



KWANTIFISERING
EN
VOORSPELLING
VAN
GRONDWATERVERDAMPING
BY
DROËLANDGEWASPRODUKSIE.

J. E. Hoffman

UOVS - SASOL-BIBLIOTEEK



199800900901220000019

HIERDIE EKSEMPLAAR MAG ONDER
GEEN OMSTANDIGHEDE UIT DIE
BIBLIOTEK VERWYDER WORD NIE

**KWANTIFISERING EN VOORSPELLING VAN
GRONDWATERVERDAMPING BY
DROËLANDGEWASPRODUKSIE.**

Josias Eduard Hoffman

**Verhandeling voorgelê om te voldoen aan die vereistes vir die
graad Philosophiae Doctor Agriculturae in die Fakulteit
Landbou, Departement Grondkunde, aan die
Universiteit van die Oranje Vrystaat**

Desember 1997

Promotor: Professor A. T. P. Bennie

Universiteit van die
Oranje-Vrystaat
BLOEMFONTEIN
17 JUL 1998
UOVS SASOL BIBLIOTEEK

T 631.432 HOF

DANKBETUIGINGS

Opregte dank en waardering gaan aan:

Alle eer en lof aan die Almagtige Skepper en Hemelse Vader wat my die talente en vermoë gegee het om die navorsing te doen.

Prof. A. T. P. Bennie (Departement Grondkunde, U.O.V.S.) wat as studieleier opbouende kritiek en kommentaar gelewer het.

Die Waternavorsingskommissie wat die navorsingsprojek gefinansier het.

Die Instituut vir Tropiese en Subtropiese Gewasse, Nelspruit vir die finansiële bystand en tyd beskikbaar gestel.

Mnr. John Jokwane vir sy toegewyde en pligsgetroue assistensie.

My Pa, Jos Hoffman wat my belangstelling in die vak Grondkunde geïnisieer het.

My vrou Erika, vir haar ondersteuning, liefde, bystand en lewendige belangstelling in my werk.

My drie seuns, Josua, Kobus en Gerhard wat hulle pa vir lang tye aan die navorsingsprojek moes afstaan.

“There is nothing in the whole of nature which is more important than, or deserves as much attention as the soil. Truly it is the soil which makes the world a friendly environment for mankind. It is the soil which nourishes and provides for the whole of nature; the whole of creation depends on the soil which is the ultimate foundation of our existence.”

FRIEDRICH ALBERT FALLOU, 1862.

INHOUDOPGAWE

1.	INLEIDING	1
1.1	Literatuuroorsig	1
1.2	Doel van die ondersoek	6
2.	MATERIAAL EN METODEDES	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Proeflokalitete en gronde	7
2.3	Meting van die effek van oppervlakverdamping op die waterinhoud van grondkolomme op verskillende dieptes onder gekontroleerde toestande (laagverdampingseksperiment)	8
2.4	Bepaling van die konstante tempo van verdamping (konstante tempo eksperiment)	11
2.5	Meting van verdamping van verskillende grondoppervlaktoestande (grondoppervlaktoestandeksperiment)	12
2.6	Meting van verdamping vanuit verskillende tekstuurgronde (tekstuureksperiment)	14
2.7	Meting van die effek van beskaduwing op verdamping (skadu-eksperiment)	16
2.8	Meting van grondoppervlakverdamping onder veldtoestande (veldverdampingseksperiment)	16
2.9	Meting van verdamping vanaf bestendige toestande (potensiële verdampingseksperiment)	17

3.	METING EN BEREKENING VAN DIE VERDAMPING VAN WATER VANAF DIE GRONDOPPERVLAK	20
3.1	Inleiding	20
3.2	Verdampingsproses	24
3.2.1	Aanvanklike konstante tempo fase of begin stadium	24
3.2.2	Dalende tempo stadium.	27
3.3	Resultate en bespreking	32
3.3.1	Bepaling van potensiële verdamping	32
3.3.2	Bepaling van die konstante tempo van verdamping	33
3.3.3	Bepaling van verdamping vanuit dun lae onder gekontroleerde toestande (laagverdampingseksperiment)	39
3.4	Opsomming en gevolgtrekking	74
4.	FAKTORE WAT GRONDOPPERVLAKVERDAMPING BEÏNVLOED	77
4.1	Inleiding	77
4.2	Resultate en bespreking	81
4.2.1	Meting van verdamping van verskillende grondoppervlaktoestande (grondoppervlaktoestandeksperiment).	82
4.2.2	Meting van verdamping vanuit verskillende tekstuurgronde (tekstuureksperiment)	86
4.2.3	Meting van die effek van beskaduwing op verdamping (skadu-eksperiment)	91
4.2.4	Meting van grondoppervlakverdamping onder veldtoestande (veldverdampingseksperiment)	98
4.3	Opsomming en gevolgtrekking	103

5.	ONTWIKKELING VAN SIMULASIE VERDAMPINGSMODELLE EN VERIFIËRING VAN DIE VOORSPELLINGSPROSEDURE TEEN VELDMETINGS	105
5.1	Inleiding	105
5.2	Ontwikkeling van voorspellingsmodelle vir grondoppervlakverdamping	109
5.3	Beraming van grondoppervlakverdamping.	120
5.3.1	Ritchiemodel.	120
5.3.2	Kijnemodel.	121
5.3.3	Rosemodel.	122
5.3.4	Al-Khafafmodel.	122
5.3.5	Beramingsprosedure van grondoppervlakverdamping.	123
5.4	Verifiëring van voorspellingsprosedures teen veldlesings.	124
5.5	Opsomming en gevolgtrekking	130
6.	SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING	134
	OPSOMMING	140
	SUMMARY	142
	LITERATUURVERWYSINGS	144

HOOFSTUK 1

INLEIDING

1.1 Literatuuroorsig

In 'n water arm land lewer reënval die belangrikste bydrae tot gewasproduksie in droëlandboerdery. Dit is daarom belangrik dat so veel as moontlik reënval gedurende die wateropgaringsperiode, wat strek vanaf oes tot aanplanting van die daaropvolgende gewas, in die bewortelingsone van die profiel opgegaar moet word. Die reënvalverspreiding gedurende die wateropgaringsperiode in die halfdroë somerreënval saaistreke is swak en word opgevolg deur lang droë periodes met hoë temperature. In 'n studie deur Hoffman (1990) waarin die komponente van die waterbalansvergelyking (Hillel, 1972) by verskillende bewerkingspraktyke gedurende die wateropgaringsperiode ondersoek is, is gevind dat grondoppervlakverdamping die grootste deel van die verliese uitmaak. Die waterbalansvergelyking van Hillel (1980) kan as volg vir die wateropgaringsperiode herskryf word:

$$\Delta W = R - A \pm P - E \quad 1.1$$

waar: ΔW = verandering in die profielwaterinhoud (mm)
R = reënval (mm)
A = afloop (mm)
E = grondoppervlakverdamping (mm)
P = hoeveelheid water wat deur afwaartse perkolasievloei dieper as die wortelsone vloei (-) of deur opwaartse vloei (+) vanaf 'n vlak watertafel of natter lae die waterinhoud van die wortelsone aanvul (mm).

'n Aansienlike persentasie van die jaarlikse reënval gaan as gevolg van grondoppervlakverdamping vir droëland akkerbouproduksie verlore. Jalota & Prihar

(1990) haal 'n aantal outeurs (Hide, 1954; Harrold, Peters, Drebelbis & McGuiness, 1959; Peters & Russel, 1959) aan wat die verlies as gevolg van grondoppervlakverdamping tussen 50 tot 70 % van die jaarlikse reënval beraam. Volgens Unger & Phillips (1973) gaan daar sowat 70 % van die jaarlikse reënval as grondoppervlakverdamping verlore.

Volgens Bennie, Hoffman, Coetzee & Vrey (1994) berus effektiewe en volhoubare droëlandsaaiboerdery op die beginsel dat lae en wisselvallige reënval optimaal benut behoort te word. Grondbewerkingspraktyke moet sodanig toegepas of aangepas word om maksimale opgaring van reënval gedurende die wateropgaringsperiode te verseker. As verdampingsverliese met slegs 10 % deur beter waterbestuur verlaag kan word, kan dit 'n aansienlike bydrae tot die hoeveelheid plantbeskikbare water vir produksiedoeleindes maak. Met 'n jaarlikse reënval van byvoorbeeld 580 mm beteken dit dat daar 58 mm meer water vir gewasproduksie beskikbaar is. By koringverbouing kan dit tot 'n verhoging van nagenoeg 300 kg/ha graanproduksie lei.

Ten einde 'n verlaging in grondoppervlakverdamping te bewerkstellig, is dit belangrik om die evaporasieproses in detail te bestudeer. Hillel (1980) onderskei aan die hand van werk gedoen deur Fischer (1923), tussen drie fases van verdamping, naamlik:

- 1) 'n aanvanklike konstante tempo of beginstadium;
- 2) 'n intermediêre dalende tempo fase en
- 3) 'n residuele stadige tempo fase.

Verskeie metodes word wêreldwyd toegepas om evaporasie te verminder of te beheer. Die antieke Romeine en ook die Chinese het beseft dat baie water deur grondoppervlakverdamping verlore gaan en het daarom plat klippe tussen die plante op die grond gepak (Jacks, Brind & Smith, 1955). Deur die grondoppervlak met 'n stoppeldeklaag af te skerm, kan verdamping dan ook tydens die eerste fase verminder word (Aase & Tanaka, 1987). Navorsingsresultate van Smika (1983) toon aan dat staande koringstoppels, van byvoorbeeld geenbewerking, baie meer effektief was om die windsnelheid op die grondoppervlak te verlaag as stoppels wat plat lê (soos byvoorbeeld by deklaagbewerking). 'n Oesrestedeklaag wat plat lê het ook 'n skadu-effek tot gevolg wat die absorpsie van inkomende sonstraling verlaag. Aase en Tanaka

(1987), asook Izaurre, Hobbs & Swallow (1986) het verder gevind dat die grondtemperatuur, en sodoende die energie beskikbaar vir verdamping, ook deur die afskermeffek van die oesrestedeklaag verlaag word. As gevolg hiervan het 'n skoon grondoppervlak soos met konvensionele bewerking verkry, 'n hoër aanvanklike verdampingstempo as deklaag- en geenbewerking gehad (Unger & Parker, 1976; Smika, 1983; Aase & Tanaka, 1987). Unger & Parker (1976) het gevind dat die verdampingstempo van onbedekte grond slegs gedurende die eerste vyftien dae na reën vinniger as dié van oesrestedeklaagbewerking was.

Alhoewel bewerkings met 'n oesrestedeklaag laer aanvanklike verdampingstempo's as kaal onbewerkte gronde gehad het, het Unger & Parker (1976) gevind dat daar slegs klein verskille in die kumulatiewe verdamping tussen genoemde bewerkingsbehandelings was. Geploegde grond bereik gouer die derde fase van verdamping as in die geval van 'n oesrestedeklaag. Geenbewerking neem volgens Aase & Tanaka (1987) langer om die derde fase te bereik as gevolg van 'n groter afskermingseffek wat deur die regopstaande oesrestedeklaag bewerkstellig word.

Die hoeveelheid grondoppervlakverdamping wat gedurende die wateropgaringsperiode kan voorkom, kan met behulp van modelle gesimuleer word. Die voorspelling van verdamping met behulp van rekenaarmodelle kan in twee hoofgroepe verdeel word. Die eerste groep modelle maak van weerkundig meetbare veranderlikes soos straling, temperatuur, humiditeit, windspoed en reënval gebruik om die ordegrootte van verdamping te voorspel (Fuchs, Tanner, Thurtell & Black, 1969; Staple, 1974; Van Bavel & Hillel, 1976; Hall & Dancette, 1978; De Bruin & Holtslag, 1982; Lascano & Van Bavel, 1986; Lascano, Van Bavel, Hatfield & Upchurch, 1987; Katul & Parlange, 1992a; Katul & Parlange, 1992b). Die tweede groep maak van grondeienskappe soos waterinhoud, hidroliese geleiding, diffusiwiteit en watervloed gebruik (Richards, Gardner & Otaga, 1956; Gardner, 1959; Bresler & Hanks, 1969; De Wit & Van Keulen, 1975; Gardner, 1973; Hammel, Papendick & Campbell, 1981; Gardner, 1983; Poulouvassilis & Psychoyou, 1985; Boesten & Stroosnijder, 1986; Stroosnijder, 1987).

Die verdampingsproses van die eerste groep modelle word gedurende al drie die fases

slegs deur eksterne faktore beheer, terwyl die modelle van die tweede groep ook die beperking wat die grond op die proses het, in ag neem.

Die meeste modelle verdeel egter die verdampingsproses in twee en nie in drie fases nie. Die laaste twee fases word saam as 'n dalende tempo fase beskou. In die tweestadium benadering word die verdampingsproses gedurende die eerste stadium deur die eksterne energie alleen beheer, terwyl die tweede stadium voorsienings- en grondafhanklik is (Yunusa, Sedgley, Tennant & Belford, 1993b). Die navorsers het verder tot die gevolgtrekking gekom dat die insluiting van die eerste stadium by grondoppervlakverdampingsmodelle die beraming van verdamping onnodig kompliseer. Verskeie vergelykings vir die beraming van grondoppervlakverdamping gedurende die dalende tempo stadium bestaan. Yunusa *et. al.* (1993b) het in 'n mikrolisimeterstudie, waarin vier vergelykings getoets is, gevind dat die vergelyking wat deur Ritchie (1972) voorgestel is, die beste voorspelling gegee het. Goeie verwantskappe is ook deur vergelykings van Gardner (1959) en Rose (1968) verkry. Geeneen van die modelle is egter nog onder plaaslike toestande getoets nie en kan daarom nie sondermeer gebruik word nie.

Verdamping vanaf die grondoppervlak word op verskeie wyses gemeet. Die metings word in die laboratorium sowel as onder natuurlike toestande in die veld gedoen. Die apparaat wissel van goedkoop en eenvoudige apparate tot duur gesofistikeerde apparatuur. Verdamping kan ook met behulp van indirekte metodes bepaal word. Voorbeelde hiervan is infrarooi termometers en elektriese geleiding.

Een van die akkuraatste metodes om verdamping mee te bepaal is om van lisimeters gebruik te maak. 'n Lisimeter met afmetings van 1.7 x 1.7 x 1.8 m is deur Aase & Tanaka (1987) gebruik. Brun, Enz, Larsen & Fanning (1986) het 'n kleiner lisimeter van 1.52 x 1.52 x 1.52 m gebruik. Verdamping is deur Smika (1983) met behulp van 'n lisimeter van een kubieke meter bepaal.

Verskeie navorsers maak van kleiner of sogenaamde mikrolisimeters gebruik. Die een groep navorsers het grondverdamping in die laboratorium gemeet terwyl 'n ander groep dit direk in die veld gemeet het. Silinders van 100 mm deursnee en 950 mm hoogte en

gepak tot veldbrutodigtheid is deur Gill & Prihar (1983) gebruik. PVC silinders van 300 mm lengte is onderskeidelik deur Gill, Jalota, Prihar & Chaudhary (1977) en Minhas & Gill (1985) in laboratoriummetings gebruik. Bond & Willis (1971) het vierkantige buise 150 x 150 x 450 mm gebruik. Groot PVC silinders met 'n deursnee van 1020 mm en 610 mm hoogte is deur Unger & Parker (1976) in die laboratorium gebruik om verdamping mee te bepaal.

Geelkoper lisimeters van 760 mm in deursnee en 146 mm lengte is deur Boast & Robertson (1982) gebruik om verdamping onder natuurlike toestande te meet. 'n Stel mikrolisimeters is elke tweede dag geïnstalleer. Dieselfde deursnee silinders wat 'n bietjie langer is nl. 150 mm is deur Matthias, Salehi & Warrick (1986) gebruik. Laasgenoemde navorsers het egter mikrolisimeters van staal in plaas van geelkoper gebruik.

Verdamping is met behulp van 'n gravimetriese metode, waar grondkerne daaglik op spesifieke diepte-intervalle getrek word, deur Minhas, Khosla & Prihar (1986) bepaal. Dieselfde metode is ook deur Ehlers & Van der Ploeg (1976) gebruik. Bogenoemde navorsers het ook die verskil in grondwaterinhoud daaglik met behulp van tensiometers wat op verskillende dieptes geïnstalleer was, bepaal. Die verdamping is dan vanaf die syfers bereken. Aase & Tanaka (1987) het ook van hierdie metode gebruik gemaak om verdamping te bepaal.

Neutronvogmeters is deur Smika (1983) gebruik om die grondwaterinhoud van grond te bepaal. Verdamping is ook op dié wyse deur Aase & Tanaka (1987) bepaal.

Matthias, Salehi & Warrick (1986) het die grondtemperatuur met behulp van 'n infrarooitermometer gemeet en die hoeveelheid verdamping vanaf die waardes bereken.

'n Klas A-verdampingspan wat met grond gevul is, is deur Osozawa & Kasubuchi (1987) gebruik om die potensiële verdamping te meet. Die pan is aan 'n waterge vulde houer verbind wat die water in die grond op 'n konstante hoogte hou. Die verskil in

watervlak in die waterhouer is daaglik gebruik om die potensiële verdamping te bereken.

1.2 Doel van die ondersoek

Vanuit die voorafgaande bespreking is dit duidelik dat om effektiewe grondwaterbestuur in droëlandsaaiboerdery toe te pas, dit noodsaaklik is om die grondoppervlakverdamping gedurende die wateropgaringsperiode akkuraat te kan voorspel. Verskillende bestaande modelle moes dus onder plaaslike toestande getoets en geverifieer word om 'n geskikte model vir die doel te vind. Metodes is ook ondersoek waarmee evaporasie verminder kan word. Die doelwitte van die studie was as volg:

- Om :
- 1) die invloed van grondeienskappe op die grondoppervlakverdampingsproses te bepaal.
 - 2) die effek van sekere grondbewerkingspraktyke op grondoppervlakverdamping te bepaal.
 - 3) die bestaande modelle wat grondoppervlakverdamping vanaf verskillende grondtoestande beraam, te toets.
 - 4) 'n prosedure waarvolgens grondoppervlakverdamping vanaf verskillende grondeienskappe voorspel kan word, te ontwikkel.

HOOFSTUK 2

MATERIAAL EN METODEDES

2.1 Inleiding

Effektiewe en volhoubare waterbestuur by droëlandsaaiboerdery berus op die beginsel dat lae en wisselvallige reënval, onder toestande van 'n hoë atmosferiese verdampingsaanvraag, optimaal benut behoort te word.

'n Studie is daarom uitgevoer om te bepaal hoe daar met verskillende grondbewerkingsbehandelings gepoog kan word om grondwater op die mees doeltreffende wyse te benut. 'n Navorsingsprojek getitel: **Opgaring en benutting van reënwater in grond vir die stabilisering van plantproduksie in halfdroë gebiede** (Bennie, Hoffman, Coetzee & Vrey, 1994) is daarom te Bloemfontein, Petrusburg, Hoopstad en Tweespruit uitgevoer. Met hierdie projek is die grondprofielwaterinhoud van die wateropgaringspersele by die onderskeie navorsingsterreine maandeliks met behulp van 'n neutronvogneter bepaal. Die waterinhoud van elke 300 mm diepte is vir die hele profiel bepaal en die hoeveelheid perkolasie is deurlopend met behulp van dreineringsvergelykings bereken.

2.2 Proeflokalitete en gronde

'n Verdampingstudie is onder gekontroleerde toestande in die veld uitgevoer om vas te stel hoe verskillende grondbewerkingsbehandelings grondoppervlakverdamping beïnvloed. Weens die afstand tussen Bloemfontein en die ander navorsingsterreine, is daar onversteurde monsters van gronde by die onderskeie behandelings van elke lokaliteit getrek. Dit is gedoen deur mikrolisimeters by elk van die onderskeie behandelings te installeer en na installasie te verwyder om later gesamentlik by die Bloemfontein proefterrein weer in die grond te plaas.

Die vier gronde wat by die onderskeie proeflokaleite van die projek voorkom, is in die studie gebruik. Die deeltjiegrootteverspreiding van die vier gronde wat gebruik is, word in Tabel 2.1 aangetoon.

Tabel 2.1: Deeltjiegrootteverspreiding van die vier gronde wat oorwegend gebruik is

TERREIN	GRONDVORM	FAMILIE	DIEPTE mm	GROFSAND %	MED.SAND %	FYNSAND %	GROF + FYNSLIK %	KLEI %
Bloemfontein	Bainsvlei	Amalia (Bv3200)	0 - 300	0,30	8,92	83,28	2,00	8,00
			300 - 600	0,16	6,60	77,76	4,00	14,00
Petrusburg	Hutton	Ventersdorp (Hu3200)	0 - 300	0,14	9,57	79,14	2,00	6,00
			300 - 600	0,14	8,55	77,10	2,00	14,00
Hoopstad	Clovelly	Mooilaagte (Cv3200)	0 - 300	1,48	27,12	66,06	0,00	5,00
			300 - 600	1,18	24,38	57,22	2,00	14,00
Tweespruit	Westleigh	Mareetsane (We2000)	0 - 300	0,76	2,44	81,92	4,00	12,00
			300 - 600	1,20	2,98	70,50	6,00	20,00

2.3 Meting van die effek van oppervlakverdamping op die waterinhoud van grondkolomme op verskillende dieptes onder gekontroleerde toestande (laagverdampingseksperiment)

Grondoppervlakverdamping is met behulp van die mikrolisimeter metode van Boast & Robertson (1982) bepaal. Die mikrolisimeters wat in die studie gebruik is was van PVC-pyp gemaak en het 'n binnedeursnee en lengte van onderskeidelik 60 en 315 mm en 'n wanddikte van een mm gehad (Figuur 2.1). Die mikrolisimeters het elkeen aan die onderkant 'n tien mm dik Vesconylonprop wat styf pas gehad om dit af te seël. Elf stelle van vier mikrolisimeters elk, wat as replikasies gedien het, is van die onderskeie behandelings op al vier navorsingsterreine gemonster. 'n Verteenwoordigende stuk grond is by elke navorsingsterrein van die onderskeie grondbewerkingsbehandelings gekies. Die bewerkingsbehandelings was konvensionele bewerking, waar die grond geploeg en dus geen plantreste op die oppervlak gelaat is nie, deklaagbewerking waar die grond vlak bewerk en die maksimum hoeveelheid plantreste op die oppervlak gelaat is en geenbewerking waar die grond glad nie versteur is nie en alle plantreste op die grond gelaat is. By die konvensioneel bewerkte persele is twee blokke, en by die deklaag en geenbewerkte persele elk een blok van 1000 x 1500 mm met 100 mm water benat. Direk nadat die water geïnfiltreer het, is die benatte oppervlak met 'n plastiekseil bedek en 'n

dun lagie grond is bo-oor gegooi om verdamping te verhoed. Die benatte oppervlakke is vir drie dae lank bedek gelaat om die gronde toe te laat om veldwaterkapasiteit te bereik voordat die mikrolisimeters geïnstalleer is.

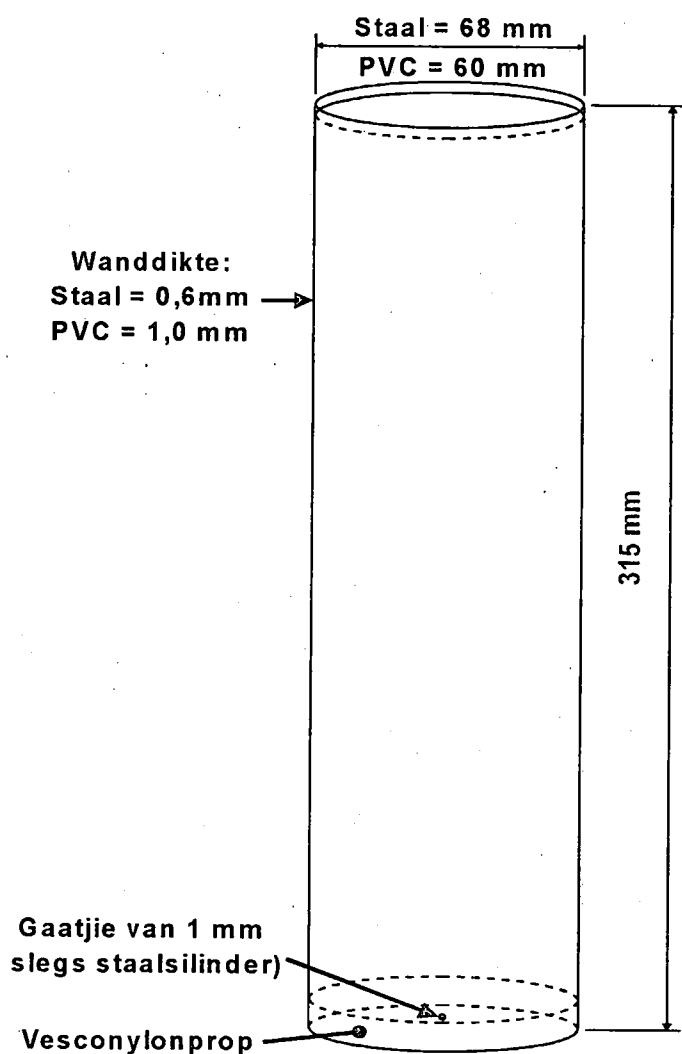
Die mikrolisimeters is op die verskillende blokke van die onderskeie behandelings met behulp van 'n hidrouliese pers 300 mm diep ingedruk en dadelik weer uitgehaal. Die massa van die mikrolisimeters en proppe is individueel voor 'n installasie bepaal. Die Vesconylonprop is hierna van onderaf ingedruk. Die grondkolom het met die installasie van die prop tot vyf mm vanaf die boonste rand opgeskuif. Die spasie was nodig om te verseker dat van die grond nie tydens die weegproses uitval nie. Die mikrolisimeters is dadelik na trekking geweeg en daarna met behulp van 'n dun plastiekfilm ("Glad Wrap") verseël om verdamping te verhoed. Die mikrolisimeters met die onversteurde monsters is in 'n krat verpak, verseël en na die Bloemfontein navorsingsterrein vervoer. Voor herinstallasie te Bloemfontein is al die lisimeters weer geweeg en water bygevoeg indien nodig om dit weer tot die aanvangswaterinhoud te bring.

Die volgende behandelings is in die studie gebruik:

- KONTROLE:** Grond waarop geen bewerking toegepas is en glad nie versteur is nie, maar wel reën ontvang het.
- VLAKLOS:** Deklaagbewerkte grond wat een reënbui ontvang het nadat die grond 100 mm diep met 'n vlerkskaarimplement losgemaak is.
- DIEPLOS:** Konvensioneel bewerkte grond (skaarploeg 200 mm diep). Die toestand direk na die eerste reënbui op die primêre skaarploegbewerkte grond wat as gevolg van die reën effens vasgesak het.
- VERSTEUR:** Dieselfde as DIEPLOS behalwe dat die grond na reën 100 mm diep losgemaak is. Die doel van die behandeling was om deur middel van 'n los bolaag en 'n diskontinuiteit in die poriegeometrie te poog om die vloei van water na die oppervlak te vertraag en sodoende verdamping te verlaag.

Die mikrolisimeters is verspreid langs 'n outomatiese weerstasie, op 'n oop stuk grond (verdampingsterrein) van 1,5 x 3 m op 'n ruitpatroon geïnstalleer. PVC-buise met 'n

binnedeursnee van vyf mm groter as die buitemate van die mikrolisimeters is in die grond geplaas sodat die bo-ente gelyk met die grondoppervlak was. Die mikrolisimeters is in die PVC-buise laat sak totdat dit ook gelyk met die grondoppervlak was. Die posisie van die lisimeters is ewekansig bepaal. Die mikrolisimeters se posisies in die verdampingsterrein is elke keer tydens die weegproses geroteer om te verhoed dat mikrolisimeters heelyd in die dieselfde posisie is. 'n Verskuifbare reënskerm is oor die mikrolisimeteruitleg tydens reën buie geplaas. Die omringende grond is voor uitplasing van die mikrolisimeters ook benat om 'n oase-effek uit te skakel.



Figuur 2.1. Skematiese voorstelling van die mikrolisimeters wat vir die meting van grondoppervlakverdamping gebruik is.

Die massas van al die mikrolisimeters is met die aanvang en na onderskeidelik een, twee, drie, vier, vyf, sewe, tien, 16, 28 en 52 dae bepaal. Al die mikrolisimeters is tussen 07:00 en 08:00 op die onderskeie dae geweeg om die waterinhoud, verdampingsverlies en die kumulatiewe verdamping oor die tydperk te bepaal. Een stel mikrolisimeters van elk van die vier behandelings is met die aanvang en na onderskeidelik een, twee, drie, vier, vyf, sewe, tien, 16, 28 en 52 dae getrek om die waterinhoud per laag te bepaal. Die mikrolisimeters is van 0-100 mm in vyf, 20 mm lae en van 100 tot 300 mm in vier 50 mm lae verdeel. Die grondkolom is met behulp van 'n pers horisontaal uit die PVC-silinder gedruk en elke lagie grond is in 'n aparte, vooraf geweegde papiersakkie opgevang. Die gemiddelde gravimetriese waterinhoud en brutodigtheid van elke lagie is bepaal nadat die grond vir 24 uur by 105 °C gedroog is. Die gemiddelde volumetriese waterinhoud, vloed en diffusiwiteit van elke lagie is vanaf die data bereken.

2.4 Bepaling van die konstante tempo van verdamping (konstante tempo eksperiment)

Dieselfde vier behandelings as in die laagverdampingseksperiment is gekies om te bepaal of gronde 'n konstante fase van grondoppervlakverdamping het (Hillel, 1980), en indien wel hoe lank hierdie fase duur. In hierdie eksperiment is daar weereens van die PVC mikrolisimeters gebruik gemaak om onversteurde monsters te neem (Sien afdeling 2.3). Die mikrolisimeters was met die aanvang van die eksperiment by veldwaterkapasiteit en is op die eerste dag voor 07:00 in die veld uitgeplaas. Vanaf die begin tot en met die tweede dag is die massas van die onderskeie mikrolisimeters om 07:00, 12:00 en 17:00 bepaal terwyl dit op die derde dag slegs om 07:00 en 12:00 vasgestel is. Hierna is die massas slegs daaglik tot en met die vyfde dag bepaal. Die mikrolisimeters se posisies in die verdampingsterrein is elke keer tydens die weegproses geroteer om te verhoed dat mikrolisimeters heertyd in die dieselfde posisie is. Die grondoppervlakverdamping van die verskillende mikrolisimeters is vir elkeen van die verskillende tydperke bepaal. Die gemiddelde grondoppervlakverdamping en grondoppervlakverdampingstempo van elke mikrolisimeter is in die eksperiment bepaal.

2.5 Meting van verdamping van verskillende grondoppervlaktoestande (grondoppervlaktoestandeksperiment)

Grondoppervlakverdamping is met behulp van die mikrolisimetermetode van Boast & Robertson (1982) bepaal. Vier staal mikrolisimeters (Figuur 2.1), wat as replikasies dien, is gebruik om by elke behandeling op al vier terreine *in situ* monsters te neem. Die staal mikrolisimeters is met behulp van 'n hidrouliese pers 300 mm diep ingedruk en dadelik weer uitgehaal. Die mikrolisimeters het elk ook twee klein een millimeter deursnee gaatjies elf millimeter van onder af gehad. Dit is gebruik om die mikrolisimeter te benat en om oortollige water te dreineer. Na benatting en voor daar met 'n reeks verdampingsmetings begin is, is die twee gaatjies waterdig verseël.

