

P C NEL
H H FISCHER
J G ANNANDALE
R E STEYNBERG

WATERBEHOEFTE VAN DRIE AKKERBOU- EN DRIE GROENTEGEWASSE

Verslag aan die
WATERNAVORSINGSKOMMISSIE
deur die
DEPARTEMENT PLANTPRODUKSIE
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

W N K Verslag Ny 84/1/86

WATERBEHOEFTE VAN DRIE AKKERBOU-
EN DRIE GROENTEGEWASSE

deur

P.C. Nel, D.Sc.(Agric), Professor en Hoof van Departement
H.H. Fischer, M.Sc(Agric), Senior Navorsingsbeampste
J.G. Annandale, B.Sc. (Agric) Hons, Lektor
R.E. Steynberg, B.Sc. (Agric) Hons, Lektor

DEPARTEMENT PLANTPRODUKSIE
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

Desember 1985

INHOUDSOPGAWE

DANKBETUIGING	1
1 OPSOMMING	3
2 INLEIDING	8
3 PERSONEEL, MATERIAAL EN METODES	11
3.1 Personeel	11
3.2 Fasiliteite	11
3.3 Toerusting	16
3.4 Gewasverbouingsbesonderhede	18
4 WATERVERBRUIK DEUR STAMBONE, KOPKOOL EN TAMATIES ONDER BE- BEDEKKING	21
4.1 Stambone	21
4.2 Kopkool	26
4.3 Tamaties	32
4.4 Algemene Gevolgtrekkings	37
5 WATERBEHOEFTE VAN KOPKOOL IN DIE WINTER	40
5.1 Lisimeters	40
5.2 Grondvogstudies op die Modelpersele	44
5.3 Veldproewe	69
5.4 Samevatting.....	74
6 WATERBEHOEFTE VAN TAMATIES	89
6.1 Lisimeters buite die tonnel	89
6.2 Mikrobessproeiingspersele in die ope (1983/84)	93
6.3 Vogstudies op klei-, leem- en sandgrond (modelpersele)	93
6.4 Veldproewe	101
6.5 Samevatting	109
7 BESPROEIINGSTUDIES MET GRONDBONE	114
7.1 Besproeiing volgens kumulatiewe panverdamping (1982/83)	114
7.2 Besproeiing volgens grondvogonttrekking en kumulatiewe panverdamping (1983/84 en 1984/85)	116
7.3 Samevatting	121
8 DIE INVLOED VAN GRONDVrugBAARHEID EN WATERVOORSIENING OP DIE VEGE- TATIEWE GROEI, OPBRENGS EN WATERVERHOUDINGS VAN KORING	129
8.1 Inleiding	129
8.2 Materiaal en metodes	129
8.3 Resultate en bespreking	141

8.4	Gevolgtrekkings.....	155
9	WATERVERBRUIK DEUR MIELIES BY VERSKILLEND VAKKE	
	VAN PLANTVOEDINGSELEMENTVOORSIENING	156
9.1	Eksperimentele prosedure	156
9.2	Resultate	161
9.3	Algemene Bespreking	170
9.4	Gevolgtrekkings	172
	PUBLIKASIES EN REFERATE	173
	VERWYSINGS	174
	BYLAE A	178
	BYLAE B	193

DANKBETUIGING

Hierdie projek is op die proefseksie van die Departement Plantproduksie op die proefplaas van die Universiteit van Pretoria uitgevoer met finansiële steun van die Waternavorsingskommissie (WNK). Ruim ondersteuning is van die WNK ontvang vir die aankoop van die nodige apparaat en oprigting van navorsingsfasiliteite, vir die salarisse van 'n senior navorsingsbeampte, tegnikus en 'n arbeider sowel as vir die grootste gedeelte van die roetine- en vervoeruitgawes. Hiervoor wens die skrywers hul opregte dank en waardering uit te spreek.

Erkenning word verleen vir die bydrae van die Universiteit van Pretoria wat verantwoordelik was vir die proefterrein, laboratorium- en kantoorfasiliteite en arbeid asook vir personeel- en finansiële administrasie van die projek. Die volgende persone en instansies het 'n betekenisvolle bydrae gelewer tot die sukses van die projek en waardering word graag aan hulle betuig:

Die evalueringskomitee, nl. die voorsitters, Mnr DS van die Merwe en later Dr G C Green, en die volgende lede: Dr J T Meynhardt, Prof J J Human, Dr P C Reid, Mnre P F Pretorius, O J Olivier, P F Nortje, D J G Thiart (Sekretaris) en F P Marais (Sekretaris).

Die Navorsingsinstituut vir Elektroniese Ingenieurswese van die WNNR wat altyd bereid was om te help as daar probleme met die vogmeter en dataversamelaar ondervind is.

Die Navorsingsinstituut vir Graangewasse te Potchefstroom vir die beskikbaarstelling van hul dop- en sifgeriewe vir die verwerking van die grondboonopbrengste.

Die Misstofvereniging van Suid-Afrika vir die gebruik van hul neutrongrondvogmeter toe probleme met die ou "NEA"-tipe neutronvogmeter ondervind is.

Die Navorsingsinstituut vir Grond en Besproeiing vir gebruik van hul infrarooitermometer om blaredaktemperatuur te monitor.

Tegnici in die persone van mej C Oosterhuis, mnre P J Nel en I de Lange asook mnr J J de Beer, verantwoordelike tegnikus op die proefseksie van die Departement Plantproduksie, en ander personeel van die Departement Plantproduksie wat behulpzaam was met die tegniese uitvoering van die projek.

HOOFSTUK 1

OPSOMMING

'n Navorsingsprojek met die volgende doelstellings is van 1981 tot 1985 deur die Departement Plantproduksie van die Universiteit van Pretoria onderneem met finansiële steun deur die Waternavorsingskommissie:

(1) Om op sistematiese wyse die waterbehoefte van groenbone, kool, tafeltamaties en grondbone te ondersoek met die oog op die beplanning en verfyning van besproeiingsprogramme.

(2) Die evaluering van die waterverbruik deur koring en mielies by verskillende vlakke van plantvoedingselementvoorsiening, en die invloed van vogstremming en voedingspeil op opbrengsparameters.

Die navorsingsprogram is volledig uitgevoer. Daar is in die breë doelstellings geslaag en dit het die aandag gevestig op verskeie fasette waarvoor verdere navorsing vereis word.

Gedurende die eerste twee jaar is heelwat tyd bestee aan die vestiging en verandering van proeffasiliteite. Twee weegbare lisimeters is, onder andere, geïnstalleer en 'n verbeterde besproeiingstelsel is op die koring- en mieliebesproeiingsproewe in gebruik geneem.

Die navorsing op stambone is gedurende die eerste somer in die tonnel uitgevoer ter afhandeling van uitgebreide navorsing gedurende die vorige projektermyn (kyk Nel, Burgers & Naude, 1980). Intensiewe navorsing na die waterbehoefte by kopkool, tamaties, koring en mielies het die laaste drie tot vier jaar in beslag geneem. Die navorsing op grondbone was weens gebrek aan tyd en fasiliteite minder intensief en was daarop gemik om 'n breë aanduiding van sy waterverbruikspatroon te kry.

Die belangrikste navorsingsresultate was soos volg:

Tonnelproeue

Navorsing met stambone, kopkool en tamaties is in die groeitonnel uitgevoer op die lisimeters en mikrobefproeiingspersele.

Die uitstaande resultaat was die besonder hoë gewasfaktore binne die tonnel. Dit was veral te wyte aan verlaagde panverdamping gemeet binne die tonnel. Evapotranspirasie (ET) is minder deur bedekking beïnvloed. Waar gewasfaktore dus as besproeiingskriterium binne die tonnel gebruik is, het dit langer besproeiingsintervalle en gevolglik hoër plantvogstremmings tot gevolg gehad. Dit was nie moontlik om vanaf tonneltoestande na proewe in die ope te ekstrapoleer nie. Gevolglik is die tonnel gedurende 1983 verwyder.

Kopkool

Die uitstaande kenmerk van kopkool was sy droogtebestandheids-eienskappe en sy vermoë om by lae grondvogpeile nog 'n redelike oes te lewer. Tot meer as 40 persent van die totale vogbehoefte kan uit die 80-160cm grondlaag onttrek word. Dit dui op 'n goedontwikkelde wortelstelsel. Beduidende vogstremming word eers ondervind nadat meer as 70% van die beskikbare vog in die boonste 80cm onttrek is.

Onder heersende toestande vereis kopkool 350 tot 400 mm grondvog vir optimale produksie.

Vir besproeiingskedulering word 'n effektiewe worteldiepte van 80 cm tesame met die volgende skedules aanbeveel:

Sandgrond: ΣEP45d36 (f0,8) - besproei 36mm na elke 45mm netto
panverdamping (vir reën gekorrigeer
soos aangedui op bladsy 16)

Klei en leem: ΣEP70d56 (f0,8) - besproei 56mm na elke 70 mm netto
panverdamping

Lokale toestande soos grondeienskappe en die metode van besproeiing moet deeglik oorweeg word by die bepaling van 'n geskikte besproeiingsprogram. Onder gunstige grondvogtoestande was kopkoolopbrengste in die orde van $250 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ water.

Tamaties

Alhoewel die vogbehoefte gedurende die vegetatiewe stadium laag is, benodig tamaties goeie vogtoestande gedurende die vrugontwikkeling- en rypwordingstadium. Totale waterbehoefte van die cultivar, Flora Dade, was ongeveer 600mm op klei- en leemgrond en 450mm op sandgrond.

'n Effektiewe worteldiepte, vir besproeiingsdoeleindes, van 80cm word aanbeveel. Tamaties onttrek ongeveer 75 persent van sy totale waterbehoefte uit hierdie grondlaag.

Vir hoë produksie behoort besproei te word sodra 60 persent van die beskikbare grondvog in die boonste 80cm onttrek is. By 70 persent onttrekking kan opbrengsverlaging as gevolg van vogstremming verwag word.

Onder plaaslike toestande is goeie opbrengste met die volgende besproeiingsprogram op leemgrond verkry:

IEP125d50 (f0,4) gedurende die vegetatiewe groeifase (15-60 dae)

IEP85d68 (f0,8) daarna (61-150 dae)

Plaaslike omstandighede soos grondeienskappe, metode van besproeiing en oesprosedure, sal ook oorweeg moet word by die vasstelling van 'n geskikte besproeiingsprogram.

Onder goeie bestuur kan $200 \text{ kg tamaties ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ water geproduseer word.

Grondbone

Die waterbehoefte van grondbone is met veldproewe oor drie seisoene ondersoek. Onder die proeftoestande het grondbone ongeveer 600mm water vir optimale produksie benodig.

Maksimum vogonttrekking uit die 0-80cm en 80-120cm grondlae was onderskeidelik 110mm en 40mm. Vogonttrekking tot 75 persent van die beskikbare vog in die boonste 80cm het opbrengste nie wesenlik benadeel nie.

Die volgende besproeiingskedule word aanbeveel vir plaaslike toestande:

ΣEP125d40 (f0,32) gedurende die eerste 45 dae na plant

ΣEP125d75 (f0,6) daarna

Die invloed van vogstremming tydens verskillende groeifases kon met die beskikbare fasiliteite nie bevredigend ondersoek word nie.

Opbrengsvlakke het oor die drie seisoene geleidelik afgeneem. By die beter besproeiings is ongeveer $5,5 \text{ kg pitte ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ water geproduseer.

Koring

Daar bestaan 'n baie sterk verband tussen opbrengs en blaaroppervlakduurte na antese. Dit is belangrik omdat daar ook 'n baie sterk verband is tussen opbrengs en waterverbruiksdoeltreffendheid. Binne perke blyk dit dus dat faktore wat opbrengs verhoog ook die doeltreffendheid van vogverbruik verhoog.

Die effek van die drie makroelemente N, P en K, op opbrengs, totale bogrondse droëmassa, oesindeks, totale waterverbruik en waterverbruiksdoeltreffendheid is ondersoek. Deurgaans het P die grootste betekenisvolle verhoging getoon.

Van verdere belang is dat plantvoeding ook 'n indirekte effek op plantwaterverhoudings het deurdat dit die profielbeskikbare water beïnvloed, waarskynlik as gevolg van die effek daarvan op wortelontwikkeling.

Dit blyk ook dat voeding 'n effek het op osmotiese aanpassing, 'n belangrike droogtebestandheidsmeganisme. Plante wat weens voedinggebreke nie kan aanpas nie, is baie meer droogtegevoelig as plante wat wel die vermoë het om aan te pas.

Mielies

Daar is uitstekend in die doel geslaag om wisselwerking tussen voedingselementvoorsiening en waterverbruik by mielies in 'n langtermyn bemestingsproef aan te toon. Vlakke van P en K in die grond het baie laag gedaal waar P en K weerhou is vir die tydperk van die proef. Dit het veroorsaak dat plantegroei, opbrengs en waterverbruiksdoeltreffendheid betekenisvol bevoordeel is deur P- en K-bemesting. N-effekte het nie altyd gemanifesteer nie vanweë vertroebeling as gevolg van N-verskaffing deur winterverboude erte op dieselfde grond. Desondanks het betekenisvolle W x N wisselwerking beklemtoon dat N-voorsiening ook noodsaaklik was vir verhoogde waterverbruiksdoeltreffendheid wanneer 'n hoë peil van vogvoorsiening gehandhaaf is.

Resultate het tussen seisoene verskil as gevolg van variërende reënval, maar tendense het ongeveer dieselfde gebly.

Optimum voedingspeile vir verskillende situasies behoort gevind te word sodat water mees effektief benut kan word onder wisselende omstandighede. Die besondere rol wat cultivars en plantpopulasies kan speel om waterverbruik te optimaliseer, behoort ook geëvalueer te word. Dit het uit die resultate gelyk asof water meer effektief benut is by 'n hoër plantestand. Gebalanseerde N-, P- en K-bemesting bly egter die voorvereiste vir effektiewe waterverbruik.

HOOFSTUK 2

INLEIDING

Soos die voorafgaande projek (Nel et al, 1980) het hierdie projek voortgespruit uit die gebrek aan basiese kennis in verband met besproeiingsprogrammering en waterbehoefte van gewasse. Die nuwe groenboek (Departement Landbou en Watervoorsiening, 1985) het pas verskyn. Baie van die programme wat in die hersiene publikasie opgeneem is, bly egter nog steeds voorlopige aanbevelings, aangesien dit nie gerugsteun word deur proefgegewens nie. So onlangs as 1982 het die Koördinerende Komitee vir Besproeiingsnavorsing (Co-ordinating Committee for Irrigation Research, 1982) die volgende as essensiële navorsingsprioriteite geklassifiseer:

1 Alhoewel groentegewasse hoogproduserende, intensiewe gewasse met hoë ekonomiese waarde is en dus meer gesofistikeerde besproeiingspraktyke vereis, is baie min navorsing hierop gedoen. Gewasfaktore, worteldieptes en invloed van besproeiing op kwaliteit is aspekte wat navorsing verg. Tamaties, brassicas en groenbone is, onder andere, as topprioriteite genoem.

2 Plantfisiologiese aspekte van verskillende graangewasse behoort ondersoek te word met spesiale verwysing na waterverhoudings en indikatore van plantvogstremming. 'n Voortgesette navorsingspoging om op sistematiese wyse die waterbehoefte van gewasse te ondersoek bly dus dringend noodsaaklik om die optimale benutting van Suid-Afrika se beperkte waterbronne te verseker.

'n Ooreenkoms is tussen die Universiteit van Pretoria en die Waternavorsingskommissie aangegaan waarvolgens laasgenoemde verdere besproeiingsnavorsing deur die Departement Plantproduksie steun. Die aanvanklike doelstellings van die projek was soos volg:

1. Basiese navorsing:

1.1 Om op sistematiese wyse die waterbehoefte van groenbone, kool en tamaties te ondersoek, met die oog op die beplanning en verfyning van besproeiingsprogramme.

1.2 Om voort te gaan met die ondersoek na die waterbehoefte van koring waarmee reeds heelwat vordering onder die vorige projek gemaak is, en om grondbone as toetsgewas by die navorsingsprogram in te sluit.

2. Toegepaste navorsing:

Om die toepassing van wetenskaplike gefundeerde besproeiingsprogramme in die praktyk uit te toets en te bevorder.

Die projek het op 1 Februarie 1981 'n aanvang geneem en duur tot 31 Desember 1985. Vanaf begin April 1981 tot einde September 1981 was Mnr G R Naude, destydse senior navorsingsbeampte betrokke by hierdie projek, in die buiteland om navorsing op plantwaterverhoudings onder leiding van prof H Richter, van die Botaniese Instituut, Landbou-Universiteit, Wenen, Oostenryk, te doen. Hierdie navorsing word volledig in Bylae A beskryf. Ten opsigte van die toegepaste navorsing het dit spoedig duidelik geword dat die beskikbare personeel baie meer vrugbaar ter plaatse aangewend kan word, waar daaglikse aandag aan die projek nodig is, as by 'n voorligtingsaksie in die Laeveld, soos oorspronklik onder die toegepaste navorsing voorsien is. Gevolglik is op 15 November 1982 goedkeuring van die WNK op aanbeveling van die Evalueringskomitee verkry om die oorspronklike doelstellings soos volg te wysig:

(1) Om op sistematiese wyse die waterbehoefte van groenbone, kool, tafeltamaties en grondbone te ondersoek met die oog op die beplanning en verfyning van besproeiingsprogramme.

(2) Die evaluering van die waterverbruik deur koring en mielies by verskillende vlakke van plantvoedingselementvoorsiening, en die invloed van vogstremming en voedingspeil op opbrengsparameters. Hierdie navorsing het die toegepaste navorsingsgedeelte vervang en is uitgevoer op 'n langtermynveldproef waar groot verskille in plantvoedingselementstatus tussen die onderskeie behandelings oor meer as 42 jaar geskep is.

Gedurende die verloop van die navorsing het dit duidelik geword dat die omvang van die projek redelik ambisieus was. Alhoewel die werksprogram volledig uitgevoer is was daar min geleentheid om dieper studies oor sekere fasette van die navorsing te onderneem.

Hierdie aanbieding is die finale verslag oor die navorsing wat gedurende die vyfjaartermyn onderneem is. Van hierdie navorsing sal ook deel uitmaak van minstens drie verhandelings en proefskrifte waarin sekere aspekte meer breedvoerig behandel sal word.

HOOFSTUK 3

PERSONEEL, MATERIAAL EN METODES

3.1 Personeel

Prof P C Nel, hoof van die Departement Plantproduksie van die Universiteit van Pretoria, was in die beheer van die projek. Die projek is sedert middel 1982 uitgevoer onder leiding van mnr H H Fischer, senior navorsingsbeampte in dieselfde departement. Voor dit was mnr G R Naude, senior navorsingsbeampte, en mev L Swanepoel, lektrise, betrokke by die projeknavorsing. Twee dosente in die Departement Plantproduksie, mnre R Steynberg en J Annandale, het vanaf 1983 die koring- en mielienavorsing behartig. Die tegnikuspos is deur die loop van die projek deur verskeie persone gevul. Die pos was met tye vakant, maar as gevolg van die noue samewerking van die Departement Plantproduksie was daar gewoonlik tegniiese hulp beskikbaar.

Een arbeider was voltyds by die projek betrokke. Tydens druk tye is bykomstige arbeiders deur die Departement Plantproduksie beskikbaar gestel.

3.2 Fasiliteite

Fasiliteite vir die uitvoering van die projek is gedurende die vorige projek (kyk Nel, Burgers & Naude, 1980) en tydens hierdie projek ontwikkel.

3.2.1 Mikrobesproeiingspersele

Die doel van hierdie persele was om op 'n onversteurde grondprofiel, onder gekontroleerde klimaatstoestande in 'n plastiektonnel die invloed van sekere besproeiingsbehandelings op plantreaksie te bepaal. Vyf-en-twintig perseeltjies van 2,5m x 0,85m is in die een

helfte van die groeitonnel uitgelê soos beskryf deur Nel et al (1980). Die proefgrond is 'n diep rooibruin sandkleileemgrond van die Hutton vorm met fisiese eienskappe soos aangedui in Tabel 1.

TABEL 1: Fisiese eienskappe van die grond in die mikrobeproeingspersele (volgens Nel et al, 1980)

Eienskap		Bo-grond (0 - 20 cm)	Ondergrond (20 - 200 cm)
Fyn sand	%	21	18
Medium sand	%	38	26
Groewe sand	%	5	4
Slik	%	14	12
Klei	%	23	40
Digtheid	kg m ⁻³	1300	1400
Veldkapasiteit (-30 kPa)	vol %	21	22
Verwelkpunt (-1 500 kPa)	vol %	10	11

As gevolg van die onrealistiese gewasfaktore wat onder bedekking verkry is (Fischer, Nel & Swanepoel, 1983; Fischer & Nel, 1984), en die probleme voorsien om van proewe in die tonnel na dié in die ope te ekstrapoleer, is die plastiektonnel oor die mikrobeproeingspersele op 9 Mei 1983 verwyder. Dit het ook veranderings in die kragvoorsieningstelsel, verwydering van die betonpaadjies tussen die persele en veranderings in die besproeiingstelsel tot gevolg gehad. Meer toepaslike resultate is hierna verkry.

As gevolg van probleme met reën in die somer, die beperkte grootte van die persele en duplisering met die veldproef, is proefwerk op die mikrobeproeingspersele na afloop van die 1983/84 tamatieproef met goedkeuring van die Evalueringskomitee onder hierdie projek gestaak.

3.2.2 Modelpersele

Die doel van hierdie persele was om onder gekontroleerde toestande die invloed van grondtekstuur (sand, leem en klei) op plantwaterverhoudings en besproeiingskedulering te ondersoek. Twaalf modelpersele, elk met binnemates van 3 m x 3 m met 'n effektiwe diepte van 2 m, is gebou soos beskryf vir Modelpersele-B deur Nel et al (1980). Vier persele is ewekansig aan elk van die drie grondsoorte toegeken. Die fisiese eienskappe van hierdie sand-, leem- en kleigronde word in Tabel 2 aangegee.

TABEL 2: Fisiese eienskappe van die gronde in Modelpersele (volgens Burgers, 1982)

EIGENSAP	SAND		LEEM		KLEI	
	Bogron	Onder=	Bogron	Onder=	Bogron	Onder=
	(0-20 cm)	grond (20-200 cm)	(0-20 cm)	grond (20-200 cm)	(0-20 cm)	grond (20-200 cm)
Fynsand %	21	14	21	18	7	8
Medium sand %	52	42	38	26	22	21
Groewe sand %	18	31	5	4	36	30
Slik %	1,8	2,7	14	14	6	6
Klei %	7,2	10,3	22	38	29	35
Digtheid kg m ⁻³	1580	1580	1310	1480	1420	1490
VK (-30 kPa) vol%	10,9	12,0	21,2	20,6	27,6	28,0
VP (-1500 kPa) vol%	6,2	6,7	11,8	14,7	14,8	19,3

Ten einde te verhoed dat beplande besproeiingsprogramme deur reënbuie ontwig word, is die modelpersele voorsien van 'n verskuifbare reënskerm waarmee die hele terrein van 12 persele bedek kon word wanneer dit reën. Weens die moontlike invloed wat die reënskerm op die atmosferiese verdampingspotensiaal kon uitoefen, is 'n USDA klas-A verdampingspan in die loopruimte tussen die persele geplaas vir die verkryging van verteenwoordigende verdampingslesings. Elke modelperseel is ook voorsien van twee staaltoegangspype sodat die grondvoghinhoud met

'n neutronvogmeter gemonitor kon word. Besproeiingswater is toegedien deur mikrosproeiers wat 300 mm x 600 mm uitmekaar op politeenpype gespaseer is en semi-permanent op die grond neergelê is. Water is dus eweredig oor die perseeloppervlakte toegedien teen 'n intensiteit van 1 tot 2 mm per minuut en gemeet met 'n Kent-vloeimeter.

Op die nag van 20 Desember 1981 is die skuifbare reënskerm van sy spore geruk deur 'n geweldige stormwind. Gedurende die loop van 1982 is die beskadigde reënskerm vervang en dit funksioneer tans bevredigend. Vier mans is egter nodig om die skerm te skuif en meganisering sal vir die toekoms oorweeg moet word.

3.2.3 Veldpersele

Veldproewe is uitgevoer op bestaande besproeiingspersele. Die fisiese eienskappe van die proefgrond stem ooreen met dié van die mikropersle soos aangedui in Tabel 1. Veldproefpersele is voorsien van 'n staaltoegangspyp om grondvog met 'n neutrongrondvogmeter te monitor. Besproeiing het geskied met verskuifbare staalrame waarop 'n politeenpyp met mikrosproeiers vasgemaak is. Die watertoediening per perseel is met 'n Kent vloeimeter gemeet. Daar is gepoog om randeffekte deur die verwydering van kantrye uit te skakel.

3.2.4 Lisimeters

Gedurende 1981 is twee lisimeters, elk met 'n kapasiteit van $2 \times 2 \times 0,6\text{m}^3$, in die groeitonnel op die Plantproduksieseksie van die niversiteitsproefplaas geïnstalleer. Elke lisimeter rus op 'n hefboomstelsel wat aan 'n weegarm gekoppel is wat massaverskille van tot 0,5 kg akkuraat kan bepaal. Elke hefboomstelsel is ook voorsien met 'n treksel, met 'n akkuraatheid van 0,00125 persent. Hierdie trekselle is elk aan 'n versterker gekoppel wat geskik is om elektriese potensiaalverskille vanaf die weegsel aan 'n geskikte dataversamelaar oor te dra. Die diepte van die lisimeter wat geïnstalleer is, was aanvanklik 0,6m, hoofsaaklik omdat in die vorige projek gevind is dat stambone tweekeer meer

vog uit die 0-40cm grondlaag as uit die 40-80 cm grondlaag onttrek. Verder kan massaverskille meer akkuraat gemeet word as by 'n dieper lisimeter.

Uit die resultate van die eerste reeks proewe het dit duidelik geblyk dat 'n gronddiepte van 60 cm te vlak was en die plastiekbedekking oor die lisimeters en mikroperssele ook verwyder moes word. Die bakke van die lisimeter is dus 30 cm dieper gemaak deur plate bo-aan die bestaande bakke te sweis en die grond rondom te lig. Die ou grond en dreineringslaag is eers uitgehaal en na die verandering met 'n nuwe dreineringslaag en nuwe grond vervang. Die skaal is weer geyk. Geweegde hoeveelhede van elke 20 cm grondlaag, verkry van die grond langs die lisimeters, is namekaar in die lisimeterbakke teruggeplaas en gekompakteer. Geen verandering is aangebring aan die hefboom- en weegmeganisme nie. Grond- en vogmassas voor en na verandering word in Tabel 3 aangegee.

TABEL 3: Grond- en vogmassas in twee lisimeters voor en na dit dieper gemaak is.

Eienskap		Voor verandering	Na verandering
Effektiewe grondiepte	cm	55	80
Oondroë grond	kg	2943	4272
Waterversadigde massa (22% vog)	kg	3590	5212
Massa by veldkapasiteit (VK) (16% vog by -30 kPa) *	kg	3414	4956
Massa by verwelkpunt (VP) (8% vog by -1500 kPa) *	kg	3178	4614
Beskikbare vog (VK-VP)	kg	236	342
Beskikbare vog (VK-VP)	mm	59	86
Beskikbare vog (deur plante onttrek)	mm	-	125

* vanaf grondvogkenkromme

Oormaat water, na besproeiing is met 'n suigpomp verwyder. Daar is gevind dat plante tot 125mm uit die vergrote lisimeters kon onttrek.

3.3 Toerusting

Die volgende toerusting en tegnieke is in die navorsing gebruik:

3.3.1 Grondvogmeting

Aanvanklik is die "NEA"- en later die "CPN 503"-tipe neutronvogmeter gebruik. Kalibrasiekrommes vir die 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm en 60-80 cm grondlae in die sand-, leem-, klei- en veldproefpersele is vooraf bepaal.

3.3.2 Atmosferiese verdampingspotensiaal (EP), soos gemeet met 'n USDA klas A-pan, opgestel by 'n standaard weerstasie op die Plantproduksieseksie, is as standaard gebruik vir die bepaling van EP vir besproeiingskedulering op die veldproewe. Soortgelyke panne is in die loopspasie tussen die Modelpersele sowel as naby die lisimeters en die mikropersele geplaas om EP onder proeftoestande te meet.

Vir skeduleringsdoeleindes is kumulatiewe verdamping (IEP) as volg vir reënval gekorrigeer:

Neerslae van 10mm dag^{-1} en minder: $\text{IEP} - R$

Neerslae $> 10\text{mm dag}^{-1}$: $\text{IEP} - (10 + (R-10)/f)$

(R = werklike reënval; f = toepaslike f-waarde)

3.3.3 Plantvogmeting

Verskillende soort apparaat is gebruik om die reaksie van plante op gekombineerde AVP-grondvoginvloede te bestudeer.

(i) 'n Scholander Drukbom is gebruik vir die bepaling van plantwaterpotensiaal by tamaties, grondbone, stambone en koring. Vir kopkool was hierdie metode nie geskik nie omdat die blare te groot en bros en die stingels te dik en sag was om doeltreffende lugverseëling te bewerkstellig.

(ii) Higrometriese bepaling van plantwaterpotensiaal met Merrill-tipe higrometers ("screen cage thermocouple hygrometers"), is beskryf deur Wiebe, Campbell, Gardner, Rawlins, Cary & Brown (1971) en Oosterhuis & Walker (1982). Hierdie

tegniek is veral op kopkool en koring gebruik. Die koolblaarmonsters was ronde blaarskyfies van omtrent 1 cm deursnee wat direk met behulp van die higrometeromhulsel gesny is. Sodoende kon die blaarskyfies baie vinnig met die abaksiale kant in die higrometer se rigting in die ewewigskamer, of te wel die higrometeromhulsel, geplaas en verseël word. Die vereiste van maksimum blaaroppervlakte relatief tot minimum gesnyde oppervlak en vinnige verseëling (Walker & Oosterhuis, 1982) kon dus nagekom word. Na bereiking van ewewig in 'n konstante temperatuurwaterbad is die verskil tussen die natbol- en droëboltemperatuur met 'n mikrovoltmeter (Wescor Model RH-33T) gelees. Die koolblaarskyfie vir elke lesing is altyd op dieselfde posisie op die jongste blaar, wat volledig ontvou het, geneem.

Vir bepaling van die osmotiese potensiaal is die higrometers, nadat blaarwaterpotensiaal bepaal is, vir drie minute in vloeibare stikstof gedompel. Na bereiking van ewewig in die waterbad is weer mikrovoltlesings geneem wat dan omgewerk is na osmotiese potensiaal (Walker & Oosterhuis, 1982).

(iii) Diffusieporometer: Die huidmondjiediffusieweerstand ($s\text{ cm}^{-1}$) is met 'n Li-cor Model Li-1600 "steady-state"-tipe porometer aan die abaksiale kant van 'n blaar bepaal. Terselfdertyd is punttemperatuurlesings in $^{\circ}\text{C}$ en transpirasie ($\mu\text{g cm}^{-2}\text{ sek}^{-1}$) geregistreer.

(iv) Termiese bepaling van grondvogstatus: Voortspruitend uit vorige navorsing (Nel et al., 1980; Naude & Burgers, 1979; Burgers & Naude, 1979) is die behoefte beklemtoom om plantvogstatus kontinuu te monitor deur planttemperatuur te vergelyk met dié van die verdampingsoppervlakte van 'n Piche-atmometer onder dieselfde atmosferiese toestande. Vir hierdie doel is 'n dataversamelaar aangekoop en teen die einde van 1982 geïnstalleer. Die dataversamelaar versamel termokoppeltemperatuurdata en dra dit via 'n kommunikasie-koppelvlak oor na 'n mikrorekenaar vir verwerking. Voorlopige blaartemperatuurlesings is op tamaties in die

groeitonnel en op kopkool in die ope uitgevoer. Veral die lesings op die kopkool in die ope het groot variasie vertoon.

Hierdie groot variasie is, volgens Fuchs & Tanner (1966), een van die grootste probleme wat ondervind word met die gebruik van direkte kontakssensors (termokoppels).

Gedurende 1985 is 'n Telatemp AG-42 infrarooi termometer geleen om blaredaktemperatuur te monitor. Volgens Berliner, Oosterhuis & Green (1984) bied hierdie instrument 'n betroubare metode om plantvogstremming te bepaal. Beperkte studies op tamaties en meer uitgebreide aanwending op kopkool dui daarop dat hierdie instrument met sukses in plantvogstudies aangewend kan word.

3.4 Gewasverbouingsbesonderhede

Die belangrikste inligting oor die verbouingsprogram en -praktyke word in Tabel 4 opgesom.

Gereelde bespuitings teen koollarwes by kopkool en laatroes, Septoria blaarvlek, roesmyt, Amerikaanse bolwurm en ander skadelike insekte by tamaties is toegepas. Blaarvleksiectes by grondbone het geleidelik toegeneem en gedurende 1985 is ook daarteen gespuit. Tamatieproefpersele is altyd vooraf berook met metielbromied of EDB. Foraat ("Thimet") is toegedien in die plantgate waarin die kopkool en tamaties gevestig is.

Bemesting volgens die aanbevelings van Oosthuizen (1975a) en Jackson (1977) is toegedien met inagneming van jaarlikse grondontledings. Hieroor is advies van die Departement Grondkunde by die Universiteit van Pretoria ingewin.

Die proewe is geoes sodra die regte stadium vir die betrokke gewas bereik is. By kool is sekere metings soos aangedui in Hoofstuk 5 op monsterkoppe gedoen. Tamaties is een- of tweekeer per week geoes. Alle tamaties wat verkleur het is geoes en gegradeer in Grade 1, 2, 3 en ondergraad, soos beskryf deur

TABEL 4 : Gewasverbouingsbesonderhede by proefaanplantings (1981 - 1985)

Seisoen	Proefpersele	Gewas	Plant-datum	Oesdatum	Plant-spasiering	Cultivar
Winter 1981	Model	Koring	3/6/81	-	-	Inia
	Lisimeter	Koring	3/6/81	30/10/81	-	Inia
	Mikro	Koring	3/6/81	30/10/81	-	Inia
	Veld	Koring	12/6/81	5/11/81	125 plante/ m ² in 30 cm rye	Inia
Somer 1981/82	Lisimeter	Bone	4/12/81	28/1/82	37 x 10cm	Inor
	Mikro	Bone	4/12/81	28/1/82	37 x 10cm	Thor
	Model	Bone/Tamaties	4/12/81	stormskade	-	Thor/-
Winter 1982	Lisimeter	Kopkool	1/5/82	15/6/82	45 x 60cm	Gloria
	Mikro	Kopkool	1/3/82	15/6/82	45 x 60cm	Gloria
	Model	Kopkool	1/3/82	15/6/82	45 x 60cm	Gloria
	Veld	Kopkool	2/3/82	16/6/82	107 x 61cm	Gloria
	Veld	Koring	17/5/82	15/11/82	125 plante/ m ² in 30cm rye	Inia
Somer 1982/83	Veld	Grondbone	22/11/82	7/6/83	50 x 50cm	Natal Common
	Veld	Mielies	25/11/82	9/5/83	0,9 x 0,3m	R200
	Lisimeter	Tamaties	18/8/82	11/11/82- 1/3/83	1,0 x 0,4m	Money- maker
	Mikro	Tamaties	18/8/82	11/11/82- 1/3/83	1,0 x 0,4m	Money- maker
	Model	Tamaties	24/8/82	11/11/82- 11/2/83	1,0 x 0,4m	Manapal
	Veld	Tamaties	7/12/82	25/2/83- 18/4/83	1,0 x 0,6m	Flora Dade
Winter 1983	Veld	Koring	2/6/83	17/10/83	125 plante/ m ² in 30 cm rye	Inia
	Lisimeter	Kopkool	30/3/83	22/7/83	0,5 x 0,5m	Gloria
	Mikro	Kopkool	30/3/83	20/7/83	0,5 x 0,5m	Gloria
	Model	Kopkool	30/3/83	12/8/83	0,5 x 0,5m	Gloria
	Veld	Kopkool	28/3/83	10-17/8/83	0,5 x 0,5m	Gloria
Somer 1983/84	Veld	Grondbone	8/12/83	4/7/84	0,5 x 0,1m	Sellie
	Veld	Mielies	30/11/83	2/5/84	34000/ha	R200
	Lisimeter	Tamaties	14/11/83	9/2/84- 16/3/84	1,0 x 0,5m	Flora Dade
	Mikro	Tamaties	14/11/83	9/2-26/5/84	1,25x0,42m	Flora Dade
	Model	Tamaties	28/10/83	9/2-19/3/84	1,5 x 0,42m	Flora Dade
	Veld	Tamaties	27/10/83	31/1-16/3/84	1,5 x 0,4m	Flora Dade
Winter 1984	Veld	Koring	5/6/84	Haal op 12/10/84	250 plante/ m ² in 30cm rye	Inia
	Lisimeter	Kopkool	4/4/84	26/9/84	0,5 x 0,5m	Gloria
	Model	Kopkool	30/3/84	22/8/84	0,5 x 0,5m	Gloria
	Veld	Kopkool	4/4/84	29/8-3/9/84	0,5 x 0,5m	Gloria
Somer 1984/85	Veld	Mielies	27/11/84	1/5/85	0,9 x 0,3m	R200
	Veld	Grondbone	20/11/84	19/4/85	0,5 x 0,1m	Sellie
	Lisimeter	Tamaties	30/10/84	11/1-1/3/85	1,0 x 0,5m	Flora Dade
	Model	Tamaties	30/10/84	11/1-24/3/85	1,5 x 0,4m	Flora Dade
	Veld	Tamaties	31/10/84	18/1-20/3/85	1,5 x 0,4m	Flora Dade
Winter 1985	Veld	Koring	20/5/85		250 plante/m ² in 30cm rye	Inia
	Lisimeter	Kopkool	28/3/85	23/8/85	0,5 x 0,5m	Gloria
	Model	Kopkool	28/3/85	26/8/85	0,5 x 0,5m	Gloria
	Veld	Kopkool	28/3/85	6-13/8/85	0,5 x 0,5m	Gloria
Somer 1985/86	Lisimeter	Tamaties	17/9/85		1,0 x 0,5m	Flora Dade
	Model	Tamaties	17/9/85		1,5 x 0,4m	Flora Dade

Oosthuizen (1975b), met inagneming van teenswoordige graderingspraktyke by die Varsproduktemark te Pretoria.

Grondboonopbrengste is by die Navorsingsinstituut vir Graangewasse te Potchefstroom gedop en gesif in vier grade volgens pitgrootte.

Verder is alle moontlike opbrengsparameters soos van toepassing op die onderskeie gewasse bepaal en verwerk.

HOOFSTUK 4

WATERVERBRUIK DEUR STAMBONE, KOPKOOL EN TAMATIES ONDER BEDEKKING

Tot 9 Mei 1983 is die navorsing op die mikropersesele en lisimeters in 'n plastiekbedekte groeitonnel uitgevoer. Die groeitonnel was 30m x 8m groot met 'n 8m breë natmuur aan die suidekant en 'n waaier aan die noordekant. Beide die natmuur en waaier is termostaties beheer. EP is met 'n klas A-verdampingspan in die middel van die tonnel gemeet.

Stambone (somer 1981/82), kopkool (winter 1982) en tamaties (somer 1982/83) is vir die volle groeiseisoen onder bedekking op beide die lisimeters en mikropersesele verbou.

4.1 Stambone (Somer 1981/82)

Cultivar Thor is op 4 Desember 1981 op die lisimeters en mikropersesele geplant. Dit was die laaste van 'n reeks stamboonproewe waarmee reeds gedurende die vorige projekperiode begin is (Nel et al, 1980).

4.1.1 Lisimeters

Die doel was om deur middel van daaglikse panverdamping en evapotranspirasie gewasfaktorwaardes vir stambone te bepaal. Die lisimeters is daaglikse geweeë en vrywaterverdamping is met 'n klas-A-verdampingspan in die tonnel gemeet. Die lisimeter is tot VK besproei sodra die gewasfaktor, f , benede 0,7 (Lis.1) en 0,5 (Lis.2) gedaal het.

Weeklikse EP, ET en gewasfaktore word in Tabel 5 aangebied. Die gewasfaktore was onrealisties hoog na besproeiings. Dit hou waarskynlik verband met die lae panverdamping in die tonnel. Uit Tabel 5 en Fig 1 blyk dit duidelik dat die panverdamping buite die tonnel baie hoër was as binne die tonnel. Aangesien die proef op die Modelpersesele misluk het kon geen ET-waardes in die ope bepaal word nie.

TABEL 5 : Daaglikse panverdamping (EP), evapotranspirasie (ET) en stamboomopbrengs op lisimeters (1981-82)

Aantal weke na plant	Datum	Dae na plant	Groei= stadium	Gemiddelde daaglikse ET		Lisimeter 1 (Besproei as $f \leq 0,7$)		Lisimeter 2 (Besproei as $f \leq 0,5$)	
				Binne tonnel	Buite tonnel	Gemid. daaglikse ET	ET/EP	Gemid. daaglikse ET	ET/EP
				mm	mm	mm		mm	
1	5-11/12/81	1- 7	Plant op 4.12.81	2,6	5,1	2,6	1,0	2,4	0,9
2	12/18/12/81	8-14		3,6	7,5	2,9	0,8	2,1	0,6
3	19-25/12/81	15-21		3,9	7,9	2,7	0,7	3,4	0,9
4	26/12 -1/1/82	22-28		3,8	7,2	3,6	0,9	3,6	1,0
5	2-8/1/82	29-35	Blom op 8.1.82	3,9	6,5	5,8 ⁽¹⁾	1,5 ⁽¹⁾	4,6	1,2
6	9-15/1/82	36-42		3,6	10,7	3,4	0,9	6,0 ⁽¹⁾	1,7 ⁽¹⁾
7	16-22/1/82	43-49	Oes op 28.1.82	3,1	6,9	5,8 ⁽¹⁾	1,9 ⁽¹⁾	3,0	1,0
8	23-29/1/82	50-56		3,2	7,2	5,0	1,6	4,7 ⁽¹⁾	1,5 ⁽¹⁾
Gemiddeld				3,5	7,4	4,0	1,2	3,7	1,1
Totale ET				mm		223		209	
Penloophrengs				ton ha ⁻¹		21,3		16,5	

(1) Gedurende voorafgaande week besproei.

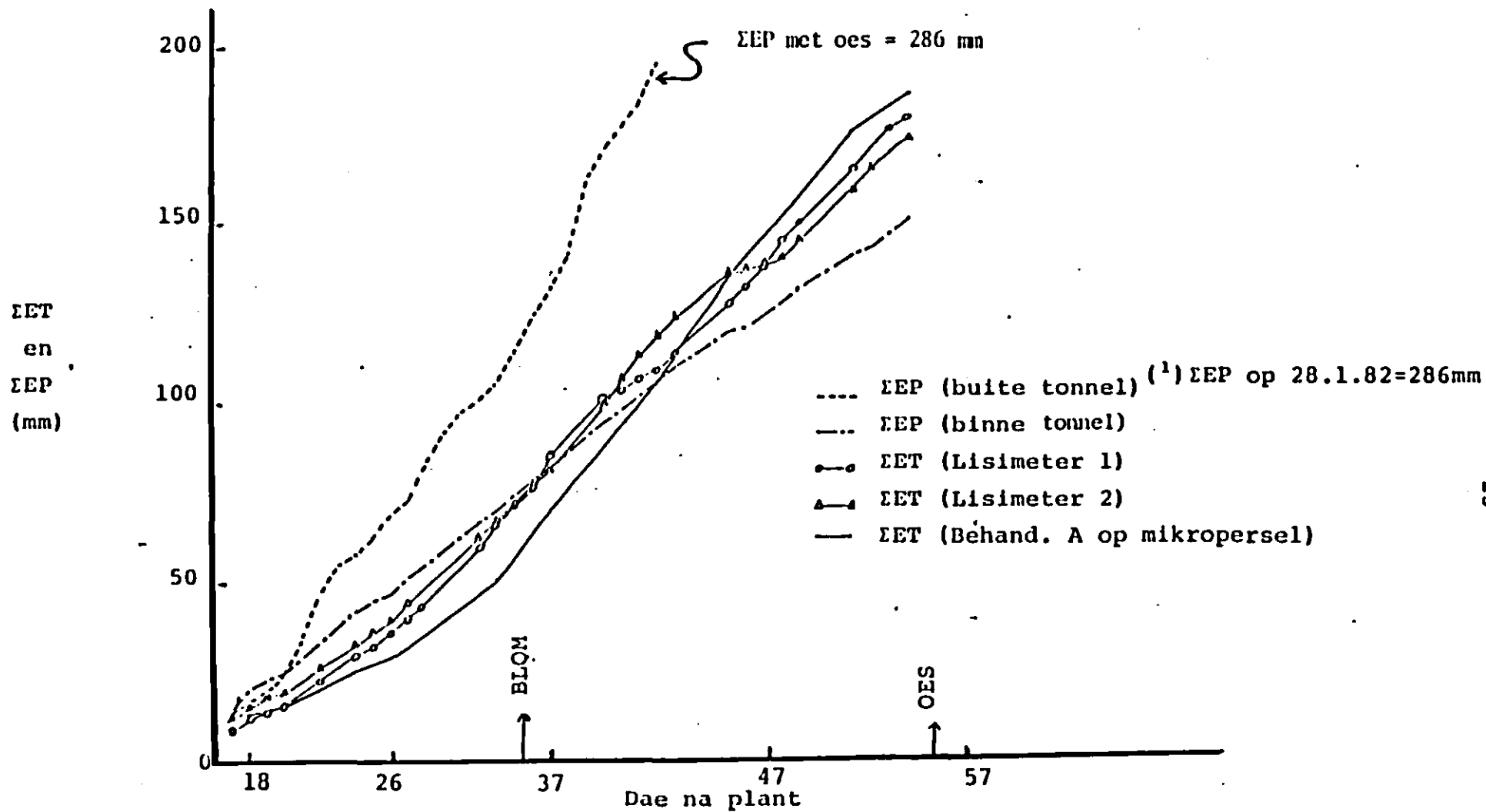


FIG. 1 : Kumulatiewe evapotranspirasie (ΣET) deur stambone en vrywaterverdamping (ΣEP) binne en buite die groeitonnel (21/12/81 - 28/1/1982)

4.1.2 Mikrobesproeiingspersele

Hierdie proef is uitgevoer om die invloed van vyf besproeiingsbehandelings op vogonttrekking uit die 0-40 cm en 40-80 cm grondlae sowel as op opbrengskomponente te bepaal. Vir vier van die vyf besproeiings is EP- en/of ET-waardes van die lisimeters en verdampingspan binne die tonnel as besproeiingskriteria gebruik.

Opbrengste en vogverbruik deur stambone word in Tabel 6 aangegee. Deur tweekeer per week te besproei (behandeling A) is hoër opbrengste, hoër vogonttrekking en laer waterverbruiksdoeltreffendheid (WVD) verkry. Van die totale vog is 93% uit die boonste 40 cm onttrek. Die laagste opbrengs is met die C-behandeling ($f \leq 0,5$) behaal terwyl die ander drie besproeiings min verskil het t.o.v. opbrengs. WVD was beter as by die A-behandeling. Weens die laer besproeiingsfrekwensies het die stambone op behandelings B, C, D en E proporsioneel meer vog uit die 40-80 cm grondlaag onttrek.

Die gemiddelde gewasfaktor en ET op behandeling A het goed ooreengestem met dié op die Lisimeters (Tabel 5). Dié by die ander besproeiings was egter heelwat laer. Die rede hiervoor kan moontlik gevind word in die verskynsel dat die ET op die lisimeters teen maksimum tempo tot kort voor algehele voguitputting geskied terwyl 'n meer geleidelike afname in ET-tempo tussen opeenvolgende besproeiings op die veldpersele plaasvind.

4.1.3 Bespreking en gevolgtrekkings

Hierdie proef was die laaste stamboonproef. Aangesien dit die eerste besproeiingsprogrammeringsproef in die tonnel was en die meegaande proef op modelpersele as gevolg van stormskade misluk het, is vergelyking met vorige proewe wat buite die tonnel uitgevoer is, gewaagd. Die volgende verdien egter vermelding:

TABEL 6: Opbrengste en vogverbruik deur stambone op mikropersele in tonnel (Desember 1981 - Januarie 1982)

Besproeilingsprogram			Totale vogrom- se op- brengs (nat)	=Peul op- brengs (nat)	Kool op- brengs (droog)	Vogverbruik (15.12.81 - 27.1.82)							
Behan- deling	Wanneer besproei	Aantal be- sproei- ings na 15-12-81				Grondvog onttrek uit twee grondlae			% van totale vogonttrekking		Water verbruik doel- treffend- heid (1)	Gewas- faktor ET EP	
						0-40 cm	40-80 cm	Totaal (0-80 cm)	0-40 cm	40-80 cm			
			ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	mm	mm	mm					
A	Tweekeer per week		9	51,5	24,6	5,1	171,2	12,9	184,1	93	7	134	1,21
B	$\frac{ET}{EP} \leq 0,7$		3	39,1	18,9	4,8	82,0	24,8	106,8	77	23	177	0,70
C	$\frac{ET}{EP} \leq 0,5$		2	32,2	17,4	3,8	92,0	27,1	119,1	77	23	146	0,78
D	$\Sigma EP100d50^{(2)}$ (voor blom) $\Sigma EP30d50$ (na blom)		2	41,4	18,7	4,9	70,3	37,6	107,9	65	35	173	0,71
E	$\Sigma EP100d50$ (voor blom) $\Sigma EP30d50$ (na blom)		2	42,1	19,8	4,5	85,9	36,4	122,3	70	30	162	0,80
Gemiddeld				41,3	19,9	4,6	100,3	27,8	128,1	76	24	158	0,84
KBV _T (P=0,05)				7,6	ND	1,1							
KV				9,71	20,21	12,41							

(1) Kg peule ha⁻¹ ma⁻¹ water verbruik

(2) ΣEP = besproeiingsinterval; d = hoeveel besproei (mm)

($\Sigma EP100d50$ dui aan dat 50 mm besproei word na 100 mm kumulatiewe EP soos bepaal op klas A-verdampingspan)

(i) Die resultate in Tabel 6 bevestig die hoë vogvereistes van stambone. Besproeiingsprogram D (ΣEP100d50 voor blom en ΣEP50d50 na blom), wat ooreenstem met dié soos aanbeveel deur Nel et al., 1980, het nie maksimum opbrengste verseker nie. Dit kan toegeskryf word aan die lae panverdamping en gevolglike langer besproeiingsintervalle binne die tunnel. Die verwagting is dat die ET binne en buite die tunnel minder verskil, soos bevind by tamaties en kopkool. Vir verbouing van stambone, en waarskynlik enige ander gewas onder bedekking, blyk 'n laer EP-waarde as besproeiingskriterium dus noodsaaklik te wees, indien panverdamping binne die tunnel gemeet word.

(ii) Totale waterverbruik met twee besproeiings per week was 184 mm vanaf 15/12/81 tot 27/1/82 (Tabel 6) en 223 en 209 mm op die lisimeters (Tabel 5). Hierdie waardes vergelyk goed met die 219 mm soos verkry op die modelpersele (Nel et al., 1980), en ondersteun die gevolgtrekking dat ET binne en buite die tunnel heelwat minder as die EP verskil.

(iii) Vergelyking van hierdie resultate in die tunnel (lisimeters en behandeling A op die mikroperssele) met vorige veldproefresultate van Nel et al. (1980), bevestig die gevolgtrekking dat buitengewoon lae EP en hoë gewasfaktore onder bedekking verkry is.

4.2 Kopkool (Winter 1982)

Plantjies van die kopkoolkultivar, Gloria, is op 1 Maart 1982 op die mikroperssele en lisimeters geplant teen 'n spasiëring van 45cm x 60cm. Op 26 Maart 1982, nadat die plantjies goed gevestig is, is met differensiële besproeiings begin. Op 15 Junie 1982 is altwee proewe geoes.

4.2.1 Lisimeters en mikrobeproeiingspersele

Op die lisimeters is die ET van kopkool onder nie-stremmingstoestande gemonitor. Hierdie ET-waardes het as grondslag gedien vir die vyf besproeiingsbehandelings, soos

uiteengesit in Tabel 7. Vrywaterverdamping (EP) is deur middel van 'n Amerikaanse klas-A-verdampingspan in die tunnel gemeet.

Uit Tabel 7 blyk dat koolopbrengste nie betekenisvol deur die vyf besproeiingsbehandelings beïnvloed is nie, ten spyte van die feit dat die beskikbare grondvog in die boonste 40 cm by die lae frekwensie besproeiingsprogramme dikwels benede 50 persent gedaal het. Alhoewel nie statisties betekenisvol nie, was daar 'n' tendens tot laer opbrengste en ligter koolkoppe by die E-behandeling.

Waterverbruiksdata verskyn in Tabel 8. Die minste grondvog is by die E-behandeling onttrek. Langer besproeiingsintervalle het gepaard gegaan met proporsioneel meer vogonttrekking uit die 40-80 cm grondlaag. Waterverbruiksdoeltreffendheid is nie noemenswaardig beïnvloed nie.

Die gemiddelde panfaktore binne die tunnel was besonder hoog (Tabel 8 en Fig. 2). Lae EP-waardes is moontlik hiervoor verantwoordelik. Dit word duidelik in Fig. 3 gedemonstreer. Die EP buite die tunnel is meer as tweemaal so groot as binne die tunnel. Daarenteen verskil die ET-waardes binne (lisimeters en mikroperssele) en buite (modelperssele) relatief min.

4.2.2 Bespreking en Gevolgtrekkings

Ten spyte van groot variasie in die toegepaste besproeiingsprogramme is koolopbrengs nie betekenisvol daardeur beïnvloed nie. Dit word toegeskryf aan die vermoë van kopkool om vog uit dieper grondlae en moontlik aangrensende mikroperssele te onttrek om sodoende langer besproeiingsintervalle te oorbrug. Hierdie goeie droogteweerstandbiedende eienskappe word meer breedvoerig in Hoofstuk 5 bespreek.

Gewasfaktore binne die tunnel was baie hoër as buite die tunnel. Dit word toegeskryf aan die bevinding dat die klas-A-pan-verdamping baie meer deur bedekking onderdruk word as evapotranspirasie.

TABEL 7: Kopkoolopbrengs- en kwaliteitseienskappe by verskillende besproeiingsbehandelings
in tonnel (Winter 1982)

Besproeiingsprogram				Totale boggrondse opbrengs	Koolkop- opbrengs	Gemiddelde kopmassa	Kompaktheid (3)
Kode	ΣET ⁽²⁾ 4-6 weke	ΣET 7-9 weke	ΣET Na 9 weke				
	mm	mm	mm	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	kg	
A	10	10	10	96,3	54,6	1,56	3,2
B	10	30	30	99,7	59,6	1,61	2,0
C	30	50	50	90,4	53,0	1,41	2,8
D	30	50	70	94,3	55,2	1,62	3,2
E	50	70	90	84,9	47,1	1,29	3,2
KBV _T (P = 0,05)				NB	NB	NB	2,9
GEMIDDELD				93,1	53,9	1,50	

(1) Weke na plant

(2) ET = Daaglikse evapotranspirasie bepaal op lisimeters. Besproeiing tot VK in die 0-80cm
grondlaag is toegepas by genoemde ΣET-waardes

(3) Volgens 1- tot 4-skaal (4 uiters kompak)

TABEL 8 : Grondvogonttrekking en waterverbruiksdoeltreffendheid by vyf besproeiingsprogramme op kopkool (Tonnel, Winter 1982)

Besproeiings= program	Grondvog onttrek uit twee grondlae (1)			% van totale vogonttrekking		Waterverbruiks= doeltreffendheid	Gewasfaktor $\frac{ET}{EP}$
	0-40 cm	40-80 cm	0-80 cm	0-40 cm	40-80 cm	kg. koolkoppe ha ⁻¹ mm ³ water gebruik	
	mm	mm	mm				
A	153,0	26,6	179,6	85,2	14,8	261	1,27
B	142,2	40,4	182,6	77,9	22,1	280	1,30
C	122,7	33,4	156,1	78,6	21,4	285	1,11
D	128,6	47,3	175,9	73,1	26,9	269	1,25
E	97,5	36,2	133,7	72,9	27,1	288	0,95

(1) Vanaf 30.3.1982 tot oes. Vir vestiging (voor 30.3.1982) is 30 mm besproeiing toegedien.

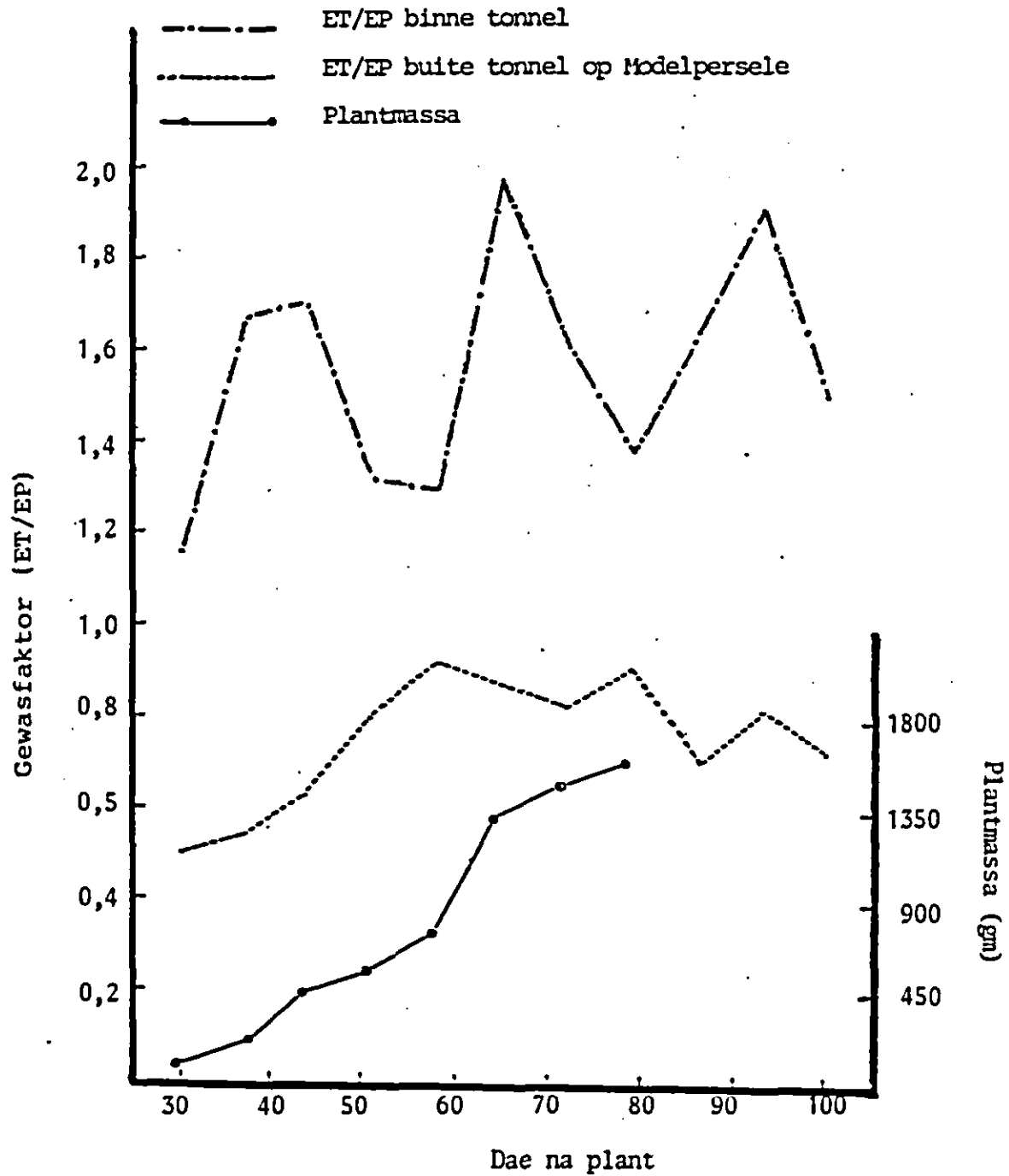


FIG. 2: Gemiddelde ET/EP-verhoudings en groeitempo van kopkool (Winter 1982)

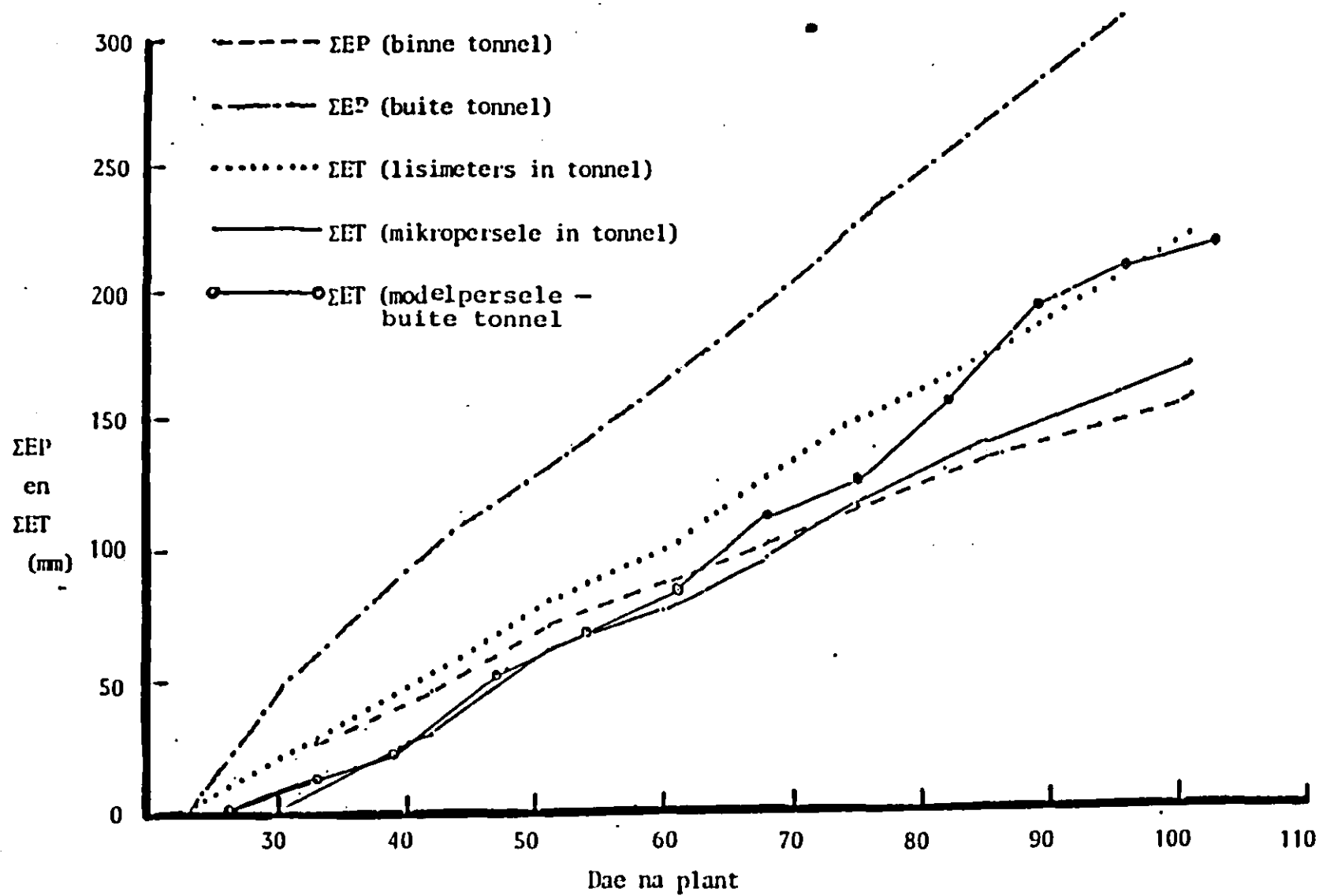


FIG. 3: Kumulatiewe evapotranspirasie (ΣET) van kopkool en vrywaterverdamping (ΣEP) binne die groeitunnel (Winter 1982)

4.3 Tamaties (Somer 1982/83)

Op die twee lisimeters en die mikrobefproeiingspersele in die tonnel is 'n kultivar met 'n onbepaalde groeiwyse, Moneymaker, geplant. Die groeiseisoen was dus lank en het gestrek vanaf planttyd op 18 September 1982 tot 1 Maart 1983, d.w.s. 164 dae.

4.3.1 Lisimeters

Twee besproeiingsprogramme gebaseer op ET/EP-verhoudings, wat daaglik bepaal kon word, is op die twee lisimeters toegepas. Die lisimeters is tot veldkapasiteit besproei sodra die ET/EP-verhouding tot die vooraf vasgestelde peile gedaal het.

Opbrengs- en waterverbruiksdata in Tabel 9 dui op besondere swak groei, ten spyte van 'n oënskynlike hoë gemiddelde gewasfaktor van 0,75.

