies by 400 mm. Die verbouing van graansorghum en sonneblom sal dus aanbeveel word vir die droër dele van die Oranje-Vrystaat.

7.3 MOONTLIKE BETER LANDBOUKUNDIGE BENUTTING VAN SEKERE DELE VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

In die bespreking van die neerslageffektiwiteit is tot die gevolgtrekking geraak dat daar 'n oorgangsone in die Oranje-Vrystaat voorkom. Met behulp van dié gegewens is figuur 38 (p. 124) gekonstrueer. Die geskiktheid van die oorgang=sone vir die geslaagde verbouing van mielies word bevraag=teken sowel in hierdie studie as deur Whitmore (1950, p.47). Die rede vir hierdie stelling is die feit dat 'n minimum reënval van \pm 400 mm nodig is vir suksesvolle verbouing van mielies (Hulpboek vir boere, 1957; Nott, 1976) en dat die reënval in die oorgangsone tussen 450 mm en 550 mm wissel. Daar moet egter in gedagte gehou word dat daar wel dele in die oorgangsone aangetref word waarvan die grond 'n hoë waterhuishouding het. In dié dele kan mielies dus suksesvol verbou word. Dit is dus duidelik dat die meeste grond in

FIG. 38 DIE GEBIED WAARIN DIE AANPLANT VAN GRAANSORGHUM AANBEVEEL WORD.



die oorgangsonse beter benut kan word.

TABEL XVII: 'n VERGELYKING TUSSEN DIE OPBRENGSTE VAN MIELIES
EN GRAANSORGHUM (kilogram per hektaar) *

| | Mielies | Graansorghum |
|-------------|---------|--------------|
| Hoopstad | 1 044,0 | 1 206,0 |
| Bultfontein | 1 026,0 | 819,0 |
| Theunissen | 1 152,0 | 981,0 |
| Wesselsbron | 1 521,0 | 837,0 |
| Bothaville | 1 593,0 | 1 899,0 |
| Kroonstad | 1 350,0 | 1 170,0 |
| Lindley | 1 152,0 | 814,0 |
| Brandfort | 657,0 | 702,0 |
| Winburg | 882,0 | 891,0 |
| Boshof | 711,0 | 558,0 |

* (Dept. Statistiek, 1968 - 1972)

Indien daar na die statistiek gekyk word (tabel XVI), is dit nogal opvallend dat graansorghum in sekere gebiede hoër opbrengste lewer as mielies (Van Schalkwyk, 1976, p.34). Ten spyte van die feit dat graansorghum nie in ewe goeie grond as mielies geplant word nie, vergelyk die opbrengste daarvan goed (Nott, 1976). Oor die algemeen word graansorghum as alternatief verbou wanneer dit te laat reën en mielies gevolglik nie geplant kan word nie.

Voorts word daar gelet op die eienskappe van graansorghum. Graansorghum beskik oor die vermoë om, sodra dit baie droog word, in 'n toestand van rus te gaan en ná 'n reën opnuut te groei. Die oorgangsonse se minimum reënval van 350 mm en die temperatuur is uiters geskik vir die verbouing van graansorghum. Die voedingswaarde van graansorghum vergelyk goed met dié van mielies. Die proteïengehalte van graansorghum is hoër as dié van mielies, maar die vetgehalte laer. Hierbenewens is die kalsium- en ysterinhoud ongeveer twee keer hoër as dié van mielies (Hulpboek vir boere, 1957). Met behulp van navorsing is verskeie probleme al uitgeskakel, bv. variëteite wat bestand is teen voëls en verskeie ander peste, is gekweek en 'n egalige hoogte is verkry wat stroop aansienlik vergemaklik.

Wat die ekonomiese aspekte betref, is daar bevind dat mielies R5,94 per 90 kg-sak behaal in teenstelling met graansorghum se R7,14 per 90 kg-sak (Ferrel, Julie 1976). Volgens kosteraming in die Bothavilledistrik is tot die gevolgtrekking geraak dat die produksiekoste R104,75 per hektaar vir mielies en R107,58 per hektaar vir graansorghum beloop (Jooste, 1977).

Ná inagneming van voorgenoemde feite blyk die verbouing van graansorghum in die oorgangsonse wenslik te wees. Whitmore het reeds in 1950 aanbeveel dat graansorghum in die oorgangsonse verbou behoort te word. Vir die suksesvolle produsering van graansorghum en omrede graansorghum nog nie

in groot maat gehanteer kan word nie is dit egter noodsaaklik dat graansuiergeriewe aandag moet geniet. Daar moet aandag geskenk word aan die feit dat drogingsgeriewe ontbreek (Otto, 1976). Die droging van graansorghum is noodsaaklik, hoofsaaklik as gevolg van die feit dat die boere dit so laat plant. 'n Verdere aanbeveling is dat meer aandag geskenk moet word aan metodes om vog in die grond te bewaar ten einde sodoende die neerslageffektiwiteit te verhoog. Duidelike uiteensetting van die metodes om vog in die grond te bewaar is deur Hamman (1966), Pierre, Kirkham, Pesek, en Shaw (1965) en Black en Siddoway (1976) daargestel.