Die bewerkingsbehandelings waarop die verdampingsmetings gedoen is was as volg:

- KONPLOEG:** 'n Konvensioneel bewerkte grond wat 200 mm diep met 'n skaarploeg losgemaak is, voordat die mikrolisimeter geïnstalleer is, (toestand direk na die primêre skaarploegbewerking).
- KONLOS:** Vooraf geploegde grond wat reeds reën gehad het en daarna 100 mm diep losgemaak is voordat installasie plaasgevind het (toestand nadat eerste vlak sekondêre bewerking gedoen is).
- KONVAS:** 'n Konvensioneel bewerkte toestand waarvan die grond reeds na 'n aantal reënbuie vasgesak het. Dit verteenwoordig die grondtoestand aan die einde van die wateropgaringsperiode voor plant en voordat vlakbewerking uitgevoer word.
- DEKLOS:** 'n Deklaagbewerkte toestand wat met 'n vlerkskaarimplement voor installasie 100 mm diep losgemaak is.
- DEKVAS:** 'n Deklaagbewerkte grond wat vasgesak het en reeds 'n aantal buie reën ontvang het. Dit is nie voor installasie losgemaak nie.
- GEEN:** 'n Grond waarop geen bewerking toegepas word en glad nie bewerk is nie.

Die bewerkingsbehandelings is op die gronde van die vier proeflokalisiteite uitgevoer. Verdamping van die verskillende gronde is onder dieselfde atmosferiese toestande by

Bloemfontein vergelyk. Die gemiddelde uurlikse temperatuur, straling, windspoed, dampdruktekort en atmosferiese verdampingsaanvraag is deurlopend met behulp van 'n outomatiese weerstasie gemeet. Die daaglikse Klas A panverdamping is ook bepaal.

Twee eksperimente is uitgevoer. By die eerste hiervan was al die mikrolisimeters versadig en is daarna toegelaat om uit te droog. By die tweede eksperiment het die mikrolisimeters vanaf 'n aanvangswaterinhoud gelykstaande aan veldkapasiteit begin. Die mikrolisimeters van die verskillende behandelings en die onderskeie gronde is versadig, almal saam in 'n bak met water geplaas en vir 'n week toegelaat om van onder af nat te word. Deur die waterhoogte in die bak op 200 mm te hou, kon die mikrolisimeters versadig word. Met 'n 50 mm waterhoogte kon die mikrolisimeters tot veldkapasiteit benat word. Om veldkapasiteit te bereik, is die mikrolisimeters aan die bokant met plastiek bedek en met 'n rubberrekkie vasgemaak. Die mikrolisimeters is twee dae lank toegelaat om te dreineer waarna die dreineringsgaatjies verseël is. Die mikrolisimeters wat versadig was, is aan die onderkant verseël nadat dit uit die bak gehaal is.

Die mikrolisimeters is daaglik voor sonop geweeg om die hoeveelheid verdamping van water te bepaal. Die mikrolisimeters se posisies in die verdampingsterrein is elke keer tydens die weegproses geroteer om te verhoed dat mikrolisimeters heeltyd in die dieselfde posisie is. Na voltooiing van die versadigingseksperiment is die oppervlak van die behandelings, wat aanvanklik los was, weer kunsmatig met 'n mes losgemaak en al die mikrolisimeters is tot veldkapasiteit toe benat, geweeg, uitgeplaas en toegelaat om uit te droog. Die doel met die tweede of veldkapasiteitseksperiment was om toestande waar reënbuie met tussenposes val, na te boots. Die mikrolisimeters is tien dae lank gelaat om uit te droog, waartydens dit daaglik en later met langer tussenposes geweeg is. Die aand van dag tien, nadat die mikrolisimeters geweeg is, is agt millimeter "reën" by wyse van sprinkelbesproeiing toegedien. Daarna het sewe dae verloop voordat 22 mm "reën" tussen dae 17 en 18 toegedien is en 'n verdere vier dae voordat vyf millimeter "reën" tussen dae 21 en 22 toegedien is. Na dag 22 is uitdroging toegelaat tot dag 80.

Na afloop van die laaste eksperiment is die mikrolisimeters vir 24 uur by 105 °C uitgedroog om die massa van die grond te bepaal. Die gemiddelde volumetriese waterinhoud en brutodigtheid van elke mikrolisimeter kon dus bereken word.

Dieselfde staal mikrolisimeters is in beide eksperimente gebruik. Dit is langs 'n outomatiese weerstasie, verspreid in die verdampingsterrein van 1,5 x 3 m, op 'n ruitpatroon geïnstalleer. PVC-buise met 'n binnedeursnee van vyf millimeter groter as die buitemate van die mikrolisimeters is in die grond geplaas sodat die bo-ente gelyk met die grondoppervlak was. Die mikrolisimeters is in die PVC-buise laat sak totdat dit ook gelyk met die grondoppervlak was. Die posisie van die mikrolisimeters is ewekansig bepaal. 'n Verskuifbare reënskerm is oor die mikrolisimeteruitleg tydens reënbuie geplaas. Die omringende grond is voor uitplasing van die mikrolisimeters ook benat om 'n oase-effek uit te skakel. Die grondoppervlakverdamping en kumulatiewe grondoppervlakverdamping van elke mikrolisimeter is bepaal.

2.6 Meting van verdamping vanuit verskillende tekstuurgronde (tekstuureksperiment)

Nadat die laagverdampingseksperiment vir die gronde van elke proeflokaleiteit uitgevoer is, is 'n studie gedoen om die grondoppervlakverdamping van 'n tekstuurreeks gronde te meet. Gronde met 'n klei-inhoud wat varieer tussen 2 en 55 % klei is geselekteer en die partikel-analise is uitgevoer. Uit 'n groep gronde is nege gronde met die volgende klei-inhoude nl. 2, 5, 6, 8, 12, 15, 23, 44 en 55 % klei gekies. Die deeltjiegrootteverspreiding van die nege gronde word in Tabel 2.2 aangetoon.

Dieselfde PVC mikrolisimeters as in die laagverdampingseksperiment is ook in die tekstuureksperiment gebruik. Die onderste en boonste grens van plantbeskikbare water (PBW, $\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$) is vanaf die slik- en kleipersentasie (S + K, %) volgens die formules soos voorgestel deur Bennie, Coetzee, Van Antwerpen, Van Rensburg en Burger (1988) bereken:

Boonste grens van plantbeskikbare waterinhoud:

$$(\text{PBW}_{\text{bo}}) = 0,0037 \times (\text{S} + \text{K}) + 0,139 \quad 2.1$$

Onderste grens van plantbeskikbare waterinhoud:

$$(\text{PBW}_{\text{onder}}) = 0,00385 \times (\text{S} + \text{K}) + 0,013 \quad 2.2$$

Hierdie vergelykings impliseer dat slegs PBW_{onder} bepaal hoef te word en deur byvoeging van 'n konstante waarde sal die gronde tot PBW_{bo} benat wees. By PBW_{onder} van elke grond is daar onderskeidelik 0,125 en 0,06 $\text{mm}^3.\text{mm}^{-3}$ getel en as die aanvangswaterinhoud van die onderskeie gronde geneem. Die waarde van 0,125 $\text{mm}^3.\text{mm}^{-3}$ verteenwoordig PBW_{bo} , terwyl die waarde 0,06 $\text{mm}^3.\text{mm}^{-3}$ die helfte van die plantbeskikbare waterinhoud (PBW_{half}) wat kan verdamp verteenwoordig.

Tabel 2.2: Deeltjiegrootteverspreiding en tekstuurklas van die verskillende gronde.

Grond- nommer	Grofsand (%)	Med. Sand (%)	Fynsand (%)	Grof & fyn- slik (%)	Klei (%)	Slik & klei (S+K) (%)	Tekstuurklas
1	2.01	32.20	60.86	2	2	4	Sand
2	1.48	27.12	66.06	0	5	5	Sand
3	0.14	9.57	79.14	2	6	8	Sand
4	0.30	8.92	83.28	2	8	10	Sand
5	0.76	2.44	81.92	4	12	16	Leemsand
6	1.26	11.58	67.37	3	15	18	Sandleem
7	1.38	3.08	61.37	2	23	25	Sandkleileem
8	2.86	3.56	42.62	5	44	49	Sandklei
9	2.67	3.63	35.96	11	55	66	Sandklei

Drie replikasies lugdroë grond is van elke tekstuurklasgrond geneem en vir beide stelle van PBW_{bo} en PBW_{half} is 1780 g grond in elke mikrolisimeter afgeweg om die volume tot twee millimeter vanaf die boonste rand te vul. Die mikrolisimeters is liggies op 'n sagte doek gestamp om dit tot op die regte vlak te vul. Hierna is die berekende hoeveelheid verdampbare water bietjie vir bietjie bygevoeg om die hele lengte van die grondkolom te benat. Dieselfde hoeveelheid verdampbare water is by al nege die gronde toegedien en almal is ewekansig in dieselfde posisie as die vorige eksperimente uitgeplaas. Die massas van die mikrolisimeters van dié onderskeie behandelings is tussen 07:00 en 08:00 by installering en op onderskeidelik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13; 15; 18; 22; 25; 29; 33; 41; 50; 57 en 61 dae bepaal. Die gemiddelde volumetriese waterinhoud, grondoppervlakverdamping en kumulatiewe grondoppervlakverdamping is vir al dié tye bepaal.

2.7 Meting van die effek van beskaduwing op verdamping (skadu-eksperiment)

Die effek van beskaduwing op grondwaterverdamping is gedurende dieselfde tyd as konstante tempo- en grondoppervlaktoestandeksperiment uitgevoer. Twee tekstuurklasgronde (Tabel 2.2) naamlik 'n sand- en sandkleileemgrond met onderskeidelik 'n klei-inhoud van 8 en 23 % (10 en 25 % slik- plus klei) is gebruik. Die grondwaterverdamping is in triplikaat onder vier vlakke van beskaduwing nl. 0 (kontrole); 20, 40 en 80 % beskaduwing getoets. Swart skadunette met 'n gemete beskaduwing van 20; 40 en 80 % is gebruik. Die deurlaatbaarheid is met behulp van 'n stralingsmeter gemeet. Die skadunette was styf oor 'n houtraam gespan. Die houtraam was 300 mm (aan alle kante) groter as die oppervlak waarin die mikrolisimeters geïnstalleer was. Die skadunette was 30 mm vanaf die grondoppervlak gewees.

Dieselfde PVC mikrolisimeters van die laagverdampingseksperiment is ook vir die skadu-eksperiment gebruik. Lugdroë grond is van die twee tekstuurklasgronde geneem en 1780 g grond is in elke mikrolisimeter afgeweeg om die volume tot twee millimeter vanaf die boonste rand te vul. Die mikrolisimeters is liggies op 'n sagte doek gestamp om dit tot op die regte vlak te vul. Hierna is 'n bepaalde volume water bietjie vir bietjie bygevoeg om die hele lengte van die grondkolom tot by veldwaterkapasiteit te benat. Dieselfde hoeveelheid verdampbare water is by al vier herhalings van beide die gronde toegedien en almal is ewekansig in die verdampingsterrein uitgeplaas. Die massas van die mikrolisimeters van dié onderskeie behandelings is tussen 07:00 en 08:00 met aanvang en na onderskeidelik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 15; 18; 22; 25; 29; 33; 41; 50; 57 en 61 dae bepaal. Die gemiddelde volumetriese waterinhoud, verdampingstempo en kumulatiewe verdamping is vir al dié tye bepaal.

2.8 Meting van grondoppervlakverdamping onder veldtoestande (veldverdampingseksperiment)

Die grondoppervlakverdamping is onder veldtoestande by die Bloemfontein navorsingsterrein bepaal. Vir die doel is drie verskillende behandelings van elke bewerkingspraktyk in die reënopgaringsprojek, uit persele wat braak lê gekies (Bennie,

Hoffman, Coetzee & Vrey, 1994). Die drie wateropgaringsbehandelings wat van onderskeidelik konvensioneel, deklaag en geenbewerking gekies is, was as volg:

- 1) 'n koring - koring behandeling waar daar vanaf oes (Des) tot en met die volgende aanplanting van koring (Apr) water opgegaan word.
- 2) graansorghum - braak - koring behandeling waar daar vanaf die oes van die graansorghum (Jun) tot en met die aanplant van koring (Apr) in die daaropvolgende jaar water opgegaan word.
- 3) koring - braak - braak - graansorghum behandeling waar daar vanaf die oes van die koring (Des) tot en met die aanplant van graansorghum (Nov) in die daaropvolgende jaar water opgegaan word.

Drie staal mikrolisimeters met 'n binnedeursnee van 68 mm, 'n wanddikte van 0,6 mm en 'n lengte van 315 mm (Figuur 1), is ewekansig per behandeling direk na afloop van 'n reënbuie in die gekose persele geïnstalleer. Die posisie van installasie is as verteenwoordigend van die hele perseel gekies. Die staal mikrolisimeters is met behulp van 'n rubberhamer en 'n houtblokkie wat bo-op die mikrolisimeters geplaas is, in die grond ingetik. Die mikrolisimeters is tot 'n diepte van 300 mm diep ingetik voordat dit met behulp van 'n tang uitgetrek is. Na installasie is die mikrolisimeters dadelik verwyder, van 'n vesconylonprop voorsien en geweeg voordat dit weer in dieselfde posisie in die grond terug gesit is. Die mikrolisimeters is volgens die metode van Boast & Robertson (1982) daagliks na elke lesing weer op 'n nuwe posisie geherinstalleer. Die mikrolisimeters is daagliks tussen 06:00 en 07:00 geweeg en die massa waterverlies is bepaal. Die hoeveelheid grondoppervlakverdamping van elke mikrolisimeters is vanaf die data bereken. Die waterverdamping vanuit 'n klas A-verdampingspan is deurlopend gedurende dieselfde tyd bepaal. Gedurende die veldverdampingseksperiment is daar vanaf Januarie tot Desember sestien stelle data ingesamel.

2.9 Meting van verdamping vanaf bestendige toestande (potensiële verdampingseksperiment)

In die studie is daar gepoog om die potensiële grondoppervlakverdamping te bepaal. Daar is gepoog om 'n metode te vind om die maksimum grondoppervlakverdamping wat

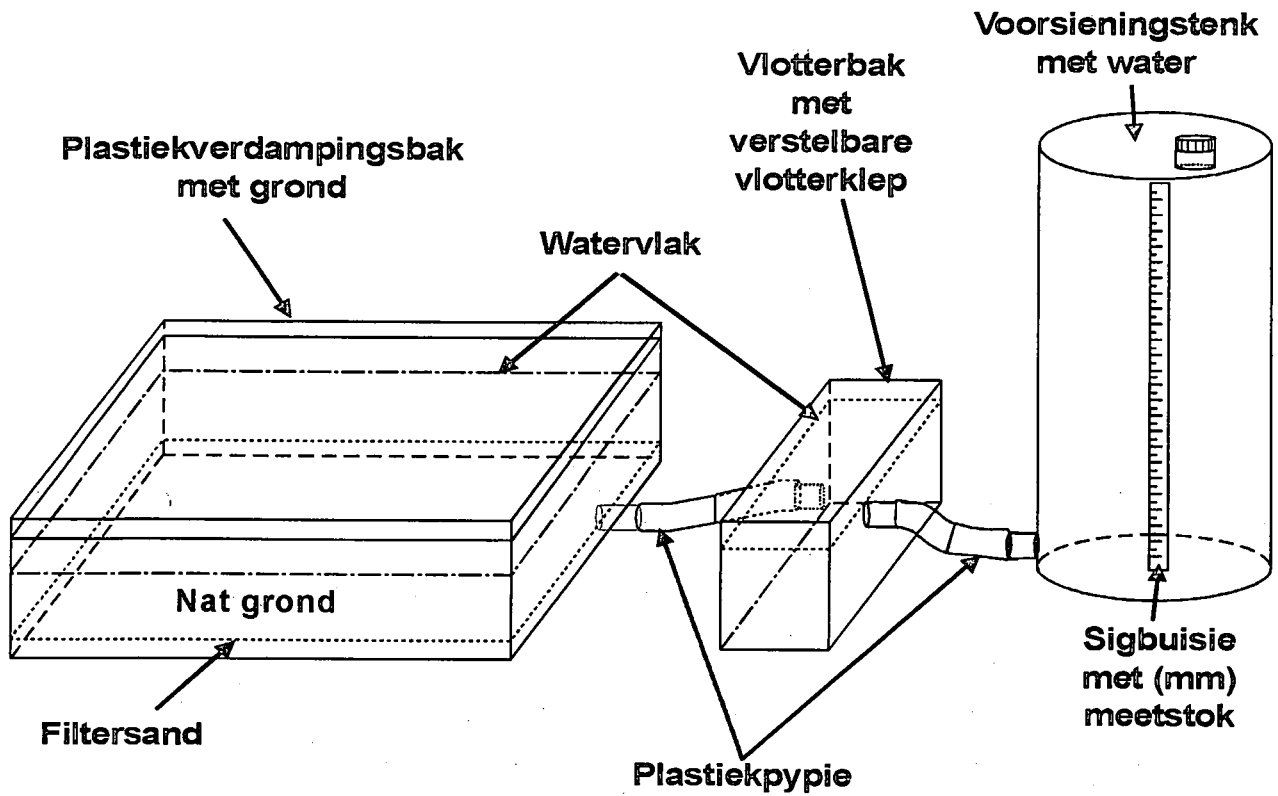
atmosferies gedrewe is, mee te meet en dit dan met die klas A-verdampingspan of die verwysingsverdamping vanaf gras (Van Zyl, De Jager & Maree, 1989) te vergelyk. 'n Outomatiese weerstasie by die navorsingsterrein het al die parameters wat nodig is om die verwysingsverdamping asook die atmosferiese aanvraag te bereken, uurliks gestoor.

Twee stelle PVC mikrolisimeters (drie herhalings per stel) is met verskillende mediums gevul en is vir die meting van potensiële grondoppervlakverdamping gebruik. Die eerste stel van vier mikrolisimeters (SAND) is met riviersand gevul en genoeg water is bygevoeg om die mikrolisimeters net te versadig met water. Die tweede stel mikrolisimeters (WATER) is met reënwater of gedistilleerde water gevul tot op dieselfde hoogte as die met grond. Die mikrolisimeters se massa is daagliks tussen 06:00 en 07:00 bepaal en die hoeveelheid water wat verdamp het, is weer aangevul. Die mikrolisimeters was ewekansig tussen die mikrolisimeters van die ander eksperimente (konstante tempo eksperiment) geïnstalleer. Die posisies van die mikrolisimeters in die verdampingsterrein is ook tydens die weegproses geroteer.

Vier plastiekbakke van 550 mm (l) x 350 mm (b) x 250 mm (h) is met gronde van die Bainsvlei, Hutton, Clovelly en Westleigh grondfamilies gevul (Figuur 2.2). Die onderste 25 mm van die bakke is eers met filtergruis van twee millimeter deursnee gevul voordat die grond bo-op ingegooi is. Die grond het die bakke tot 10 mm van bo gevul. Nadat die grond na benatting gekonsolideer het, is addisionele grond bygevoeg om die bak tot tien millimeter van bo te vul. Die plastiekverdampingsbak is met behulp van 'n plastiekpypie aan die onderkant met die vlotterbak verbind wat weer aan die voorsieningstenkie met behulp van 'n vlotterklep verbind was. Die vlotterklep se hoogte was verstelbaar en is sodanig gestel dat die watervlak in die plastiekbak 100 mm van bo af was. Die voorsieningstenkie met gedistilleerde water is met 'n sigbuisie toegerus sodat die hoogte daagliks bepaal kan word. Die verdamping vanuit die plastiekbakke is vanaf die verskil in volume van die voorsieningstenkie tussen twee lesings bepaal. Die lesings is op dieselfde tye as dié van die mikrolisimeters geneem.

Al die data van bogenoemde eksperimente is gebruik om bestaande modelle van grondoppervlakverdamping van Rose (1968), Ritchie (1972), Kijne (1973) & Al-Khafaf, Sharnan, Wierenga & Iyada, (1989) te toets. Die modelle is ook met die velddata van dié verslag oor opgraving en benutting van reënwater in grond vir die stabilisering van

plantproduksie in halfdroë gebiede deur Bennie, Hoffman, Coetsee en Vrey (1994) getoets.



Figuur 2.2. Voorstelling van die plastiekverdampingsbak, vlotterbak en voorsieningstenkie wat in die potensiele verdampingseksperiment gebruik is

HOOFSTUK 3

METING EN BEREKENING VAN DIE VERDAMPING VAN WATER VANAF DIE GRONDOPPERVLAK

3.1 Inleiding

In die semi-ariëde en ariëde binnelandse gebiede van Suid-Afrika is die reënvalverspreiding baie wisselvallig. Slegs enkele reënbuie van groter as 25 millimeter kom gedurende lang droë periodes voor. Die neerslag is gewoonlik in die vorm van donderbuie wat in grootte van nul tot vyftig millimeter wissel. Die enkele reënbuie word gewoonlik deur droë warm periodes opgevolg waartydens die meeste van die reën deur verdamping uit die grondprofiële verlore gaan. Volgens 'n oorsigartikel deur Jalota & Prihar (1990) en ook werk gedoen deur 'n aantal navorsers kan die verliese tot 70 % van die jaarlikse reënval uitmaak (Hide, 1954; Peters & Russel, 1959; Harrold, Peters, Drebelbis & McGuinness, 1959 en Peters, 1960). Die grondoppervlakverdampingsverliese word deur resultate van navorsing gedoen deur Bennie, Hoffman, Coetzee & Vrey (1994) bevestig. Vir die voorspelling van grondoppervlakverdamping, is dit belangrik om die verdampingproses te bestudeer.

Die definisie van verdamping volgens die verklarende weerkunde woordeboek (Huschke, 1952) is dit die proses waardeur 'n vloeistof in 'n damp of gas omgesit word sonder verandering in temperatuur (Van der Watt & Van Rooyen, 1995). Die proses vind plaas wanneer sommige water (H_2O) molekules oor genoegsame kinetiese energie beskik om hulself vanuit die watermassa na die gasfase te verplaas (Ghildyal & Tripathi, 1987). Volgens Hillel (1971) en Ghildyal & Tripathi (1987) is daar drie voorvereistes voordat verdamping kan plaasvind, naamlik: (i) 'n bron van energie gelykstaande aan die latente hitte van verdamping, (ii) 'n dampdruktekort tussen die verdampingsoppervlak en die omringende atmosfeer en (iii) aanvulling van water na die verdampingsfront. Die eerste twee eksterne dryfkragte word deur weerkundige faktore soos lugtemperatuur, windspoed en straling beïnvloed. Die dryfkragte vir die faseverandering vanaf vloeistof na die

gasfase is die dampdruktekort, atmosferiese verdampingsaanvraag (AVA) en potensieële verdamping (E_p) (Ghildyal & Tripathi, 1987).

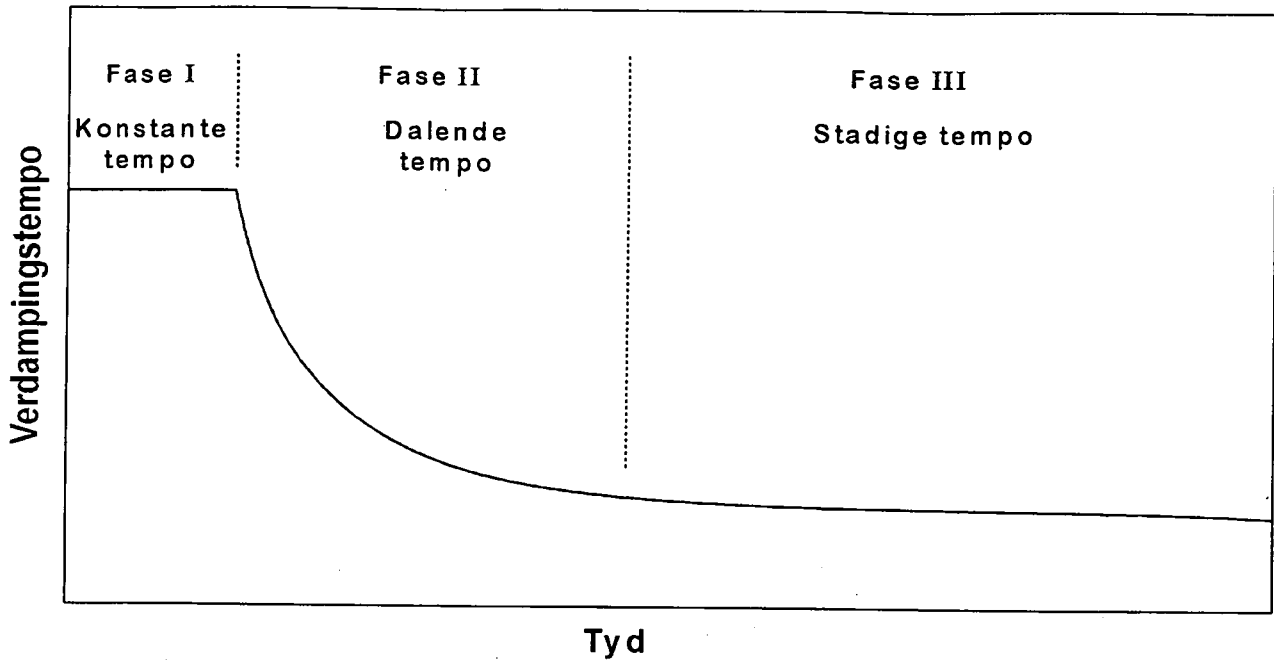
Verdamping en kondensasie vind deurlopend by die verdampingsfront plaas (Rose, 1968). Volgens Ghildyal en Tripathi (1987) vind grondoppervlakverdamping vanuit die grond, vanaf 'n dun waterfilm om die grondpartikels plaas. Die hoeveelheid verdamping by die verdampingsfront word deur die intrinsieke grondeienskappe bepaal. Grondoppervlakverdamping (E_s) in die afwesigheid van 'n watertafel is nie konstant nie en verander met tyd. Direk na afloop van 'n reënbui is die grond nat en vind waterbeweging na die verdampingsfront teen die grond se versadigde hidrouliese geleivermoë plaas. Soos wat die grond uitdroog neem die tempo van waterbeweging af as gevolg van 'n afname in die hidrouliese geleivermoë van versadigde na onversadigde toestande (Hillel, 1980).

Die aanvanklike verdampingstempo varieër gedurende die dag soos wat die atmosferiese verdampingsaanvraag varieër (Jackson, 1973). Variasie kom van dag tot dag en van maand tot maand voor. Verdamping stop volgens Jackson (1973) nie gedurende die nag nie en kondensasie gedurende die vroeë oggendure kan die proses omkeer sodat die grond weer natter word (Rose, 1968). Die mate waartoe laasgenoemde proses plaasvind word egter deur die temperatuur- en waterinhoudsgradiënte, asook die atmosferiese verdampingsaanvraag beïnvloed.

Die grondoppervlakverdampingsproses word deur verskeie navorsers as 'n drie fase of stadium proses beskryf (Fisher, 1923; Stanhill, 1955; Lemon, 1956; Philip, 1957a; Gardner & Hillel, 1962; Rose, 1968; Hillel, 1972; Hillel, 1980; Ghildyal & Tripathi, 1987 en Jalota & Prihar, 1990).

Daar word volgens die navorsers tussen die volgende drie fases (Figuur 3.1) onderskei

- naamlik:
- (i) Aanvanklike konstante tempo fase
 - (ii) Intermediêre dalende tempo fase
 - (iii) Residuele stadige tempo fase.



Figuur 3.1: Hipotetiese verdampingskurwe (drie fase benadering van Hillel, 1980)

Die aanvanklike konstante tempo fase (Fase I) word deur eksterne faktore soos straling, windspoed en die atmosferiese verdampingsaanvraag beheer (Hillel, 1980). Volgens Lemon (1956), Hide (1954) en Philip (1957b) vind wateraanvulling na die verdampingsfront gedurende die konstante tempo fase in die vloeistofvorm plaas en word die lengte van die fase deur eksterne atmosferiese toestande beheer. Die aanvanklike konstante tempo fase kom aan die begin van die proses, terwyl die bogrond nat is, voor. Atmosferiese toestande wat die verdampingsproses beheer is: windspoed, humiditeit, temperatuur en nettostraling (Brun, Enz, Larsen & Fanning, 1986). Wind het volgens Smika (1983) en Brun *et. al.* (1986) die grootste invloed op verdamping.

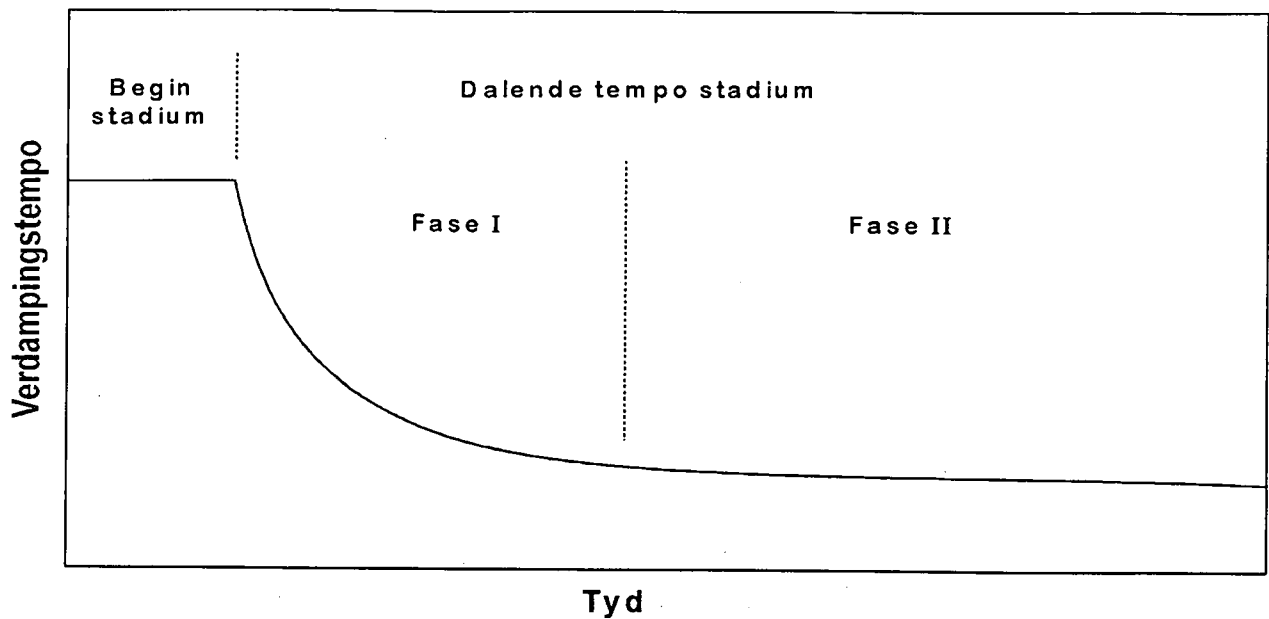
Die intermediêre dalende tempo fase (Fase II) begin wanneer die grondwaterinhoud so laag daal, dat die vinnige aanvulling na die verdampingfront in die vloeistoffase nie meer aan die atmosferiese verdampingsaanvraag (AVA) kan voldoen nie (Idso, Reginato, Jackson, Kimball & Nakayama, 1974). Tydens die intermediêre dalende tempo fase daal die verdampingstempo progressief laer as die potensiële tempo. Tydens die fase word die evaporasietempo deur die vloei van water na die verdampingsone deur die uitdrogende grond beheer, en die aanvulling na die grondoppervlak verander geleidelik van die vloeistof- na die gasfase. Faktore soos tekstuur, gekronkeldheid,

matrikspotensiaal ensovoorts, wat die onversadigde hidrouliese geleivermoë van die grond beïnvloed, speel hier die belangrikste rol. Die fase duur langer as die eerste fase. Die opwaartse vloei van water na die verdampingsone sal vertraag word wanneer die makro-porositeit as gevolg van bewerking verhoog word.