Dit word toegeskryf aan die lae panverdampingswaardes in die tonnel, soos geïllustreer in Fig. 4. Die EP buite die tonnel was feitlik tweemaal so hoog as binne die tonnel. Die evapotranspirasie (ET) binne en buite die tonnel het egter min verskil (vergelyk die ET vir die mikropersele in Fig. 5 en op die modelpersele in Fig. 38). Die gewasfaktor binne die tonnel het dus baie langer geneem om te daal tot die vlak waar besproei moes word. Teen dié tyd was die vog in die beperkte grondprofiel van die lisimeters reeds uitgeput sodat die tamaties aan strawwe vogstremmings onderworpe was.

Die gewasfaktore wat as indikators gekies is, het besproeiingsfrekwensie min beïnvloed. Dit blyk duidelik uit Fig.

6 waarin veranderinge in gemiddelde gewasfaktore deur die seisoen aangedui word. Sodra die gewasfaktor die perk van 0,7 bereik het, het dit binne 'n dag of twee tot by die laer gewasfaktor van 0,5 gedaal. Dit is duidelik geïllustreer toe die gewasfaktor 120 dae na plant tydens 'n naweek binne enkele dae tot 0,14 gedaal het. Die groei van die plante is by die hoë stremming duidelik benadeel. Besproeiingsintervalle op

TABEL 9 : Vrugoopbrengs en waterverbruik deur tamaties op twee lisimeters in tonnel (1982/83)

Besproeiingsprogram			Aantal besproeiings	Bemerkbare vrug= opbrengs	% Graad 1 Tamaties	Totale voggebruik (ΣET)	Gewasfaktor $\frac{ET}{EP}$	Waterverbruiks= doeltreffendheid
Lisimeter	0-70 dae	Na 70 dae						
				ton ha ⁻¹		mm		kg ha ⁻¹ mm ⁻¹
No 1	f $\leq 0,5$	f $\leq 0,7$	8	62,6	67	514	0,77	122
No 2	f $\leq 0,3$	f $\leq 0,5$	8	49,5	53	481	0,72	103
GEMIDDELD			8	56,1	60	498	0,75	113

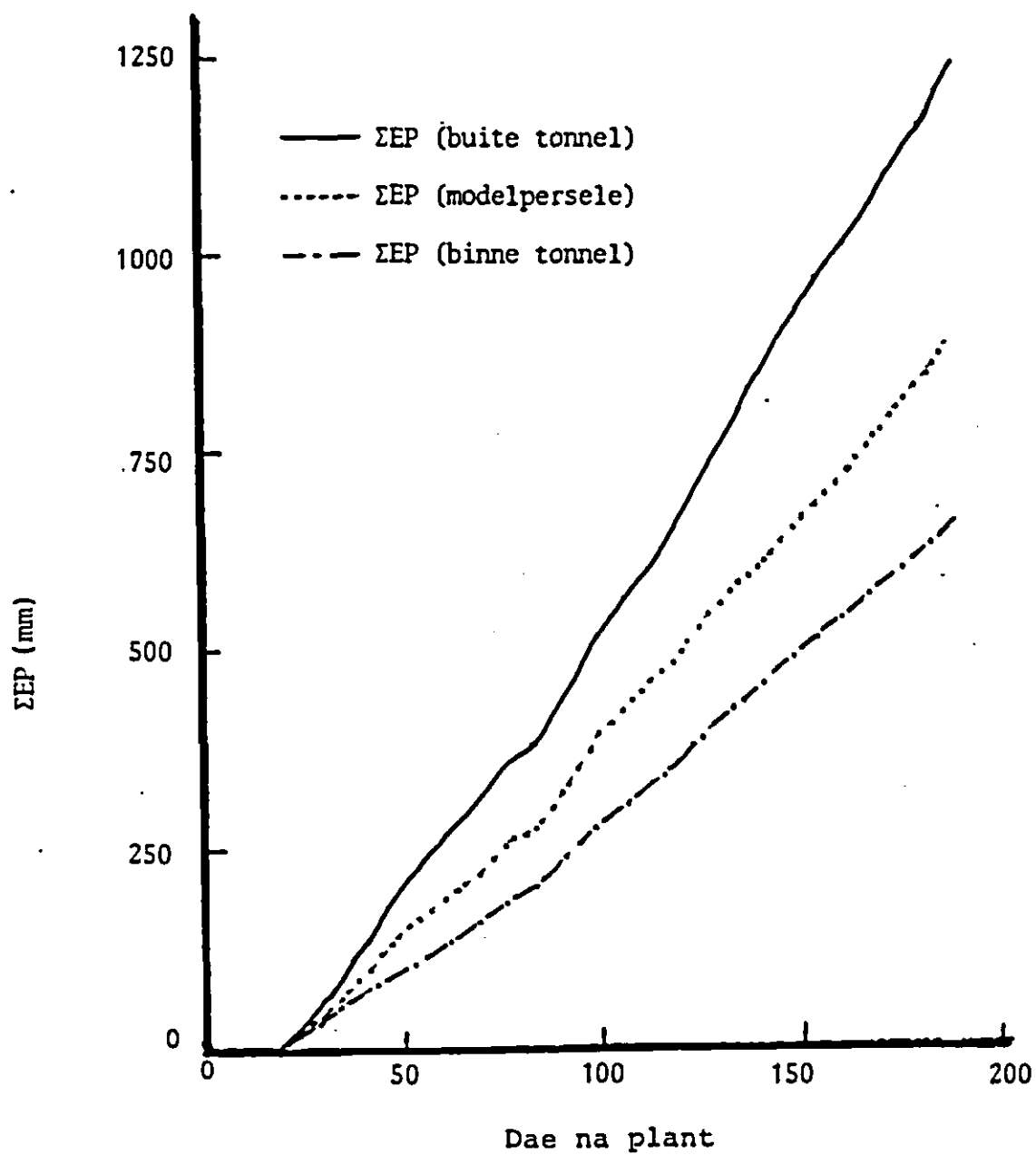


FIG. 4 : Kumulatiewe panverdamping (ΣEP) binne en buite die groeitonnel en op die modelpersele (1982/83)

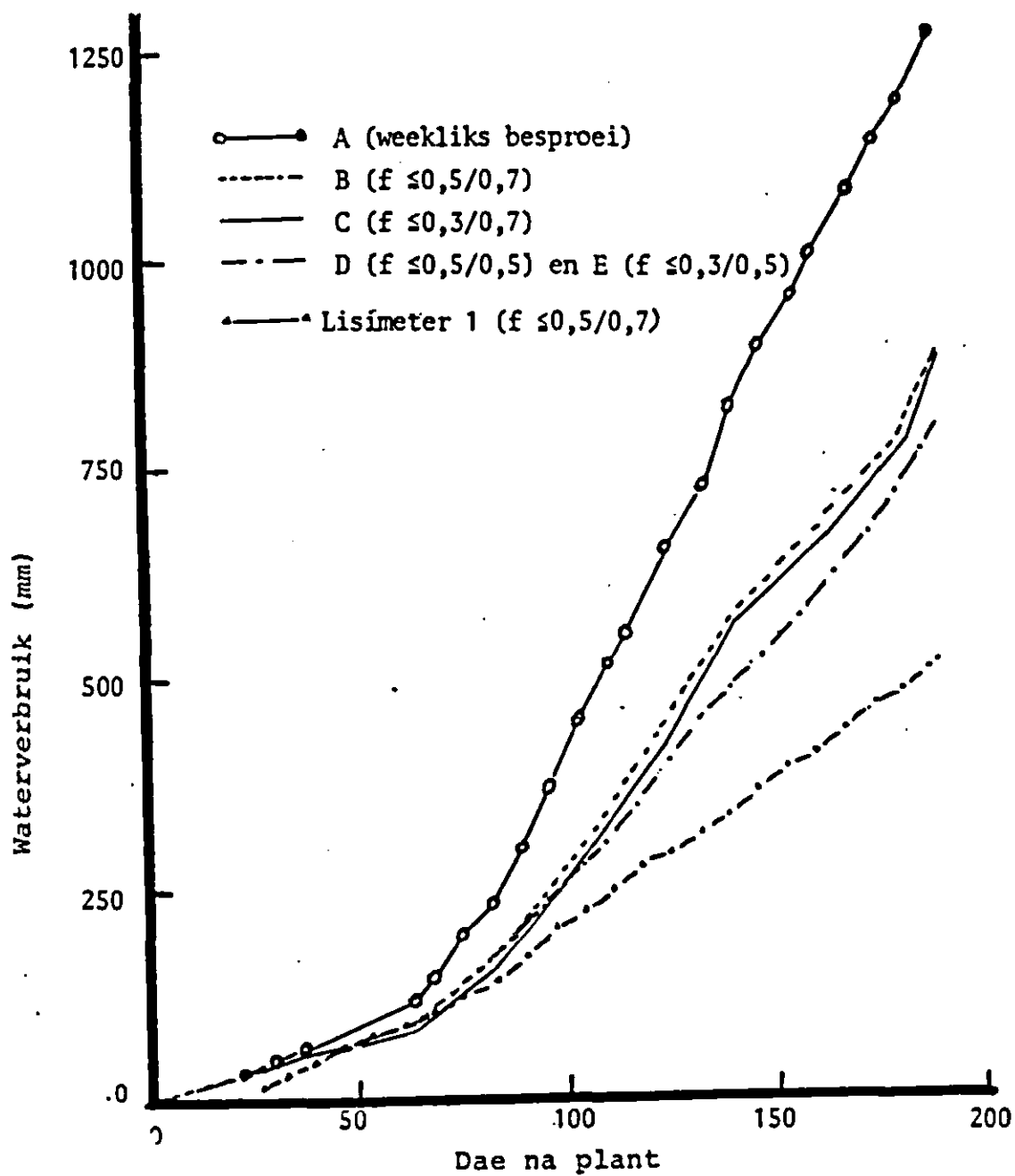


FIG. 5 : Kumulatiewe waterverbruik deur tamaties by vyf besproeiings op die mikrobeproeingspersele en op Lisimeter 1 (1982/83)

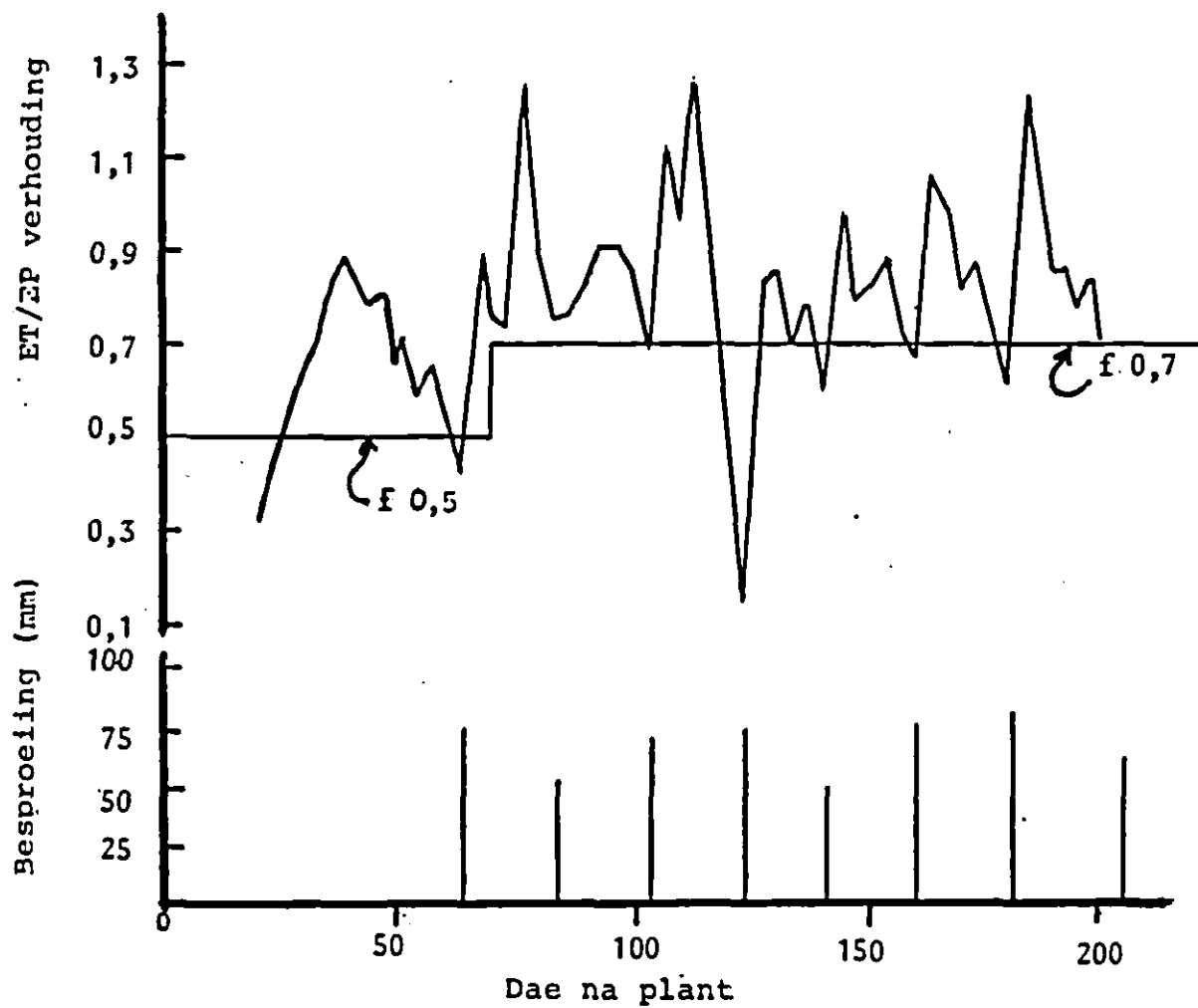


FIG. 6 : Gemiddelde ET/EP verhoudings-en besproeiing van tomaties op Lisimeter 1 (Tonnel 1982/83)

lisimeters 1 en 2 het dus min verskil en gewissel tussen 17 en 24 dae (kyk Tabel 9).

4.3.2 Mikrobesproeiingspersele

Op die mikrobesproeiingspersele is vyf besproeiingsprogramme, soos aangedui in Tabel 10, vergelyk. Vier van die besproeiingsprogramme is gebaseer op gewasfaktore verkry op die lisimeters. Baie hoë tamatieopbrengste is met al vyf besproeiings behaal. Verskille was nie statisties betekenisvol nie. Totale waterverbruik en gewasfaktore was die hoogste met die weeklikse besproeiing, maar steeds hoog by die ander besproeiingsprogramme. Die afwesigheid van vogstremmingseffekte op die mikroppersele word daaraan toegeskryf dat, terwyl die vog in die lisimeters gou uitgeput word en die gewasfaktore daal, tamatieplante met hul goed ontwikkelde wortelstelsels (Portas, 1973; Shalhevet, Mantell, Bielorai & Shimshi, 1979) nog genoeg vog uit die dieper grondlae of uit aangrensende mikroppersele kon onttrek.

4.3.3 Bespreking en gevolgtrekkings

Die resultate op die lisimeters het getoon dat die gekose gewasfaktore te laag was vir besproeiingskedulering in die tunnel. Die groei van die tamaties is ernstig daardeur gestrem. Hoër gewasfaktore as besproeiingskriteria of 'n gewasfaktor gebaseer op 'n EP buite die tunnel behoort beter resultate te lewer.

Volgens die resultate verkry op die mikroppersele blyk dit dat die gebruik van ET of gewasfaktore verkry op vlak lisimeters nie geskik is vir besproeiingskedulering op veldpersele nie, veral by diepgewortelde gewasse soos tamaties. Die vog in die lisimeters was reeds totaal uitgeput sonder dat die groei en opbrengs van die tamaties op aangrensende mikroppersele benadeel is.

4.4 Algemene gevolgtrekkings

TABEL 10 : Vrugopbrengs van tamaties en waterverbruik by vyf besproeiingsbehandelings op mikroperssele in tunnel (1982/83)

Besproeiingsprogram			Bemerkbare opbrengs (grade 1, 2, 3)	Grondvog onttrek uit drie dieptes				Gewas= faktor $\frac{ET}{EP}$	Waterverbruiks= doeltreffendheid
Kode	0-70 dae	Na 70 dae		0-40 cm	40-80 cm	80-120 cm	0-120 cm		
			ton ha ⁻¹	mm	mm	mm	mm		kg ha ⁻¹ mm ⁻¹
A	Weekliks		189,4	901 (72) ⁽¹⁾	295 (23)	63 (5)	1259	1,9	147
B	f ≤ 0,5	f ≤ 0,7	192,7	554 (64)	238 (28)	71 (8)	863	1,3	216
C	f ≤ 0,3	f ≤ 0,7	191,2	546 (62)	240 (27)	101 (11)	887	1,3	209
D	f ≤ 0,5	f ≤ 0,5	183,5	486 (61)	229 (29)	81 (10)	796	1,2	222
E	f ≤ 0,3	f ≤ 0,5	180,5	461 (58)	225 (28)	109 (14)	795	1,2	219
Gemiddeld			187,5	590 (64)	245 (27)	85 (9)	920	1,4	197
KBV _T (P = 0,05)			NB						

⁽¹⁾ % van total grondvog onttrek tussen hakies

Die belangrikste resultate van die proewe met stambone, kopkool en tamaties onder bedekking was soos volg:

(1) Die verdampingskrag van die lug onder 'n plastiekbedekking, soos gemeet met 'n klas A-verdampingspan, was baie laer as in die ope. Die ET, daarenteen, het min verskil binne en buite die tunnel. Dit het uitermate hoë gewasfaktore tot gevolg gehad. Hoër gewasfaktore of laer EP-waardes word dus vir sinvolle besproeiingskedulering binne die tunnel vereis. 'n Moontlike alternatief is om die ET/EP-verhouding vir besproeiingskedulering te baseer op EP-waardes verkry buite die tunnel.

(2) Lisimeters met 'n diepte van 55cm was te vlak om as kriterium vir besproeiingsprogrammering op veldpersele te gebruik, aangesien al die vog uitgeput is voordat noemenswaardige stremmings in die veld ingetree het.

HOOFSTUK 5

WATERBEHOEFTE VAN KOPKOOL IN DIE WINTER

Navorsing met kopkool is gedurende 1984 en 1985 op die lisimeters in die ope en gedurende 1982 tot 1985 op die klei-, leem- en sandmodelpersele sowel as op die veldpersele uitgevoer. Die proefwerk het glad verloop. Weerstoestande gedurende die proefperiode was relatief stabiel en die navorsing is nie deur reën ontwrig nie. Verbouingsbesonderhede word in Hoofstuk 3 aangegee.

5.1 Lisimeters

Daar was slegs twee lisimeters. Gevolglik kon slegs twee onttrekkingspeile, 'n hoë (90 tot 100%) en 'n lae (50%) toegepas word. Opbrengs- en waterverbruiksdata vir twee seisoene word in Tabel 11 uiteengesit. Aangesien behandelings nie herhaal kon word nie, kan slegs op tendense gedui word. Opbrengste was gewoonlik hoër by die hoë besproeiingspeil, maar gedurende 1984 was verskille relatief klein. Gedurende 1985 is vogonttrekking toegelaat totdat geen daaglikse ET meer gemeet is nie (kyk Fig. 8). Alhoewel dit groei aanvanklik baie gestrem het, het die kool goed herstel en nog 'n redelike opbrengs gelever.

Daaglikse gewasfaktore en kumulatiewe ET en EP word in Fig. 7 en 8 aangedui. Die gewasfaktore het gewoonlik toegeneem tot 'n piek ongeveer 50 tot 75 dae na plant en daarna weer geleidelik afgeneem.

Kumulatiewe ET by die twee lisimeters het min verskil (Fig. 7) behalwe waar kool onder uiterste vogstremming verkeer het (Fig. 8). Sulke vogstremming het by die hoë (90%) onttrekkingspeil voorgekom met die gevolg dat die ET en dus die gewasfaktore baie afgeneem het. Met die moontlike uitsondering van 1984, het die ET en gewasfaktor nie sigbaar op toenemende grondvogonttrekking by die 50% onttrekkingspeil gereageer nie.

TABEL 11: Opbrengs, kwaliteit en waterverbruik deur kopkool by twee besproeiingspele op die lisimeters gedurende 1984 en 1985

Besproeiings= peil ⁽¹⁾	Jaar	Totale bogrondse massa	Kop= opbrengs	Gemid. kop= massa	Gemid. kop= deursnee	Kompakt= heid ⁽²⁾	IET	Gemid. gewas= faktor	WVD ⁽¹⁾	Aantal besproei= ings
		ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	kg	cm		mm	$\frac{IET}{IEP}$		
50%	1984	165,3	121,8	3,04	21,1	2,9	491	0,64	337	6
	1985	171,3	125,5	3,08	21,5	2,4	460	0,80	367	7
Gemiddeld		168,3	123,7	3,06	21,3	2,7	476	0,72	352	6,5
90%	1984	152,3	110,0	2,75	20,1	3,5	489	0,64	311	3
	- 1985	132,4	85,7	2,14	18,6	1,9	352	0,61	411	3
Gemiddeld		142,4	97,9	2,45	19,4	2,7	421	0,63	361	3,0
GEMIDDELD		155,4	110,8	2,76	20,4	2,7	449	0,68	357	4,8

⁽¹⁾ Waterverbruiksdooeltreffendheid (kg koppe ha⁻¹mm⁻¹water gebruik)

⁽²⁾ gemeet met penetrometer (kg cm⁻²)

⁽³⁾ Persentasie vog onttrek voordat besproei is

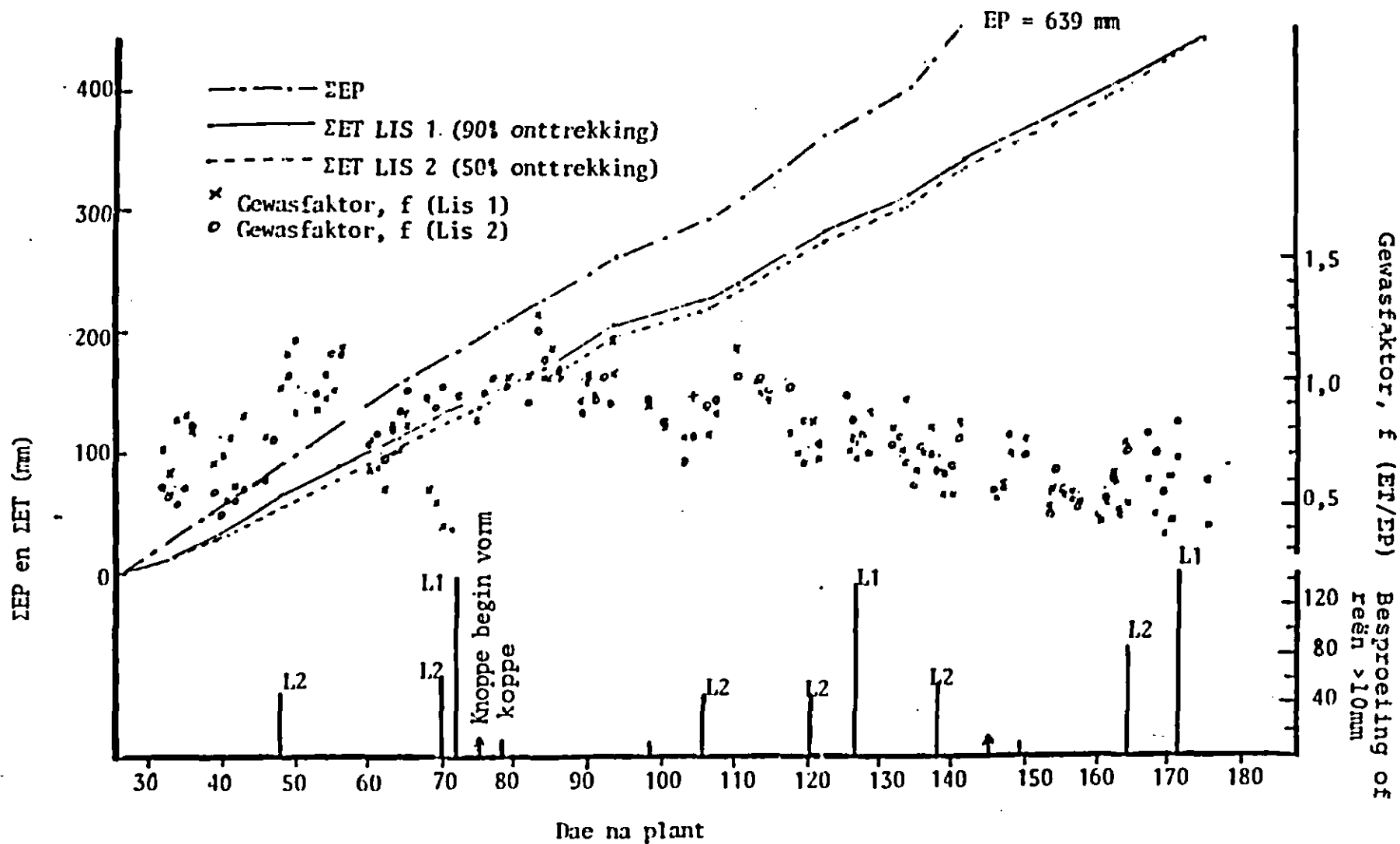


FIG.7 : Gewasfaktore van kopkool en kumulatiewe panverdamping (EP) en evapotranspirasie (ET) op lisimeters - Winter 1984

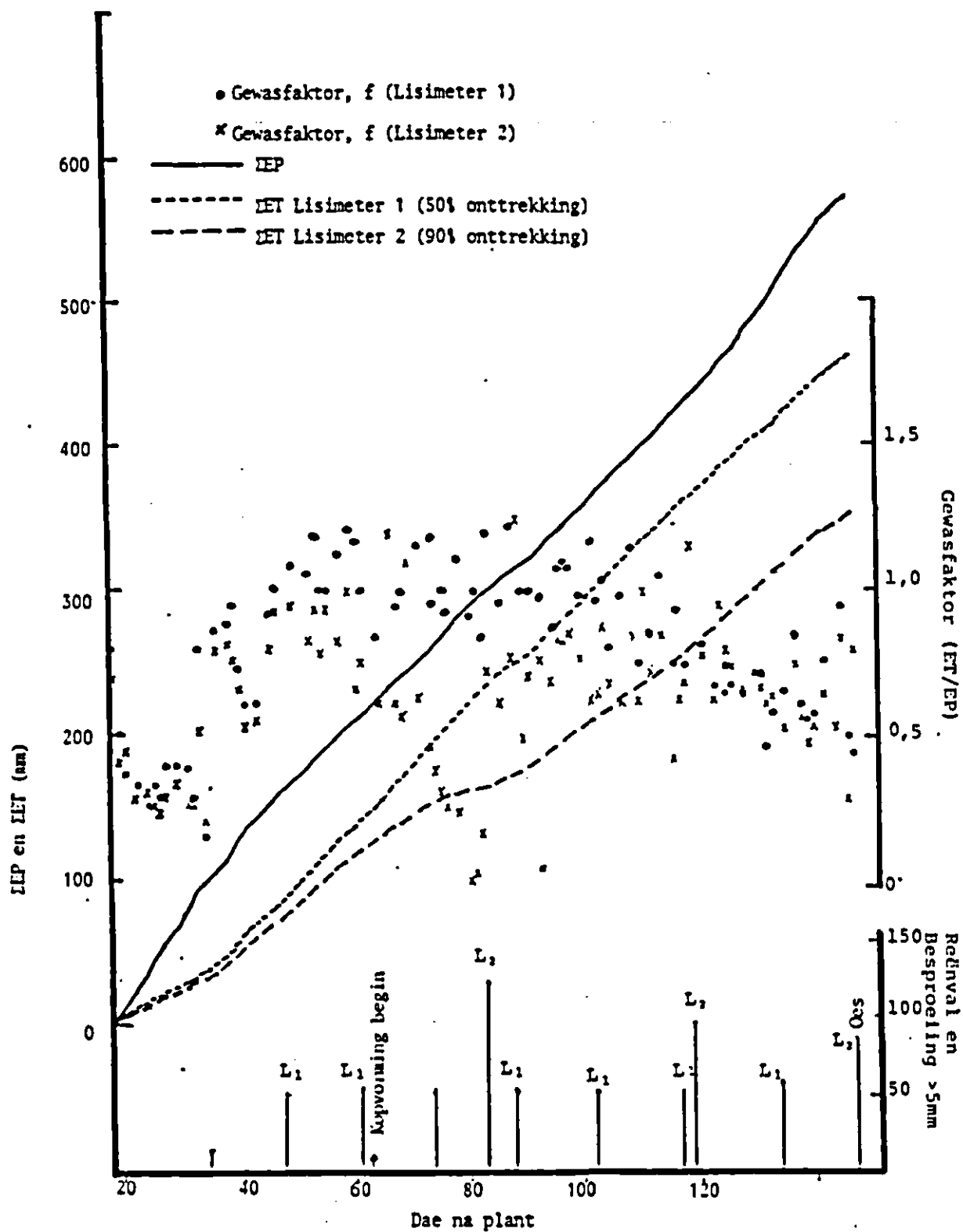


FIG. 8: Daaglikse gewasfaktore van kopkool en kumulatiewe panverdamping (EP) en evapotranspirasie (ET) op lisimeters - Winter 1985

5.2 Grondvogstudies op die Modelpersele

Die werk op die modelpersele is grotendeels gewy aan grondvogonttrekkingstudies op die klei, leem- en sandgrond. Opbrengste is bepaal maar met slegs vier persele per grondsoort kon daar nie voldoende herhalings wees om klein verskille statisties noukeurig te vergelyk nie. Gedurende vier jaar onder kopkool is opbrengste en waterverbruik op die drie gronde by die volgende grondvogtoestande vergelyk:

- (1) onder nie-stremmingstoestande (1982),
- (2) by 50% en 100% grondvogonttrekking (1983),
- (3) by 50% en 90% onttrekking (1984), en
- (4) by lae, medium, hoë en algehele grondvogonttrekking (1985).

5.2.1 Grondvogonttrekking onder nie-stremmingstoestande (Winter 1982)

Grondvogbepalings tot 120 cm diep en vogaanvullings tot VK het weekliks plaasgevind. Aangesien die reënskerm buite werking was, het die proef in die ope plaasgevind. Die totale reënval was 14,2 mm waarvan 10,3 mm uit buie van meer as 1 mm bestaan het. Hierdie syfer (10,3 mm) is in berekening gebring by die bepaling van waterverbruik deur kool.

Verskeie opbrengskomponente, soos aangedui in Tabel 12, is nie betekenisvol deur grondtipe geaffekteer nie. Dit wil egter voorkom asof op die sandgrond minder groeikragtige plante asook kleiner en meer kompakte koppe geproduseer is. Die opbrengsvlak was laer as gedurende die daaropvolgende proefseisoene. Dit word toegeskryf aan 'n vroeër oesdatum gedurende 1982.

Waterverbruiksdata word in Tabel 13 saamgevat. Feitlik eweveel vog is uit die drie grondsoorte onttrek. Meer vog is uit die dieper grondlae van die sandgrond as van die klei- en leemgronde onttrek. Waterverbruiksdoeltreffendheid en gemiddelde panfaktorwaardes het min verskil tussen die drie grondsoorte.

TABEL 12: Kopkoolopbrengs en -kwaliteit onder nie-stremmingstoestande op drie grondtipes op modelpersele (Winter 1982).

		Klei	Leem	Sand
Totale bogroei	(ton ha ⁻¹)	115,8	115,3	99,2
Kopopbrengs	(ton ha ⁻¹)	53,7	55,1	52,3
Gemiddelde kopmassa	(kg)	1,53	1,56	1,48
Kopdeursnee	(cm)	19,1	18,7	17,9
Kompaktheid ⁽¹⁾		1,50	1,75	2,25

(1) 1- tot -4 skaal (4 uiters kompak)

TABEL 13: Grondvogonttrekking en waterverbruiksdoeltreffendheid van kopkool onder nie-stremmingstoestande op drie grondtipes by modelpersele (Winter 1982).

Parameter		Klei	Leem	Sand
Grondvog onttrek ⁽¹⁾	mm	240	222	225
Aantal besproeiings		10	11	11
% van totale onttrekking				
0 - 40 cm		91	88	71
40 - 80 cm		9	11	24
80 -120 cm		0	1	5
Waterverbruiksdoeltreffendheid ⁽²⁾				
(kg koolkoppe ha ⁻¹ mm ⁻¹ water)		192	210	198
Panfaktor	$\frac{ET}{EO}$	0,75	0,71	0,71

⁽¹⁾ Vanaf 26 dae na plant tot oestyd.

⁽²⁾ 40 mm toegedien tydens vestiging ook in berekening gebring.

Kumulatiewe grondvogonttrekking vir die drie grondsoorte word in Fig. 9 uitgebeeld. Dit dui op effens hoër vogonttrekking uit klei- as uit leem en sandgrond.

5.2.2 Grondvogstudies by 50% en 100% onttrekking uit die 0-120cm grondprofiel (Winter 1983)

Die doel was om opbrengs en waterverbruik van kopkool by 'n hoë besproeiingspeil (besproei sodra 50% van beskikbare vog in 0-120cm grondlaag onttrek is) en lae besproeiingspeil (besproei sodra 95-100% van beskikbare vog in 0-120cm onttrek is) op sand-, leem- en kleigrond te bepaal.

Opbrengsparameters en waterverbruiksdata verskyn in Tabel 14. By die hoë peile is op al drie gronde ses besproeiings na die laaste algehele besproeiing op 26/4/83 toegedien. By die lae vogpeil het die sandgrond een en die klei- en leemgronde geen bykomstige besproeiing ontvang nie. Vogverbruik by die 50% peil op kleigrond was hoër as in leem- en veral sandgrond. Opbrengsparameters volg dieselfde tendens, alhoewel verskille nie statisties betekenisvol was nie. Indien hierdie waterverbruiksgegevens met dié in Tabel 13 by 'n hoër besproeiingsfrekwensie vergelyk word, wil dit voorkom asof die kool by die 50% peil op die leem en veral die sand met tye aan vogstremmings onderwerp is wat tot 'n laer ET en opbrengs aanleiding gee het.

Opbrengste by die lae vogpeil was betekenisvol laer as by die hoë vogpeil. Vogonttrekking uit die boonste 1,2 m by die lae besproeiingspeil was besonder laag. In Fig.10 word die kumulatiewe vogonttrekking aangedui. Kumulatiewe vogonttrekking by die hoë peil het deurgaans teen min of meer dieselfde tempo toegeneem tot met oestyd. By die lae vogpeil is soms negatiewe vogonttrekkings tussen opeenvolgende vogbepalings gemeet. Dit word toegeskryf aan monsterfoute tydens vogbepalings wat vererger is deur die hoë graad van grondvoguitputting wat by die lae vogpeil plaasgevind het. By die lae vogpeil het daar 'n afplatting in kumulatiewe grondvogonttrekking uit die boonste

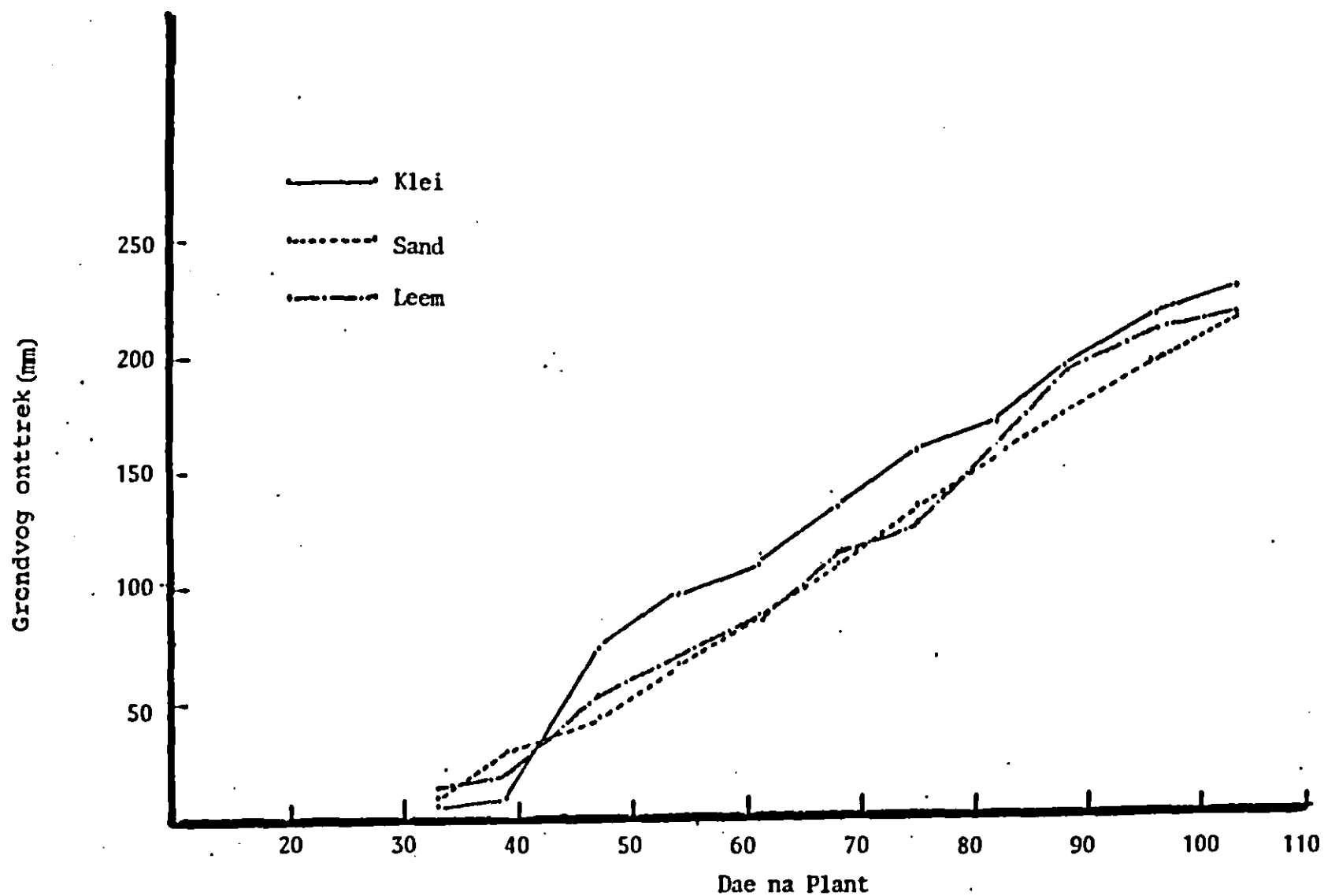


FIG. 9 : Kumulatiewe grondvogonttrekking deur kopkool uit die 0-120 cm grondprofiel van drie grondsoorte (Modelpersele, Winter 1982)

TABEL 14: Opbrengs, kwaliteit en waterverbruik deur kopkool by twee besproeiingsbehandelings op drie grondtipes (Modelpersele, Winter 1983)

Grond=soort	Besproeiings=peil ⁽¹⁾	Aantal besproei=ings	Grondvog onttrek uit drie grondlae (vanaf 25.4.1983 tot oes)				Totale bogrondse opbrengs	Koolkop=opbrengs	Gemid. Kop=Massa	Gemid. Kop=deur=snee	Kompakt=heid ⁽²⁾	Water verbruiks doeltref=fendheid
			0-120 cm	0-40 cm	40-80 cm	80-120 cm						
			mm	mm	mm	mm	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	kg	cm	kg cm ⁻²	⁽³⁾
Klei	P ₁ -hoog	6	242	136(56)	73(30)	33(14)	140,2	84,3	2,27	17,9	2,10	299
	P ₂ -laag	0	105	46(44)	34(33)	24(23)	91,8	55,7	1,56	14,9	2,25	384
Leem	P ₁ -hoog	6	195	120(61)	46(24)	30(15)	136,3	74,1	1,99	16,5	1,40	315
	P ₂ -laag	0	67	34(51)	19(28)	14(21)	68,4	30,4	1,07*	12,8	2,05	285
Sand	P ₁ -hoog	6	150	97(65)	26(17)	27(18)	107,9	56,0	1,72	15,3	1,30	295
	P ₂ -laag	1	84	38(45)	21(25)	25(30)	81,8	37,0	1,23	13,4	2,15	298
Gemid.	P ₁ -hoog	6	196	118(60)	48(24)	30(15)	128,1	71,5	1,99	16,6	1,60	303
	P ₂ -laag	0-1	85	39(46)	25(29)	21(25)	80,7	41,1	1,29	13,7	2,15	329
KBV _T (Besproeiings)							18,3	15,8	0,46	2,3	0,54	
KBV _T (Grondsoorte)							NB	NB	NB	NB	NB	
GEMIDDELD							104,4	56,3	1,64	15,1	1,88	316

¹⁾ P₁ = grondvogaanvulling tot VK as 50% beskikbare vog onttrek is.

P₂ = grondvogaanvulling tot VK as 90% beskikbare vog onttrek is.

²⁾ Kg koolkoppe ha⁻¹ mm² water gebruik (40mm toegedien tydens vestiging ook in berekening gebring)

³⁾ gemeet met penetrometer (kg cm⁻²)

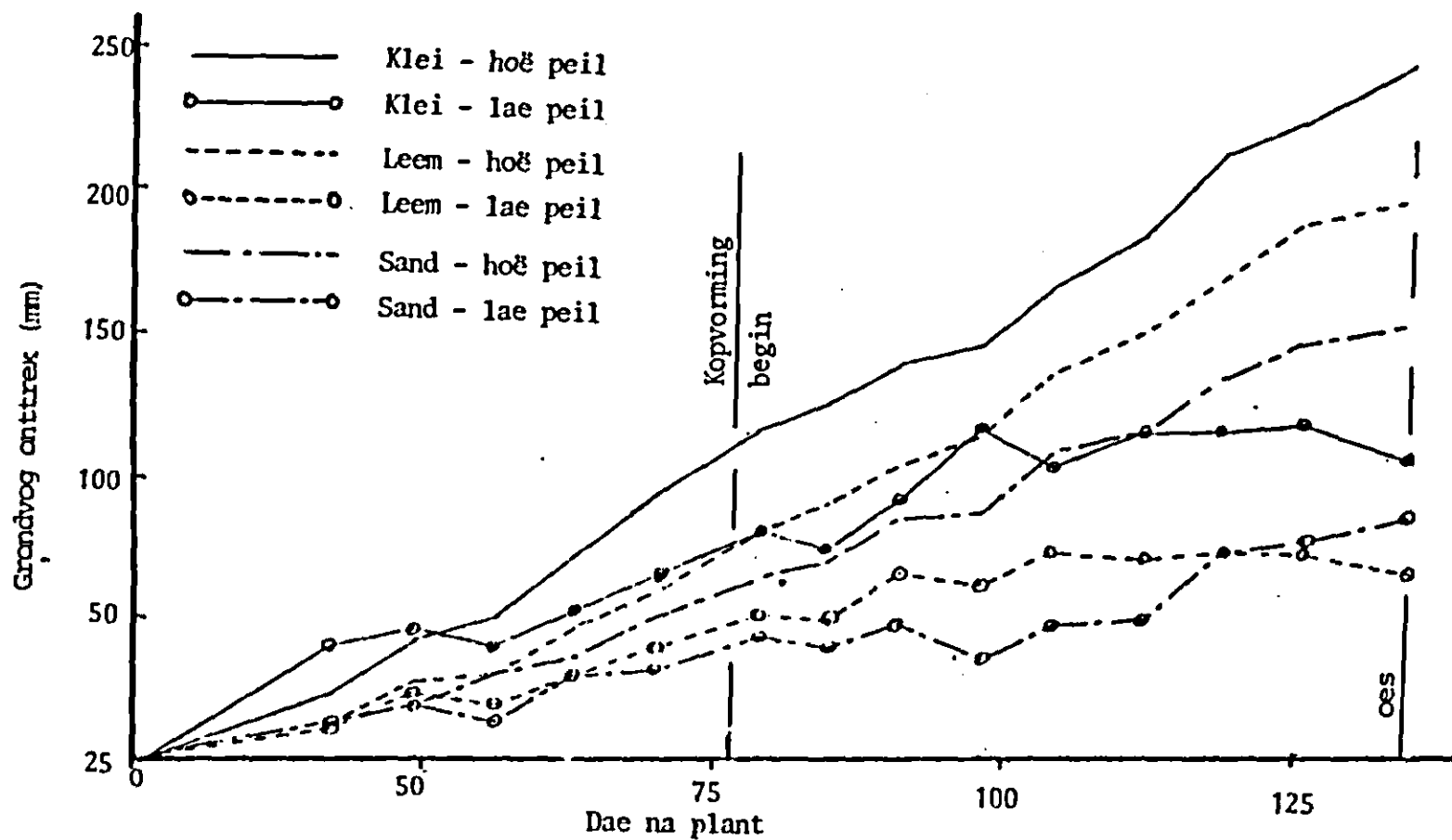


FIG. 10: Kumulatiewe grondvogonttrekking deur kopkool uit die 0-120 cm grondprofiel van drie grondsoorte by twee besproeiingspeile (Winter 1983)

120cm gedurende die vroeë kopstadium voorgekom. Aangesien verdere groei en kopontwikkeling nie sonder voortgesette aktiewe vogonttrekking kan geskied nie, word vermoed dat van hierdie vog benede 1,2m onttrek is. Latere proefresultate bevestig dit.

Die gemiddelde waterverbruiksdoeltreffendheid van 316 kg koolkoppe per ha per mm water was heelwat hoër as gedurende die vorige jaar. Geen duidelike grond- of besproeiingseffekte op waterverbruiksdoeltreffendheid is waarneembaar nie.

5.2.3 Grondvogstudies by 50% en 90% onttrekking uit die 0-80cm grondprofiel (Winter 1984).

Die doel was om die invloed van grondvogonttrekking tot 50% en 90% van beskikbare grondvog in die 0-80cm grondlaag op koolopbrengs en waterverbruik te bepaal. Hierdie proef het van die vorige jaar verskil aangesien besproeiings gebaseer is op vogonttrekking uit die boonste 80cm en nie die boonste 120cm nie. Vogbepaling van die 80-120cm grondlaag is ook gedoen. Sodoene kon vasgestel word of oorbesproeiing geskied het aldan nie.

Die resultate verskyn in Tabel 15. Hoër opbrengste as gedurende die vorige twee winters is behaal. Dit, sowel as die hoër vogverbruik kan deels toegeskryf word aan die langer groeiseisoen (106 dae in 1982, 135 dae in 1983 en 145 dae in 1984). Hoër opbrengste is op die swaarder grondsoorte behaal, veral by die 90% peil. Die wisselwerking tussen grondsoort en besproeiing was nie statisties betekenisvol nie. Dus moet aanvaar word dat die betekenisvolle hoër kopopbrengs by die klei-, as by die leem- en sandgrond, vir altwee vogpeile geld. Vrugbaarheidseffekte kon dus ook 'n invloed op kopopbrengste gehad het.

5.2.4 Grondvogstudies by lae, medium, hoë en algehele onttrekking uit die 0-80cm grondprofiel (Winter 1985)

Die doel was om die invloed van vier grondvogonttrekkingspeile op grondvog sowel as op waterverhoudings van kopkool te bepaal. Sodoende kon vasgestel word by watter grondvoggehalte

TABEL 15: Opbrengs, kwaliteit en waterverbruik deur kopkool by twee besproelingspeile op drie grondsoorte (Modelpersele, Winter 1984)

Grond	Besproelingspeil (% onttrekking van beskikbare grondvog voordat besproei is)	Totale bogrondse opbrengs	Koolkop=opbrengs	Gemid. kopmassa	Gemid. kopvolume	Kopdigtheid (1)	Totale water verbruik (19.4.84-18.8.84)	Gemid. gewasfaktor	WVD (3)	Aantal besproelings
		ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	kg	cc		mm	$\frac{IET}{IEP} (2)$		
Klei	50%	163	104	2,59	3521	2,39	337	0,77	276	6
	90%	154	98	2,46	3300	2,84	353	0,81	249	2
	Gemiddeld	159	101	2,53	3411	2,62	345	0,79	263	4
Leem	50%	148	93	2,32	3430	2,56	310	0,71	266	6
	90%	110	66	1,65	2450	3,39	286	0,66	202	2
	Gemiddeld	129	80	1,99	2940	2,98	298	0,69	234	4
Sand	50%	125	88	2,20	2915	2,85	248	0,57	306	6
	90%	76	49	1,23	1405	3,49	205	0,47	200	2
	Gemiddeld	101	69	1,71	2160	3,17	227	0,52	253	4
Gemiddeld 50%		145	95	2,37	3289	2,60	298	0,68	283	6
90%		113	71	1,78	2385	3,24	281	0,65	217	2
KBV _T (P = 0.05)	Grond	26	23	0,59	664	0,10	-	-	-	-
	Besproeiing	17	15	0,38	429	0,32	-	-	-	-
GEMIDDELD		129	83	2,08	2837	2,92	290	0,67	250	4

(1) Penetrometer (kg cm²)

(2) IEP = 436 mm

(3) Waterverbruiksdooeltreffendheid (kg koolkoppe ha⁻¹ mm⁻¹)

(40 mm besproeiing tydens vestiging in berekening gebring)

vogstremming by kopkool intree. Verder is beoog om die profielbeskikbare water tot 'n diepte van 1,6m te bepaal. In die vorige studies is die grondvog slegs tot 'n diepte van 1,2m gemonitor. Die toegepaste grondvogonttrekkingspeile word in Tabel 16 aangegee.

Die besproeiingsbehandelings het 'n aanvang geneem nadat die kool goed gevestig was en die hele proef volledig besproei is. Later het dit egter geblyk dat twee persele nie tot die volle 1,6m benat is nie soos geïllustreer deur die vogkrommes vir die 120-160cm grondlaag in Fig. 13 en 18.

Grondvogkrommes by die vier onttrekkingspeile op die drie grondsoorte word in Fig. 11 tot 22 aangebied. Tydens besproeiing is slegs die vogtekorte in die boonste 80cm aangevul. Enige vogonttrekking uit die dieper grondlae sowel as oorbesproeiing word dus aangedui.

Op die sandgrond (Fig. 11 tot 14) kry ons die eerste aanduiding van vogstremming (aangedui deur afplatting naby die bopunt van die vogonttrekkingskurwe) by die medium onttrekkingspeil en wel nadat ongeveer 40mm uit die boonste 80cm onttrek is. Maksimum vogonttrekking uit die boonste 80cm was ongeveer 58mm, en 100mm tot by 160cm. Maksimum vogonttrekking uit die 80-120cm en 120-160cm grondlae het min verskil. Dit wil dus voorkom asof vog selfs tot dieper as 160cm onttrek is. By die hoë vogpeil (Fig. 11) is min vog uit dieper as 80cm onttrek.

Ooreenkomstige waardes vir die leem- en kleigrond soos afgelei van Fig. 15, 16, 17 en 18 (leem) en Fig. 19, 20, 21 en 22 (klei) word in Tabel 16 aangegee. Soos verwag is die onttrekkingswaardes heelwat hoër as by sandgrond. By al drie gronde verteenwoordig die stremmingsperk 'n onttrekking van ongeveer 69% van die beskikbare grondvog in die boonste 80cm.

Verskeie plantwaterparameters is periodiek deur die groeiseisoen gemonitor en die verwantskap tussen hierdie metings en die % grondvog onttrek word in Fig. 23 en 24 aangedui. Daarvolgens

TABEL 16: Grondvogonttrekking en opbrengs by kopkool (Modelpersele, Winter 1985)

Grond=soort	Peil van grond=vogont=trekking	Gemid. onttrekking uit 0-80cm voordat besproei is		Beskikbare grond=vog		Onttrekking uit 0-80cm wanneer stremming intree	Opbrengs		Totale vog onttrek	Aantal Besproei=ings
				0-80cm	0-160cm		Bogroei	Koppe		
		mm	% ⁽²⁾	mm	mm	mm	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	mm	
Sand	Laag	31	52	58	110	40	154	98	373	10
	Medium	46	79				131	81	327	6
	Hoog ⁽¹⁾	44	76				94	52	193	4
	Algeheel	58	100				99	55	196	1
Leem	Laag	36	45	80	138	55	176	111	427	10
	Medium	53	66				149	95	379	6
	Hoog	74	93				145	91	359	4
	Algeheel ⁽¹⁾	80	100				96	46	159	1
Klei	Laag	30	34	87	147	60	174	112	366	10
	Medium	46	53				138	84	325	6
	Hoog	82	94				147	93	324	3
	Algeheel	87	100				135	80	245	1

(¹) Persele aanvanklik onvolledig benat

(²) % van beskikbare grondvog in 0-80cm profiel

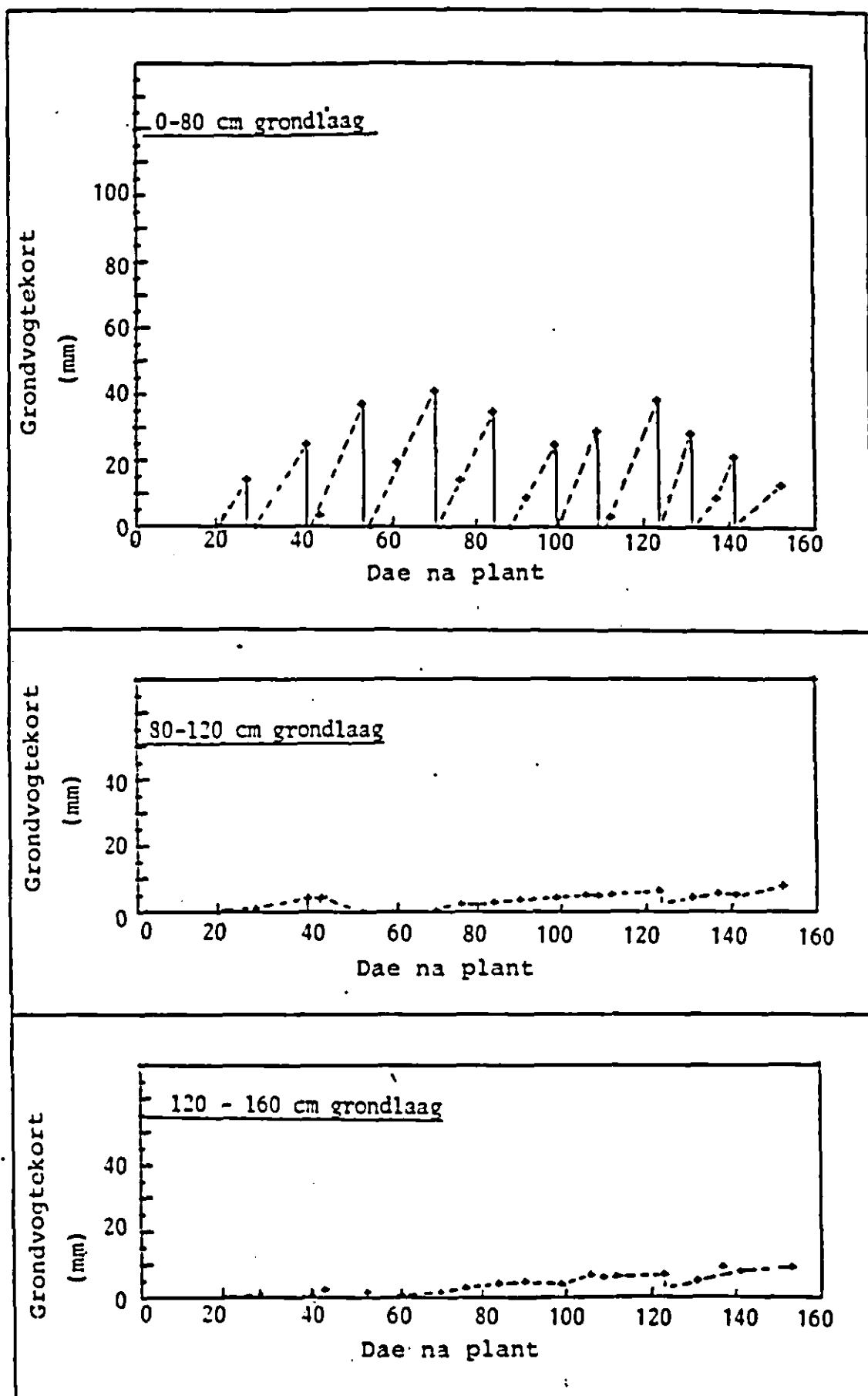


FIG.11: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die lae onttrekkingspeil op sandgrond (Modelpersele 1985)

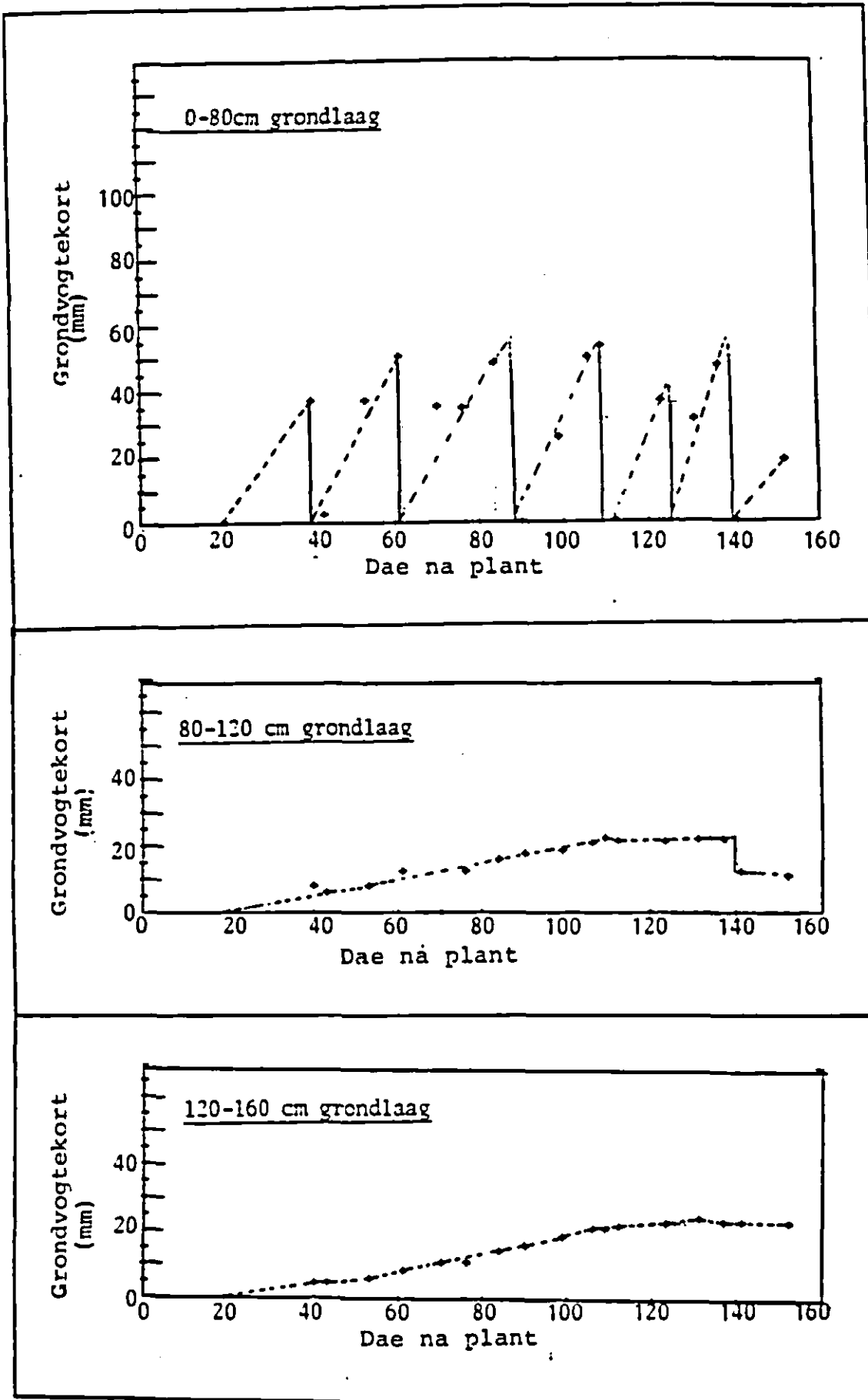


FIG.12 : Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die medium onttrekkingspeil op sandgrond (Modelpersele 1985)

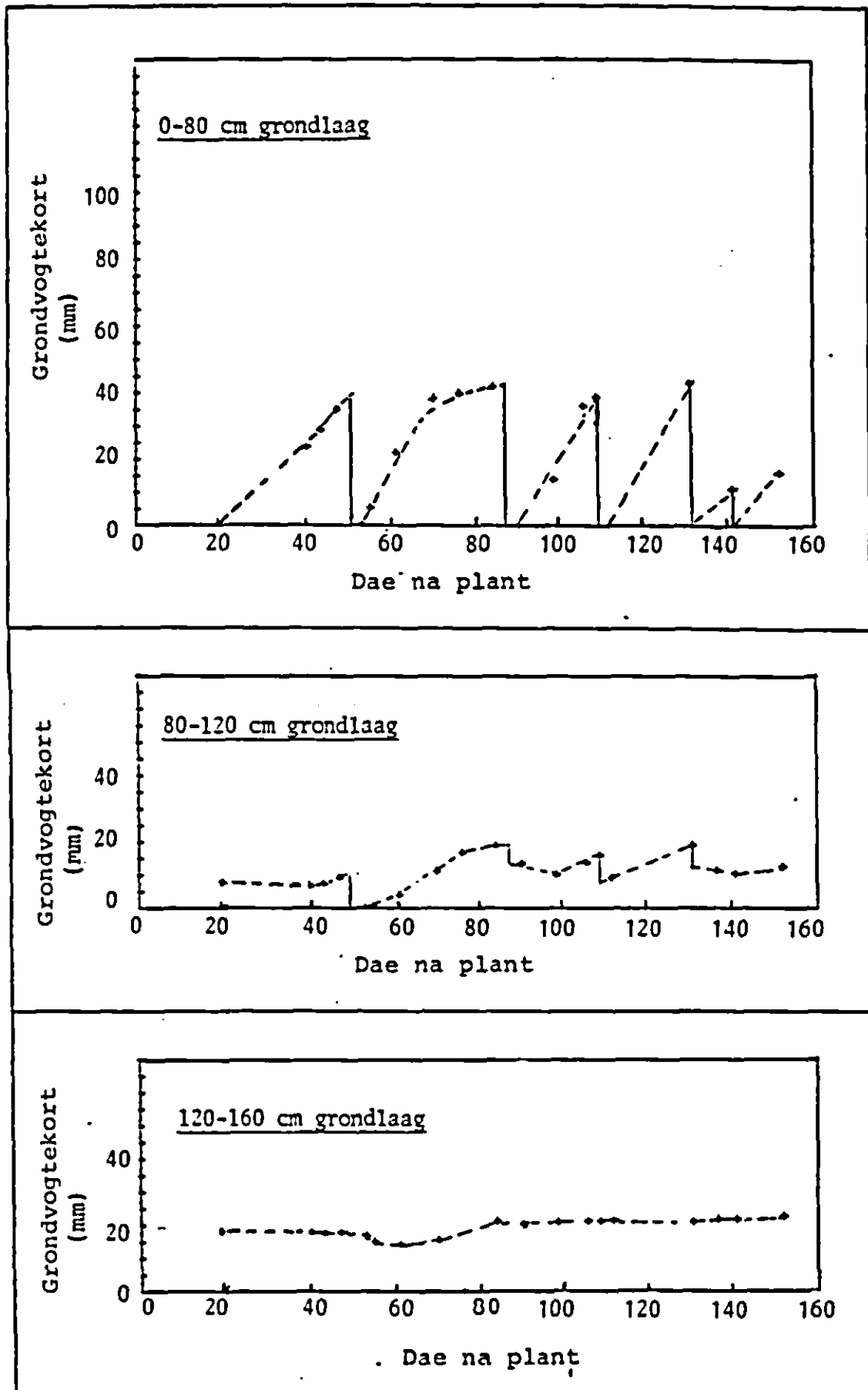


FIG. 13: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die hoë onttrekkingspeil op sandgrond (Modelpersele 1985)