B E D A N K I N G S

Ek wil graag 'n besondere woord van dank aan Dr. J.S. le Roux van die Universiteit van die Oranje-Vrystaat en Dr. W.A. Nieman van die Universiteit van Stellenbosch rig. Sonder hulle hulp, aanmoediging en leiding gedurende die loop van die navorsing wat die huidige verhandeling voorafgegaan het, sou die werk nie voltooi kon word nie. Voorts wil ek hulle ook vir die kritiese beoordeling en verbetering van die manuskrip bedank.

Ek wil ook die ander personeellede van die Departement van Geografie van die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Universiteit van Zoeloeland en Universiteit van Suid-Afrika bedank vir die hulp wat hulle gedurende die afgelope jare aan my verleen het.

Voorts wil ek die personeel van die Weerburo in Pretoria bedank vir die hulp wat hulle aan my verleen het.

Laastens my dank aan my vrou Rachel vir haar bystand en hulp met die navorsing en voltooiing van die manuskrip.

LITERATUURVERWYSINGS

- Black, A.L. en Siddoway F.H., 1976. Dryland cropping sequences within a tall wheatgrass barrier system: Journ. Soil and Water conservation., 31/3.
- Blignaut, C.J.J., 1952. Die reënval van die Pietersburgplato: Ongepubliseerde M.A. - verhandeling, UP.
- Boshoff, T.L., 1950. Enkele aspekte van die reënval in die tapgebied van die Krokodil-, die Komati-, die Usutu- en die Pongolarivier: Ongepubliseerde M.Sc. - verhandeling, UP.
- Brook, G.A. and Mametse, M.N., 1970. Rainfall trend patterns: S.A. Geog. Journ., 52.
- Conrad, V. and Pollak, L.W., 1950. Methods in climatology: Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Cooke, H., 1946. Some observations on rainfall distribution in S.A.: S.A. Geog. Journ., 28.
- Departement van Statistiek, 1968-69. Landbou en veeteelt= produksie:
Verslag 06-01-06.
- 1970-71. Landbou en veeteelt= produksie:
Verslag 06-01-08.
- 1971-72. Landbou en veeteelt= produksie:
Verslag 06-01-09.
- 1972-73. Landbou en veeteelt= produksie:

Verslag 06-01-10.

- Du Plooy, P.W., 1949. Die klimaat van Natal: Ongepubliseerde M.A.-verhandeling, UP.
- Dyer, T.G.J., 1975. Solar activity and rainfall variation over S.A.: S.A. Journ. of Sci., 71.
- Ehlers, J.H., 1976. Dept. Landbou, Transvaalstreek, persoonlike mededeling en ongepubliseerde data.
- Fabricius, A.F., 1964. Drought investigation; North-Western Transvaal: S.A. Journ. of Sci., 60.
- Ferrel, D.A., 1976. Persoonlike mededeling. Landbou ekonomie en Bemarking, Pretoria.
- Gregory, S., 1970. Statistical methods and the geographer: Longmans, London.
- Hastenrath, S.L., 1967. Rainfall distribution and regime in Central America: Archiv für meteorologie, geophysik und bioklimatologie. serie B, band 15, heft 13.
- Hamman, H., 1966. Die mielieverbouingsituasie in die Theunissen grondbewaringsdistrik. Ongepubliseerde M.(Agric)-verhandeling, UP.
- Hayward, L.O., en Steyn, E.E., 1968. Lugvaartkundige klimatologiese opsomming: W.B. 31, Weerburo.
- Hewson, E.W. en Longley, R.W., 1951. Meteorology theoretical and applied; Wiley, London.
- Hofmeyr, W.L., 1963. District rainfall for North-Western Transvaal from 1906 to 1962: News letter, Weerburo, 171.
- Horn, L.H. en Bryson, R.A., 1960. Harmonic analysis of the annual march of precipitation over the United States: Ann. Assoc. Amer. Geog., 50.

- Jackson, E.A., 1962. Soil studies in Central Australia : Soil publication, 19, Melbourne.
- Jackson, S.P., 1951. Climates of S.A.: S.A. Geog. Journ., 33.
- Jackson, S.P. en Tyson, P.D., 1971. Aspects of weather and climate over S.A.: Environmental studies, Wits Occ. paper 6.
- Jennings, J.N., 1967. Two maps of rainfall intensity in Australia: Australia Geog., 10.
- ** Louw, W.J. en Kruger, J.P., 1967. The correlation of class A pan evaporation with various climatic factors in S.A.: Notos, 16.
1968. Potential evapotranspiration in S.A.: Notos, 17.
- Marais, M.D., 1970. Tweede verslag van die kommissie van ondersoek na die Landbou: R.P. 84/1970, Staatsdrukker.
- Maunder, W.J., 1966. Average annual rainfall patterns: New Zealand Geog., 22.
- Minister van Landbou., 1957. Hulpboek vir Boere in S.A., Deel II, Akkerbou en tuinbou: Staatsdrukker.
- Monkhouse, F.J. en Wilkinson, H.R., 1974. Maps and diagrams: Methuen, London.
- Mostert, J.W.C. 1958. Studies of the vegetation of parts of the Bloemfontein and Brandfort districts: Staatsdrukker, Pretoria.
- Nieman, W.A., 1968. 'n Vergelyking van uurlikse en ander frekwensie patrone van lugtemperatuur by vier waarnemingsstasies in S.A.: Ongepubliseerde M.Sc. -