Die residuele stadige tempo fase (Fase III) wat laaste intree, kan vir dae en selfs weke voortduur. Die oorgang van die intermediêre dalende tempo fase na die residuele stadige tempo fase geskied geleidelik. Tydens die fase vind aanvullings vanaf die natter ondergrond (uitdrogingsfront) na die grondoppervlak in die gasfase plaas. Die proses word hoofsaaklik deur die dampdiffusiwiteit beheer. Volgens Idso *et. al.* (1974), Lemon, (1956) en Ghildyal & Tripathi (1987) word die relatief lae konstante tempo van verdamping deur adsorpsiekragte, wat in die grond oor molekulêre afstande op die vastestof-vloeistof interfase werksaam is, beheer.

'n Twee-fase benadering van grondoppervlakverdamping word egter deur verskeie navorsers gesteun (Jackson, Kimball, Reginato & Nakayama, 1973; Hillel, 1982; Minhas, 1985). Jackson *et. al.* (1973) kon deur uitgebreide navorsing nie genoeg bewyse vir 'n drie fase benadering vind nie. Volgens Hillel (1982) vind grondoppervlakverdamping in twee stadia plaas, naamlik: (i) die konstante beginstadium waar die verdampingstempo deur die atmosferiese verdampingsaanvraag beheer word en (ii) die dalende tempo stadium waar die watervoorsieningstempo van die grond die verdampingstempo beheer (Figuur 3.2).

In die twee stadia benadering word fase II en III van die drie fase benadering as een gesamentlike stadium beskou. Dit word gedoen omdat die oorgang van fase II na III van die drie fase benadering so geleidelik is dat dit moeilik bepaalbaar is. Hillel (1982) verdeel die tweede stadium in twee fases, net soos in die geval van die drie fase benadering. Vir die doel van modellering van grondoppervlakverdamping, sal daar verder van die twee stadia benadering gebruik gemaak word en word elk van die stadia in meer detail bespreek.



Figuur 3.2: Hipotetiese verdampingskurwe (twee stadia benadering)

3.2 Verdampingsproses

3.2.1 Aanvanklike konstante tempo fase of beginstadium

Die aanvanklike konstante tempo fase of beginstadium begin direk na al die oppervlakafloop gestop het en die infiltrasiefront dieper as die grondoppervlak beweeg het. Tydens dié fase is die grondoppervlakverdamping (E_s) gelyk aan die potensiële verdamping (E_p) of die vry waterverdamping (E_w). Die fase word hoofsaaklik deur die atmosferiese verdampingsaanvraag beheer (Idso *et. al.*, 1974; Hillel, 1980; Hillel, 1982; Johns, 1982a). Aanvulling van water na die verdampingsfront vind teen die versadigde hidrouliese geleivermoë van die grond plaas. Die hoeveelheid water wat gedurende die beginstadium verdamp, sal van die atmosferiese verdampingsaanvraag afhang en sal van dag tot dag en maand tot maand varieër. Verskeie modelle is al voorgestel om die verdamping tydens die beginstadium te voorspel.

In die algemeen word daar van drie benaderings (Gildyal & Tripathi, 1987) gebruik gemaak om E_p mee te voorspel of te beraam, naamlik: (i) die energiebalans benadering, (ii) aerodinamiese benadering en (iii) 'n kombinasie metode van benaderings (i) en (ii).

Die energiebalans benadering bereken die energie beskikbaar vir verdamping vanaf gemete veranderlikes soos nettostraling, grond hittevloed, aanvoelbare hittevloed en latente hittevloed. Laasgenoemde is die hittevloed wat as 'n dryfkrag vir die verdampingsproses optree. Die aerodinamiese benadering maak van gemete atmosferiese veranderlikes soos windspoed, temperatuur en humiditeit op verskillende hoogtes gebruik om te bereken hoe die oordraging van hittevloed, dampvloed en momentuur aanhoudend verander. In die kombinasie benadering word beide die energiebalans en aerodinamiese benaderings gekombineer om potensiële verdamping mee te beraam. Een van die mees bekendste modelle is dié van Penman (1948) wat 'n kombinasie benadering volg wat beide die energie - en aerodinamiese komponent insluit, naamlik:

$$E_p = \frac{\Delta}{(\Delta + \gamma)} (R_n - G) + \left(1 - \frac{\Delta}{(\Delta + \gamma)} \right) E_A \quad 3.1$$

waar: E_p = maksimum potensiële verdamping vanaf water (mm)

$\frac{\Delta}{(\Delta + \gamma)}$ = Dimensielose weegfunksie

Δ = die helling van die versadigde dampdruk vs temperatuurkurwe ($\text{Pa} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)

γ = sigmetriese konstante ($\text{Pa} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)

R_n = nettostraling ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

G = grondhittevloed ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

E_A = uitdrogingsvermoë van die lug ('n funksie van windspoed) ($\text{mm} \cdot \text{dag}^{-1}$)

Die uitdrogingsvermoë van die lug word met behulp van die volgende vergelyking bereken:

$$E_A = f(U)(e_s - e_a) \quad 3.2$$

waar: $f(U)$ = funksie van die windspoed op 'n bepaalde hoogte ($\text{mm} \cdot (\text{dag} \cdot \text{Pa})^{-1}$)

U = windloop op 2 m hoogte ($\text{km} \cdot \text{dag}^{-1}$)

$(e_s - e_a)$ = dampdruktekort van lug (mbar)

e_s = dampdruk van die lug in kontak met die grond (Pa)

e_a = dampdruk van die lug (Pa)

Die parameter $f(U)$ kan volgens Doorenbos en Pruitt (1975) ook met die volgende vergelyking bereken word, naamlik:

$$f(U) = 0,27 \left(1 + \frac{U}{100} \right) \quad 3.3$$

Etlke vergelykings vir die voorspelling en berekening van atmosferiese verdampingsaanvraag is vanaf Vergelyking 3.1 afgelei en ontwikkel. Doorenbos en Pruitt (1977) stel die gebruik van 'n nuwe term voor naamlik: **verwysingsverdamping** (E_o) om die maksimum verdamping vanaf 'n verwysingsgewas soos byvoorbeeld gras, mee te bereken. Hulle definieer verwysingsverdamping as volg: die tempo van totale verdamping vanaf 'n uitgebreide grasoppervlakte (grashoogte = 80 - 150 mm) wat aktief groei en die grond ten volle bedek en nie water- of voedingstofgebrek lei nie. Van Zyl, de Jager & Maree (1989) het ook die term gebruik om 'n plaaslike afgeleide funksie vir die atmosferiese verdampingsaanvraag (AVA) mee te ontwikkel naamlik:

$$AVA = k_c E_o \quad 3.4$$

waar:

- AVA = atmosferiese verdampingsaanvraag (mm)
- E_o = verwysings verdamping vanaf 'n grasoppervlakte (mm)
- k_c = empiriese konstante

Die parameter k_c kan egter met behulp van die volgende vergelyking bereken word, naamlik:

$$k_c = k_{vo} F_h F_v + k_{so} F_g (1 - F_v) \quad 3.5$$

waar:

- $k_{vo} F_h F_v$ = 0 (Geen gewas op oppervlakte)
- k_{vo} = verhouding van maksimum verdamping vanaf die plantblaredak tot E_o .
- F_h = relatiewe transpirasietempo in terme van die potensiële waarde
- F_v = funksie van die blaararea indeks, dus ($F_v = 0$)
- k_{so} = 1 (aanname, Van Zyl, de Jager & Maree, 1989)
- F_g = relatiewe grondoppervlakverdampingstempo
- F_g = $e^{-0,4D}$ waar D = aantal dae na laaste reën

Die term E_o kan met behulp van die Penman-Monteithvergelyking bereken word (Van Zyl, de Jager & Maree, 1989).

$$E_o = \frac{3600}{\lambda \left[\frac{\Delta}{(\Delta + \gamma)} (R_n - G) + \frac{\rho C_p \phi_a \delta_e}{(\Delta + \gamma)} \right]} \quad 3.6$$

- waar: E_o = verwysingsverdamping van grasoppervlakte (mm)
 λ = latente hitte van verdamping ($J.kg^{-1}$)
 ρ = digtheid van lug ($kg.m^{-3}$)
 C_p = spesifieke warmte van lug ($J.(kg.^{\circ}C)^{-1}$)
 ϕ_a = aerodinamiese konduktansie van die atmosfeer ($m.s^{-1}$)
 δ_e = dampdruktekort (Pa)

Verdamping gedurende die beginstadium kan ook deur grondoppervlaktoestande soos oppervlakrofheid (kluite, ens.), grondkleur en deklae beïnvloed word. Volgens Ghildyal & Tripathi (1987) kan die grond se albedo hier 'n rol speel. Die navorsers het gevind dat 'n toename in albedo tot 'n afname in evaporasie lei. 'n Toename in albedo gee aanleiding tot 'n afname in die hoeveelheid nettostraling wat die grond ontvang. Dit word aan die vermindering in energie in die verdampingsone as gevolg van 'n verlaging in temperatuur toegeskryf.

Die aanvanklike konstante tempo fase kan in 'n droë klimaat 'n aantal ure tot selfs 'n paar dae duur. Fase I stop wanneer die aanvulling van water na die verdampingsfront by die grondoppervlak stadiger as die atmosferiese verdampingsaanvraag geskied (Jalota & Prihar, 1990).

3.2.2 Dalende tempo stadium.

Gedurende die aanvanklike beginstadium van verdamping beweeg water volgens Hillel (1980) na die oppervlak onder 'n skerp verdampings geïnduseerde gradiënt. Namate die boonste lagie grond uitdroog, bly die verdamping aanvanklik konstant omdat die

aanvulling na die verdampingsfront vinnig genoeg plaasvind om in die aanvraag te voorsien. Die aanvullingtempo bly aanvanklik konstant omdat die toename in die waterinhoudsgradiënt vir die afname in hidrouliese geleivermoë kompenseer. Volgens Hillel (1980) bly die watervloed (Q) van die Darcyvergelyking $Q = K\left(\frac{d\psi}{dz}\right) - 1$ konstant omdat die matrikspotensiaalgradiënt $\left(\frac{d\psi}{dz}\right)$ toeneem om vir die afname in hidrouliese geleivermoë (K), voorsiening te maak. Wanneer die grondwaterinhoud van die bolagie egter sodanig afneem dat dit die luginlaatwaarde bereik, begin die tweede stadium van grondoppervlakverdamping (Hide, 1954; Philip, 1957a; Idso *et. al.*, 1974; Hillel, 1980). Die tweede stadium of dalende tempo stadium word volgens Johns (1982b) deur 'n kontinue eksponensiële afname in grondoppervlakverdamping gekenmerk.

Die dalende tempo stadium duur baie langer as die aanvanklike beginstadium. Die verdampingsproses word tydens die stadium deur die grondeienskappe soos tekstuur, grondwaterkenkromme, onversadigde hidrouliese geleivermoë, matrikspotensiaal, diffusiwiteit, poriegeometrie, kapillêre geleivermoë; aanvangswaterinhoud en die verdampingsvermoë van 'n grond beïnvloed (Black, Gardner & Thurtell, 1969; Hillel, 1980; Hillel, 1982; Jalota & Prihar, 1990). Die belangrikste enkele eienskap wat die verdampingsvermoë van 'n grond tydens dié stadium beheer word aan die onversadigde hidrouliese geleivermoë van die grond toegeskryf (Hillel, 1980).

Hillel (1982) beskryf die verdampingstempo (E_s) tydens die dalende tempo stadium met behulp van die volgende vergelyking, naamlik:

$$E_s = K(\phi) \frac{d\phi}{dz} - 1 \quad 3.7$$

- waar: E_s = verdampingstempo by die grondoppervlak (mm.dag^{-1})
 $K(\phi)$ = hidrouliese geleivermoë van die grond (mm.dag^{-1}) by
matrikspotensiaal (ϕ)
 ϕ = matrikspotensiaal (mm)
 z = diepte (mm)

Die verdampingstempo neem egter nog steeds met tyd af soos wat die grond verder en verder uitdroog omdat beide die hidrouliese geleivermoë (K) en die matrikspotensiaalgradiënt ($\frac{d\psi}{dz}$) afneem. Die boonste lagie grond bereik dan na 'n verloop van tyd die sogenaamde lugdroë waarde. Die drogingsfront beweeg nou dieper die grond in soos wat die dieper grondlae uitdroog. Aanvulling van water na die grondoppervlak geskied nou slegs deur middel van dampdiffusie (Jalota & Prihar, 1990). Dampdrukdifusie of die diffusiwiteitskoëffisiënt beïnvloed volgens Hillel (1980) beide die begin- sowel as die dalende tempo stadium van verdamping. Gedurende die beginstadium word die tydsduur daarvan en gedurende die dalende tempo stadium die tempo van verdamping deur die diffusiwiteitskoëffisiënt bepaal.

Die eerste konsep om die proses te beskryf is deur Crank (1956) met die een dimensie vloeivergelyking gedoen. Die vergelyking laat die invloed van gravitasie buite rekening en lyk as volg:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right] \quad 3.8$$

waar: θ = volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)
 t = tydsverloop (dae)
 $D(\theta)$ = diffusiwiteit by θ ($\text{mm}^2 \cdot \text{dag}^{-1}$)

Gardner (1959) het Vergelyking 3.8 gewysig vir isotermiese uitdroging van semi oneindigende homogene grondkolomme om die kumulatiewe verdamping (KE) as volg te bereken:

$$KE = 2(\theta_i - \theta_f) \sqrt{\frac{Dt}{\pi}} \quad 3.9$$

waar: KE = kumulatiewe verdamping (mm)
 θ_i = aanvanklike volumetriese waterinhoud by grondoppervlak ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)
 θ_f = finale volumetriese waterinhoud by grondoppervlak ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)
 \bar{D} = geweegde gemiddelde diffusiwiteit ($\text{mm}^2 \cdot \text{dag}^{-1}$)

Gardner (1959) herskryf Vergelyking 3.9 in terme van tyd om die verdampingstempo (E_s) daarmee as volg te bereken:

$$E_s = 2(\theta_i - \theta_f) \sqrt{\bar{D}/\pi t} \quad 3.10$$

Die geweegde gemiddelde diffusiwiteit word volgens Hillel (1980) en Jalota & Prihar (1990) deur Crank (1956) met behulp van die volgende vergelyking bereken, naamlik:

$$\bar{D} = \frac{1.85}{(\theta_i - \theta_f)^{1.85}} \int_{\theta_f}^{\theta_i} D(\theta) (\theta - \theta_f)^{0.85} d\theta \quad 3.11$$

Jalota & Prihar (1990) maak die volgende aannames: (i) die verdampingsvermoë is oneindigend, (ii) diffusiwiteit D verander eksponensieël met waterinhoud tydens die uitdrogingsproses (Gardner & Mayhugh, 1958), (iii) die grondoppervlakwaterinhoud verander oombliklik na die waterinhoud in ewewig met die atmosfeer, (iv) die grondwaterinhoud is eweredig oor diepte versprei en (v) die grondwaterinhoud is by die grens van 'n eindigende blokgrond met die volgende grenstoestande konstant:

$$\theta = \begin{cases} \theta_i & x \geq 0, t = 0 \\ \theta_f & x = 0, t > 0 \end{cases}$$

'n Konstante diffusiwiteit met diepte benadering word deur Gardner & Hillel (1962) en Hanks (1980) gevolg, en die volgende vergelyking vir die verdampingstempo (E_s) vir 'n eindigende sisteem (soos byvoorbeeld vanuit grondkolomme) word deur hulle voorgestel:

$$E_s = D(\bar{\theta}) W \pi^2 / 4L^2 \quad 3.12$$

waar: $D(\bar{\theta})$ = diffusiwiteit by die gemiddelde waterinhoud van die kolom ($\text{mm}^2 \cdot \text{dag}^{-1}$)

$\bar{\theta}$ = gemiddelde volumetriese waterinhoud van die kolom: $\bar{\theta} = W/L$

W = totale hoeveelheid water in kolom (mm)

L = lengte van kolom (mm)

Dieselfde vergelyking word ook deur Gardner & Hillel (1962) gebruik om kumulatiewe verdamping as volg te bereken:

$$KE = D(\bar{\theta})W\pi^2/4L^2t \quad 3.13$$

Black *et. al.* (1969) het Vergelyking 3.12 verander en herskryf dit in terme van $D(\theta)$ deur Es met $d\theta/dt$ te vervang om sodoende die diffusiwiteit direk te bereken (Gardner, 1950; Gardner & Hillel, 1962):

$$D(\theta) = 4L^2 \frac{d\theta/dt}{\pi^2(\theta - \theta_f)} \quad 3.14$$

- waar: L = monsterlengte (kolomlengte) (mm)
 $d\theta/dt$ = oombliklike tempo van waterverlies ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)
 θ = oombliklike volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)
 θ_f = finale volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)

Hanks & Gardner (1965) het die volgende vergelyking voorgestel waarmee diffusiwiteit $D(\theta)$ direk in verband met waterinhoud, bereken kan word:

$$D(\theta) = 9.53 \times 10^{-2} \exp 17.83\theta \quad 3.15$$

Die meeste van die modelle het egter 'n beperking deur nie vir verdamping vanaf 'n verdampingsfront dieper as 300 mm voorsiening te maak nie (Hanks & Gardner, 1965; Black *et. al.*, 1969; Hanks, 1980). Die empiriese benadering van Rose (1968), Ritchie (1972), Kijne (1973) en Al-Khafaf *et. al.* (1989) word in Afdeling 5.3 bespreek.

3.3 Resultate en bespreking

3.3.1 Bepaling van potensiële verdamping

Die doel van die potensiële verdampingseksperiment was om metodes te vind hoe om maksimum of potensiële verdamping mee te bereken of te bepaal. Die metodes soos uiteengesit vir die potensiële verdampingseksperiment in Afdeling 2.9 is gevolg. Die hoeveelheid verdamping wat vanuit die verskillende houers voorgekom het, is bereken en 'n stel van 57 datapunte is vir die bespreking geselekteer. Die atmosferiese verdampingsaanvraag (AVA) is met Vergelyking 3.4 en die verwysingsverdamping (E_o) van die Penman-Monteithvergelyking is met Vergelyking 3.6 vanaf uurlikse waardes van die outomatiese weerstasie data vir die ooreenstemmende datastel bereken. Die data word in Figuur 3.3 aangetoon. Die som van kwadrate regressielyne is bereken en deur die data gepas. Baie goeie passings van die regressielyne op die datastelle is verkry en die gegewens word in Figuur 3.3 en Tabel 3.1 aangetoon.

Vanuit Figuur 3.3 is dit duidelik dat die verdampingsbakke gevul met Bainsvlei- (Bv) en Westleighgrond (We) min of meer dieselfde regressielyne het. Dieselfde tendens het ook by die verdampingsbakke met Hutton- (Hu) en Clovellygrond (Cv) voorgekom. Die gronde met die laer kleipersentasie, Cv (5 % klei) en Hu (6 % klei), se regressielyne lê beide onder dié van die gemiddelde regressielyn. Die regressielyne van Bv (8 % klei) en We (12 % klei) is daarenteen weer bokant die gemiddelde regressielyn. Dit blyk dus dat die potensiële verdamping by dieselfde klas A-panverdamping vinniger vanuit die verdampingsbakke met hoër kleipersentasie as dié met laer kleipersentasie plaasvind. Dit kan moontlik aan groter vloed deur die hoër kleipersentasiegronde teenoor die meer sanderige gronde toegeskryf word. Soos verwag het beide die berekende verdampingsvergelykings goeie verwantskappe met die klas A-panverdamping getoon. Aangesien AVA 'n berekende fraksie van E_o is, lê die regressielyn daarvan onderkant dié van E_o .

Beide die stelle mikrolisimeters se regressielyne het die gemete datapunte goed gepas. Die mikrolisimeters met water se datapunte toon egter 'n groter variasie, veral by die hoër

klas A-panwaardes. Dit kan moontlik wees dat die water in die mikrolisimeters warmer geword het as dié in die klas A-pan en oor voldoende verdampingsenergie beskik het om nog gedurende die nag ook te kan verdamp. Die feit word duidelik in Tabel 3.1 aangetoon deur die verskil in helling van die mikrolisimeters met water teenoor al die ander behandelings.

3.3.2 Bepaling van die konstante tempo van verdamping

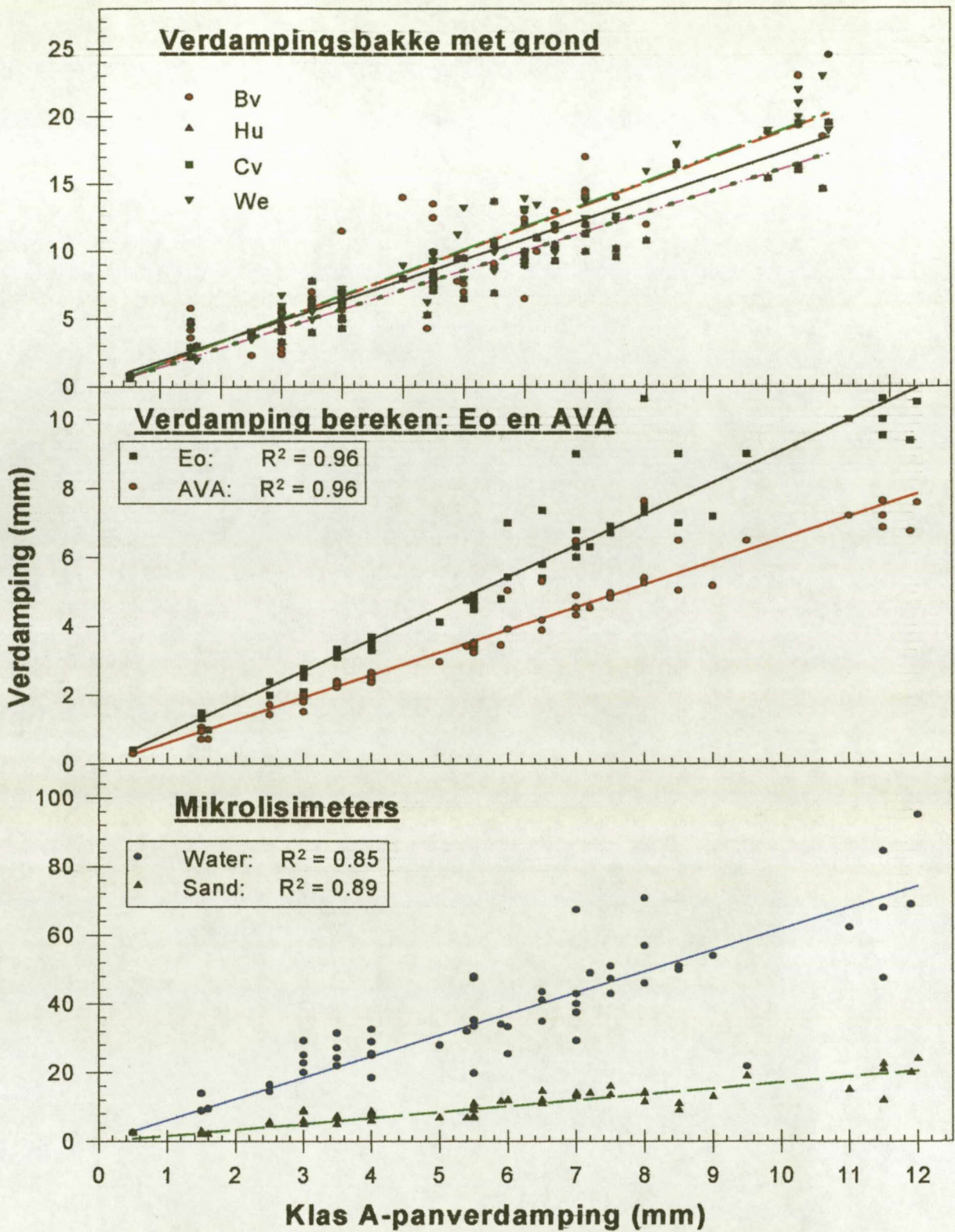
Die gronde en behandelings vir die bepaling van die konstante tempo van verdamping tydens die beginstadium, word in Afdelings 2.2 en 2.3 beskryf. Die doel van die eksperiment was om te bepaal of daar wel 'n konstante tempo van verdamping voorkom en indien wel, hoe lank hierdie stadium duur. Die eksperiment is oor 'n periode van vyf dae uitgevoer maar slegs die relevante data van die eerste 72 uur word hier bespreek. In Figuur 3.4 word die gemete verdampingstempo (E_s) (mm.uur^{-1}) van die onderskeie tydperke, vir die verskillende behandelings aangetoon. Die variasie in verdampingstempo oor tyd is van die datapunte verwyder deur die geweegde gemiddelde van die onderskeie datapunte met behulp van die volgende vergelyking te bereken, naamlik:

$$D_g = \frac{(D_{t-1} + 2D_t + D_{t+1})}{4} \quad 3.16$$

waar: D_g = Berekende geweegde gemiddelde punt.

D_t = Datapunt waarvan geweegde gemiddelde bereken moet word.

Die verdampingstempo (mm.uur^{-1}) van al die behandelings (Figuur 3.4) het 'n afname van die begin tot en met verloop van 17 uur getoon. Min verskille in verdampingstempo's het tussen die onderskeie gronde met verskillende kleipersentasie (Tabel 2.1) by die onderskeie behandelings voorgekom. Vanuit die voorstellings van Figuur 3.4 is dit egter duidelik dat daar geen duidelike konstante verdampingstempo tydens die eerste dag voorgekom het nie. Indien daar wel 'n konstante verdampingstempo voorgekom het, het dit waarskynlik nie langer as 'n uur geduur nie. Die Westleighgrond het vanaf 7 tot 12 uur



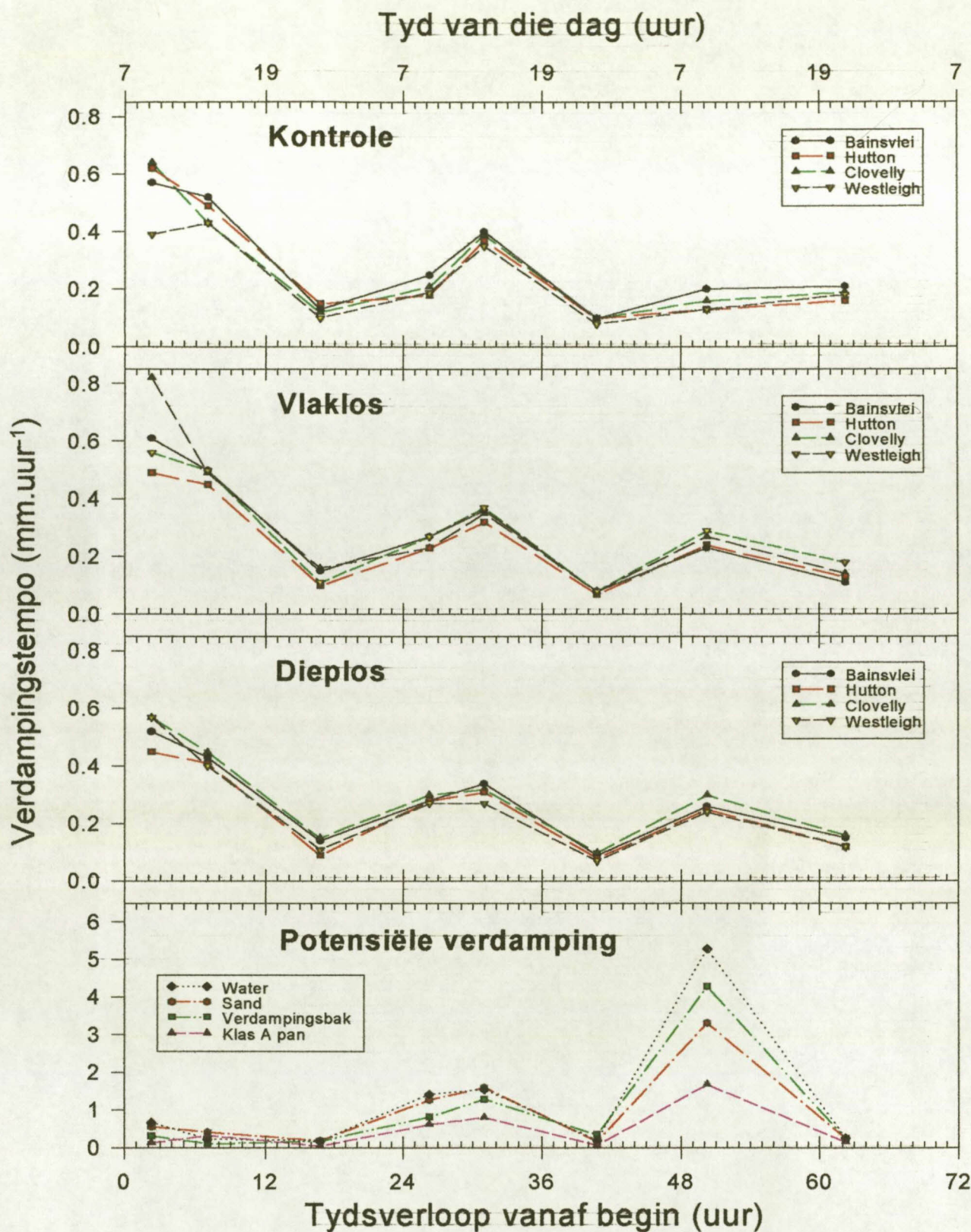
Figuur 3.3 Regressiekrommes van verdamping (mm) vanuit verdampingsbakke gevul met verskillende gronde, potensiële verdamping soos bepaal deur Penman-Monteith (E_o), atmosferiese verdampingsaanvraag (AVA) en verdamping vanuit mikrolisimeters gevul met water en sand in vergelyking met klas A-panverdamping

Tabel 3.1. Regressiedata van die verwantskap tussen Klas A-panverdamping, verdamping van die verskillende behandelings en berekende potensiële verdamping en atmosferiese verdampingsaanvraag.

Datastel	Kode	Regressie vergelyking	R²
Verdampingsbak met Bainsvleigrond	Bv	$y = 1.685x$	0.89
Verdampingsbak met Huttongrond	Hu	$y = 1.436x$	0.94
Verdampingsbak met Clovellygrond	Cv	$y = 1.421x$	0.88
Verdampingsbak met Westleighgrond	We	$y = 1.696x$	0.96
Verdampingsbak met gemiddeld vir gronde	Gem	$y = 1.559x$	0.96
Verwysingsverdamping (Penman-Monteith)	Eo	$y = 0.909x$	0.96
Atmosferiese verdampingsaanvraag	AVA	$y = 0.655x$	0.96
Mikrolisimeter met water	Water	$y = 6.200x$	0.85
Mikrolisimeter met sand	Sand	$y = 1.730x$	0.89

lesing by die kontrolebehandeling 'n toename in verdampingstempo getoon (Figuur 3.4). Die tendens was egter nie in Figuur 3.5 aanwesig nie. Die aanvraag in 'n droë ariede klimaat is eenvoudig net só groot dat die konstante verdampingstempo baie kortstondig is. Dit wil egter vanaf die data van die Westleighgrond by die kontrolebehandeling voorkom, of meer kleierige gronde wel 'n kortstondige konstante verdampingstempo mag hê. Dit kan aan die beter vloei van water na die verdampingsfront as gevolg van 'n hoër hidrouliese geleivermoë en/of diffusiwiteitskoëffisiënt toegeskryf word.