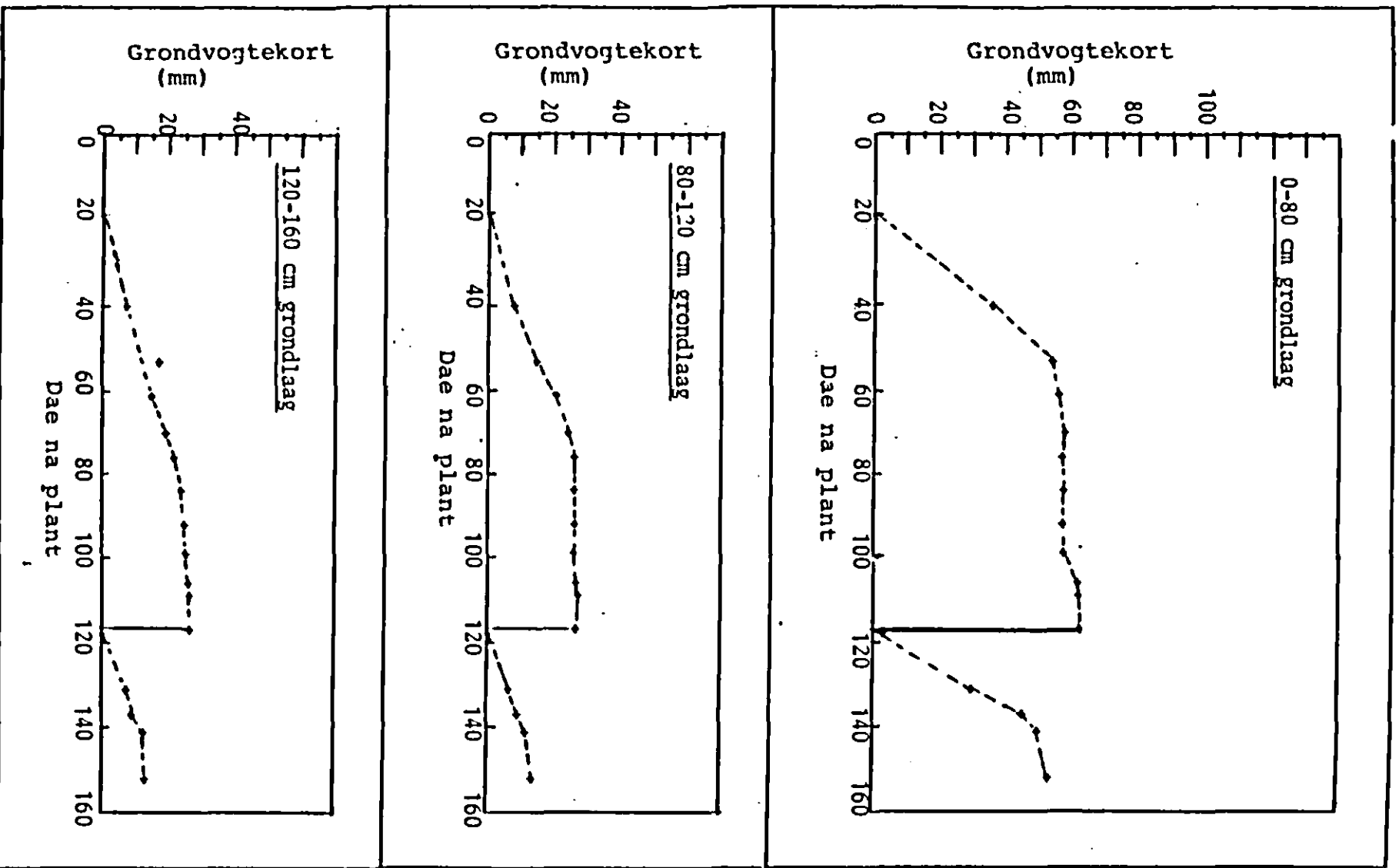


FIG.14: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by algehele onttrekking op sandgrond (Modelpersele 1985)

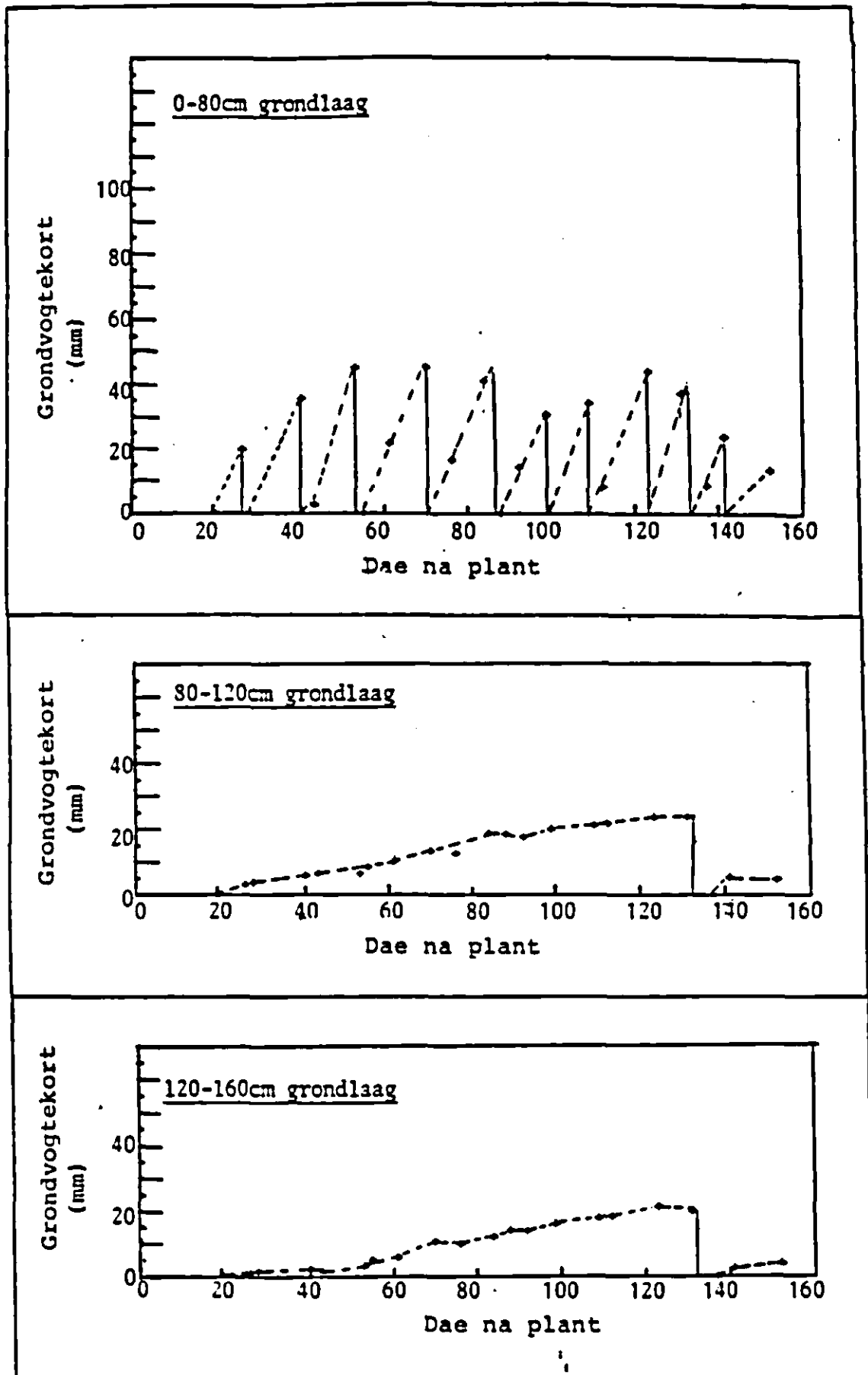


FIG.15: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die lae onttrekkingspeil op leemgrond (Modelpersele 1985)

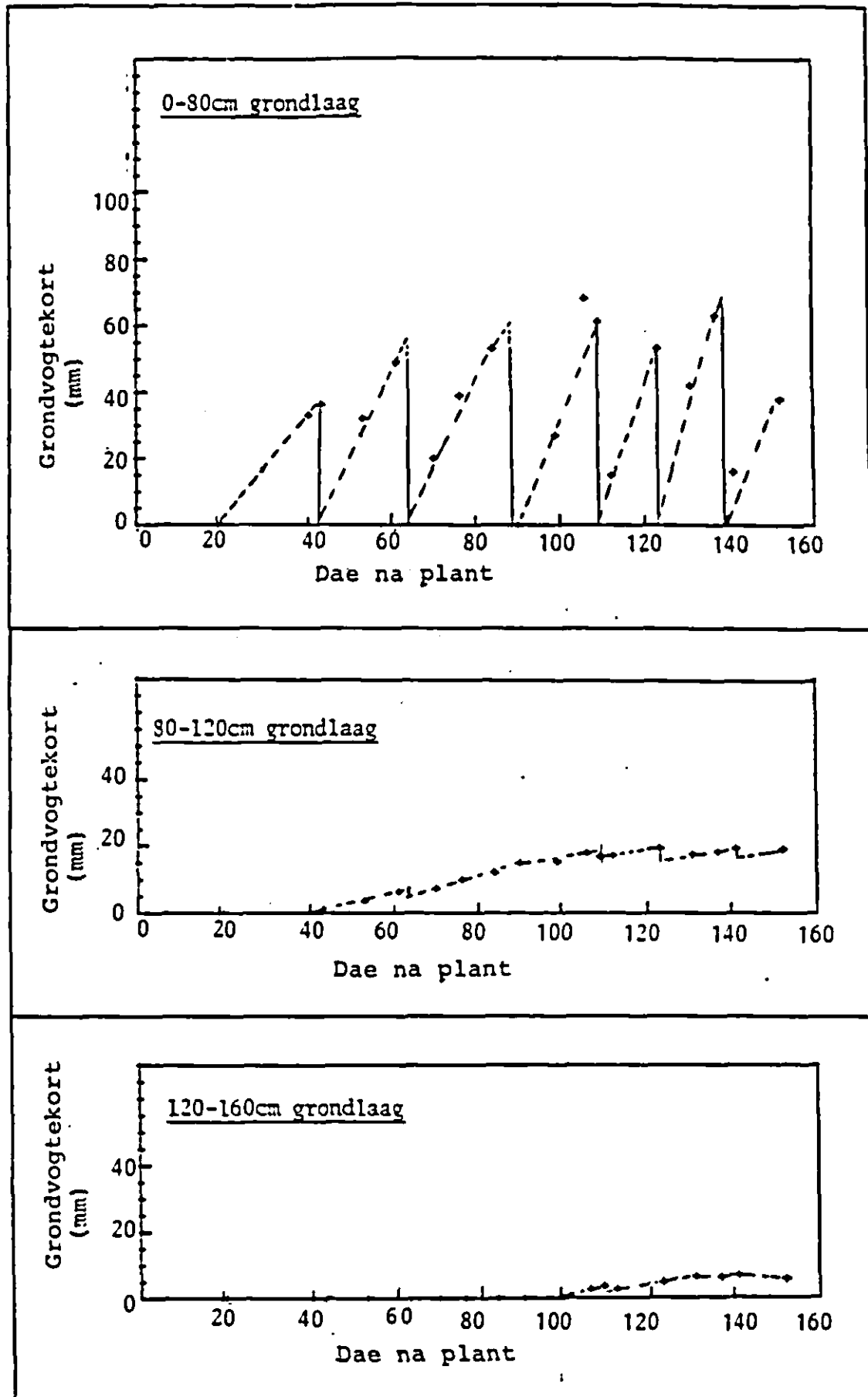


FIG.16: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die medium onttrekkingspeil op leemgrond (Modelpersele 1985)

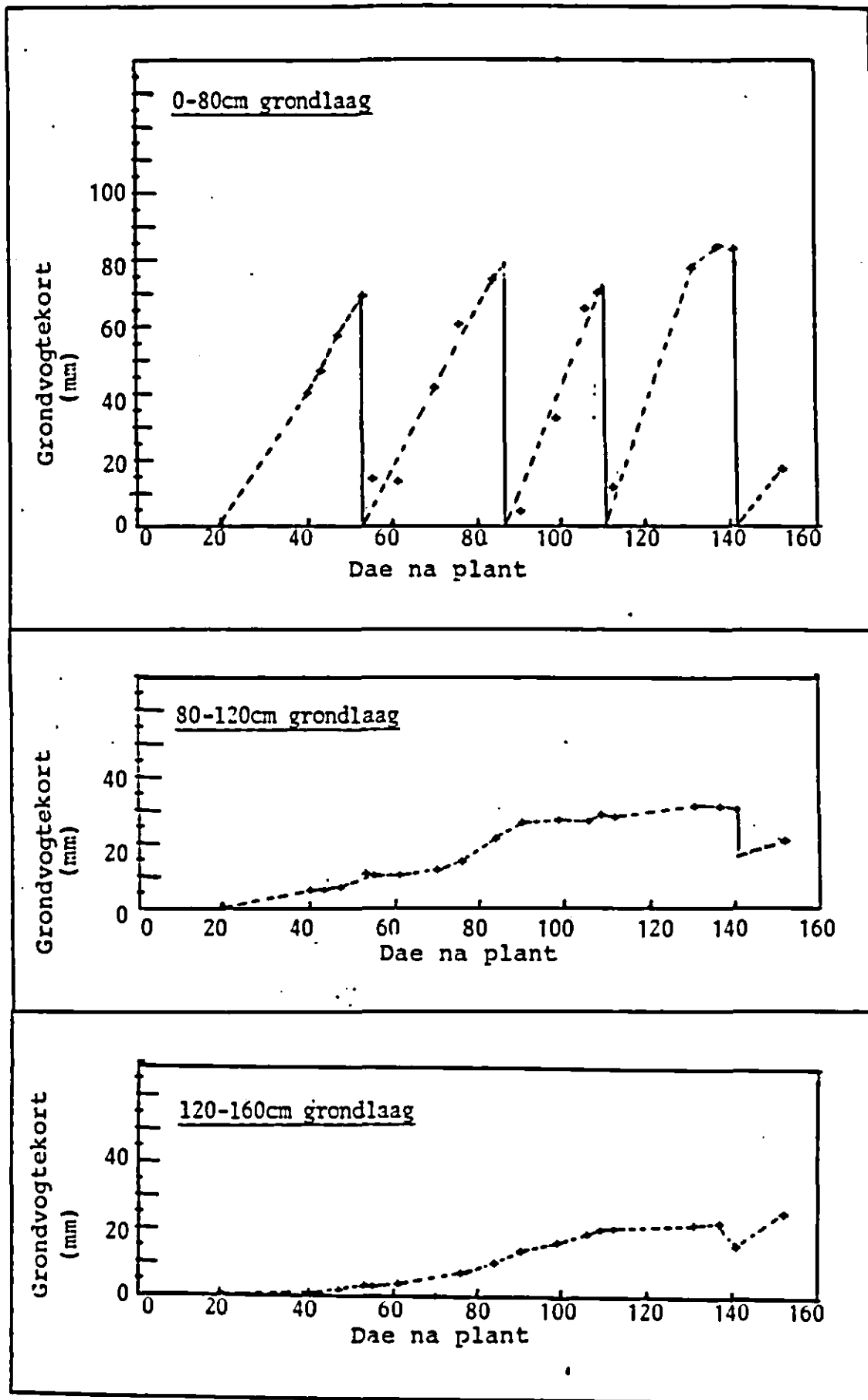


FIG.17: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die hoë onttrekkingspeil op leemgrond (Modelpersele 1985)

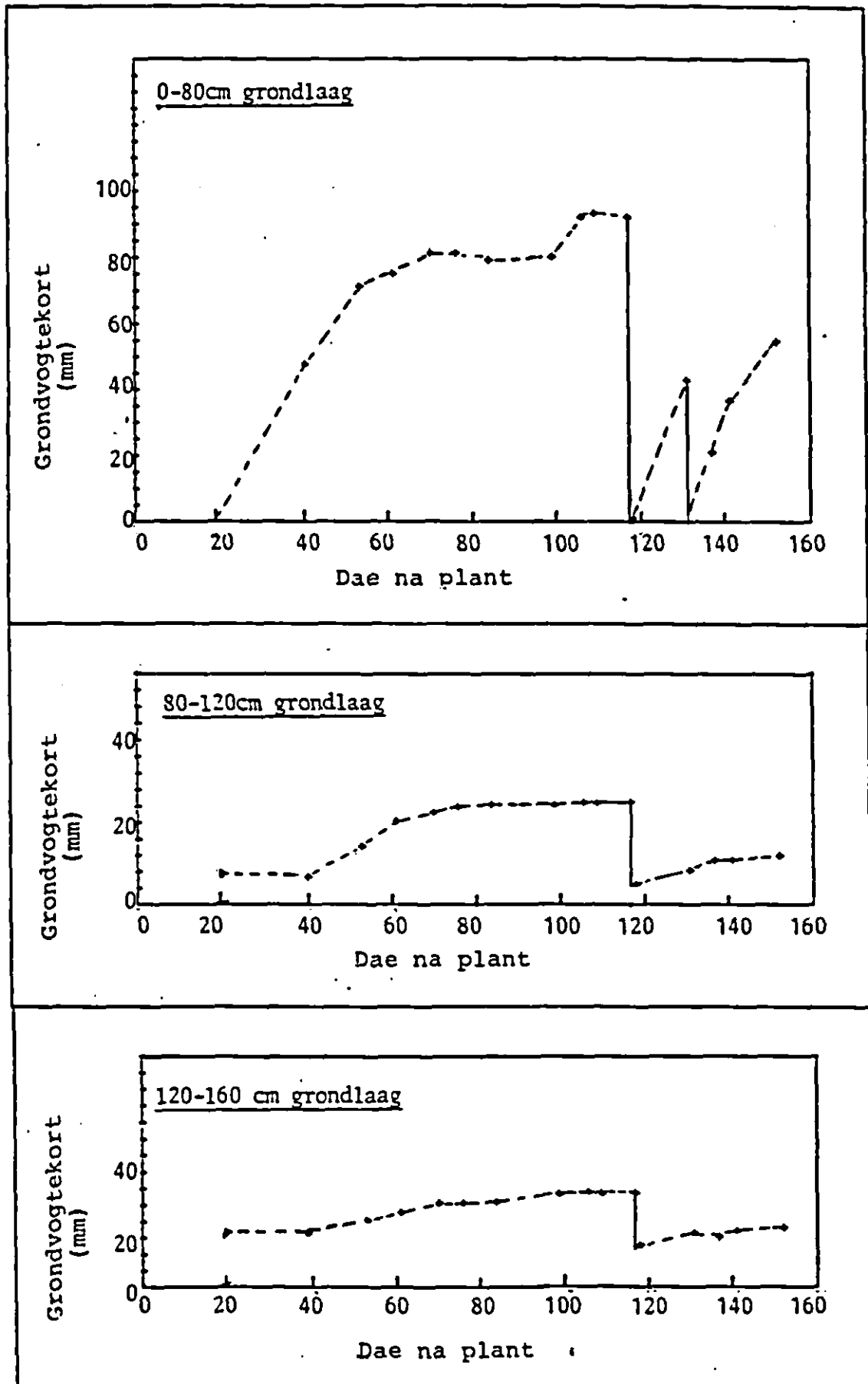


FIG.18: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by algehele onttrekking op leemgrond (Modelpersele 1985)

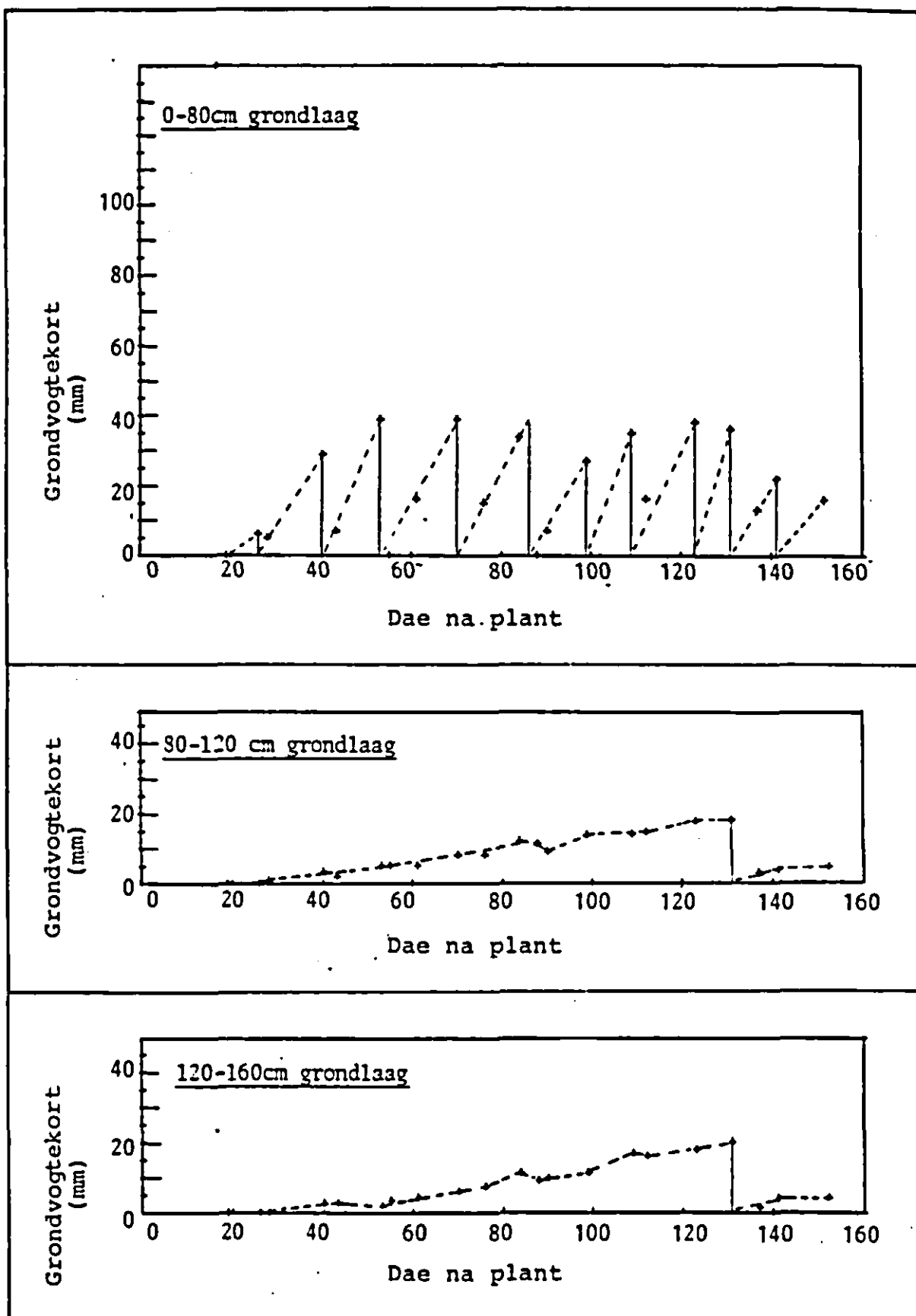


FIG.19: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die lae onttrekkingspeil op kleigrond (Modelpersele 1985)

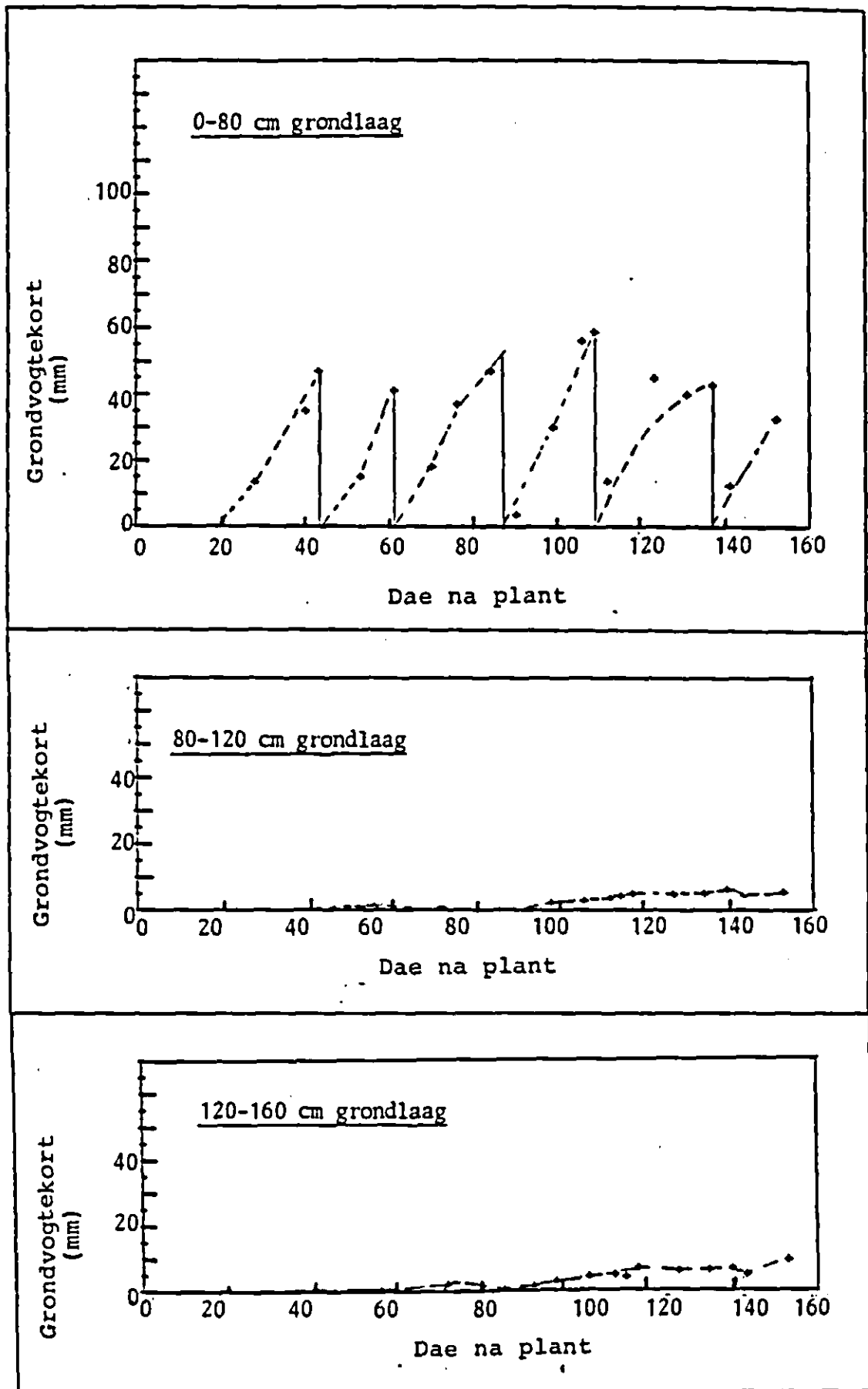


FIG.20: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die medium onttrekkingspeil op kleigrond (Modelpersele 1985)

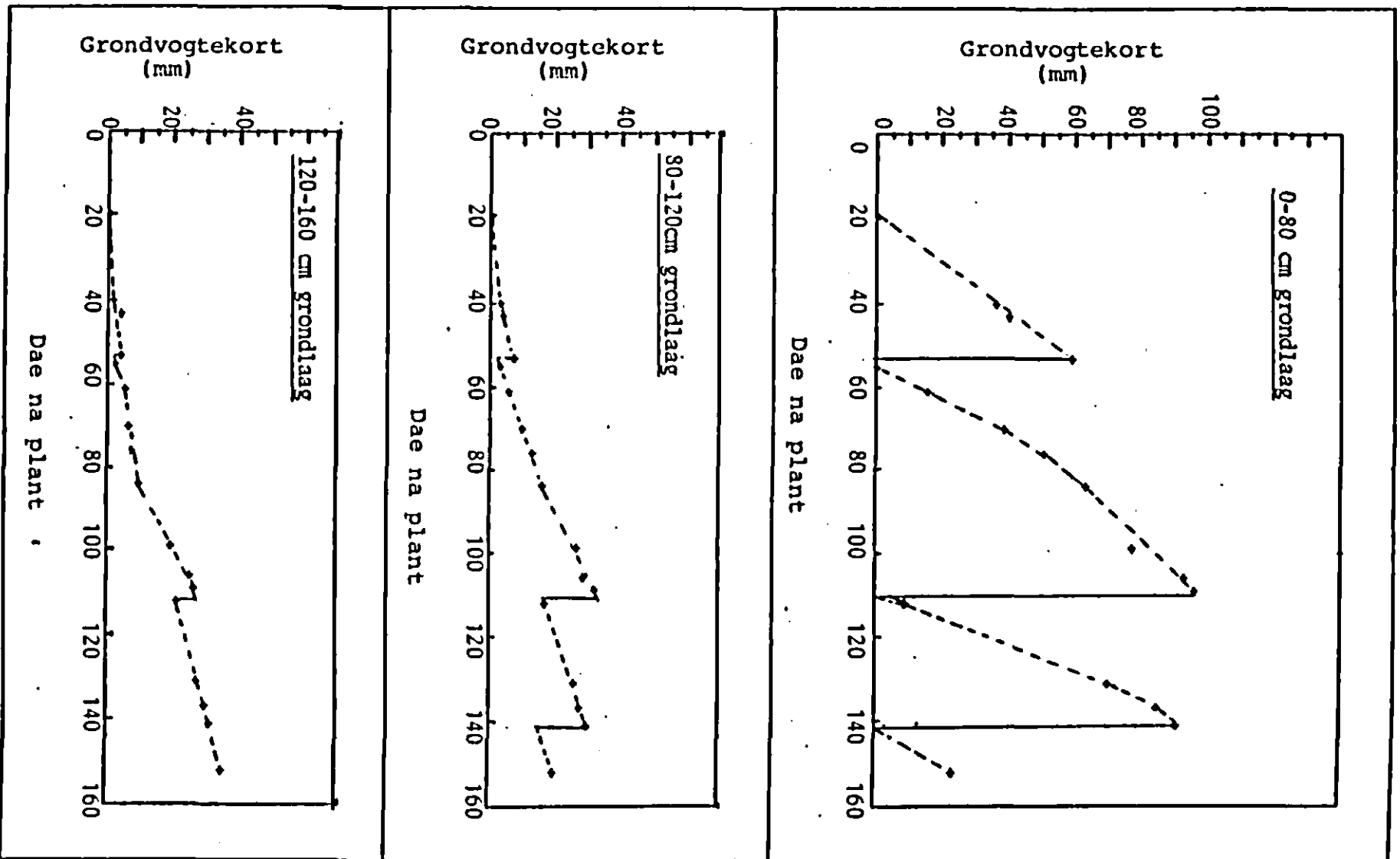


FIG.21: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by die hoë onttrekkingspeil op kleigrond (Modelpersele 1985)

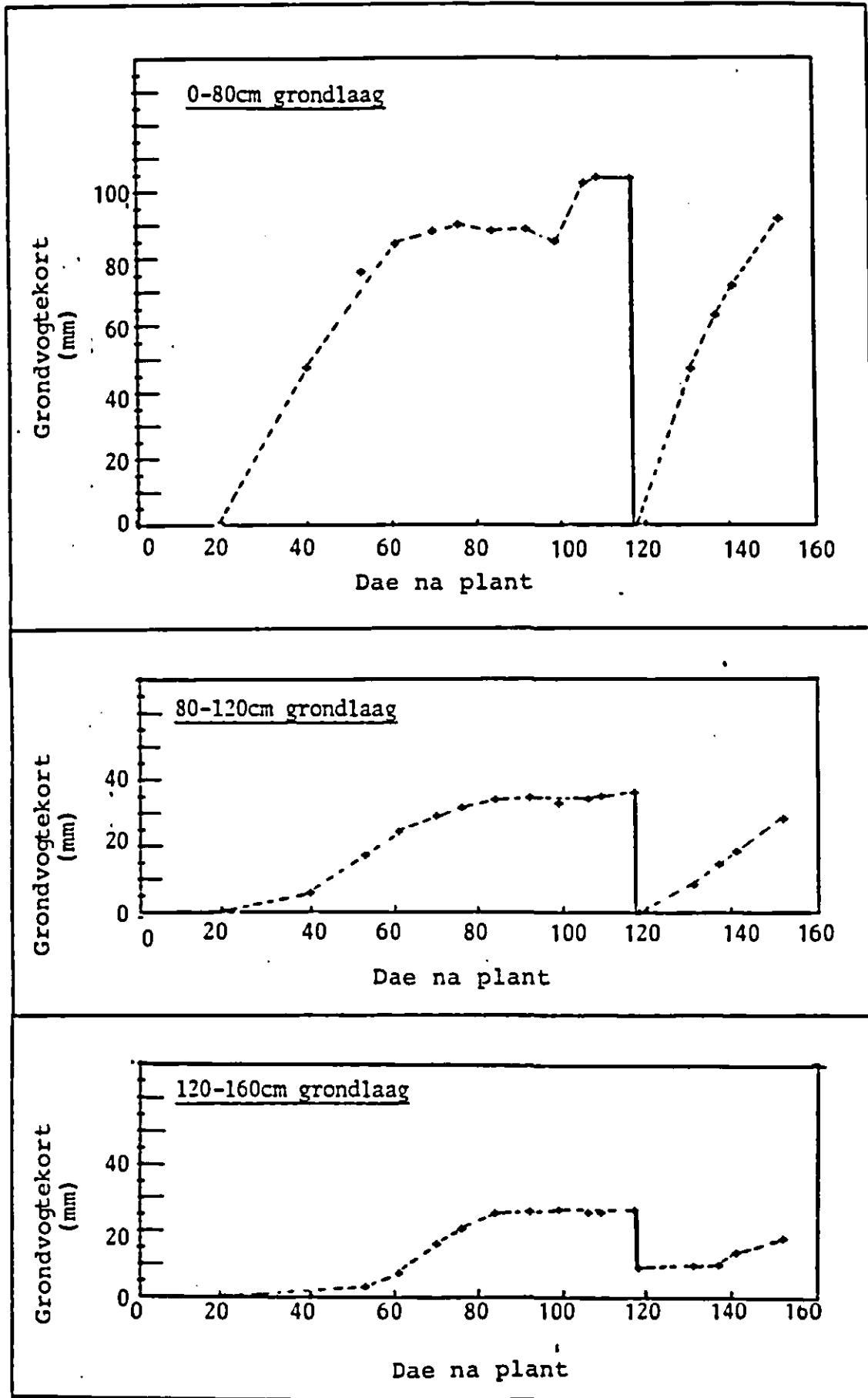


FIG.22: Vogtekorte in drie grondlae by kopkool by algehele onttrekking op kleigrond (Modelpersele 1985)

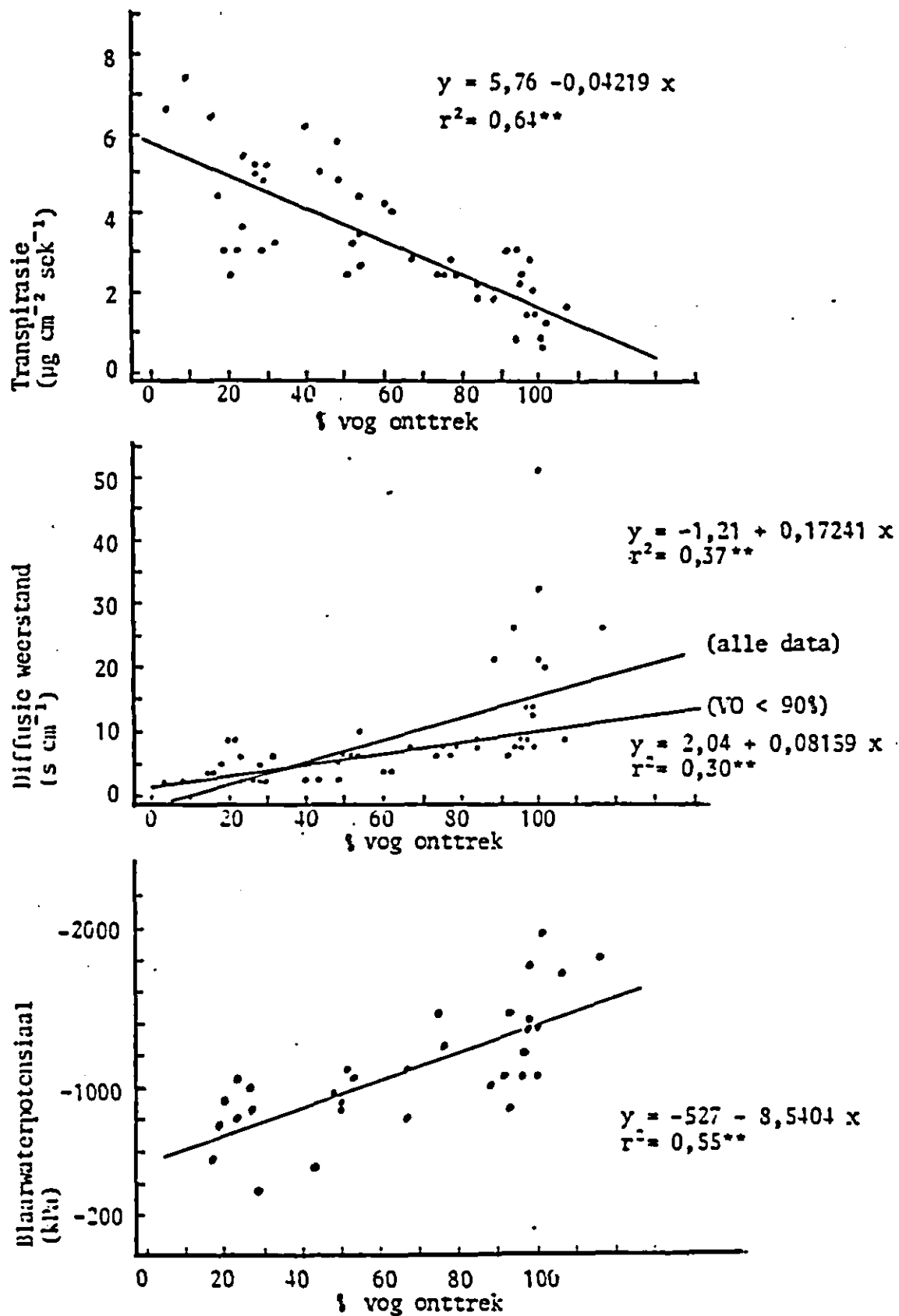


FIG.23: Verwantskap tussen % grondvog onttrek uit 0-80cm sand- en leemprofielen en verskeie plantwaterparameters by kopkool

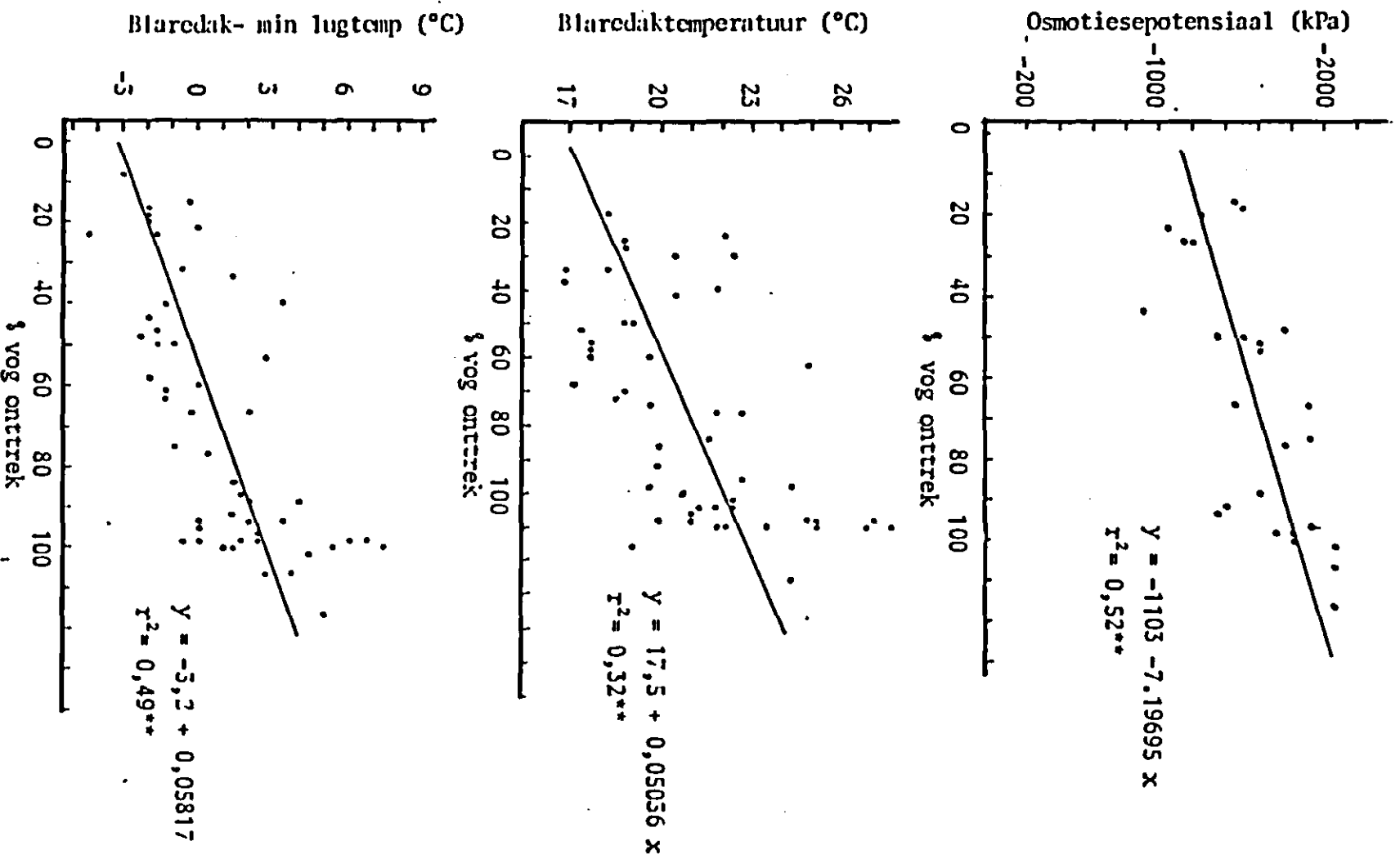


FIG.24: Verwantskap tussen % grondvog onttrek uit 0-80cm sand- en leemgrond en verskeie plantparameters by kopkool.

blyk dit asof 'n sigbare afwyking van 'n reglynige verwantskap eers bokant die 90% onttrekkingspeil voorgekom het.

Verder blyk dit uit Fig. 14, 18 en 22 dat kopkool vanaf ongeveer 80 dae tot 115 dae na plant geen of baie min vog uit die boonste 160cm onttrek het. Alhoewel dit die plante gedurende hierdie groeistadium, waartydens die koppe ontwikkel het, baie gestrem het is steeds bruikbare kopopbrengste behaal. Die kopkool was dus oënskynlik instaat om vog dieper as 160cm te onttrek.

Koolopbrengste soos aangedui in Tabel 16, alhoewel nie statisties ontleedbaar nie, vertoon met enkele uitsonderings 'n afname met toenemende vogonttrekking voordat weer besproei is.

5.3 Veldproewe

Die doel van hierdie proef was om die invloed van verskillende besproeiingskedules op koolopbrengs en ander opbrengsparameters, asook op waterverbruik, in die veld te ondersoek. Die besproeiingskedules is gebaseer op grondvogbepalings en op klas-A-panverdampingswaardes. Die belangrikste opbrengs- en waterverbruiksdata vir die vier proewe vanaf 1982 tot 1985 word in Tabelle 17 tot 20 aangebied. Uit die tabelle word die volgende afleidings gemaak:

(1) Tot 'n toelaatbare onttrekkingspeil van 75% van beskikbare vog in die boonste 80 cm grond is daar geen betekenisvolle afname in opbrengs nie.

(2) Die IEP60d54 skedule het gedurende 1983 en 1984 die hoogste koolopbrengs gelever. Opbrengs is egter nie betekenisvol deur besproeiingskedules met langer intervalle soos IEP90d68 en IEP90d81 verlaag nie. Laasgenoemde stem naastenby ooreen met die 75% onttrekkingspeil. Waar kumulatiewe panverdamping tussen opeenvolgende besproeiings 120 mm en meer is, mag opbrengsverlaging verwag word. Volgens die proefresultate word selfs by hierdie skedules nog redelike resultate behaal.

TABEL 17: Opbrengs en kwaliteit van kopkool by verskillende besproeiings (Loodsproef, Winter 1982)

Besproeiing		Aantal besproei- ings	Totale hoev. besproei	Totale bogrond= se opbrengs	Koolkop opbrengs	Gemid. kop= massa	Kompakt= ⁽¹⁾ heid (1-4)	Kop= deursnee
Kode	Program							
			mm	ton ha ⁻¹ .	ton ha ⁻¹ .	kg		cm
A	ΣEP30d30 (f1,0)	6	180	96,3	63,1	4,1	2,0	22,5
B	ΣEP30d50 (f1,7) ⁽²⁾	6	300	99,4	63,1	4,1	2,3	22,1
C	ΣEP30d70 (f2,3)	6	420	94,0	59,5	3,9	2,5	22,8
D	ΣEP60d30 (f0,5)	3	90	94,0	59,8	3,9	3,0	22,0
E	ΣEP60d50 (f0,8)	3	150	95,5	63,3	4,1	3,0	23,6
F	ΣEP60d70 (f1,2)	3	210	91,4	58,7	3,8	2,8	23,0
G	ΣEP90d30 (f0,3)	2	60	82,7	52,9	3,5	3,5	22,0
H	ΣEP90d50 (f0,6)	2	100	91,4	59,0	3,9	2,8	21,5
I	ΣEP90d70 (f0,8)	2	140	99,9	59,8	3,9	3,0	23,4
GEMIDDELD				93,8	59,9	3,9	2,8	22,5

⁽¹⁾ Toenemende graad van kompaktheid (4 uiters kompak)

⁽²⁾ Besproei 50mm met intervale van 30mm panverdamping

TABEL 18: Opbrengs, kwaliteit en waterverbruik deur kopkool by verskillende besproeiings
(Veldproef, Winter 1983)

Kode	Besproeiing Program	Aantal besproei- ings	Water verbruik (23.4.83 oes)	Totale bogrondse opbrengs	Koolkop= opbrengs	Gemid. kop= massa	Gemid. kop= deursnee	Kompakt= heid (1)	Water= ver= bruiks= doeltref= fendheid (2)	Gemid. gewas= fak= tor
			mm	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	kg	cm			LET IEP (3)
A	Vul aan tot VK as 50% van vog onttrek is	4	225	109,6	57,4	1,43	13,5	2,25	217	0,52
B	Vul aan tot VK as 90% van vog onttrek is	0	122	82,4	42,1	1,11	12,3	3,03	260	0,28
C	Soos aanbeveel (4)	5	319	123,4	65,6	1,66	15,2	1,88	183	0,74
D	IEP60d36 (f0,60)	5		125,0	68,3	1,70	14,9	2,30		
E	IEP60d45 (f0,75)	5	328	117,2	65,2	1,69	15,2	2,13	177	0,76
F	IEP60d54 (f0,90)	5		134,0	74,9	1,82	15,5	2,05		
G	IEP90d54 (f0,60)	3		102,8	53,4	1,37	12,9	2,23		
H	IEP90d68 (f0,75)	3	269	122,2	66,9	1,63	14,7	2,55	217	0,62
I	IEP90d81 (f0,90)	3		122,6	67,7	1,73	15,5	2,38		
KBV _T (P = 0,05)		-	-	27,2	20,6	0,54	3,6	1,39	-	-
GEMIDDELD		3,7	253	115,4	62,4	1,57	14,4	2,31	211	0,58

(1) Gemeet met penetrometer (kg cm⁻²)

(2) Kg koolkoppe ha⁻¹mm⁻¹ water verbruik (40 mm toegedien tydens vestiging ook in berekening gebring)

(3) IEP = 432 mm

(4) Departement van Landbou-Tegniese Dienste en Waterwese (1973)

TABEL 19: Opbrengs, kwaliteit en waterverbruik deur kopkool by verskillende besproeiings
(Veldproef, Winter 1984)

Kode	Besproeiing	Totale bogrond massa	Kopop= brengs	Gemid. kopmassa	Gemid. kop= volume	Kompakt= heid	Totale water= verbruik 2/5/84-29/8/84	WVD ⁽²⁾	Gemid. gewas faktor	Aantal besproei= ings
	Program	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	kg	cc		mm		$\frac{\Sigma EP}{\Sigma EP(3)}$	
A	Tot VK aangevul na 45-55% onttrekking	115	101	2,53	3745	2,5	308	290	0,66	5
B	Tot VK aangevul na 65-75% onttrekking	155	101	2,52	3664	2,4	300	297	0,64	3
C	Tot VK aangevul na 85-95% onttrekking	126	77	1,93	3441	2,5	247	268	0,53	2
D	$\Sigma EP60d36(f0.6)$	139	90	2,24	3125	2,7	272	288	0,58	6
E	$\Sigma EP60d45(f0.75)$	164	110	2,74	3905	2,5	311	313	0,66	6
F	$\Sigma EP60d54(f0.9)$	172	115	2,88	3848	2,5	353	293	0,75	6
G	$\Sigma EP90d58(f0.75)$	166	108	2,70	3827	2,6	337	286	0,72	4
H	$\Sigma EP90d81(f0.9)$	165	105	2,63	3793	2,5	386	246	0,82	4
I	$\Sigma EP120d108(f0.9)$	145	98	2,44	3522	2,6	387	230	0,82	3
KEV _T (P= 0,05)		35,5	23	0,55	NB	NB	-	-	-	-
GEMIDDELD		154	101	2,51	3652	2,5	322	279	0,69	4,3

1) Penetrometer (kg cm⁻²)

2) Waterverbruiksdoeltreffendheid (kg koolkoppe ha⁻¹mm)
(40mm besproei tydens vestiging in berekening gebring)

3) $\Sigma EP = 470mm$

TABEL 20: Opbrengs, kwaliteit en waterverbruik deur kopkool by verskillende besproeilings (Veldproef, Winter 1985).

Besproeilingsprogram		Totale bogrond massa	Kopop=brengs	Gemid. Kopmassa	Gemid. kopvolume	Kompakt=heid ⁽¹⁾	Totale water=verbruik (vanaf 16/4/85-5/8/85)	WVD ⁽²⁾	Gemid gewas faktor	Aantal besproei=ings
Kode Besproei tot VK		ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	kg	cc		mm		$\frac{IET}{IEP}^{(3)}$	
A	35% onttrekking	155	89	2,23	4010	0,94	382	211	0,81	10
B	55% onttrekking	142	79	1,96	3303	1,47	352	202	0,75	5
C	75% onttrekking	141	82	2,04	3692	1,21	329	222	0,70	4
D	95% onttrekking	115	58	1,45	3015	1,69	285	178	0,61	2
E	IET $\geq$ 60 mm	150	84	2,10	3843	1,27	316	236	0,67	6
F	IET $\geq$ 90 mm	144	82	2,06	3711	1,13	309	235	0,66	4
G	IET $\geq$ 120 mm	132	73	1,82	3116	1,58	304	212	0,65	3
H	IET $\geq$ 150 mm	125	65	1,64	2980	1,83	298	192	0,64	3
I	IET $\geq$ 180 mm	119	65	1,62	2996	1,43	285	200	0,61	2
KBV _T (P = 0,05)		26	22	0,55	1044	NB	-	-	-	-
Gemiddeld		136	75	1,88	3407	1,39	318	210	0,68	4,3

(1) Penetrometer (kg cm⁻²)

(2) Waterverbruiksdoeltreffendheid (kg koolkoppe ha⁻¹mm⁻¹ (40 mm besproeiing tydens vestiging in berekening gebring)

(3) IEP = 469 mm

(3) Kopkool benodig ongeveer 360 mm water vanaf plant tot oes om onder gemiddelde toestande 'n goeie oes te lewer. 'n Waterverbruiksdoeltreffendheid van ongeveer 300 kg koolkoppe per ha per mm water kan onder sulke toestande verwag word mits ander verbouingspraktyke optimaal is.

Vogkrommes by nege besproeiingskedules word in Fig. 25 tot 33 geïllustreer. Maksimum vogonttrekking van ongeveer 78 mm uit die boonste 80 cm (met in agneming van oorbesproeiing) en 28 mm uit die 80-120 cm grondlaag is gemeet. Hoe langer die besproeiingsinterval hoe meer vog is uit die 80-120 cm grondlaag onttrek en moontlik ook uit die dieper grondlae (vergelyk Fig. 13 tot 24.)

Die resultate van blaaroppervlaktemetings by die 50%, 75% en 90% onttrekkingspeile word in Fig. 34 aangedui. Dit dui op beter blaargroei by die hoër besproeiingspeile.

Die resultate van 'n groei-analise op naasliggende veldpersele word in Fig. 35 uitgebeeld. Opvallend is die geweldige vinnige groei gedurende die tydperk vanaf 25 dae tot 75 dae na plant, net voordat kopvorming begin.

Van bogenoemde groei-analises is ook regressieformules afgelei waarvan die blaaroppervlaktes vanaf die lengte- en breedtemetings van koolblare gedurende verskillende groeistadia afgelei kan word. Hierdie regressies soos aangetoon in Tabel 21 was hoogsbetekenisvol, veral ten opsigte van blaarbreedte en breedte x lengte. Daar is dus afgelei dat meting van die breedte van die blare 'n noukeurige en gerieflike metode bied om blaaroppervlaktes van groeiende plante te skat.

5.4 Samevatting

Ter opsomming word die volgende afleidings van die navorsing met kopkool gemaak:

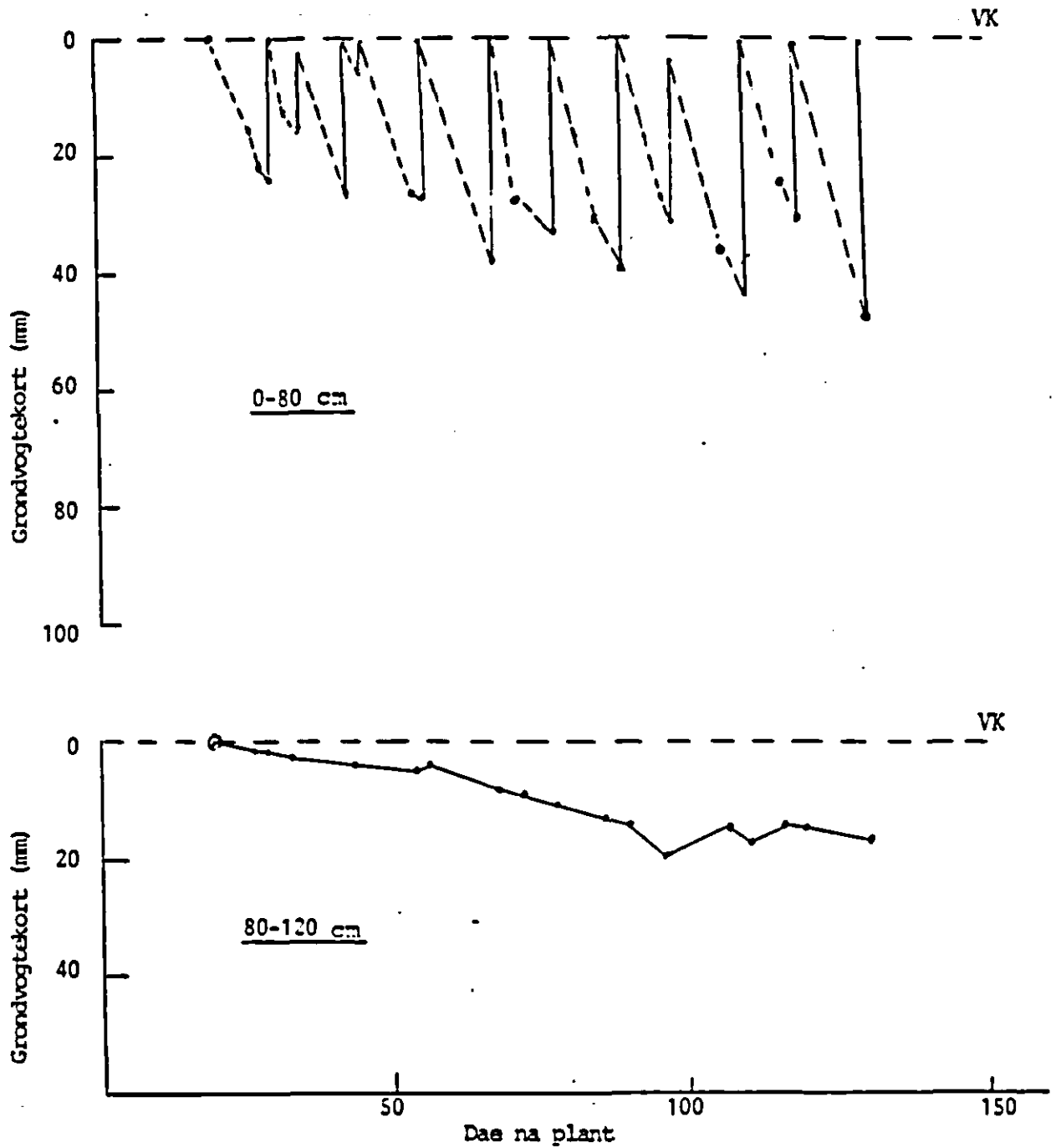


FIG.25: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat tot VK besproei is nadat 35% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Veldproef 1985)

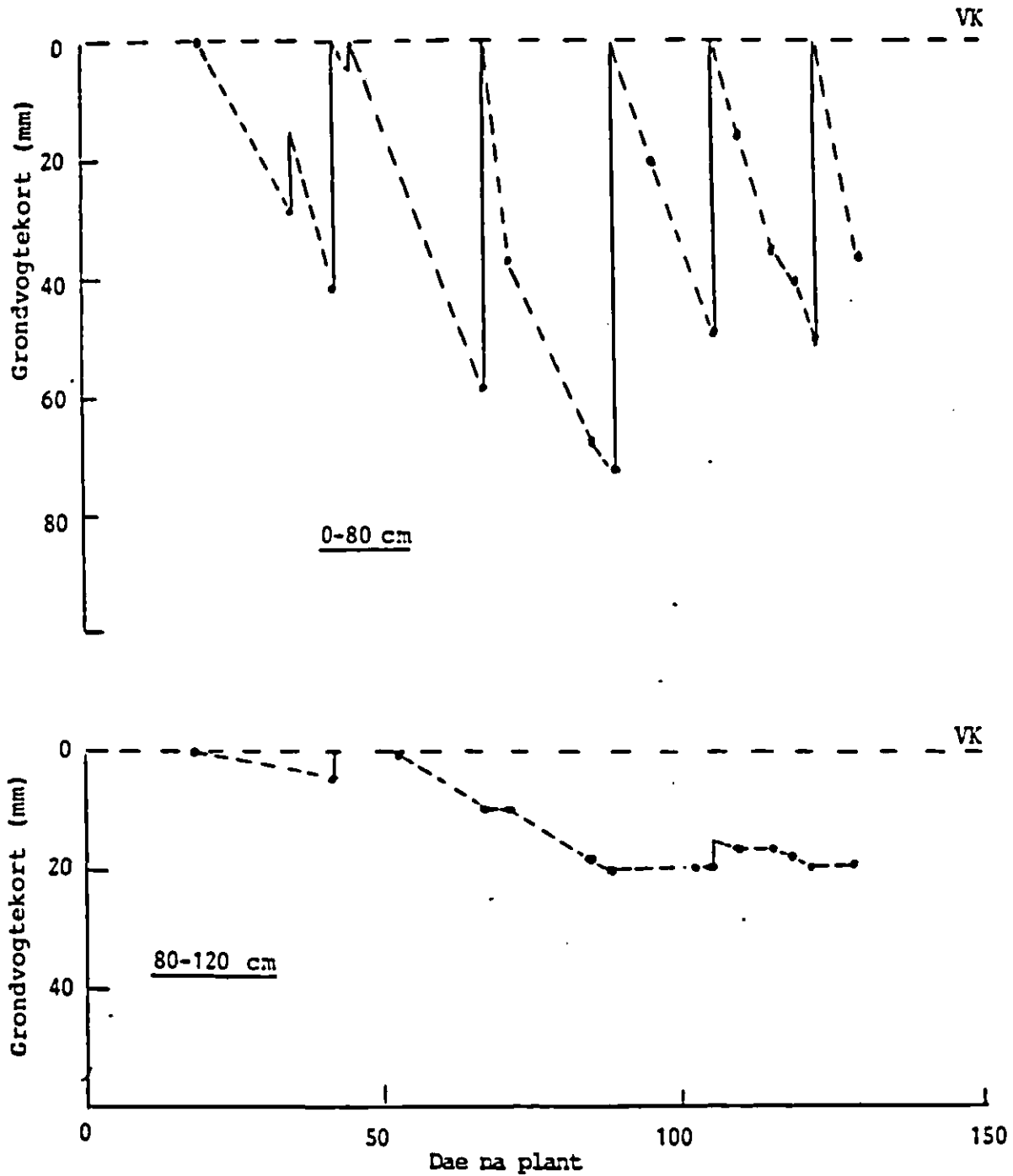


FIG.26: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat tot VK besproei is nadat 55% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Veldproef 1985).

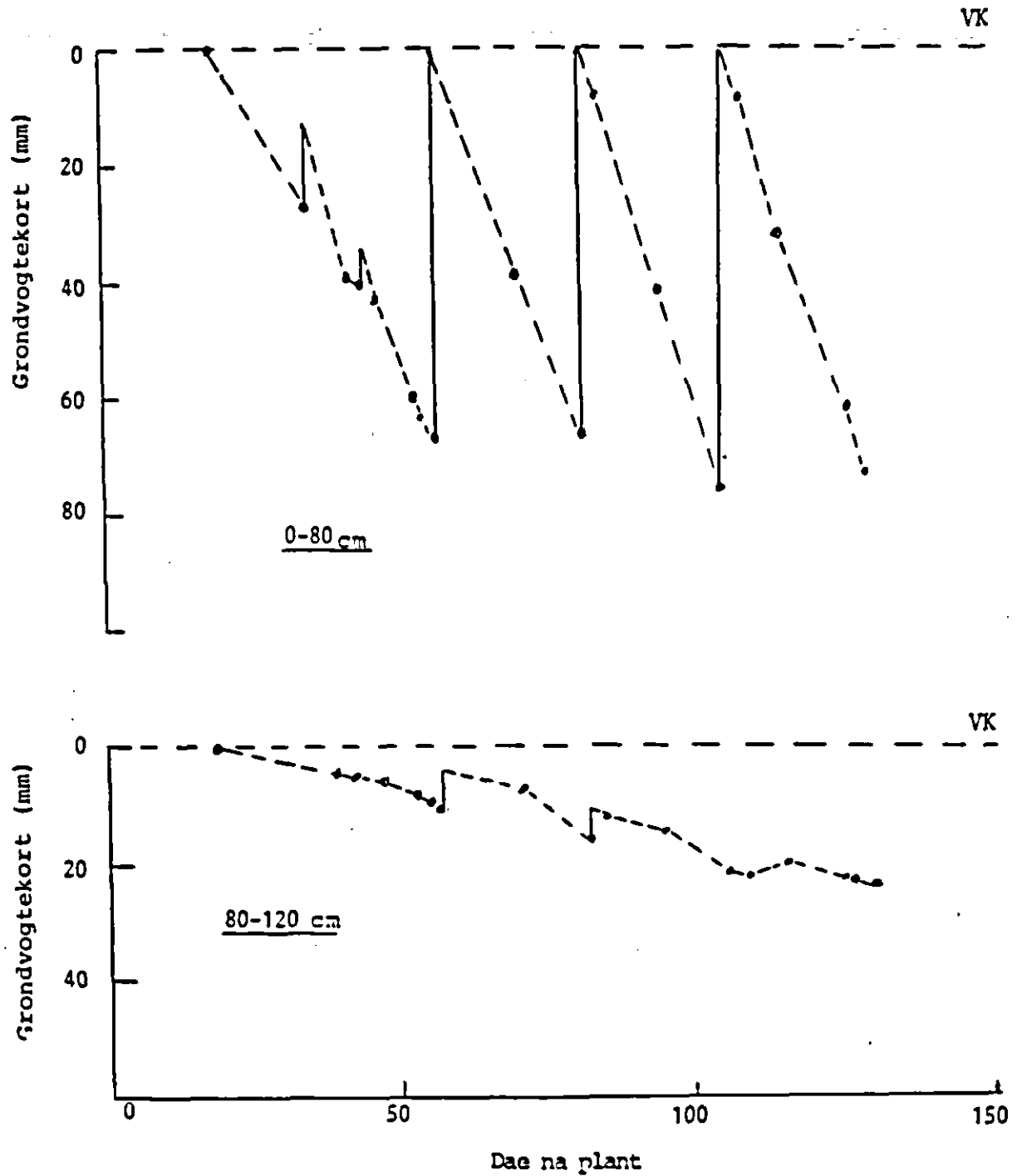


FIG.27: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat tot VK besproei is nadat 75% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Veldproef 1985)

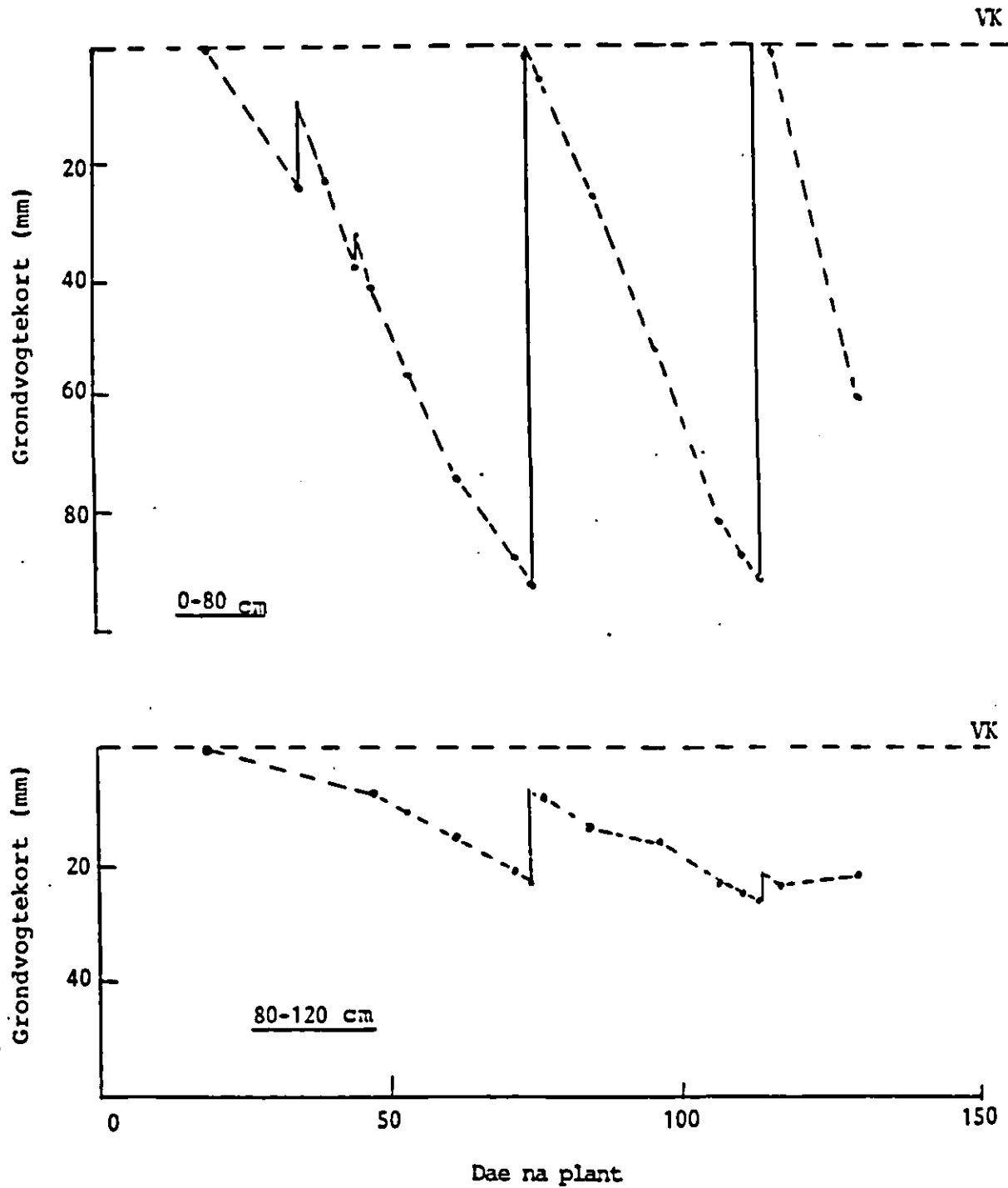


FIG.28: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat tot VK besproei is nadat 95% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Veldproef 1985).