- verhandeling, US.
- Nott, R.W., 1976. Dept Landbouetegniese Dienste, Pretoria,
Persoonlike mededeling.
- Otto, A.P., 1976. Persoonlike mededeling. Landbou Voorligter,
Triomf, Hen²eman.
- Pierre, W., Kirkham, D., Pesekj, en Shaw, R., 1965. Plant
environment and efficient water use: Amer. Soc. of
Agronomy, Wisconsin.
- Prescott, J.A., Collins, J.A. en Shirpurkar, G.R., 1952. The
comparative climatology of Australia and Argentina:
Geog. Rev., 42.
- Preston-Whyte, R.A., 1974. Climatic classification of S.A.:
S.A. Geog. Journ., 56.
- Schoeman, H.M., 1969. Enkele aspekte van die reënval van die
Suidoostelike Transvaal wes van die eskarpement: Onge=
publiseerde M.Sc. - verhandeling, UP.
- Schulze, B.R., 1947. The climates of S.A. according to the
classifications of Köppen and Thornthwaite: S.A. Geog.
Journ., 29.
- Schulze, B.R., 1958. The climate of S.A. according to
Thornthwaite rationale classification:
S.A. Geog. Journ., 40.
1963. A closer look into the annual march of
precipitation at Pretoria: Nuusbrief,
Weerburo, 175.
1965. Klimaat van S.A.: W.B. 28, deel 8.

- Schumann, T.E.W. en Thompson, W.R., 1934. A study of S.A. rainfall secular variations and agricultural aspects: U.P. serie 1,28.
- Schumann, T.E.W. en Mostert, J.S., 1949. On the variability and reliability of precipitation: Bulletin Amer. Meteor. Soc., 30.
- Shanan, L., Evenari, M. en Tadmor, N.H., 1967. Rainfall patterns in the central Negev Desert: Israel exploration Journ., 17.
- Tancred, P., 1972. Klimaattipes van Oos-Kaapland volgens die Köppen en Thornthwaite klassifikasies: Ongepubliseerde M.A.-verhandeling U.S.
- Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate: Geog. Rev., 38.
- Tyson, P.D., 1969. Atmospheric circulation and precipitation over S.A.: Environmental studies, Wits. occ. paper 2.
★
- Dyer, T.G.J. en Mametse, M., 1975. Secular changes in S.A. rainfall: Quart. Journ. Roy. Met. Soc., 101.
- Van den Berg, H.J.T., 1976. Assistent Direkteur, Weervoorspelling, Weerburo : Persoonlike mededeling.
- Van der Westhuizen, H.P., 1952. Enkele aspekte van die reënval van Suidwestelike Transvaal: Ongepubliseerde M.A.-verhandeling, UP.
- Van Schalkwyk, W., 1976. Sorghum does better than maize: Farmer's Weekly. July 28.

- Vitkevick, V.I., 1963. Agricultural meteorology: S. Monson, Jerusalem.
- Vorster, J.H., 1946. Sekere kenmerke van die reënval van die Oranje-Vrystaat: Ongepubliseerde M.Sc. - verhandeling, UP.
1957. Trends in long range rainfall records in S.A.: S.A. Geog. Journ., 39.
- Klimaat van S.A. 1954. W.B. 19 deel I.
- Klimaat van S.A., 1960. Streekreënval: Deel 5, Weerburo.
- Jaarlikse stralingsverslae., 1970-1974. Weerburo, Staatsdrukker.
- Radiosonde van Bloemfontein., 1973. Weerburo, Staatsdrukker.
- Whitmore, J.A., 1950. Die marginale gebiede van die O.V.S.: Boerd. S.A., 25.
- ** Jooste, J., 1977. Departement Ekonomie en Bemarking, Pretoria: Persoonlike mededeling.
- * Tyson, P.D., 1971. Spatial variation of rainfall spectra in S.A.: Ann. Assoc. Amer. Geog., 61

BYLAE I : DIE KORRELASIE TUSSEN TEMPERATUUR EN VERDAMPING

| Maand | Liniere korrelasie-koëffisiënt | Afsnit | Gradiënt |
|-------|--------------------------------|--------|----------|
| Jan. | 8,32547 | 1,4406 | 2,9982 |
| Febr. | 7,42513 | 1,3453 | 3,6383 |
| Mrt. | 5,73693 | 1,4167 | 3,0657 |
| Apr. | 6,71729 | 8,4391 | 5,2991 |
| Mei | 6,40394 | 4,7091 | 6,7464 |
| Jun. | 5,27974 | 2,9979 | 6,2427 |
| Jul. | 6,25617 | 3,2369 | 5,1532 |
| Aug. | 8,27738 | 1,8740 | 5,9543 |
| Sept. | 6,97451 | 8,5448 | 3,1850 |
| Okt. | 6,90109 | 1,0541 | 2,9633 |
| Nov. | 8,48281 | 1,2200 | 2,9633 |
| Des. | 8,26929 | 1,4089 | 2,6516 |