Verdamping vanuit gronde gaan wel gedurende die nag voort soos duidelik uit die waardes by 17 en 41 uur blyk (Figuur 3.4). Gedurende die oggend is die verdampingstempo aanvanklik laag en neem geleidelik toe soos wat die temperatuur toeneem. Die verdampingstempo was gedurende die tweede dag die hoogste tydens die periode waarin die hoogste temperatuur voorgekom het, naamlik tussen 12:00 tot 15:00. Die potensiële verdampingstempo was gedurende die tweede dag hoër as tydens die eerste dag. Die mikrolisimeters met die verskillende gronde het dieselfde tendens in verdampingstempo gedurende die ooreenstemmende tydperk getoon. Die styging in verdampingstempo van die onderskeie gronde van die kontrolebehandeling was gedurende die tweede dag vinniger as by die ander behandelings. Dit word ook aan die

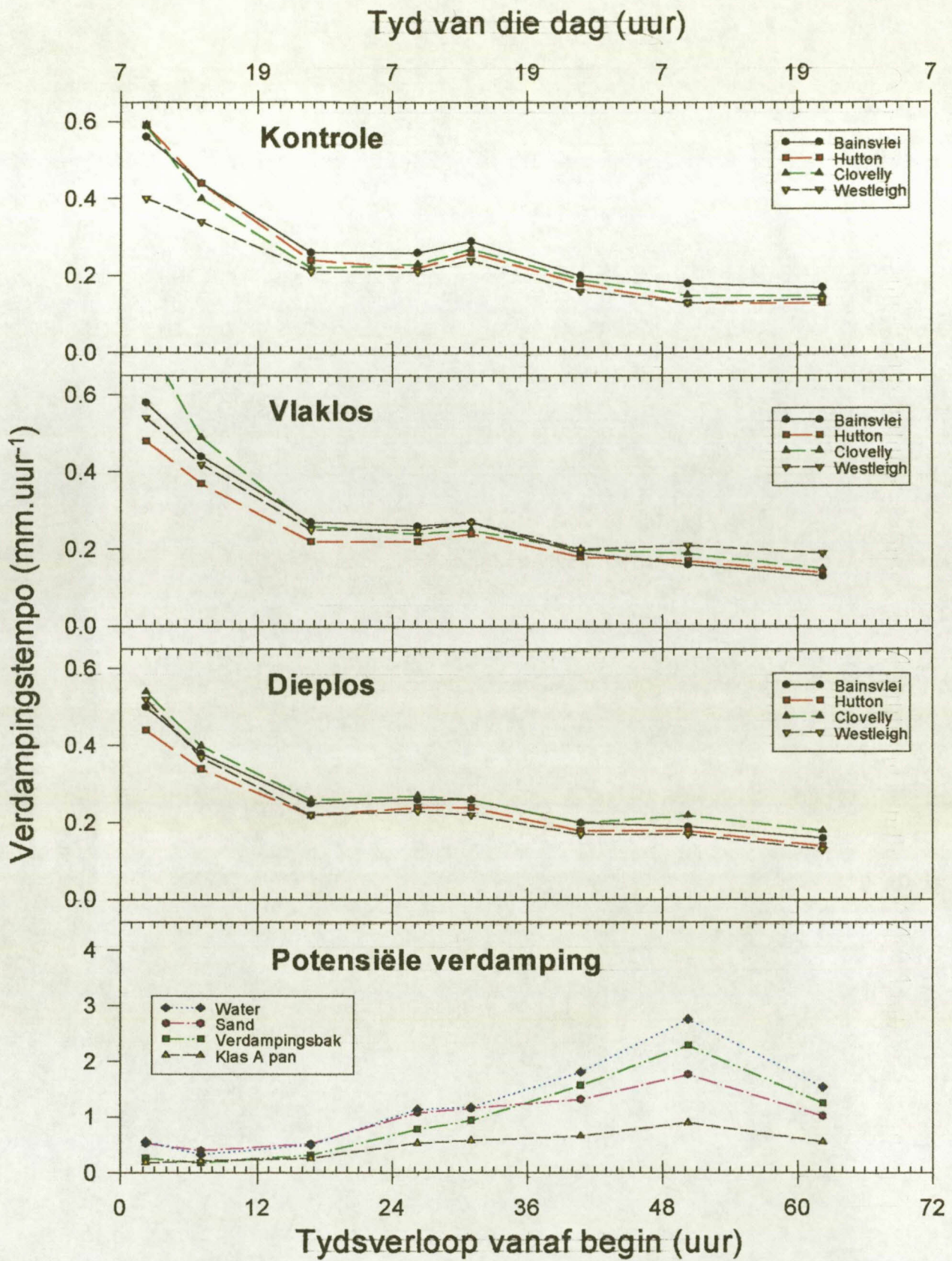


Figuur 3.4. Verdampingstempo (mm.uur⁻¹) wat gedurende die beginstadium in die onderskeie tydperke vanaf die begin (uur) vanuit die mikrolisimeters met verskillende gronde en die onderskeie behandelings voorgekom het

moontlik vinniger aanvulling van water na die verdampingsfront deur die kleiner aaneengeskakelde porieë toegeskryf. Die groter porieë van die vlaklos en dieplos behandelings het waarskynlik nie die vermoë gehad om water vinnig genoeg na die verdampingsfront aan te vul nie. Gedurende die derde dag was die tendens egter omgekeerd.

Die mikrolisimeters met water (Figuur 3.4 en 3.5) het die hoogste en die klas A-pan die laagste verdampingstempo van al die potensiële verdampingsbehandelings gedurende die derde dag getoon. Die water van die mikrolisimeters word baie gouer warm as dié van die klas A-pan en het dus vinniger meer energie beskikbaar vir verdamping. Die energie van die klas A-pan word ook beter deur die groter watervolume versprei en gevolglik is die verdampingstempo laer. Verder het die verdampingsbak 'n hoër verdampingstempo as die mikrolisimeters met sand gehad. Dit kan moontlik wees dat die mikrolisimeters met sand se bolagie (2 - 4 mm dikte) baie gou uitdroog en die sand dan as 'n sanddeklaag optree en die dieper grond afskerm. Dit het tot gevolg dat die dieper sand minder energie vir verdamping beskikbaar het. Die groot verskil tussen die verdampingsbakke en die mikrolisimeters met sand is in die aanvulling van water na die verdampingsfront. Die verdampingsfront van die verdampingsbakke is by of baie naby aan die oppervlak, terwyl dié van die mikrolisimeters met sand gou dieper as die oppervlak beweeg. Die aanvulling in die verdampingsbakke vind waarskynlik deur middel van goeie geleiding deur mikroporieë na die verdampingsfront plaas, terwyl dit deur middel van dampdiffusie by die sandbehandeling plaasvind. By die verdampingsbakke is daar 'n konstante aanvulling in die vloeistoffase deur middel van versadigde vloed vanaf die watertafel na die verdampingsfront.

'n Skerp afname in verdampingstempo gedurende die eerste dag kom in die geweegde gemiddelde data van al die gronde met die verskillende behandelings voor (Figuur 3.5). Alhoewel die gemiddelde geweegde potensiële verdampingstempo tydens die tweede dag 'n toename toon, het slegs die kontrolebehandelings 'n geringe toename getoon. Die styging in die verdampingstempo van die kontrolebehandeling kan moontlik aan 'n herverspreiding van water in die boonste lagie gedurende die nag toegeskryf word. Dit het tot gevolg dat meer water dan weer die volgende oggend vir verdamping beskikbaar is. Die makro of groter porieë van die vlaklos- en dieplosbehandelings was nie in staat om tot dieselfde mate 'n herverspreiding van water in die boonste lagie grond te bewerkstellig



Figuur 3.5. Geweegde gemiddelde verdampingstempo (mm.uur⁻¹) wat gedurende die beginstadium in die onderskeie tydperke vanaf die begin (uur) vanuit die mikrolisimeters met verskillende gronde en die onderskeie behandelings voorgekom het

nie. Die verdampingstempo van al die behandelings het gedurende die derde dag afgeneem, terwyl die potensiële verdampingstempo verder toegeneem het.

3.3.3 Bepaling van verdamping vanuit dun lae onder gekontroleerde toestande (laagverdampingseksperiment)

Die laagverdampingseksperiment is volgens die metode soos in Afdeling 2.2 beskryf, uitgevoer. Die waterinhoud van die afsonderlike lagies grond in elke mikrolisimeter is op die onderskeie lesingtye bepaal. Vanuit die data is die verdamping per laag, verdampingstempo per laag, kumulatiewe verdamping, die vloed tussen lagies asook die diffusiwiteitskoëffisiënt van elke lagie afsonderlik bereken. Die waterinhoud per diepte van die verskillende lagies van die Bainsvleigrond, Huttongrond, Clovellygrond en Westleighgrond word in Afdeling 3.3.3.1 bespreek, terwyl die gemiddelde berekende diffusiwiteitskoëffisiënte in Afdeling 3.3.3.2 en die verdampingstempo en kumulatiewe verdamping onderskeidelik in Afdelings 3.3.3.3 en 3.3.3.4 bespreek word.

3.3.3.1 Volumetriese waterinhoud van die verskillende lagies van die mikrolisimeters van die laagverdampingseksperiment

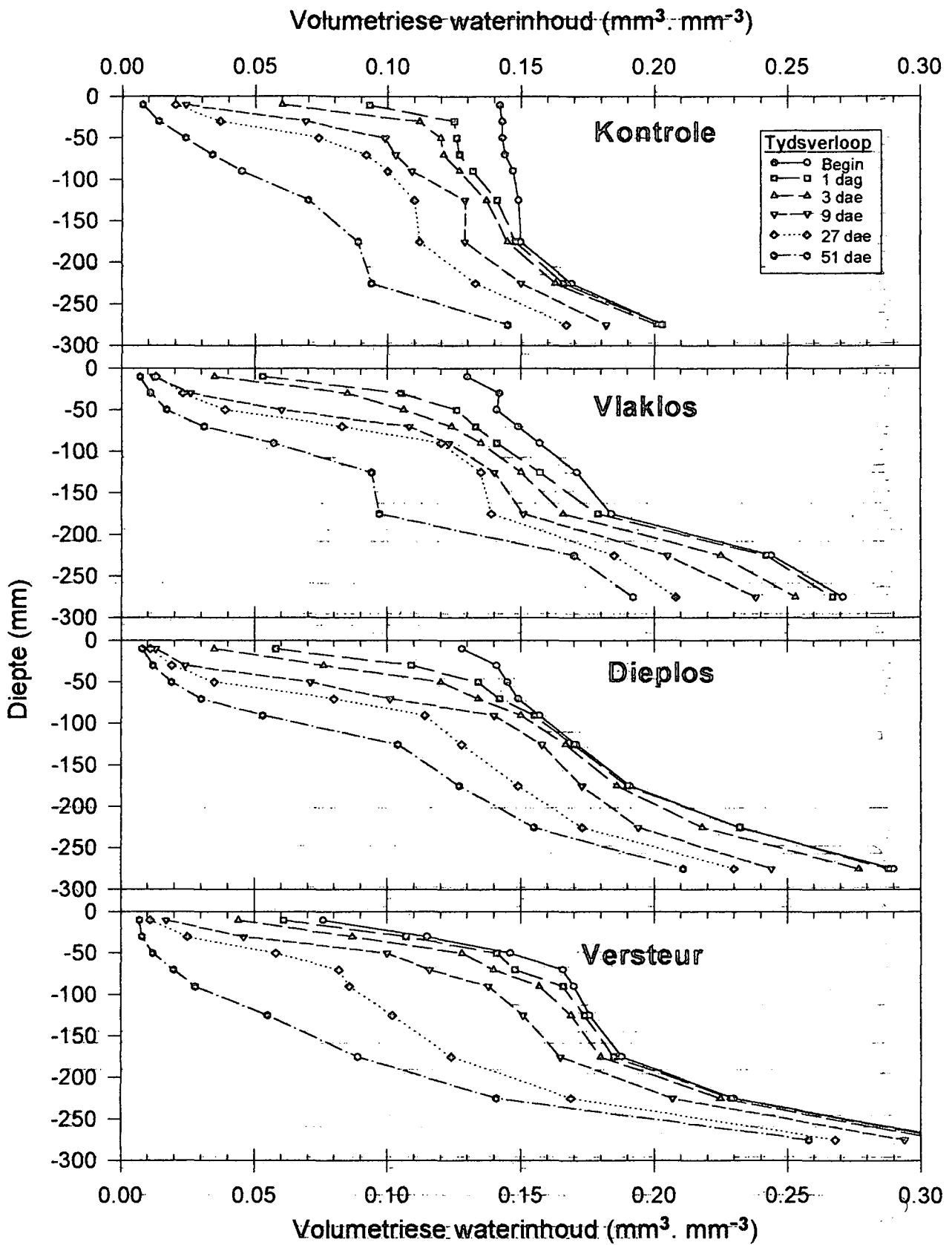
Die gemiddelde volumetriese waterinhoud per diepte van die verskillende lagies van die Bainsvleigrond, Huttongrond, Clovellygrond en Westleighgrond word onderskeidelik in Figure 3.6, 3.7, 3.8 en 3.9 aangetoon. Die gemiddelde volumetriese waterinhoud per diepte van die verskillende lagies word by die middelpunt van die betrokke lagie op die onderskeie grafieke aangetoon. Van die tien lesings by elke behandeling is slegs ses vir meer duidelikheid gekies. Die gemiddelde volumetriese waterinhoud per diepte van die onderskeie behandelings en vir die verskillende gronde gedurende die eksperiment word ook in Bylaes 3.1 tot 3.4 aangedui.

Die vier verskillende behandelings van die Bainsvleigrond word in Figuur 3.6 aangedui. Die kontrolebehandeling het slegs in die 0 - 20 mm lagie 'n hoër gemiddelde waterinhoud as die ander behandelings gehad. Die behandeling se totale waterinhoud van die

mikrolisimeter (*W* in Bylae 3.1) was ook die laagste, moontlik as gevolg van 'n stadiger infiltrasie of herverspreiding van water. Soos verwag, het die versteurde behandeling minder water in die losgemaakte bogrond gehad. Die totale gemiddelde waterinhoud van die vlaklos, dieplos en versteurde behandelings het baie min verskil terwyl die kontrolebehandeling sowat 10 mm in totaal droër was. Die kontrolebehandeling het dus minder water gehad wat kon verdamp en het aan die einde van die tydperk nog steeds die minste water gehad.

Dit is duidelik dat gedurende die eerste week die waterverliese hoofsaaklik vanuit die boonste 100 mm diepte plaasvind. Eers na sowat nege dae (Figuur 3.6) begin die waterinhoud in die dieper as 100 mm lae afneem. Die verandering in waterinhoud vind nou oor die hele diepte plaas. 'n Duidelike verdampingsfront kan in die kontrole- en vlaklosbehandelings tussen 150 - 200 mm diepte waargeneem word. Die dieplosbehandeling het 'n steil waterinhoudsgradiënt van 0 - 300 mm diepte gehad. Twee duidelike knakpunte is egter by die versteurde behandeling op 100 en 175 mm diepte waarneembaar. Die boonste knakpunt stem ooreen met die bewerkingsdiepte van die versteurde behandeling terwyl die onderste knakpunt ook by die ander behandelings waarneembaar was. Dit wil voorkom of die los bogrond van die versteurde behandeling aanvanklik die verdamping van water uit die dieper lae verminder het.

By die Huttongrond het die versteurde behandeling in totaal die laagste gemiddelde waterinhoud gehad (Figuur 3.7 en Bylae 3.2). Gedurende die eerste dag het die grootste waterverliese tussen 0 - 150 mm diepte intervalle by die vlaklos- en dieplosbehandelings voorgekom. Die behandelings het egter ook meer water aanvanklik in die lae as die ander behandelings gehad (Figuur 3.7). Meer water was dus beskikbaar vir verdamping. Die grootste verandering in waterinhoud het gedurende die eerste nege dae plaasgevind. Min verskil in die gemiddelde volumetriese waterinhoude het op die ooreenstemmende dieptes van die verskillende behandelings voorgekom. In die eerste drie dae het meer water uit die vlakker lae van veral die vlaklos- en dieplosbehandelings plaasgevind. Die uitdroging vind na nege dae eweredig by al die dieptes van die verskillende behandelings plaas. Die waterinhoudskurwe van die laaste lesing het 'n duidelike knakpunt op ± 100 mm diepte by al die behandelings gehad. Die versteurde behandeling het by die Bainsvleigrond minder uitdroging in die lagies vlakker as 100 mm, as by die Huttongrond



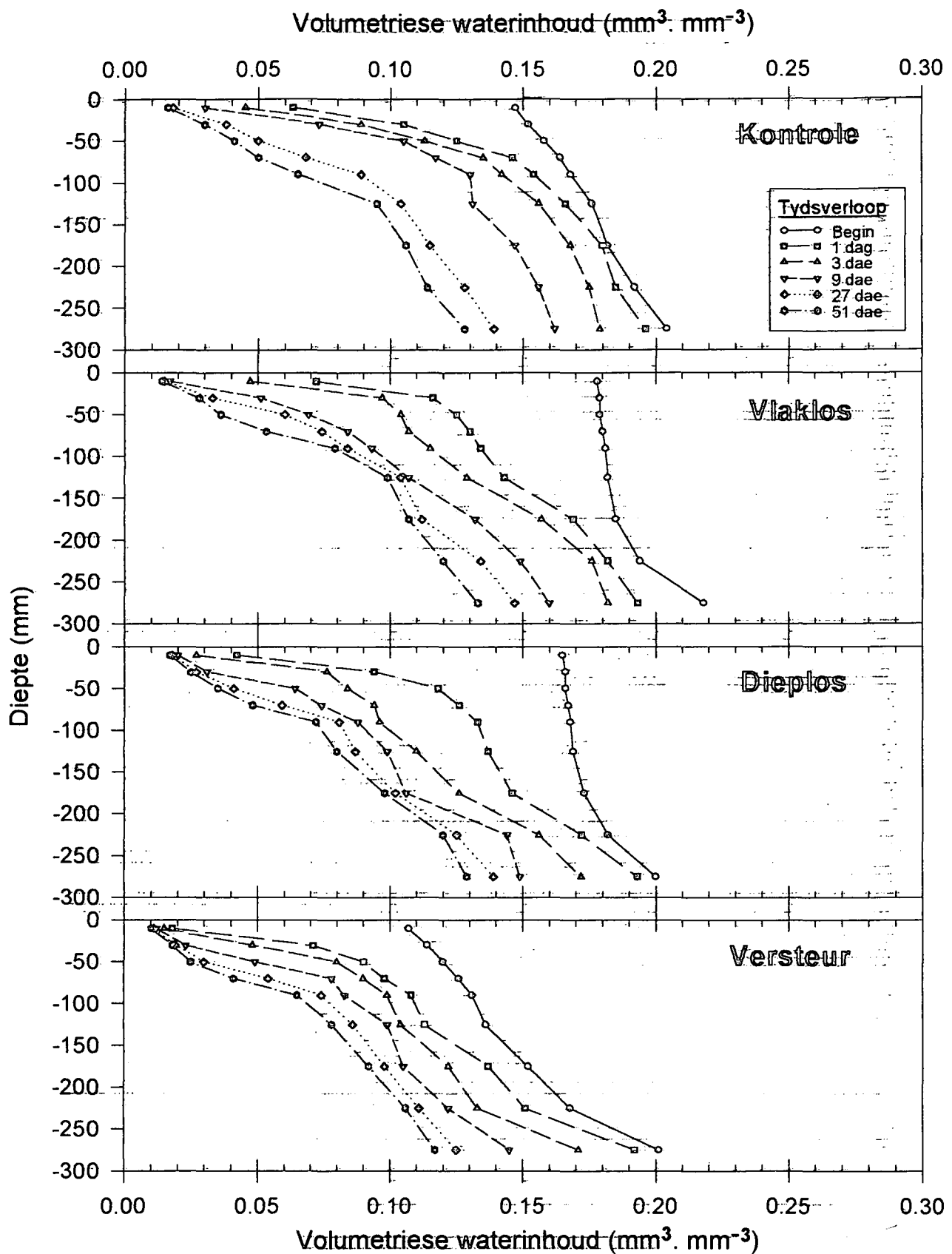
Figuur 3.6. Gemiddelde volumetrisiese waterinhoud van die onderskeie behandelings van mikrolisimeters met Bainsvleigrond se verspreiding oor diepte wat op verskillende dae gedurende die laagverdampingeksperiment bepaal is

tot gevolg gehad. Die grondkleur (albedo) en of kleipersentasie het moontlik hier 'n rol gespeel.

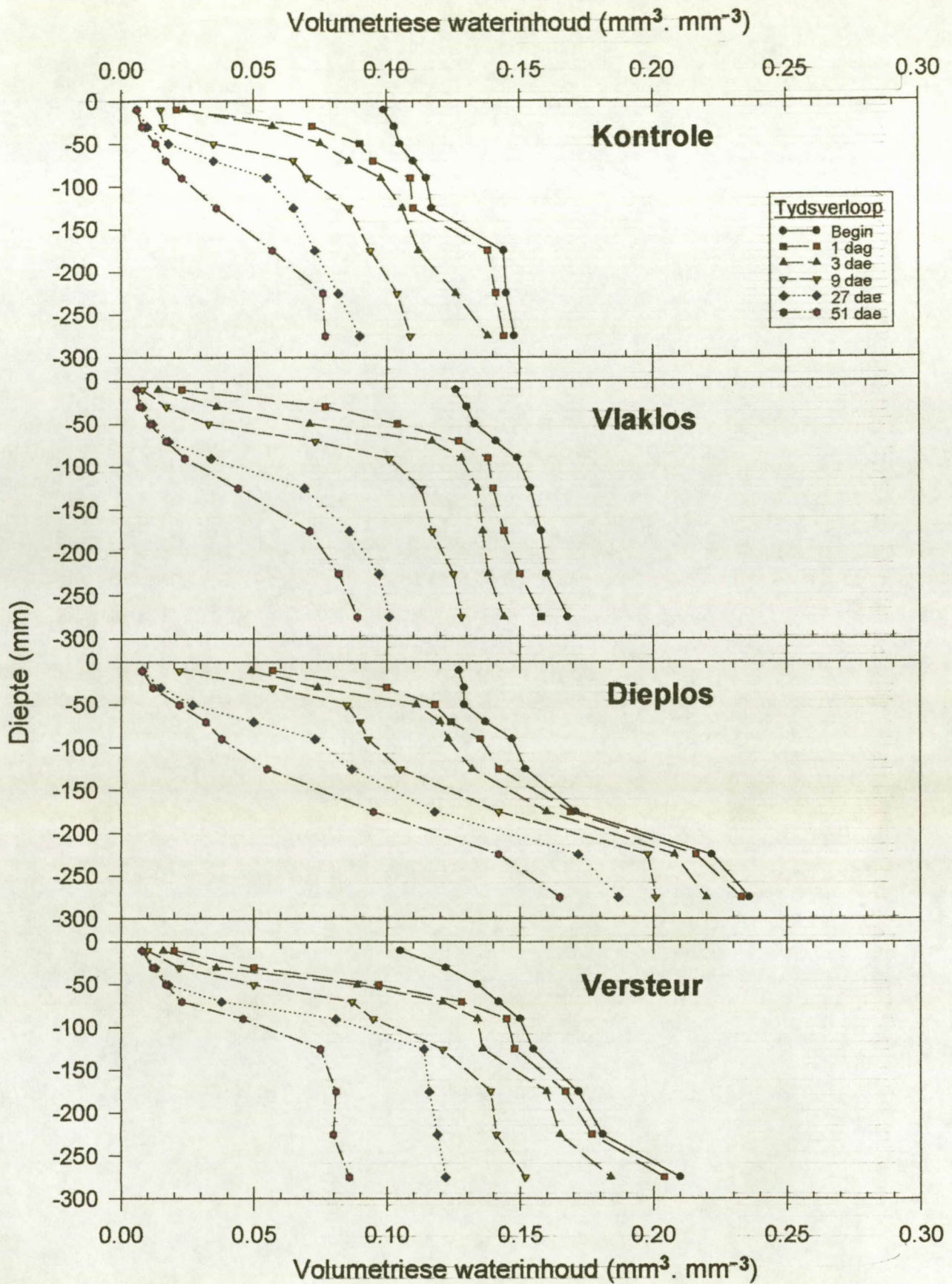
Die volumetriese waterinhouddsdata van die Clovellygrond word in Bylae 3.3 aangetoon en in Figuur 3.8 grafies voorgestel. Die totale aanvangswaterinhoud van die mikrolisimeters van die kontrole-, vlaklos-, dieplos- en versteurde behandelings was onderskeidelik 38, 46, 52 en 49mm gewees (Bylae 3.3). Die dieplosbehandeling van die Clovellygrond (Figuur 3.8) was in die dieper grondlagies (> 150 mm) natter as die ander behandelings. Min verskille het egter tussen die kontrole- en vlaklosbehandelings voorgekom, alhoewel daar 'n duidelike knakpunt tussen 100 - 150 mm diepte by die kontrolebehandeling was. 'n Duidelike verdampingfront is tussen 80 - 100 mm diepte by die vlaklos- en versteurde behandelings en tussen 60 - 80 mm by die dieplosbehandeling waarneembaar (Figuur 3.8). By die vlaklosbehandeling is daar vanaf die einde van die eerste dag (dag 1 op Figuur 3.8) tot en met dag nege oor al die dieptes 'n eweredige afname in waterinhoud. Hierna is daar 'n groot afname in die lagies dieper as 60 mm. Die waterinhouddskurwes van die dieplosbehandeling toon 'n steil gradiënt van bo tot onder en het eweredig met diepte oor tyd afgeneem.

Die uitdroging van die lagies dieper as 150 mm van die versteurde behandeling, was gedurende die eerste nege dae van die eksperiment aanvanklik klein. Hierna het die verliese hoofsaaklik dieper as 150 mm plaasgevind. Dit wil dus voorkom of die los bogrond wel gedurende die eerste nege dae tot 'n vermindering in die verdampingsverlies dieper as 150 mm bygedrae het. Die waterverlies was na nege dae egter meer by die versteurde behandeling as by die ander behandelings gewees. Aan die einde van die eksperiment (51 dae) was die verdampingsfront van die versteurde behandeling op 'n diepte van 100 - 150 mm.

Die verspreiding van waterinhoud van die verskillende behandelings met diepte van die Westleighgrond word in Figuur 3.9 grafies voorgestel. Die volumetriese waterinhoud en totale waterinhoud van die mikrolisimeters met die Westleighgrond word in Bylae 3.4 aangetoon. Die totale waterinhoud van die mikrolisimeters van die kontrole-, vlaklos-, dieplos- en versteurde behandelings was onderskeidelik 72, 78, 77 en 84 mm gewees.



Figuur 3.7. Gemiddelde volumetriese waterinhoud van die onderskeie behandelings van mikrolisimeters met Huttongrond se verspreiding oor diepte wat op verskillende dae gedurende die laagverdampingseksperiment bepaal is



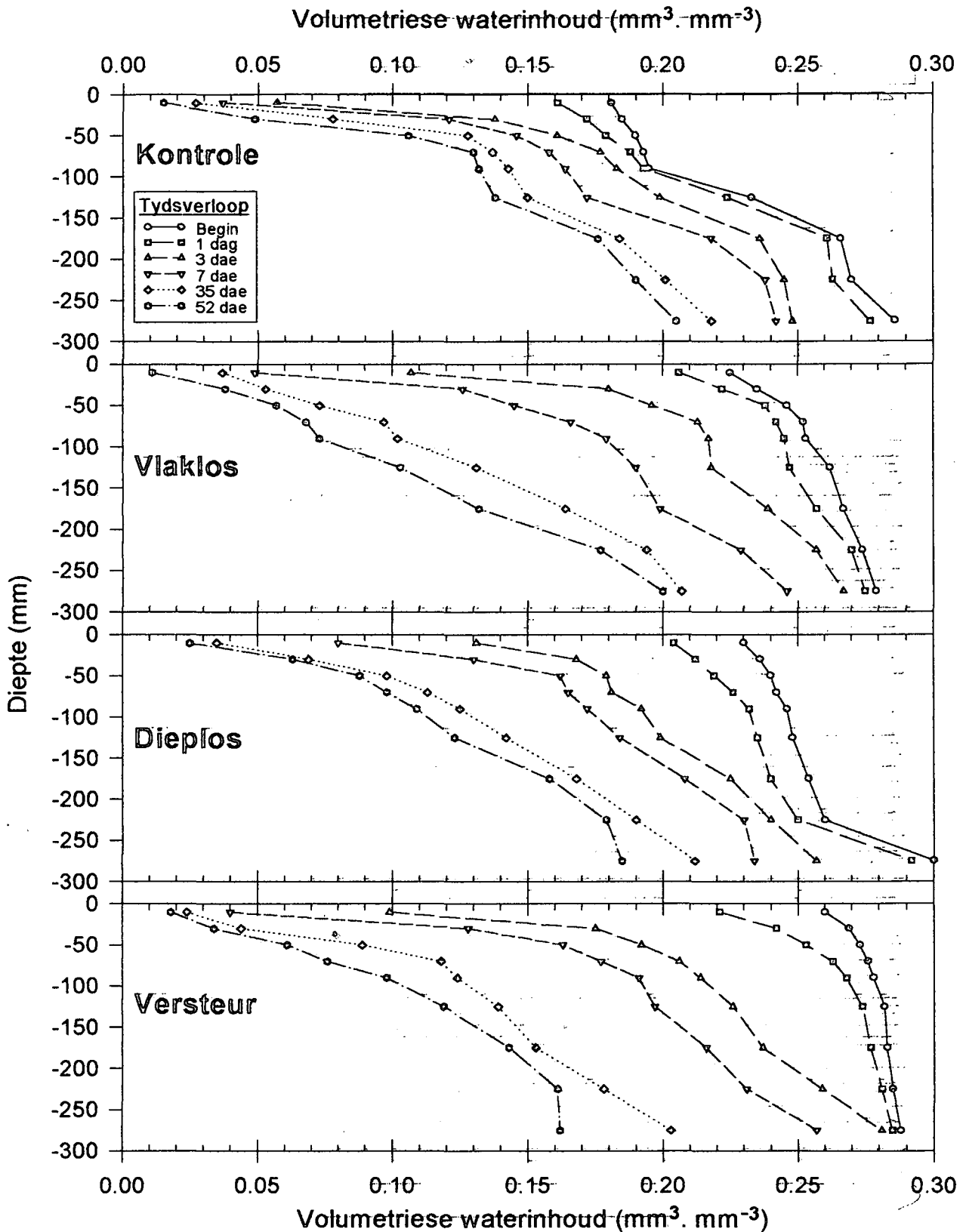
Figuur 3.8. Gemiddelde volumetriese waterinhoud van die onderskeie behandelings van mikrolisimeters met Clovellygrond se verspreiding oor diepte wat op verskillende dae gedurende die laagverdampingseksperiment bepaal is

Vlakker as 100 mm het die kontrolebehandeling aanvanklik 'n laer waterinhoud as al die ander behandelings gehad (Figuur 3.9). Die kontrolebehandeling het 'n duidelike verdampingsfront op 'n 100 mm diepte gehad. Vanaf die vierde dag (dag 3 Figuur 3.9) het die mikrolisimeters van die vlaklos-, dieplos- en die versteurde behandelings eweredig met diepte uitgedroog. Aan die einde van die eksperiment was die totale waterinhoud van die mikrolisimeter met die kontrolebehandeling (44 mm) die hoogste, gevolg deur die dieplosbehandeling (40 mm), die versteurde behandeling (35 mm) en die vlaklosbehandeling (36 mm). Die versteurde behandeling het van al die behandelings die grootste uitdroging tussen dag nege en 52 gehad.

Die Westleighgrond (Figuur 3.9) het ook 'n hoër aanvangswaterinhoud as al die ander gronde gehad. Dié grond toon ook die grootste verandering in waterinhoud per laag tussen die onderskeie lesings. Die kontrolebehandelings het by al die gronde 'n laer waterinhoud as die ander behandelings gehad. Dit kan moontlik aan die voorkoms van min makroporieë in die behandeling toegeskryf word.