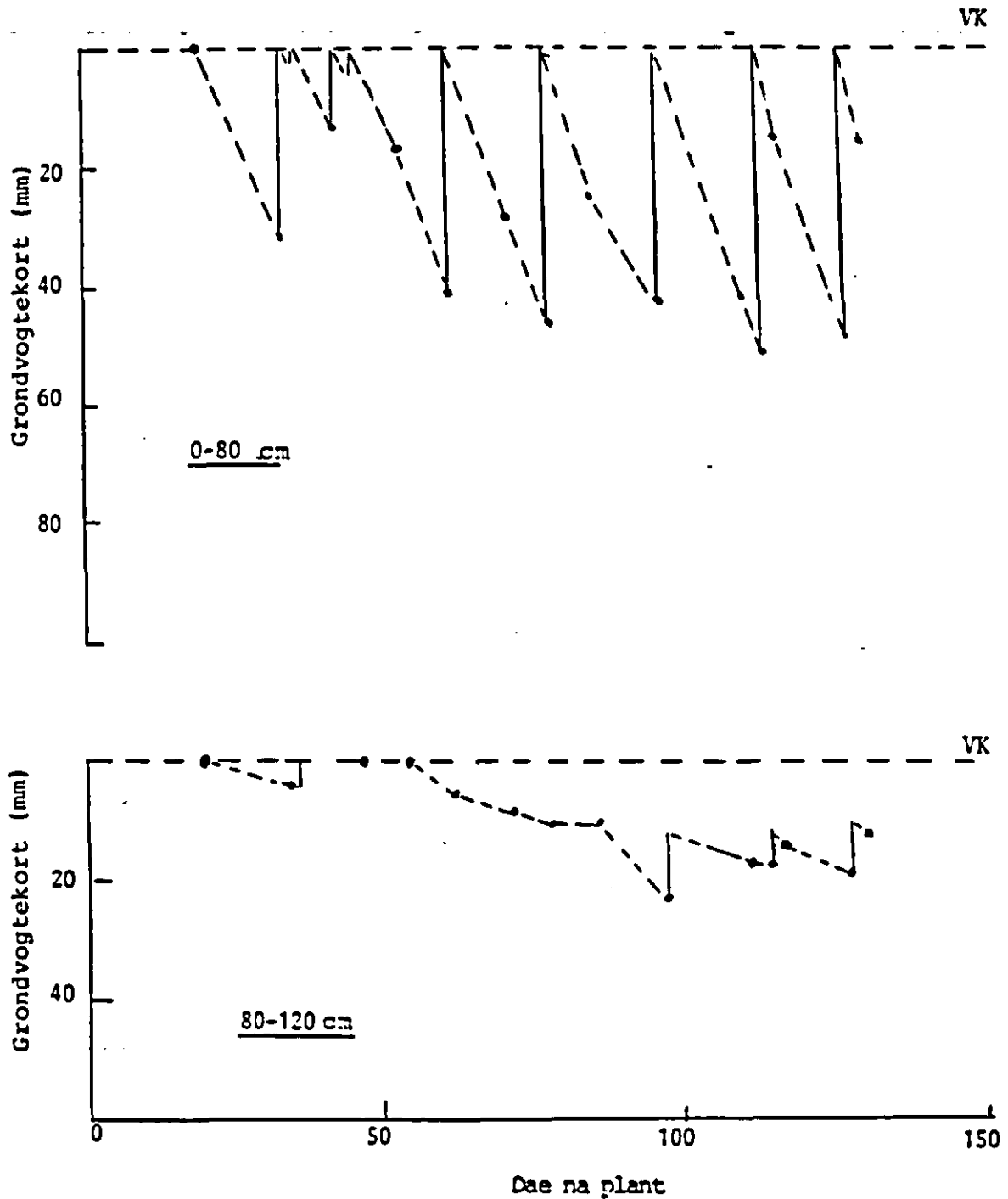


FIG.29: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat met intervale van 60mm kumulatiewe panverdamping tot VK besproei is (Veldproef 1985).

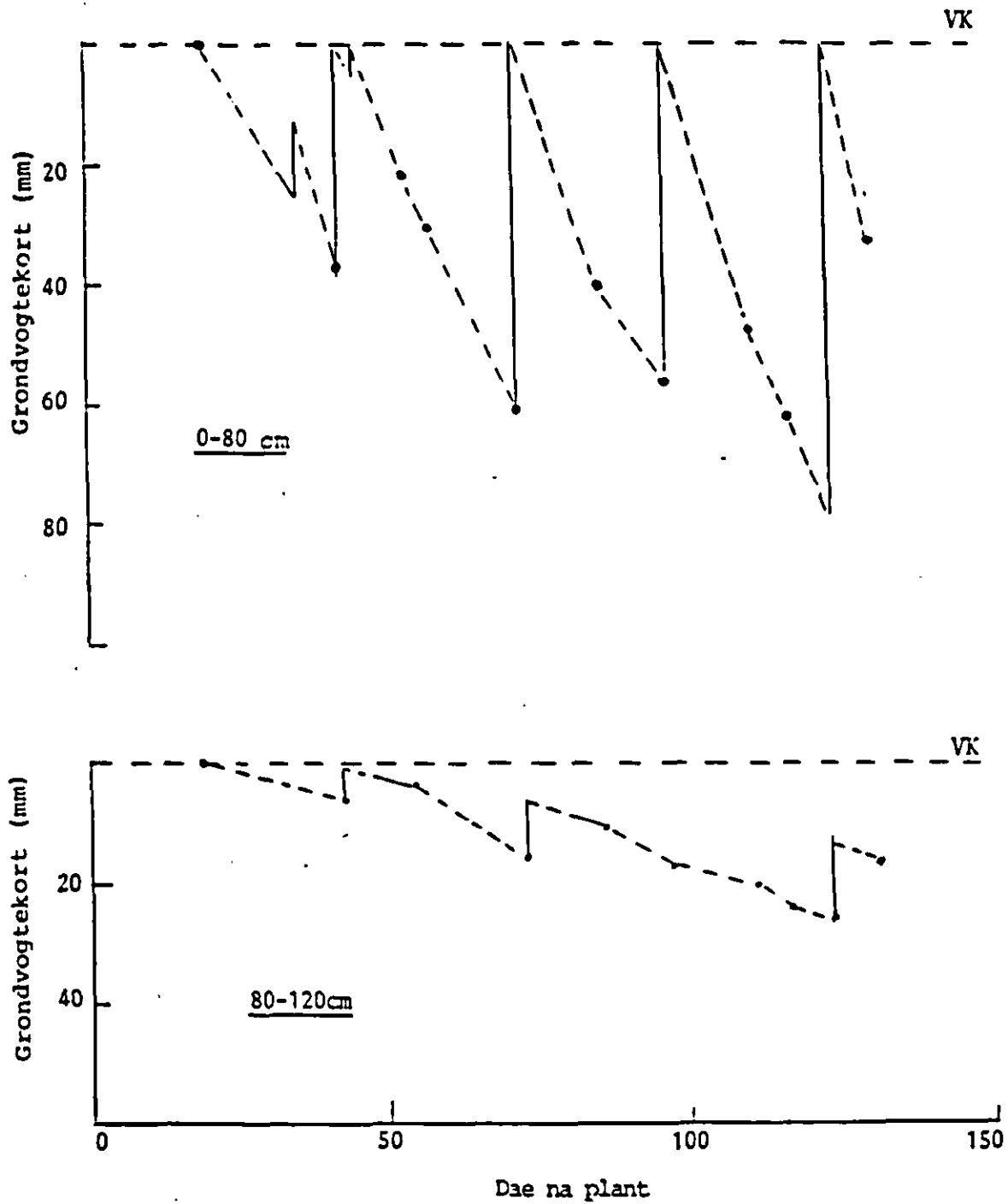


FIG.30: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat met intervale van 90mm kumulatiewe panverdamping tot VK besproei is (Veldproef 1985).

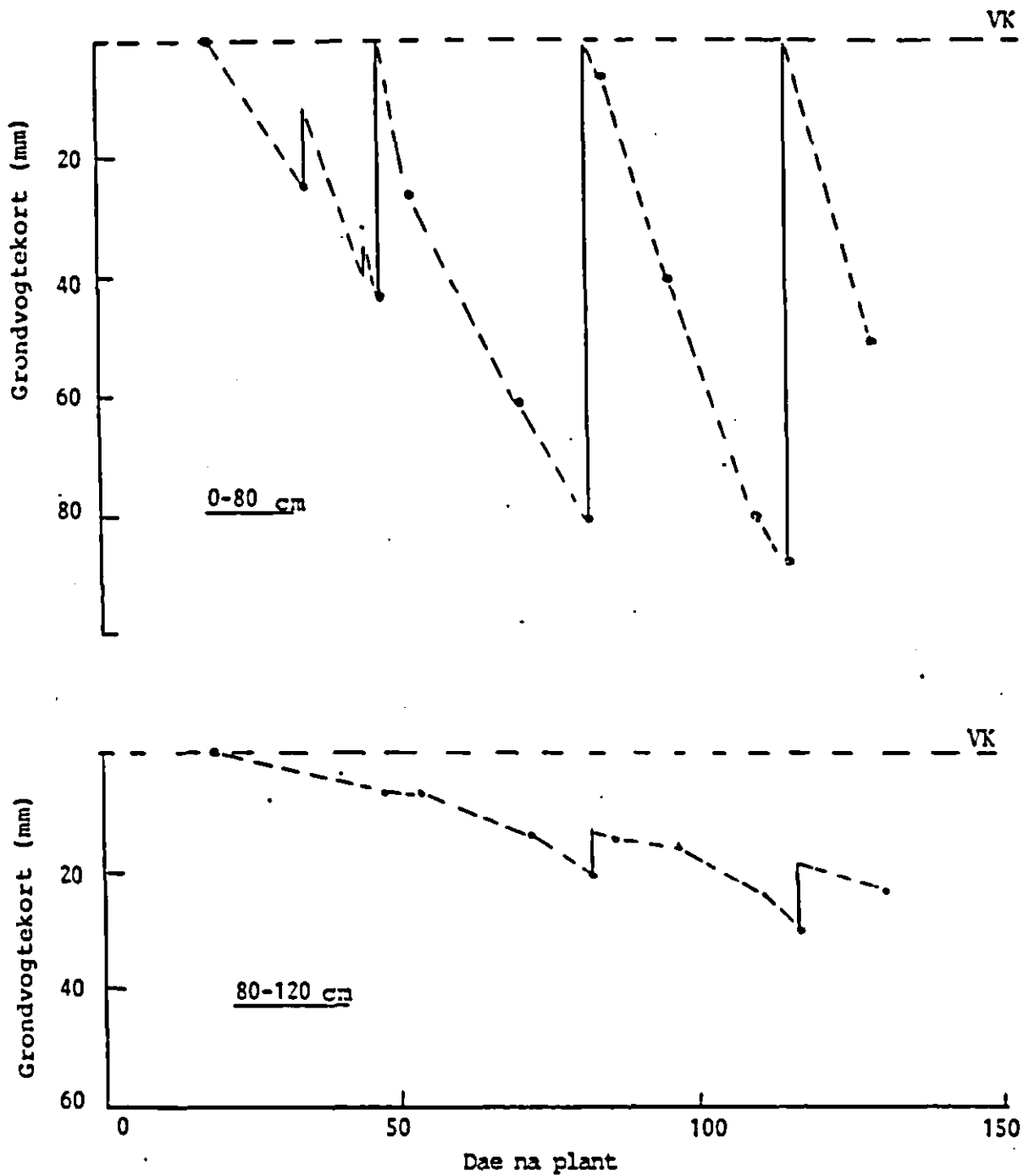


FIG.31: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat met intervale van 120cm kumulatiewe panverdamping tot VK besproei is (Veldproef 1985).

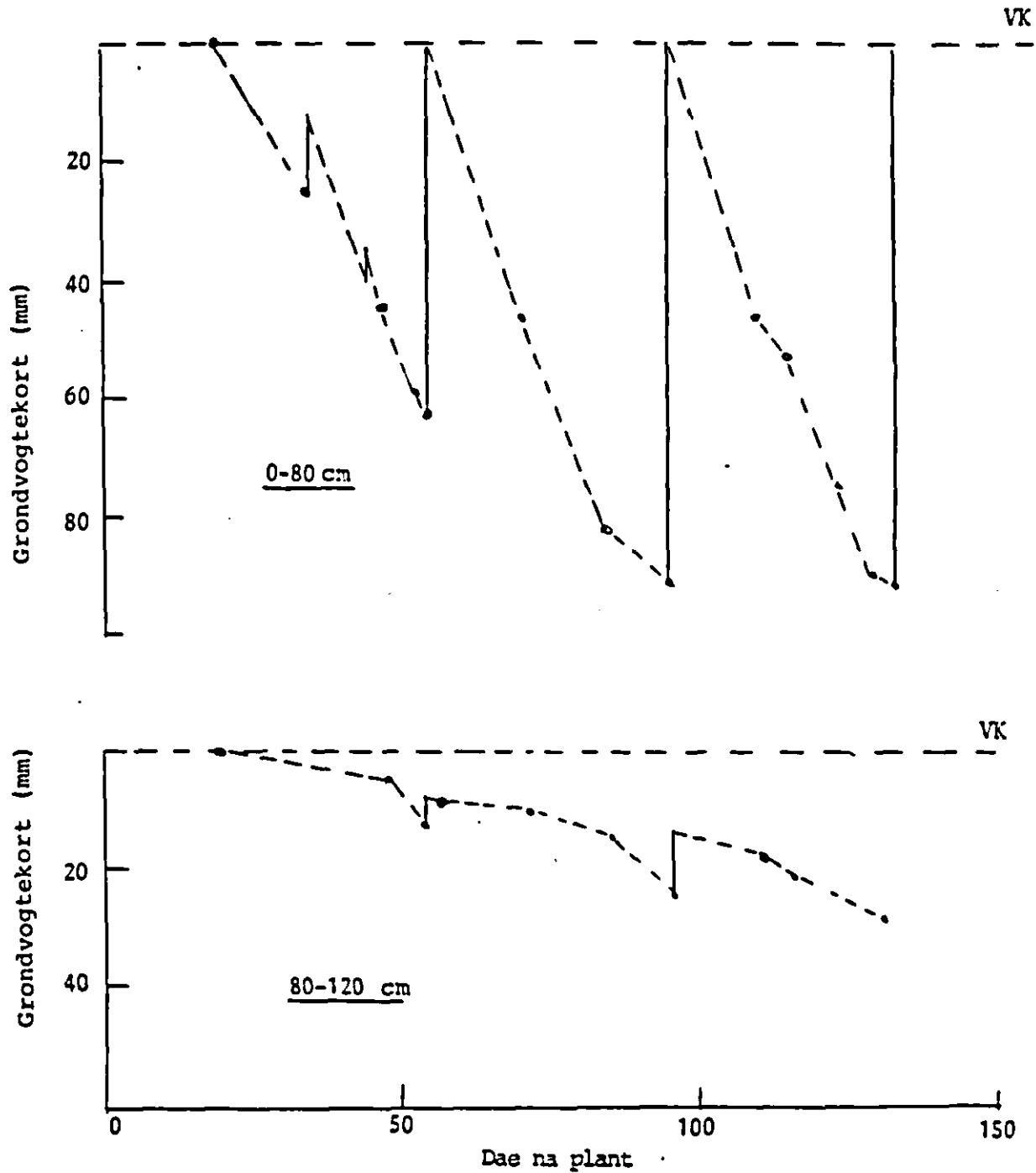


FIG.32: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat met intervale van 150mm kumulatiewe panverdamping tot VK besproei is (Veldproef 1985).

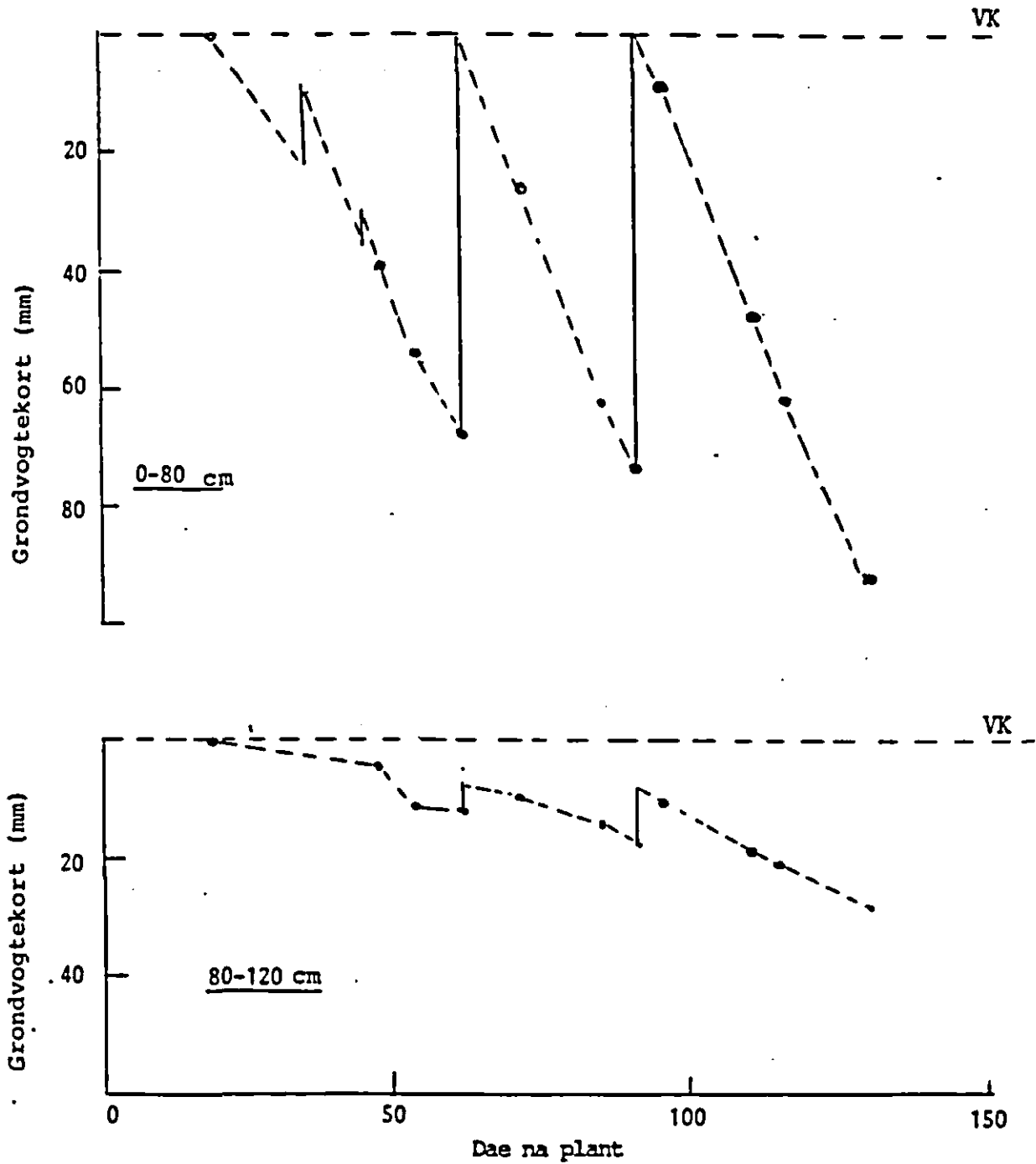


FIG.33: Vogtekorte in twee grondlae by kopkool wat met intervale van 180mm kumulatiewe panverdamping tot VK besproei is (Veldproef 1985).

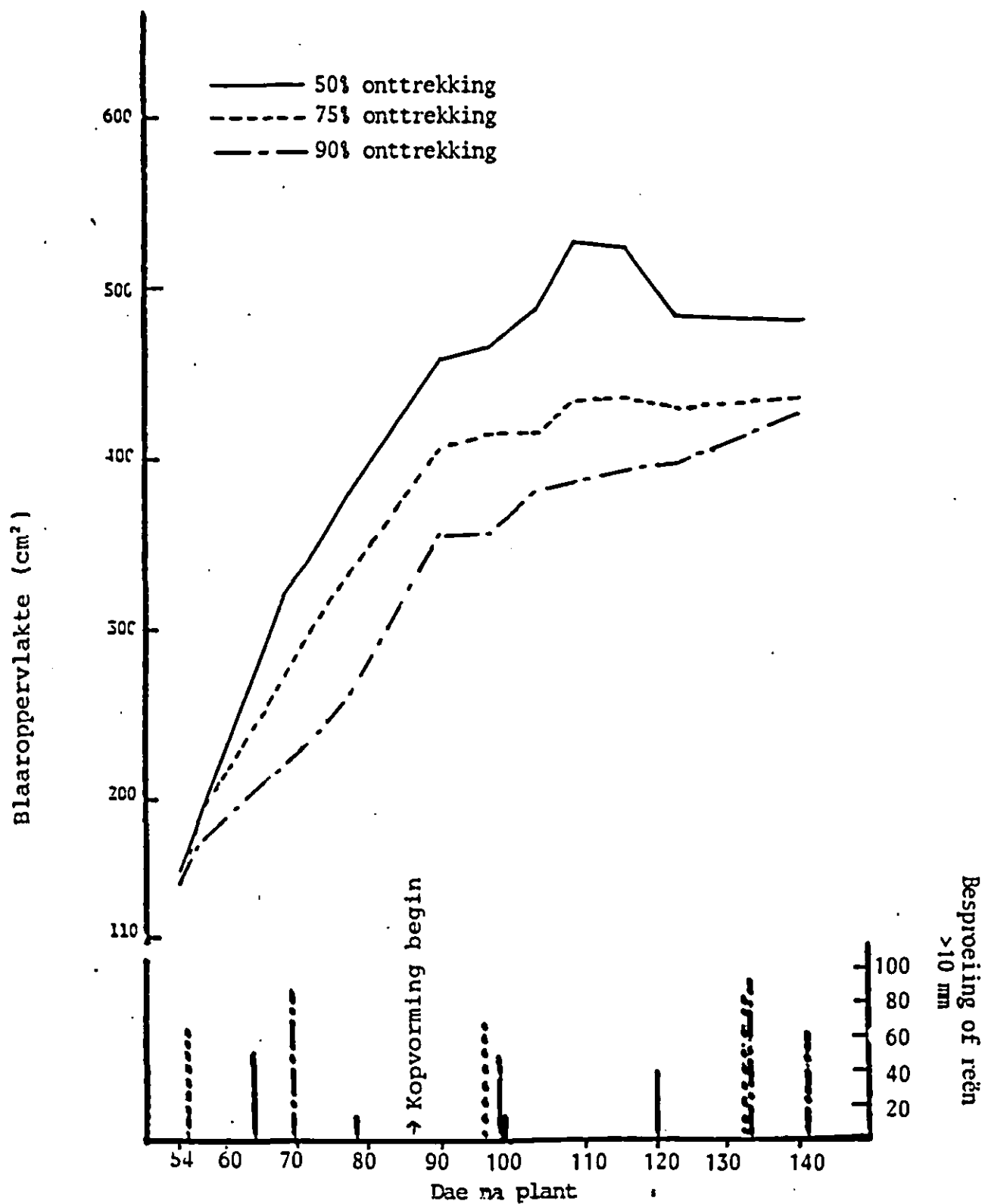


FIG.34: Oppervlaktes van individuele koolblare by drie grondvogpeile (Veldproef 1985).

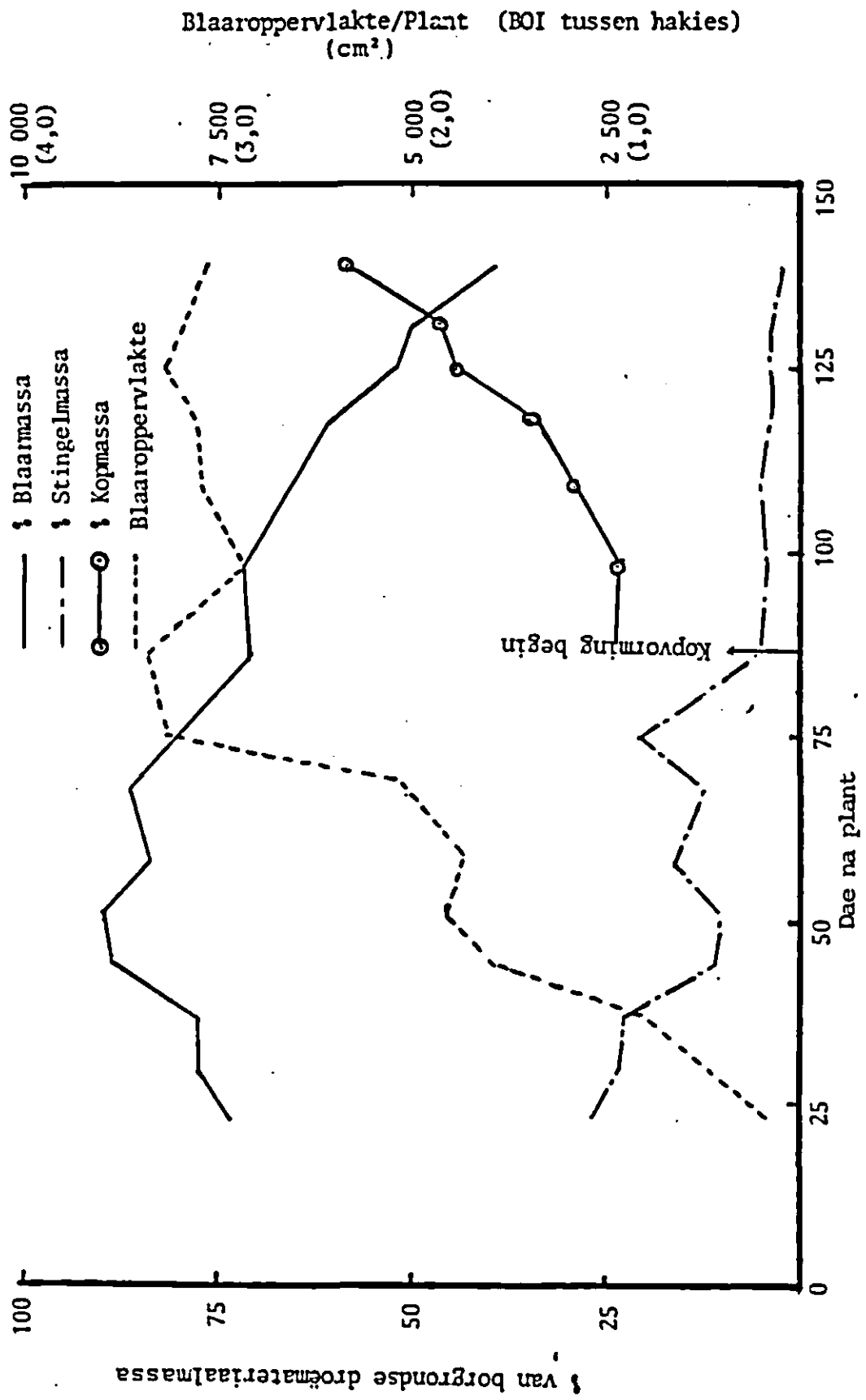


FIG.35: Droëmaterialsaamstelling en blaaroppervlakte van kopkool (1984).

TABEL 21: Regressieverwantskappe tussen sekere kooleienskappe

Variant X - Variant Y	Dae na Plant	Regressieformules	R ²	r
Blaarlengte - blaaroppervlakte	23 (saailing)	$Y = -62,3 + 1,2749 X$	0,93	0,96
	44 (vegetatiewe groei)	$Y = -290,6 + 2,3604 X$	0,87	0,93
	86 (vroeg kopgroei)	$Y = -296,2 + 2,6682 X$	0,70	0,84
	139 (oes)	$Y = -178,4 + 2,2909 X$	0,77	0,88
	23 - 139	$Y = -158,4 + 2,1295 X$	0,90	0,95
Blaarbreedte - blaaroppervlakte	23 (saailing)	$Y = -25,2 + 1,0286 X$	0,96	0,98
	44 (vegetatiewe groei)	$Y = -138,6 + 2,3761 X$	0,95	0,97
	86 (vroeg kopgroei)	$Y = -311,1 + 3,1941 X$	0,96	0,98
	139 (oes)	$Y = -213,7 + 2,8156 X$	0,80	0,90
	23 - 139	$Y = -117,0 + 2,4104 X$	0,96	0,98
Blaarlengte x -breedte - Blaaroppervlakte	23 (saailing)	$Y = -1,9 + 0,007402 X$	1,00	1,00
	44 (vegetatiewe groei)	$Y = -11,6 + 0,006366 X$	0,97	0,99
	86 (vroeg kopgroei)	$Y = 51,0 + 0,005784 X$	0,93	0,97
	139 (oes)	$Y = 125,9 + 0,004922 X$	0,87	0,93
	23 - 139	$Y = 5,2 + 0,006261 X$	0,97	0,99
Kopdeursnit - kopvolume	-	$Y = -4940 + 424,3 X$	0,90	0,95

(1) Kopkool vereis 350 tot 400 mm grondvog vir optimale produksie.

(2) Onder die heersende proeftoestande behoort besproeiing te geskied sodra 50% tot 60% van die beskikbare vog uit die boonste 80 cm grond onttrek is of, in terme van panverdamping, sodra die kumulatiewe verdamping 70 mm oorskry. Toepassing van korter siklusse (30% onttrekking en 60 mm panverdamping) sowel as langer siklusse (75% onttrekking en 90 mm en 120 mm panverdamping) het die opbrengste nie beduidend beïnvloed nie.

(3) Dit blyk asof matige plantvogstremming bokant die 69%-onttrekkingspeil en strawwe vogstremming bokant 90% onttrekking intree. Daar is egter aanduidings dat blaargroei reeds by 50-60% onttrekking gestrem word.

(4) 'n Effektiewe worteldiepte van 80 cm word aanbeveel. Alhoewel by hoë frekwensie besproeiing 'n vlakker effektiewe worteldiepte aanvaarbaar is, lewer dit nie beduidend hoër opbrengste nie, en is dit duurder en meer arbeidsintensief.

(5) Die grondvog in die boonste 80 cm behoort tot veldkapasiteit aangevul te word. Waar skedulering met die verdampingspan geskied behoort minstens 75% van die kumulatiewe verdamping aangevul te word veral gedurende die aktiewe groei- en kopvormingsfase. Die volgende besproeiingskedule word dus aanbeveel :

Sandgrond : 2EP45d36 (besproei 36mm na 45mm netto panverdamping)

Klei- en leemgrond : 2EP70d56 (besproei 56mm na 70mm netto panverdamping)

(6) By die bepaling van 'n besproeiingsprogram behoort toestande ter plaatse soos grondeienskappe en die besproeiingstelsel wat gebruik word, deeglik in oorweging geneem te word.

(7) Die uitstaande kenmerk van kopkool is sy droogte weerstandbiedendheid en sy vermoë om selfs onder swak grondvogtoestande nog 'n oes te lewer. Die gewas is dus selfs geskik vir verbouing onder droëlandtoestande in die koeler Hoëveldgebiede mits goeie vogtoestande tydens vestiging heers. Dit geld veral vir gebiede waar reën gedurende die herfs en vroeë winter verwag kan word.

(8) Die waterverbruiksdoeltreffendheid onder redelik gunstige vogtoestande was ongeveer 250 kg koolkoppe $\text{ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ water. Teen 'n gemiddelde prys van R76/ton (Departement van Landbou-Ekonomie en -Bemarking, 1985) verteenwoordig dit 'n bruto inkomste van R19 per mm water.

HOOFSTUK 6

WATERBEHOEFTE VAN TAMATIES

Navorsing met tamaties is op die modelpersele voorsien van 'n skuifbare reënskerm en op die lisimeters, mikrobeproeingspersele, modelpersele en veldproef in die ope gedoen. Doeltreffende toepassing van besproeiingskodes was dus afhanklik van heersende reënvaltoestande. Dit het die proefwerk soms ontwrig. Gedurende die 1983/84-seisoen is bogemiddelde reënval gedurende Desember 1983 ondervind, gevolg deur uiters droë en warm toestande vanaf middel Januarie 1984 tot middel Maart 1984. Die 1984/85-seisoen is gekenmerk deur twee kort droogtes tydens die vegetatiewe en die vrugontwikkelingstadia.

6.1 Lisimeters buite die tonnel

Nadat die plastiektonnel verwyder is, was die lisimeters gedurende 1983/84 en 1984/85 in die ope. Opbrengste en waterverbruiksdata by 'n hoë en lae besproeiingspeil word in Tabel 22 aangegee. Gedurende 1983/84 het opbrengs en waterverbruik min verskil tussen besproeiingsprogramme. Dit was deurgaans effens beter by die 90% onttrekkingspeil. Dit word ook weerspieël in die gewasfaktore en kumulatiewe ET in Fig. 36, wat geen duidelike verskille gedurende die hele seisoen getoon het nie. Hierdie resultaat word toegeskryf aan die goeie reënval en dus lae potensiële plantvogstremming gedurende November 1984 en Desember 1984, eksperimentele fout (daar was slegs agt plante op elk van die twee lisimeters) en afwesigheid van herhalings.

Gedurende 1984/85 was die tamatieopbrengste by die 50% peil baie hoër as by die 90% peil (Tabel 22). Die waterverbruik, gemiddelde gewasfaktor en waterverbruiksdoeltreffendheid het dieselfde tendens gevolg. Die hoër ET word duidelik in Fig. 37

TABEL 22: Opbrengs en waterverbruik deur tamaties op twee lisimeters (Somers 1983/84 en 1984/85)

Besproelingsprogram	Jaar	Lisi- meter Nr.	Tamatievrugopbrengs (ton ha ⁻¹) (gemid. vrugmassa in gm tussen hakies)					IET	Gemid. gewas= faktor	WVD (l)	Aantal besproei= ings	IEP
			Graad 1	Graad 2	Graad 3	Onder= graad	Totaal					
								mm	IET IEP			mm
Besproei as 50% be- skikbare vog onttrek is	1983/84	1	36,9 (127)	21,9 (94)	10,2 (58)	12,6 (77)	81,6 (95)	594	0,67	137	6	888
	1984/85	2	89,4 (167)	37,8 (153)	10,5 (136)	10,4 (112)	148,1 (156)	660	0,73	224	5	898
	Gemid.		63,2 (147)	29,9 (124)	10,4 (97)	11,5 (95)	114,9 (126)	627	0,70	181	5,5	893
Besproei as 90% be- skikbare vog onttrek is	1983/84	2	43,2 (137)	22,9 (91)	14,1 (77)	7,1 (45)	87,2 (97)	618	0,70	141	2	888
	1984/85	1	62,7 (139)	38,0 (137)	11,9 (125)	1,8 (37)	114,4 (131)	581	0,65	197	3	898
	Gemid.		53,0 (138)	30,5 (114)	13,0 (101)	4,5 (41)	100,8 (114)	600	0,68	169	2,5	893
GEMIDDELD			58,1 (143)	30,2 (119)	11,7 (99)	8,0 (68)	107,9 (120)	614	0,69	175	4	893

(¹) Waterverbruiksdoeleffendheid in kg tamaties ha⁻¹mm⁻¹ water verbruik

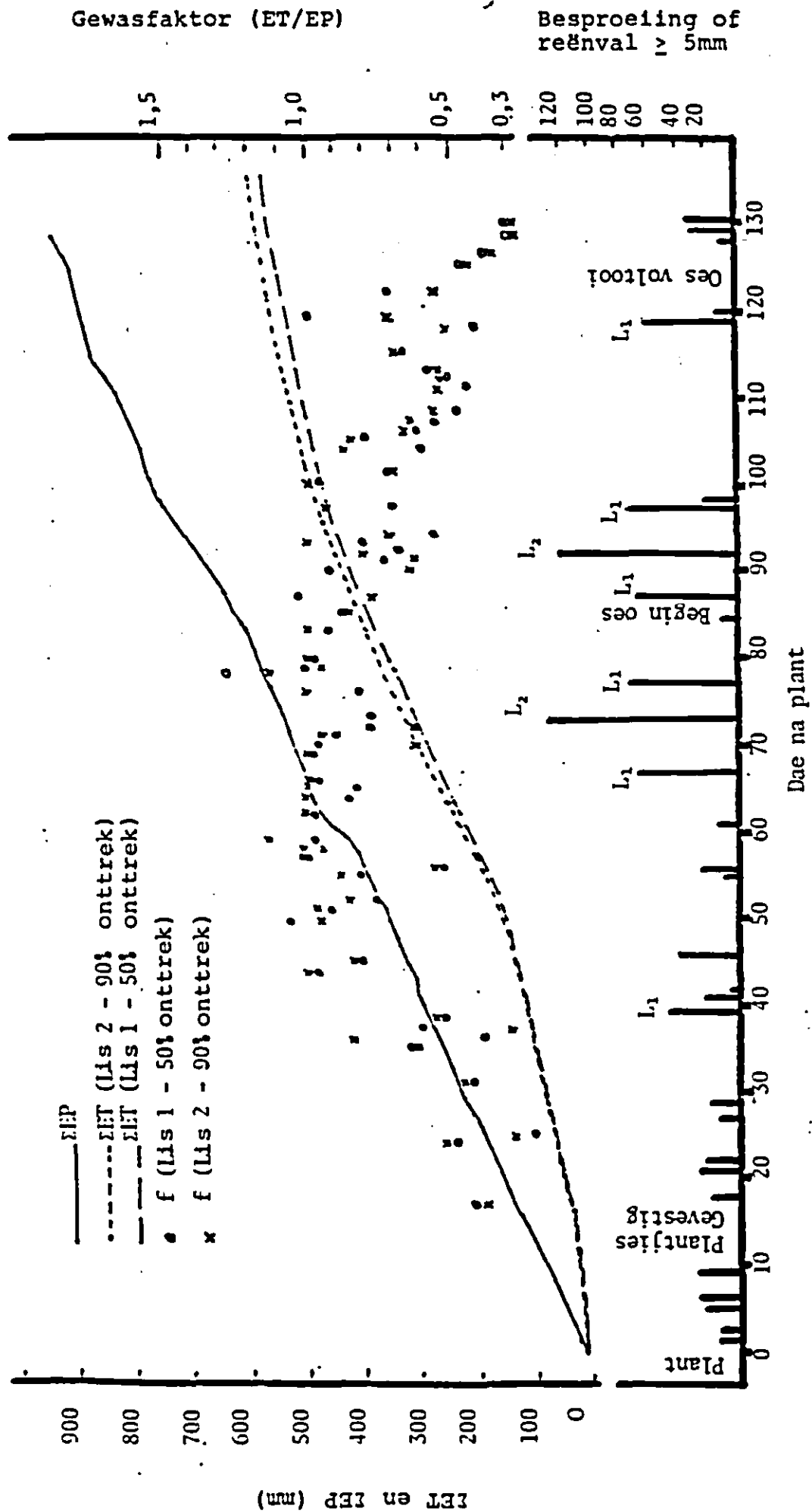


FIG. 36: Gewasfaktore van tamaties en kumulatiewe panverdamping (EP) en evapotranspirasie (ET) (Somer 1983/84)

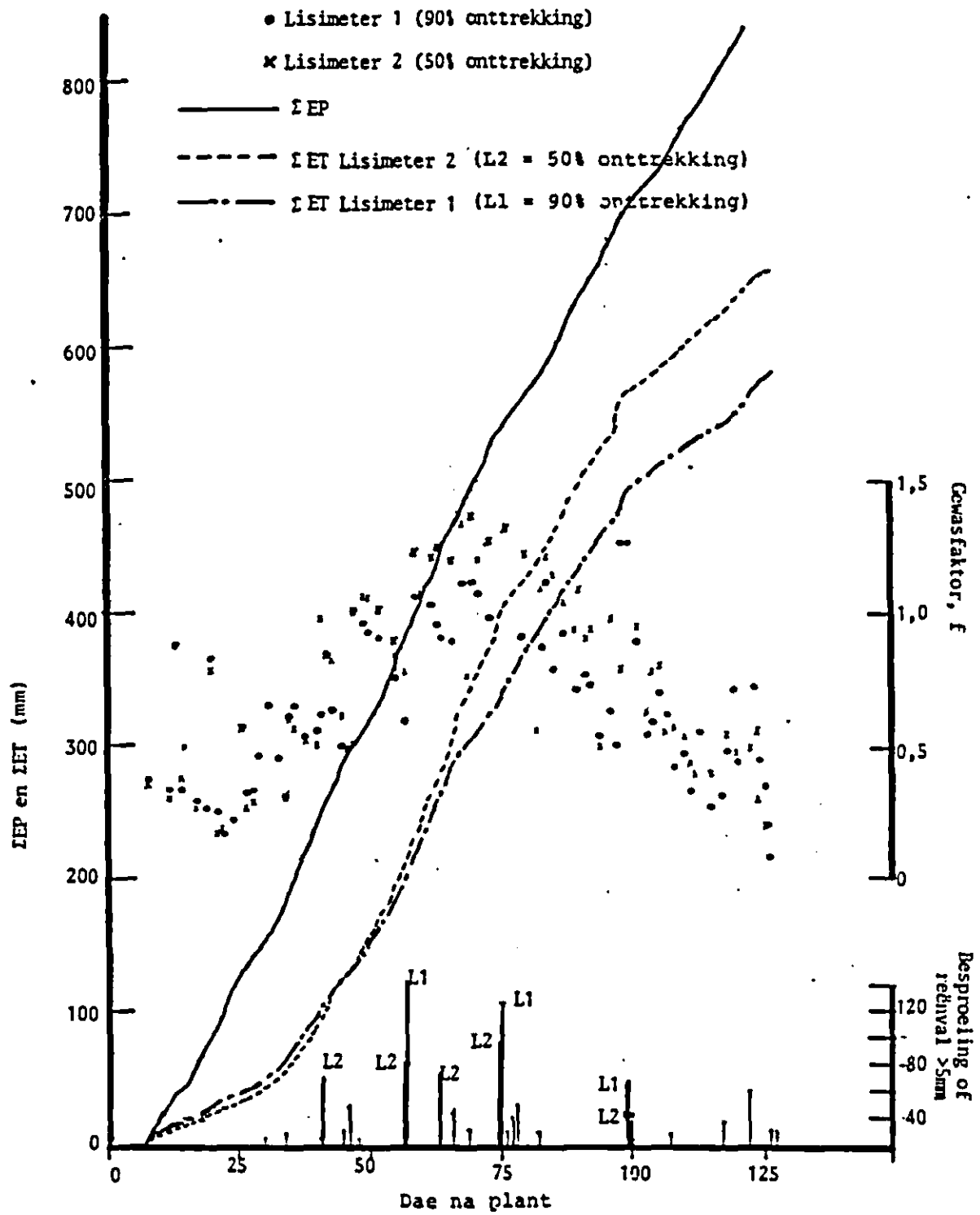


FIG.37: Gewasfaktore, kumulatiewe panverdamping (EP) en evapotranspirasie (ET) by tamaties op twee lisimeters (Somer 1984/85)

uitgebeeld. Gewasfaktore het deurgaans dieselfde tendens by die twee behandelings gevolg maar was op 'n hoër vlak by die 50% peil, veral gedurende die hoofesperiode.

6.2 Mikrobesproeiingspersele in die ope (1983/84)

In hierdie proef is verskillende vogonttrekkingspeile gedurende die hele seisoen sowel as gedurende die vegetatiewe en vrugstadia toegepas, soos uiteengesit in Tabel 23. Die opbrengs en waterverbruiksdata vertoon 'n baie duidelike tendens. Geen beduidende verskille in opbrengs sowel as waterverbruik het voorgekom waar die 25% en 50% onttrekkingspeile gedurende die hele groeiseisoen sowel as gedurende die vruggroeistadium toegepas is nie. Waar die 90% onttrekkingspeil deurgaans sowel as gedurende die vruggroeistadium toegepas is, was tamatieopbrengs, kumulatiewe ET en gemiddelde gewasfaktor aansienlik laer. Die vrugkwaliteit, gemeet in terme van persentasie bemarkbare en Graad 1 tamaties, is nie beïnvloed nie.

6.3 Vogstudies op klei- leem- en sandgrond (Modelpersele)

Tamatieproewe is gedurende 1982/83, 1983/84 en 1984/85 op die modelpersele uitgevoer. 'n Hoë en lae besproeiingspeil gebaseer op panverdamping (1982/83) en grondvogonttrekking (1983/84 en 1984/85) is op elk van die drie grondsoorte toegepas. Die invloed van die twee besproeiingspeile en drie grondsoorte op tamatieopbrengs en waterverbruik is bepaal. Gedurende 1984/85 is 'n begin gemaak met die meting van plantvogstatus met behulp van 'n infra-rooi termometer, porometer en drukkomb. Ongunstige weertoestande het gereelde metings verhoed. Derhalwe is dit gedurende 1985/86 voortgesit. Die tamaties is reeds op die modelpersele en lisimeters geplant. Verskillende onttrekkingspeile word toegepas en die grondvog- en plantvogstatus word gemonitor. Die resultate sal egter eers na afloop van hierdie projek beskikbaar wees.

6.3.1. Toepassing van twee besproeiingspeile gebaseer op panverdamping (1982/83)

TABEL 23: Vrugopbrengs van tamaties en waterverbruik by vyf besproelingsbehandelings (Mikropersele, Somer 1983/84)

Besproelingsprogram		Totale opbrengs	Bemerkbare opbrengs	Gemiddelde vrugmassa (grade 1, 2, 3)	Graad 1	Bemerkbaar	Waterverbruik (IET)	Gemiddelde gewasfaktor	Waterverbruiksdoeltreffendheid
Kode	Grondvog tot VK aangevul	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	gm			mm	$\frac{IET}{IEP(1)}$	kg ha ⁻¹ mm ⁻¹
A	25% beskikbare vogonttrekking (BVO)	80,4	72,6	101	48	90	733	0,83	110
B	50% BVO	76,3	69,6	102	43	91	715	0,81	107
C	90% BVO	54,8	48,8	80	38	89	486	0,55	113
D	50% BVO tot eerste vrugte ⁽¹⁾ daarna 90%	61,1	54,8	80	45	90	544	0,61	112
E	90% BVO tot eers vrugte, daarna 50%	76,2	70,3	103	42	92	699	0,79	109
Gemiddeld		69,8	63,2	93	43	90	635	0,72	110
KBV _T (P = 0,05)		17,7	17,6	15	NB	NB	-	-	-

⁽¹⁾ EP = 888,2mm

⁽²⁾ eerste volgroelde groen vrugte

Besproeiings tot VK is toegepas sodra 75 mm of 150 mm sedert die vorige besproeiing uit die klas-A-pan verdamp het. Grondvogbepalings tot 120 cm diep het weekliks op alle modelpersele plaasgevind. Die hoeveelheid water wat benodig is om die grondvog tot VK aan te vul is hiervan bereken. Die cultivar, Manapal, 'n onbepaalde groeier, is geplant. Hierdie cultivar het 'n langer groeiseisoen en waarskynlik ook 'n hoër waterbehoefte as Flora Dade, wat gedurende latere somers geplant is.

Resultate verskyn in Tabel 24. Alhoewel nie betekenisvol nie, blyk dit dat die hoë peil van besproeiing hoër opbrengste op die klei- en sandgronde tot gevolg gehad het as die lae peile. Op die leemgrond was die tendens omgekeerd. Vogonttrekking en gewasfaktore was deurgaans hoër by die hoë besproeiingspeil. Ongeveer 50-55% van die totale grondvog in die boonste 120 cm is uit die 0-40 cm grondlaag onttrek, 25% uit die 40-80 cm grondlaag en 20-25% uit die 80-120 cm grondlaag. Vogonttrekking uit dieper grondlae is nie uitgesluit nie. Uit Tabel 24 en die kumulatiewe vogonttrekkingskrommes in Fig. 38 blyk dat klei- en leemgrond min verskil het ten opsigte van grondvogonttrekking. Heelwat minder vog is uit die sandgrond onttrek. By al drie grondsoorte is heelwat meer vog by die hoër besproeiingspeil onttrek as by die laer peil.

6.3.2 Toepassing van twee besproeiingspeile gebaseer op grondvogonttrekking (1983/84 en 1984/85)

Besproeiing tot VK het geskied sodra 50-60% (hoë peil) en 90-100% (lae peil) van die beskikbare grondvog, soos bepaal deur grondvogmeting, onttrek is. Die twee jare se proewe het verskil in die opsig dat gedurende 1983/84 die beskikbare grondvog van die boonste 120 cm en in 1984/85 dié van die boonste 80 cm as besproeiingskriterium gebruik is. Besproeiingsintervalle by dieselfde onttrekkingspeil was dus langer gedurende 1983/84 as gedurende 1984/85.

TABEL 24 : Vrugopbrengs van tamaties en waterverbruik by twee besproelingspeile op drie grondsoorte (1982/83)

Behandeling		Bemerkbare= opbrengs	Vog onttrek uit drie grondlae				Gemiddelde gewasfaktor $\frac{ET}{EP}$	Waterverbruiks= doeltreffendheid(3) (WVD)
Grondtipe	Besproelings= frekwensie		0-40 cm	40-80 cm	80-120 cm	0-120 cm		
		ton ha ⁻¹	mm	mm	mm	mm		kg ha ⁻¹ mm ⁻¹
Klei	P ₁ = IEP 75	115,5 (64) ⁽¹⁾	383 (59) ⁽²⁾	171 (26)	96 (15)	650	0,87	165
	P ₂ = IEP 150	94,2 (63)	238 (51)	128 (27)	103 (22)	469	0,63	182
Leem	P ₁ = IEP 75	103,9 (59)	349 (56)	165 (26)	109 (18)	623	0,83	154
	P ₂ = IEP 150	117,4 (65)	204 (53)	106 (27)	78 (20)	388	0,52	268
Sand	P ₁ = IEP 75	104,2 (64)	246 (53)	115 (25)	99 (22)	460	0,61	204
	P ₂ = IEP 150	83,5 (63)	137 (49)	72 (26)	71 (25)	280	0,37	253
Gemiddeld		103,2 (63)	260 (54)	126 (26)	93 (20)	478	0,64	216
KBV _T (P = 0,05)		NB	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ 1 graad 1 tamaties tussen hakies

⁽²⁾ 1 van totale grondvog onttrek tussen hakies

(3) Vir berekening van WVD is 50 mm vir vestiging bygereken

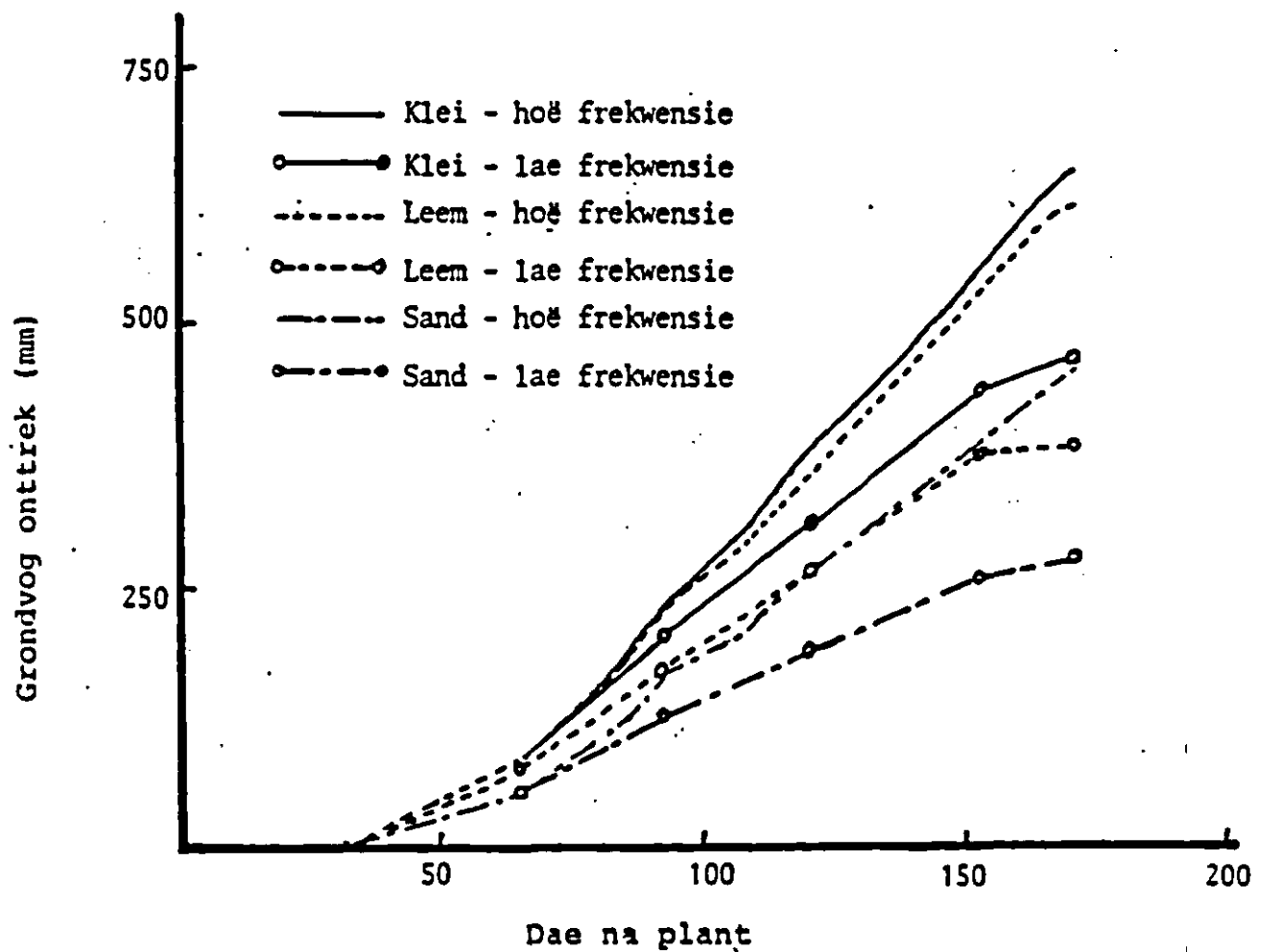


FIG. 38: Kumulatiewe grondvogonttrekking deur tamaties uit die 0-120 cm grondprofiel van drie grondsoorte by twee besproeiingsfrekwensies (1982/83)

Opbrengs-, kwaliteit- en waterverbruiksdata vir die twee seisoene word in Tabela 25 en 26 aangebied. Heelwat hoër opbrengste is gedurende 1984/85 as gedurende 1983/84 behaal. Algemene tendense stem egter grotendeels ooreen. Betekenisvol hoër vrugopbrengste sowel as groter vrugte is gedurende beide jare met die hoë besproeiingspeil verkry. Daar was geen betekenisvolle wisselwerking tussen besproeiingspeil en grondtipe nie.

Gradering in terme van persentasie bemarkbare en Graad 1 tamaties is nie betekenisvol deur of die besproeiingspeil of grondsoort beïnvloed nie. Daar was 'n geringe aanduiding gedurende 1984/85 dat die hoë besproeiingspeil die persentasie ondergraadtamaties op die kleigrond verhoog en op sandgrond verlaag het. In ooreenstemming met die hoër opbrengste was die waterverbruik gedurende 1984/85 heelwat hoër as gedurende 1983/84 (Tabela 25 en 26). Hoër waterverbruik is op klei- as op leemgrond gedurende beide seisoene gemeet. Die minste grondvog is op die sandgrond onttrek. Dit kan deels aan swakker vegetatiewe groei op die ligte gronde toegeskryf word soos blyk uit die relatiewe plantmassa aangedui in Tabel 25. Waterverbruik en gewasfaktore was hoër by die hoë besproeiingspeil. Dit geld veral vir 1983/84 toe die lae besproeiing op al drie grondsoorte slegs eenkeer toegedien is. Baie lae grondvogonttrekking en dus lae waardes van ET/EP is by hierdie behandelings gemeet. Vogonttrekking benede 120 cm het ook voorgekom. Vogbepalings in die 120-160 cm grondlaag gedurende die tweede helfte van 1984/85, dui daarop dat soveel as 20% van die totale vogonttrekking uit die boonste 160 cm uit die 120-160 cm grondlaag afkomstig is. Hierdie aspek word gedurende 1985/86 verder ondersoek.

Die gemiddelde waterverbruiksdoeltreffendheid (WVD) was onderskeidelik 221 en 253 kg ha⁻¹ mm⁻¹ water gedurende 1983/84 en 1984/85. Dit was hoër op die ligter gronde. Die hoë besproeiing het die WVD gedurende 1983/84 verhoog en gedurende 1984/85 verlaag.

Grondvogkrommes vir die 0-80 cm en 80-120 cm grondlae by twee besproeiingspeile op die sand-, leem- en kleigronde word in Fig.

TABEL 25: Vrugopbrengs van tamaties en waterverbruik by twee besproeiingspele op drie grondsoorte (1983/84)

Grondsoorte	Besproeiingsprogram		Totale vrugopbrengs	Bemarkbare vrugopbrengs	Gemid. vrugmassa (Grade 1, 2, 3)	% grade 1, 2, 3	% Graad 1	Grondvog onttrek 05/11/83-15/3/84)	Gemid. gewasfaktor	Waterverbruiksdoeltrefendhied (3)	Plantmassa na laaste oes	Aantal besproeiings
	Kouk	Grondvog tot VK aangevul										
Klei	P ₁	As 50% beskikbare vog onttrek is	84,3	80,0	94	94,9	61,1	481	1,22	159	20,6	8
	P ₂	As 90% beskikbare vog onttrek is	68,1	64,9	82	95,4	57,2	292	0,74	199	15,2	1
		Gemiddeld (klei)	76,2	72,5	88	95,1	59,2	387	0,98	179	17,9	
Leem	P ₁	As 50% beskikbare vog onttrek is	76,9	74,2	91	96,5	57,6	343	0,87	196	14,9	6
	P ₂	As 90% beskikbare vog onttrek is	54,5	50,1	74	91,9	48,9	190	0,48	227	13,7	1
		Gemiddeld (leem)	65,7	62,2	83	94,2	53,2	267	0,68	212	14,3	
Sand	P ₁	As 50% beskikbare vog onttrek is	74,3	71,8	96	96,6	61,2	280	0,71	225	14,0	7
	P ₂	As 90% beskikbare vog onttrek is	56,1	53,5	91	95,3	51,9	127	0,32	317	9,8	1
		Gemiddeld (sand)	65,2	62,7	94	96,0	56,5	204	0,52	271	11,9	
Gemid. Besproeiings P ₁			78,5	75,4	94	96,0	60,0	368	0,93	193	16,5	7
P ₂			59,5	56,2	83	94,2	52,7	203	0,51	248	12,9	
GEMIDDELD			69,0	65,8	88	95,1	56,3	286	0,72	221	14,7	4
KBV ₂ (P = 0,05) Grondsoorte			NB	NB	NB	NB	5,6	-	-	-	2,7	
(2) Besproeiing			10,7	11,0	NB	NB	3,6	-	-	-	1,7	1

(1) LP = 393 mm

(2) Grondsoort x besproeiing wisselwerkings was nie statisties betekenisvol nie.

(3) Vir berekening van WVD is 50 mm vir vestiging bygereken.

TABEL 26 : Vrugopbrengs van tamaties en waterverbruik by twee besproeiingspeile op drie grondsoorte (1984/85)

Grondsoorte	Besproeiingsprogram		Totale vrugopbrengs	Bemarkbare vrugopbrengs	Gemid. vrugmassa (Grade 1, 2, 3)	1 grade 1, 2, 3	1 Graad 1	Grondvog onttrek (17/11/84-19/3/85)	Gemid. gewasfaktor	Waterverbruiksdoeltreffendheid (WVD) (2)	Aantal besproeiings
	Kode	Grondvog tot VK aangevul									
Klei	P ₁	As 50% beskikbare vog onttrek is	133,4	125,8	128,6	94,3	67,2	532	0,88	229	8
	P ₂	As 90% beskikbare vog onttrek is	121,0	116,6	113,3	96,4	70,7	522	0,86	212	4
		Gemiddeld (klei)	127,2	121,2	121,0	95,3	69,0	527	0,87	221	6
Leem	P ₁	As 50% beskikbare vog onttrek is	144,1	138,5	131,1	96,1	65,1	481	0,79	271	8
	P ₂	As 90% beskikbare vog onttrek is	112,5	108,1	110,8	96,2	68,3	422	0,70	238	4
		Gemiddeld (leem)	128,3	123,3	121,0	96,2	66,7	452	0,75	255	6
Sand	P ₁	As 50% beskikbare vog onttrek is	126,8	123,8	124,9	97,6	72,8	365	0,60	306	10
	P ₂	As 90% beskikbare vog onttrek is	96,7	92,8	103,9	95,9	69,1	322	0,53	260	4
		Gemiddeld (sand)	111,7	108,3	114,4	96,8	70,9	344	0,57	283	7
Gemid. Besproeiings			134,8	129,4	128,2	96,0	68,1	459	0,76	269	8,7
P ₂			110,1	105,8	109,3	96,2	69,4	422	0,70	237	4,0
GEMIDDELD			122,4	117,6	118,8	96,1	68,9	441	0,73	253	6,3
KBV (P = 0.05)											
Grondtipe (G)			NB	NB	NB	NB	NB	-	-	-	-
Besproeiing (B)			19,1	17,0	5,3	NB	NB	-	-	-	-
G x B			NB	NB	NB	2,9	NB	-	-	-	-

(1) IEP = 605,5 mm

(2) Vir berekening van WVD is 50 mm vir vestiging bygereken

39 tot 44 aangebied. Hiervolgens is maksimum onttrekkingshoeveelhede uit die 0-80 cm profiel vir tamaties in die orde van 60 mm vir sandgrond, 85 mm vir leemgrond en 100 mm vir kleigrond. Deur die afplatting in onttrekkingskrommes in Fig. 40, 42 en 44 as maatstaf te neem, word afgelei dat onderskeidelik 45 mm, 60 mm en 70 mm uit die sand-, leem- en kleigronde onttrek kan word voordat die plant aan beduidende vogstremming onderwerp word. Dit verteenwoordig 70-75% van die maksimum vogonttrekking deur tamaties op die drie gronde. Met die 1985/86 proewe op die Modelpersele word beoog om die plantvogstatus te monitor ten einde bogenoemde waardes te bevestig.

6.4 Veldproewe

Gedurende 1982/83, 1983/84 en 1984/85 is veldproewe uitgevoer waar die invloed van verskeie besproeiingsprogramme gebaseer op grondvogbepalings en panverdamping op opbrengs, gradering en waterverbruik van tamaties ondersoek is. Die tamatieopbrengste gedurende 1982/83 was besonder laag (gemiddel 28,7 ton ha⁻¹) deels omdat 'n bepaalde groeier, Flora Dade, geplant is en deels omdat besonder hoë lugtemperatuur en blaarvleksiectes gedurende die laatsomer ondervind is. Aangesien hierdie lae opbrengste nie verteenwoordigend van Flora Dade tamaties is nie, word die resultate nie verder bespreek nie.