BYLAÉ 2 : SOMERNEERSLAGEFFEKTIVITEIT WAT GEBASEER IS OP
 SOMERNEERSLAG, WERKLIKE VERDAMPING EN POTENSIELE
 EVAPOTRANSPIRASIE VAN KORT GEWASSE

| | SOMERNEERSLAGEFFEKTIVITEIT | SOMERNEERSLAGEFFEKTIVITEIT (Kort gewasse) |
|--------------|----------------------------|--|
| Vereeniging | ,86 | 1,34 |
| Vredefort | 1,00 | 1,31 |
| Bothaville | ,85 | 1,08 |
| Koppies | ,94 | 1,18 |
| Heilbron | ,98 | 1,23 |
| Frankfort | ,85 | 1,05 |
| Villiers | 1,18 | 1,44 |
| Vrede | 1,17 | 1,34 |
| Bloemhof | ,68 | ,90 |
| Christiana | ,54 | ,74 |
| Hoopstad | ,70 | ,93 |
| Wesselsbron | ,60 | ,79 |
| Odendaalsrus | ,74 | ,93 |
| Welkom | ,69 | ,87 |
| Kroonstad | ,91 | 1,10 |
| Lindley | 1,10 | 1,34 |
| Reitz | 1,14 | 1,46 |
| Warden | 1,23 | 1,48 |
| Vaalharts | ,47 | ,69 |
| Hertzogville | ,59 | ,81 |
| Bultfontein | ,70 | ,93 |
| Theunissen | ,77 | ,97 |
| Ventersburg | ,93 | 1,12 |
| Winburg | ,91 | 1,08 |
| Senekal | 1,10 | 1,26 |
| Bethlehem | 1,18 | 1,46 |
| Harrismith | 1,16 | 1,43 |
| Kimberley | ,44 | ,64 |
| Boshof | ,48 | ,68 |

| | | |
|------------------|------|------|
| Florisbad | ,61 | ,82 |
| Brandfort | ,74 | ,97 |
| Verkeerdevlei | ,89 | 1,06 |
| Excelsior | ,91 | 1,03 |
| Marquard | 1,30 | 1,49 |
| Clocolan | 1,18 | 1,35 |
| Ficksburg | 1,33 | 1,64 |
| Jacobsdal | ,33 | ,48 |
| Petrusburg | ,48 | ,67 |
| De Brug | ,62 | ,86 |
| Bloemfontein | ,72 | ,92 |
| Kafferrivier | ,61 | ,80 |
| Thaba Nchu | ,88 | 1,06 |
| Ladybrand | 1,17 | 1,30 |
| Maseru | 1,16 | 1,33 |
| Luckhoff | ,38 | ,56 |
| Fauresmith | ,49 | ,69 |
| Jagersfontein | ,45 | ,61 |
| Edenburg | ,55 | ,71 |
| Reddersburg | ,61 | ,78 |
| Dewetsdorp | ,82 | ,98 |
| Wepener | ,89 | 1,01 |
| Philippolis | ,43 | ,61 |
| Springfontein | ,56 | ,71 |
| Trompsburg | ,64 | ,82 |
| Smithfield | ,72 | ,86 |
| Rouxville | ,92 | 1,04 |
| Zastron | 1,09 | 1,23 |
| Colesberg | ,45 | ,60 |
| Venterstad | ,56 | ,68 |
| Bethulie | ,59 | ,72 |
| Aliwal-Noord | ,72 | ,82 |

BYLAE 3: REGRESSIEKOEFFISIËNT EN GEMIDDELDE AFWYKING VAN REËNVAL

| STASIE | REGRESSIEKOEFFISIËNT (R.K.) EN GEMIDDELDE AFWYKING (G.A.) | | | | | | | |
|--------------|---|------|---------|------|---------|------|-------|------|
| | 30 JAAR | | 10 JAAR | | 10 JAAR | | | |
| | R.K. | G.A. | R.K. | G.A. | R.K. | G.A. | | |
| Ficksburg | -3,7 | 18,8 | 5,8 | 16,2 | -1,9 | 17,1 | 0,0 | 20,8 |
| Harrismith | 0,0 | 20,8 | 0,6 | 23,5 | 6,2 | 21,6 | -7,9 | 17,0 |
| Kroonstad | -1,2 | 18,4 | -20,5 | 17,5 | -17,6 | 22,2 | 11,3 | 15,8 |
| Reitz | -1,0 | 14,3 | -25,6 | 17,1 | 6,1 | 8,7 | 3,5 | 16,0 |
| Heilbron | -3,4 | 20,5 | -20,2 | 16,8 | -5,4 | 18,9 | -19,3 | 26,1 |
| Vereeniging | 0,1 | 11,5 | -9,8 | 5,3 | 17,6 | 13,0 | -1,4 | 14,5 |
| Colesberg | -3,2 | 28,7 | 9,9 | 26,5 | -18,9 | 26,3 | 8,8 | 30,9 |
| Phillippolis | -2,1 | 27,0 | 2,5 | 30,3 | 5,6 | 18,5 | 1,6 | 29,6 |
| Bethulie | -0,7 | 24,7 | -12,8 | 24,2 | 7,5 | 13,5 | -5,3 | 30,3 |
| Maseru | -3,2 | 16,1 | -11,8 | 18,7 | 7,9 | 14,9 | -12,4 | 13,1 |
| Bethlehem | -2,6 | 11,2 | -7,1 | 5,1 | -6,5 | 8,4 | 1,5 | 19,2 |