3.3.3.2 Diffusiwiteitskoëffisiënte van die laagverdampingseksperiment

Die diffusiwiteitskoëffisiënte van elke lagie van die data in Bylaes 3.1 tot 3.4 is met behulp van die vloeiervergelyking (Vergelyking 3.9) van Crank (1956) bereken en word in Bylaes 3.5 tot 3.8 aangetoon. Die gemiddelde diffusiwiteitskoëffisiënte is van elke 100 mm lagie by die onderskeie metingstye bepaal en die gemiddelde geweegde diffusiwiteitskoëffisiënte is vanaf die data met behulp van Vergelyking 3.9 bereken. Die gemiddelde geweegde diffusiwiteitskoëffisiënte is teenoor gemiddelde geweegde volumetriese waterinhoud van elke 100 mm lagie van die verskillende behandelings geplot. Die diffusiwiteitskurwes wat die verwantskap van diffusiwiteitskoëffisiënte teenoor volumetriese waterinhoud van die verskillende behandelings en gronde voorstel, word in Figure 3.10 tot 3.14 grafies voorgestel. Die diffusiwiteitskoëffisiënte van die onderskeie lagies is bereken om by Afdelings 3.3.3.3 en 3.3.3.4 in die Gardner (1959) en Gardner & Hillel (1962) vergelykings te gebruik.



Figuur 3.9. Gemiddelde volumetriese waterinhoud van die onderskeie behandelings van mikrolisimeters met Westleighgrond-se-verspreiding oor diepte wat op verskillende dae gedurende die laagverdampingseksperiment bepaal is

Die diffusiwiteitskurwes het by die onderskeie behandelings van die Bainsvlei-, Hutton- en Clovellygrond 'n duidelike knak getoon (Figure 3.10 tot 3.12). Die knak stel die waterinhoud in die grond voor waar die aanvulling na die verdampingsfront van die vloeistof na die gasfase oorgaan. By die meer kleierige Westleighgrond (Figuur 3.13) is die knakpunt in die kurwes minder opvallend en by die vlaklosbehandeling feitlik afwesig. Die diffusiwiteitskurwe van die versteurde behandeling van die Westleighgrond het egter van die tendens van die ander behandelings se kurwes afgewyk. Die diffusiwiteitskoëffisiënte neem eers geleidelik en dan skerp af met 'n afname in die volumetriese waterinhoud van die behandeling. By die waterinhoud waar die faseverandering intree, plat die kurwe af en toon nie weer 'n stygende tendens nie.

Die onderskeie bewerkingsbehandelings se diffusiwiteitskoëffisiënte het min van mekaar verskil. Die bewerkingsbehandelings van die Bainsvlei-, Hutton- en Clovellygrond het dieselfde diffusiwiteitskoëffisiënt by min of meer dieselfde waterinhoud gehad (Figure 3.10 to 3.12). Dit word verklaar deur die feit dat die teksture van die behandelings nie veel verskil het nie. Die leemsand Westleighgrond (16 % sliik plus klei) het weens die hoër kleipersentasie, hoër diffusiwiteitskoëffisiënte by dieselfde waterinhoud van die onderskeie behandelings gehad (Figuur 3.13).

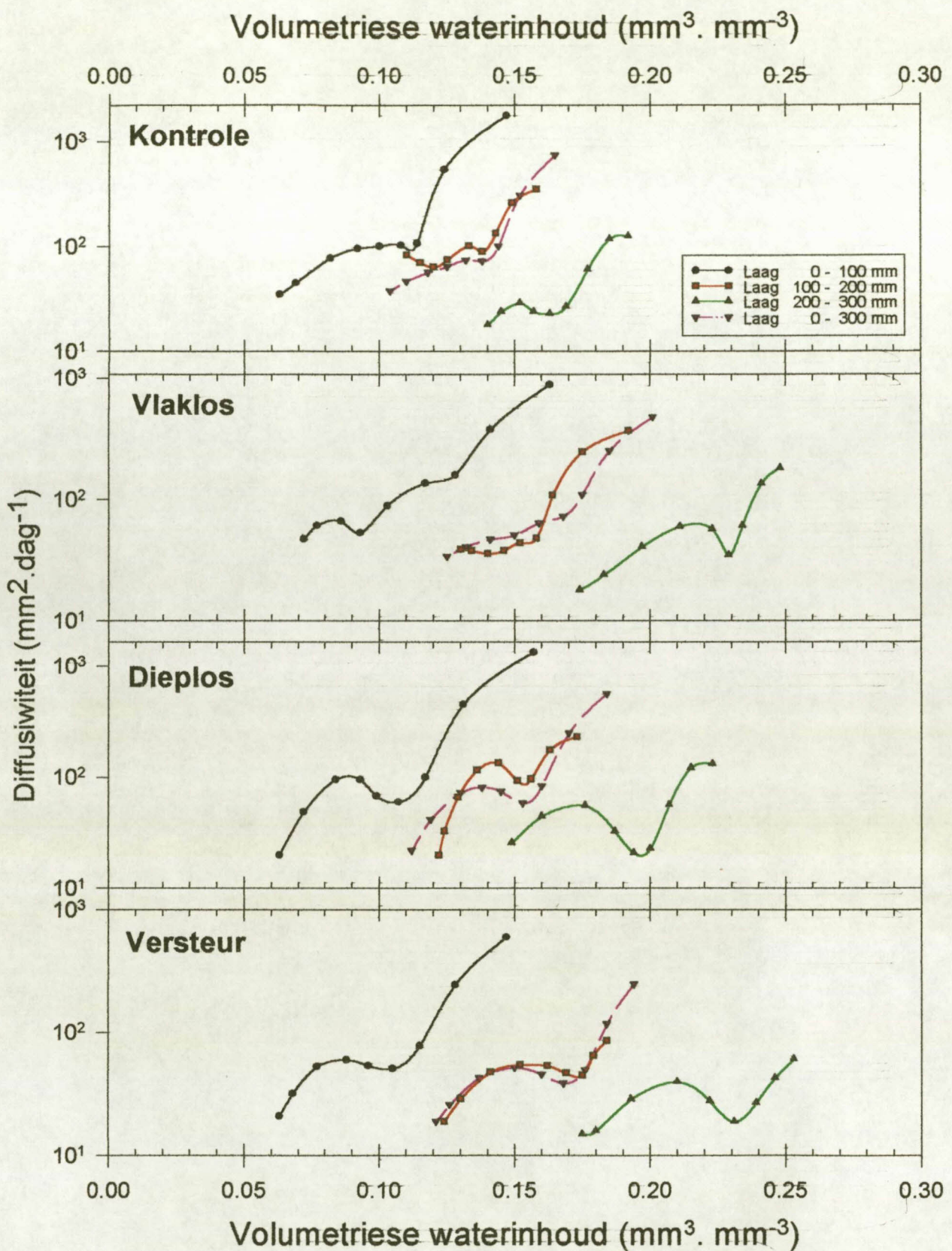
Die gemiddelde geweegde diffusiwiteitskoëffisiënte van die verskillende gronde word in Figuur 3.14 voorgestel. Vanuit die kurwes is dit duidelik dat daar min verskille tussen die diffusiwiteitskoëffisiënte en volumetriese waterinhoudverwantskappe van die ooreenstemmende lae van die Bainsvlei-, Hutton- en Clovellygrond voorgekom het. Die dieper lae (200 - 300 mm) het dieselfde diffusiwiteitskoëffisiënte by hoër volumetriese waterinhoud as die vlakker lae (0 - 100 mm) gehad. Die porositeit van die vlakker lagies was hoër as die van die dieper lagies en daarom was die diffusiwiteitskoëffisiënte van die lagies ook hoër (Jackson, 1963). Die Westleighgrond se ooreenstemmende diffusiwiteitskoëffisiënte van die ooreenstemmende lae het weens die hoër sliik- plus kleipersentasie egter by hoër volumetriese waterinhoud voorgekom. 'n Spesifieke diffusiwiteitskoëffisiënt sal by die Bainsvlei-, Hutton- en Clovellygronde by 'n laer volumetriese waterinhoud as by die Westleighgrond voorkom (Figuur 3.14). Die tendens word ook deur navorsingsresultate van Jackson (1963) gerapporteer.

3.3.3.3 Verdampingstempo van die laagverdampingseksperiment

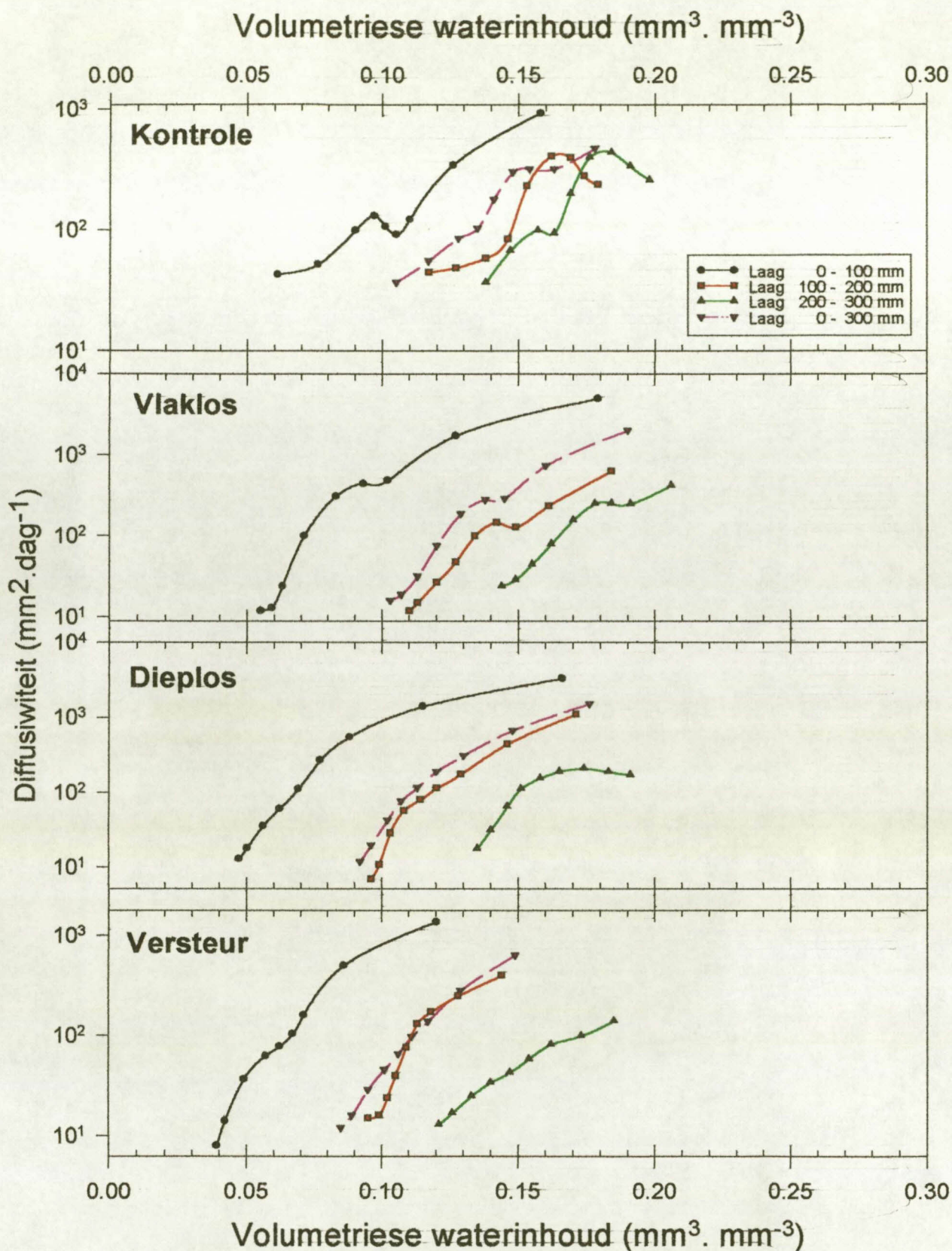
Die verdampings- plus herverspreidingsverlies vanuit elke laag is na afloop van elke lesing bepaal. Die totaal vir die verskillende diepte-inkremente naamlik: 0 - 100 mm, 100 - 200 mm, 200 - 300 mm, 0 - 200 mm en 0 - 300 mm is vanaf die data bepaal en word in Tabela 3.2 tot 3.11 vir die onderskeie gronde aangetoon. Die gemiddelde klas A-pan verdampingstempo asook die berekende verwysingsverdamping (E_o) en atmosferiese verdampingsaanvraag (AVA) wat tydens die laagverdampingseksperiment se verskillende tye van die onderskeie gronde voorgekom het, word in Figuur 3.15 aangetoon.

Die laagverdampingseksperiment van die verskillende gronde is nie gelyktydig nie, maar agtereenvolgend uitgevoer. Die klas A-pan verdampingstempo's van elke behandeling in Figuur 3.15 is die gemiddelde van die periode (mm.dag^{-1}) wat werklik gedurende die spesifieke periodes by die aangrensende weerstasie gemeet is. Die Bainsvleigrond se eksperiment is gedurende middel November tot die eerste week in Januarie en die Huttongrond gedurende einde Januarie tot middel Maart uitgevoer. Die Clovelly- en Westleighgrond is onderskeidelik gedurende begin Desember tot einde Januarie en einde Maart tot middel Mei uitgevoer. Die gemiddelde klas A-pan verdampingstempo's was die hoogste by die Clovelly- (10 mm.dag^{-1}) en Bainsvleigronde (8 mm.dag^{-1}) se eksperimente terwyl dit laer by dié van die Huttongrond (6 mm.dag^{-1}) en die laagste by die Westleighgrond (4 mm.dag^{-1}) was (Figuur 3.15).

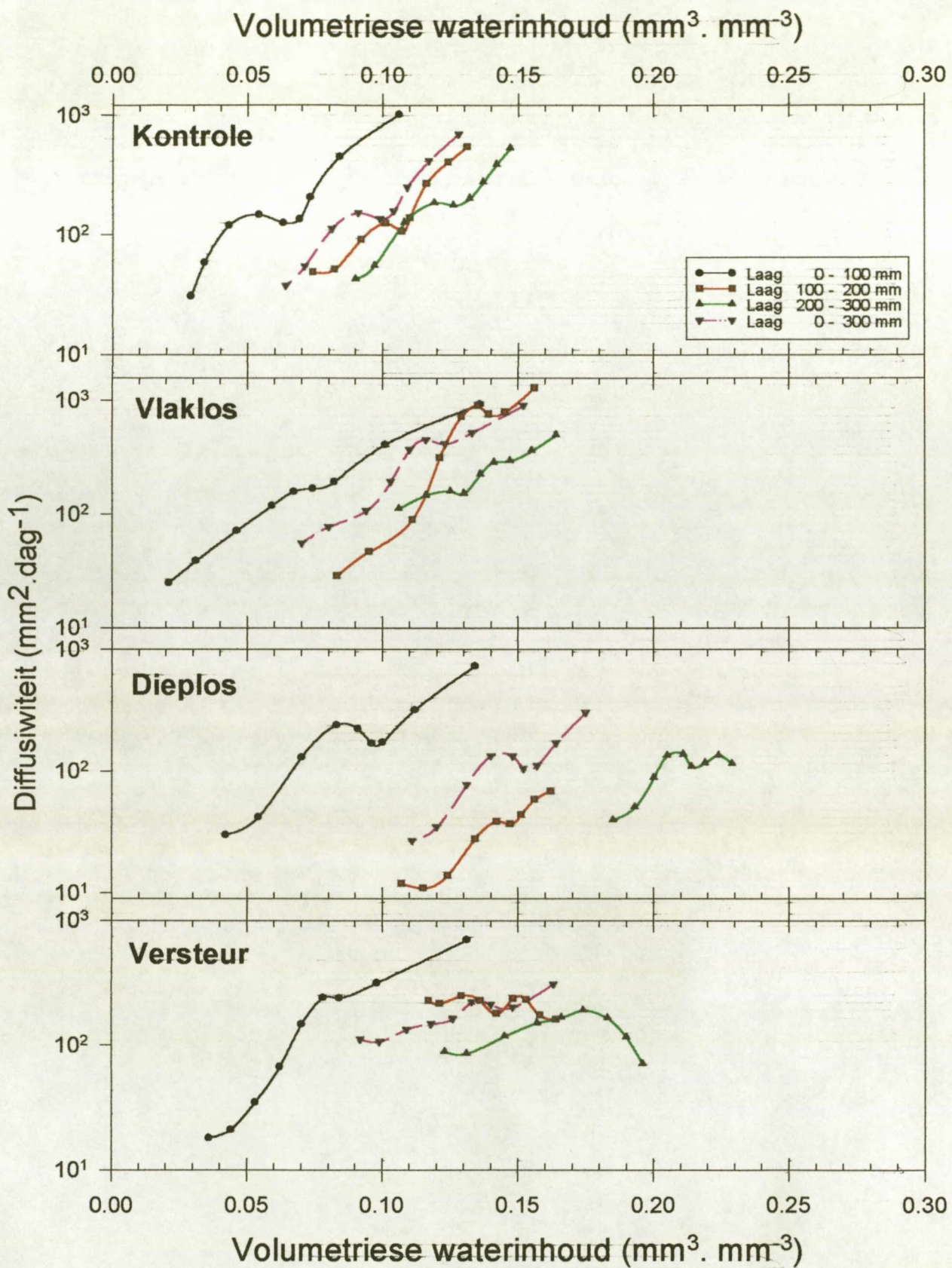
Die verandering in waterinhoud oor die dikte van die verskillende lae is gebruik om die diffusiwiteitskoëffisiënte van Afdeling 3.3.3.2 van elke laag te bereken. Die verdampingstempo's van die onderskeie bewerkingsbehandelings en gronde is met behulp van dié diffusiwiteitskoëffisiënte en die modelle van Gardner (1959) (Vergelyking 3.10) en van Gardner & Hillel (1962) (Vergelyking 3.12) vir al die verdampingsperiodes tussen die verskillende metingstye bereken. Die modelle is op die data van die werklike verdampingstempo's van die behandelings gepas en word in Figure 3.16 tot 3.20 voorgestel. Die geweegde gemiddelde grondoppervlakverdampingstempo's van die onderskeie behandelings van die totale mikrolisimeter van die Bainsvlei-, Hutton-, Clovelly- en Westleighgrond word onderskeidelik in Figure 3.16, 3.17, 3.18 en 3.19 voorgestel. Die gemiddelde verdamping, verdampingstempo asook die kumulatiewe verdamping gedurende die onderskeie tydperke vanuit die verskillende lae van die



Figuur 3.10. Gemiddelde geweegde diffusiwiteitskoeffisiënte en tweede orde regressielyne van die verskillende behandelings van 100 mm diepte intervale van mikrolisimeters met Bainsvleigrond

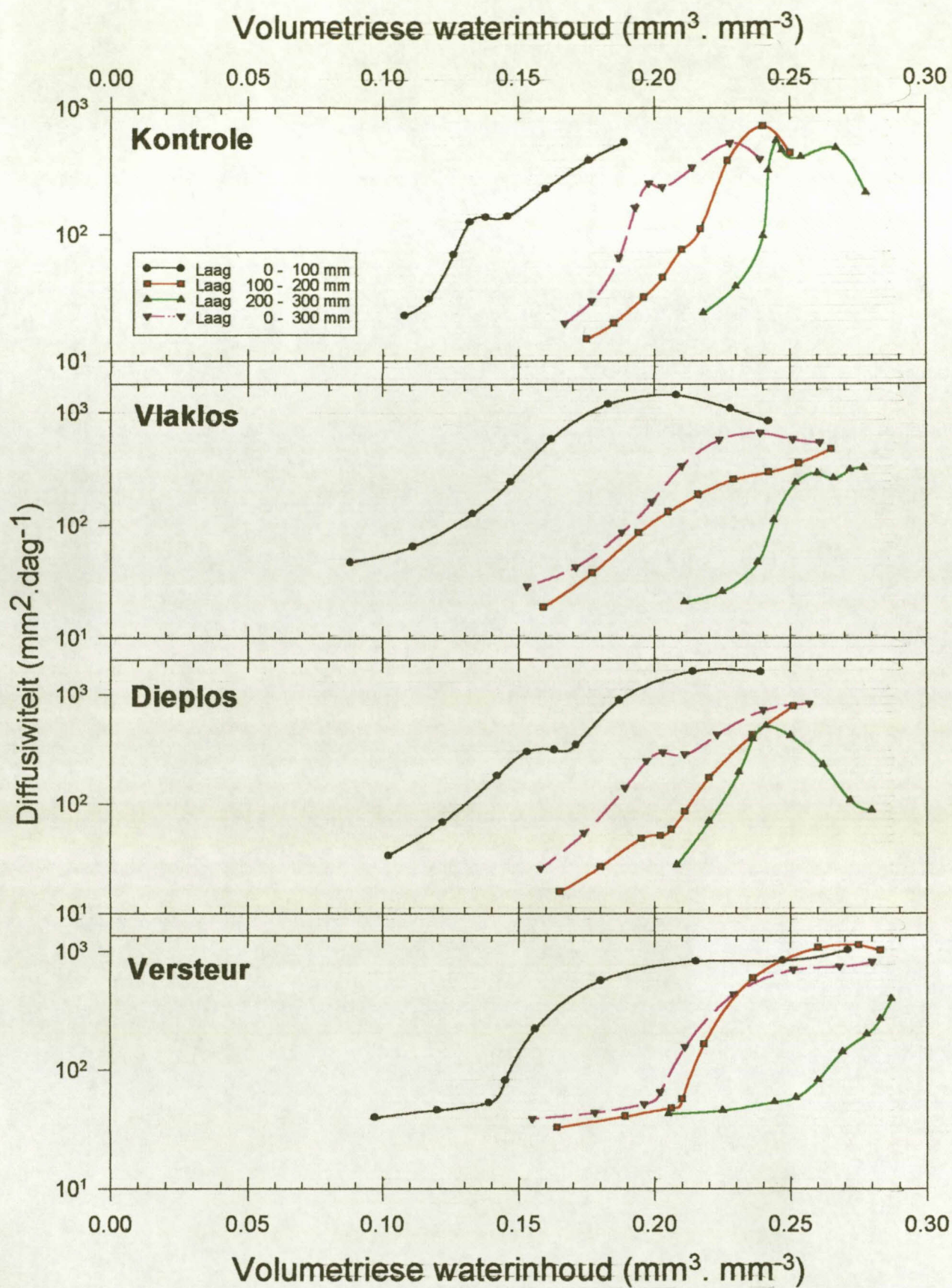


Figuur 3.11. Gemiddelde geweegde diffusiwiteitskoeffisiënte en tweede orde regressielyne van die verskillende behandelings van 100 mm diepte intervale van mikrolisimeters met Huttongrond

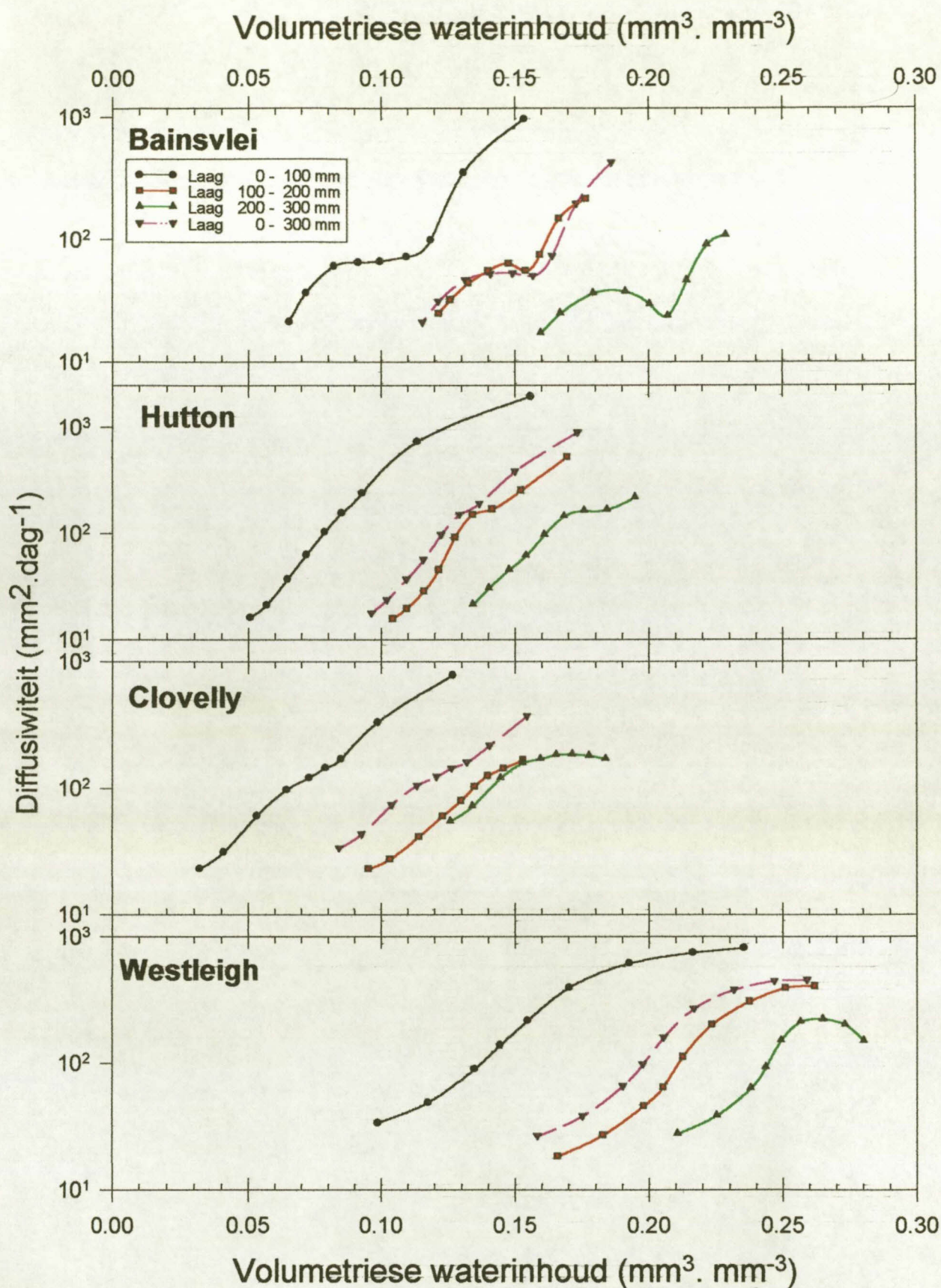


Figuur 3.12. Gemiddelde gewegte diffusiwiteitskoeffisiënte en tweede orde regressielyne van die verskillende behandelings van 100 mm diepte intervale van mikrolisimeters met Clovellygrond





Figuur 3.13. Gemiddelde gewoogde diffusiwiteitskoeffisiënte en tweede orde regressielyne van die verskillende behandelings van 100 mm diepte intervale van mikrolisimeters met Westleighgrond



Figuur 3.14. Gemiddelde geweege diffusiwiteitskoeffisiënte en tweede orde regressielyne van die verskillende behandelings van 100 mm diepte intervale van die mikrolisimeters met die gemiddelde waardes van vier verskillende gronde

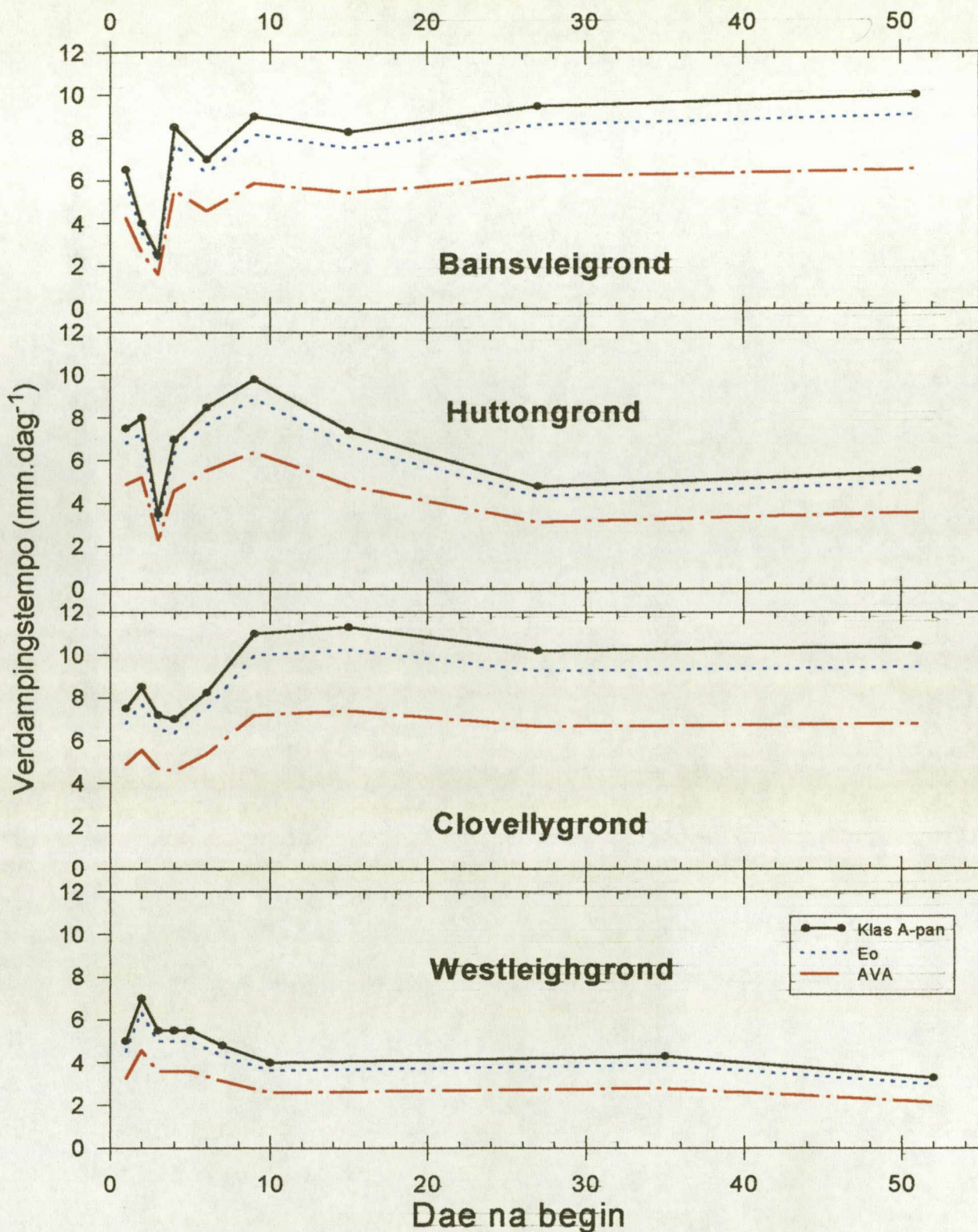
mikrolisimeter met die Bainsvlei-, Hutton-, Clovelly- en Westleighgrond word onderskeidelik in Tabela 3.2, 3.3, 3.4 en 3.5 aangetoon.

Vanuit die data is dit duidelik dat die verdamping van die Bainsvleigrond gedurende die eerste ses dae by al die verskillende behandelings hoofsaaklik vanuit die 0 - 100 mm laag plaasvind. Vanaf die negende dag is die verlies vanuit die verskillende lae dieselfde (Tabel 3.2). Die versteurde behandeling het gedurende die eerste nege dae deurgaans die laagste verdampingstempo gehad (Figuur 3.16). Dit wil dus vanuit die data voorkom of die los bogrond wel die verdampingstempo gedurende die eerste nege dae verlaag het. Vanaf dag nege tot en met die einde van die eksperiment het die versteurde behandeling die hoogste verdampingstempo gehad. Beide die modelle van Gardner (1959) en die van Gardner & Hillel (1962) het die verdampingstempo ver oorskot (Figuur 3.16). Die model van Gardner & Hillel (1962) se verdampingstempo het dieselfde patroon as die gemete waardes gevolg alhoewel dit die verdampingstempo oorskot het. Die stadige residuele of konstante stadige tempo stadium het by die grond na sowat veertien dae begin

Die verdampingstempo van die donker rooi sanderige Huttongrond het net gedurende die eerste twee dae hoofsaaklik vanuit die boonste 100 mm diepte plaasgevind (Figuur 3.17). Die Huttongrond se verdampingstempo's van die onderskeie behandelings was aanvanklik baie hoër as dié van die Bainsvleigrond (Figuur 3.16) vir die ooreenstemmende tye gewees. Die dalende tempo stadium van die Huttongrond het slegs gedurende die eerste nege dae voorgekom waarna die grond se verdamping teen 'n stadige residuele tempo plaasgevind het (Figuur 3.17). Die verdampingstempo van die Huttongrond (Figuur 3.17) word deur die Gardner (1959) model gedurende die eerste ses dae onderskat waarna dit slegs effens hoër as die gemete verdampingstempo was. Die Gardner & Hillel (1962) model oorskot die verdampingstempo tot en met dag nege waarna dit naastenby dieselfde verdampingstempo as die gemete waardes gee (Figuur 3.17).