6.4.1 Besproeiing volgens grondvogonttrekking en panverdamping (1983/84 en 1984/85)

Die besproeiingsprogramme wat toegepas is word in Tabel 27 uiteengesit. Kriteria vir behandelings A, B, en C is maksimum toelaatbare onttrekkingspeile wat vir die volle duur van die groeiseisoen gehandhaaf is. Behandeling D is saamgestel uit aanbevelings van die Departement Landbou-Tegniese Dienste en Waterwese (1973), met behandeling E 'n soortgelyke maar eenvoudiger weergawe. Programme F, G en H is só saamgestel dat langer besproeiingsintervalle en dus grondvogtekorte gedurende die genoemde groeistadia sou voorkom indien heersende reënval dit

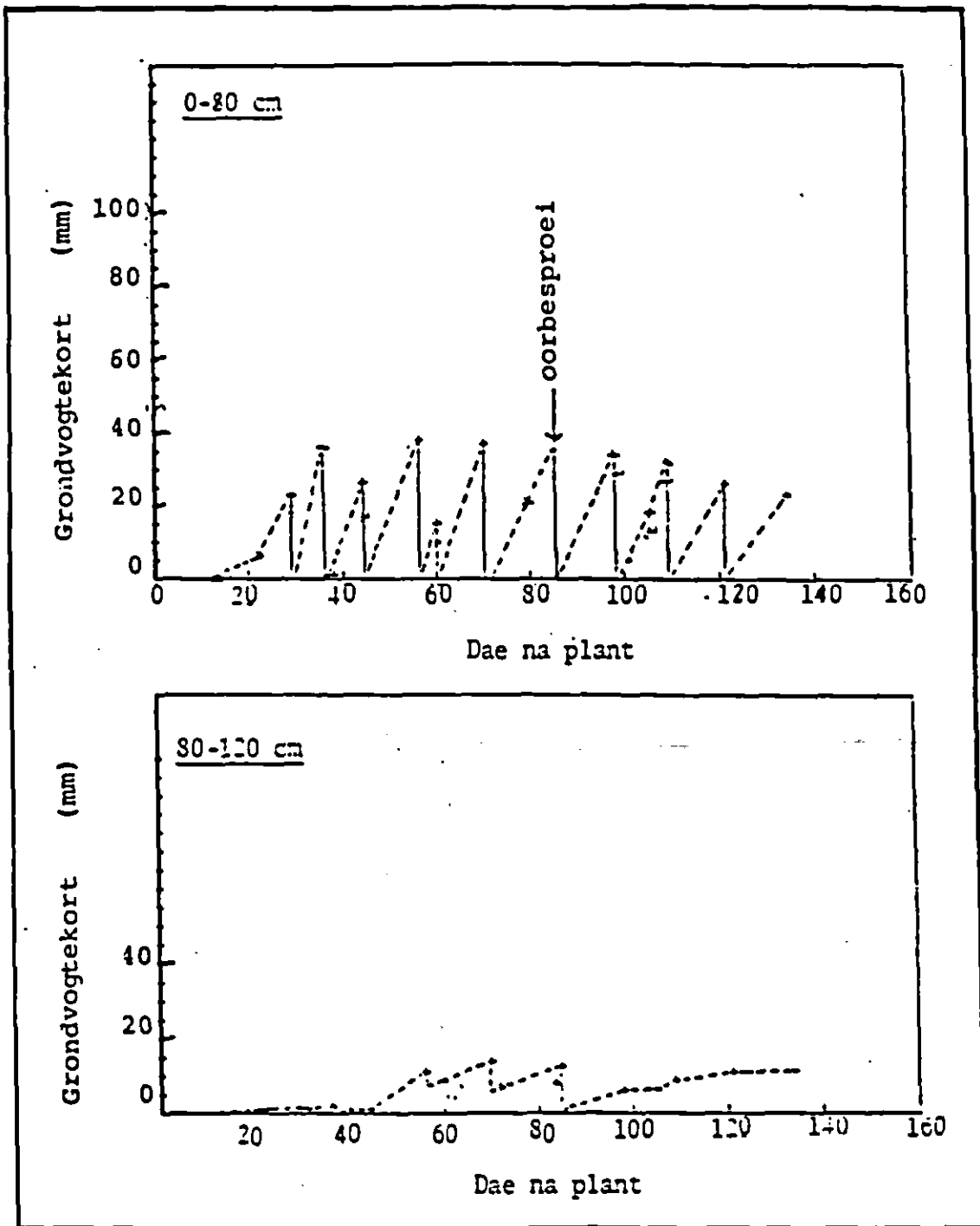


FIG. 39: Vogtekorte in twee grondlae by tamaties op sandgrond wat tot VK besproei is nadat 50-60% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Modelpersele 1984/85)

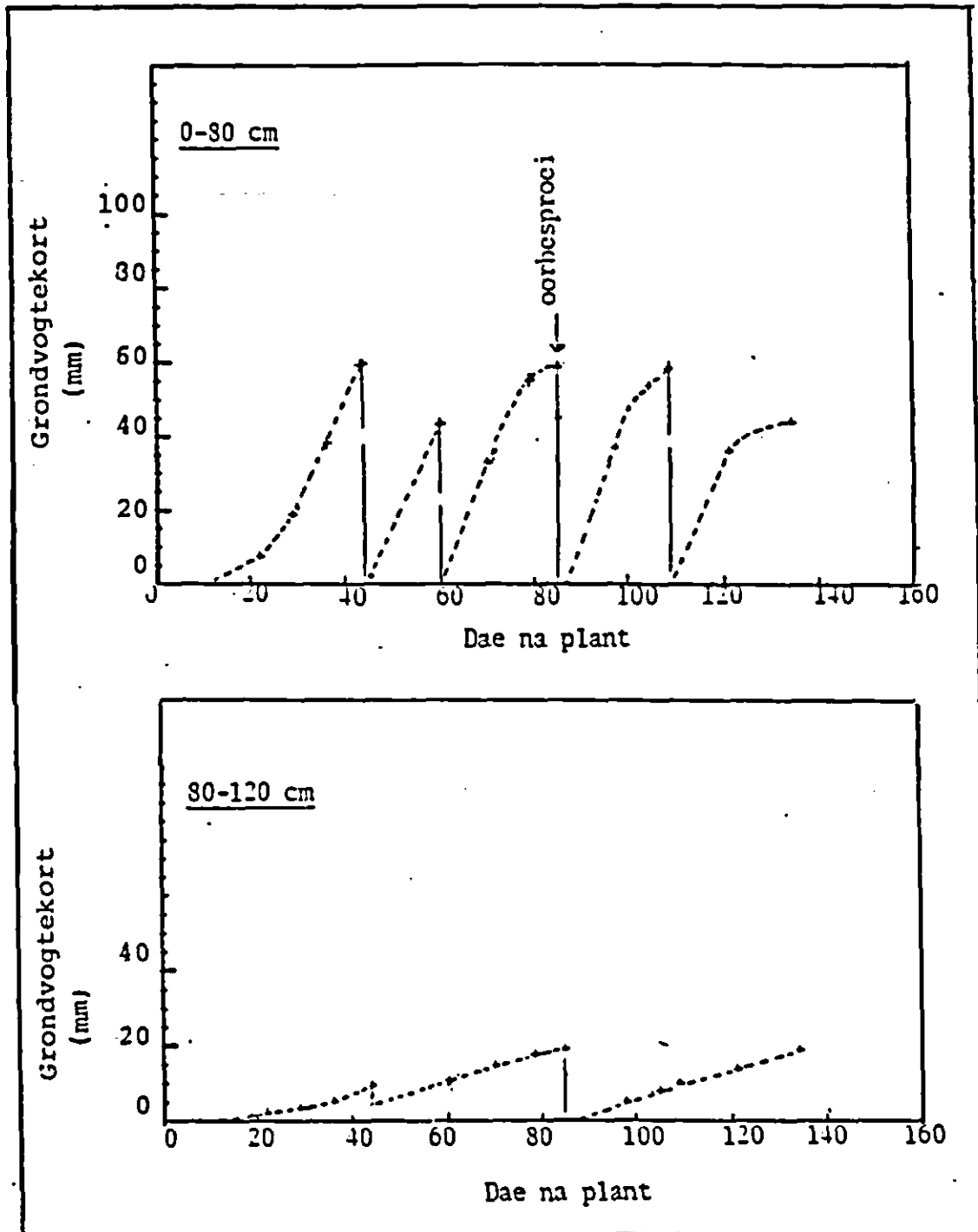


FIG.40: Vogtekorte in twee grondlae by tamaties op sandgrond wat tot VK besproei is nadat 90-100% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Modelpersele 1984/85)

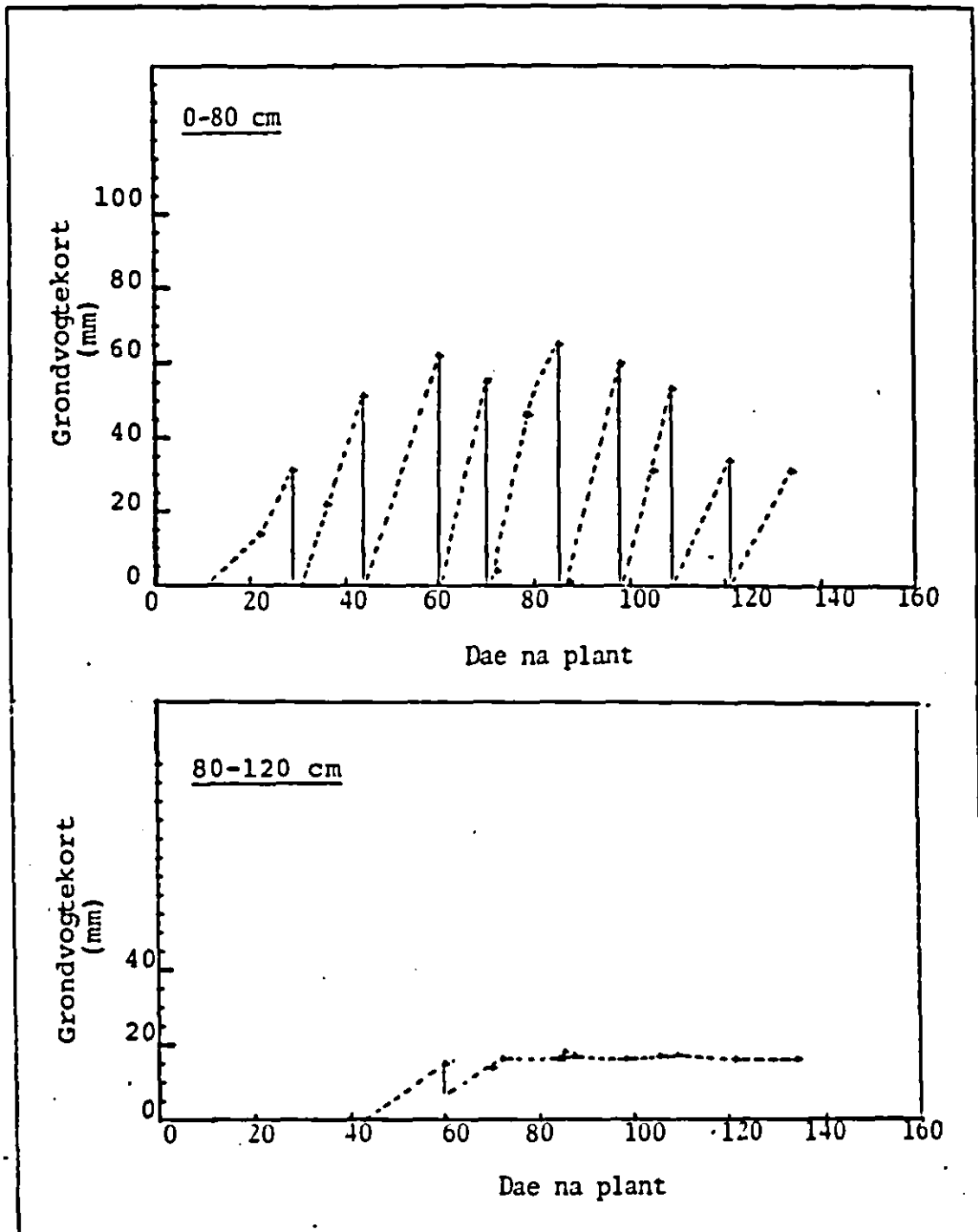


FIG.41: Vogtekorte in twee grondlae by tamaties op leemgrond wat tot VK besproei is nadat 50-60% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Modelpersele 1984/85)

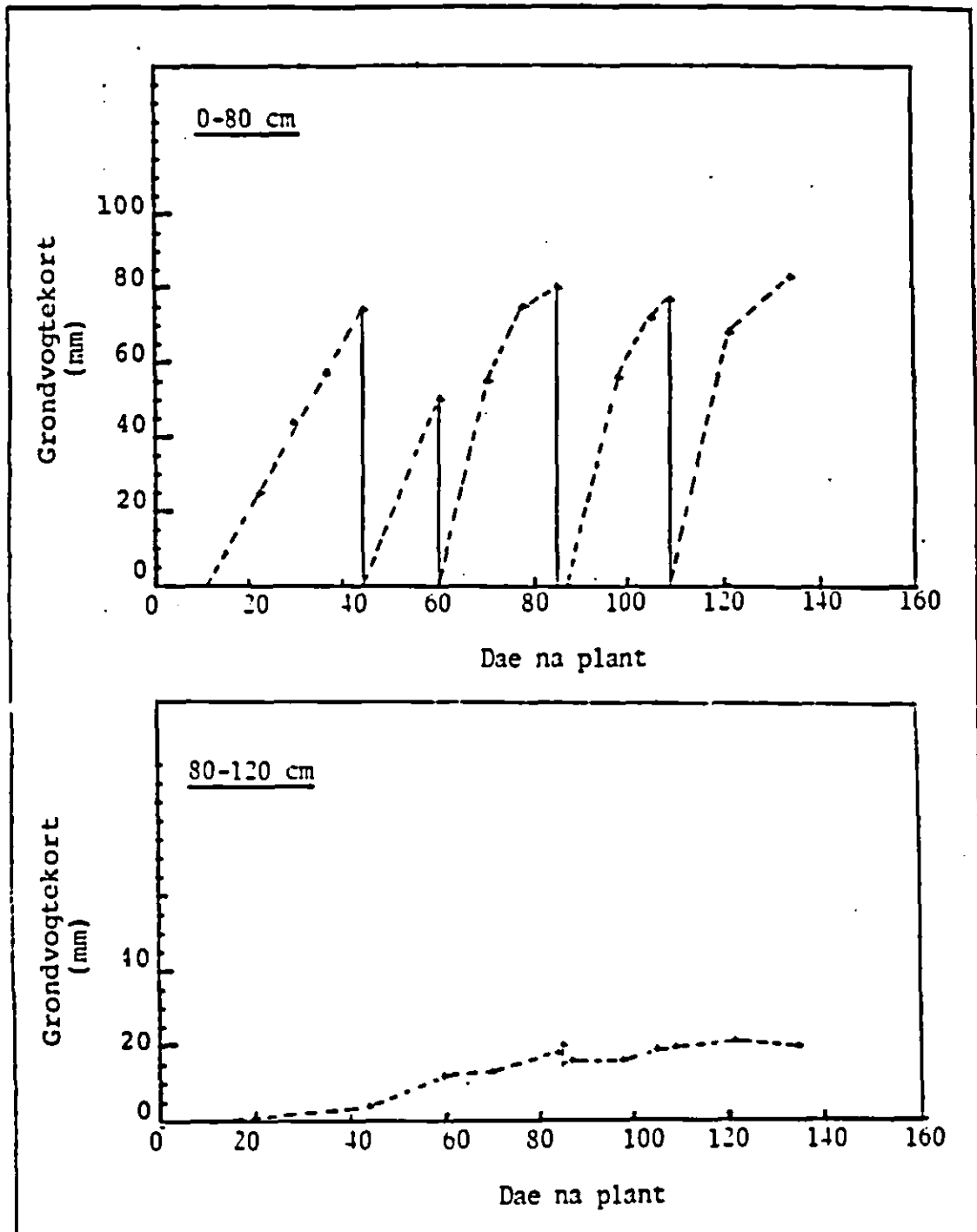


FIG.42: Vogtekorte in twee grondlae by tamaties op leemgrond wat tot VK besproei is nadat 90-100% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Modelpersele 1984/85)

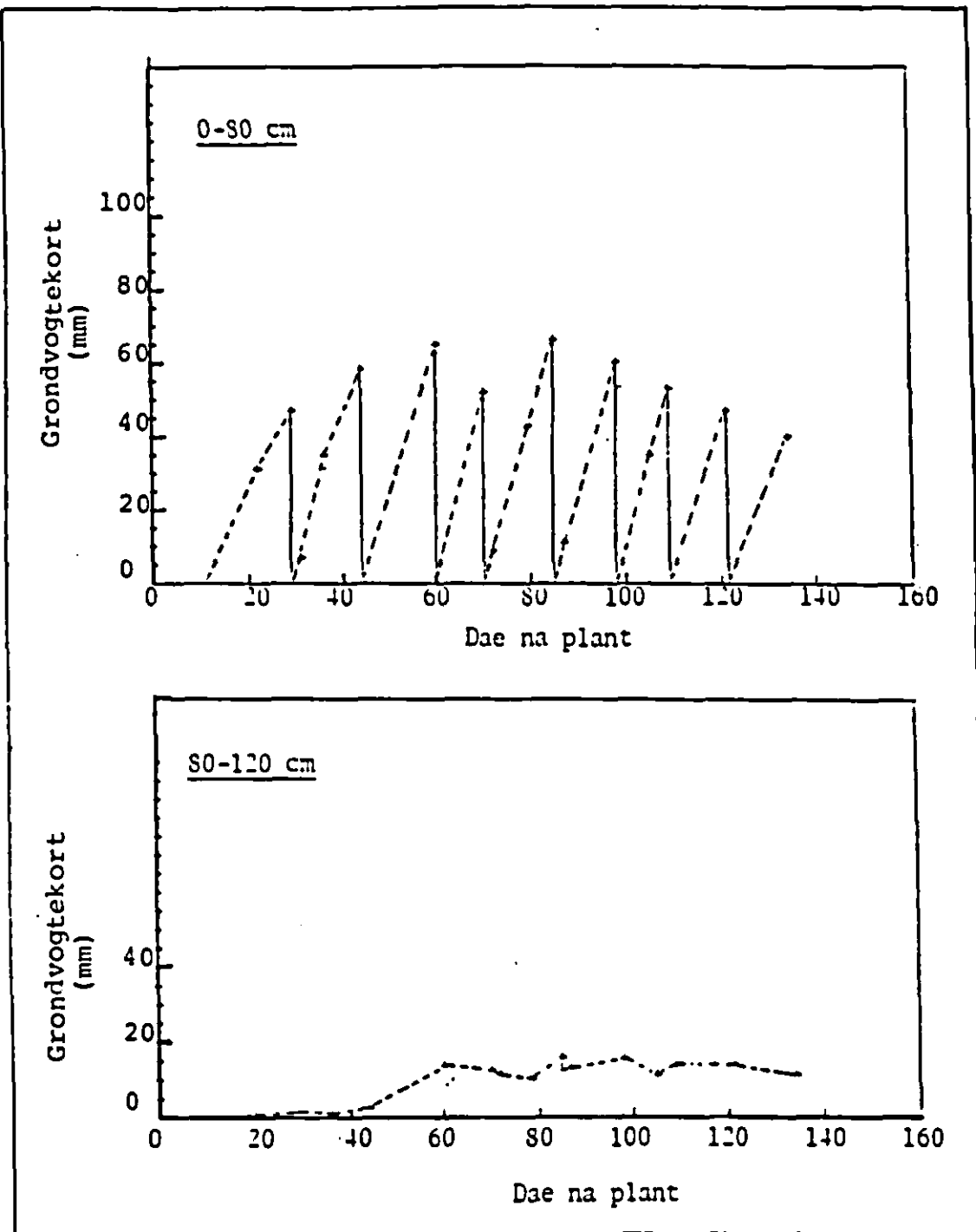


FIG. 43: Vogtekorte in twee grondlae by tamaties op kleigrond wat tot VK besproei is nadat 50-60% van die beskikbare grondvog in boonste 80cm onttrek is (Modelpersele 1984/85)

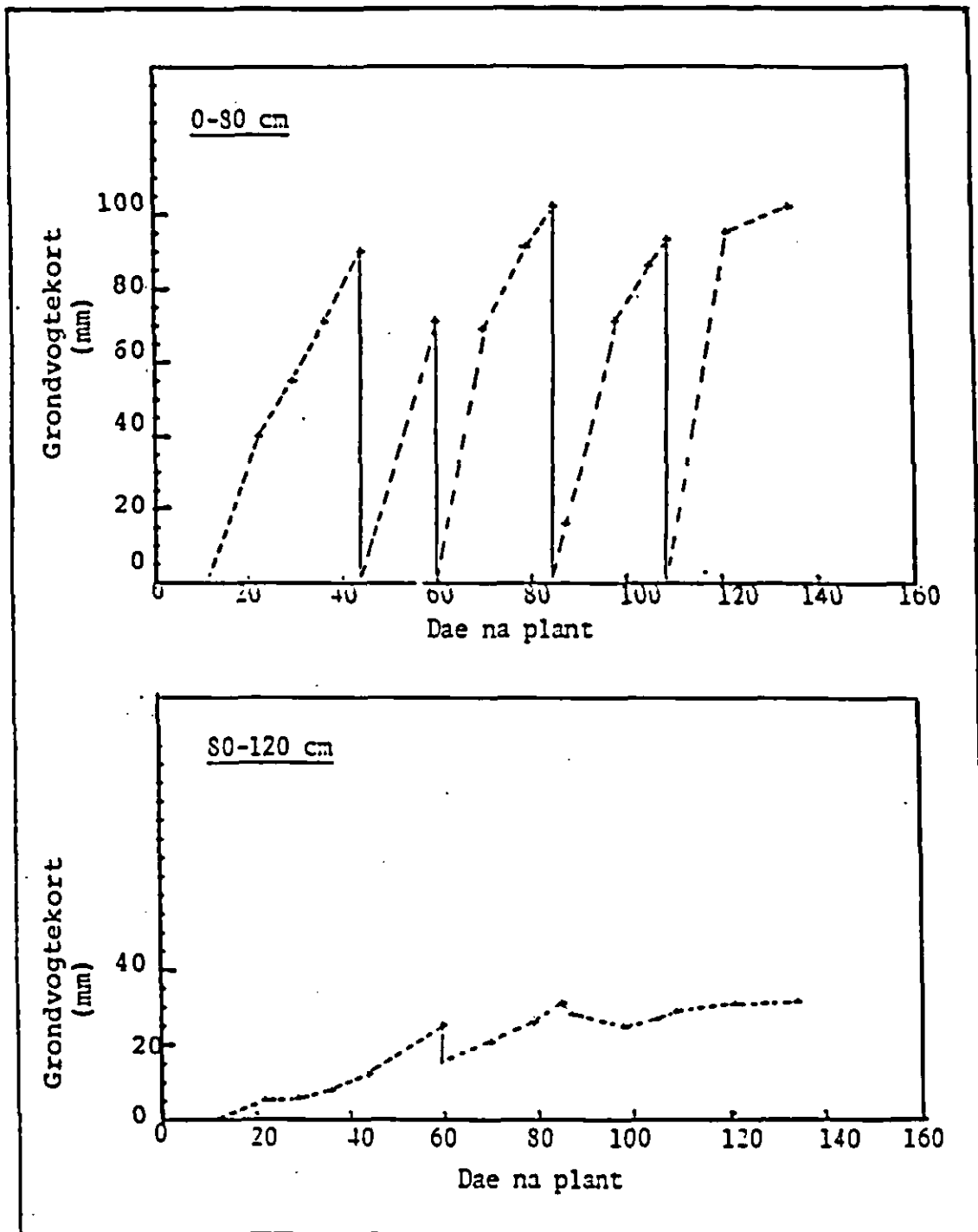


FIG.44 : Vogtekorte in twee grondlae by tamaties op kleigrond . wat tot VK besproei is nadat 90-100% van beskikbare vog in boonste 80cm onttrek is (Modelpersele 1984/85)

Tabel 27: Besproeiingsprogramme soos toegepas op die tamatieveld=proef (1983/84 en 1984/85)

Besproeiingsprogram	Kode	
	1983/84	1984/85
Besproei tot VK as 20-30% beskikbare grondvog onttrek is.	A	A
Besproei tot VK as 45-55% beskikbare grondvog onttrek is.	B	B
Besproei tot VK as 70-80% beskikbare grondvog onttrek is.	C	C
Aanbevole besproeiingskedule (1):	D	D
15-39 dae:ΣEP143d50 (f0.35)		
40-63 dae:ΣEP111d50 (f0.45)		
64-87 dae:ΣEP97d68 (f0.70)		
88-150 dae:ΣEP85d68 (f0.80)		
Vereenvoudigde besproeiingskedule:	E	
15-60 dae: ΣEP125d50 (f0.40)		
61-150 dae:ΣEP85d68 (f0.80)		
Water beperk tot begin vrugvorming (15-60 dae):	F	F
15-60 dae:ΣEP200d80 (f0.40)		
61-150 dae:ΣEP85d68 (f0.80)		
Water beperkend tydens vrugontwikkeling (61-90 dae):	G	G
15-60 dae:ΣEP125d50 (f0.40)		
61-90 dae:ΣEP125d100 (f0.80)		
91-150 dae:ΣEP85d68 (f0.80)		
Water beperkend tydens rypwording (91-150 dae):	H	H
15-60 dae:ΣEP125d50 (f0.40)		
61-90 dae:ΣEP85d68 (f0.80)		
91-150 dae:ΣEP125d100 (f0.80)		

(1) Departement van Landbou-Tegniese Dienste en Waterwese (1973)

sou toelaat. In die afwesigheid van 'n reënskerm was hierdie benadering nie altyd suksesvol nie.

Opbrengs-, graderings- en waterverbruiksdata word in Tabelle 28 en 29 aangegee. Ewe goeie opbrengste is by die 20-30% en 45-55% onttrekkingspeile verkry. Opbrengste by die 70-80% peil was egter gedurende albei seisoene beduidend laer. Tamatie opbrengs by die D-, E- en F-programme het nie betekenisvol verskil nie. Aldrie besproeiings is gebaseer op lae besproeiingspeile gedurende die vegetatiewe groeistadium, gevolg deur meer gereelde en hoër besproeiings in die vrugontwikkeling- en rypwordingstadia. Behandeling G het gedurende albei jare goeie opbrengste gelewer ten spyte van lae reënval 61 tot 90 dae na plant gedurende 1983/84 (kyk Fig. 36). Program H het egter swak opbrengste tot gevolg gehad, veral gedurende 1983/84 toe min reën gedurende die rypwording- en oesstadia aangeteken is. Gradering in terme van persentasie Graad 1, 2 en 3 tamaties, is nie betekenisvol deur die verskillende besproeiingsprogramme beïnvloed nie.

Die gemiddelde waterverbruik was effens hoër en die gewasfaktor effens laer gedurende 1983/84. Die hoogste waterverbruik is by die 20-30% onttrekkingspeil gemeet, en die laagste by die 70-80% onttrekkingspeil sowel as die H-besproeiing gedurende 1983/84. Waterverbruik by die ander besproeiings het min verskil. Die hoër vrugopbrengste gedurende 1984/85 gepaard met effens laer waterverbruik het tot gevolg gehad dat die WVD gedurende 1984/85 verdubbel het in vergelyking met die vorige jaar.

6.5 Samevatting

Die belangrikste bevindings was soos volg:

(1) Vir hoë produksie behoort besproei te word sodra 60% van die beskikbare grondvog in die boonste 80cm onttrek is. By 70% onttrekking kan vogstremmings verwag word. Hierdie aspek word verder ondersoek.

TABEL 28.: Vrugopbrengs en waterverbruik deur tamaties by agt besproeiingsbehandelings (Veldproef 1983/84)

Besproeiingskedsule (kyk Tabel 31)	Totale vrugop= brengs	Bemarkbare vrugop= brengs	Gemid. vrugmassa (Grade 1, 2, 3)	% Grade 1, 2, 3	% Graad 1	Totale waterver= bruik (Plant-tot oes)	Gewasfak= tor,f	WVD (2)
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	gm			mm	$\frac{\Sigma ET}{\Sigma EP}$ (1)	
A	74,4	66,6	96	90	46	680	0,67	109
B	75,6	68,5	103	90	43	637	0,62	119
C	53,4	48,6	85	91	44	521	0,51	102
D	72,7	67,1	93	92	44	628	0,62	116
E	67,6	61,0	95	90	43	621	0,61	109
F	67,2	61,1	92	91	44	604	0,59	111
G	80,2	73,6	96	92	48	612	0,60	131
H	59,6	54,6	90	92	49	518	0,51	115
GEMIDDELD	68,8	62,6	93,8	91	45	603	0,59	114
KBV _T (P = 0,05)	19,8	18,3	NB	NB	NB	-	-	-

(1) $\Sigma EP = 1\ 020\ mm$

(2) WVD = Waterverbruiksdoeltreffendheid (kg ha⁻¹ mm⁻¹)

TABEL 29: Vrugopbrengs en waterverbruik deur tamaties by agt besproeiingsbehandelings (Veldproef 1984/85)

Besproeiingskodule (kyk Tabel 31)	Totale vrugopbrengs	Bemerkbare vrugopbrengs	Gemid. vrugnassa (Grade 1, 2, 3)	% Grade 1, 2, 3	% Graad 1	Totale waterverbruik (17/11/84-15/3/85)	Gewasfaktor, f	WVD ⁽²⁾	Aantal besproeiings
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	gm			mm	$\frac{LET}{LEP}$ (1)		
A	137,1	121,1	132,0	88,3	45,7	625	0,70	219	11
B	132,1	120,4	125,5	91,2	50,9	550	0,62	240	5
C	113,9	104,4	119,0	91,6	45,2	488	0,55	233	2
D	137,7	125,1	131,8	90,9	46,4	568	0,64	242	4
F	124,8	114,7	126,2	91,8	48,4	552	0,62	226	3
G	128,4	118,7	122,2	92,5	48,5	573	0,65	224	3
H ₁	120,0	111,9	121,8	93,3	51,4	553	0,62	217	3
Gemiddeld	127,7	116,6	125,5	91,4	48,1	558	0,63	229	4,4
KDV _I (P = 0,05)	23,6	NB	13,6	NB	NB	-	-	-	-

(1) LEP = 888 mm

(2) WVD = Waterverbruiksdoeltreffendheid (kg ha⁻¹mm⁻¹)

(2) Vir hoë oeste en optimale waterverbruik word 'n besproeiingskedule aanbeveel met lae-frekwensie besproeiing gedurende die vegetatiewe groeifase en hoër besproeiing met korter intervalle gedurende die vrugontwikkeling- en rypwordingstadia. Program D in Tabel 27, wat afgelei is van die oorspronklike aanbevelings van die Departement Landbou-Tegniese Dienste en Waterwese (1973), het goeie opbrengste gelewer maar is onnodig ingewikkeld. Die volgende program het ewe goeie resultate op leemgrond gelewer en is minder ingewikkeld:

ΣEP125d50 (f0,40) gedurende die vegetatiewe stadium (15-60 dae)
ΣEP85d68 (f0,80) daarna (61-150 dae)

As gevolg van die laer voghouvermoë sal besproeiingsintervalle op sandgrond korter wees.

(3) 'n Minimum effektiewe worteldiepte vir besproeiingsdoeleindes, van 80 cm word aanbeveel vir goedgevestigde tamaties. 'n Vlakker effektiewe worteldiepte sou hoër besproeiingsfrekwensies tot gevolg hê. In hierdie ondersoek het besproeiing teen hoër frekwensies opbrengste nie verhoog nie. Sodanige besproeiing is ook duurder en meer arbeidsintensief.

(4) Toestande ter plaatse, soos grondeienskappe, metode van besproeiing en oespraktyke, behoort oorweeg te word by 'n geskikte besproeiingsprogram.

(5) Die resultate dui daarop dat onder die proeftoestande cultivars met 'n bepaalde groeiwyse soos Flora Dade ongeveer 600 mm water vir hoë oeste op leem- en kleigrond benodig. Die waterbehoefte op sandgrond blyk ietwat laer te wees as gevolg van die laer inherente vrugbaarheid.

(6) Vogonttrekkingsdata op die modelpersele dui daarop dat by aldre grondsoorte ongeveer die helfte van die beskikbare vog wat deur tamaties uit die 0-120cm grondlaag onttrek word uit die boonste 40cm afkomstig is, 25% uit die 40-80cm grondlaag en 20-25% uit die 80-120 cm grondlaag. Voorlopige ondersoeke

gedurende 1984/85 dui daarop dat soveel as 20% van die totale vogonttrekking uit die 120-160 cm grondlaag afkomstig kan wees.

(7) Onder goeie bestuur kan 'n waterverbruiksdoeltreffendheid van minstens 200 kg vrugte $\text{ha}^{-1}\text{mm}^{-1}$ water verkry word. Teen 'n gemiddelde prys van R243/ton (Departement Landbou-Ekonomie en Bemarking, 1985) verteenwoordig dit 'n bruto inkomste van R68 per mm water.

HOOFSTUK 7

BESPROEIINGSTUDIES MET GRONDBONE

Gedurende 1982/83, 1983/84 en 1984/85 is die invloed van verskillende besproeiingskedules gebaseer op kumulatiewe panverdamping en mate van grondvogonttrekking op opbrengste en waterverbruik bepaal. Die proewe was in die ope en toepassing van die behandelings was dus afhanklik van heersende reënvaltoestande. Hiermee is heelwat probleme ondervind aangesien vogtoediening en veral die skep van potensiële plantvogstremmings tydens die verskillende groeistadia nie beheer kon word nie. Vogstremmings was net moontlik wanneer heersende reënvaltoestande dit toegelaat het. Die 1982/83-seisoen en, tot 'n mindere mate, die 1984/85-seisoen het droë weer tydens die vroeë blom- sowel as die pitgroeistadium ondervind. Gedurende 1983/84 is goeie reëns gedurende die eerste 45 dae opgevolg met oorwegende droë en warm weerstoestande vir die res van die aktiewe groeiperiode.

7.1 Besproeiing volgens kumulatiewe panverdamping (1982/83)

Tien besproeiingsprogramme bestaande uit alle kombinasies van twee vroeë en vyf laat besproeiings soos aangedui in Tabel 30 is op die onderskeie persele toegepas. Aangesien daar geen betekenisvolle wisselwerkingseffekte was nie, word slegs die hoofeffekte aangedui.

Slegs die vroeë besproeiing het 'n betekenisvolle invloed op opbrengs en dopeienskappe gehad. Die A_2 -besproeiing ($\Sigma EP125d50$), het die peulopbrengs en die No.2 en 3 dopfraksies verhoog, maar laer doppersentasies tot gevolg gehad. Dit kan moontlik toegeskryf word aan beter blom- en vrugsettoestande gedurende die vroeë groeistadia gevolg deur onvolledige vrugontwikkeling gedurende die later groeistadia. Hierdie latere groeistadia is gekenmerk deur besondere droë en warm weerstoestande.

TABEL 30: Grondboonopbrengs by sekere besproeiingsprogramme (Veldproef 1982/83)

Besproeiingsprogram (Hoofeffekte)	Hoof	Peule	Gedopte pitopbrengs				% No 4 (van to= taal ge= dop)	% Gedop van to= tale plantmassa
			No 4 (groot pitte)	No 3 (klein pitte)	No 2 (gebreek= te pitte)	Totaal		
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	%	%
<u>Tot 45 dae na plant</u>								
A ₁ =ΣEP200d50 (f0,25)	17,3	5,01	3,282	0,157	0,350	3,79	87	21,3
A ₂ =ΣEP125d50 (f0,4)	18,5	5,53	3,264	0,194	0,444	3,90	84	20,3
KBV _T (P=0,05)	NB	0,43	NB	0,023	0,038	NB	1	1,0
<u>Vanaf 45 dae na plant</u>								
B ₁ =ΣEP125d75 (f0,6)	17,9	5,37	3,448	0,174	0,387	4,01	86	21,7
B ₂ =ΣEP125d100 (f0,8)	18,0	5,35	3,270	0,164	0,391	3,83	86	20,5
B ₃ =ΣEP125d88 (f0,7)	17,6	5,17	3,247	0,162	0,388	3,80	85	20,8
B ₄ =ΣEP200d140 (f0,7)	17,8	5,18	3,158	0,171	0,410	3,74	85	20,3
B ₅ =ΣEP125d88 (0,7) / ΣEP200d100 (0,5) *	18,3	5,29	3,243	0,205	0,406	3,85	84	20,5
KBV _T (P = 0,05)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
GEMIDDELD	17,9	5,27	3,273	0,175	0,397	3,85	85	20,8

*ΣEP125d88 (tot 3 maande na plant) en daarna ΣEP200d100

Die vyf besproeiingsbehandelings vanaf 45 dae na plant het geen beduidende invloed op opbrengs en dopeienskappe gehad nie. Dit is teen die verwagting in dat besproeiing gedurende die peul- en saadontwikkelingstadium nie die opbrengs beïnvloed het nie. Goeie reëns gedurende middel Januarie 1984 het moontlik bygedra tot hierdie resultaat.

Tabel 31 gee 'n aanduiding van die vogverbruik deur grondbone by die vyf besproeiingsbehandelings waar grondvog gemonitor is. Die laagste waterverbruik en hoogste waterverbruiksdoeltreffendheid is met die A₂B₃-behandeling verkry. Grondvogkrommes in terme van neutronvogmeterlesings by drie dieptes op drie van die besproeiingsbehandelings word in Fig. 45 aangebied. Dit dui op 'n hoë mate van grondvoguitputting gedurende die periode 45 tot ongeveer 85 dae na plant waartydens die plante geblom het en peule gevorm is. Die hoogste grondvogonttrekking gedurende die vroeë groeistadium (45-85 dae na plant) het by die A₁B₂-besproeiing voorgekom en gedurende die later groeifase (125-150 dae na plant) by die A₂B₃-besproeiing.

7.2 Besproeiing volgens grondvogonttrekking en kumulatiewe panverdamping (1983/84 en 1984/85)

Die besproeiingskedules wat gedurende hierdie twee seisoene toegepas is, word in Tabel 32 uiteengesit. Die 1983/84 seisoen is gekenmerk deur 'n lang droë tydperk vanaf 45 tot 95 dae na plant. Gedurende 1984/85 het slegs twee kort reënlose periodes voorgekom en wel vanaf 31 tot 45 dae na plant en weer vanaf 65 tot 78 dae na plant.

Opbrengs- en waterverbruiksdata vir 1983/84 verskyn in Tabel 33. Opbrengs is benadeel met toenemende mate van grondvoguitputting veral waar meer as 75% van die beskikbare vog onttrek is voor besproeiing. Lang besproeiingsintervalle gedurende die blom- en peulvormingstadia (Behandeling I) het swak peul- en pitopbrengste tot gevolg gehad. Goeie neerslae gedurende die eerste 40 dae na plant en vanaf 104 tot 110 dae na plant het besproeiingseffekte gedurende die vroeë (0-45 dae) en laat (91-150 dae) groeistadia

TABEL 31: Vogverbruik deur grondbone by vyf besproeiingsbehandelings vanaf plant tot rypwording (1982/83)

Besproeiingsprogram		Totale water= verbruik	Watterver= bruiks= doeltref= fendheid	Gemid. gewasfaktor (f)
Tot 45 dae na plant	Vanaf 45 dae na plant			
		mm	kg pitte ha ⁻¹ mm ⁻¹	$\frac{\Sigma ET}{\Sigma EP(2)}$
A ₁ = $\Sigma EP200d50$ (f0,25)	B ₁ = $\Sigma EP125d75$ (f0,6)	666	6,1	0,56
A ₁ = $\Sigma EP200d50$ (f0,25)	B ₂ = $\Sigma EP125d100$ (f0,8)	772	5,0	0,65
A ₂ = $\Sigma EP125d50$ (f0,4)	B ₁ = $\Sigma EP125d75$ (f0,6)	690	5,8	0,58
A ₂ = $\Sigma EP125d50$ (f0,4)	B ₂ = $\Sigma EP125d100$ (f0,8)	801	4,7	0,68
A ₂ = $\Sigma EP125d50$ (f0,4)	B ₃ ⁽¹⁾ = $\Sigma EP125d88$ (f0,7) / $\Sigma EP200d100$ (f0,5)	635	6,4	0,54
Gemiddeld		713	5,6	0,60

(1) $\Sigma EP125d88$ tot 3 maande na plant, daarna $\Sigma EP200d100$

(2) $\Sigma EP = 1181$ mm

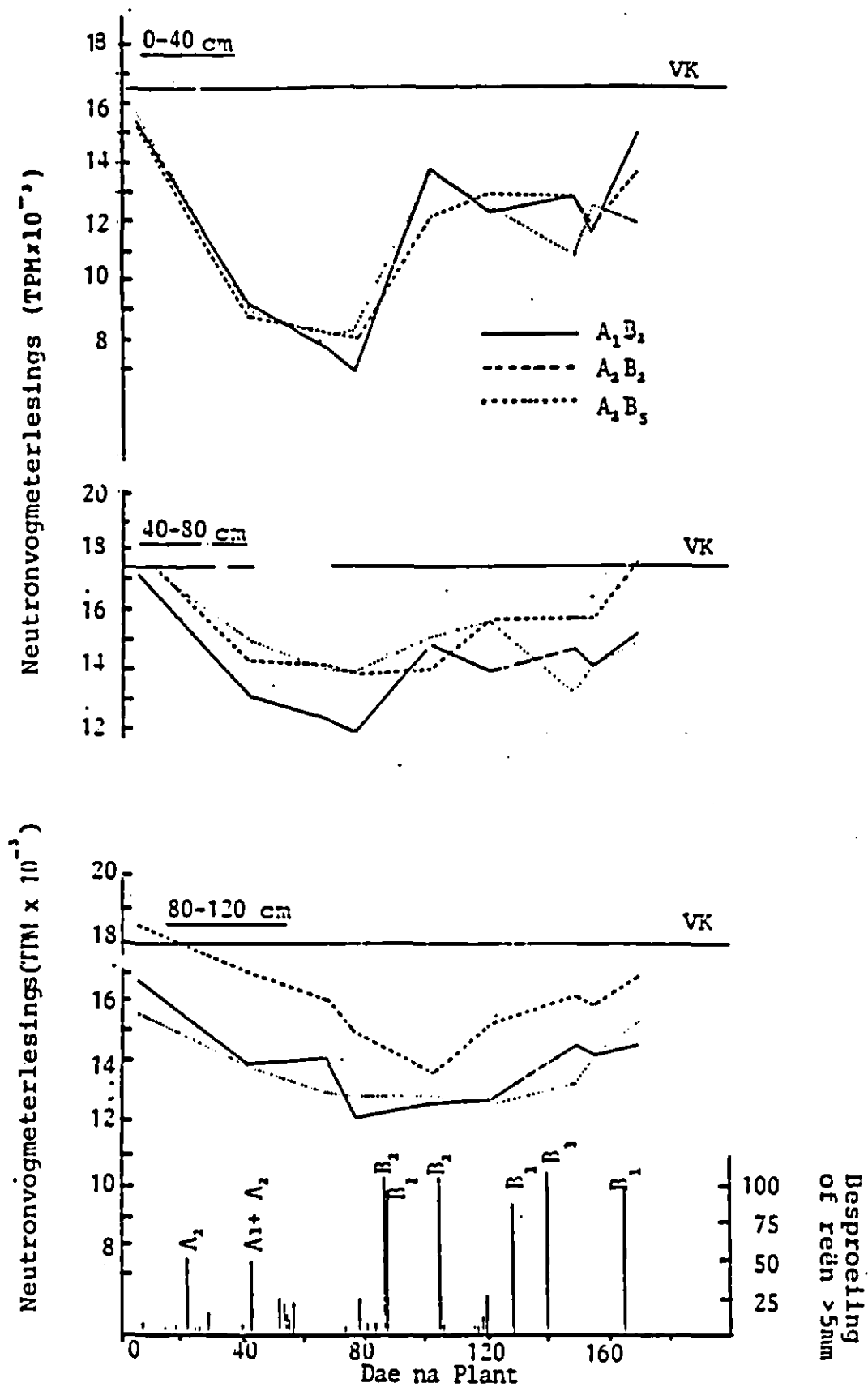


FIG. 45: Grondvoginhoud (neutronvogue meterlesings) van drie grondprofile by drie besproeiings op grondbone (1982/83)

TABEL 32: Besproeiingskedules soos toegepas op die grondboneveldproef gedurende 1983/84 en 1984/85

Skedule	Kode	
	1983/84	1984/85
Besproei tot VK as ongeveer 35% beskikbare grondvog onttrek is	A	A
Besproei tot VK as ongeveer 55% beskikbare grondvog onttrek is	B	B
Besproei tot VK as ongeveer 75% beskikbare grondvog onttrek is	C	C
Besproei tot VK sodra grondbone om 10h00 verwelk (95% + onttrekking)	D	D
Besproei soos aanbeveel ⁽¹⁾ :	E	E
0-45 dae: Σ EP200d60 (f0.3)		
46-90 dae: Σ EP100d50 (f0.5)		
91-150 dae: Σ EP83d50 (f0.6)		
Vereenvoudigde aanbeveling:	F	F
0-45 dae: Σ EP200d60 (f0.3)		
46-150 dae: Σ EP83d50 (f0.6)		
Hoë peil in vroeë (vegetatiewe) stadium (0-45 dae):	G	
0-45 dae: Σ EP100d60 (f0.6)		
46-150 dae: Σ EP83d50 (f0.6)		
Hoë peil in blom-, peul- en pitstadium (46-150 dae):	H	
0-45 dae: Σ EP200d60 (f0.3)		
46-150 dae: Σ EP56d50 (f0.9)		
Vog beperkend in blom- tot peulvormingstadium (46-90 dae):	I	I
0-45 dae: Σ EP200d60 (f0.3)		
46-90 dae: Σ EP150d75 (f0.5)		
91-150 dae: Σ EP83d50 (f0.6)		
Vog beperkend in pitgroeistadium (91-150 dae):	J	J
0-45 dae: Σ EP200d60 (f0.3)		
46-90 dae: Σ EP100d50 (f0.5)		
91-150 dae: Σ EP125d75 (f0.6)		

(1) Departement van Landbou-Tegniese Dienste en Waterwese (1973)

TABEL 33: Grondboonopbrengs en waterverbruik by verskillende besproeiingskedules (Veldproef 1983/84)

Besproeiingskedules (kyk Tabel 35)	Hooi	Peule	Gedopte pitopbrengs				% No 4 (van to= taal ge= dop)	% gedop (van to= tale plant= massa)	Water= verbruik ΣET (1)	Water ver= bruiks= doeltref= fendheid	Gewas= faktor
			No 4 (groot pitte)	No 3 (klein pitte)	No 2 (gebreek= te pitte)	Totaal					
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹			mm	kg ha ⁻¹ mm ⁻¹	$\frac{\Sigma ET}{\Sigma ET(1)}$
A	11,15	4,51	2,39	0,25	0,46	3,11	77	19,7	702	4,4	0,74
B	10,20	4,10	2,16	0,27	0,51	2,95	73	20,7	592	5,0	0,62
C	9,77	3,51	1,79	0,22	0,40	2,40	74	18,1	620	3,9	0,65
D	8,54	2,80	1,28	0,25	0,42	1,95	65	17,2	533	3,7	0,56
E	9,16	4,01	2,03	0,27	0,47	2,77	74	21,4			
F	9,29	4,54	2,49	0,25	0,53	3,27	76	23,7			
G	10,89	4,50	2,63	0,22	0,49	3,33	79	21,7			
H	9,34	4,60	2,66	0,25	0,48	3,40	78	24,5			
I	9,16	3,09	1,62	0,21	0,36	2,18	74	18,0			
J	9,05	3,85	2,13	0,25	0,46	2,85	74	22,0			
GEMIDDELD	9,66	3,95	2,12	0,24	0,46	2,82	74	20,7	612	4,3	0,64
KEV _T (P = 0,05)	NB	1,24	0,82	NB	NB	0,96	9	6,0	-	-	-

(1) Plant tot oes (8/12/83 tot 2/5/84). ΣEP = 853 mm.

verminder. Totale waterverbruik was laer as gedurende die 1982/83-seisoen, veral by die hoër onttrekkingspeile.

Proefresultate vir 1984/85 word in Tabel 34 saamgevat. Laer opbrengste as gedurende die voorafgaande twee seisoene is behaal ten spyte van redelik goedverspreide reën. Slegs twee kort reënlose periodes het voorgekom gedurende die vegetatiewe stadium (0 tot 45 dae na plant) en die blom- en peulvormingstadium (46 tot 90 dae na plant). Langer besproeiingsintervalle gedurende hierdie groeifases het opbrengste nie benadeel nie. Dit kan daaraan toegeskryf word dat potensiële vogstremmings nie lank geduur het nie en ook aan die lae opbrengste wat behaal is. Enkele beduidende besproeiingseffekte het voorgekom. Die laagste hooi-opbrengs is met die D-behandeling (95% onttrekking) verkry. Die hoë vogpeil (behandeling A) het die laagste peul- en pitopbrengs gelever. Dit word toegeskryf aan die voorkoms van blaarvleksiectes wat besonder straf by hierdie behandeling was. Die doppersentasie was ook laer by die A-behandeling.

Die waterverbruik en gemiddelde gewasfaktore was hoër by die laer onttrekkingspeile. Waterverbruiksdoeeltreffendheid was oor die algemeen beter by die hoër onttrekkingspeile.

Vogonttrekking deur grondbone uit twee grondprofile by lae, medium, hoë en algehele onttrekking (skedules A, B, C en D in Tabel 32) word grafies in Fig. 46 tot 49 aangedui. Dit dui op hoër vogonttrekking uit die 80-120 cm grondlaag met toenemende peile van onttrekking. Die maksimum onttrekking uit die 0-80 en 80-120 cm profile was onderskeidelik ongeveer 110 mm en 40 mm (kyk Fig. 49). Die onttrekking uit die 80-120 cm profiel is besonder hoog en dui op vogonttrekking uit dieper as 120 cm. By die 75% en tot 'n minder mate die 55% onttrekkingspeil is ook heelwat vog uit die 80-120 cm profiel onttrek. Dit sou heelwat meer gewees het indien die grondvogvoorrade in hierdie profiel nie periodiek deur reën of besproeiing aangevul is nie.

7.3 Samevatting

TABEL 34: Grondboonopbrengs en waterverbruik by verskillende besproeiingskedules (Veldproef 1984/85)

Besproeiingskedules (kyk Tabel 6)	Hooi	Peule	Gedopte pitopbrengs				% No 4 (van to= taal ge= dop)	% gedop (van to= tale plant= massa)	Water= verbruik ΣET (6/12/84- 19/4/85)	Water ver= bruiks= doeltref= fendheid (2)	Gewas= faktor
			No 4 (groot pitte)	No 3 (klein pitte)	No 2 (gebreek= te pitte)	Totaal					
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹			mm	kg ha ⁻¹ mm ⁻¹	$\frac{\Sigma ET}{\Sigma EP}$ (1)
A	6,81	3,36	0,26	1,03	0,63	1,93	13,1	19,0	690	2,6	0,74
B	6,33	4,23	0,36	1,37	0,75	2,48	14,3	23,4	615	3,7	0,66
C	6,54	4,44	0,42	1,36	0,77	2,25	15,0	22,7	542	4,6	0,58
D	5,33	3,63	0,33	1,26	0,67	2,26	14,7	24,9	493	4,2	0,53
E	5,88	4,23	0,40	1,28	0,72	2,41	16,7	23,8			
F	5,59	3,64	0,34	1,17	0,67	2,18	14,9	23,4			
I	6,63	4,61	0,36	1,40	0,88	2,64	13,4	23,5			
J	6,35	4,29	0,43	1,41	0,78	2,62	16,6	24,7			
GEMIDDELD	6,18	4,05	0,36	1,29	0,73	2,38	14,8	23,2	585	3,8	0,63
KDV _T (P 0 0,05)	1,20	1,09	NB	0,34	NB	0,50	NB	5,1	-	-	-

(1) ΣEP = 929 mm

(2) 50 mm vir vestiging in berekening gebring.

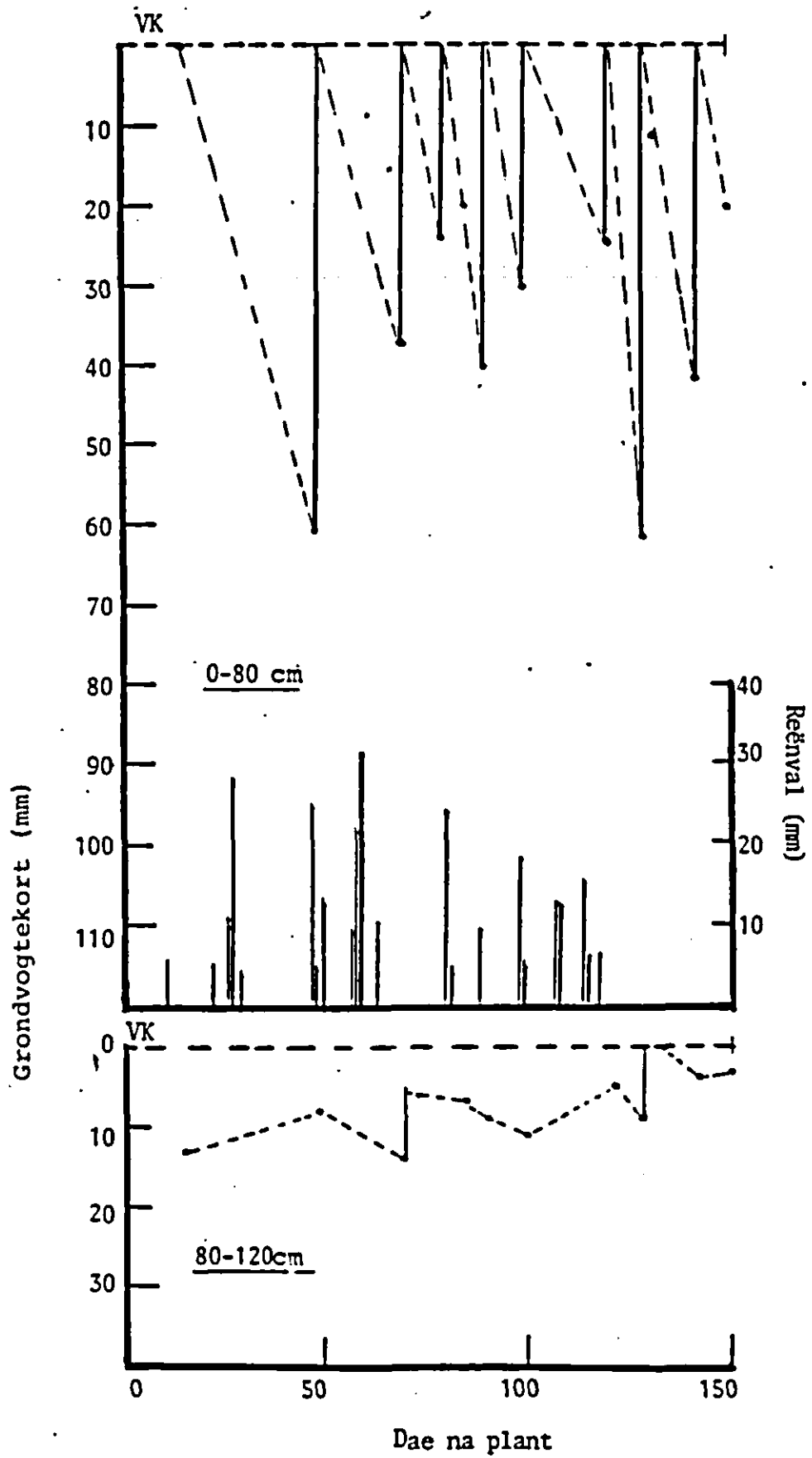


FIG. 46: Vogtekort in twee grondlae by grondbone by die 35% onttrekkingspeil (1984/85)

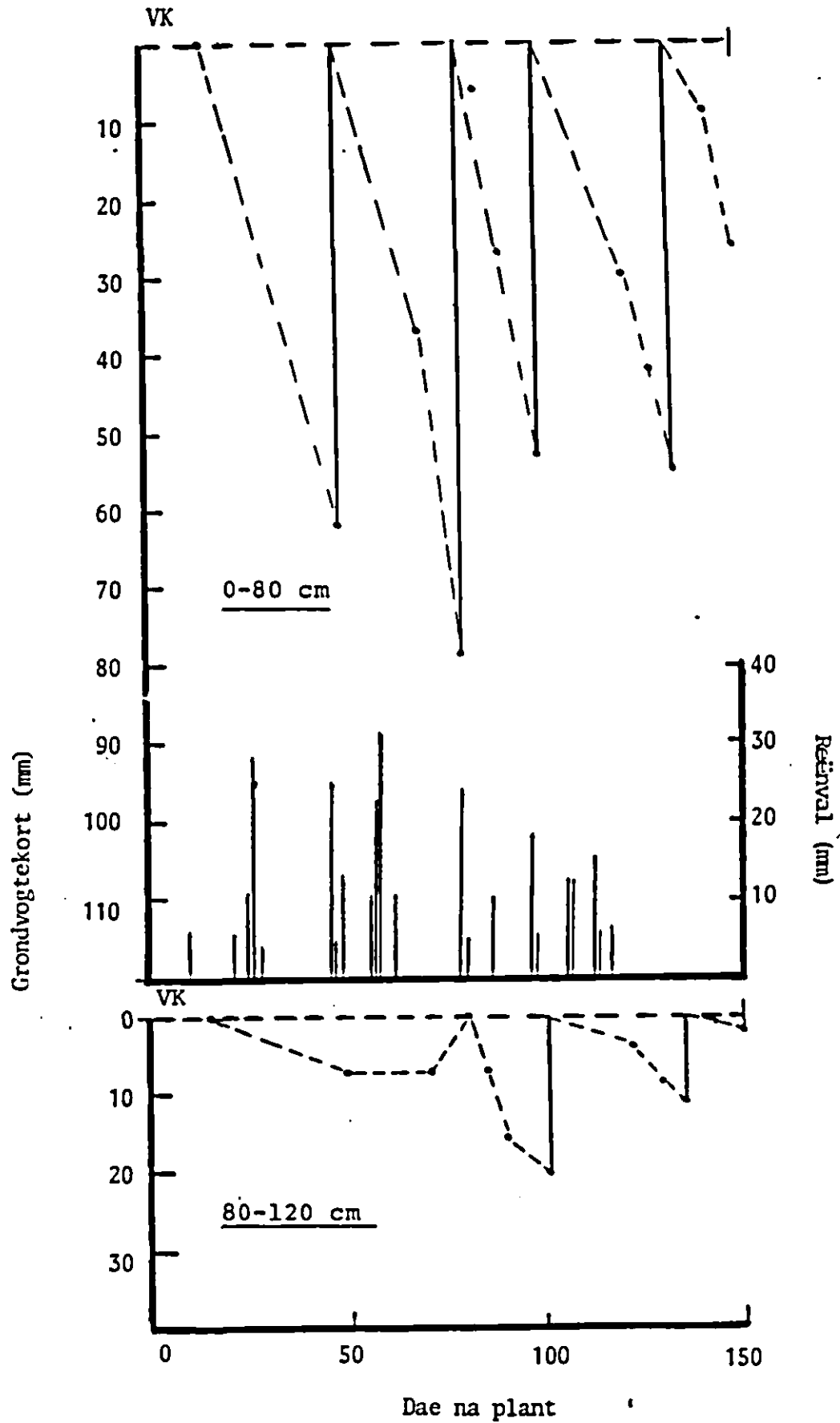


FIG. 47: Vogtekort in twee grondlae by grondbone by die 55% onttrekkingspeil (1984/85)

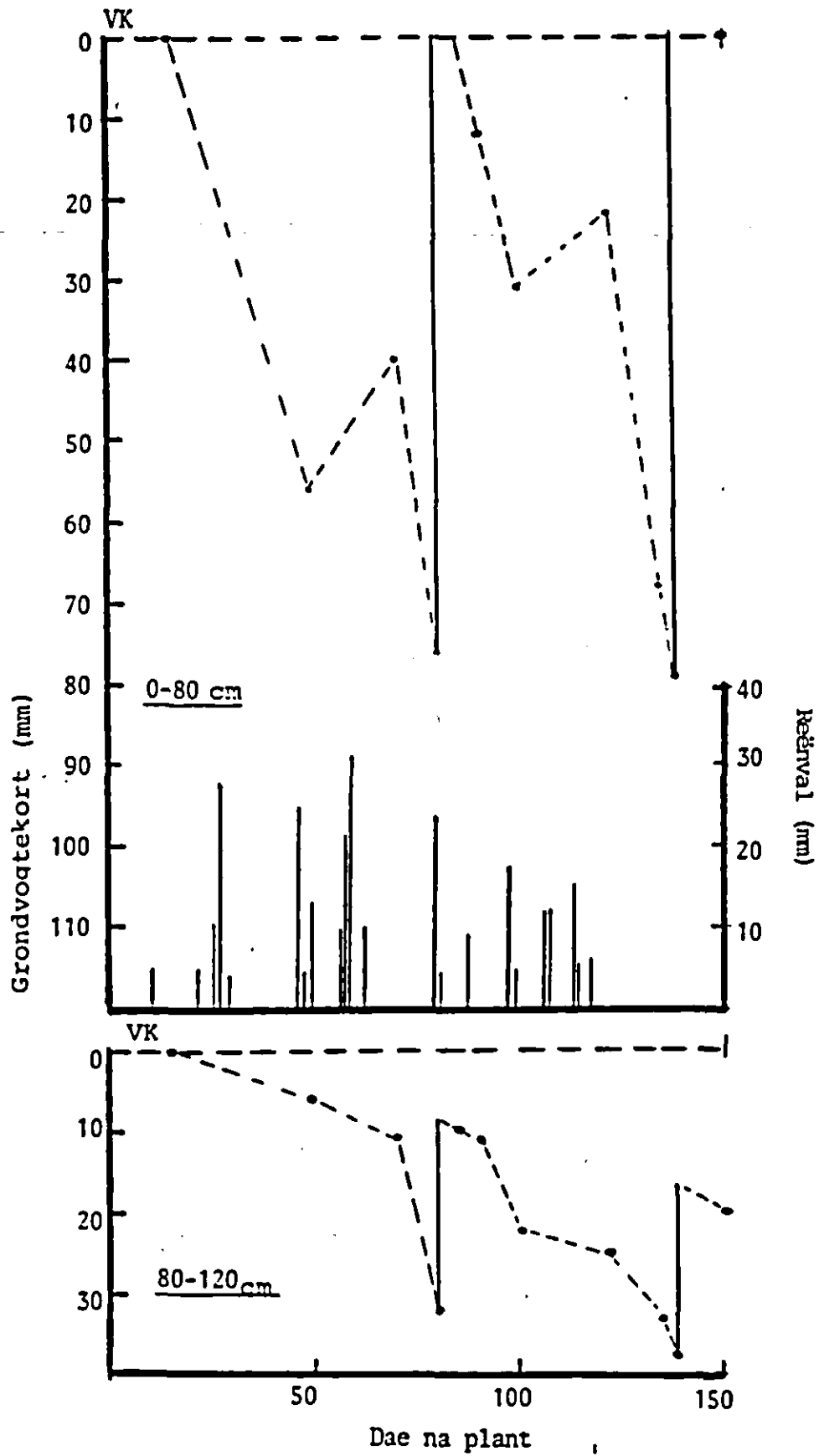


FIG.48 : Vottekort in twee grondlae by grondbone by die 75% onttrekkingspeil (1984/85)

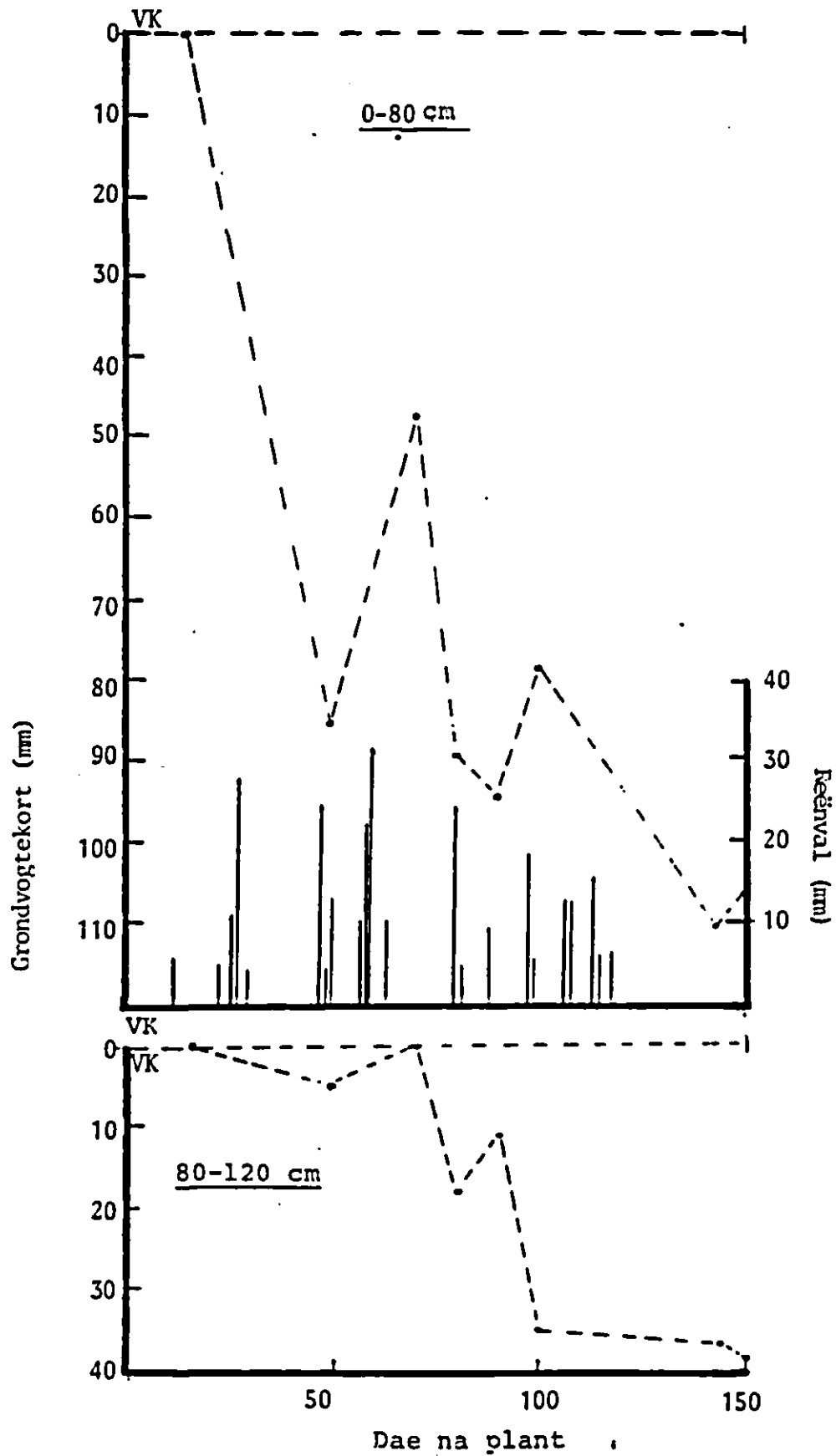


FIG. 49: Vogtekort in twee grondlae by grondbone by algehele onttrekking (1934/85)

Die navorsing met grondbone het oor drie seisoene gestrek. Dit is deurgaans in die ope uitgevoer en dikwels deur reën ontwrig. Die belangrikste bevindings was soos volg:

(1) Die hoogste onttrekking uit die 0-80cm en 80-120cm grondlae onder grondbone was onderskeidelik 110mm en 40mm. Vog dieper as 120cm is moontlik ook benut veral by hoër onttrekkingspeile.