| | | | | | | | | |
|---------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| Fauresmith | 0,5 | 22,4 | -6,8 | 25,4 | 5,1 | 20,8 | -16,8 | 21,3 |
| Wepener | -1,9 | 20,4 | 11,4 | 22,0 | 12,0 | 13,6 | -21,1 | 16,7 |
| Bloemfontein | -3,2 | 16,4 | -12,5 | 20,2 | 8,3 | 14,2 | -11,6 | 11,3 |
| Kimberley | -1,9 | 23,9 | 6,6 | 24,9 | 7,9 | 15,0 | -0,9 | 29,9 |
| Brandfort | -4,4 | 20,4 | -33,1 | 26,1 | 11,5 | 13,3 | -14,2 | 20,7 |
| Winburg | -5,6 | 19,5 | -18,9 | 20,9 | 4,9 | 13,8 | 7,3 | 19,4 |
| Hoopstad | -1,0 | 17,6 | -18,6 | 13,1 | 18,6 | 14,9 | -2,7 | 23,4 |
| Aliwal-Noord | 2,2 | 23,6 | -15,8 | 32,7 | 25,5 | 15,0 | -17,2 | 21,6 |
| Springfontein | -3,2 | 23,5 | -19,1 | 26,0 | -0,5 | 14,0 | -11,2 | 25,9 |
| Trompsburg | 1,9 | 24,4 | 2,1 | 30,0 | 17,0 | 14,6 | 6,1 | 21,3 |
| Rouxville | -0,3 | 19,7 | -2,7 | 20,1 | 1,3 | 7,6 | -5,7 | 24,6 |
| Zastron | -1,3 | 21,6 | -11,2 | 26,9 | 20,9 | 13,4 | -k2,0 | 23,1 |
| Vredefort | -8,5 | 18,8 | -13,3 | 15,2 | 2,5 | 15,5 | -5,0 | 14,7 |
| Villiers | -8,2 | 19,2 | -26,2 | 16,4 | 5,6 | 13,7 | 1,6 | 23,4 |
| Frankfort | -1,4 | 19,0 | -38,4 | 20,9 | 8,1 | 15,3 | 5,3 | 20,4 |
| Viljoenskroon | -5,9 | 16,4 | -2,9 | 20,4 | 7,3 | 7,7 | -11,6 | 18,7 |
| Bothaville | -4,3 | 20,2 | -47,0 | 23,8 | -16,7 | 17,2 | -2,0 | 19,9 |

| | | | | | | | | |
|---------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| Memel | -4,3 | 18,8 | -34,2 | 20,1 | -5,3 | 17,2 | -6,7 | 18,7 |
| Warden | -8,8 | 23,1 | -62,4 | 26,9 | -4,6 | 17,9 | -5,3 | 22,0 |
| Odendaalsrus | -5,3 | 17,8 | -31,4 | 22,8 | -10,9 | 10,7 | 6,3 | 17,2 |
| Wesselsbron | -2,6 | 20,4 | -24,8 | 24,4 | -0,7 | 13,1 | 12,6 | 22,6 |
| Bloemhof | -3,1 | 21,5 | -41,1 | 22,5 | 16,5 | 24,3 | -5,4 | 18,2 |
| Senekal | -4,9 | 18,6 | -12,6 | 18,7 | 0,0 | 16,7 | -2,6 | 18,6 |
| Ventersburg | -8,0 | 21,3 | -31,5 | 25,0 | -1,5 | 15,1 | 6,4 | 14,5 |
| Theunissen | -2,9 | 18,5 | -24,2 | 16,0 | 5,0 | 17,3 | -12,2 | 21,1 |
| Luckhoff | -1,6 | 27,8 | -6,4 | 38,2 | 3,8 | 15,3 | -2,0 | 28,4 |
| Jagersfontein | -2,8 | 30,9 | -13,9 | 39,1 | -3,7 | 23,2 | -10,2 | 30,4 |
| Edenburg | -3,0 | 27,9 | -13,6 | 39,7 | 3,3 | 17,1 | 7,5 | 25,2 |
| Dewetsdorp | -3,0 | 19,2 | -2,8 | 23,2 | -6,3 | 15,4 | -5,4 | 14,7 |
| Jacobsdal | -0,2 | 25,6 | -6,6 | 32,9 | 8,3 | 19,1 | 1,5 | 22,3 |
| Thaba Nchu | -0,2 | 18,2 | -12,9 | 21,0 | 19,5 | 12,0 | -10,6 | 19,2 |
| Florisbad | -2,5 | 20,9 | -13,7 | 22,8 | 4,2 | 14,4 | -3,2 | 24,3 |
| Verkeerdevlei | -2,6 | 19,3 | -31,4 | 26,6 | 2,6 | 12,4 | -6,0 | 17,2 |
| Excelsior | -2,8 | 20,8 | -25,0 | 27,1 | 9,6 | 12,6 | -29,8 | 23,3 |

| | | | | | | | | |
|--------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Bultfontein | -3,2 | 19,7 | -31,9 | 21,8 | 7,5 | 15,1 | -3,3 | 21,3 |
| Hertzogville | 0,8 | 24,9 | -8,1 | 29,5 | 21,2 | 23,8 | -5,6 | 20,3 |