Die verdampingstempo vanuit die boonste 100 mm van die Clovellygrond het tussen behandelings min van mekaar verskil (Tabel 3.4). Vanaf die derde dag het die onderskeie behandelings se verskillende lae teen dieselfde tempo water verloor (Figuur 3.8). Die dalende tempo stadium het net vir nege dae lank voorgekom, waarna die

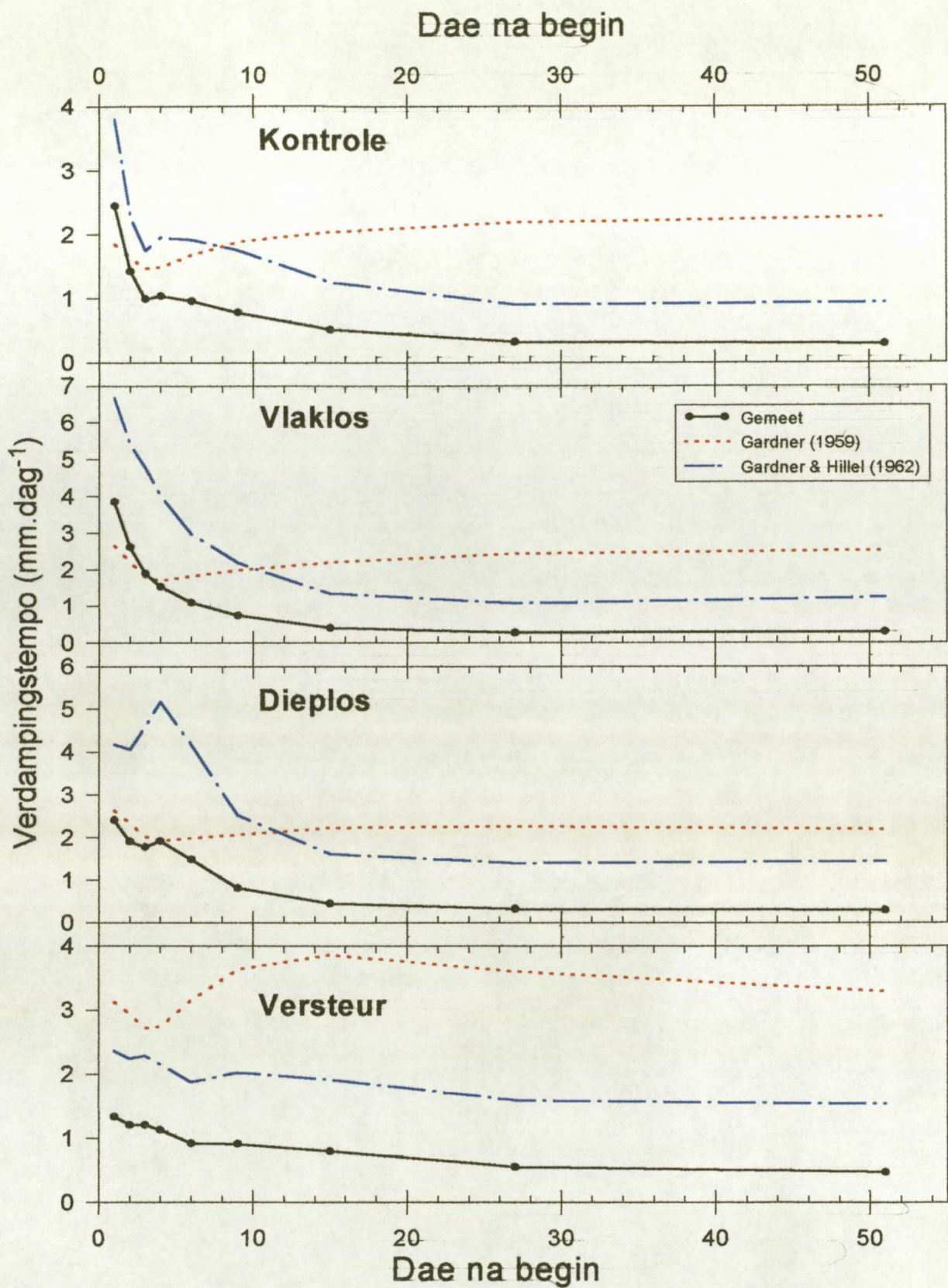
Dae na begin



Figuur 3.15. Gemiddelde gemete klas A-panverdampingstempo's, berekende verwysingsverdamping (Eo) en berekende atmosferiese verdampingsaanvraag (AVA) wat by die onderskeie gronde gedurende verskillende tye by die laagverdampingseksperiment voorgekom het

Tabel 3.2. Grondoppervlakverdamping (E), verdampingstempo (Es) en kumulatiewe verdamping (KE) vir verskillende dieptelae (mm) wat gedurende verskillende tye van die laagverdampingseksperiment vanuit die onderskeie lagies van die mikrolisimeters met Bainsvleigrond voorgekom het.

Behandelings	Dag	E per laag (mm)					Es per laag (mm.dag ⁻¹)					KE oor tydperk per laag (mm)				
		0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300
Kontrole	1	2.3	0.5	0.2	2.8	3.0	2.3	0.5	0.2	2.8	3.0	2.3	0.5	0.2	2.8	3.0
Kontrole	2	0.6	0.2	0.1	0.8	0.9	0.6	0.2	0.1	0.8	0.9	2.9	0.7	0.3	3.6	3.9
Kontrole	3	0.7	0.2	0.2	0.8	1.0	0.7	0.2	0.2	0.8	1.0	3.6	0.8	0.4	4.4	4.8
Kontrole	4	0.6	0.3	0.3	0.9	1.1	0.6	0.3	0.3	0.9	1.1	4.2	1.2	0.7	5.3	6.0
Kontrole	6	1.3	0.1	0.5	1.4	1.9	0.7	0.0	0.3	0.7	0.9	5.5	1.2	1.2	6.7	7.8
Kontrole	9	0.8	0.8	0.9	1.7	2.5	0.3	0.3	0.3	0.6	0.8	6.3	2.1	2.0	8.4	10.4
Kontrole	15	1.0	1.4	0.6	2.4	3.1	0.2	0.2	0.1	0.4	0.5	7.3	3.5	2.7	10.8	13.4
Kontrole	27	0.6	0.4	1.0	1.0	1.9	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	7.9	3.9	3.6	11.8	15.4
Kontrole	51	4.0	3.2	3.1	7.1	10.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	11.9	7.0	6.7	18.9	25.5
Vlaklos	1	3.2	1.0	0.3	4.2	4.5	3.2	1.0	0.3	4.2	4.5	3.2	1.0	0.3	4.2	4.5
Vlaklos	2	0.7	0.5	0.7	1.2	2.0	0.7	0.5	0.7	1.2	2.0	3.9	1.5	1.1	5.4	6.4
Vlaklos	3	0.7	0.5	0.8	1.2	2.0	0.7	0.5	0.8	1.2	2.0	4.7	2.0	1.9	6.6	8.5
Vlaklos	4	0.7	0.3	0.6	1.0	1.5	0.7	0.3	0.6	1.0	1.5	5.4	2.2	2.4	7.6	10.0
Vlaklos	6	1.1	0.5	0.5	1.5	2.0	0.5	0.2	0.2	0.8	1.0	6.5	2.7	2.9	9.2	12.0
Vlaklos	9	1.3	0.5	0.8	1.9	2.6	0.4	0.2	0.3	0.6	0.9	7.8	3.2	3.6	11.0	14.6
Vlaklos	15	0.4	0.2	0.9	0.6	1.6	0.1	0.0	0.2	0.1	0.3	8.2	3.4	4.6	11.6	16.2
Vlaklos	27	0.6	0.6	1.6	1.3	2.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	8.8	4.1	6.1	12.9	19.0
Vlaklos	51	3.1	4.2	1.6	7.3	8.8	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4	11.9	8.2	7.7	20.1	27.8
Dieplos	1	2.4	0.1	0.1	2.5	2.6	2.4	0.1	0.1	2.5	2.6	2.4	0.1	0.1	2.5	2.6
Dieplos	2	1.0	0.2	0.6	1.1	1.7	1.0	0.2	0.6	1.1	1.7	3.4	0.3	0.7	3.7	4.4
Dieplos	3	0.7	0.2	0.7	0.9	1.6	0.7	0.2	0.7	0.9	1.6	4.1	0.5	1.4	4.6	5.9
Dieplos	4	1.2	0.3	0.9	1.5	2.3	1.2	0.3	0.9	1.5	2.3	5.3	0.8	2.2	6.0	8.2
Dieplos	6	1.5	0.4	1.1	1.9	3.0	0.8	0.2	0.6	1.0	1.5	6.8	1.2	3.3	7.9	11.2
Dieplos	9	0.6	0.4	0.9	1.0	1.9	0.2	0.1	0.3	0.3	0.6	7.4	1.6	4.2	9.0	13.2
Dieplos	15	0.8	1.1	0.7	1.8	2.5	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4	8.2	2.6	4.9	10.8	15.7
Dieplos	27	1.0	1.7	1.1	2.7	3.7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	9.2	4.3	6.0	13.5	19.4
Dieplos	51	2.7	2.3	1.9	5.0	6.9	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	12.0	6.6	7.8	18.5	26.3
Versteur	1	1.0	0.3	0.2	1.3	1.4	1.0	0.3	0.2	1.3	1.4	1.0	0.3	0.2	1.3	1.4
Versteur	2	0.7	0.3	0.2	1.0	1.2	0.7	0.3	0.2	1.0	1.2	1.7	0.5	0.4	2.2	2.6
Versteur	3	0.7	0.2	0.3	0.9	1.1	0.7	0.2	0.3	0.9	1.1	2.3	0.7	0.6	3.1	3.7
Versteur	4	1.0	0.2	0.3	1.2	1.4	1.0	0.2	0.3	1.2	1.4	3.3	1.0	0.9	4.3	5.1
Versteur	6	0.6	0.3	0.3	0.8	1.1	0.3	0.1	0.1	0.4	0.5	3.9	1.2	1.1	5.1	6.2
Versteur	9	1.2	1.2	1.1	2.4	3.5	0.4	0.4	0.4	0.8	1.2	5.1	2.4	2.2	7.5	9.7
Versteur	15	1.2	2.2	1.1	3.4	4.5	0.2	0.4	0.2	0.6	0.7	6.3	4.6	3.3	10.9	14.2
Versteur	27	1.9	2.3	2.2	4.2	6.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	8.2	6.9	5.4	15.1	20.5
Versteur	51	3.7	4.1	1.9	7.8	9.7	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	12.0	11.0	7.3	23.0	30.3
Gemiddeld	1	2.2	0.5	0.2	2.7	2.9	2.2	0.5	0.2	2.7	2.9	2.2	0.5	0.2	2.7	2.9
Gemiddeld	2	0.7	0.3	0.4	1.0	1.4	0.7	0.3	0.4	1.0	1.4	3.0	0.7	0.6	3.7	4.3
Gemiddeld	3	0.7	0.3	0.5	1.0	1.4	0.7	0.3	0.5	1.0	1.4	3.7	1.0	1.1	4.7	5.7
Gemiddeld	4	0.9	0.3	0.5	1.1	1.6	0.9	0.3	0.5	1.1	1.6	4.5	1.3	1.5	5.8	7.3
Gemiddeld	6	1.1	0.3	0.6	1.4	2.0	0.6	0.1	0.3	0.7	1.0	5.7	1.6	2.1	7.2	9.3
Gemiddeld	9	1.0	0.8	0.9	1.7	2.6	0.3	0.3	0.3	0.6	0.9	6.7	2.3	3.0	9.0	12.0
Gemiddeld	15	0.9	1.2	0.8	2.1	2.9	0.1	0.2	0.1	0.3	0.5	7.5	3.5	3.8	11.0	14.9
Gemiddeld	27	1.0	1.3	1.4	2.3	3.7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	8.5	4.8	5.3	13.3	18.6
Gemiddeld	51	3.4	3.4	2.1	6.8	8.9	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	11.9	8.2	7.4	20.1	27.5



Figuur 3.16. Gemiddelde gemete verdamping vanuit die mikrolisimeters van die Bainsvleigrond met verskillende behandelings en die gesimuleerde verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoëffisiënte met behulp van verskillende modelle

verdamping teen 'n konstante lae tempo plaasgevind het. Gedurende die eerste ses dae het die Gardner (1959) model die verdampingstempo by die behandelings onderskat (Figuur 3.18). Die Gardner & Hillel (1962) model het die verdampingstempo gedurende die eerste 14 dae baie oorskot, waarna die oorskatting verminder het.

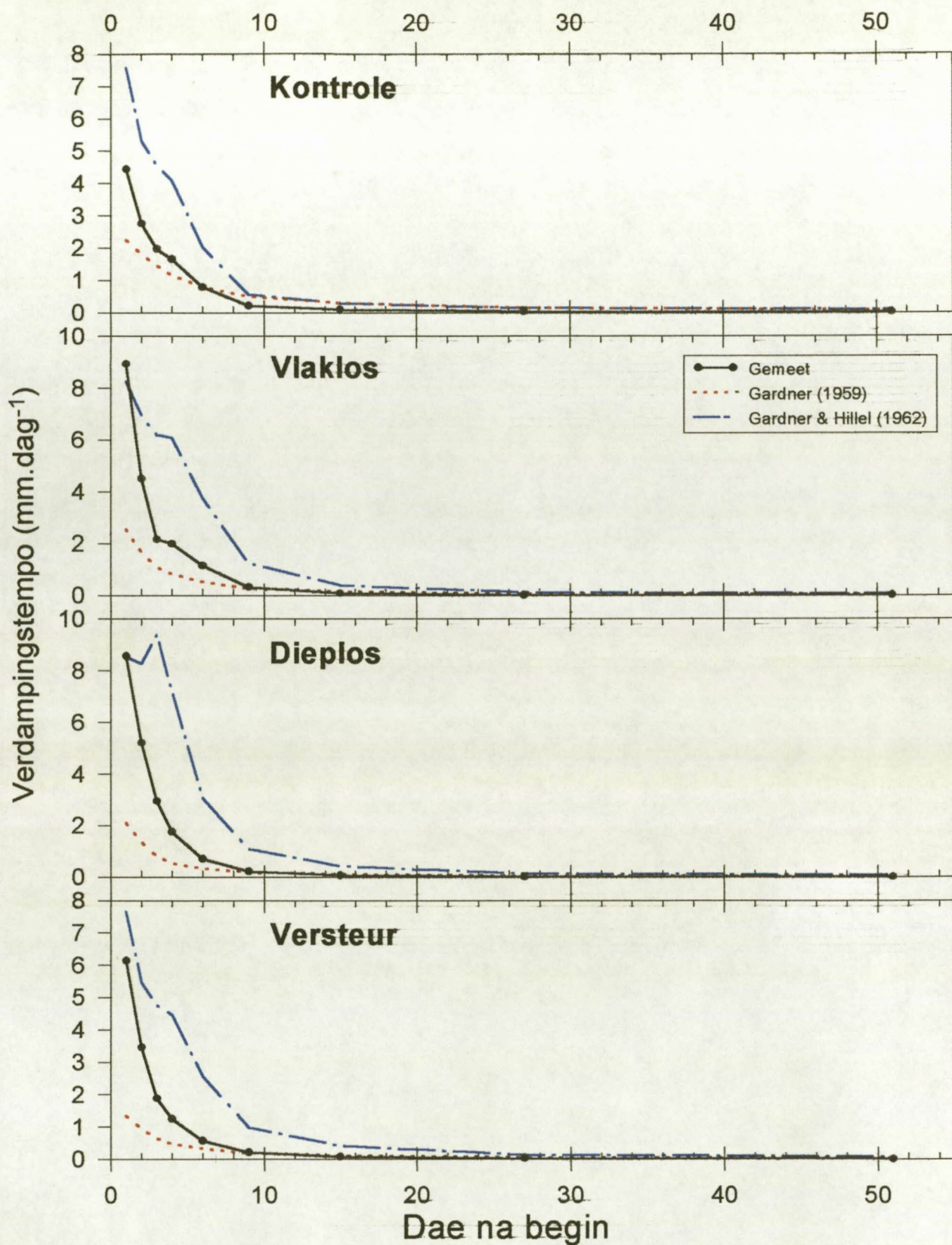
Die geweegde gemiddelde grondoppervlakverdamping van die onderskeie behandelings van die Westleighgrond se totale mikrolisimeter word in Figuur 3.19 voorgestel. Die verdamping het slegs tot en met die derde dag vanuit die boonste 100 mm plaasgevind (Tabel 3.5), waarna dit gelyktydig vanuit al die lae teen dieselfde tempo plaasgevind het (Figuur 3.19). Met verloop van tyd het die verdampingstempo in al die verskillende lae geleidelik afgeneem. Beide die simulasiemodelle het die verdampingstempo in Figuur 3.19 oorskot. Aanvanklik was die verskil baie groot maar het minder teen die einde van die periode verskil. Die Gardner (1959) model was nader aan die gemete verdamping as die Gardner & Hillel (1962) model.

Die gemiddelde grondoppervlakverdamping, verdampingstempo en kumulatiewe verdamping van die totale mikrolisimeters van verskillende gronde word in Tabel 3.2 tot 3.5 aangetoon, terwyl die geweegde gemiddelde verdampingstempo van die mikrolisimeters in Figuur 3.20 grafies voorgestel word. Die gemiddelde verdampingstempo van die Bainsvleigrond het geleidelik gedurende die eerste veertien dae afgeneem, terwyl die van die Hutton- en Clovellygrond skerp gedurende die eerste nege dae afgeneem het. Die verdampingstempo van die Westleighgrond het gedurende die tweede dag weens 'n toename in die atmosferiese verdampingsaanvraag toegeneem. Hierna het die verdampingstempo egter ook skerp tot die tiende dag afgeneem. Die Gardner (1959) en Gardner & Hillel (1962) modelle het glad nie die Bainsvleigrond se gemete verdampingstempo gepas nie. By die Hutton- en Clovellygrond het eersgenoemde modelle aanvanklik die verdampingstempo onderskat terwyl dit later net effens hoër as die werklike verdampingstempo was. Beide die modelle het ook die verdampingstempo by die Westleighgrond ver oorskot.

Tabel 3.3. Grondoppervlakverdamping (E), verdampingstempo (Es) en kumulatiewe verdamping (KE) vir verskillende dieptelae (mm) wat gedurende verskillende tye van die laagverdampingseksperiment vanuit die onderskeie lagies van die mikrolisimeters met Huttongrond voorgekom het.

Behandelings	Dag	E per laag (mm)					Es per laag (mm.dag ⁻¹)					KE oor tydperk per laag (mm)				
		0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300
Kontrole	1	3.9	0.6	0.7	4.5	5.3	3.9	0.6	0.7	4.5	5.3	3.9	0.6	0.7	4.5	5.3
Kontrole	2	1.0	0.3	0.7	1.3	2.0	1.0	0.3	0.7	1.3	2.0	4.9	0.8	1.5	5.8	7.2
Kontrole	3	0.4	0.8	0.7	1.2	1.9	0.4	0.8	0.7	1.2	1.9	5.3	1.7	2.1	7.0	9.1
Kontrole	4	0.4	0.9	0.9	1.3	2.2	0.4	0.9	0.9	1.3	2.2	5.7	2.6	3.0	8.3	11.3
Kontrole	6	0.4	0.8	0.5	1.2	1.7	0.2	0.4	0.3	0.6	0.9	6.0	3.4	3.6	9.4	13.0
Kontrole	9	0.7	0.6	0.4	1.3	1.6	0.2	0.2	0.1	0.4	0.5	6.7	4.0	3.9	10.7	14.6
Kontrole	15	1.2	0.8	1.2	2.0	3.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.5	7.9	4.9	5.1	12.7	17.8
Kontrole	27	2.7	2.1	1.4	4.8	6.2	0.2	0.2	0.1	0.4	0.5	10.5	7.0	6.5	17.5	23.9
Kontrole	51	1.2	0.9	1.3	2.1	3.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	11.7	7.9	7.7	19.6	27.3
Vlaklos	1	6.4	2.8	1.9	9.2	11.0	6.4	2.8	1.9	9.2	11.0	6.4	2.8	1.9	9.2	11.0
Vlaklos	2	1.7	0.7	0.4	2.4	2.7	1.7	0.7	0.4	2.4	2.7	8.1	3.5	2.2	11.5	13.7
Vlaklos	3	0.5	0.6	0.5	1.1	1.6	0.5	0.6	0.5	1.1	1.6	8.5	4.1	2.7	12.6	15.3
Vlaklos	4	1.0	1.0	0.8	2.0	2.8	1.0	1.0	0.8	2.0	2.8	9.5	5.0	3.6	14.5	18.1
Vlaklos	6	1.5	0.7	1.0	2.2	3.2	0.8	0.4	0.5	1.1	1.6	11.1	5.7	4.5	16.8	21.3
Vlaklos	9	0.6	0.7	0.7	1.3	2.0	0.2	0.2	0.2	0.4	0.7	11.7	6.4	5.2	18.1	23.2
Vlaklos	15	0.3	0.7	0.5	1.0	1.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	12.0	7.1	5.7	19.1	24.7
Vlaklos	27	0.6	0.5	0.9	1.1	2.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	12.6	7.6	6.6	20.2	26.7
Vlaklos	51	1.1	0.5	1.4	1.6	3.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	13.7	8.1	8.0	21.8	29.7
Dieplos	1	6.4	3.0	0.9	9.3	10.2	6.4	3.0	0.9	9.3	10.2	6.4	3.0	0.9	9.3	10.2
Dieplos	2	1.6	1.4	0.8	2.9	3.7	1.6	1.4	0.8	2.9	3.7	8.0	4.3	1.7	12.3	13.9
Dieplos	3	1.1	1.0	1.1	2.1	3.2	1.1	1.0	1.1	2.1	3.2	9.1	5.3	2.7	14.4	17.1
Dieplos	4	0.7	0.4	0.6	1.1	1.7	0.7	0.4	0.6	1.1	1.7	9.8	5.7	3.3	15.5	18.8
Dieplos	6	0.6	0.6	0.8	1.1	1.9	0.3	0.3	0.4	0.6	0.9	10.4	6.3	4.1	16.6	20.7
Dieplos	9	0.7	0.6	0.4	1.3	1.7	0.2	0.2	0.1	0.4	0.6	11.1	6.9	4.5	18.0	22.4
Dieplos	15	0.5	0.4	0.6	0.9	1.6	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	11.6	7.3	5.1	18.9	24.0
Dieplos	27	0.5	0.4	0.8	0.9	1.7	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	12.1	7.7	5.9	19.8	25.7
Dieplos	51	0.6	0.5	0.8	1.1	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	12.7	8.2	6.7	20.9	27.6
Versteur	1	4.3	1.9	1.3	6.2	7.5	4.3	1.9	1.3	6.2	7.5	4.3	1.9	1.3	6.2	7.5
Versteur	2	0.6	0.8	0.8	1.3	2.2	0.6	0.8	0.8	1.3	2.2	4.8	2.7	2.2	7.5	9.6
Versteur	3	0.5	0.5	1.1	0.9	2.0	0.5	0.5	1.1	0.9	2.0	5.3	3.1	3.3	8.4	11.7
Versteur	4	0.4	0.5	0.4	0.9	1.3	0.4	0.5	0.4	0.9	1.3	5.7	3.6	3.7	9.3	12.9
Versteur	6	0.5	0.3	0.9	0.8	1.6	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8	6.2	3.9	4.5	10.1	14.6
Versteur	9	0.9	0.4	0.6	1.2	1.8	0.3	0.1	0.2	0.4	0.6	7.1	4.2	5.1	11.3	16.4
Versteur	15	0.8	0.2	0.7	1.0	1.7	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	7.8	4.4	5.9	12.2	18.1
Versteur	27	0.4	0.8	0.8	1.2	2.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	8.2	5.2	6.7	13.4	20.1
Versteur	51	0.6	0.7	0.7	1.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	8.8	5.9	7.3	14.7	22.0
Gemiddeld	1	5.2	2.1	1.2	7.3	8.5	5.2	2.1	1.2	7.3	8.5	5.2	2.1	1.2	7.3	8.5
Gemiddeld	2	1.2	0.8	0.7	2.0	2.6	1.2	0.8	0.7	2.0	2.6	6.5	2.8	1.9	9.3	11.1
Gemiddeld	3	0.6	0.7	0.8	1.3	2.2	0.6	0.7	0.8	1.3	2.2	7.1	3.5	2.7	10.6	13.3
Gemiddeld	4	0.6	0.7	0.7	1.3	2.0	0.6	0.7	0.7	1.3	2.0	7.7	4.2	3.4	11.9	15.3
Gemiddeld	6	0.7	0.6	0.8	1.3	2.1	0.4	0.3	0.4	0.7	1.0	8.4	4.8	4.2	13.2	17.4
Gemiddeld	9	0.7	0.6	0.5	1.3	1.8	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	9.1	5.4	4.7	14.5	19.1
Gemiddeld	15	0.7	0.5	0.8	1.2	2.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	9.8	5.9	5.4	15.7	21.1
Gemiddeld	27	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	10.9	6.8	6.4	17.7	24.1
Gemiddeld	51	0.9	0.7	1.0	1.5	2.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	11.7	7.5	7.4	19.2	26.6

Dae na begin

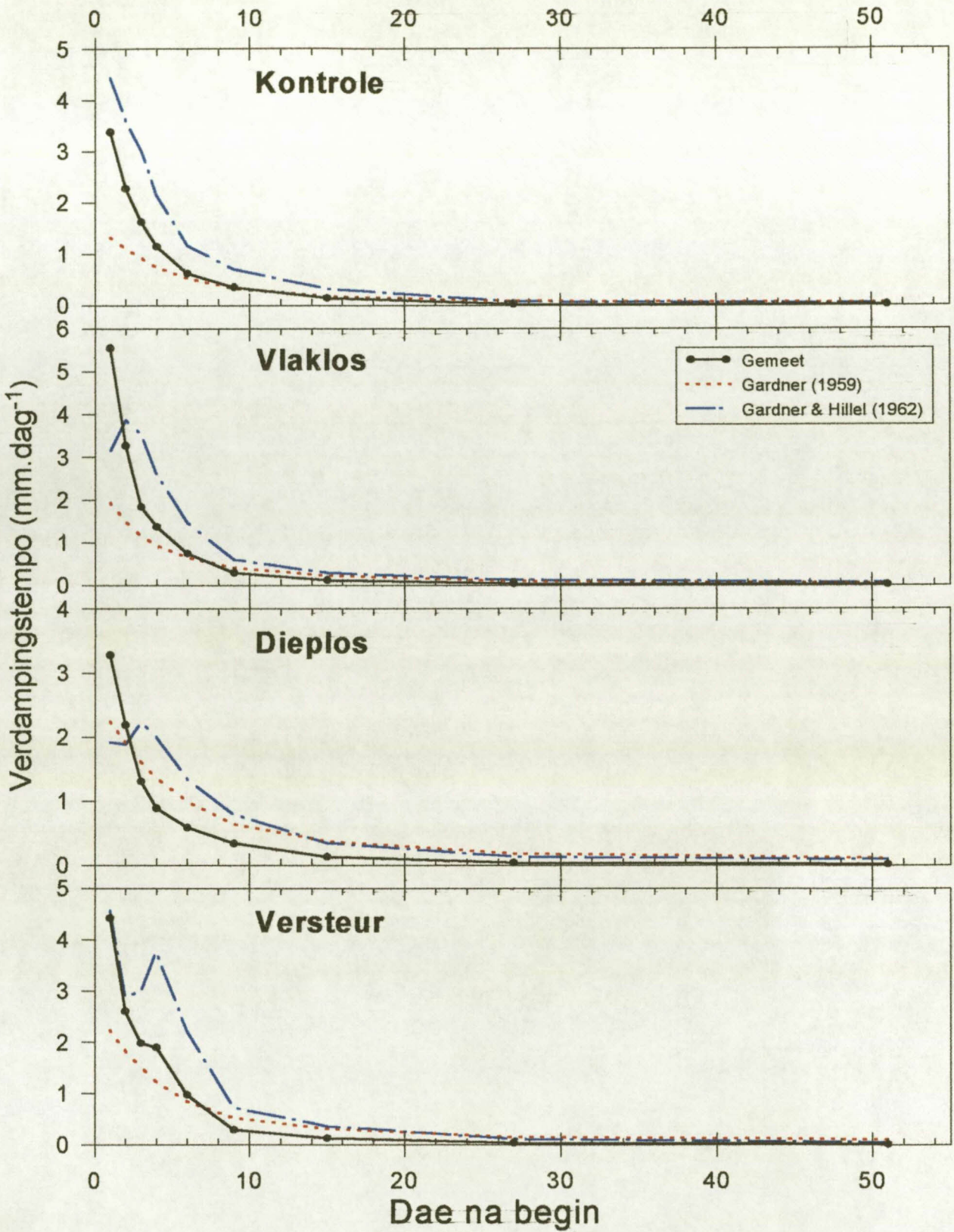


Figuur 3.17. Gemiddelde gemete verdamping vanuit die mikrolisimeters van die Huttongrond met verskillende behandelings en die gesimuleerde verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoeffisiënte met behulp van verskillende modelle

Tabel 3.4. Grondoppervlakverdamping (E), verdampingstempo (Es) en kumulatiewe verdamping (KE) vir verskillende dieptelae (mm) wat gedurende verskillende tye van die laagverdampingseksperiment vanuit die onderskeie lagies van die mikrolisimeters met Clovellygrond voorgekom het.