(2) Grondvogonttrekking tot 75% van die beskikbare vog in die boonste 80 cm het opbrengste nie wesenlik benadeel nie.

(3) Onder heersende proeftoestande vereis grondbone ongeveer 600 mm water vanaf plant tot oes.

(4) Die invloed van vogstremmings tydens verskillende groeifases kon met die beskikbare fasiliteite nie bevredigend ondersoek word nie. Hiervoor is 'n reënskerm 'n vereiste.

(5) Onder heersende reënvaltoestande het die verskillende panverdampingskedules opbrengste min beïnvloed. Met inagneming van die toelaatbare onttrekkingspeil van 75% en die gemiddelde gewasfaktore van ongeveer 0,6 kan goeie resultate met die $\Sigma EP125d75$ -skedule gedurende die hoofgroeifase verwag word. 'n Laer d-waarde van 40 mm kan gedurende die eerste 45 dae aangewend word. Die volgende aanbeveling word dus op hierdie stadium gemaak:

$\Sigma EP125d40$ ($f0,32$) gedurende eerste 45 dae

$\Sigma EP125d75$ ($f0,6$) daarna

(6) Opbrengsvlakke het geleidelik afgeneem vanaf gemiddeld 3,85 ton pitte per hektaar gedurende 1982/83 tot 2,82 ton per hektaar gedurende 1984/85, ten spyte van beroking met EDB gedurende 1984 om grondinsekte en moontlike aalwurm te beheer. 'n Doeltreffende wisselboustelsel blyk noodsaaklik te wees al noodsaak dit jaarlikse verskuiwing van die neutronvogmeterpype.

(7) Die waterverbruiksdoeltreffendheid by die beter besproeiings was in die orde van gemiddeld 5,5 kg pitte per $\text{ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ water. Teen R700 per ton (Departement van Landbou-Ekonomie en Bemarking, 1985) verteenwoordig dit 'n inkomste van R3.85 per mm water.

HOOFSTUK 8

DIE INVLOED VAN GRONDVRUGBAARHEID EN WATERVOORSIENING OP DIE VEGETATIEWE GROEI, OPBRENGS EN WATERVERHOUDINGS VAN KORING

8.1 Inleiding

Die vegetatiewe groei en opbrengs van gewasse word sterk beïnvloed deur grondvrugbaarheid en watervoorsiening. Grondwateronttrekking word grootliks beïnvloed deur blaaroppervlakte (Meyer & Green, 1980). Dit is die fotosintetiese 'fabriek' van die plant wat opbrengs grotendeels beïnvloed. 'n Groei-analise is uitgevoer om die invloed van plantvoeding en vogvoorsiening op koring te ondersoek.

Verskeie navorsers het die effek van grondvrugbaarheid op waterverbruiksdooeltreffendheid gerapporteer (Fagioli & Bianconi, 1977; Popescu, 1977; Bapna & Khuspe, 1980). Die belangrikheid van die elemente N, P en K by die bepaling van waterverbruiksdooeltreffendheid is in hierdie studie ondersoek.

'n Verdere aspek van die waterverhoudings van koring wat bestudeer is, is die effek van plantvoeding op osmotiese aanpassing, 'n belangrike aanpassingsmeganisme van sekere koringvarieteite. Osmotiese aanpassing laat selverlenging voortgaan by lae waterpotensiale.

Die effek van die behandelings op die profielbeskikbare water is ook ondersoek.

8.2 Materiaal en metodes

8.2.1 Algemene prosedure

Die langtermyn bemestings- en besproeiingsproef wat in 1939 op die proefplaas van die Universiteit van Pretoria te Hatfield begin is, is gebruik om die invloed van plantvoeding en

vogvoorsiening op die vegetatiewe groei, opbrengs en waterverhoudings van koring te ondersoek.

Die proef is uitgelê as 'n volkome ewekansige blokontwerp met vier herhalings. Die behandelingskombinasies is faktoriaal gereël met die vyf faktore, water (W), stikstof (N), fosfor (P), kalium (K) en mis (M). Elke faktor is teen twee peile aangewend. Dit was dus 'n 2^5 faktoriaalontwerp met 32 behandelingskombinasies en 128 persele. Die bruto- en nettopersele was onderskeidelik 8,23m x 6,2m en 7,01m x 5,49m groot. Die proefuitleg word in Fig. 50 uiteengesit.

Koring (cv. Inia) is gedurende die vroeë winter in 30cm rye geplant. Die plantdatums was 2/6/83, 5/6/84 en 20/5/85. Die plantbevolking is verhoog vanaf 125m^{-2} in 1983 tot 250m^{-2} in 1984 en 1985. In die somer word sojabone (cv Usuto) sonder bemesting op die persele verbou.

Totale vogverbruik is bereken deur by veldkapasiteit te begin en alle besproeiings, reën en die grondvogtekort van veldkapasiteit aan die einde van die eksperiment te sommer.

In 1983 is graanopbrengs vanaf die graanopbrengs per aar en die getal are per vierkante meter bereken. Op 12 Oktober 1984 het ernstige haelskade veroorsaak dat opbrengs geskat moes word vanaf 20 onbeskadigde are per perseel. Die mees betroubare opbrengssyfers is in 1985 verkry toe 'n vierkante meter op elke perseel geoes is. Dié jaar is ook die enigste jaar waarin betroubare oesindekse bepaal kon word.

Waterverbruiksdoeeltreffendheid (WVD) is vir al drie seisoene bepaal. Die akkuraatheid van die parameter was afhanklik van die akkuraatheid waarmee die opbrengs en totale waterverbruik bepaal kon word. Die akkuraatste waterverbruik en opbrengssyfers is dié wat in 1985 bepaal is.

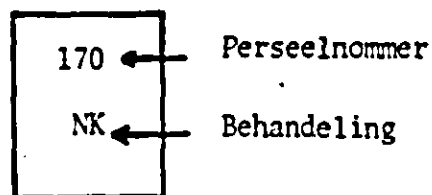
Blok 1

Blok 2

354	353	352	351	350	349	348	347	346	345	344	343	342	341	340	339
WNP	WM	NPM	WNKM	O	PKM	NK	WPK	WKM	PK	NKM	O	WNPK	NPM	WN	WPM
324	323	322	321	320	319	318	317	316	315	314	313	312	311	310	309
PM	WNPK	NPKM	WKM	N	WNM	K	WP	WM	K	WNP	P	WNK	NPKM	WPKM	NM
294	293	292	291	290	289	288	287	286	285	284	283	282	281	280	279
WNK	W	WNPM	NP	WPKM	M	PK	NKM	NPK	KM	N	WNKM	PM	WNPM	W	WPK
264	263	262	261	260	259	258	257	256	255	254	253	252	251	250	249
NM	WPM	KM	P	WNPKM	NK	NPK	WN	WP	PKM	WK	WNPKM	M	NK	WNM	NP
234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224	223	222	221	220	219
NKM	NM	PKM	O	WNPM	NPK	WP	WNK	WNK	NP	O	WPM	KM	WPK	NPKM	WNM
204	203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192	191	190	189
WK	M	WNP	N	WPM	NPKM	WNKM	PK	WP	WNKM	WPKM	NPM	M	WN	K	NPK
174	173	172	171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159
NPM	KM	P	WPKM	NK	WNPK	W	WNM	P	WM	PKM	NKM	WK	N	WNPK	WNPM
144	143	142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129
WN	NKM	WM	WNPKM	K	PM	WPK	NP	NK	W	WNPKM	WKM	PK	WNP	PM	NM

Blok 3

Blok 4



Profielgat

FIG.50: Eksperimentele uitleg van die langtermyn bemestings- en besproeiingsproef (koring)

Planthoogte met volwassenheid en verskeie opbrengsparameters is ook bepaal.

8.2.2 Bemestingsbehandelings

Bemestingstoedienings is aangepas na die eerste seisoen van hierdie studie (1983) om wanbalanse te minimaliseer en om opbrengste te verhoog na meer aanvaarbare vlakke. Die noodsaaklikheid vir hierdie aanpassings word gesteun deur grondontledingsresultate vir 1983 soos aangedui in Tabel 35.

TABEL 35: Gemiddelde voedingstatus van die vier persele van elke behandelingskombinasie

Behandeling	Boggrond				Ondergrond			
	P	K	Ca	pH	P	K	Ca	pH
	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	(H ₂ O)	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	(H ₂ O)
O	7	56	729	7,7	4	30	499	6,7
W	5	43	789	8,0	5	24	676	7,7
NP	319	41	592	5,6	12	23	625	5,6
NK	6	120	216	5,1	8	103	357	5,0
PK	560	131	924	7,0	14	32	721	6,4
NPK	291	111	638	5,7	8	35	786	6,2
WNP	186	42	818	6,6	12	23	691	6,2
WNK	2	103	540	6,7	1	96	550	6,4
WPK	197	96	998	7,7	12	28	646	7,4
WNPK	190	80	811	6,6	10	29	847	7,1

In 1983 was die bemestingstoedienings soos volg:

Stikstof teen 0 en 90 kg ha⁻¹, fosfor teen 0 en 70 kg ha⁻¹, kalium teen 0 en 50 kg ha⁻¹ en 0 en 15 t ha⁻¹ mis. Mis is die enigste bemestingsfaktor wat onveranderd gebly het in 1984 en 1985. Die hoë vlakke van N, P en K is aangepas volgens die opbrengste van die verskeie behandelings en word in Tabel 36 uiteengesit.

TABEL 36 : Aangepaste bemestingstoedienings op koring (1984 en 1985)

Behandelings= kombinasies*	Bemesting toegedien
NPKM	
NPK	100 kg ha ⁻¹ N en 100 kg ha ⁻¹ K met plant
NPM	en 'n bykomstige 100 kg ha ⁻¹ N in die
NKM	stoelstadium
PKM	
NM	
PM	
NP	
PK	100 kg ha ⁻¹ N en 75 kg ha ⁻¹ K met plant
KM	en 'n bykomstige 50 kg ha ⁻¹ N in die
M	stoelstadium
P	
NK	
K	50 kg ha ⁻¹ N en 25 kg ha ⁻¹ K met plant
N	Geen bobemesting
O	

*Bemestingsvlakke geld vir beide die hoë en lae waterpeile.

Bemestingsvlakke vir N en K is slegs geldig vir die behandelings wat die elemente ontvang, byvoorbeeld P ontvang geen N of K nie.

Die N bobemestings is toegedien op 16 Julie 1984 en 25 Junie 1985. Vanaf Tabel 36 kan gesien word dat geen P gedurende 1984 en 1985 toegedien is nie. Dit is omdat die P-vlakke in die grond te hoog gestyg het as gevolg van oormatige toedienings in die verlede. 'n Verdere verandering is dat sojaboonreste, wat in die verlede ingewerk is voor die koring geplant is, nou verwyder is. Dit is gedoen om enige moontlike versteurende faktore as gevolg van die praktyk te minimaliseer. 'n Groter N-effek word nou verwag. In die verlede is die stikstof toegedien in die vorm van ammoniumsulfaat. Dit is nou na kalksteenammoniumnitraat verander wat nie so groot 'n versurende effek op die grond het as ammoniumsulfaat nie. Tot en met 1983 is alle persele wat N ontvang het met 185 kg ha⁻¹ dolomietiese kalk bekalk om pH by aanvaarbare vlakke te hou. In 1984 is die pH weer gemeet en persele is differensieel bekalk om pH-verskille tussen behandelings te verminder. Tussen 2,4 t ha⁻¹ en 5,5 t ha⁻¹

kalsiumhidroksied is aan sekere persele toegedien om die pH tot ongeveer 6,3 te verhoog. Geen kalk is in 1985 toegedien nie.

8.2.3 Besproeiingskedulering

Gedurende 1981 en 1982 is voorlopige proewe uitgevoer om die invloed van twee besproeiingspeile by verskillende bemestingsbehandelings op opbrengs en waterverbruik te bepaal. Die twee besproeiingspeile is gebaseer op die kumulatiewe verdamping vanaf 'n Amerikaanse klas-A-verdampingspan. Vir die eerste sewe weke van die gewas se groeiperiode moes die kumulatiewe panverdamping 150mm bereik voordat 'n 75mm besproeiing toegedien is op die hoë-waterpeil-persele. Vir die volgende sewe weke is die kumulatiewe panverdamping voor besproeiing verminder na 100mm en daarna vir die res van die groeiseisoen na 75mm. Besproeiings is deurgaans op 75mm gehandhaaf. Vir die lae besproeiingspeil is hierdie kumulatiewe verdampingspeile verdubbel maar daar is steeds 75mm per besproeiing toegedien. Dit is fundamenteel inkorrekt om besproeiings op 'n proef van hierdie aard op dié wyse te skeduleer. Die swakbemeste behandelingskombinasies word bevoordeel deur hierdie praktyk. Die tempo van waterverlies deur evapotranspirasie by die swakbemeste behandelings is heelwat minder as dié by die beter bemeste persele as gevolg van die groter blaaroppervlakte indeks (BOI) van laasgenoemde. Grondvog=onttrekking is dus vinniger en vogstremming tree gouer in by die groeikragtige, goedbemeste koring as by die swakbemeste koring.

Gedurende 1983 is besproeiings geskeduleer volgens profielwateronttrekking soos gemonitor met 'n neutronvogmeter. Grondvoginhoud is op drie dieptes gemeet naamlik 0-40cm, 40-80cm en 80-120cm en bestaande kalibrasies is gebruik. 'n Enkele veldkapasiteitwaarde is gebruik vir alle persele soos aangedui in Fig. 51. Dit blyk duidelik uit hierdie figuur dat die gebruik van 'n enkele waarde vir veldkapasiteit nie geldig is nie.

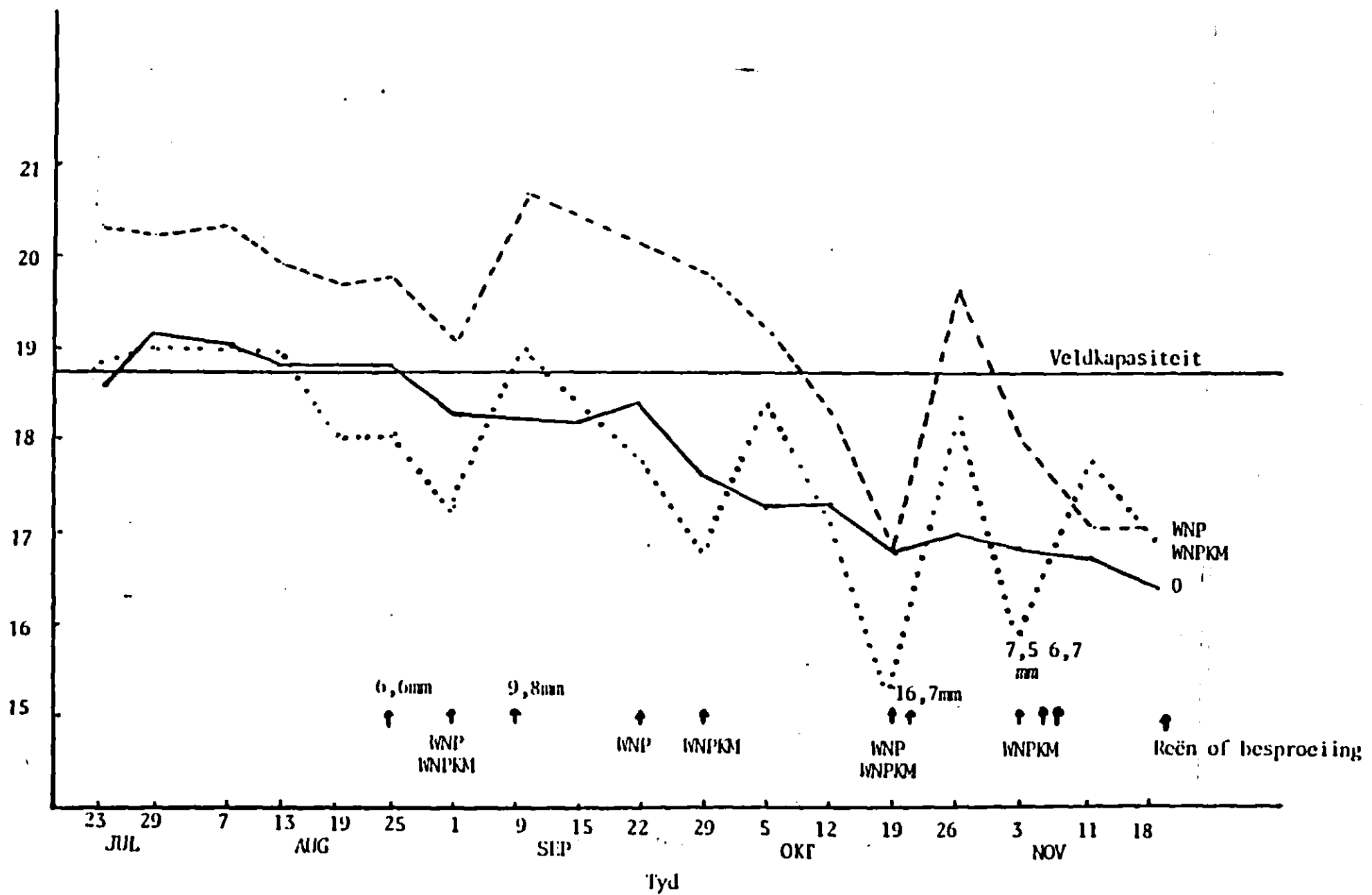


FIG.51: Grondvoginhoud, in terme van neutrontellings, van die 40-80cm grondlaag by die O-, WNP- en WNPKM-behandelings (Koring, 1983)

Gedurende 1984 is meer toegangspype geïnstalleer en die CPN503DR neutrongrondvogmeter is terselfdertyd vir elke 20cm tot n diepte van 120cm gekalibreer.

Voordat die koring in 1984 en 1985 geplant is, is alle persele tot VK besproei, met plastiek bedek en na drie dae is neutronvogmeterlesings geneem. Hierdie lesings is as die VK-waardes beskou om die grondvogonttrekking deur koring te bereken. Grondvogonttrekking kon dus gedurende 1984 en 1985 meer akkuraat bereken word omdat die kalibrasie op die proef self gedoen is, grondvog met intervale van 20cm bepaal is en afsonderlike VK-waardes vir elke toegangspyp gebruik is.

Bulkdigtheid van onversteurde grondmonsters uit vier profielgate (sien eksperimentele uitleg, Fig.50) is bepaal. Die profielgate het die aandag gevestig op 'n afwykende klipperige laag (soos ook genoem deur Burgers, 1982) bestaande uit klein klippies van minder as 20mm deursnee wat ongeveer 20-25% van die volume van die grondlaag uitmaak. Dit het geen sigbare invloed op die groei van die koring gehad nie maar het installering van die toegangsbuise bemoeilik. Die bulkdigtheid was $1,24 \text{ g cm}^{-3}$ in die grondlae en $1,3 \text{ g cm}^{-3}$ in die afwykende laag. Die diepte en omvang van die klipperige laag in die verskillende profielgate word in Tabel 37 voorgestel.

TABEL 37: Die verspreiding van die klipperige laag in die profiel (voorgestel deur X) volgens Nel, 1984

Diepte (cm)	1	Profiel 2	3	4
0-20				
20-40			X	
40-60	X		X	X
60-80	X		X	X
80-100				X
100-120		X		

In 1983 en 1984 was die hoë besproeiingspeil 50-60% onttrekking van beskikbare vog uit die wortelsone, en 80-90% onttrekking vir die lae peil. Die beskikbare vog is vanaf vorige ondervinding

geneem op ongeveer 20-25mm per 20cm laag. 'n Probleem met hierdie metode van besproeiingskedulering was die bepaling van worteldieptes veral by die swakker behandelings. Diepte van grondvogonttrekking by die lae vogpeil is gebruik as 'n indikatie van moontlike worteldiepte by die verskillende bemestingsbehandelings. 'n Baie klein watereffek is in 1984 behaal wat aandui dat die hoë waterpeil-behandelings gestrem is. Hierdie was 'n aanduiding van 'n foutiewe beraming van toeganklike vog in die profiel.

Hierdie vermoede is bevestig deur die werk van Nel (1984). Hy het die invloed van die behandelings op profielbeskikbare water (PBW) bepaal. Dit is bereik deur volle wortelontwikkeling toe te laat, waarna water weerhou is van 'n 1,5m x 6,2m gedeelte van die persele vir die res van die seisoen met behulp van grondwalle. Die koring is toegelaat om vog te onttrek totdat vogonttrekking benede 1 mm dag⁻¹ gedaal het. Die verskil tussen die volumetriese grondvoghoud by veldkapasiteit en verwelkpunt vir die ses dieptes is gesommeer en geneem as PBW. PBW-bepalings is in 1985 herhaal.

Die PBW-bepalings gedurende 1984 was heelwat laer as die norm wat tot dan gebruik is. Die grootste PBW was vir goedbemeste koring en was in die omgewing van 85-90mm vir die 120cm profiel, aansienlik laer as die aanvaarde waarde van 120-150mm vir dieselfde profiel.

Om 'n groter watereffek in 1985 te verseker is besluit om alle hoë waterpeil-behandelings te besproei na ongeveer 35mm onttrekking en die lae peil kombinasies na 70mm onttrekking van grondvog.

Verandering is ook aangebring wat die besproeiingstelsel betref. Voor 1983 is persele vloedbesproei vanaf 'n pyp totdat die hele perseel met water bedek is. Dit het grondverspoeling en swak waterverspreiding tot gevolg gehad. Verder kon die hoeveelheid water nie noukeurig gemeet word nie. In 1983 is 'n nuwe vloedbesproeiingstelsel in gebruik geneem waarmee water oor die

hele perseelbreedte toegedien is in plaas van slegs op een punt. Dit het die erosieprobleem verminder en distribusie is baie verbeter. Watervloeiometers is ook geïnstalleer om die berekende hoeveelheid water toe te dien.

8.2.4 Groei-analise

In 1983 is 'n groei-analise studie op die proef uitgevoer. Twaalf behandelingskombinasies is geselekteer, naamlik O, NK, NP, PK, NPK en NPKM by beide waterpeile. Vier plante per perseel is ewekansig gemonster met intervalle van twee tot drie weke vir bepaling van droë massa en blaaroppervlakte. 'n Licor Li-3000 blaaroppervlakteter is gebruik vir die bepaling van blaaroppervlakte. Sewe reekse van die monsters is deur die seisoen geneem en die resultate is gebruik om die volgende te bereken: blaaroppervlakte-indeks (BOI); blaaroppervlakteduurte (BOD); gewasgroeitempo (GGT); netto assimilasie tempo (NAT); absolute groeitempo (AGT); relatiewe groeitempo (RGT) en blaaroppervlakverhouding (BOV). Hierdie groei-analise parameters is soos volg bereken:

- BOI = blaaroppervlakte / grondoppervlakte;
AGT = droëmassatoename / tydverloop vir die toename;
RGT = $(\log_e M_2 - \log_e M_1) / (t_2 - t_1)$
waar M_2 die massa is op tyd t_2 en M_1 die massa op tyd t_1 ;
NAT = $\frac{(M_2 - M_1) (\log_e L_2 - \log_e L_1)}{(t_2 - t_1) (L_2 - L_1)}$
waar L_1 en L_2 blaaroppervlaktes voorstel;
GGT = NAT x BOI;
BOV = RGT / NAT;
BOD = $[(L_2 - L_1) / 2] \times (t_2 - t_1)$.

Die invloed van bogenoemde parameters op opbrengs, waterverbruik en waterverbruiksdoeltreffendheid is ondersoek.

8.2.5 Osmotiese aanpassing

Osmotiese aanpassing voorsien die potensiaal om fotosintese en groei van sekere plantdele te onderhou terwyl vogtekorte toeneem deur positiewe turgorpotensiaal te onderhou en water te bespaar (Munns & Weir, 1981). Teare & Peet (1983) rapporteer dat veral oplosbare suikers, karboksielsure, kalium, chloried en aminosure (veral prolien) bydra tot osmotiese aanpassing in landbougewasse. Verskeie outeurs rapporteer dat osmotiese aanpassing wel voorkom in sekere koringkultivars (Morgan, 1980; Melkonian & Steponkus, 1981; Munns & Weir, 1981). Op grond hiervan is daar besluit om die invloed van plantvoeding op die aanpassing ten opsigte van vogstremming by koring te ondersoek.

Daar bestaan 'n paar metodes om osmotiese aanpassing te meet waarvan die druk-volume-metode seker die gewildste is. Die tegniek is akkuraat maar roetine veldmetings is beperk omdat die metings redelik tydrowend kan wees. Dit was dus nodig om 'n eenvoudige veldtegniek te ontwikkel om relatiewe waardes uit osmotiese aanpassing te bepaal. Om die omvang van osmotiese aanpassing te bepaal, moet die verandering in osmotiese potensiaal veroorsaak deur die konsentrasie van die opgeloste stowwe as gevolg van die waterverlies vanaf die sel onderskei word van die verandering as gevolg van die akkumulasie van opgeloste stowwe (Morgan, 1984). Osmotiese aanpassing kan bereken word as die verskil tussen die osmotiese potensiaal by 100% relatiewe waterinhoud van gestremde en ongestremde plante (Munns & Weir, 1981). Indien selle as perfekte osmometers optree dan sal volgens Teare & Peet (1983), osmotiese potensiaal (ψ_{π}) verander as gevolg van die passiewe konsentrasie van opgeloste stowwe volgens:

$$\psi_{\pi} = \frac{\psi^{\circ} - V^{\circ}}{V} \text{ ----- (Vgl.1)}$$

Waar V die osmotiese volume van die sel voorstel en ψ° en V° onderskeidelik die osmotiese potensiaal en osmotiese volume by 'n verwysingswaarde soos volle of zero turgor.

Hierdie vergelyking kan benader word deur:

$$\psi_{\pi} = \frac{\psi^{\circ} \pi RVI^{\circ}}{RVI} \text{ ----- (Vgl. 2)}$$

Waar RWI die relatiewe waterinhoud van die sel is waarby ψ gemeet is en RWI' die relatiewe waterinhoud by die verwysings-turgor.

Met dié teorie in gedagte is die volgende benadering tot die probleem gevolg. Eerstens was dit nodig om gestremde en ongestremde koring te hê. Dit kon direk van die proef af verkry word, maar om enige moontlike foute voortspruitend uit grondvrugbaarheidsverskille tussen die hoë en lae waterpeilpersele uit te sluit, is metings op gestremde koring gemaak op die droë onderste deel van die persele wat gebruik is vir die bepaling van profielbeskikbare water. Maksimum stremming is ook op dié wyse verseker.

Plastiese skedes is gemaak wat eers met die mond vol vogtige lug geblaas is voordat hulle oor die vlagblaar geplaas is wat gemonster sou word. Die vlagblare is hierna afgesny en die plastiese skede is so goed moontlik verseël deur die oop end 'n paar keer oormekaar te vou waarna dit met 'n skuifspeld toe gehou is. Hierdie prosedure is gevolg om waterverlies deur transpirasie tot 'n minimum te beperk. Vier volledige ontvoude vlagblare is gemonster van beide die besproeide en droë gedeelte van elke perseel. Die getal behandelingskombinasies per ondersoek is beperk deur die beskikbare getal termokoppelhigrometers. Slegs een herhaling van vier behandelingskombinasies, WNPk, WPK, WNK en WNP is dus per bepaling gemonster. Die gemerkte plastiese skedes is so gou moontlik na die laboratorium geneem waar twee 5cm submonsters van elke blaar gesny is. Die twee submonsters is altyd direk langs mekaar geneem om variasie te verminder. Een van die submonsters is dadelik geweeg om varsmassa (VM) te bepaal. Direk nadat die monster geweeg is, is dit in 'n watergevulde proefbuis met 'n deksel op gedompel om te hidreer. Die ander submonster is dadelik in 'n skoon termokoppelhigrometer geplaas met die adaksiale kant van die blaar na die termokoppel. Die higrometers is in 'n waterbad by 25°C vir vier ure geplaas voordat die water-potensiaal met behulp van 'n doupuntmikrovoltmeter bepaal is. Die higrometers is in vloeibare stikstof gedompel vir drie minute

om alle lewende selle te skeur sodat die turgorpotensiaal na nul daal. Die higrometers is hierna vir vier ure terug in die waterbad geplaas voordat die osmotiese potensiaal bepaal is. Die higrometers is direk hierna gewas en gedroog in 'n oond by 50°C vir 'n paar uur.

Nadat die ander submonster vir ongeveer 24 uur in gedistilleerde water geweek is, is dit uit die proefbuis geneem, vinnig droog geklad met absorberende watte, geweeg vir 'n bepaling van turgesente massa (TM) en in die skoon, droë higrometers geplaas. Potensiaalbepalings is weereens uitgevoer soos voorheen beskryf. Nadat die blaarmonsters van die higrometers verwyder is, is hulle in die oond by ongeveer 70°C oornag gedroog vir droëmassabepalings (DM).

Relatiewe waterinhoud is soos volg bereken:

$$RWI = \frac{VM - DM}{TM - DM} \times \frac{100}{1}$$

Die osmotiese potensiaal van die submonsters wat direk in die higrometers geplaas is (nie geweek nie) is gebruik as 'n skatting van osmotiese potensiaal by die relatiewe waterinhoud van die weefsel. Deur gebruik te maak van Vgl.2, kon die osmotiese potensiaal by volle turgor (100% RWI) bereken word. Hierdie berekende waarde is vergelyk met die osmotiese potensiaal gemeet op die hidreerde weefsel om die geldigheid van laasgenoemde metode te toets.

Dit was ook moontlik om relatiewe waardes vir osmotiese aanpassing vir die behandelings in die studie te bepaal.

8.3 Resultate en bespreking

8.3.1. Groei-analise

Die opbrengs, waterverbruik, blaredakeienskappe en tyd van saai tot antese word in Tabel 38 aangedui. Dit is duidelik dat waar een of meer voedingselemente afwesig is, groei ernstig vertraag word.

Daar was 'n noue korrelasie tussen maksimum BOI en opbrengs ($r=0,83$). Dit impliseer dat 'n ekstensiewe blaredak benodig word om die sinkput van assimilate te voorsien. Die bron kon dus heelwaarskynlik die opbrengsbeperkende faktor gewees het by sekere van die behandelings.

Meer belangrik as die omvang van die blaredak is die kombinasie van die grootte en tydsduur van die blaredak. Dit geld veral vir die periode na antese aangesien 90-95% van die koolhidrate in die graan afkomstig is van fotosintese gedurende hierdie periode (Evans, 1975). In die proef het die variasie in BOD na antese 81% van die variasie in opbrengs verklaar. Hierdie resultate is baie betekenisvol indien die wye verskeidenheid toestande aangetref in die proef in ag geneem word.

Die belangrikheid van sulke resultate is duidelik wanneer dit in ag geneem word dat daar ook 'n baie goeie korrelasie bestaan tussen opbrengs en waterverbruiksdooeltreffendheid (WVD). Die bepaaldheidskoeffisient vir die verwantskap tussen opbrengs en WVD was 69% in 1983 en in 1985 'n indrukwekkende 94%. Die implikasie is dat enige agnomiese praktyk wat opbrengs verhoog, of deur 'n invloed op blaaroppervlakduurte na antese of deur iets anders, 'n meer doeltreffende waterverbruik behoort te verseker. 'n Goeie voorbeeld is dié van bemesting. 'n Goedgebalanseerde bemestingstoediening veroorsaak dat die gewas baie meer water gebruik as 'n swakbemeste gewas as gevolg van die effek van bemesting op blaaroppervlakte. Die opbrengs word derhalwe relatief meer verhoog as die waterverbruik en dus neem die waterverbruiksdooeltreffendheid toe. In 1985 het die N-behandelingskombinasie 154mm water gebruik om $0,1 \text{ t ha}^{-1}$ graan te produseer wat 'n WVD van $0,07 \text{ g graan m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ meebring. Dit kan vergelyk word met die NPK-behandelingskombinasie wat 441mm gebruik het om $5,5 \text{ t ha}^{-1}$ graan te produseer wat op 'n WVD van

TABEL 38: Opbrengs, waterverbruik, blaredakeienskappe en tyd vanaf saai tot antese (1983).

Behandeling	Graan= opbrengs (g m ⁻²)	Totale droëmassa (g m ⁻²)	Totale waterverbruik (mm)	Waterverbruiks= doeltreffendheid (g graan m ⁻² mm ⁻¹)	Totale BOD (dae)	BOD na antese (dae)	Maksimum BOI	Dae tot antese
WNPKM	900	1 250	354	2,6	247	65	5,4	104
NPKM	640	850	280	2,3	191	33	4,2	104
WNPK	700	1 240	332	2,1	148	43	3,3	103
NPK	900	1 330	545	1,7	142	46	2,6	102
WNP	440	580	251	1,8	90	20	1,9	103
NP	310	450	275	1,1	51	8	1,1	106
WPK	470	790	311	1,6	74	20	1,5	105
PK	280	580	213	1,3	73	10	1,7	99
WNK	120	170	169	0,7	19	8	0,3	112
NK	40	110	81	0,5	13	3	0,2	112
W	170	270	123	1,4	24	8	0,4	110
O	30	130	76	0,5	18	3	0,3	110
KBV _T (P=0,05)	244	547	110	1,1	55	13	1,7	6
r ² . 100 met opbrengs	100	78	73	69	76	81	69	37
r ² . 100 met waterverbruik	73	64	100	23	40	55	36	31

1,26g graan $\text{m}^{-2} \text{mm}^{-1}$ neerkom. Die liniêre verwantskap tussen graanopbrengs en WVD kan in Fig.52 gesien word.

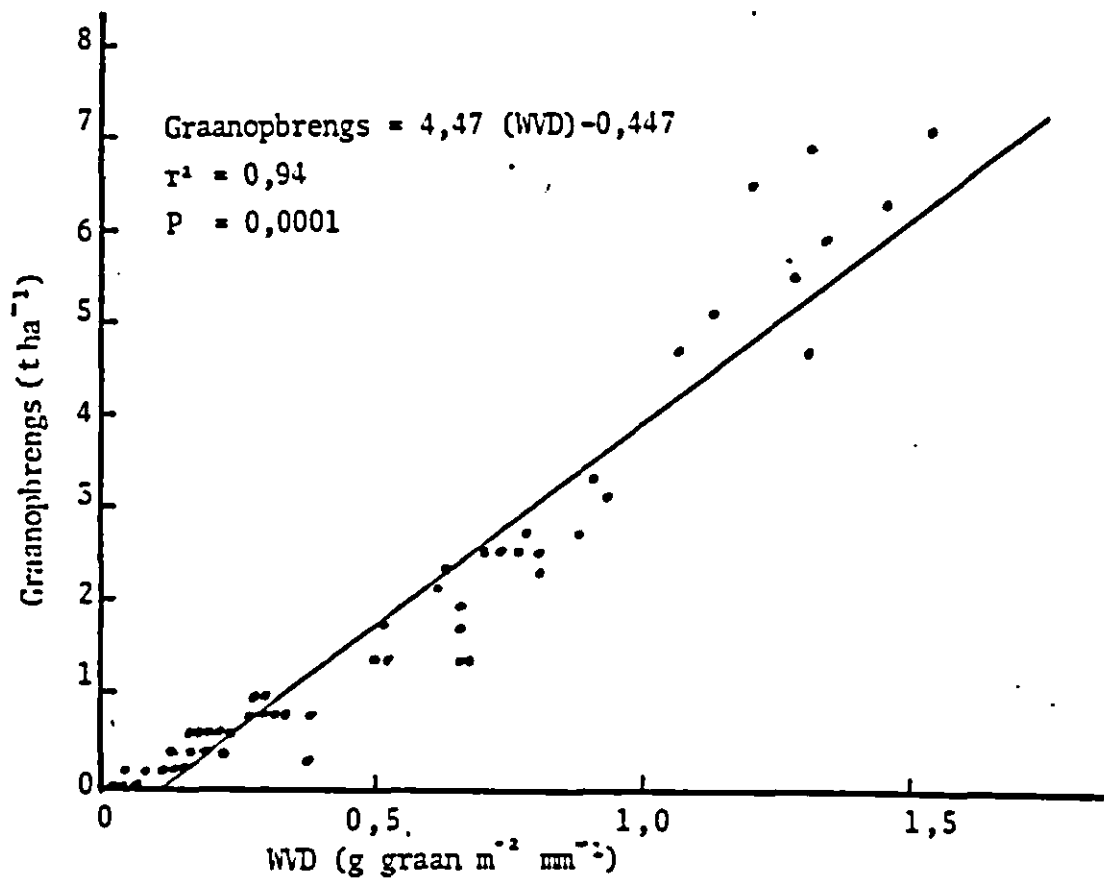


FIG.52: Verwantskap tussen graanopbrengs en waterverbruiksdoeltreffendheid (WVD) by koring (1985)

8.3.2 Plantbeskikbare water

'n Verdere interessante invloed van plantvoeding op die waterverhoudings van koring is die invloed op die plantbeskikbare water (PBW), 'n belangrike parameter vir beide besproeide en droëlandgewasse. Die plantbeskikbare water vir die 16 behandelingskombinasies word in Tabel 39 aangedui:

TABEL 39: Gemiddelde plantbeskikbare water (PBW) in 'n 120cm profiel (Nel, 1984)

Behandelingskombinasie	PBW (mm)
WNP	89,6
WNPK	84,4
NP	81,8
PK	71,2
NPK	70,4
P	64,1
O	59,1
N	57,6
K	57,2
WPK	54,4
NK	54,1
W	51,9
WP	49,3
WPK	32,1
WN	31,0
WK	24,8
KBV _T (P=0,05)	34,3

Uit Tabel 39 blyk dat swak bemestingspraktyke die hoeveelheid water beskikbaar aan die gewas verminder. Dit kan 'n ernstige invloed op opbrengs hê, veral onder droëlandtoestande. Hierdie verminderde PBW kan verklaar word deur die feit dat die swakbemeste gewas nie instaat is om vog uit dieper grondlae te ontgin nie. Dit word geïllustreer deur die grondvogonttrekkingspatroon van 'n goeiebemeste (NPK) en 'n swakbemeste (WN) behandeling te vergelyk in Figure 53 en 54 respektiewelik.

Nel (1984) het gevind dat die grootste persentasie water uit die 20-40cm grondlaag onttrek is met progressief minder uit die

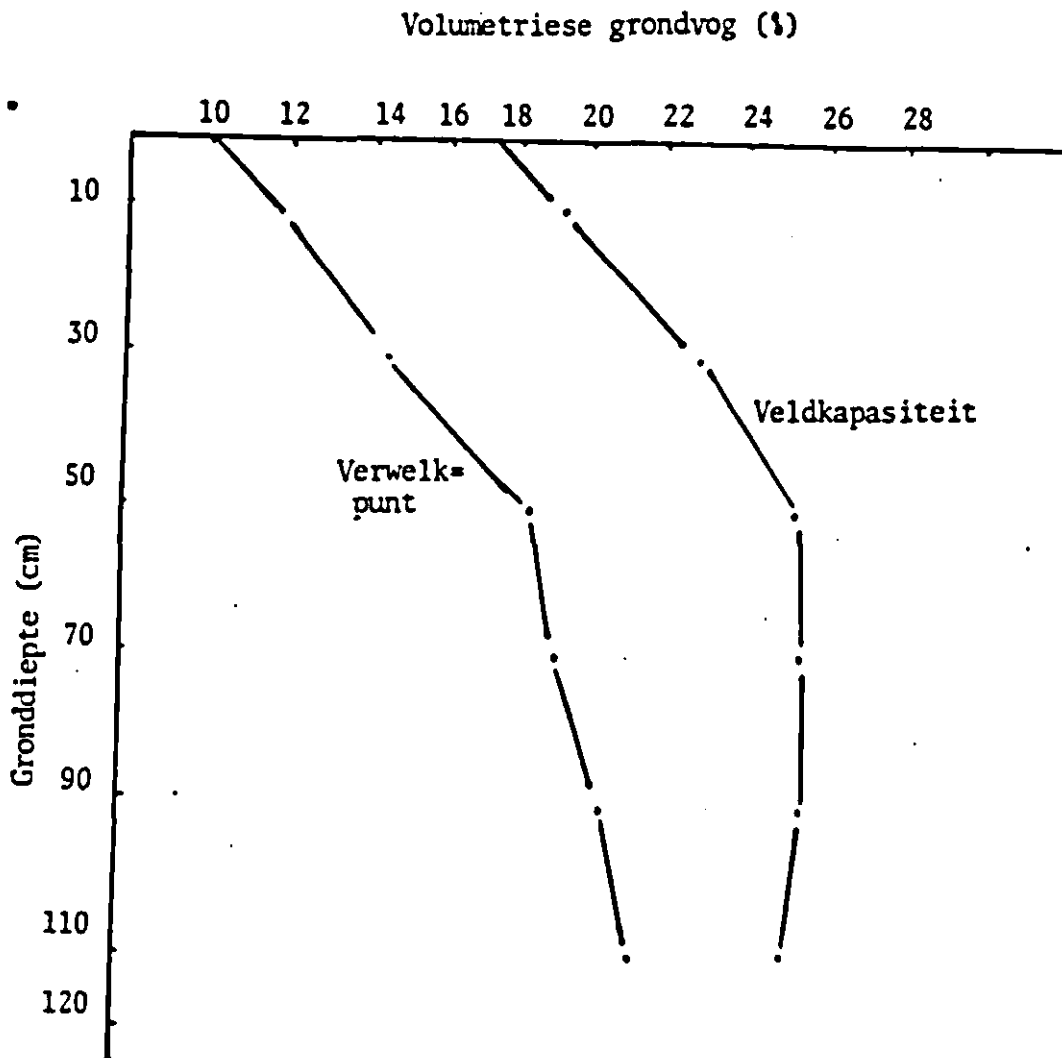


FIG.53: Grondvogonttrekkingspatroon vir die NPK-behandelings-kombinasie (Nel, 1984).

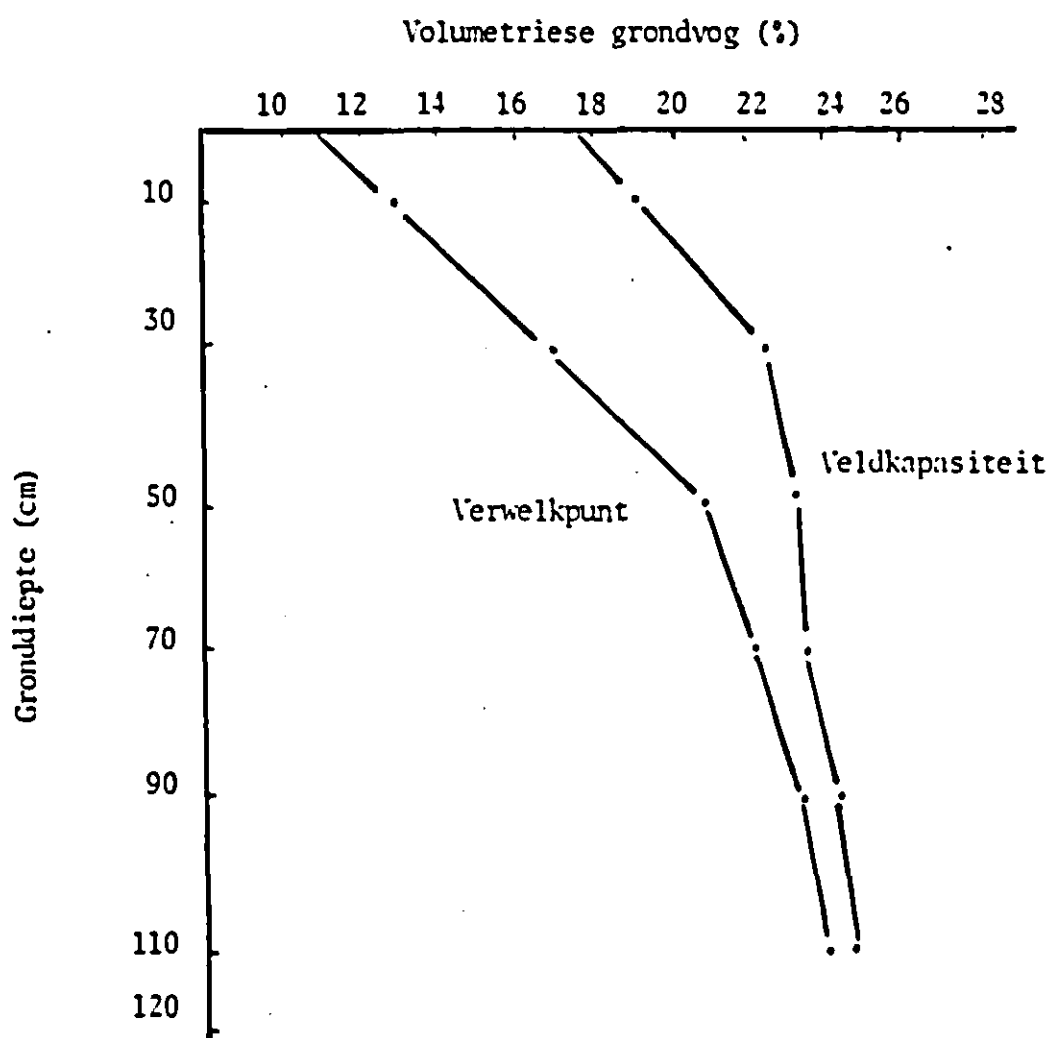


FIG.54: Grondvogonttrekkingspatroon vir die WN-behandelings-kombinasie (Nel, 1984)

dieper lae. Minder water is uit die 0-20cm laag onttrek as uit die 20-40cm laag as gevolg van die laer kleipersentasie in die boonste laag. Die behandelingskombinasies waar koring meer as 5mm water uit die 100-120cm laag onttrek het, was P, WNP, NP, WNPk en NPK. Op hierdie behandelings is dus waarskynlik ook vog benede 120cm onttrek.

8.3.3 Opbrengs en waterverbruiksdoeleltreffendheid

Dit is alreeds genoem dat die opbrengsresultate en dus oesindekse mees akkuraat in 1985 was. Die veranderings in die eksperimentele prosedure wat betref voedingstof- en watertoedienings het, soos verlang, 'n groter water- en voedingeffek meegebring. Vir dié redes sal die 1985 resultate verder in meer detail bespreek word. Die hoofeffekte van die vier faktore W, N, P en K op graanopbrengs, totale bogrondse massa, oesindeks, totale waterverbruik en waterverbruiksdoeleltreffendheid van koring verskyn in Tabel 40. Die resultate van die proef is ook as individuele behandelingskombinasies ontleed. Die resultate hiervan verskyn in Tabel 41.

Sodra 'n voedingswanbalans ontstaan, word 'n drastiese opbrengsafname ondervind. Die WNPk-behandeling het $6,6 \text{ t ha}^{-1}$ graan gelewer en NPK $5,5 \text{ t ha}^{-1}$. Hierdie opbrengste het dramaties gedaal na $2,8 \text{ t ha}^{-1}$ waar K nie toegedien is nie in die WNP-behandeling. Al vier faktore het individueel 'n betekenisvolle opbrengsverhoging veroorsaak. Die P was die mees opmerklike met 'n opbrengsverhoging van 700% vanaf $0,38 \text{ t ha}^{-1}$ vir die lae P-peil tot $3,05 \text{ t ha}^{-1}$ vir die hoë peil. Soos verwag kon word is soortgelyke resultate met totale droëmateriaalproduksie verkry. Dit het gedaal van ongeveer 12 t ha^{-1} na ongeveer $5,6 \text{ t ha}^{-1}$ wanneer een element weggelaat is. Fosfor het nog steeds die grootste effek op droëmateriaalproduksie gehad met 'n 480% toename.

Interessante resultate is met die hoofeffekte van die faktore op oesindeks verkry. Al die faktore behalwe K het 'n betekenisvolle

TABEL 40: Hoofteffekte van die vier faktore W, N, P en K, op graanopbrengs, totale droëmassa, oesindeks, totale waterverbruik en waterverbruiksdoeltreffendheid by koring (1985)

Parameter	Faktore teen twee peile								KBV _T (P=0,05)
	Water		Stikstof		Fosfor		Kalium		
	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	
Graanopbrengs (t ha ⁻¹)	1,39	2,04	1,25	2,18	0,38	3,05	1,09	2,34	0,32
Totale bogrondse massa (t ha ⁻¹)	3,05	4,39	2,77	4,66	1,09	6,33	2,4	5,03	0,61
Oesindeks (%)	34,2	41,7	40,1	35,8	29,0	47,0	37,5	38,5	3,7
Totale water= verbruik (mm)	241	325	270	295	220	345	249	316	13
Waterverbruiks= doeltreffendheid (g graan m ⁻² mm ⁻¹)	0,42	0,55	0,42	0,55	0,16	0,81	0,38	0,58	0,09

TABEL 41: Graanopbrengs, totale bogrondse droëmassa, oesindeks, totale waterverbruik en waterverbruiksdooeltreffendheid van koring (1985)

Behandeling	Graanopbrengs (t ha ⁻¹)	Totale bogrondse droëmassa (t ha ⁻¹)	Oesindeks (%)	Totale waterverbruik (mm)	Waterverbruiks= doeltreffendheid (g graan m ⁻² mm ⁻¹)
WNPK	6,6	13,9	48	496	1,34
NPK	5,5	11,2	49	441	1,26
WNP	2,8	5,6	47	347	0,79
NP	1,2	2,7	45	244	0,48
WPK	2,2	4,9	43	347	0,62
PK	2,6	5,4	48	348	0,75
WNK	0,7	1,7	40	286	0,24
NK	0,1	0,6	13	168	0,05
WN	0,4	1,2	26	224	0,17
N	0,1	0,6	18	154	0,07
WP	2,4	4,7	51	325	0,73
P	1,1	2,4	45	216	0,50
WK	0,8	2,0	41	259	0,31
K	0,2	0,7	25	184	0,10
W	0,5	1,3	38	313	0,17
0	0,3	0,9	31	172	0,15
KBV _T (P = 0,05)	1,6	3,1	19	64	0,47
r ² 100 met opbrengs 100		99	38	77	94
r ² 100 met water= verbruik	77	77	44	100	68
r ² met NVD	94	92	53	68	100

invloed op oesindeks gehad. W en P het die oesindeks verhoog en N het dit verlaag. Dit impliseer dat N vegetatiewe groei meer stimuleer as reprodutiewe groei. Oesindekse het gevarieer vanaf 51% vir WP, wat nie oormatige vegetatiewe groei vertoon het nie, tot 13% vir NK, wat feitlik geen graan gelewer het nie. Die syfers mag effens hoog wees omdat dit onmoontlik was om die strooi presies op grondvlak af te sny.

Die totale waterverbruik het gevarieer van net minder as 500mm vir WNPK tot net meer as 150mm vir die N-behandelingkombinasie. Al vier faktore het 'n betekenisvolle toename in waterverbruik veroorsaak, met fosfor weereens die belangrikste. Die hoë fosforpeil het waterverbruik met 57% verhoog van 220mm tot 345mm.

Van uiterste belang vir gewasproduksie in Suid-Afrika is die doeltreffendheid van waterverbruik. Dit is duidelik vanaf die resultate dat watervoorsiening en voedingstatus van die grond 'n baie groot effek kan hê op waterverbruiksdooeltreffendheid. Die hoë waterpeil het 'n betekenisvolle toename in WVD veroorsaak, wat daarop dui dat waterbesparing deur 'n gewas te strem ondoeltreffende waterverbruik tot gevolg mag hê omdat opbrengs nadelig beïnvloed word. Van die drie makro-elemente onder studie het N die kleinste effek getoon, gevolg deur K. Weereens is die mees dramatiese effek met P verkry met 'n 400% verhoging in WVD. Al drie elemente het 'n betekenisvolle verhoging in WVD veroorsaak. Die behandelingskombinasies met die hoogste opbrengste het verreweg die beste waterverbruiksdooeltreffendhede getoon. WNPK het 'n WVD van $1,34\text{g graan m}^{-2}\text{ mm}^{-1}$ gehad in vergelyking met $0,05\text{g graan m}^{-2}\text{ mm}^{-1}$ vir NK. Dit moet in gedagte gehou word dat 94% van die variasie in WVD verklaar word deur variasie in opbrengs in die proef. Die implikasie is dat wat ook al gedoen word om opbrengs te verhoog, die doeltreffendheid van waterverbruik moontlik ook daardeur verhoog sal word. Dit mag natuurlik nie meer geldig wees indien die besproeiingsfrekwensie soveel verhoog word dat direkte verdamping vanaf die blaredak en grondoppervlak oormatig word nie.

8.3.4 Osmotiese aanpassing

Dit is in die algemene prosedure genoem dat daar gepoog sou word om 'n vinnige veldmetode te ontwikkel om osmotiese aanpassing op 'n groot aantal monsters te bepaal. Aanvanklik kon net twee behandelingskombinasies op 'n slag vergelyk word.

Hoogsbetekenisvolle korrelasies is verkry vir die vergelyking van osmotiese potensiaal gemeet direk op hidreerde weefsel en dié bereken met Vgl 2 vir die vergelyking van WNPk met WNP en WNK met WPK. 'n Betekenisvolle korrelasie is gevind wanneer WNPk en WPK vergelyk is. Indien die higrometers direk na die metings op die weefsel, wat nie geweek is nie, gewas en gedroog word, is hulle reg om te gebruik op die geweekte monsters voordat die 24 uur weekperiode verstreke is. Op dié wyse kon dubbel die hoeveelheid monsters geneem word. Die vier geselekteerde behandelingskombinasies kon dus saam gemonster word. Daar is besluit om 'n blok op 'n keer te monster. Al vier blokke is gemonster maar resultate van die laaste twee blokke sal nie bespreek word nie omdat die monsters te laat in die seisoen geneem is om verteenwoordigende gesonde blare te bekom.

Hoogsbetekenisvolle korrelasiekoëffisiënte is gevind vir beide blokke vir die vergelyking van osmotiese potensiaal direk gemeet op hidreerde weefsel en dié bereken volgens Vgl 2. Blok 1 het 'n korrelasiekoëffisiënt (r) van 0,62 met $P = 0,002$ en vir die tweede blok was $r = 0,5$ met $P = 0,004$.

Twee moontlike foutoorake bestaan. Eerstens mag opgeloste stowwe vanaf die koringblaar in die water waarin dit gedompel is inbeweeg. Dit sal die konsentrasie opgeloste stowwe in die selle verlaag en die waterpotensiaal van die water verlaag. Tweedens word die aanname gemaak dat die weefsel by 100% RWI verkeer nadat dit vir 24 uur geweek is. As die hidrasieperiode te kort is en/of teveel beweging van opgeloste stowwe plaasvind, sal die turgiede massa onderskat word en RWI oorskat word. Die teenwoordigheid van sulke foute kan gesien word in die feit dat selfs na die 24 uur weekperiode die waterpotensiaal van hierdie 'volledige turgiede' weefsel nog aansienlik minder as 0 kPa was. Tipiese waardes het gevarieer vanaf -150 kPa tot so laag as -680

kPa. Daar was gewoonlik geen betekenisvolle verskille tussen die potensiale nie.

Die twee foute neig om mekaar teen te werk. Verdunning van selsap sal 'n oorskatting van osmotiese potensiaal veroorsaak terwyl dit onderskat word indien die weefsel nie volle turgesensie bereik nie. Die verdunningsfout blyk die belangrikste te wees aangesien meeste van die datapunte bo die 1:1 regressielyn tussen die twee osmotiese potensiaalparameters voorkom soos in Fig.55 gesien kan word.

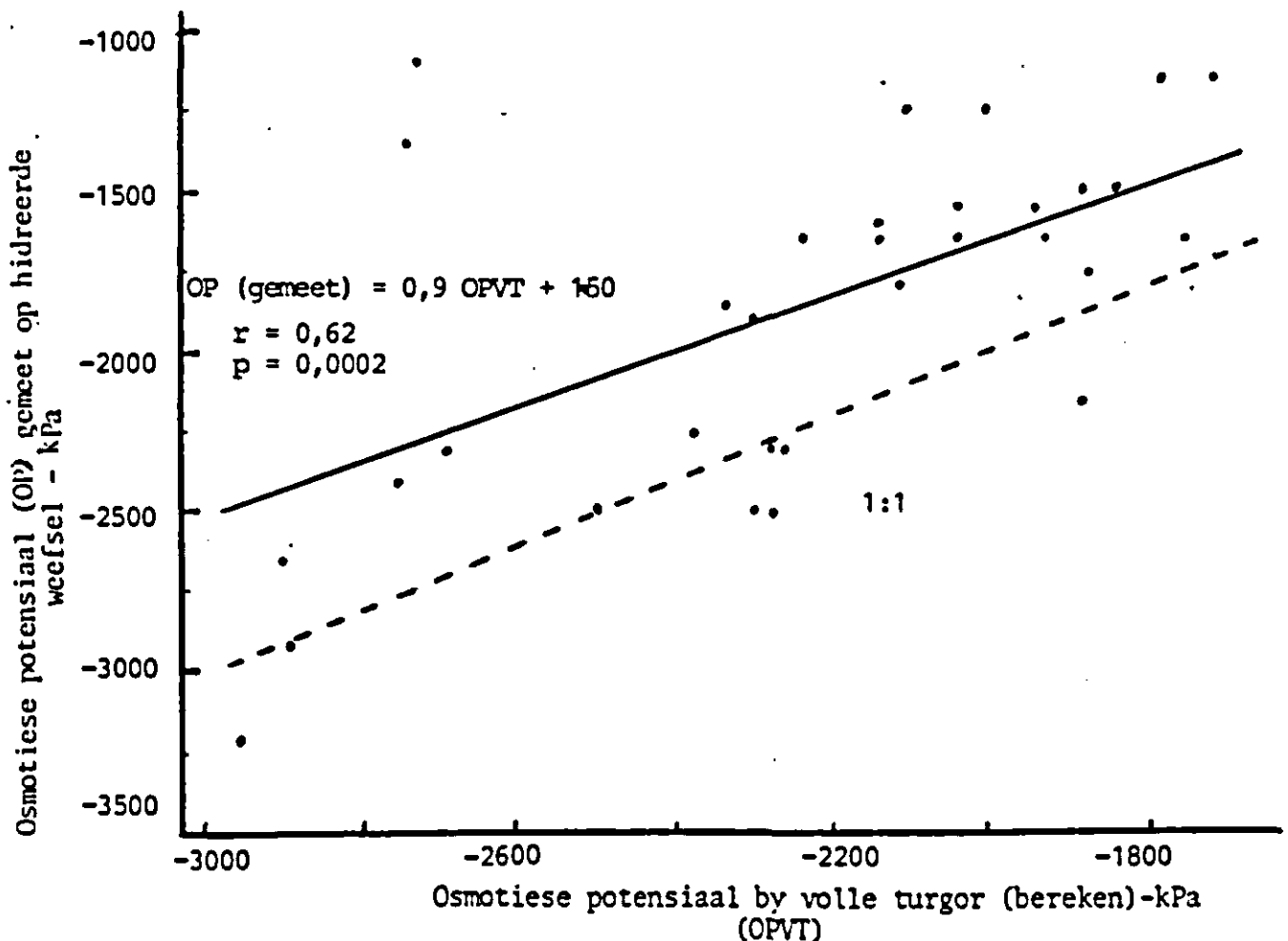


FIG. 55: Verwantskap tussen osmotiese potensiaal direk bepaal op hidreerde weefsel en bereken met Vgl.2.

Die waardes vir osmotiese aanpassing vir drie blokke word in Tabel 42 voorgelê. Dit blyk hieruit dat die verdunningsfout té groot is om te ignoreer. Direkte metings op hidreerde weefsel word dus nie aanbeveel nie. Direkte metings sou die noodsaaklikheid van RWI-bepalings elimineer. Die alternatiewe voorgestelde metode wat gebaseer is op die teorie van Teare & Peet (1983) is wel prakties moontlik vir grootskaalse roetine metings van osmotiese aanpassing.

TABEL 42: Osmotiese aanpassing (in kPa) vir die vier behandelingskombinasies bepaal deur direkte metings op hidreerde weefsel en indirek deur berekening volgens Vgl 2.

Behandeling	Blok 1		Blok 2		Blok 3*	
	Direk	Bereken	Direk	Bereken	Direk	Bereken
NPK	615	640	194	814	667	1041
NP	80	60	147	672	172	237
PK	620	415	405	364	320	280
NK	300	30	157	229	40	5

* Blok 3 is in twee helftes gemonster: NPK en NP saam, en NK met PK.

Alhoewel variasie voorkom is dit moontlik om 'n sekere rangorde waar te neem volgens die hoeveelheid osmotiese aanpassing wat voorkom. Die goedbemeste NPK-persele het die meeste aanpassing getoon, (ongeveer 600 kPa) gevolg deur PK (omtrent 400 kPa aanpassing). Die osmotiese aanpassing op die NP- en NK-behandelings was min of meer ewe swak. Dit is interessante resultate omdat dit blyk dat gesonde, goedbemeste koring nodig is vir maksimale aanpassing. Die belangrike rol wat K speel in osmotiese aanpassing is in hierdie resultate bevestig omdat die PK-behandeling baie beter kon aanpas as die NP-behandeling. Alhoewel die NK-behandeling K ontvang, sal die swak groei as gevolg van 'n ernstige P-gebrek moontlik verhoed dat die plant

die nodige suikers en aminosure, wat 'n rol in osmotiese aanpassing speel, sintetiseer.

Die belangrikheid van osmotiese aanpassing, veral onder droëlandtoestande, moet nie onderskat word nie. Ondersteuning vir dié stelling kan gevind word indien die opbrengste van die vier behandelingskombinasies by beide waterpeile vergelyk word. Waar die gewas weens gunstige fisiologiese toestande osmoties kon aanpas is die relatiewe opbrengsafname tussen die hoë en lae waterpeil klein.