BYLAË 4 : DIE STANDAARDAFWYKING, GEMIDDELDE AFWYKING EN
DIE VARIANSIE VAN REËNVAL

| Stasie | Standaardafwyking | Gemiddelde afwyking | Variansie |
|---------------|-------------------|---------------------|-----------|
| Harrismith | 174,1 | 130,7 | 30 304,9 |
| Kroonstad | 131,6 | 101,3 | 17 309,0 |
| Reitz | 129,7 | 99,6 | 16 826,6 |
| Heilbron | 158,4 | 126,3 | 25 103,7 |
| Vereeniging | 94,2 | 77,0 | 8 875,2 |
| Colesberg | 126,1 | 103,9 | 15 896,1 |
| Philippolis | 130,7 | 104,4 | 17 085,9 |
| Bethulie | 123,3 | 107,3 | 15 209,2 |
| Maseru | 150,1 | 108,4 | 22 522,2 |
| xBethlehem | 101,7 | 77,5 | 10 337,1 |
| Fauresmith | 128,9 | 102,9 | 16 615,6 |
| Wepener | 153,7 | 119,7 | 23 631,2 |
| Bloemfontein | 125,9 | 89,2 | 15 849,4 |
| xKimberley | 129,8 | 98,9 | 16 856,6 |
| Brandfort | 155,0 | 109,9 | 24 026,4 |
| Winburg | 151,8 | 109,8 | 23 038,1 |
| Hoopstad | 104,1 | 89,7 | 10 826,5 |
| Aliwal-Noord | 137,1 | 116,2 | 18 802,9 |
| Springfontein | 128,3 | 99,8 | 16 469,8 |
| Trompsburg | 127,2 | 104,2 | 16 175,7 |
| Rouxville | 139,3 | 113,3 | 19 407,6 |
| Zastron | 188,8 | 144,9 | 35 634,3 |
| Vredefort | 151,3 | 118,9 | 22 776,6 |
| Villiers | 176,3 | 132,6 | 31 105,2 |
| Frankfort | 137,9 | 118,6 | 19 024,7 |
| Viljoenskroon | 129,3 | 95,4 | 16 708,3 |
| Bothaville | 149,0 | 107,9 | 22 204,8 |
| Memel | 164,3 | 130,4 | 26 987,8 |
| Warden | 224,4 | 161,3 | 50 353,7 |
| Odendaalsrus | 135,7 | 94,3 | 18 420,9 |
| Wesselsbron | 116,8 | 87,1 | 13 644,3 |
| Bloemhof | 140,3 | 102,6 | 19 683,6 |
| Senekal | 141,5 | 115,8 | 20 023,2 |
| Ventersburg | 165,4 | 118,3 | 27 371,6 |
| Theunissen | 127,0 | 96,9 | 16 137,1 |
| Jagersfontein | 146,7 | 114,4 | 21 511,1 |
| Edenburg | 157,0 | 120,5 | 24 654,0 |
| Dewetsdorp | 130,9 | 109,6 | 17 134,0 |
| Jacobsdal | 115,9 | 91,7 | 13 444,1 |
| Florisbad | 124,9 | 98,3 | 15 587,7 |
| Excelsior | 195,9 | 145,8 | 38 355,6 |
| Clocolan | 173,3 | 137,2 | 30 030,9 |
| Bultfontein | 131,6 | 98,2 | 17 318,9 |
| Hertzogville | 149,3 | 120,7 | 22 299,0 |