Behandelings	Dag	E per laag (mm)					Es per laag (mm.dag ⁻¹)					KE oor tydperk per laag (mm)				
		0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300
Kontrole	1	2.9	0.6	0.4	3.6	4.0	2.9	0.6	0.4	3.6	4.0	2.9	0.6	0.4	3.6	4.0
Kontrole	2	0.4	0.8	0.5	1.2	1.7	0.4	0.8	0.5	1.2	1.7	3.3	1.5	0.9	4.7	5.6
Kontrole	3	0.6	0.7	0.5	1.3	1.8	0.6	0.7	0.5	1.3	1.8	3.8	2.2	1.5	6.0	7.4
Kontrole	4	0.4	0.2	0.7	0.5	1.2	0.4	0.2	0.7	0.5	1.2	4.2	2.3	2.1	6.5	8.6
Kontrole	6	0.8	0.5	0.4	1.3	1.7	0.4	0.3	0.2	0.7	0.9	5.0	2.8	2.5	7.8	10.3
Kontrole	9	1.6	1.3	1.5	2.9	4.4	0.5	0.4	0.5	1.0	1.5	6.6	4.1	4.0	10.7	14.7
Kontrole	15	0.4	0.6	0.9	1.0	1.8	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	7.0	4.6	4.9	11.6	16.5
Kontrole	27	1.1	1.6	1.2	2.7	3.9	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	8.2	6.2	6.1	14.3	20.4
Kontrole	51	1.1	2.3	1.0	3.4	4.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	9.3	8.4	7.0	17.7	24.7
Vlaklos	1	4.2	1.4	1.0	5.6	6.6	4.2	1.4	1.0	5.6	6.6	4.2	1.4	1.0	5.6	6.6
Vlaklos	2	1.3	0.3	0.8	1.6	2.4	1.3	0.3	0.8	1.6	2.4	5.5	1.8	1.8	7.2	9.0
Vlaklos	3	0.8	0.4	0.5	1.2	1.7	0.8	0.4	0.5	1.2	1.7	6.3	2.1	2.3	8.4	10.7
Vlaklos	4	0.6	0.5	0.5	1.1	1.6	0.6	0.5	0.5	1.1	1.6	6.9	2.6	2.8	9.5	12.3
Vlaklos	6	0.6	1.1	0.7	1.6	2.3	0.3	0.5	0.3	0.8	1.1	7.5	3.7	3.5	11.1	14.6
Vlaklos	9	1.5	0.4	0.3	1.9	2.2	0.5	0.2	0.1	0.6	0.7	8.9	4.1	3.8	13.0	16.8
Vlaklos	15	1.5	2.2	0.8	3.7	4.5	0.3	0.4	0.1	0.6	0.8	10.4	6.3	4.6	16.7	21.3
Vlaklos	27	1.6	1.6	2.0	3.1	5.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	12.0	7.9	6.5	19.9	26.4
Vlaklos	51	0.3	2.0	1.4	2.3	3.6	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	12.3	9.9	7.9	22.1	30.0
Dieplos	1	2.7	0.6	0.4	3.3	3.8	2.7	0.6	0.4	3.3	3.8	2.7	0.6	0.4	3.3	3.8
Dieplos	2	0.7	0.5	0.7	1.2	1.9	0.7	0.5	0.7	1.2	1.9	3.4	1.1	1.1	4.5	5.6
Dieplos	3	0.4	0.5	0.4	0.9	1.3	0.4	0.5	0.4	0.9	1.3	3.8	1.6	1.5	5.4	6.9
Dieplos	4	0.3	0.3	0.3	0.6	0.8	0.3	0.3	0.3	0.6	0.8	4.2	1.8	1.8	6.0	7.7
Dieplos	6	0.7	1.0	0.6	1.7	2.4	0.4	0.5	0.3	0.9	1.2	4.9	2.8	2.4	7.7	10.1
Dieplos	9	1.5	1.0	0.5	2.5	3.1	0.5	0.3	0.2	0.8	1.0	6.4	3.8	3.0	10.2	13.2
Dieplos	15	1.4	0.7	0.4	2.2	2.5	0.2	0.1	0.1	0.4	0.4	7.8	4.6	3.3	12.4	15.7
Dieplos	27	2.1	1.4	1.7	3.4	5.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	9.9	5.9	5.0	15.8	20.8
Dieplos	51	1.2	2.8	2.6	4.0	6.6	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	11.1	8.7	7.6	19.8	27.3
Versteur	1	4.3	0.6	0.5	4.9	5.4	4.3	0.6	0.5	4.9	5.4	4.3	0.6	0.5	4.9	5.4
Versteur	2	0.5	0.4	0.8	0.8	1.6	0.5	0.4	0.8	0.8	1.6	4.7	1.0	1.3	5.7	7.0
Versteur	3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.8	0.4	0.6	0.8	1.0	1.8	5.1	1.6	2.1	6.7	8.8
Versteur	4	1.0	0.7	1.0	1.7	2.7	1.0	0.7	1.0	1.7	2.7	6.1	2.3	3.1	8.4	11.5
Versteur	6	0.8	0.4	0.6	1.2	1.8	0.4	0.2	0.3	0.6	0.9	6.9	2.7	3.7	9.5	13.2
Versteur	9	0.9	0.7	1.2	1.6	2.8	0.3	0.2	0.4	0.5	0.9	7.8	3.4	4.9	11.1	16.0
Versteur	15	0.7	1.0	1.9	1.7	3.6	0.1	0.2	0.3	0.3	0.6	8.5	4.4	6.8	12.8	19.6
Versteur	27	1.4	0.5	0.7	1.9	2.6	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	9.9	4.9	7.5	14.8	22.3
Versteur	51	1.0	3.7	3.8	4.7	8.5	0.0	0.2	0.2	0.2	0.4	10.9	8.6	11.3	19.5	30.7
Gemiddeld	1	3.5	0.8	0.6	4.3	4.9	3.5	0.8	0.6	4.3	4.9	3.5	0.8	0.6	4.3	4.9
Gemiddeld	2	0.7	0.5	0.7	1.2	1.9	0.7	0.5	0.7	1.2	1.9	4.2	1.3	1.3	5.5	6.8
Gemiddeld	3	0.6	0.5	0.6	1.1	1.6	0.6	0.5	0.6	1.1	1.6	4.8	1.8	1.8	6.6	8.4
Gemiddeld	4	0.6	0.4	0.6	1.0	1.6	0.6	0.4	0.6	1.0	1.6	5.4	2.2	2.4	7.6	10.0
Gemiddeld	6	0.7	0.7	0.6	1.5	2.0	0.4	0.4	0.3	0.7	1.0	6.1	3.0	3.0	9.0	12.1
Gemiddeld	9	1.4	0.9	0.9	2.2	3.1	0.5	0.3	0.3	0.7	1.0	7.4	3.8	3.9	11.3	15.2
Gemiddeld	15	1.0	1.1	1.0	2.1	3.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	8.5	5.0	4.9	13.4	18.3
Gemiddeld	27	1.6	1.2	1.4	2.8	4.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	10.0	6.2	6.3	16.2	22.4
Gemiddeld	51	0.9	2.7	2.2	3.6	5.8	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	10.9	8.9	8.4	19.8	28.2

Dae na begin

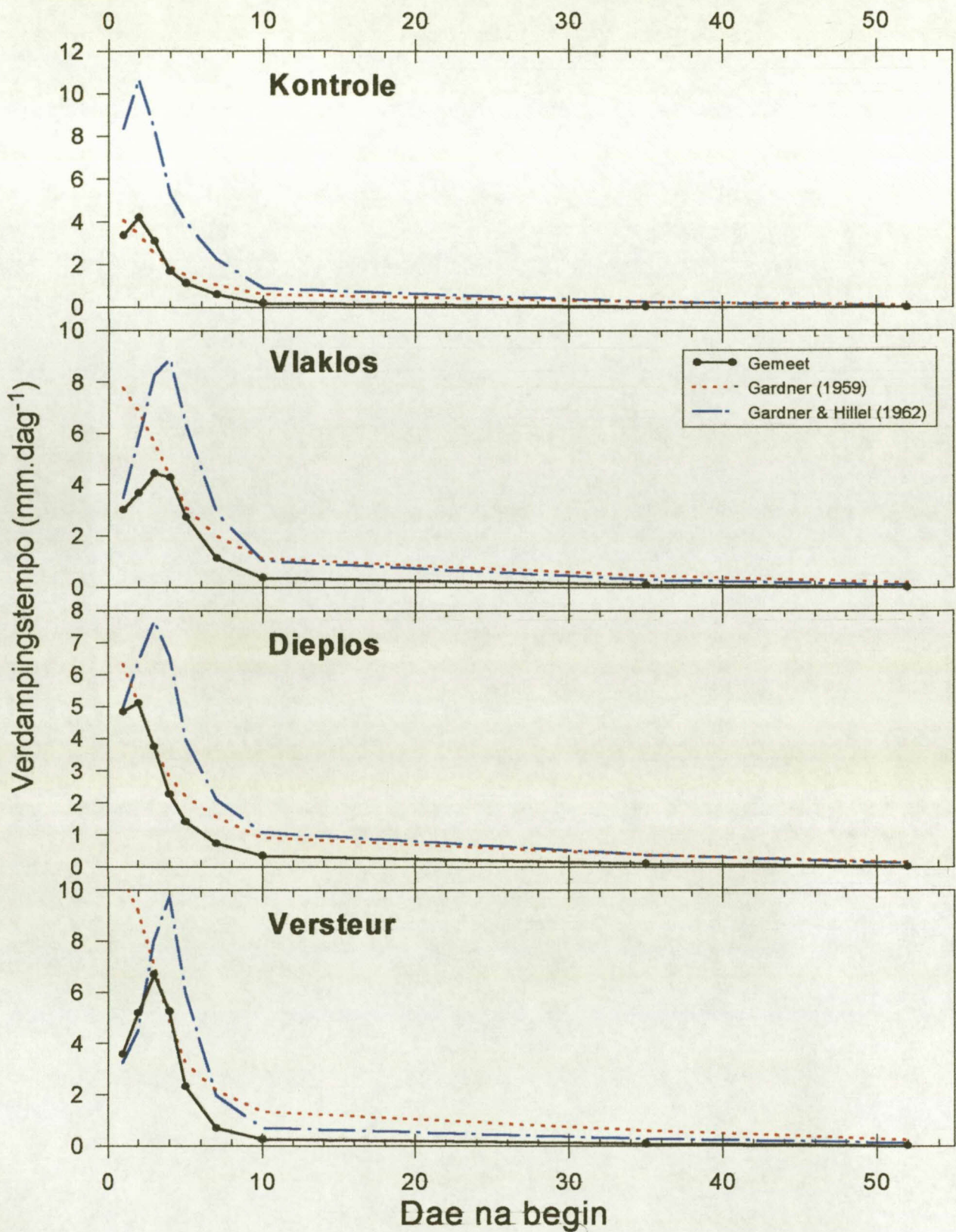


Figuur 3.18. Gemiddelde gemete verdamping vanuit die mikrolisimeters van die Clovellygrond met verskillende behandelings en die gesimuleerde verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoeffisiënte met behulp van verskillende modelle

Tabel 3.5. Grondoppervlakverdamping (E), verdampingstempo (Es) en kumulatiewe verdamping (KE) vir verskillende dieptelae (mm) wat gedurende verskillende tye van die laagverdampingseksperiment vanuit die onderskeie lagies van die mikrolisimeters met Westleighgrond voorgekom het.

Behandelings	Dag	E per laag (mm)					Es per laag (mm.dag ⁻¹)					KE oor tydperk per laag (mm)				
		0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300
Kontrole	1	1.0	0.7	0.8	1.7	2.5	1.0	0.7	0.8	1.7	2.5	1.0	0.7	0.8	1.7	2.5
Kontrole	2	2.0	1.9	2.0	3.9	5.9	2.0	1.9	2.0	3.9	5.9	3.1	2.6	2.8	5.6	8.4
Kontrole	3	1.5	0.6	0.4	2.2	2.5	1.5	0.6	0.4	2.2	2.5	4.6	3.2	3.2	7.8	10.9
Kontrole	4	0.5	0.8	0.2	1.3	1.5	0.5	0.8	0.2	1.3	1.5	5.0	4.0	3.4	9.0	12.4
Kontrole	5	0.5	0.6	0.2	1.1	1.3	0.5	0.6	0.2	1.1	1.3	5.6	4.6	3.6	10.1	13.7
Kontrole	7	0.8	0.9	0.3	1.7	1.9	0.4	0.5	0.1	0.8	1.0	6.4	5.5	3.8	11.8	15.6
Kontrole	10	0.6	0.5	0.4	1.1	1.6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	6.9	6.0	4.3	12.9	17.2
Kontrole	35	1.7	2.3	2.6	3.9	6.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	8.6	8.3	6.9	16.9	23.7
Kontrole	52	1.6	1.0	1.2	2.6	3.8	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	10.2	9.3	8.1	19.5	27.5
Vlaklos	1	1.2	1.3	0.4	2.4	2.8	1.2	1.3	0.4	2.4	2.8	1.2	1.3	0.4	2.4	2.8
Vlaklos	2	2.1	0.9	0.8	2.9	3.7	2.1	0.9	0.8	2.9	3.7	3.2	2.1	1.2	5.3	6.5
Vlaklos	3	2.7	1.5	0.3	4.2	4.5	2.7	1.5	0.3	4.2	4.5	6.0	3.6	1.5	9.6	11.0
Vlaklos	4	2.4	1.5	1.2	3.9	5.0	2.4	1.5	1.2	3.9	5.0	8.4	5.1	2.6	13.4	16.0
Vlaklos	5	1.1	0.8	0.7	1.9	2.6	1.1	0.8	0.7	1.9	2.6	9.4	5.9	3.3	15.3	18.6
Vlaklos	7	1.5	1.2	0.6	2.6	3.2	0.7	0.6	0.3	1.3	1.6	10.9	7.0	3.9	17.9	21.8
Vlaklos	10	1.3	1.3	0.6	2.6	3.2	0.4	0.4	0.2	0.9	1.1	12.3	8.3	4.5	20.5	25.0
Vlaklos	35	4.7	3.5	3.1	8.2	11.3	0.2	0.1	0.1	0.3	0.5	17.0	11.7	7.6	28.7	36.3
Vlaklos	52	2.3	3.0	1.2	5.3	6.5	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4	19.3	14.7	8.8	34.0	42.8
Dieplos	1	2.0	1.4	0.9	3.4	4.3	2.0	1.4	0.9	3.4	4.3	2.0	1.4	0.9	3.4	4.3
Dieplos	2	3.8	2.2	0.6	6.0	6.6	3.8	2.2	0.6	6.0	6.6	5.8	3.5	1.5	9.3	10.8
Dieplos	3	1.0	0.4	1.7	1.4	3.1	1.0	0.4	1.7	1.4	3.1	6.9	3.9	3.2	10.8	13.9
Dieplos	4	0.7	0.7	1.0	1.4	2.3	0.7	0.7	1.0	1.4	2.3	7.5	4.6	4.1	12.1	16.2
Dieplos	5	1.0	0.2	0.3	1.1	1.4	1.0	0.2	0.3	1.1	1.4	8.5	4.8	4.4	13.3	17.6
Dieplos	7	1.2	0.8	0.4	2.0	2.4	0.6	0.4	0.2	1.0	1.2	9.7	5.5	4.8	15.2	20.0
Dieplos	10	1.3	1.1	0.9	2.4	3.3	0.4	0.4	0.3	0.8	1.1	11.0	6.6	5.7	17.6	23.3
Dieplos	35	4.1	3.0	2.2	7.1	9.3	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	15.1	9.6	7.9	24.7	32.6
Dieplos	52	1.1	1.5	1.9	2.6	4.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	16.2	11.1	9.8	27.3	37.1
Versteur	1	2.2	0.7	0.3	2.9	3.2	2.2	0.7	0.3	2.9	3.2	2.2	0.7	0.3	2.9	3.2
Versteur	2	3.3	0.9	0.5	4.2	4.6	3.3	0.9	0.5	4.2	4.6	5.5	1.6	0.8	7.1	7.9
Versteur	3	3.9	3.6	0.8	7.5	8.3	3.9	3.6	0.8	7.5	8.3	9.4	5.1	1.7	14.5	16.2
Versteur	4	2.7	1.7	1.2	4.4	5.5	2.7	1.7	1.2	4.4	5.5	12.1	6.8	2.8	18.9	21.7
Versteur	5	0.6	0.4	0.6	1.1	1.7	0.6	0.4	0.6	1.1	1.7	12.7	7.3	3.4	20.0	23.4
Versteur	7	0.4	0.4	0.9	0.8	1.6	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8	13.1	7.6	4.3	20.7	25.0
Versteur	10	0.9	0.6	1.1	1.5	2.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.8	14.1	8.2	5.3	22.2	27.5
Versteur	35	5.1	5.5	4.3	10.6	14.9	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	19.1	13.7	9.6	32.8	42.4
Versteur	52	2.2	1.5	2.9	3.7	6.6	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	21.4	15.2	12.5	36.5	49.0
Gemiddeld	1	1.6	1.0	0.6	2.6	3.2	1.6	1.0	0.6	2.6	3.2	1.6	1.0	0.6	2.6	3.2
Gemiddeld	2	2.8	1.4	1.0	4.2	5.2	2.8	1.4	1.0	4.2	5.2	4.4	2.4	1.6	6.8	8.4
Gemiddeld	3	2.3	1.5	0.8	3.8	4.6	2.3	1.5	0.8	3.8	4.6	6.7	4.0	2.4	10.6	13.0
Gemiddeld	4	1.6	1.2	0.9	2.7	3.6	1.6	1.2	0.9	2.7	3.6	8.3	5.1	3.2	13.4	16.6
Gemiddeld	5	0.8	0.5	0.4	1.3	1.7	0.8	0.5	0.4	1.3	1.7	9.1	5.6	3.7	14.7	18.3
Gemiddeld	7	1.0	0.8	0.5	1.8	2.3	0.5	0.4	0.3	0.9	1.2	10.0	6.4	4.2	16.4	20.6
Gemiddeld	10	1.0	0.9	0.8	1.9	2.7	0.3	0.3	0.3	0.6	0.9	11.1	7.3	4.9	18.3	23.3
Gemiddeld	35	3.9	3.6	3.1	7.4	10.5	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	15.0	10.8	8.0	25.8	33.7
Gemiddeld	52	1.8	1.7	1.8	3.6	5.4	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	16.8	12.5	9.8	29.3	39.1

Dae na begin



Figuur 3.19. Gemiddelde gemete verdamping vanuit die mikrolisimeters van die Westleighgrond met verskillende behandelings en die gesimuleerde verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoëffisiënte met behulp van verskillende modelle

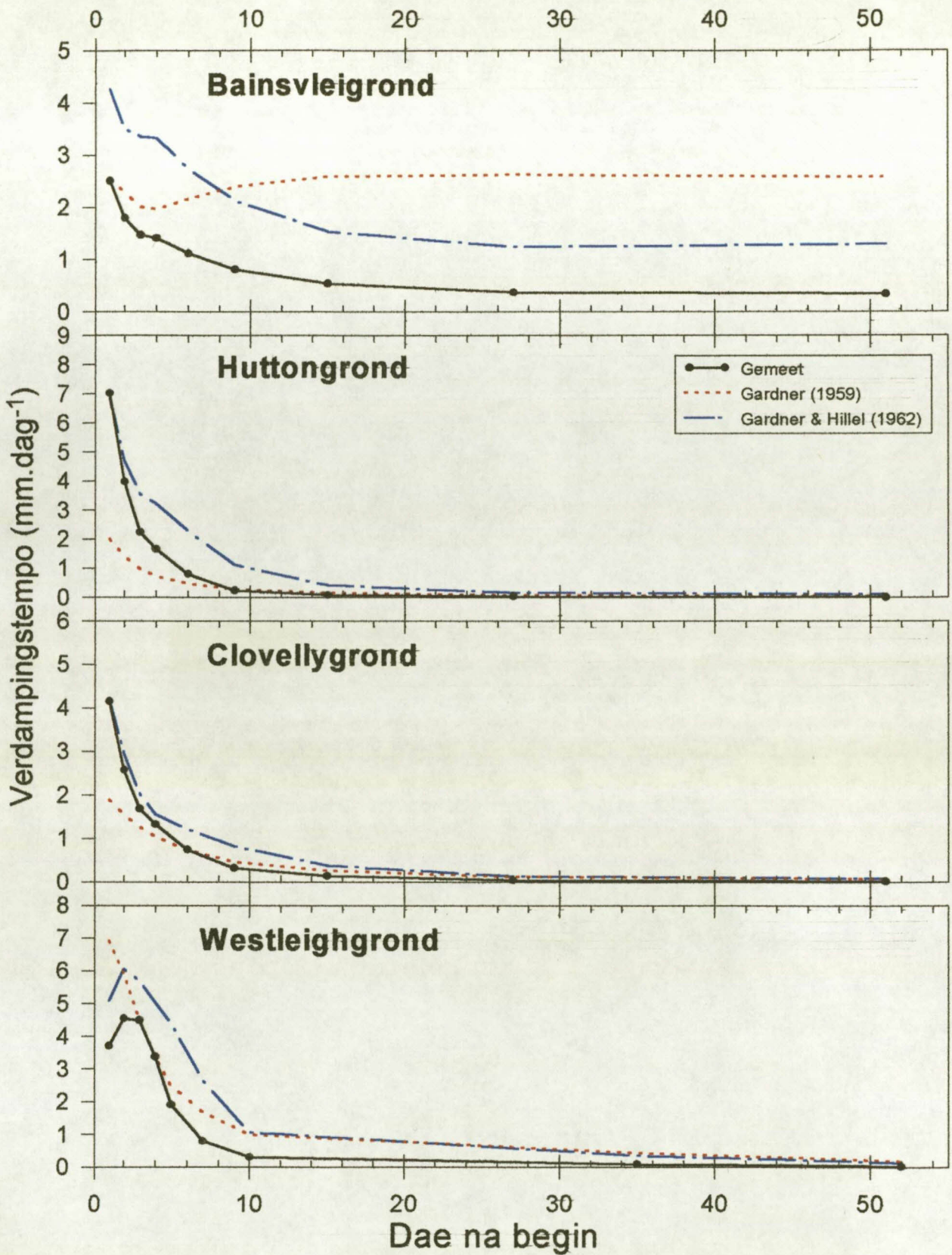
3.3.3.4 Kumulatiewe verdamping van die laagverdampingseksperiment

Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van die verskillende gronde en diepte-intervalle word in Tabela 3.2 tot 3.5 aangetoon. Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van die verskillende behandelings (totaal vir die mikrolisimeter) van die onderskeie gronde word in Figure 3.21 tot 3.24 grafies voorgestel. Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van al die behandelings van die onderskeie gronde word in Figuur 3.25 voorgestel. Die Gardner (1959) model (Vergelyking 3.9) en die Gardner & Hillel (1962) model (Vergelyking 3.13) is gebruik om die kumulatiewe verdamping van die verskillende behandelings van die onderskeie gronde met behulp van die diffusiwiteitskoëffisiënte van Afdeling 3.3.3.2 mee te bereken. Die kumulatiewe verdamping is van al die verskillende verdampingsperiodes tussen die onderskeie metings bepaal en is op die data van die gemete kumulatiewe verdamping gedurende dieselfde periodes van die gronde gepas.

Die 0 - 100 mm laag (Tabel 3.2) het in totaal dieselfde hoeveelheid water by al die behandelings van die Bainsvleigrond gedurende die 51 dae verloor. Die kumulatiewe verdamping van die versteurde behandeling was, ten spyte van die laer aanvanklike verdampingstempo, die hoogste oor die hele tydperk gewees (Tabel 3.2). Die grootste kumulatiewe verdamping het vanaf dag 27 tot die einde van die eksperiment (51 dae) by die versteurde behandeling voorgekom (Figuur 3.21). Dit word hoofsaaklik aan die hoër waterinhoud in die 200 - 300 mm laag (Figuur 3.6) van dié behandeling in vergelyking met die ander toegeskryf. Die Gardner (1959) model se kumulatiewe verdamping het met die gemete kumulatiewe verdamping van die kontrolebehandeling van die Bainsvleigrond ooreengestem (Figuur 3.21). Tot en met twintig dae na die begin het die Gardner & Hillel (1962) model die kumulatiewe verdamping van die kontrolebehandeling oorskot waarna dit vir die res van die periode die kumulatiewe verdamping onderskat het. Min of meer dieselfde tendens het ook by die versteurde behandeling voorgekom.

Die kumulatiewe verdamping van die 'kontrole-, vlaklos-, dieplos- en versteurde behandelings van die 0 - 100 mm dieptelaag van die Huttongrond was volgens Tabel 3.3 onderskeidelik 11,7; 13,7; 12,7 en 8,8 mm gewees. Die kumulatiewe verdamping van die 100 - 200 mm dieptelaag van die kontrole-, vlaklos en dieplosbehandeling was min of meer dieselfde, terwyl dié van die versteurde behandeling sowat twee millimeter laer was.

Dae na begin



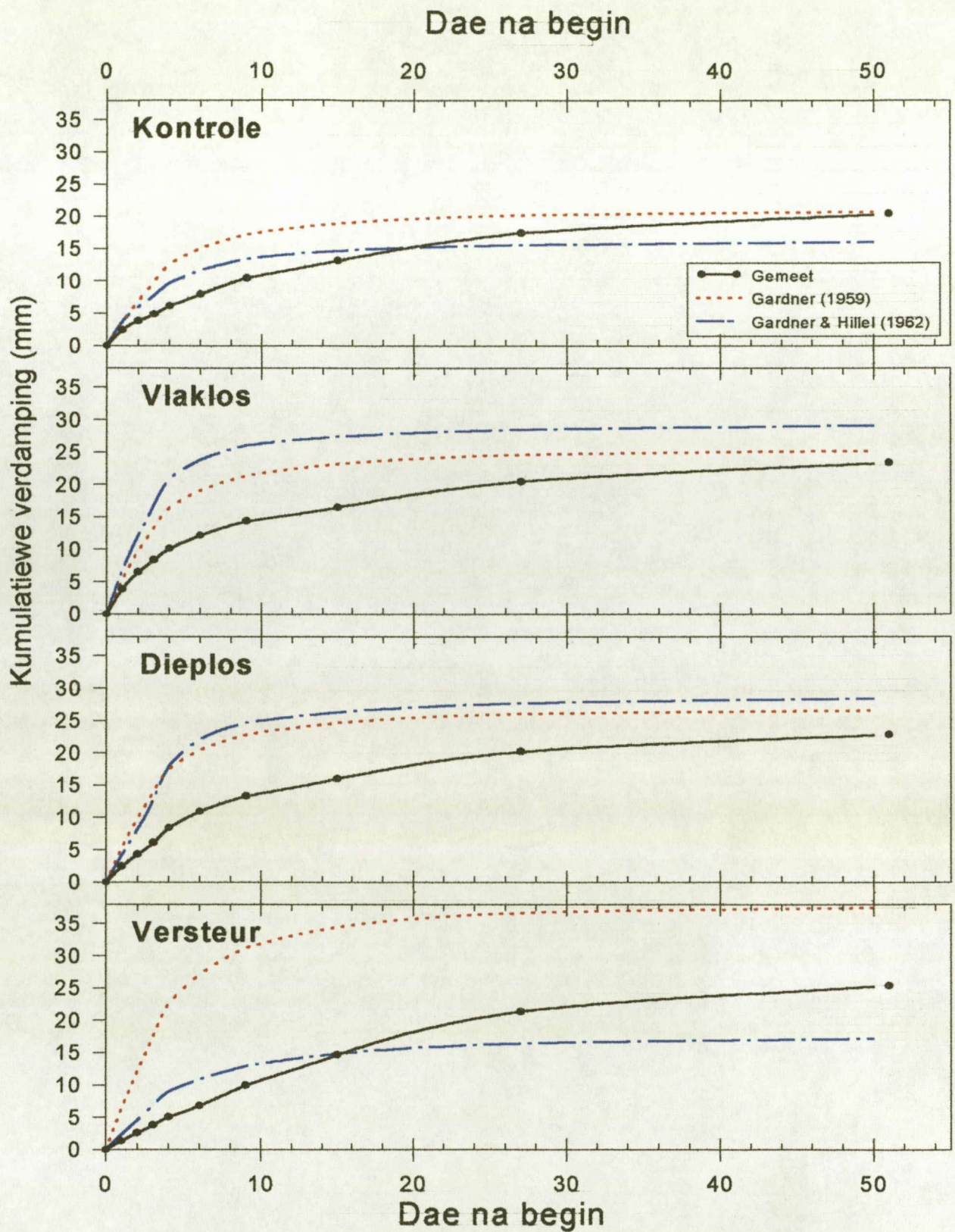
Figuur 3.20. Gemiddelde gemete verdamping vanuit die mikrolisimeters van die vier gronde met verskillende behandelings en die gesimuleerde verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoeffisiënte met behulp van verskillende modelle

By die kontrolebehandeling van die Huttongrond het die Gardner (1959) en die Gardner & Hillel (1962) modelle nie veel van die gemete kumulatiewe verdamping verskil nie (Figuur 3.22). Eersgenoemde model het dit effens onderskat terwyl laasgenoemde dit effens oorskak het.

Die kumulatiewe verdamping van die vlaklos-, dieplos- en versteurde behandelings van die Clovellygrond het in Figuur 3.23 min verskil. Die kumulatiewe verdamping van 24,7 mm van die kontrolebehandeling was die laagste van al die behandelings (Tabel 3.5). Die kumulatiewe verdamping van die vlaklos-, dieplos- en versteurde behandelings was onderskeidelik 30,0; 27,3 en 30,7 mm. Die Gardner & Hillel (1962) model het die gemete kumulatiewe verdamping van al die behandelings die beste gepas en min verskille getoon (Figuur 3.23). Die model het egter die kumulatiewe verdamping gedurende die eerste 20 - 28 dae oorskak. Die Gardner (1959) model het slegs by die dieplosbehandeling die kumulatiewe verdamping redelik akkuraat voorspel, terwyl dit die kumulatiewe verdamping by die ander behandelings met sowat 5 - 10 mm onderskat het.

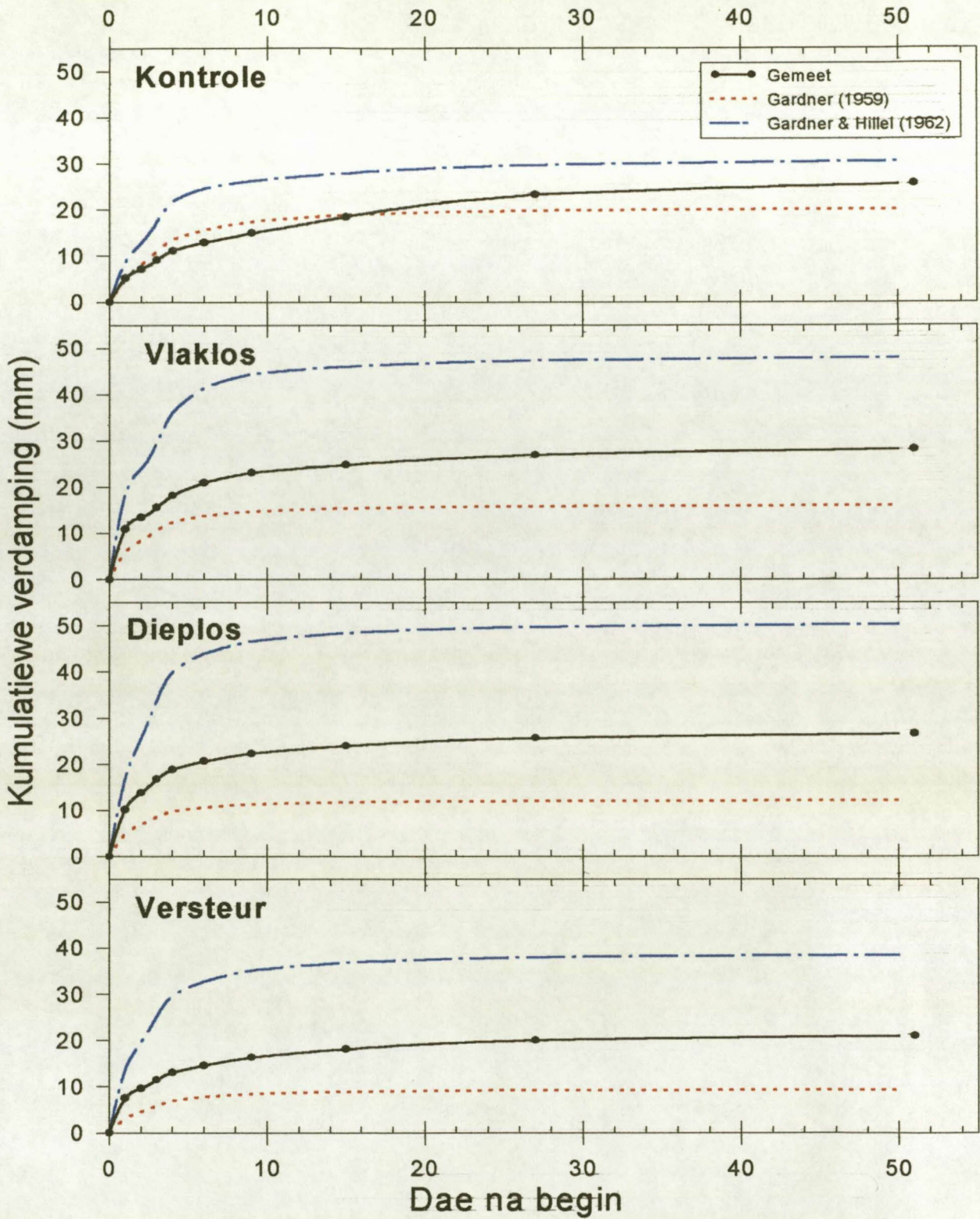
Die kumulatiewe verdamping van die Westleighgrond (Tabel 3.5) se verskillende behandelings het, behalwe in die 200 - 300 mm dieptelaag, dieselfde tendens in die onderskeie lae getoon. Die kumulatiewe verdamping van die totale mikrolisimeter (Westleighgrond) was die hoogste vir die versteurde behandeling (49) gevolg deur die vlaklos- (42,8 mm), dieplos- (37,1 mm) en kontrolebehandelings (27,5 mm) (Figuur 3.24). Die gesimuleerde kumulatiewe verdamping van die Westleighgrond soos bereken met behulp van die Gardner & Hillel (1962) model vir die versteurde en vlaklos behandelings het nie veel verskil nie. Die model het by die ander behandelings met meer as tien millimeter verskil. Die Gardner (1959) model het met meer as 16 - 40 mm by die ander behandelings verskil. By al die behandelings het die model die kumulatiewe verdamping ver oorskak.