WNPK het $6,6 \text{ t ha}^{-1}$ graan gelewer teenoor NPK se $5,5 \text{ t ha}^{-1}$ en PK het selfs 'n 400 kg ha^{-1} hoër opbrengs gelewer as WPK alhoewel dit nie betekenisvol was nie. Aan die ander kant was daar relatief groot verskille in opbrengs tussen die hoë en lae waterpeil waar osmotiese aanpassing weglaatbaar was. WNP op $2,8 \text{ t ha}^{-1}$ het die opbrengs by die lae waterpeil, NP, wat slegs $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ gelewer het, verdubbel. 'n Soortgelyke reaksie is met WNK en NK verkry wat onderskeidelik $0,7$ en $0,1 \text{ t ha}^{-1}$ gelewer het.

8.4 Gevolgtrekkings

Plantvoeding het 'n groot invloed op sekere plant-waterverhoudings van koring. In die studie was groot effekte duidelik op veral waterverbruiksdoeeltreffendheid, profielbeskikbare water en osmotiese aanpassing. Daar moet gepoog word om die kennis prakties toe te pas om die grootste opbrengs vir die beskikbare water te verkry.

HOOFSTUK 9

WATERVERBRUIK DEUR MIELIES BY VERSKILLEND VLAKKE VAN PLANTVOEDINGSELEMENTVOORSIENING

9.1 Eksperimentele prosedures

'n Langtermyn bemestingsproef op die Universiteit van Pretoria se proefplaas te Hatfield is vir die navorsing gebruik. Dit is 'n 2^5 faktoriaalproef met faktore water (W), stikstof (N), fosfor (P), kalium (K) en organiese bemesting in die vorm van kompos (M). Die proef is uitgelê as 'n ewekansige blokontwerp met vier herhalings.

Na aanleiding van verkreeë resultate met betrekking tot die voedingstatus van die grond en besproeiingsprogrammering is gedurende die loop van hierdie studie aanpassings gemaak met betrekking tot bemesting en besproeiingsprogrammering.

Hoofbehandelings was in die 1982/83 seisoen soos volg:

- W_1 - hoë besproeiingspeil ($f = 0,9$)
- W_0 - lae besproeiingspeil ($f = 0,45$)
- N_1 - 205 kg N per ha
- N_0 - geen N
- P_1 - 100 kg P per ha
- P_0 - geen P per ha
- K_1 - 100 kg K per ha
- K_0 - geen K
- M_1 - 15 ton kompos per ha
- M_0 - geen kompos

Behandelingskombinasies met M is nie gebruik nie omdat dit 'n vertroebeling van voedingseffekte veroorsaak het. Die volgende behandelingskombinasies is in die 1982/83 seisoen gemonitor: W, O, WNPK, NPK, WPK, WNK, WNP, PK, NK en NP.

Alle behandelingskombinasies van die faktore W, N, P en K is in die 1983/84 seisoen gebruik sodat data ontleed kon word soos in 'n volledige 2⁴ faktoriaalproef. Variansieanalises kon gevolglik wisselwerkingseffekte uitlig wat nie in die vorige jaar gedoen kon word nie. Behandelingskombinasies soos vir die 1982/83 seisoen is weer vir die 1984/85 seisoen geselekteer omdat wisselwerkingseffekte reeds bekend was.

Die grond word geklassifiseer as 'n serie in die Hutton-vorm. Dit bestaan uit ongeveer 30% klei, 10% slik en 60% sand. Dit staan bekend as 'n sandkleileem.

Grondontledings van die lae vogpeil-behandelings het in 1982 aan die lig gebring dat P-vlakke baie hoog opgebou is by behandelings wat P ontvang het. P is sedert die 1983/84 seisoen nie weer toegedien nie. Die resultate van grondontledings wat aan die einde van die 1983/84 seisoen verkry is, word aangetoon in Tabel 43. Vlakke van pH en Mg is vir die volgende seisoen gelig na om en by 7 en 100 mg kg⁻¹ deur differensiële kalsiumhidroksied- en magnesiumsulfaattoediening. Bemestingspeile is ook aangepas vir die 1984/85 seisoen sodat behandelings met lae opbrengste nie meer so oormatig bemes sou word nie. Die N-peil het bestaan uit 250 kg N per ha aan die NPK-behandeling. Die NP-, NK- en N-behandelings by die hoë en lae vogpeil het 125 kg N per ha ontvang. Dit is in die vorm van KAN voor plant ingewerk. Die NPK- en WNPK-behandelings het 'n verdere 125 kg N per ha kantbemesting later in die seisoen ontvang.

Die K₁ -peil was 180 kg K per ha vir die NPK- en WNPK-behandelings. Die NK-, PK- en K-behandelings het 80 K kg per ha ontvang by beide vogpeile.

Besproeiing is in die 1982/83 seisoen geskeduleer deur van die verdampingspan gebruik te maak. 'n Onttrekkingssyfer van 75 mm is gebruik met panfaktore van onderskeidelik 0,9 en 0,45 vir die hoë W-peil en die lae W-peil. Hierdie metode het ontoereikend geblyk omdat behandelings met lae opbrengste oor dieselfde kam geskeer is as hoog produserende behandelings en gevolglik kon

TABEL 43 : Grondontleding van geselecteerde behandelingskombinasies uit veldproef na die 1983/84 seisoen.

Behandeling	N		P		K		Ca		Mg		pH
	Do= grond ⁽¹⁾	Oxler= grond ⁽²⁾	Do= grond	Oxler= grond	Do= grond	Oxler= grond	Do= grond	Oxler= grond	Do= grond	Oxler= grond	
	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	
O	438	396	3,6	2	31	15	585	413	214	190	5,9
N	564	430	4	2	32	16	332	335	100	65	4,6
P	546	532	186	9	23	13	778	563	107	82	6,1
K	514	410	5	2	154	95	400	366	154	153	6,4
NP	672	410	366	18	33	15	523	513	76	65	5,1
NK	518	401	5	2	88	52	233	434	61	89	4,5
PK	522	485	210	13	93	27	790	714	131	98	5,9
NPK	746	420	387	30	58	22	467	515	72	70	5,3
W	490	410	3	2	30	15	610	474	230	210	5,9
WN	514	448	3	1	23	17	410	518	133	132	4,9
WP	564	340	216	17	35	13	700	668	143	109	6,0
WK	513	448	2	2	125	84	594	537	160	204	6,5
WNP	639	368	257	13	24	47	501	443	166	86	5,1
WNK	490	340	4	2	74	90	446	457	106	121	4,9
WPK	718	420	161	20	53	18	797	727	141	130	6,1
WNPK	681	448	174	9	32	21	589	640	87	108	5,5

(¹) 0 - 30 cm

(²) 30 - 80 cm

oorbesproeiing maklik by die behandelings met swak plantegroei voorgekom het. Besproeiing is in die 1983/84-seisoen geskeduleer met gebruikmaking van die neutronvogmeter. Die hoë W-peil is besproei na 50% onttrekking van die totale beskikbare water in die 1,2 m profiel. Die lae W-peil is besproei na 80% onttrekking. Die hoog produserende behandelings (NPK en PK) het dieselfde hoeveelheid water ontvang met besproeiing en die behandelings met lae opbrengste (NK, NP en O) dieselfde hoeveelheid. 'n Voorbeeld van die verloop van besproeiing en grondvoginhoud deur die seisoen vir die WNPk- en NPK-behandeling word in Fig. 56 aangetoon.

Besproeiingskedulering het in die 1984/85 seisoen op dieselfde wyse as vir 1983/84 geskied, behalwe dat grondvog in 20 cm intervalle gemonitor is vir beter akkuraatheid. Die intervalle was 40cm vir die vorige seisoen. Hoog en laag produserende behandelings is ook nie aan mekaar gekoppel nie, en elke behandeling is besproei op grond van die individuele vogvereiste daarvan. Dit het beteken dat daar nie 'n hele klomp behandelings op een dag besproei kon word nie, maar dat besproeiing deurlopend gedoen is.

Die cultivar R200 is in 0,91 m rye geplant. Die bruto perseelgrootte was 8,19 m by 6,3 m. Die plantpopulasie was in die orde van 36 600 plant per ha behalwe vir die laaste seisoen toe dit verhoog is na 55 000 plante per ha. Alle persele is tot by veldkapasiteit benat voordat geplant is, en daarna is ligte sprinkelbesproeiings toegedien totdat die plante op was.

Besproeiing vir die res van die seisoen, is deur middel van vloedbesproeiing toegedien. Grondwalle tjies om die persele het verhoed dat water wegloop. Watertoediening is met 'n Arad-watermeter gekontroleer.

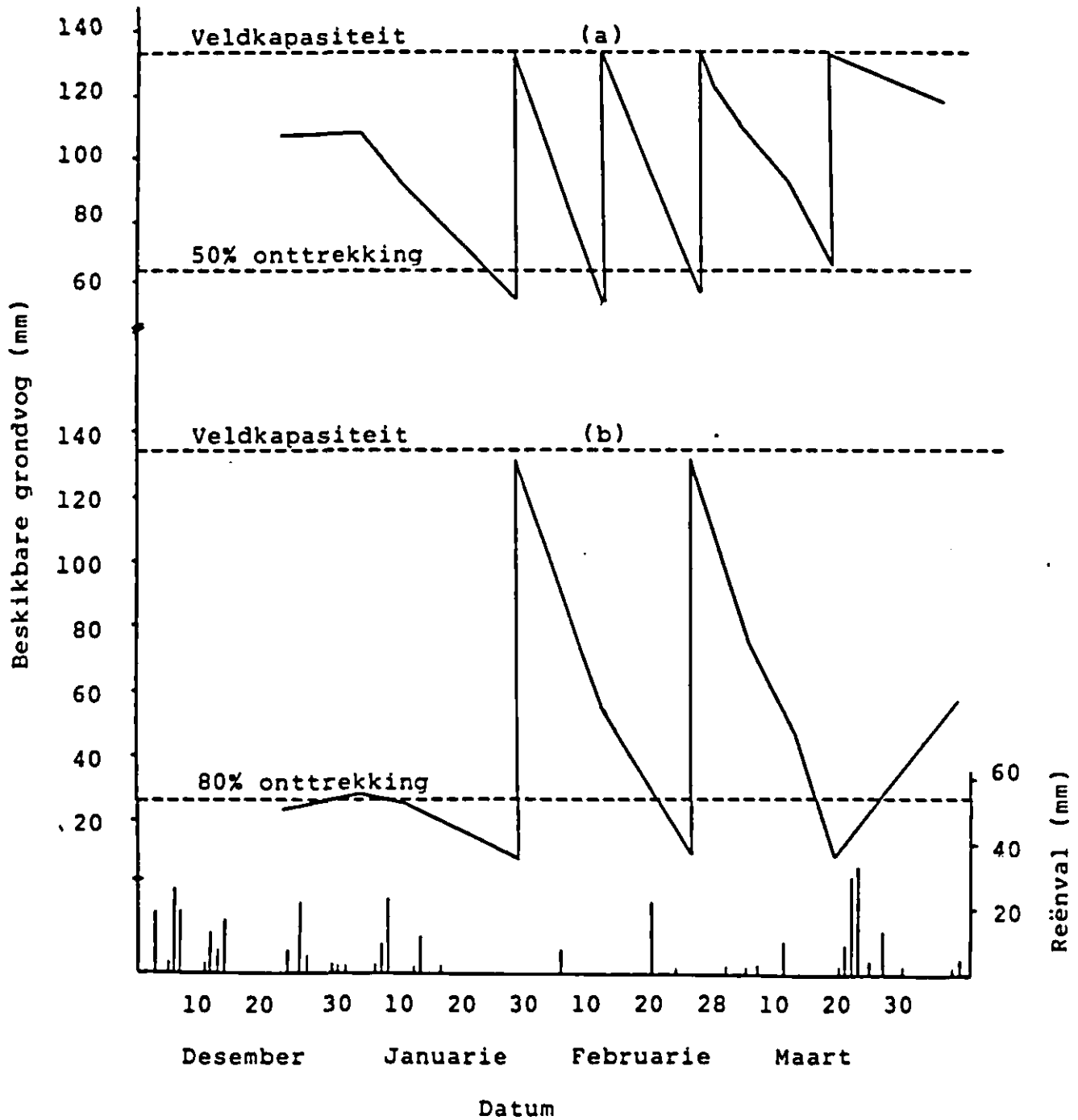


FIG. 56: Reënval en grondvogpatroon deur die 1983/84 seisoen vir die WNPk- (a) en NPK-behandeling (b).

9.2 Resultate

9.2.1 Vegetatiewe en sekere reprodutiewe parameters

Die groei en ontwikkeling van plante by verskillende vlakke van plantvoedingselementvoorsiening en by verskillende vogpeile is deeglik ondersoek in die 1983/84 seisoen. Die belangrikste resultate word kortliks aangestip.

Planthoogte

In Fig. 1 van Bylae B kan gesien word dat P- en K-behandelings planthoogte hoogs betekenisvol vermeerder het. Die effekte was tot 'n groot mate te danke aan betekenisvolle P x K wisselwerking wat voorgekom het. W- en N-behandelings het planthoogte nie betekenisvol beïnvloed nie. Betekenisvolle N x P wisselwerking is gemeet, wat die noodsaaklikheid van N beklemtoon, al was die hoofeffek daarvan nie betekenisvol nie. Die hoofeffek van N is vertroebel as gevolg van N-verskaffing deur erte wat in die winter op die persele geplant word. W-effekte is vertroebel deur reënval.

Blaaroppervlakte

N het blaaroppervlakte indeks (BOI) betekenisvol vermeerder, terwyl P en K dit hoogs betekenisvol vermeerder het (Fig.2 van Bylae B). Betekenisvolle N x P- en P x K-wisselwerking dui op die belangrikheid van gebalanseerde N-, P- en K-voorsiening om 'n groot fotosintetiserende oppervlakte daar te stel. Die W-behandeling het blaaroppervlakte nie betekenisvol beïnvloed nie.

Blaarmassa

Blaarmassa is gekorreleer met blaaroppervlakte. Hoofeffekte was dus baie dieselfde in die geval van blaarmassa as wat met blaaroppervlakte verkry is. In Fig. 3 van Bylae B kan gesien word dat W, N, P en K blaarmassa hoogs betekenisvol verhoog het. Betekenisvolle N x P- en K x P-wisselwerking is ook gemeet wat beteken dat N en K nodig was vir effektiewe P-benutting. Uit die

N x K wisselwerking wat voorgekom het is dit duidelik dat N-toediening blaarmassa verminder het wanneer K nie ook toegedien is nie. Ongebalanseerde N-toediening was dus nadelig vir blaarmassa en dui waarskynlik op oneffektiewe fotosintetiserende blare.

In Fig. 4 van Bylae B kan gesien word wat die effek van hoof faktore op spesifieke blaarmassa (blaarmassa per eenheidsoppervlakte) was. Die effek van N was nie betekenisvol nie maar dit is tog van betekenis dat die effek negatief was in teenstelling met ander faktore waarvan die effekte positief was. Slegs die effek van P was betekenisvol. Dit kan beteken dat toediening van P 'n fotosinteties aktiewer blaar tot stand kon bring.

Stammassa

Die W- en N-behandelings het nie betekenisvolle effekte op stammassa veroorsaak nie (Fig. 5 van Bylae B). Die hoofeffekte van P en K was positief en hoogs betekenisvol. Betekenisvolle N x P- en P x K-wisselwerking het voorgekom.

Stamdeursnee

Behandelings waar N, P en K voorsien is, het plante met betekenisvol dikker stamme opgelewer (Fig 6 van Bylae B). Die W-behandeling het ook 'n positiewe effek veroorsaak maar dit was nie betekenisvol nie.

Ontwikkelingstempo

P- en K-toediening het veroorsaak dat pluime vroeër verskyn het (Fig. 7 van Bylae B). Die effek van N-toediening was nie betekenisvol nie maar in wisselwerking met P het dit tog 'n betekenisvolle bydrae gelewer om ontwikkeling van plante tot pluimverskyning te versnel. Soos wat verwag kon word, is die ontwikkelingstempo vanaf plant tot baardverskyning op dieselfde wyse beïnvloed as ontwikkelingstempo tot pluimverskyning (Fig. 8 van Bylae B). Met genoegsame N-, P- en K-voorsiening kon bestuiwing vroeër plaasvind en kon die graanvulperiode dus vroeër begin.

In Fig.9 van Bylae B kan gesien word dat N- en K-toediening veroorsaak het dat swartlaagvorming in die pit later plaasgevind het. Plante het dus langer aangehou met graanvulling voordat hulle fisiologies ryp was.

Graanvulperiode

Graanvulperiode is belangrik omdat dit positief gekorreleerd is met opbrengs. In Fig. 10 van Bylae B kan gesien word dat voorsiening van die voedingselemente N, P en K veroorsaak het dat die graanvulperiode hoogs betekenisvol langer was. Met N-voorsiening was die graanvulperiode langer omdat plante langer aangehou het met graanvulling. P-voorsiening het weer veroorsaak dat die graanvulperiode langer was omdat plante vroeër begin het met graanvulling. Die effek van K-voorsiening was dat baard vroeër verskyn het en dat swartlaag in die pit later gevorm is.

Graanvultempo

Soos blyk uit Fig.11 van Bylae B het K-voorsiening graanvultempo hoogs betekenisvol versnel. Die effekte van ander hoofsfaktore was nie betekenisvol nie. P-voorsiening het egter bygedra tot die K-effek, soos blyk uit die betekenisvolle P x K-wisselwerking wat voorgekom het.

Die W x P-wisselwerking wat voorgekom het, veronderstel dat graanvultempo verminder is deur watervoorsiening by die hoë P-peil. Hierdie was waarskynlik nie 'n W-effek nie maar eerder 'n K-effek. In Tabel 43 kan gesien word dat die WNP-behandeling 'n K-ontleding van 24 mg kg^{-1} gehad het teenoor 'n ontleding van 33 mg kg^{-1} K vir die NP-behandeling. Die negatiewe effek by graanvultempo is dus nie deur water as sulks veroorsaak nie, maar deur 'n laer K-ontleding vir die WNP-behandeling.

Pitaantal

Die hoeveelheid pitte wat per kop gevorm is, is hoogs betekenisvol vermeerder deur P- en K-toediening (Fig. 12 van Bylae B). Hierdie effekte kan tot 'n mate verklaar word deur die betekenisvolle P x K-wisselwerking wat voorgekom het. Die effek van W- en N-voorsiening was nie betekenisvol nie.

Gemiddelde pitmassa

In Fig. 13 van Bylae B word aangetoon dat slegs K betekenisvol swaarder pitte veroorsaak het. Die effek van P-toediening het egter geneig tot betekenisvolheid. Die rol wat K-toediening by pitmassa gespeel het beteken dat K noodsaaklik was vir optimale gebruikmaking van die beskikbare sinkput. Beskikbare blaaroppervlakte word dus effektiwer aangewend om pitte ten volle te vul wanneer K in voldoende hoeveelhede voorsien word.

9.2.2 Finale opbrengs en waterverbruiksdoeltreffendheid

1982/83 seisoen

Die totale waterverbruik van mielies in die 1982/83 seisoen is bepaal deur reënval en besproeiingswater te sommeer. Hierdie syfers is nie absoluut nie, maar toon slegs tendense aan aangesien grondvoginhoud aan die einde van die seisoen nie in berekening gebring is nie.

In Tabel 44 kan gesien word dat die hoogste opbrengs in die orde van sewe ton per ha was. W, P en K het opbrengs betekenisvol verhoog. Die effek van N is vertroebel omdat erte, wat ook op die persele in die winter geplant word, stikstof aan die grond moes verskaf het. Vanweë die manier van besproeiingsskedulering, het alle behandelings van die hoë waterpeil 587 mm ontvang terwyl behandelings van die lae W-peil 362 mm ontvang het.

Die WNPK-behandeling het 'n waterverbruiksdoeltreffendheid van 12 kg graan per ha per mm gehad teenoor die NPK-behandeling se 8,8. Alhoewel dit nie 'n betekenisvolle verskil was nie, was die W-effek baie na aan betekenisvol. N het waterverbruiksdoeltreffendheid nie by die hoë W-peil beïnvloed nie, maar by die lae W-peil was daar wel 'n betekenisvolle effek. Die NPK-behandeling se opbrengs en waterverbruiksdoeltreffendheid was betekenisvol laer as die van die PK-behandeling, wat beteken dat N waterverbruiksdoeltreffendheid verlaag het by die lae vogpeil. Die PK-behandeling was egter nie totaal sonder stikstof nie. Dit beteken dat minder N onder droogtetoestande nodig was om water effektief te kon benut. K en P het waterverbruiksdoeltreffendheid nie by die hoë W-peil beïnvloed nie, maar by die lae W-peil was daar wel 'n betekenisvolle effek.

doeltreffendheid met onderskeidelik 11,3 en 7,5 kg graan per ha per mm verhoog.

TABEL 44 : Opbrengs, waterverbruik en waterverbruiksdoel=
treffendheid (WVD) vir die 1982/83 seisoen

Behandeling	Opbrengs	Waterverbruik	WVD	
	kg ha ⁻¹	mm	kg graan ha ⁻¹	mm ⁻¹
WNPK	7019	587	12,0	
NPK	3211	362	8,8	
WPK	7470	587	12,7	
PK	5178	362	14,3	
WNP	459	587	0,7	
NP	1152	362	3,1	
WNK	2851	587	4,8	
NK	2706	362	7,4	
W	2616	587	4,4	
O	2309	362	6,3	
KBV _T (P=0,05)	2078	-	4,6	

(¹) Betekenisvolle effekte W, K en P

(²) Betekenisvolle effekte W

(³) Betekenisvolle effekte K en P

1983/84 seisoen

In Tabel 45 kan gesien word dat die hoogste opbrengs vir die 1983/84 seisoen in die orde van agt ton per ha was. Die variansieanalise het getoon dat P en K opbrengs betekenisvol verhoog het. Die twee elemente gesamentlik was verantwoordelik vir aansienlike opbrengsverhogings vandaar die betekenisvolle P x K-wisselwerking. Die verhoogde opbrengs het ook met verhoogde waterverbruik gepaard gegaan. Dit is veral opmerklik dat behandelings wat nie K ontvang het nie, baie swak opbrengste gelewer het, maar dat waterverbruik nie tot dieselfde mate afgeneem het nie. Dit het gelei tot baie swak waterbenutting in die geval van die WNP- en NP-behandelings. Watereffektiwiteit was onderskeidelik 0,7 en 3,1 kg graan per ha per mm. Wat betref totale waterverbruik was daar betekenisvolle wisselwerkings

tussen water en al die voedingselemente. Alhoewel die WNPk-behandeling betekenisvol meer water as die NPK-behandeling gebruik het, was die opbrengs nie betekenisvol meer nie. Relatief gunstige reën tydens die graanvulperiode het die NPK-behandeling bevoordeel.

Grondvoghoud aan die einde van die seisoen is in berekening gebring toe waterverbruik bepaal is, maar hierdie kon steeds nie heeltemal absoluut gewees het nie. Grondvog is net tot op 1,2 m diepte gemonitor. Daar kon nie bepaal word of water verby die wortelsone gedreineer het, en of water uit die lae dieper as 1,2 m benut is nie.

K was al element wat as sulks waterverbruiksdoeltreffendheid betekenisvol verhoog het. Die wisselwerking wat P met K getoon het, dui egter daarop dat P ook 'n belangrike rol in waterverbruiksdoeltreffendheid gespeel het. Die W x N wisselwerking soos geïllustreer in Fig. 57 bevestig ook dit wat reeds in die vorige seisoen waargeneem is. N-toediening het waterverbruiksdoeltreffendheid verlaag onder lae vogtoestande en by die hoë W-peil het N dit verhoog.

TABEL 45 : Opbrengs, waterverbruik en waterverbruiksdoeltreffendheid (WVD) vir die 1983/84 seisoen

Behandeling	Opbrengs ⁽¹⁾ kg ha	Waterverbruik ⁽²⁾ mm	WVD ⁽³⁾ kg graan ha ⁻¹ mm ⁻¹
WNPK	7801	570	14,4
NPK	7140	485	15,4
WPK	8324	581	14,7
PK	7152	402	17,8
WNP	1477	419	4,0
NP	1506	360	4,2
WNK	5405	408	13,55
NK	3266	350	11,0
W	2430	425	6,2
O	2361	337	6,9
WN	3892	384	10,6
N	2908	369	8,2
WP	854	418	2,0
P	1113	362	4,3
WK	3181	411	8,1
K	3953	337	13,1
KBV _T (P=0,05)	2898	80	7,7

⁽¹⁾ Betekenisvolle effekte P,K, P x K

⁽²⁾ Betekenisvolle effekte W, P, K, W x N, W x P, W x K, P x K.

⁽³⁾ Betekenisvolle effekte K, W x N, P x K.

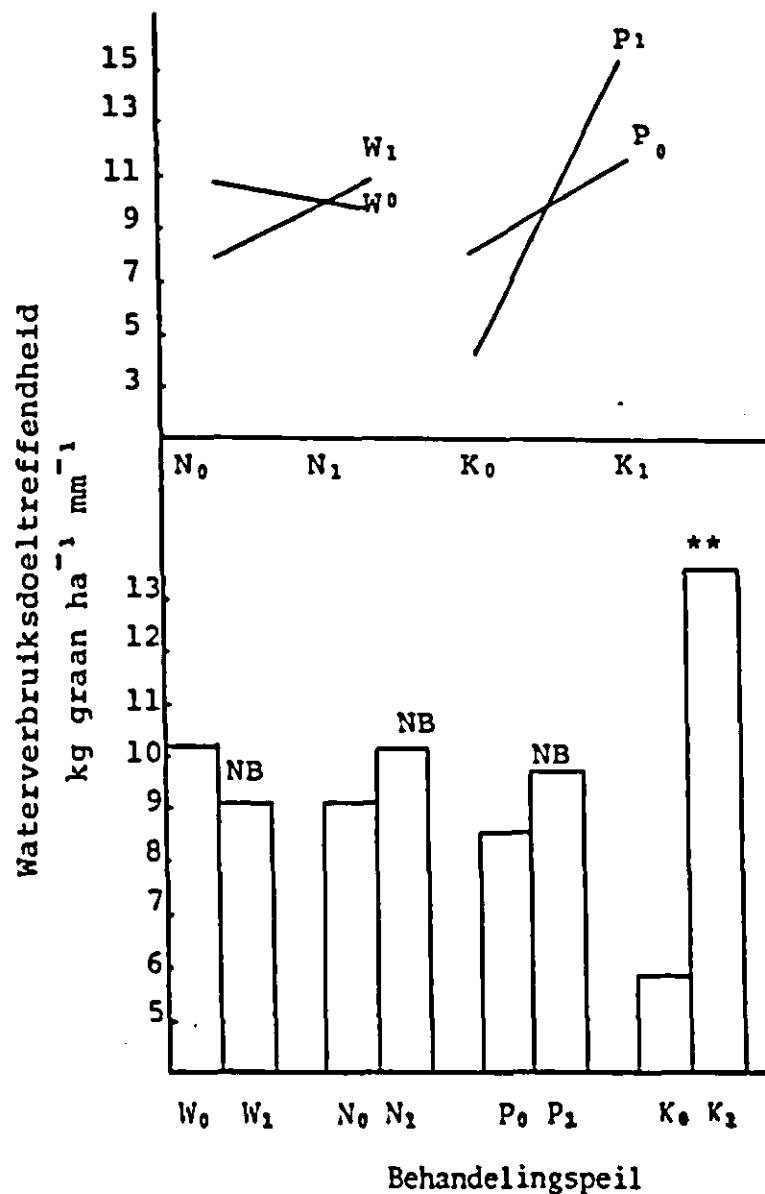


FIG. 57: Betekenisvolle wisselwerkings (a) invloed van water en bemesting op waterverbruiksdoeltreffendheid gedurende die die 1983/84 seisoen

1984/85 seisoen

Die hoogste opbrengs vir die 1984/85 seisoen was ongeveer 10 ton per ha (Tabel 46). Dit is gemeet by die WNPk-behandeling en is heelwat hoër as wat vir vorige seisoene behaal is. Die verhoging hou waarskynlik verband met die hoër populasie van 55 000 plante per ha wat geplant is. Min is bekend oor optimum populasies vir die toestande soos dit geheers het. Dit skyn nie asof waterverbruik proporsioneel tot plantpopulasie en opbrengs toegeneem het nie. Vandaar die verhoogde waterverbruiksdoeleltreffendheid van 16,2 teenoor vorige jare se 14,4 en 12 kg per ha per mm vir die WNPk-behandeling. P sowel as K het waterverbruiksdoeleltreffendheid betekenisvol verhoog by hierdie hoër potensiaaltoestande.

TABEL 46 : Opbrengs, waterverbruik en waterverbruiksdoeleltreffendheid (WVD) vir die 1984/85 seisoen

Behandeling	Opbrengs kg ha ⁻¹	Waterverbruik mm	WVD kg graan ha ⁻¹ mm ⁻¹
WNPk	10116	623	16,2
NPK	9687	525	18,4
WPK	8902	602	14,7
PK	7803	482	15,6
WNP	1204	559	2,1
NP	1250	473	2,6
WNK	4705	555	8,4
NK	6540	494	13,2
W	2505	564	4,8
O.	2372	462	4,8
KBV _T (P=0,05)	2800	63,7	5,15

- () Betekenisvolle effekte K en P
- () Betekenisvolle effekte W, P en K
- () Betekenisvolle effekte P en K

9.2.3 Fotosintese, huidmondjieweerstand en transpirasie

Fotosintese, huidmondjieweerstand en transpirasie is gedurende die 1984/85 seisoen met behulp van 'n draagbare infrarood fotosintesemeter (Licor 6000) bepaal. Waarnemings is tussen 13h00 en 15h00 gemaak op 'n relatief wolklose dag. Slegs behandelings wat voedingseffekte kon uitlig is hiervoor gebruik. Die fotosintese tempo, huidmondjieweerstand en transpirasie tempo van die verskillende voedingsbehandelings, word getoon in Tabel 47. Dit was slegs die WNP-behandeling wat betekenisvol verskil het van die WNPK-behandeling. N en P het dus nie hierdie parameters beïnvloed nie, maar K wel. In die geval van die WNP-behandeling, was fotosintese tempo slegs $0,12 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Dit is veroorsaak deur 'n verhoogde huidmondjieweerstand van $3,85 \text{ s cm}^{-1}$ wat ook verminderde transpirasie tot gevolg gehad het. Die verband tussen fotosintese en huidmondjieweerstand ($r = -0,81$) en tussen huidmondjieweerstand en transpirasie ($r = -0,86$), was hoogs betekenisvol.

Dit is interessant om daarop te let dat die W-behandeling, waar K ook weerhou is, nie so swak vertoon het as die WNP-behandeling nie. Dit was wel die behandeling wat die tweede stadigste gefotosinteer het, maar nie betekenisvol stadiger as die WNPK-behandeling nie. Die verhouding van ander elemente tot K moes dus 'n bydrae gelewer het tot die waargenome K-effek by die WNP-behandeling. K-gebrek het transpirasie wel verminder maar die nadeel op fotosintese en uiteindelik opbrengs, was relatief groter. Dit het dan veroorsaak dat waterverbruiksdoeeltreffendheid, soos voorheen genoem, betekenisvol verlaag is deur K-tekort.

Die effek van P, op opbrengs, is nie direk aan fotosintese per se gekoppel nie (Tabel 47). Dit is waarskynlik eerder die algemene grootte van die fotosintetiserende oppervlak wat beperkend raak vir opbrengs. Die effek van P op blaaroppervlakte en stammasse was betekenisvol soos uitgewys in paragraaf 10.2.1

TABEL 47 : Fotosintese, huidmondjieweerstand en transpirasie van enkele behandelings in die 1984/85 seisoen

Behandeling	Huidmondjieweerstand $s\ cm^{-1}$	Fotosintese $mg\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$	Transpirasie $mg\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$
WNPK	0,91	1,32	187
WM	1,08	1,27	191
WPK	1,13	1,10	167
WNK	1,16	1,34	175
WNP	3,85	0,12	58
KBV _T (P=0,05)	1,39	0,88	152

9.3 Algemene bespreking

Die W-behandeling het gedurende die 1983/84 seisoen nie betekenisvolle effekte op vegetatiewe plantkomponente veroorsaak nie. Goeie reënval in die eerste helfte van die seisoen het enige W-effekte vertroebel. Plantestand was waarskynlik te laag vir manifestasie van W-effekte op vegetatiewe parameters. Om hierdie rede is plantestand verhoog na 55 000 plante per hektaar vir die 1984/85 seisoen.

Die N-behandeling het blaaroppervlakte verhoog, maar ander vegetatiewe parameters is nie betekenisvol beïnvloed nie. N-effekte is vertroebel deurdat winterverboude erte, 'n sekere hoeveelheid N aan al persele verskaf het.

By behandelings waar P en K nie toegedien is nie, is mettertyd baie lae P- en K-vlakke in die grond bereik. Die gevolg was dat die effekte van P en K op byna alle waargenome parameters hoogs betekenisvol was. Verskeie betekenisvolle wisselwerkingseffekte is tussen N, P en K gemeet. Hieruit volg dat al drie voedingselemente belangrike funksies in die plant vervul het, hoewel die hoofeffekte daarvan nie altyd betekenisvol was nie. Elk van die elemente N, P en K het groter plante, met groter blaaroppervlaktes en swaarder stamme, tot gevolg gehad wat belangrik is vir maksimum potensiële opbrengsvermoë.

Opbrengsvermoë is ook beïnvloed deur graanvulperiode.

N-toediening het die graanvulperiode verleng omdat plante met

genoegsame N-voorsiening langer aangehou het met graanvulling voordat die swartlaag in die pit verskyn het. K-toediening het die graanvulperiode om dieselfde rede verleng. Boonop het K-toediening die graanvulperiode vroeër laat begin, omdat baarde gouer verskyn het met genoegsame K-voorsiening. P-toediening het baarverskyning vroeër laat plaasvind en om dié rede is die graanvulperiode ook verleng.

K-voorsiening het opbrengs beïnvloed deur die effek wat dit op blaaroppervlakte uitgeoefen het, asook deur die rol wat dit by fotosintese gespeel het. Die gevolg was groter koppe met swaarder pitte. CO_2 -assimilasie is belemmer deur verhoogde huidmondjieweerstand wanneer K nie voorsien is nie. Transpirasie is relatief minder beïnvloed as fotosintesetempo. Die gevolg was dat waterverbruiksdoeleltreffendheid baie swak was wanneer K nie voorsien is nie. P-toediening het groter koppe tot gevolg gehad wat hoër opbrengste veroorsaak het. Die effek was hoofsaaklik omdat plante groter was wanneer P-voorsiening voldoende was. P-voorsiening kon waterverbruiksdoeleltreffendheid ook verbeter. Die NPK-behandeling het in die 1983/84 en 1984/85 seisoene 'n effens hoër waterverbruiksdoeleltreffendheid gehad as die WNPK-behandeling. Dit was nie betekenisvolle verskille nie, maar betekenisvol minder water is deur die NPK-behandeling gebruik sonder dat opbrengs baie nadelig beïnvloed is. Minder besproeiingswater word dus benodig wanneer grond tydens die vegetatiewe fase van die mielie gelaat word om droër te word voordat besproei word. Die vogvlak behoort tydens die reprodktiewe fase hoog gehou te word omdat dit die sensitiewe periode vir droogtestremming is.

Waterverbruiksdoeleltreffendheid moet nie afsonderlik nie, maar tesame met opbrengs geëvalueer word. In die 1982/83 seisoen was daar byvoorbeeld nie betekenisvolle verskille in waterverbruiksdoeleltreffendheid tussen die WNPK- en NPK-behandelings nie. Water het opbrengs egter meer as verdubbel by die WNPK-behandeling.

Uit die data wat aangebied is, was dit duidelik dat maksimum opbrengste met ongeveer 600 mm water behaal kon word.

Gebalanseerde N-, P- en K-bemesting was noodsaaklik ten einde maksimum opbrengste te realiseer en om water effektief te benut.

Plantpopulasie het ook 'n rol gespeel by effektiewe vogbenutting. Die plantpopulasie kon waarskynlik nog hoër gewees het as 55 000 plante per hektaar ten einde toestande wat geheers het optimaal te eksploiteer. Min inligting is beskikbaar oor plantpopulasies en cultivars vir besproeiingstoestande.

Die cultivar wat geplant is, moes ook 'n besondere rol gespeel het ten opsigte van opbrengs en waterverbruiksdoeltreffendheid. Dit is goed bekend dat verskillende cultivars verskillend reageer ten opsigte van populasiedruk.

Dit het uit die studie aan die lig gekom dat optimum N-, P- en K-peile gevind moet word vir spesifieke vogvlakke wat tydens besproeiing gehandhaaf word. Meer aandag behoort ook geskenk te word aan populasies wat onder verskillende omgewingstoestande geplant word. Sinvolle cultivarkeuses sal waarskynlik ook effektiewer waterverbruik tot gevolg kan hê

9.4 Gevolgtrekkings

(a) Wanneer die korrekte balans tussen W- en N-voorsiening gehandhaaf word, kan verbeterde waterverbruiksdoeltreffendheid deur verhoogde W- en N-peile bewerkstellig word.

(b) Fosforbemesting het 'n groter fotosintetiserende oppervlak tot gevolg, wat lei tot verhoogde opbrengs. Totale waterverbruik neem in verhouding minder toe as blaaroppervlakte sodat waterverbruiksdoeltreffendheid toeneem.

(c) Kaliumbemesting lei tot groter blaaroppervlakte, maar die groot voordeel daarvan is verhoogde fotosintetiese aktiwiteit van blare. Dit het tot gevolg dat pitte tot hul volle potensiaal gevul word sodat water doeltrefferder aangewend word vir graanproduksie.

(d) Die plantpopulasie van ongeveer 55 000 plante was nog nie optimaal gewees vir die toestande wat geheers het nie. Verdere navorsing behoort onderneem te word om die wisselwerking tussen populasie, cultivar en omgewingstoestande te bestudeer ten opsigte van waterverbruik.

PUBLIKASIES EN REFERATE

ANNANDALE, J.G., HAMMES, P.S. & NEL, P.C., 1984. Effect of soil fertility on the vegetative growth, yield and water use of wheat (Triticum aestivum L.) S. Afr. Tydskr. Plant Grond 1(3), 96 - 97.

FISCHER, H.H. & NEL, P.C., 1984. Waterverbruik deur tamaties (Lycopersicum esculentum). Gewasproduksie. 13, 10.

FISCHER, H.H., SWANEPOEL, L. & NEL, P.C., 1983. Waterverbruik deur kopkool (Brassica oleracea var capitata). Gewasproduksie 12, 16-19.

FISCHER, H.H. & NEL, P.C., 1985. Die invloed van grondvogtoestande op sekere planteienskappe van kopkool (Brassica oleracea var. capitata). Referaat by Kongres van S.A. Vereniging vir Gewasproduksie, Cedara, Januarie 1985.

STEYNBERG, R.E., NEL, P.C. & HAMMES, P.S., 1984. Die invloed van grondvrugbaarheid en vogvoorsiening op reprodktiewe opbrengskomponente en vögverbruikspatroon by mielies. Gewasproduksie, 14, 14.

REFERATE VIR KONGRES TE PRETORIA (JANUARIE 1986)

ANNANDALE, J.G. & NEL, P.C., 1986. A simple method for obtaining relative values of osmotic adjustment in wheat (Triticum aestivum L.)

COLYN, J.P. & NEL, P.C., 1986. Evaluasie van blaar- en blaardaktemperatuur as skatters van plantvogstatus by kopkool (Brassica oleracea).

FISCHER, H.H. & NEL, P.C., 1986. Plantvogreaksies van kopkool by verskillende grade van grondvogonttrekking.

STEYNBERG, R.E., NEL, P.C. & HAMMES, P.S., 1986. Die invloed van vogstremming en voedingstekort op droeëmateriaalakkumulasie en opbrengs van mielies.

VERWYSINGS

- BAPNA, J.S. & KHUSPE, V.S., 1980. Effects of different soil moisture regimes and nitrogen levels on moisture use by dwarf wheat. Mysore J. Agric. Sci. 14, 211 - 214 (Fld. Crop Abstr. 34, 6147).
- BERLINER, P., OOSTERHUIS, D.M. & GREEN, G.C., 1984. Evaluation of the infrared thermometer as a crop stress detector. Agric and Forest Meteorology 31, 219 - 230.
- BURGERS, M.S., 1982. Besproeiingsprogrammering met behulp van panverdamping by koring, aartappels en stambone. D.Sc. (Agric)- proefskrif, Universiteit van Pretoria.
- BURGERS, M.S. & NAUDE, G.R., 1979. Vogonttrekking en besproeiingsprogrammering van stambone op drie grondtipes. Gewasproduksie 8, 193 - 199.
- CO-ORDINATING COMMITTEE FOR IRRIGATION RESEARCH, 1982. Recommendations of the workshop on agronomic aspects of irrigation, March 1982.
- DEPARTEMENT LANDBOU EN WATERVOORSIENING, 1985. Beraamde Besproeiingsbehoefte van gewasse in Suid-Afrika (Deel 2). Pretoria: Staatsdrukker.
- DEPARTEMENT VAN LANDBOU-EKONOMIE EN -BEMARKING, 1985. 1985 Kortbegrip van Landboustatistiek. Uitgegee deur Direktoraat Landbou Ekonomiese Tendense.
- DEPARTEMENT VAN LANDBOU-TEGNIJSE DIENSTE EN WATERWESE, 1973. Beraamde besproeiingsbehoefte van gewasse in Suid-Afrika. Pretoria: Departement van Landbou-tegniese Dienste ISBN 0621003417.
- EVANS, L.T., 1975. Crop Physiology. Cambridge University Press, Cambridge.

- FAGIOLI, M., BIANCONI, A.E., 1977. Application of nitrogen fertilizer to early sown wheat in the semi-arid Pampas region. Idia 349, 13-17 (Fld Crop Abstr. 34,26).
- FISCHER, H.H. & NEL, P.C., 1984. Waterverbruik deur tamaties (Lycopersicum esculentum). Gewasproduksie, 13,10.
- FISCHER, H.H., SWANEPOEL, L. & NEL, P.C., 1983. Waterverbruik deur kopkool (Brassica oleracea var capitata). Gewasproduksie 12, 16-19.
- FUCHS, M. & TANNER, C.B., 1966. Infrared thermometry of vegetation. Agron J 58, 597-601.
- JACKSON, D.C., 1977. Die verbouing van koolgewasse: Bemesting. Bladskrif No. E. 1. 1977, Departement Landbou en Watervoorsiening.
- MELKONIAN, J.J. & STEPONKUS, P.L., 1981. Adaptation to drought stress in three spring wheat cultivars. Agron Abstr. 73rd ann. meeting American Soc. Agron. 91 (Fld Crop Abstr. 35, 7127).
- MEYER, W.S., & GREEN, G., 1980. Water use by wheat and plant indicators of available soil water. Agron. J. 72, 253 - 257.
- MORGAN, J.M., 1980. Osmotic adjustment in the spikelets and leaves of wheat. J. Exp. Bot. 31.121, 655 - 665.
- MORGAN, J.M., 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 35, 299 - 319.
- MUNNS, R. & WEIR, R., 1981. Contribution of sugars to osmotic adjustment in elongating and expanded zones of wheat leaves during moderate water deficit at two light levels. Aust. J. Plant Physiol. 8, 93 - 105.
- NAUDE, G.R. & BURGERS, M.S., 1979. Blaartemperatuurlesings as moontlike metode vir die identifisering van plantvogstatus

in stambone. Gewasproduksie 8, 201 - 206.

- NEL, A.A., 1984. Die invloed van bemesting op die plantbeskikbare water van 'n Hutton-grond vir koring. B.Sc. (Agric) Hons taak, Departement Plantproduksie, Universiteit van Pretoria.
- NEL, P.C., BURGERS, M.S. & NAUDE, G.R., 1980. Waterbehoeftes van akkerbou- en groentegewasse. Departement Plantproduksie, Universiteit van Pretoria.
- OOSTERHUIS, D.M. & WALKERS, S., 1982. Field measurements of leaf water potential components using thermocouple psychrometers. II. Application in plant water relation studies in wheat. Crop Prod 11, 5 - 8.
- OOSTHUIZEN, A.S.A., 1975a. Misstofvereistes vir Tamaties. Bladskrif No. E. 1. 1975, Departement Landbou en Watervoorsiening.
- OOSTHUIZEN, A.S.A., 1975b. Bemarking van tamaties. Bladskrif No. I. 2/1975, Departement Landbou en Watervoorsiening.
- POPESCU, C., 1977. Determination of the value of irrigation water to some crop plants. Cercetavi Agronomic in Moldova 3, 53 - 56. (Fld Crop Abstr 34, 48).
- PORTAS, C.A.M., 1973. Development of root systems during the growth of some vegetable crops. Plant and Soil 39(3), 507 - 518.
- SHALHEVET, J., MANTELL, A., BIELORAI, H., & SHIMSHI, D., 1979. Irrigation of field and orchard crops under semi-arid conditions. International Irrigation Information Centre Publication No. 1. Volcani Centre, Israel and Ottawa, Canada.
- TEARE, I.D., & PEET, M.M., 1983. Crop-water relations. John Wiley & Sons, New York.

WALKER, S., & OOSTERHUIS, D.M., 1982. Field measurements of leaf water potential components using thermocouple psychrometers. I. Techniques. Crop Prod. 11, 1-14.

WIEBE, H.H., CAMPBELL, G.S., GARDNER, W.H., RAWLINGS, S.L., CARY, J.W. & BROWN, R.A., 1971. Measurement of plant and soil water status. Utah State University Bull. 484.

BYLAE A

VERSLAG OOR PLANTWATER-STUDIES IN DIE BUITELAND

1. Inleiding

Die optimale benutting van beskikbare besproeiingswater word onder meer bepaal deur die heersende balans tussen die maksimum hoeveelheid vog wat uit die grond onttrek kan word en 'n minimum gepaardgaande ontwikkeling in plantvogstremming. Om hierin te slaag moet beide komponente doeltreffend gemonitor kan word. Grondvogonttrekking geskied relatief stadig sodat puntlesings hiervoor geskik is. Plantvogstremming is egter gevoelig vir veranderinge in klimaatstoestande wat oor kort periodes mag plaasvind. 'n Metode moes dus gevind word om hierdie komponent kontinuerend te monitor. Vogtekorte in plante lei tot verhoogde blaartemperature (Gates, 1964) en laasgenoemde kan in die meeste gevalle gerieflik en deurlopend bepaal word. Die doel van hierdie ondersoek was om die presiese verband tussen plantwaterpotensiaal, diffusiekonduktansie en blaartemperature te bepaal ten einde die geskiktheid van laasgenoemde as indeks vir plantvogstremming te evalueer.

2. Metode

Stambone (Phaseolus vulgaris L.) gekweek in voedingskulture en afgesnyde kersieboomtakke met blare (Prunus avium L.) is as toetsmateriaal gebruik. 'n Nul-balans-diffusieporometer, gebaseer op die beginsels beskryf deur Beardsel et al. (1972), is sodanig ontwerp, opgestel en met termokoppels voorsien (Fig. 1), dat konduktansie, plantwaterpotensiaal en blaartemperature gelyktydig onder laboratoriumtoestande op dieselfde blaar, kontinuerend gemonitor kon word. Plantwaterpotensiaal is met 'n Wescor doupunthigrometer bepaal en blaartemperature met koper-konstantan termokoppels (20 maas) wat direk in die hoofnerf van die blare gedruk is.

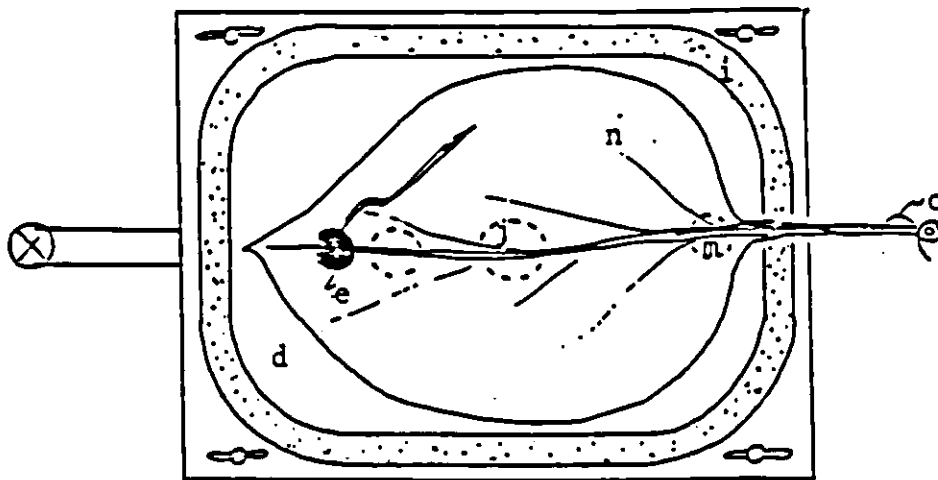
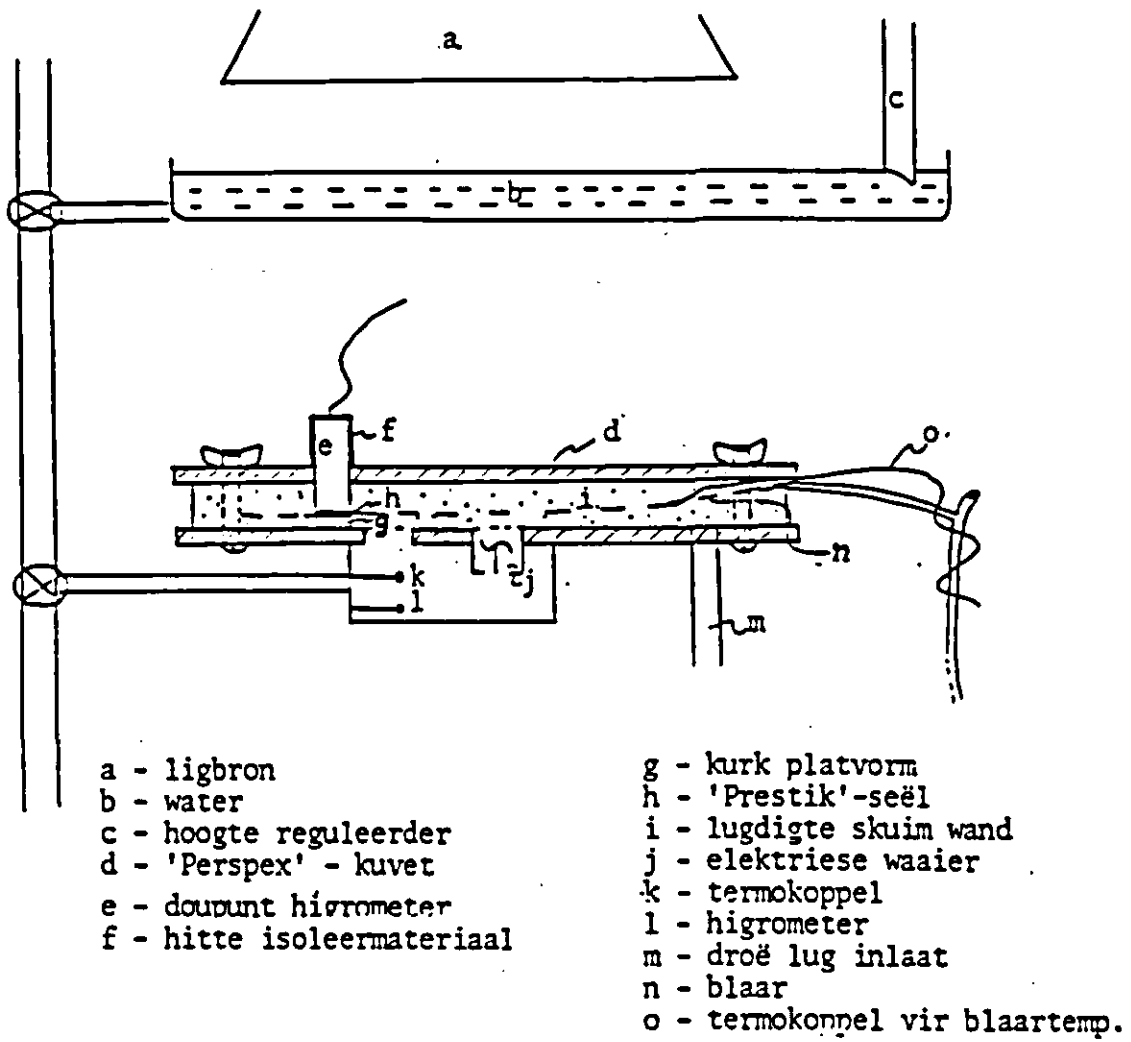


FIG.1: Nul-balans - porometer

Toetsblare is in die kuvet van die porometer geplaas en na 'n stabiliseringsperiode onder optimale vogtoestande is die stambone se wortels of die snykant van die kersieboomtakke uit die water verwyder. Nadat 'n verlangde stremmingstoestand bereik is, is die wortels of takke weer in die water teruggeplaas. Soms is wateropname versnel deur die wortels of takke in 'n drukbom te plaas wat gevul is met water onder 'n druk van 0,2 MPa.

Watertoevoer na die blaar is in sekere gevalle onderbreek deur die blaarsteeltjies met 'n vriesmengsel te spuit. Gedurende hierdie verskillende behandelings is bogenoemde parameters deurgaans gemonitor.

3.Resultate en bespreking

Konduktansie en watertoevoer

Stambone

Die resultate in Fig. 2 dui veranderinge in konduktansie aan namate die vogtoevoer na die blare van die stambone verander. Na 'n aanvanklike stabiliseringsperiode in water, is alle blare, behalwe die een in die kuvet, van die plant afgesny (punt (a), Fig 2). 'n Vinnige afname in konduktansie het hierna plaasgevind, gevolg deur 'n ossileringseffek wat geleidelik gestabiliseer het. Die verwydering van die blare het waarskynlik die vogspanning in die vaatbundels van die plant verminder. Meer vog was gevolglik beskikbaar vir die blaar in die kuvet. Dit het teen die verwagting in gelei tot 'n afname in konduktansie. Die ossilering wat gevolg het, kan toegeskryf word aan oorkorrigering deur die huidmondjies.

Na stabilisering is die water om die wortels van stambone onder 'n druk van 0,2 MPa geplaas (punt (b), Fig. 2). Dit het tot verhoogde wateropname gelei soos bevestig deur die verskyning van waterdruppels op die afgesnyde vlakke van die blaarsteeltjies. Hierdie oormaat water het weereens die konduktansie laat afneem wat die voorafgaande resultaat (punt (a), Fig. 2) bevestig. By punt (c) van Fig. 2 is die blaarsteeltjie van die proefblaar gevries. Vog kon gevolglik nie langer na die blaar beweeg nie

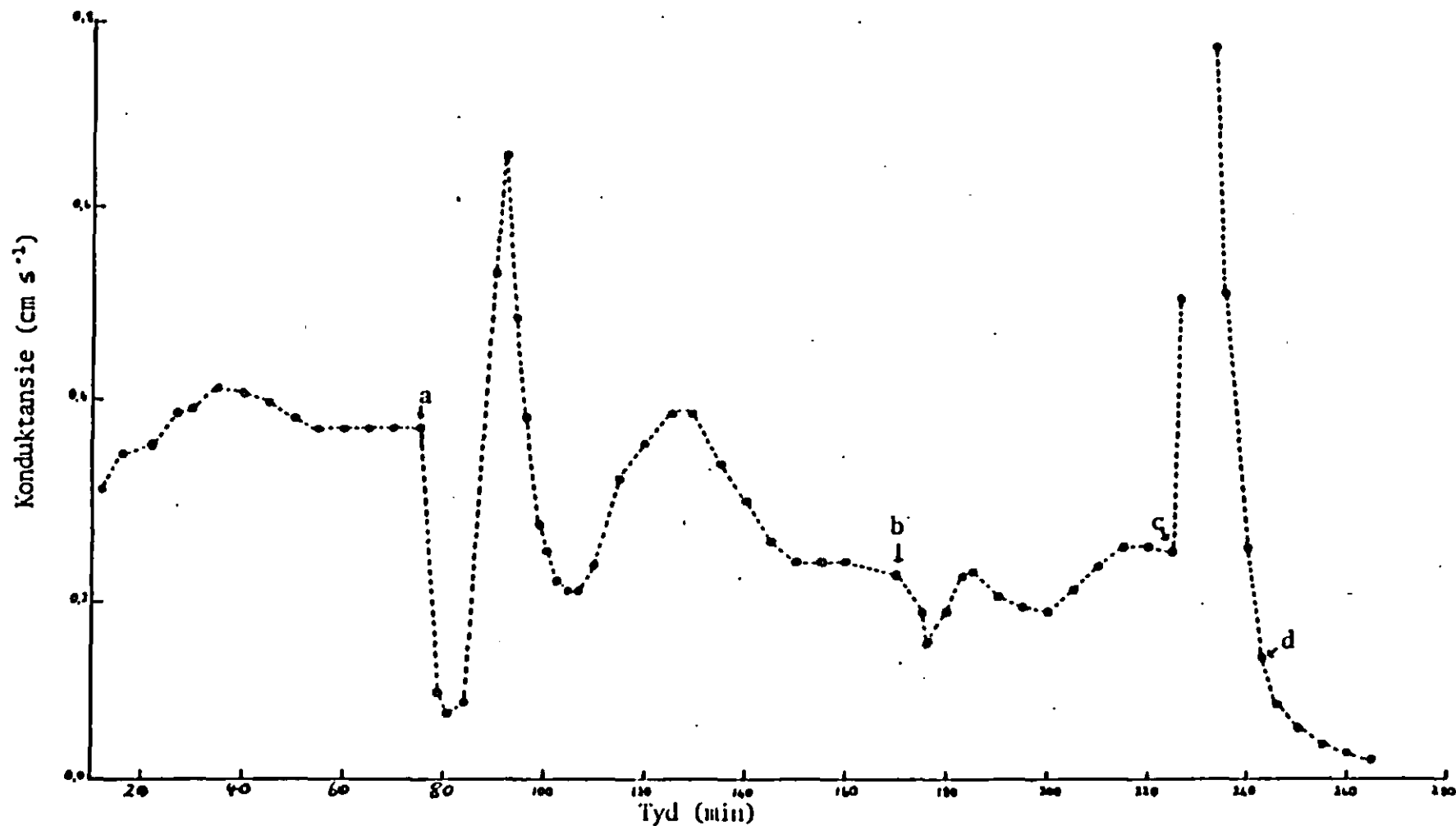


FIG.2: Invloed van watertoevoer op Konduktansie van stambone

- (a) Verwyder oortollige blare
- (b) Pas 0.2 mPa druk toe op
- (c) Suiet vriesmengsel op blaarsteel van proefblaar
- (d) Blaar verwelk

terwyl transpirasie steeds normaalweg verloop het. Die vogtekort wat hierdeur ontstaan het, het weereens teen die verwagting die konduktansie sodanig verhoog, dat dit nie deur die apparaat gemeet kon word nie. Na ongeveer sewe minute het die konduktansie tot so 'n mate afgeneem dat lesings weer geneem kon word. Hierdie afname het voortgeduur totdat die blaar verwelk het (punt (d), Fig. 2). Die resultaat in Fig. 2 toon dus dat 'n skielike oormaat water die huidmondjies laat sluit en 'n skielike tekort die huidmondjies laat oopgaan.

Kersieboomblare

Die invloed van vogtoevoer op die konduktansie van kersieboomblare word in Fig. 3 aangedui. Die resultate toon dat die verwydering van die takkie uit die water (punt (a), Fig. 3), eers na 60 minute gelei het tot 'n skerp toename in konduktansie. Net soos by stambone, het hierdie effek gevolg op vogtekorte. Na die bereiking van 'n maksimum waarde van $0,48 \text{ cm s}^{-1}$, het die konduktansie weer afgeneem totdat die huidmondjies feitlik gesluit het. Na 'n stabiliseringsperiode van 20 minute is die takkie weer terug geplaas in die water (punt (b) Fig. 3). Blaarkonduktansie het onmiddelik hierna afgeneem tot 'n minimum waarde van $0,05 \text{ cm s}^{-1}$ wat net soos in die geval van stambone gevolg het op 'n skielike vermeerdering in die beskikbaarheid van vog. Na hierdie punt het die konduktansie geleidelik toegeneem en na 35 minute geneig om te stabiliseer. Op hierdie punt (punt (c), Fig. 3) is die takkies weer uit die water verwyder en het daar weereens 'n skerp toename in konduktansie voorgekom. Na die bereiking van 'n maksimum waarde het die konduktansie weer gedaal tot by 'n waarde van $0,09 \text{ cm s}^{-1}$.

In vergelyking met boontjieblare het die meer geharde kersieboomblare, in terme van konduktansie, stadiger en teen 'n geringe omvang gereageer op veranderinge in watertoevoer. In beginsel is egter dieselfde resultaat verkry. Die skielike toevoer van water het die huidmondjies laat sluit terwyl 'n onderbreking in toevoer konduktansie verhoog het. Ivanhoff (1928) het die toename in die konduktansie van 'n blaar nadat dit afgesny is, toegeskryf aan die verhoogde beskikbaarheid van water

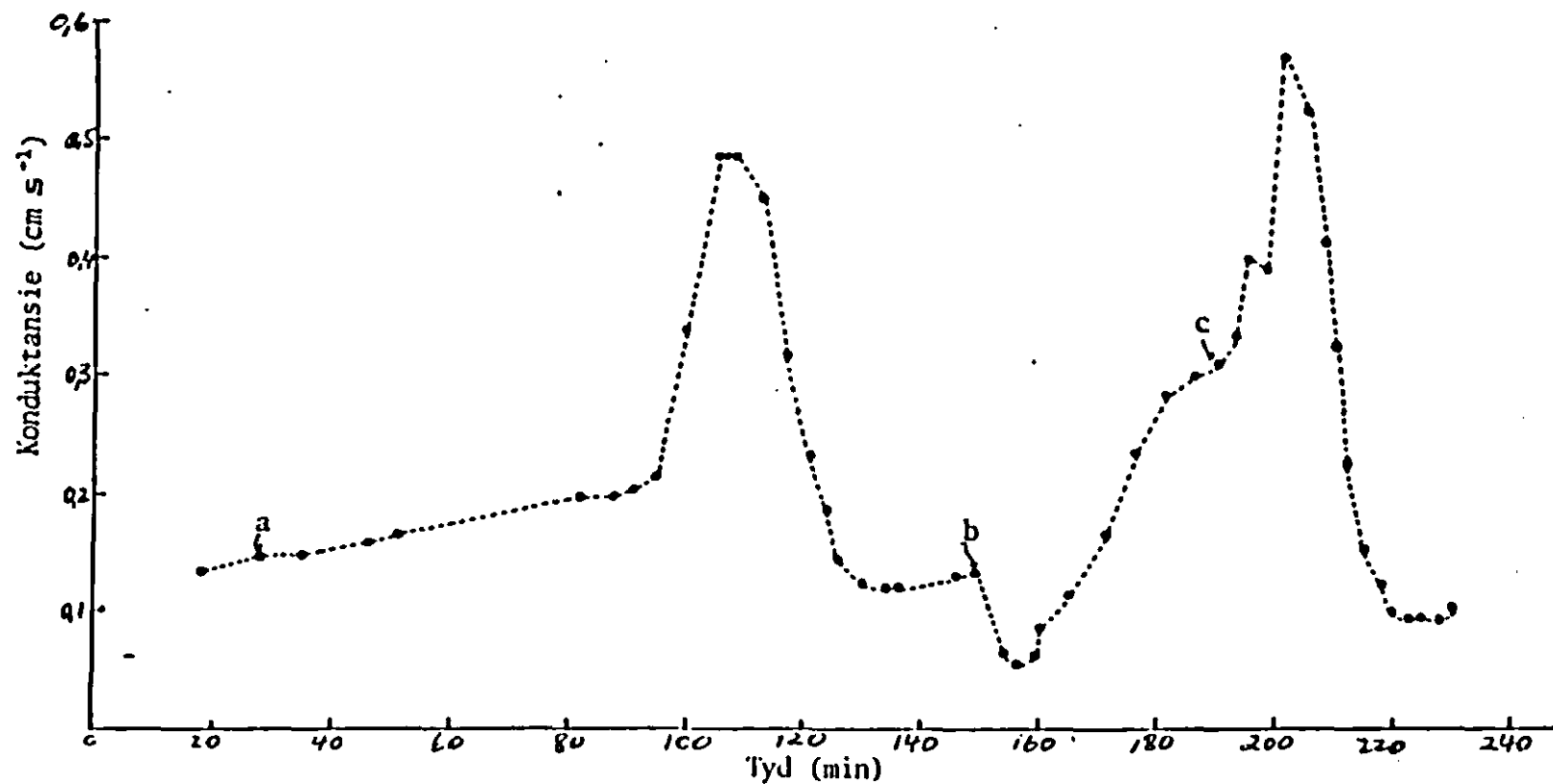


FIG.3: Invloed van vogtoevoer op konduktansie van kersieboomblare

- (a) Verwyder takkie uit water
- (b) Plaas takkie terug in water
- (c) Verwyder takkie uit water

deurdat die vogspanning in die vaatbundels opgehef is. Teenstrydig hiermee het Darwin (1911) die verhoogde konduktansie toegeskryf aan die ongelyke uitdroging van die blaarepidermis na 'n skielike onderbreking in vogtoevoer. Raschke (1970) het resultate soortgelyk aan die in hierdie ondersoek gepubliseer wat die verklaring van Darwin (1911) ondersteun.