BYLAE 5 : NEERSLAGVERANDERLIKHEID EN WAARSKYNLIKHEID VAN
DIE REËNVAL

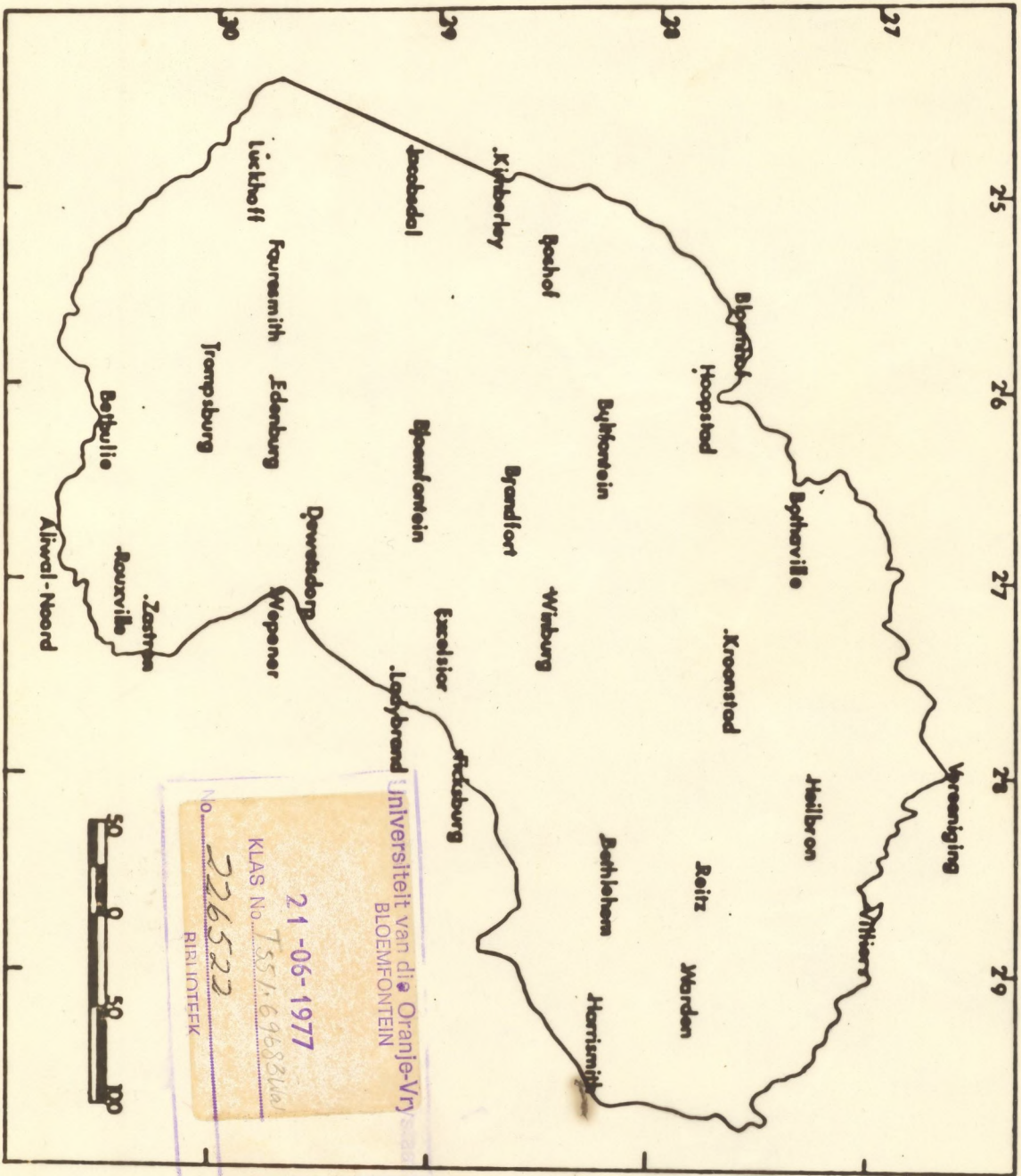
| Stasie | Veranderlikheid (persent) | Waarskynlikheid met kritiese waarde 500 mm (persent) |
|---------------|------------------------------|--|
| Harrismith | 27,8 | 76,6 |
| Kroonstad | 23,9 | 64,8 |
| Reitz | 18,6 | 93,6 |
| Heilbron | 25,5 | 77,9 |
| Vereeniging | 14,1 | 96,4 |
| Colesberg | 34,8 | 13,6 |
| Philippolis | 33,8 | 19,2 |
| Bethulie | 28,4 | 29,8 |
| Maseru | 22,3 | 87,7 |
| Bethlehem | 14,7 | 96,9 |
| Fauresmith | 28,1 | 37,5 |
| Wepener | 26,2 | 71,2 |
| Bloemfontein | 23,1 | 64,0 |
| Kimberley | 31,3 | 25,5 |
| Brandfort | 28,8 | 59,5 |
| Winburg | 26,9 | 66,3 |
| Hoopstad | 20,4 | 53,6 |
| Aliwal-Noord | 27,9 | 47,6 |
| Springfontein | 30,2 | 28,1 |
| Trompsburg | 29,8 | 28,5 |
| Rouxville | 24,3 | 70,2 |
| Zastron | 28,2 | 81,6 |
| Vredefort | 23,9 | 81,0 |
| Villiers | 25,5 | 86,0 |
| Frankfort | 22,1 | 81,6 |
| Viljoenskroon | 22,2 | 73,5 |
| Bothaville | 27,0 | 63,6 |
| Memel | 23,7 | 88,0 |

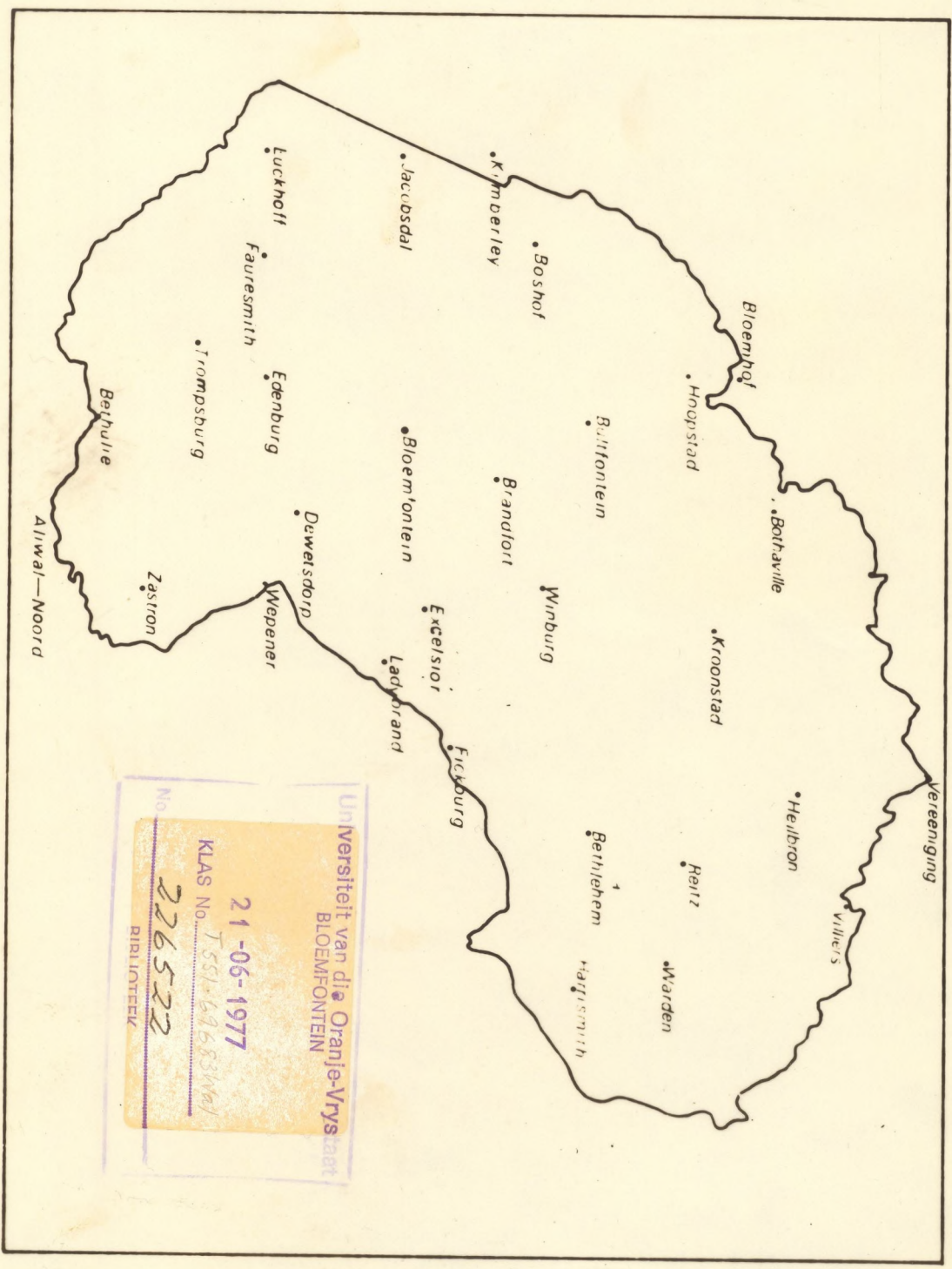
| | | |
|---------------|------|------|
| Warden | 32,1 | 81,3 |
| Odendaalsrus | 25,6 | 58,7 |
| Wesselsbron | 27,3 | 27,1 |
| Bloemhof | 29,4 | 43,7 |
| Senekal | 22,7 | 80,8 |
| Ventersburg | 29,8 | 63,3 |
| Theunissen | 24,2 | 57,5 |
| Jagersfontein | 35,3 | 28,5 |
| Edenburg | 36,3 | 33,4 |
| Dewetsdorp | 22,9 | 70,5 |
| Jacobsdal | 32,4 | 11,0 |
| Thaba Nchu | 24,4 | 75,5 |
| Florisbad | 26,5 | 40,5 |
| Verkeerdevlei | 26,7 | 68,1 |
| Excelsior | 33,8 | 65,5 |
| Clocolan | 25,8 | 84,1 |
| Bultfontein | 26,3 | 50,0 |
| Hertzogville | 30,8 | 46,0 |

BYLAË 6 : NEERSLAGBETROUBAARHEID VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

| | |
|--------------|------|
| Bethlehem | 0,85 |
| Kroonstad | 0,85 |
| Vrede | 0,82 |
| Heilbron | 0,79 |
| Colesberg | 0,77 |
| Aliwal-Noord | 0,79 |
| Vereeniging | 0,85 |
| Philippolis | 0,76 |
| Bethulie | 0,76 |
| Fauresmith | 0,80 |
| Wepener | 0,81 |
| Trompsburg | 0,83 |
| Bloemfontein | 0,85 |
| Kimberley | 0,78 |
| Brandfort | 0,83 |
| Winburg | 0,83 |
| Hoopstad | 0,82 |







Universiteit van die Oranje-Vrystaat
BLOEMFONTEIN

21-06-1977
T 551-69683Waf
KLAS NO. 226522

No. 226522
BIBLIOTHEEK



Universiteit van die Oranje-Vrystaat
BLOEMFONTEIN

21-06-1977
KLAS NO. T551.6983 Mol

NO. 226522
BIBLIOTHEEK