Die ooreenstemming tussen die resultate van hierdie ondersoek en die in die literatuur het getoon dat die proeftegniek en apparaat in hierdie ondersoek betroubare resultate lewer. Die resultate verklaar ook verskynsels wat in verdere ondersoeke waargeneem is.

Konduktansie en blaarwaterpotensiaal

Stambone

Die resultate in Fig. 4 toon die verbandf. tussen konduktansie en die blaarwaterpotensiaal van stambone. Twee proewe is uitgevoer. Nadat die wortels van die stambone uit die water verwyder is (punt (a), Fig. 4), het die konduktansie in beide proewe aanvanklik toegeneem en die blaarwaterpotensiaal af. Hierna (punt (b)) het beide die konduktansie en die blaarwaterpotensiaal afgeneem totdat laasgenoemde 'n minimum waarde van $-0,98$ MPa in Proef 1 en $-1,09$ MPa in Proef 2 bereik het. Na hierdie punt het die blare verwelk en was daar 'n verdere afname in konduktansie maar 'n toename in blaarwaterpotensiaal tot by punt (d). Stamboonplante is hierna weer in water terug geplaas. Die blare het egter nie weer turgessent geword nie en die konduktansie het ook nie verhoog nie, selfs nie toe die wortels oornag in die water gelaat is nie. Die blaarwaterpotensiaal het egter gedurende hierdie periode geleidelik afgeneem. Laasgenoemde was egter so stadig dat 'n eindlesing nie geneem kon word nie.

Die turgodruk was by punt (b) van Fig.4 blykbaar so laag dat die huidmondjies begin sluit het. Hierdie proses was egter nie vinnig genoeg om te verhoed dat 'n oormatige verlies van vog steeds plaasgevind het tussen punt (b) en (c) nie. By punt (c) het die plante erg verwelk. Plasmoliese en die gevolglike verlies aan semipermeabiliteit by die selwande by punt (c) kon

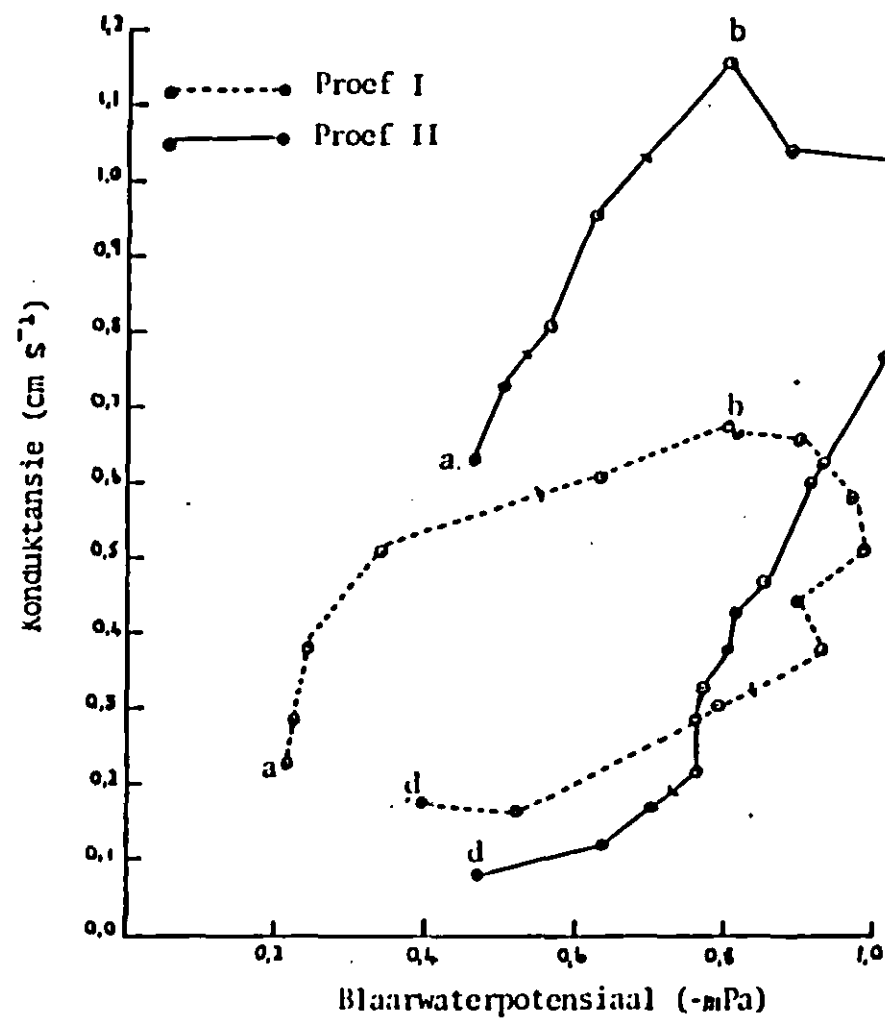


FIG.4: Verband tussen konduktansie en blaarwaterpotensiaal van stambone

intersellulêre water met 'n hoë energiepoteinsiaal na die sensor van die doupunt-higrometer voer. Dit sou aanleiding gee tot die toename in blaarwaterpoteinsiaal na punt (c). Die diffusie van osmotiese aktiewe stowwe na die oplossing in die omgewing van die sensor, verklaar die latere afname in blaarwaterpoteinsiaal wat na punt (d) waargeneem is.

Die moontlikheid bestaan dat punt (c) in Fig. 4 ekwivalent is aan die osmotiese poteinsiaal van die selsap. Geen bewyse kan egter hiervoor aangevoer word nie.

Kersieboomblare

Die effek van twee agtereenvolgende uitdrogings- en benattingsiklusse (Siklus I en II) op die verhouding tussen blaarwaterpoteinsiaal en konduktansie van kersieboomblare, word in Fig. 5 aangetoon. Die pyltjies in Fig. 5 toon die rigting waarin die verhouding verloop nadat die stingel uit die water verwyder is. Net soos in die geval van stambone (Fig. 4) het die konduktansie aanvanklik toegeneem met 'n gepaardgaande afname in blaarwaterpoteinsiaal. Na die bereiking van 'n maksimum waarde, het die konduktansie geleidelik begin afneem met 'n relatief groot afname in blaarwaterpoteinsiaal. Hierdie afname in beide parameters het voortgeduur totdat, in terme van tyd, 'n stabiele minimum blaarwaterpoteinsiaal ($-3,2$ MPa) bereik is. Met die terugplasing van die stingel in water het die blaarwaterpoteinsiaal aanvanklik skerp toegeneem terwyl slegs geringe veranderinge in konduktansie voorgekom het. By 'n blaarwaterpoteinsiaal van $-1,4$ MPa het die konduktansie begin toeneem terwyl die blaarwaterpoteinsiaal relatief konstant gebly het. 'n Stabiele verhouding tussen blaarwaterpoteinsiaal en konduktansie het ingetree nadat laasgenoemde 'n waarde van $0,28 \text{ s cm}^{-1}$ bereik het. Die verband tussen blaarwaterpoteinsiaal en konduktansie was dus onder die heersende proef toestande nie konsekwent nie. Gedurende uitdroging was die konduktansie hoër by 'n gegewe blaarwaterpoteinsiaal as wanneer die blare herbenat is.

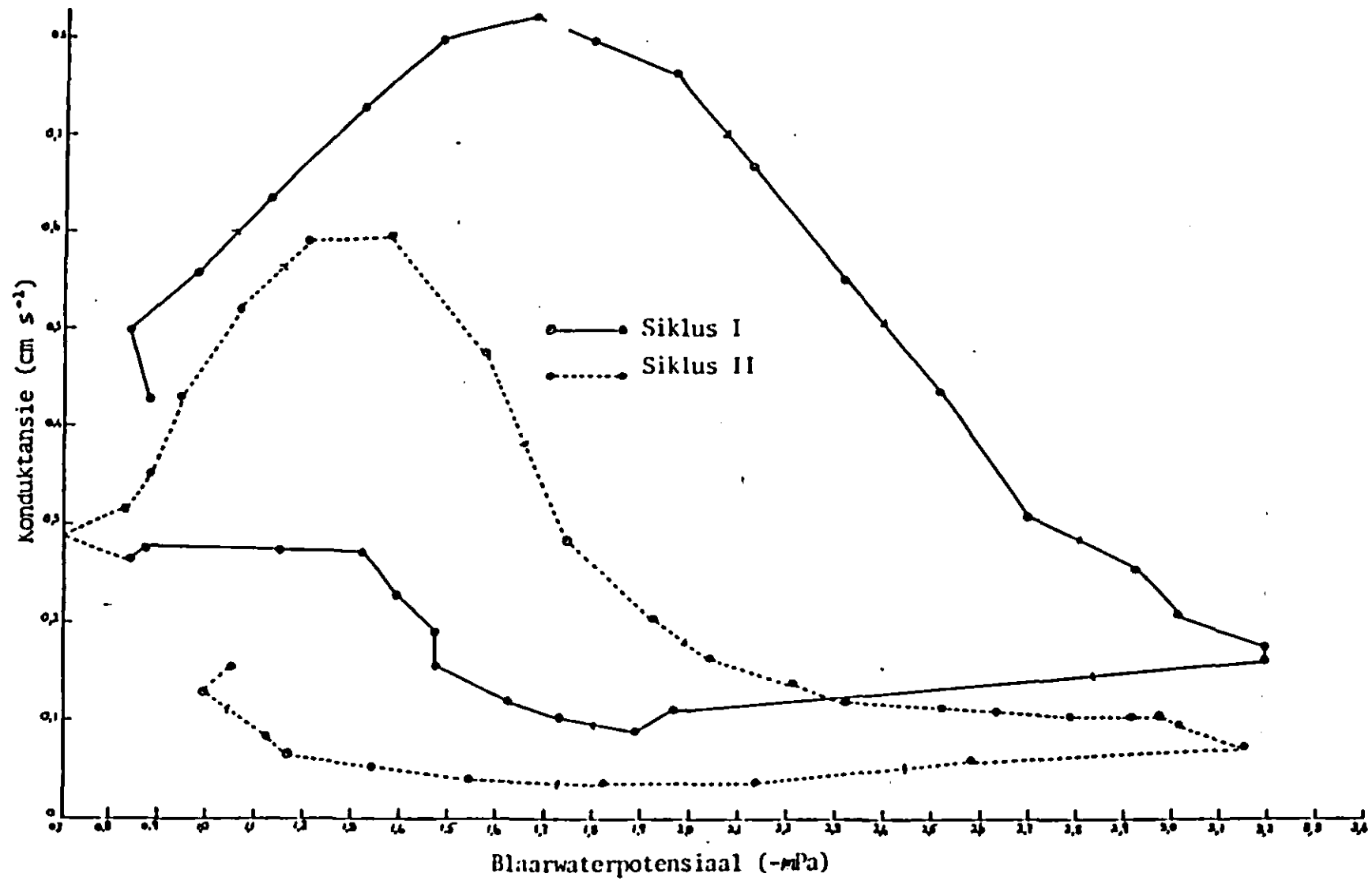


FIG.5: Verband tussen blaarwaterpotensiaal en konduktansie van kersieboomblare

Die tweede uitdrogings- en herbenattingsiklus (Siklus II, Fig. 5), het 'n verskuiwing in die relatiewe verband tussen blaarwaterpotensiaal en konduktansie getoon. Aanvanklik het Siklus II dieselfde verloop as Siklus I, met slegs 'n geringe verlaging in konduktansiewaardes. Die maksimum konduktansiewaarde wat bereik is, was egter veel laer as die in die eerste siklus. Huidmondjies het vervolgens by veel hoër waterpotensiaalwaardes gesluit. Gedurende herbenatting was die konduktansiewaardes laer by ooreenstemmende waterpotensiaalwaardes in vergelyking met die eerste uitdrogingsiklus. Die verhouding tussen blaarwaterpotensiaal en konduktansie word dus nie alleenlik bepaal deur uitdrogings- of benattingssiklusse as sulks nie maar ook deur die voorafgaande geskiedenis van die plant ten opsigte van vogvoorsiening.

In teenstelling met stamboonblare was dit moontlik om kersieboomblare te herbenat. Die meer geharde weefsel van die blare van laasgenoemde gewas het blykbaar voorkom dat selwande ineenstort by lae blaarwaterpotensiaalwaardes.

Blaartemperature in vergelyking met konduktansie en blaarwaterpotensiaal

Stambone

Die verhouding tussen blaartemperature en konduktansie asook blaartemperature in blaarwaterpotensiaal vir stambone word in Fig. 6 aangetoon. Blaartemperature korreleer baie nou met konduktansie ($r = -0,9732$) maar relatief swak met blaarwaterpotensiaal ($r = 0,7574$). Omdat die verband tussen konduktansie en blaarwaterpotensiaal nie konsekwent is nie (Fig. 4), kan 'n swak korrelasie tussen laasgenoemde en blaartemperature verwag word.

Kersieboomblare

Die verhouding tussen blaartemperature en konduktansie asook blaartemperature en blaarwaterpotensiaal vir kersieboomblare word in Fig. 7 aangedui. Blaartemperature het hoogsbetekenisvol met

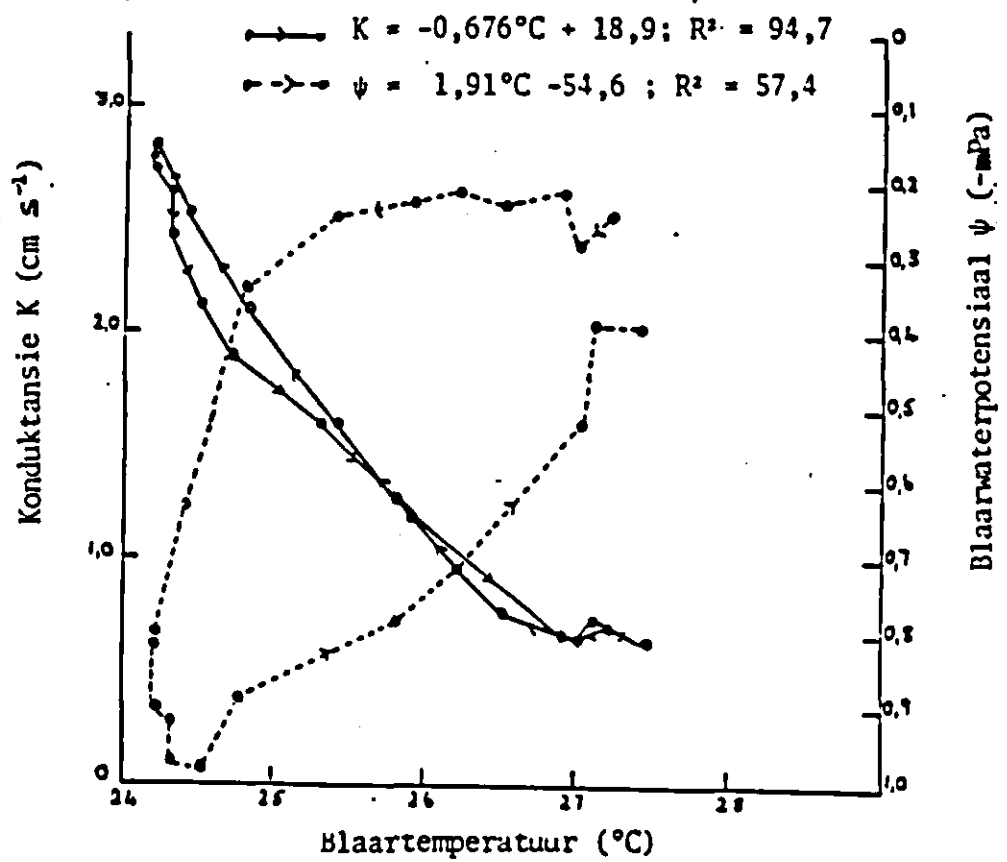


FIG.6: Verband tussen blaartemperatuur, konduktansie en blaarwaterpotensiaal by stambone

konduktansie gekorreleer ($r = -0,9544$) maar net soos by stambone, en soos verwag is, swak met blaarwaterpotensiaal ($r = 0,4823$).

Soos aangetoon deur Gates (1964) word verandering in blaartemperature onder gegewe toestande, primêr deur die transpirasietempo van die blare bepaal. Onder die isotermiese toestande wat in hierdie proef geheers het, was transpirasietempo direk eweredig aan konduktansie, vandaar die goeie verwantskap tussen laasgenoemde en blaartemperature. Indien blaartemperature egter verskil van dié van die atmosfeer, gee hierdie verskil slegs 'n aanduiding van die transpirasietempo van die gewas (Idso et al., 1977; Reginato et al., 1977; Pinter et al. 1979 en Jackson et al., 1981). Naudé en Burgers (1979) kon egter aantoon dat die vergelyking van blaartemperature met die temperatuur van die verdampingsoppervlakte van 'n Piché-atmometer, 'n aanduiding gee van die diffusieweerstand van die blare. Blaartemperature korreleer dus goed met transpirasietempo of konduktansie mits dit met 'n geskikte standaard vergelyk word. Die nie-konsekwente verband tussen konduktansie en blaarwaterpotensiaal soos gevind in hierdie ondersoek, verklaar moontlik die groot variasie in die resultate van Ehrler et al., 1978, en Idso et al., 1981, wat modelle met blaartemperature as basis met blaarwaterpotensiaal vergelyk het.

4. Literatuurverwysings

BEARDSELL, M.F., JARVIS, P.G. & DAVIDSON, B., 1972. A null-balance diffusion porometer suitable for use with leaves of many shapes. J. Appl. Ecol. 23, 677-685.

DARWIN, F. & PERTZ, D.F.M., 1911. Proc. Roy. Soc. 84, 136 (aangehaal deur Milburn, 1979).

EHRLER, W.L., IDSO, S.B., JACKSON, R.D. & REGINATO, R.J., 1978. Wheat canopy temperature: Relation to plant water potential. Agron. J. 70, 251-256.

GATES, D.M., 1964. Leaf temperature and transpiration. Agron. J. 56, 273-277.

IDSO, S.B., JACKSON, R.D. & REGINATO, R.J., 1977. Remote sensing of crop yields. Science 196, 19-25.

IDSO, S.B., REGINATO, R.J., REICOSICY, D.C. & HATFIELD, J.L., 1981. Determining soil-induced plant water potential depressions in alfalfa by means of infrared thermometry. Agron. J. 73, 826-830.

IDSO, S.B., JACKSON, R.D., PINTER, P.J. (Jr), REGINATO, R.D. & HATFIELD, J.L., 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. Agr. Meteorol. 24, 45-55.

IVANHOFF, L., 1928. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 46, 306 (Aangehaal deur Milburn, 1979).

JACKSON, R.D., IDSO, S.B., REGINATO, R.J. & PINTER, P.J., 1981. Canopy temperature as a crop water-stress indicator. Water Resources Res. 17, 1133-1138.

JACKSON, R.D., REGINATO, R.J. & IDSO, S.B., 1977. Wheat canopy temperature: A practical tool for evaluating water requirements. Water Resources Res. 13, 651-656.

MILBURN, J.A., 1979. Water flow in plants. New York: Longman.

NAUDE, D.R. & BURGERS, M.S., 1979. Blaartemperatuurlesings as moontlike metode vir die identifisering van plantvogstatus in stambone. Gewasprod. 7, 201 - 206.

PINTER, P.J. (Jr), STANGHELLINE, M.E., REGINATO, R.J., IDSO, S.B., JENKINS, A.D., & JACKSON, R.D., 1979. Remote detection of biological stresses in plants with I.R. themometry. Science 105, 585-587.

RASCHKE, K., 1970. Leaf hydraulic system. Rapid epidermal and stomatal responses to changes in water supply. Science 167, 189 - 191.

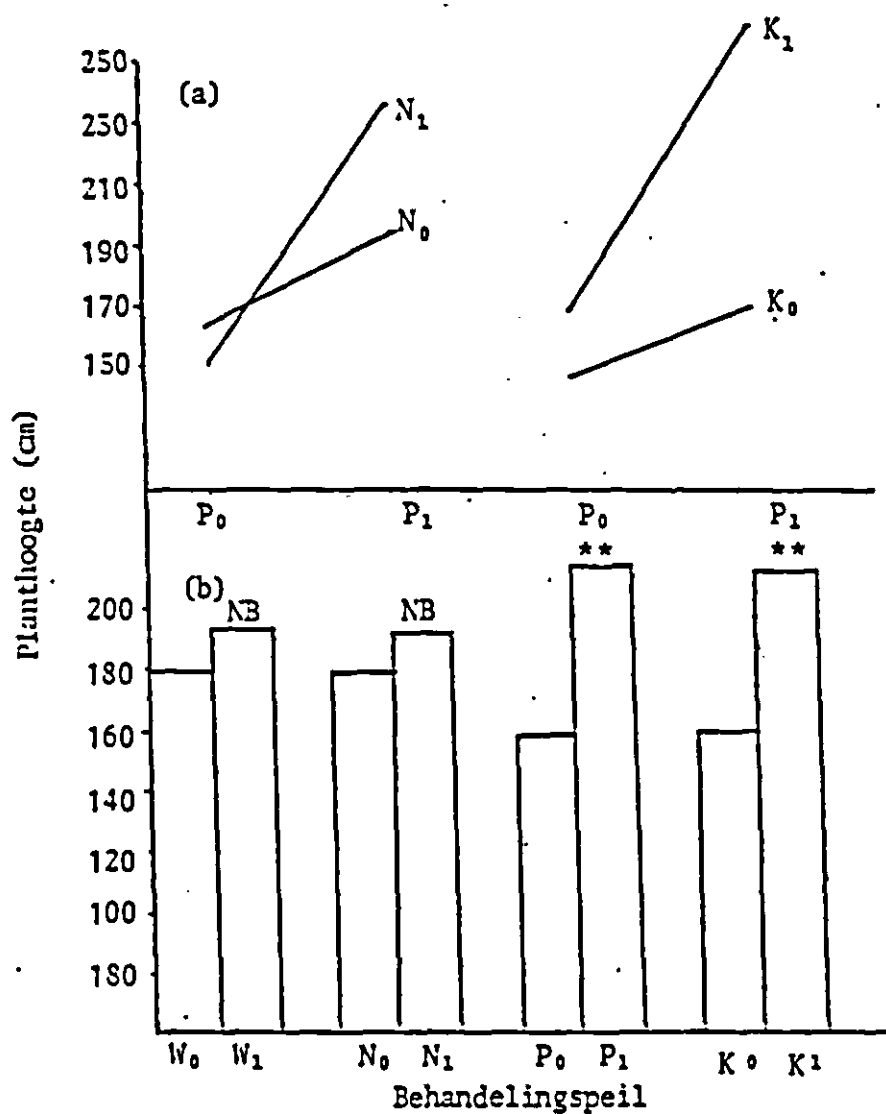


Fig 1: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op planthoogte by mielies (Hoofstuk 10).

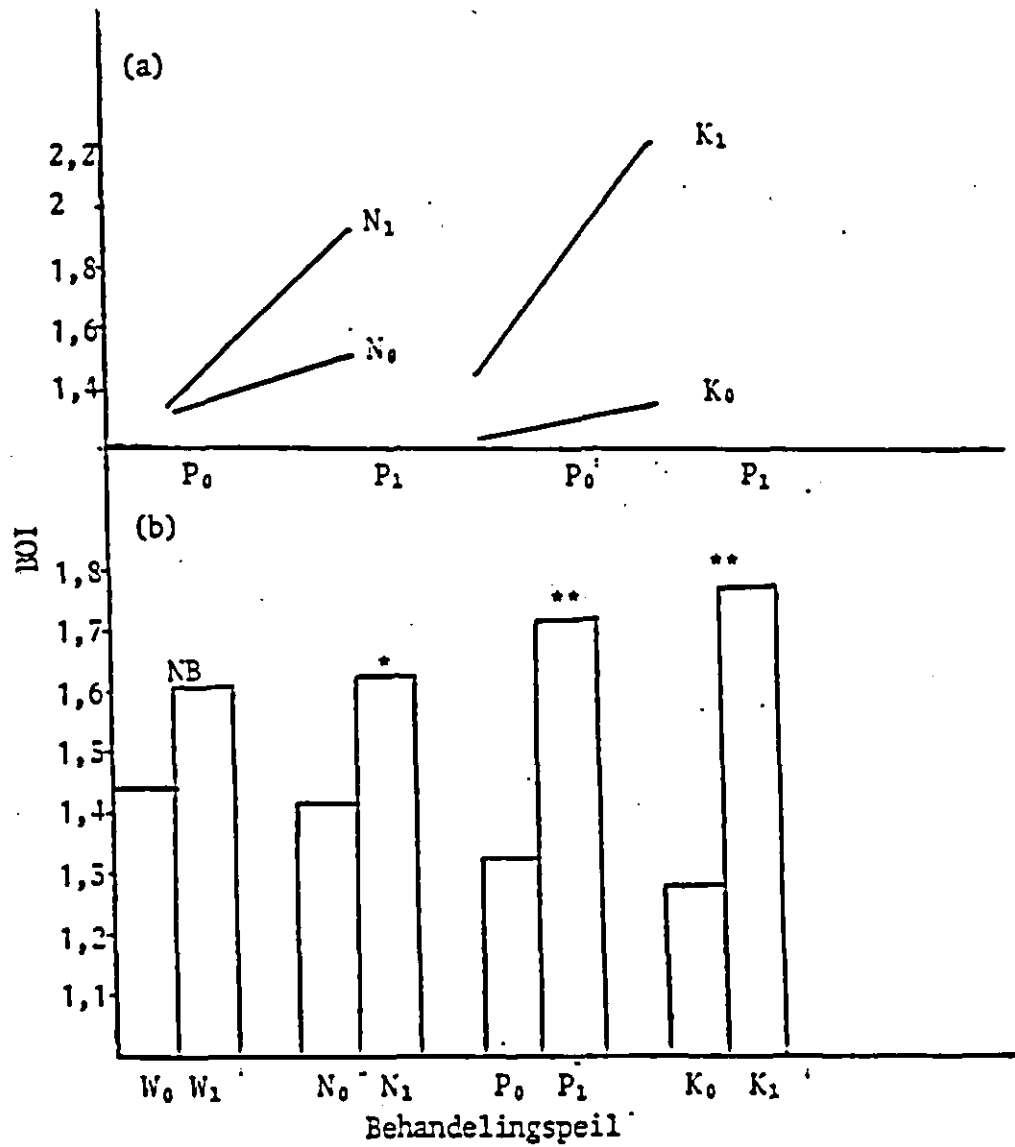


Fig 2: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op BOI by mielies (Hoofstuk 10).

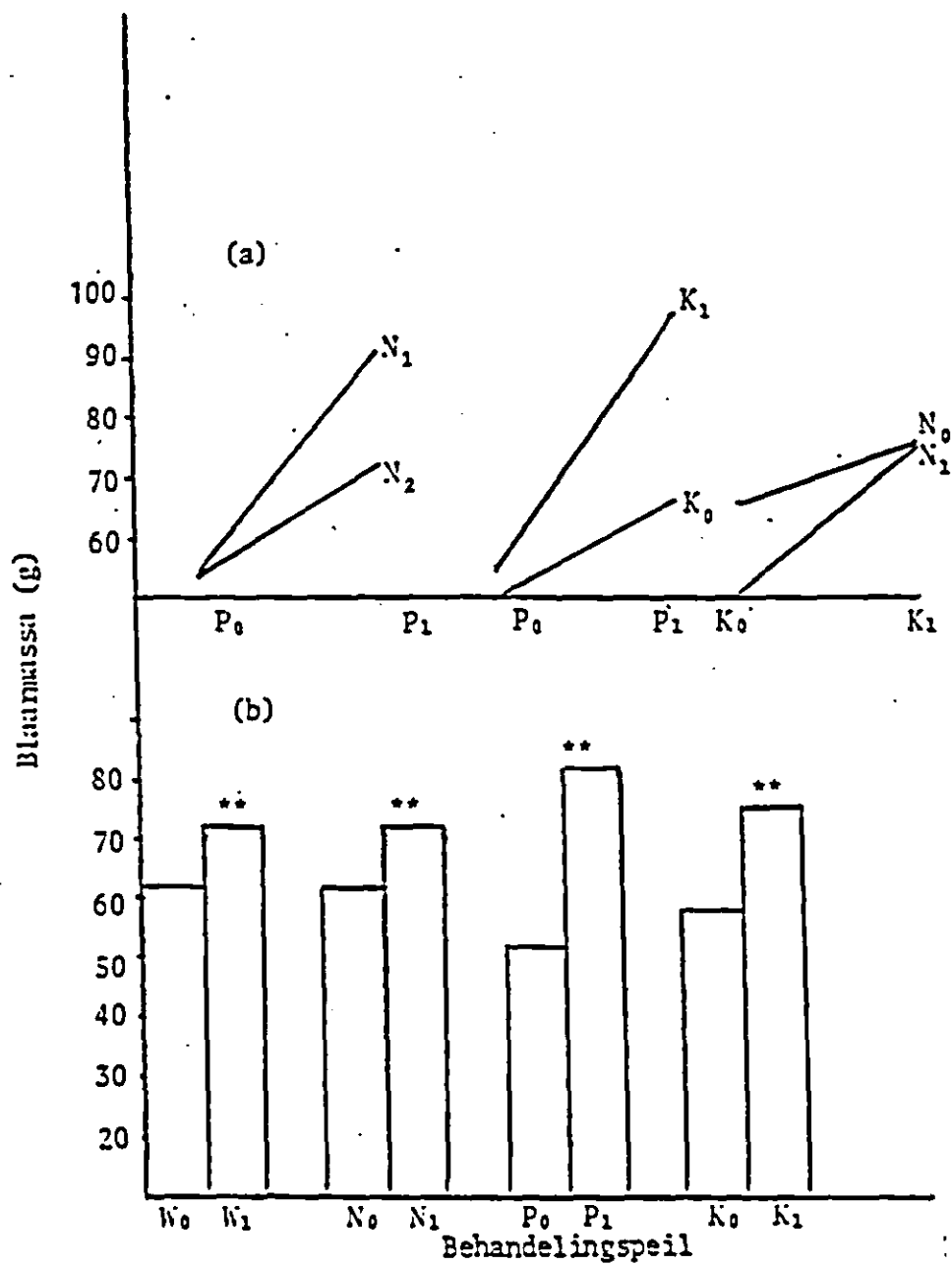


Fig 3: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op blaarmassa by mielies (Hoofstuk 10).

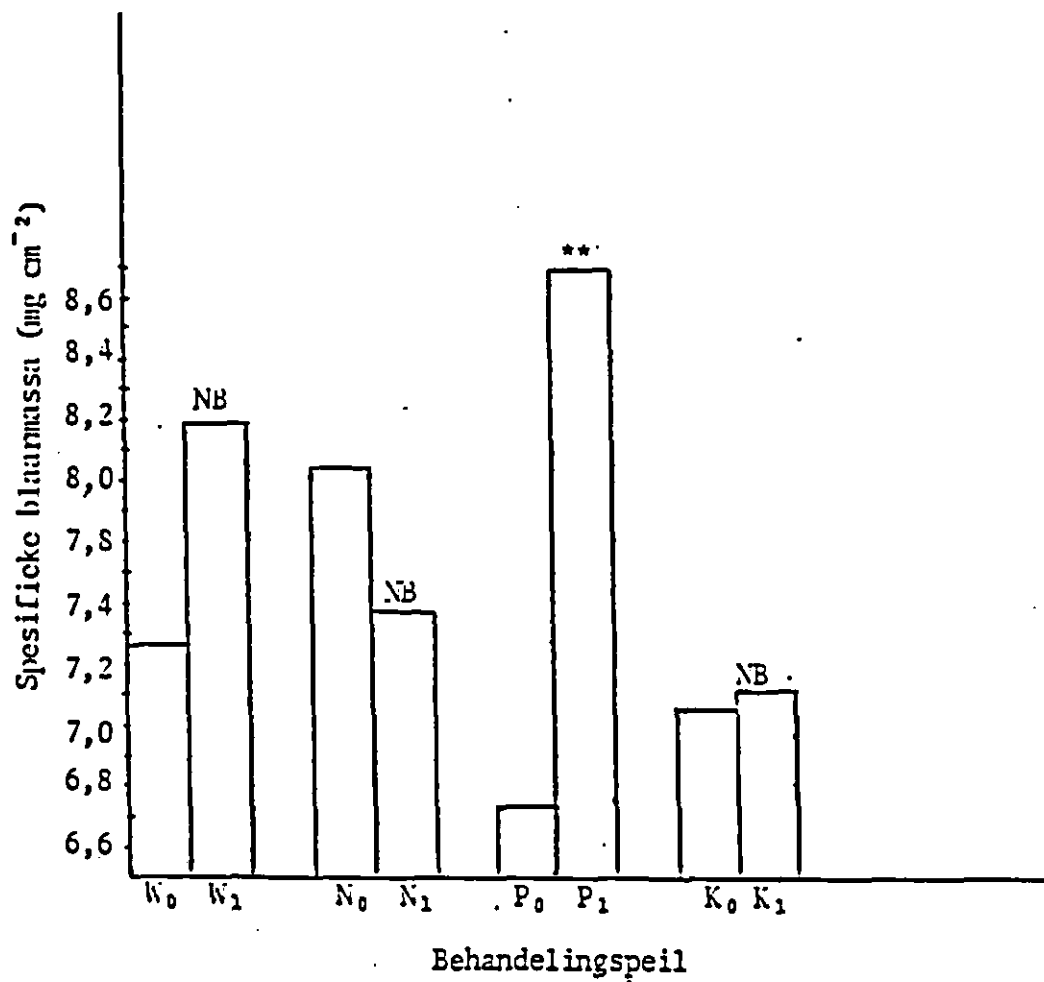


Fig. 4 : Hoofeffekte van W, N, P en K op spesifieke blaarmassa by mielies (Hoofstuk 10).

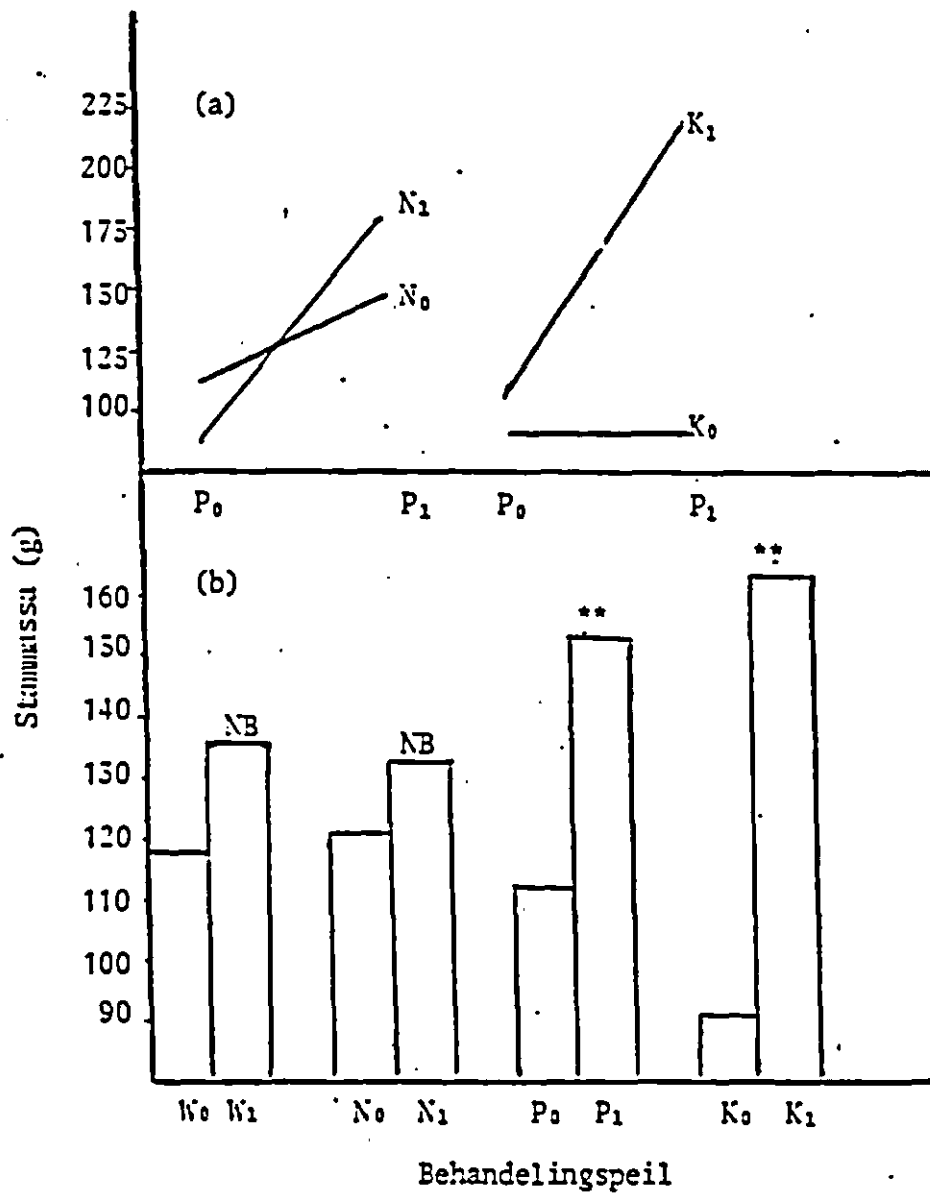


Fig. 5: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op stammasa by mielies (Hoofstuk 10).

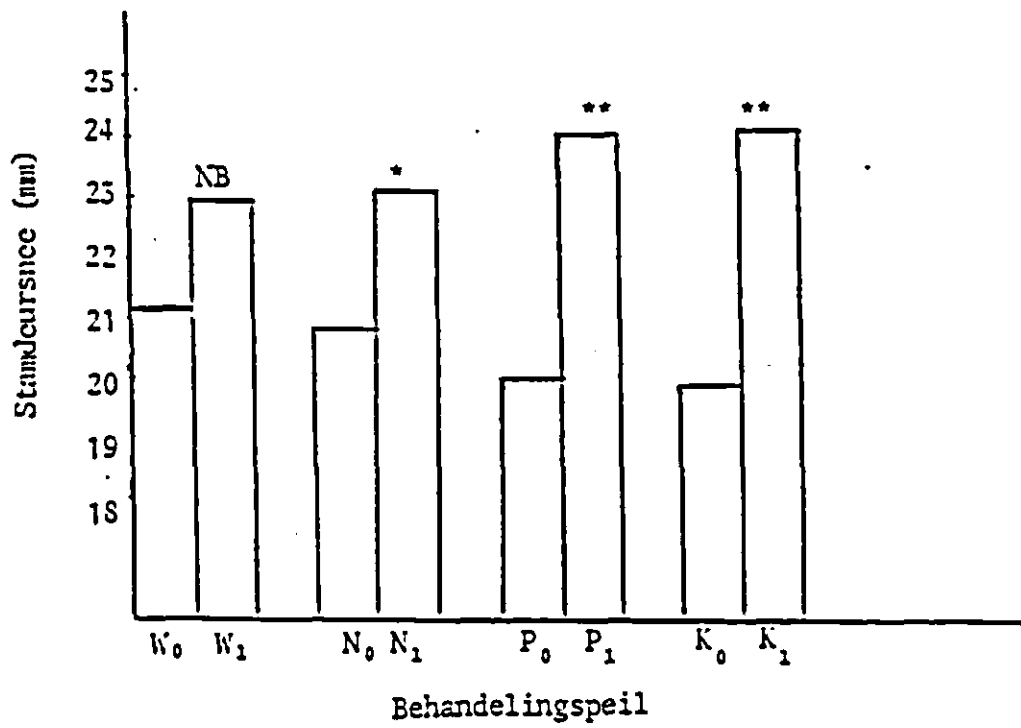


Fig 6: Hoofteffekte van W, N, P en K op stamdeursnee by mielies (Hoofstuk 10).

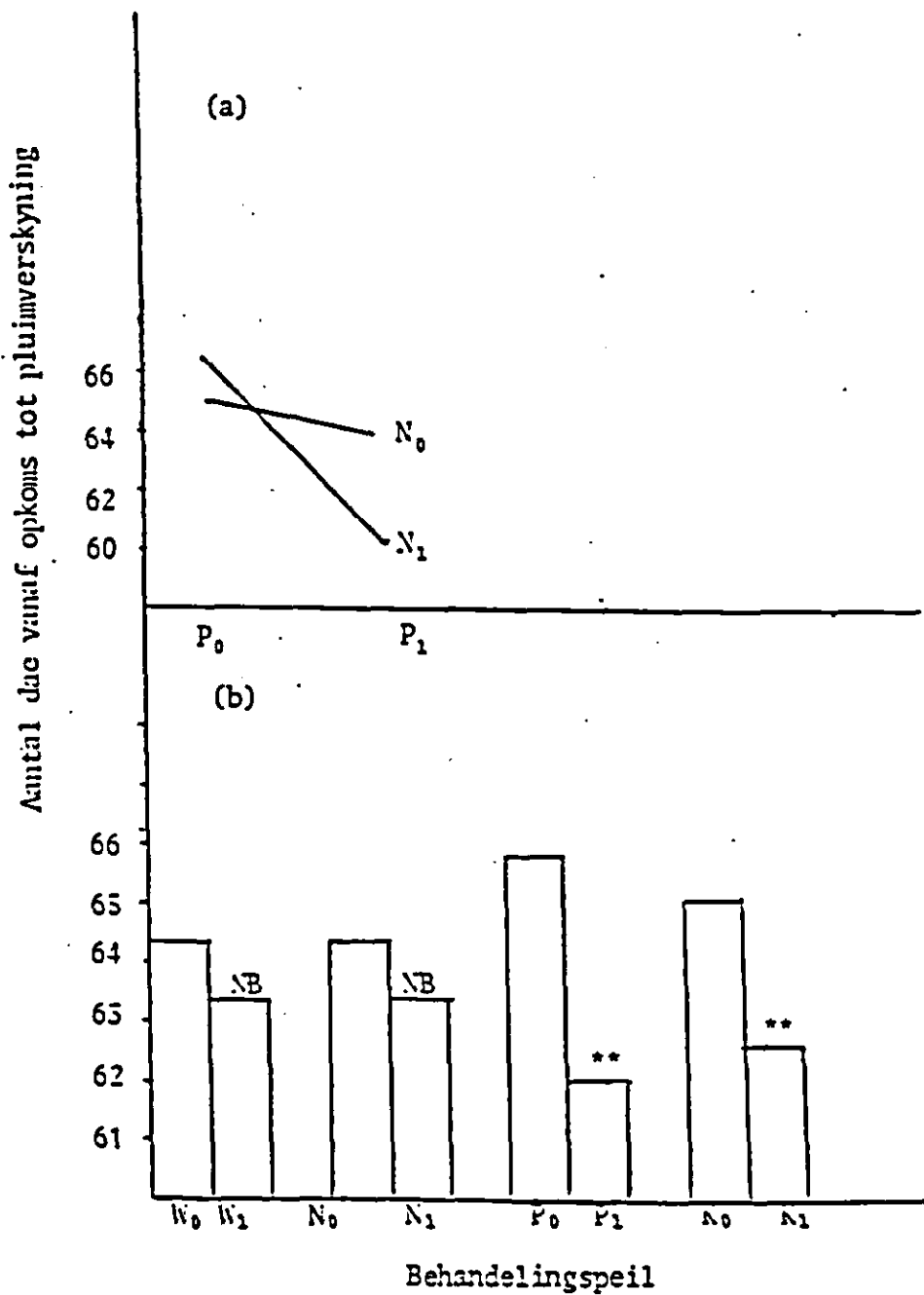


Fig 7: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op die tydperk vanaf opkoms tot pluimverskyning by mielies (Hoofstuk 10).

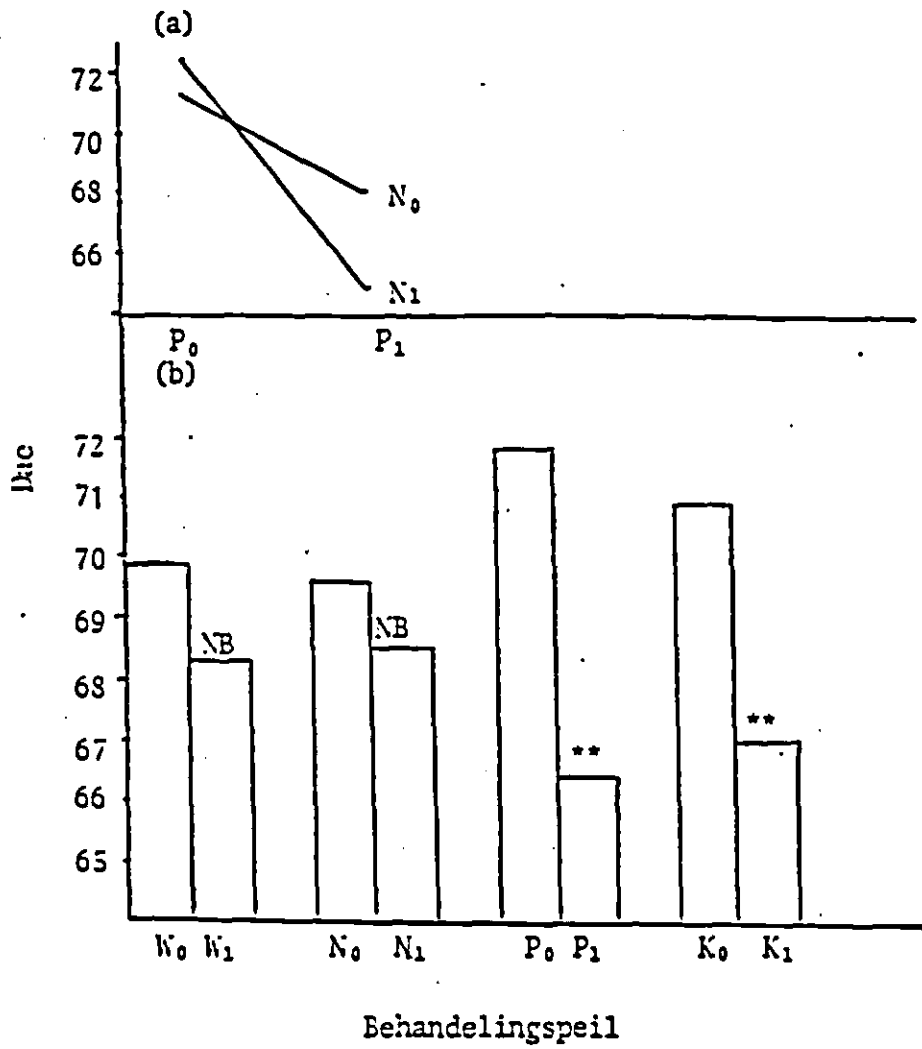


Fig 8: Wisselwerkings (a) en hoofeffekte (b) van W , N , P en K op die tydperk vanaf opkoms tot baardverskyning by mielies (Hoofstuk 10).

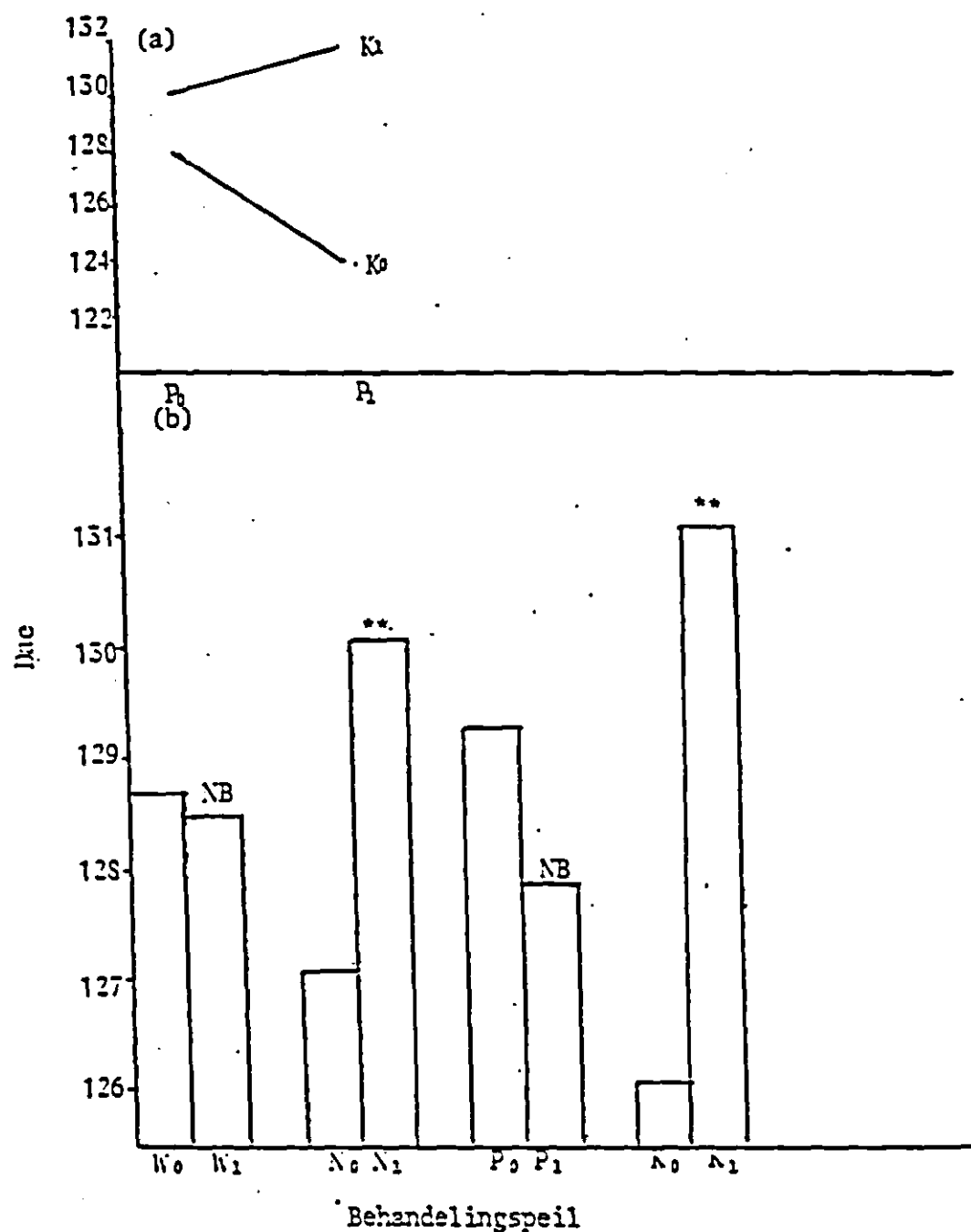


Fig. 9: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op die tydperk vanaf opkoms tot swartlaagvorming by mielies (Hoofstuk 10).

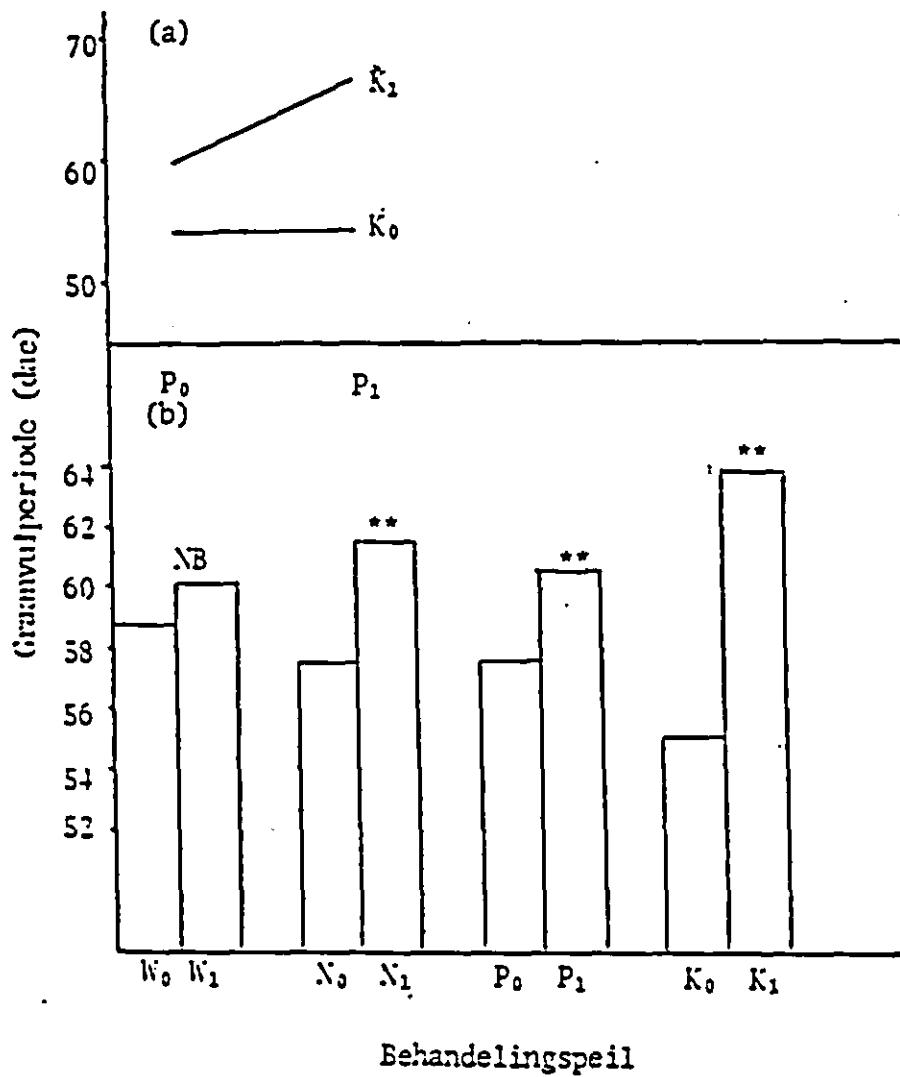


Fig. 10: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op graanvulperiode by mielies (Hoofstuk 10).

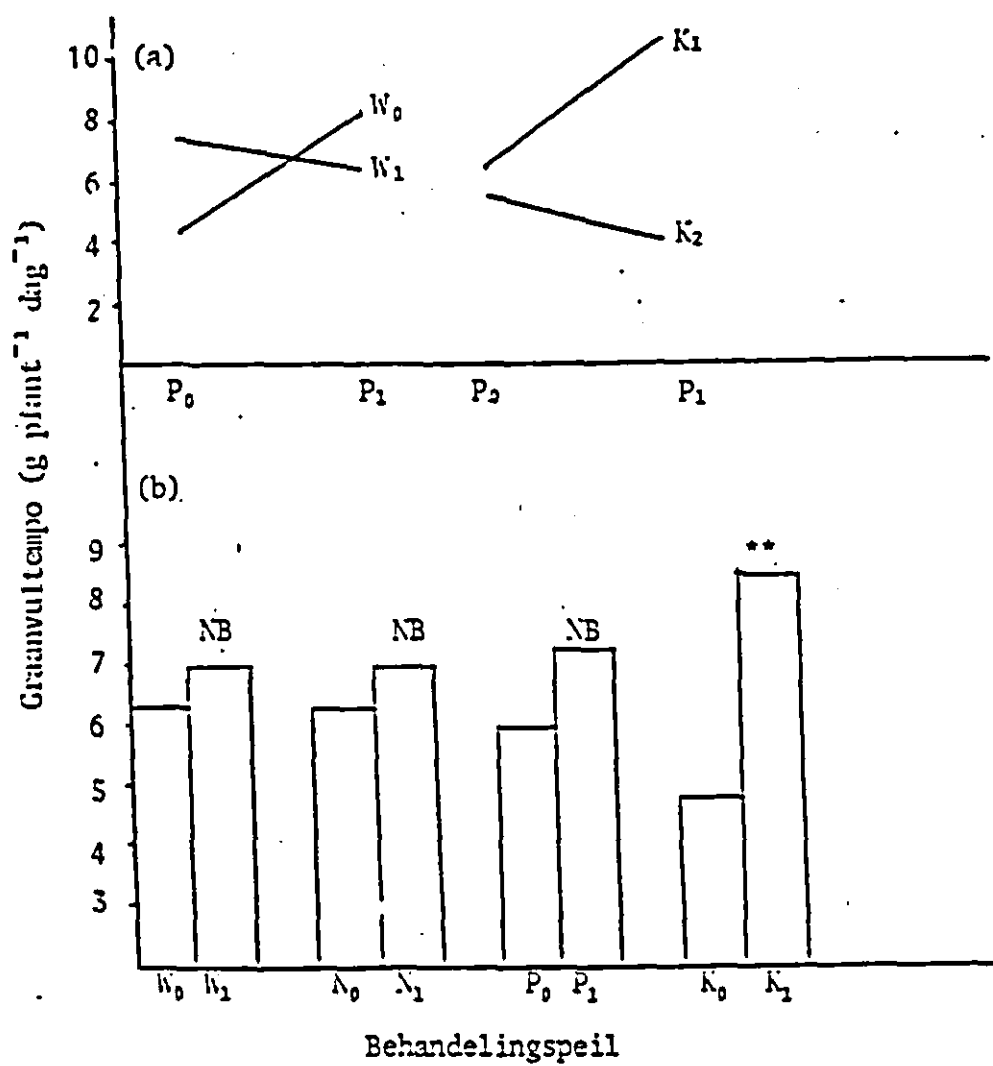


Fig. 11: Wisselwerkings-(a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op graanvultempo by mielies (Hoofstuk 10).

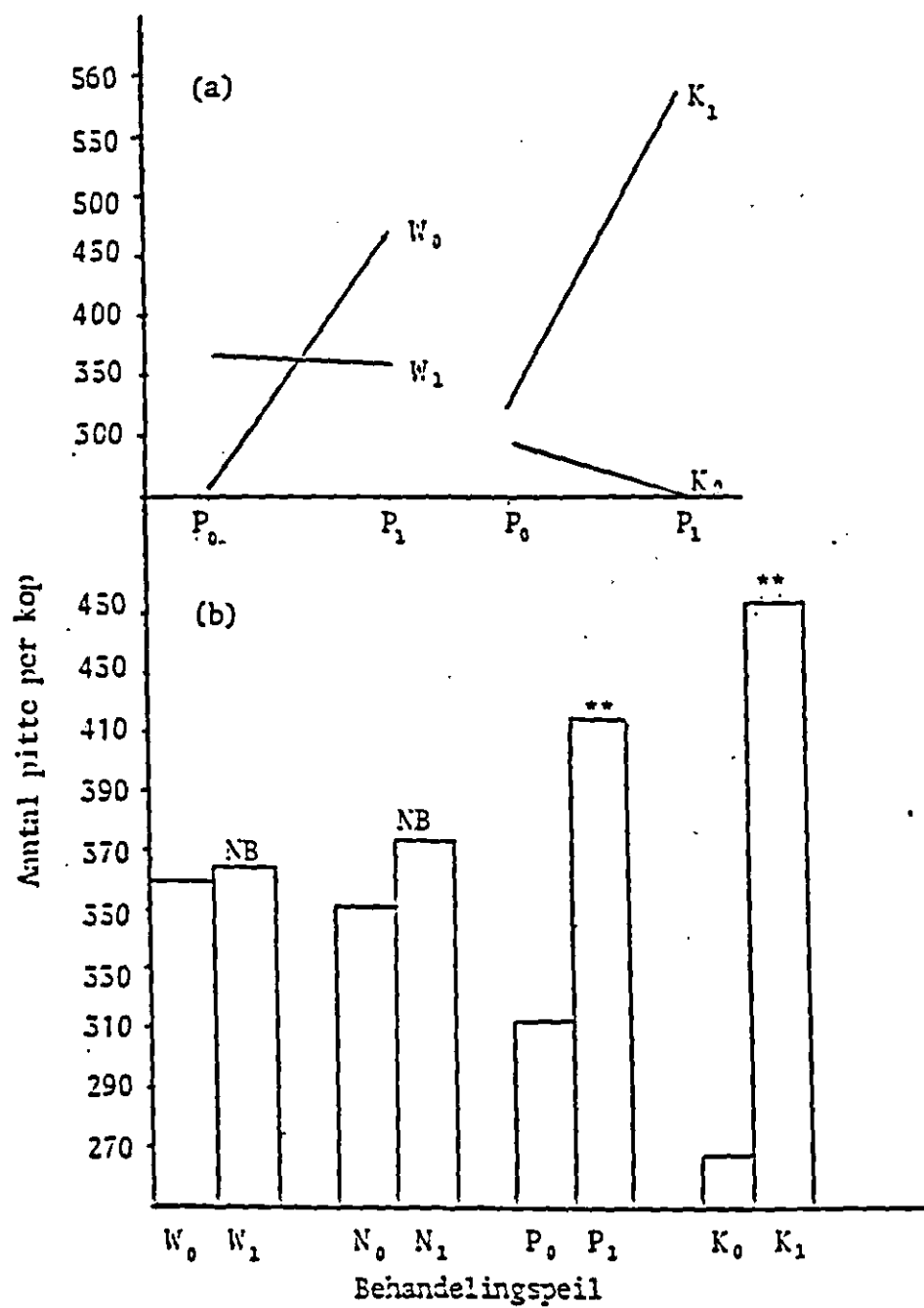


Fig. 12: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op aantal pitte per kop by mielies (Hoofstuk 10).

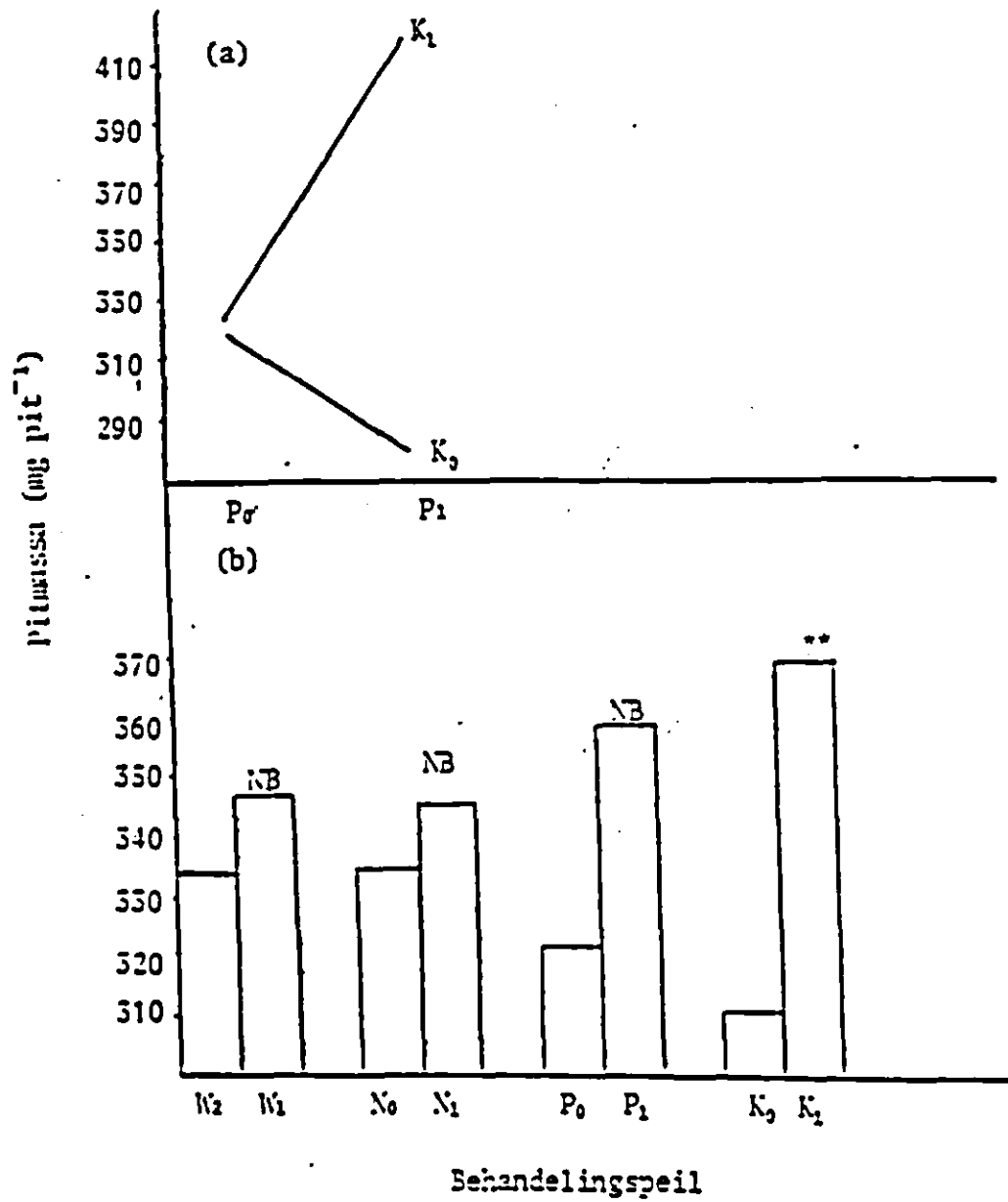


Fig. 13: Wisselwerkings- (a) en hoofeffekte (b) van W, N, P en K op gemiddelde pitmassa by mielies (Hoofstuk 10).