Die gemiddelde kumulatiewe verdampingskurwes van die vier verskillende behandelings van die onderskeie gronde word in Figuur 3.25 grafies voorgestel. Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van die Bainsvleigrond neem stadiger gedurende die eerste twintig dae toe as wat verwag sou word. Die stadige toename van die versteurde behandeling was hiervoor verantwoordelik. Die gesimuleerde kumulatiewe verdampingskurwes van die Gardner (1959) en Gardner & Hillel (1962) modelle het



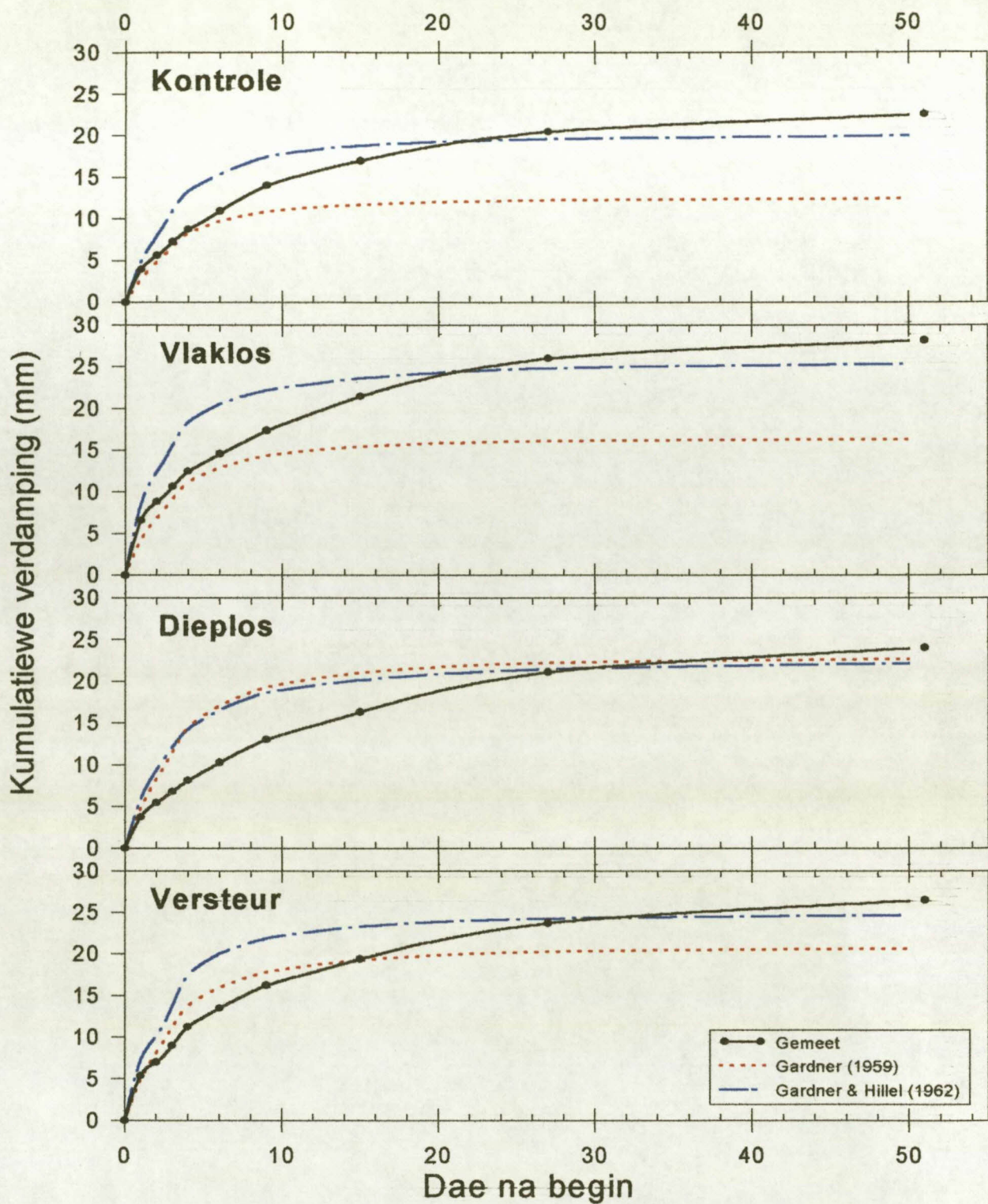
Figuur 3.21. Gemiddelde gemete kumulatiewe verdamping vanuit die mikrolisimeters van die Bainsvleigrond met verskillende behandelings en die gesimuleerde kumulatiewe verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoëffisiënte met behulp van verskillende modelle

Dae na begin



Figuur 3.22. Gemiddelde gemete kumulatiewe verdamping vanuit die mikrolisimeters van die Huttongrond met verskillende behandelings en die gesimuleerde kumulatiewe verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoëffisiënte met behulp van verskillende modelle

Dae na begin



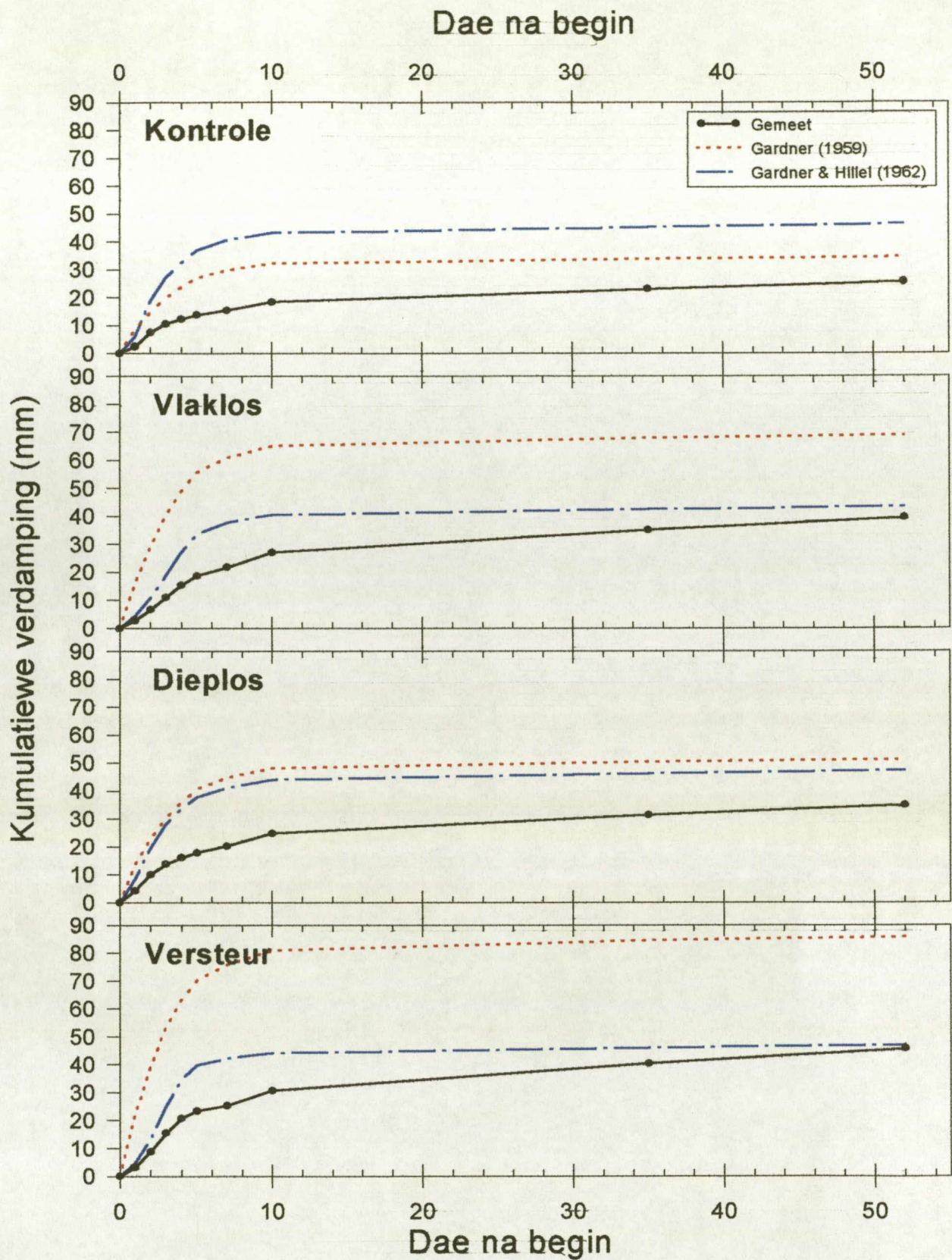
Figuur 3.23. Gemiddelde gemete kumulatiewe verdamping vanuit die mikrolisimeters van die Clovellygrond met verskillende behandelings en die gesimuleerde kumulatiewe verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoeffisiënte met behulp van verskillende modelle

dieselfde patroon as die gemete kumulatiewe verdamping gevolg. Laasgenoemde model het die kumulatiewe verdamping oor die periode akkuraat voorspel (verskil met slegs een millimeter), terwyl eersgenoemde model die gemete kumulatiewe verdamping met 4 mm oorskat het.

Die kumulatiewe verdamping van die Huttongrond het vinnig gedurende die eerste tien dae toegeneem waarna dit 'n afplatting getoon het (Figuur 3.25). Die Gardner (1959) model het die kumulatiewe verdamping vanaf die begin onderskat en voorspel die kumulatiewe verdamping 11 mm laer as wat werklik voorgekom het. Die Gardner & Hillel (1962) model daarenteen het die kumulatiewe verdamping vanaf die begin oorskat en het met 16 mm hoër verdamping as die gemete kumulatiewe verdamping geëindig. Die kumulatiewe verdamping van die Clovellygrond het, net soos in die geval van die Bainsvleigrond, aanvanklik gedurende die eerste vyftien dae stadig gestyg, waarna dit slegs 7 mm toegeneem het. Alhoewel die Gardner & Hillel (1962) model gedurende die eerste vyftien dae die kumulatiewe verdamping oorskat het, was dit korrek op dag 27 en slegs 2 mm laer op dag 51. Die Gardner (1959) model was tot en met die vyftiende dag akkuraat waarna dit die kumulatiewe verdamping onderskat het. Aan die einde van die eksperiment was dit slegs sewe millimeter laer as die gemete kumulatiewe verdamping.

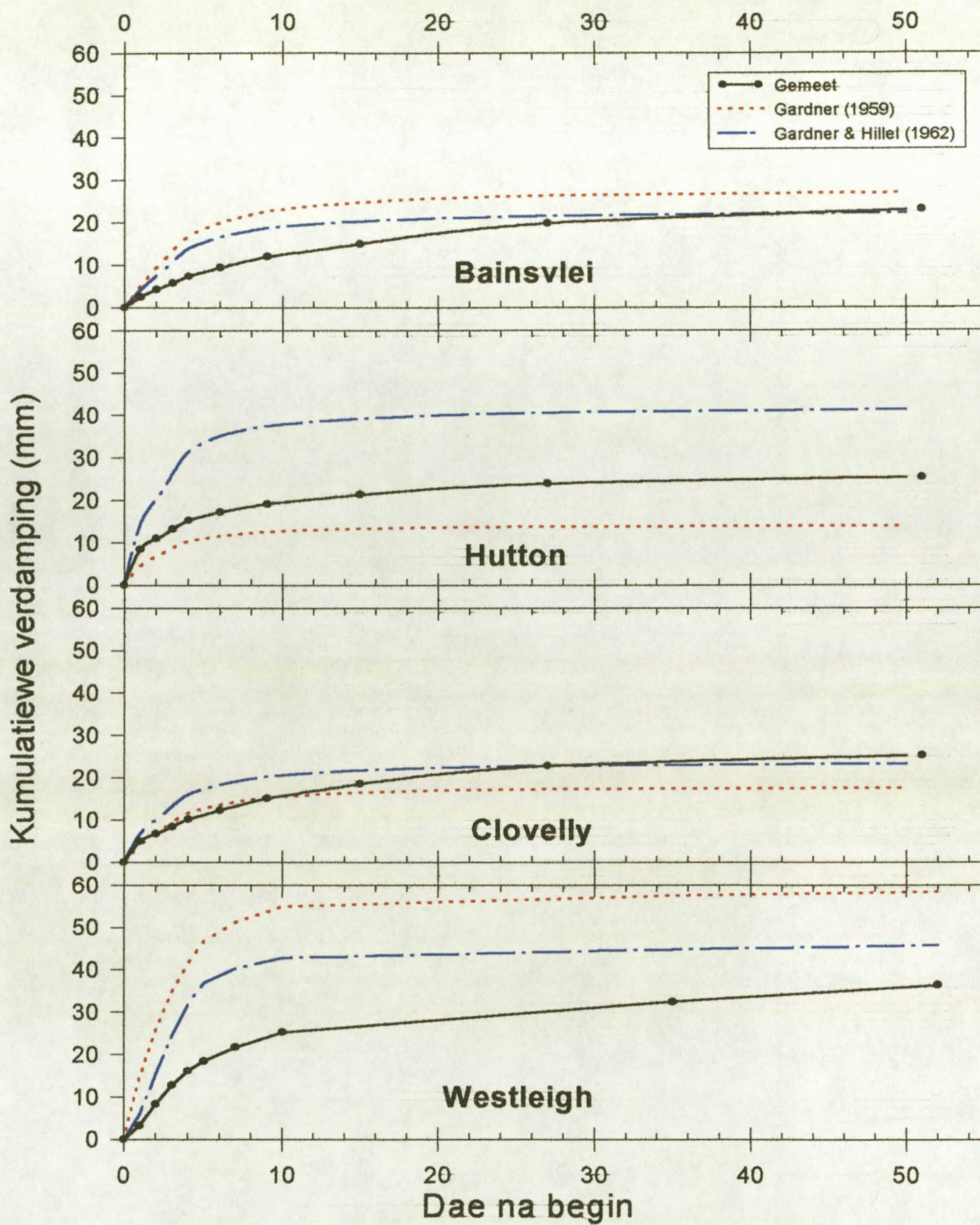
By die Westleighgrond (Figuur 3.25) het 25 millimeter kumulatiewe verdamping gedurende die eerste tien dae en elf millimeter gedurende die oorblywende 42 dae plaasgevind. Beide die Gardner (1959) en Gardner & Hillel (1962) modelle het die kumulatiewe verdamping van die Westleighgrond gedurende die eerste tien dae met onderskeidelik 30 en 18 mm oorskat. Eersgenoemde model het die kumulatiewe verdamping met 22 mm en laasgenoemde model met 10 mm oorskat. Die modelle het slegs die kumulatiewe verdamping van die Bainsvlei- en Clovellygrond redelik akkuraat gesimuleer. By die ander twee gronde was die beraming baie verder uit.

Die empiriese vergelykings is nie teen veldlesings getoets nie, omdat die beraming van die diffusiwiteitskoëffisiënte van die gronde nie so akkuraat gedoen kan word nie. Die simulاسie verdampingsmodelle van Gardner (1959) en Gardner & Hillel (1962) gaan weens die rede nie vir die verdere ontwikkeling van voorspellingsprosedures gebruik word nie.



Figuur 3.24. Gemiddelde gemete kumulatiewe verdamping vanuit die mikrolisimeters van die Westleighgrond met verskillende behandelings en die gesimuleerde kumulatiewe verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoëffisiënte met behulp van verskillende modelle

Dae na begin



Figuur 3.25. Gemiddelde gemete kumulatiewe verdamping vanuit die mikrolisimeters van die vier gronde met verskillende behandelings en die gesimuleerde kumulatiewe verdamping soos bereken vanaf diffusiwiteitskoëffisiënte met behulp van verskillende modelle

3.4 Opsomming en gevolgtrekking

Die verdampingstempo vanuit die mikrolisimeters met water was baie hoër as die uit die klas A-verdampingspan. Dit word toegeskryf aan die feit dat die water in die mikrolisimeters moontlik baie warmer as dié in die klas A-verdampingspan word en oor voldoende energie beskik om ook gedurende die nag te verdamp. Dié metode om die potensiële verdamping te meet is dus baie swakker as met die klas A-verdampingspan. Die mikrolisimeters met sand het 'n baie goeie korrelasie met die klas A-verdampingspan ($R^2 = 0,89$) gehad.

Die (Bainsvlei- en Westleighgrond) en die (Clovelly en Huttongrond) se potensiële verdamping, soos gemeet met die verdampingsbakke, was baie dieselfde en het 'n goeie korrelasie met die klas A-verdampingspan gehad. Die verdampingstempo en kumulatiewe verdamping van die verdampingsbakke was hoër as die klas A-verdampingspan omdat die grond en water naby die grondoppervlak moontlik 'n hoër temperatuur as die klas A-verdampingspan bereik.

Geen konstante aanvangsverdampingstempo is by die verskillende bewerkingsbehandelings aangetref nie. Dit word verklaar aan die hand van die hoë atmosferiese verdampingsaanvraagtoestande, wat baie hoër as die watervloed vanaf die nat dieper lae na die verdampingsfront, is. Die verdampingsfront beweeg in 'n baie kort tydjie dieper as die grondoppervlak en verdamping vind dan teen die dalende tempo stadium plaas. Grondoppervlakverdamping vind ook gedurende die nag plaas. Tot die derde dag na benatting kan die verdampingstempo nog deur 'n styging in temperatuur beïnvloed word. Die styging in verdampingstempo met temperatuur was hoër by die kontrole (onversteurde grond) behandeling as by die bewerkte behandelings. Die verdampingstempo van al die grondtipes het afgeneem met 'n toename in die losheid van die bewerkte grond. Dit word deur 'n stadiger watervloed deur die makroporieë as deur die mikroporieë verklaar.

Die versteurde behandelings het aan die begin van die eksperimente, behalwe by die Westleighgrond, minder verdampbare water in die boonste 150 mm gehad. Gedurende

die eerste week na benatting het die verdamping hoofsaaklik vanuit die boonste 100 mm plaasgevind. Eers na sowat nege dae het die waterinhoud vanuit die lae dieper as 100 mm begin afneem. Die uitdroging van al die behandelings het hierna oor die hele diepte plaasgevind. 'n Duidelike verdampingsfront kon by die verskillende behandelings van die onderskeie gronde tussen 150 - 200 mm waargeneem word.

Om die dinamika van die verdampingsproses te bestudeer, is die grondkolomme van die mikrolisimeters in dun lagies opgedeel om sodoende die diffusiwiteitskoëffisiënte te bereken. Die porositeit van die lossere boonste lagies was hoër as die van die dieper meer digte lagies en daarom was die diffusiwiteitskoëffisiënte van dié lagies ook hoër gewees. Die verskil in porositeit as gevolg van tekstuurverskille, het tot gevolg gehad dat die diffusiwiteitskoëffisiënte van die verskillende gronde by dieselfde volumetriese waterinhoud verskil het. Die Westleighgrond met die hoogste kleipersentasie het gevolglik dieselfde diffusiwiteitskoëffisiënt by 'n hoër volumetriese waterinhoud as byvoorbeeld die Clovellygrond gehad. Die diffusiwiteitskoëffisiënte van die dieper lagies (200 - 300 mm) van die onderskeie gronde het by 'n hoër volumetriese waterinhoud as die vlakker lagies (0 - 100 mm) voorgekom.

Die dalende verdampingstempo het by al die gronde en die onderskeie behandelings ongeveer nege dae geduur waarna die verdampingstempo teen die konstante lae tempo plaasgevind het. Die verdampingstempovergelykings van Gardner (1959) Vergelykings 3.9 en 3.10 en Gardner & Hillel (1962), Vergelykings 3.12 en 3.13 is gebruik om die verdampingsproses te simuleer. Beide vergelykings het die verdampingstempo van die verskillende behandelings en gronde ver oorskat. Die beraamde verdampingstempo met die vergelyking van Gardner & Hillel (1962) het dieselfde patroon as die gemete waardes gevolg, alhoewel dit die verdampingstempo met 'n konstante faktor oorskat het. Die beraming van die verdampingstempo met die Gardner (1959) model was meer akkuraat as met die Gardner & Hillel (1962) model.

Die gebruik van die Gardner (1959) model in 'n simulasiëprogram het 'n redelike goeie beraming van kumulatiewe verdamping by die kontrolebehandelings van al die gronde gegee. Die gesimuleerde kumulatiewe verdampingskurwes met die Gardner (1959) en Gardner & Hillel (1962) vergelykings het dieselfde patroon as die gemete kumulatiewe verdamping by al die behandelings van die Bainsvleigrond gevolg. Laasgenoemde model

het die kumulatiewe verdamping oor 'n 52 dae uitdrogingsperiode van die grond meer akkuraat voorspel (verskil met slegs 1 mm), terwyl eersgenoemde model die gemete kumulatiewe verdamping met 4 mm oorskak het.

Die gebruik van die diffusiwiteitskoëffisiënt vir die voorspellingsmodelle van Gardner (1959) en Hillel (1962) is nie so algemeen toepaslik nie. Die beraming van die diffusiwiteitskoëffisiënt is problematies en 'n verkeerde beraming van die diffusiwiteitskoëffisiënt verminder die akkuraatheid van voorspelling.

HOOFSTUK 4

FAKTORE WAT GRONDOPPERVLAKVERDAMPING BEÏNVLOED

4.1 Inleiding

Grondoppervlakverdamping word hoofsaaklik deur die volgende dryfkrigte bepaal: (i) die hoeveelheid energie beskikbaar vir verdamping, (ii) 'n dampdruktekort tussen die grondoppervlak en die atmosfeer en (iii) die aanvulling van water na die verdampingsfront (Hanks & Woodruff, 1957; Hanks, Gardner & Fairbourn, 1967; Hillel, 1971; Ghildyal & Tripathi, 1987; Jalota & Prihar, 1987). Indien enige van die dryfkrigte se effek verminder word, kan dit tot 'n verlaging in grondoppervlakverdamping aanleiding gee.

Die hoeveelheid grondoppervlakverdamping word volgens Brun *et. al.* (1986) deur die volgende drie elemente bepaal, naamlik: i) grondeienskappe soos die waterhouvermoë van die grond; ii) die tydsverloop tussen reënbuie (verdampingsiklus) asook die tydsverloop van infiltrasie en herverspreiding wanneer die verdampingsproses begin en iii) die atmosferiese toestande na afloop van reën en prosesse wat tydens die verdampingsiklus voorkom.

Die verdampingsproses word deur die volgende atmosferiese veranderlikes beïnvloed: windspoed, dampdruktekort, temperatuur en nettostraling. Jalota en Prihar (1986) het gevind dat die dampdruktekort die belangrikste dryfkrig is wat die grondoppervlakverdampingstempo bepaal. Die grootste kumulatiewe grondoppervlakverdamping in 'n verdampingsiklus kom gedurende die warm somermaande met die hoogste atmosferiese verdampingsaanvraag voor. Navorsingsresultate van Hanks, Gardner & Fairbourn (1967) en Brun *et. al.* (1986) het getoon dat windspoed by die grondoppervlak 'n groter invloed op grondoppervlakverdamping as straling het (Hadas, 1973). Volgens Fukuda (1955) beïnvloed wind die dampbeweging en dampdruktekort by die oppervlak deurdat daar 'n steil dampdrukgradient tussen die grond en omringende lug veroorsaak word. Navorsing van Good en Smika (1978) het getoon dat 'n staande oesrestedeklaag van koringstoppels meer effektief as 'n plat oesrestedeklaag was om verdamping te verminder. Dit word aan die verlaging van windspoed by die

grondoppervlak toegeskryf. Die skadu-effek van die staande oesrestedeklaag (koringstrooi) gee ook tot 'n verlaging in grondtemperatuur aanleiding wat die energie beskikbaar vir grondoppervlakverdamping verminder (Good & Smika, 1978; Aase & Tanaka, 1987).

Die natheid van die grond voor 'n verdampingsiklus begin, sal die totale kumulatiewe verdamping bepaal (Staple, 1956; Hadas, 1973; Brun, *et. al.* 1986; Jalota & Prihar, 1990). Die kumulatiewe grondoppervlakverdamping van verskillende gronde sal oor dieselfde tydperk hoër wees by die gronde met 'n hoër aanvangswaterinhoud (Jalota & Prihar, 1986). Die laagste kumulatiewe verdamping sal by die droër gronde voorkom, omdat dié gronde 'n laer verdampingspotensiaal het (Jalota & Prihar, 1990). In sandgronde is die herverspreiding van reënwater dieper as die verdampingsfront in vergelyking met kleigronde (Jalota & Prihar, 1990) en kleigronde hou gevolglik meer water naby die grondoppervlak (Staple, 1956) as sandgronde. Kleigronde beskik dus na benatting oor potensieël meer verdampbare water as sandgronde. (Staple, 1956; Gill *et. al.*, 1977).

Die aanvulling van water na die verdampingsfront word deur die retensie-eienskappe en die hidrouliese geleivermoë van 'n grond bepaal (Hillel, 1980; Jalota & Prihar, 1990). Waterbeweging in 'n nat grond (hoër waterinhoud) is vinniger in 'n sand- as in 'n kleigrond en omgekeerd in 'n droë grond (Wind, 1961 soos aangehaal deur Jalota & Prihar, 1990). Weens dié redes is die grondoppervlakverdamping vanuit nat gronde vinniger by sand- as by kleigronde (Jalota & Prihar, 1990; Penman, 1948) en die proses keer met tyd om soos die grond droër word (Gill *et. al.*, 1977). Resultate van Jalota & Prihar (1990) het aangetoon dat die kumulatiewe verdamping vanuit 'n grond met 'n waterinhoud laer of gelyk aan veldwaterkapasiteit hoër by klei- as by sandgronde is (Jalota & Prihar, 1986).

Die grondkleur of albedo het ook 'n groot effek op die kumulatiewe verdamping. Navorsingsresultate van Minhas & Gill (1985) het getoon dat die kumulatiewe verdamping van rooi gronde hoër as die van swart gronde met dieselfde tekstuur was. Die aanvangsverdampingstempo vanuit swart gronde was egter hoër as dié van rooi gronde. Oesrestedeklae verhoog ook die grond se albedo en sodoende verlaag dit die hoeveelheid energie wat vir verdamping beskikbaar is (Minhas & Gill, 1985).

Die tydsduur waarvoor infiltrasie en herverspreiding van water in die grondprofiel plaasvind, het ook 'n groot effek op die aanvanklike verdampingstempo wat voorkom. Jalota & Prihar

(1990) rapporteer dat water vinniger in sandgronde as in kleigronde infiltreer en herversprei en sodoende 'n laer aanvanklike verdampingstempo het. Reënwater beweeg dieper af in die grondprofiel van sand- as van kleigronde en is dus minder beskikbaar vir grondoppervlakverdamping (Staple, 1956; Bresler, Kemper & Hanks, 1969).

Gedurende dieselfde atmosferiese verdampingsaanvraag sal daar 'n hoër kumulatiewe grondoppervlakverdamping tydens lang as tydens kort siklusse voorkom. Die tydsduur van 'n verdampingsiklus bepaal dus die hoeveelheid kumulatiewe grondoppervlakverdamping wat sal plaasvind (Bond & Willis, 1970; Pikul, Allmaras & Waldman, 1985; Jalota & Prihar, 1990). Indien die verdampingsiklus lank genoeg is, verdwyn alle voordelige effekte wat met verskillende behandelings verkry word.

Grondoppervlakverdamping kan op twee wyses verminder word naamlik deur: i) die energie beskikbaar vir verdamping te verminder en ii) die aanvulling van water vanuit dieper grondlae na die verdampingsfront te verminder. Die grond se hoeveelheid energie beskikbaar vir verdamping kan met behulp van 'n oesrestedeklaag en/of 'n grondkometers verminder word (Bond & Willis, 1971; Hadas, 1973; Gill *et. al.*, 1977; Smika, 1983; Minhas & Gill, 1985; Brun *et. al.*, 1986; Aase & Tanaka, 1987). Die aanvulling van water deur die grond word verminder of beperk deur die bewegingsroete van water (kapillêre vloeiweë) met behulp van 'n meganiese bewerking te onderbreek (Bond & Willis, 1971; Willis & Bond, 1971; Hadas, 1973; Lindstrom, Koehler & Papendick, 1973; Gill *et. al.*, 1977; Gill & Prihar, 1983; Pikul *et. al.*, 1985; Aase & Tanaka, 1987). Sodoende word 'n grondkometers by die oppervlak geskep.

Die mate waartoe grondoppervlakverdamping met behulp van oesrestedeklae verminder word, varieer baie afhange van die hoeveelheid en posisie van die oesrestedeklaag op die oppervlak; die heersende atmosferiese verdampingsaanvraag tydens die verdampingsiklus en die tydperk tussen reënbuie. Navorsingsresultate van Bond en Willis (1971) het 'n verlaging in verdamping van onderskeidelik 30 % en 60 % met 'n oesrestedeklaag van 8960 en 17920 kg.ha⁻¹ getoon. Onder baie hoë atmosferiese verdampingsaanvraag toestande en lang verdampingsiklusse het die kumulatiewe grondoppervlakverdamping van die verskillende behandelings van Bond & Willis (1971) egter min verskil. Volgens die outeurs neem die eerste fase verdamping af met toenemende toedieningspeile van oesrestedeklae.

Die posisie van die oesrestedeklaag op die grondoppervlak of gemeng in die grondprofiel het egter 'n groter effek as die hoeveelheid oesrestedeklaag op die grondoppervlak. Navorsingswerk van Smika (1983); Minhas & Gill (1985) en Aase & Tanaka (1987) toon dat regopstaande koringstrooi verdamping meer effektief as plat strooi bekamp. Die laer verdamping word aan 'n verlaging in windspoed by die grondoppervlak toegeskryf (Hadas & Hillel, 1973; Good & Smika, 1978; Aase & Tanaka, 1987). Volgens Smika (1983) neem die verdampingstempo met $0,45 \text{ mm.dag}^{-1}$ met elke $0,28 \text{ m.s}^{-1}$ toename in windspoed toe. Staande en plat plantreste het 'n skadu-effek wat tot 'n vermindering in die hoeveelheid verdampingsenergie aanleiding gee (Bond & Willis, 1971; Good & Smika, 1978) en sodoende word verdamping verminder.

Bond & Willis (1971) se resultate het egter min verskille in kumulatiewe verdamping tussen die verskillende peile van oesrestedeklae oor 'n verdampingsiklus van sestig dae getoon. Minhas & Gill (1985) het gevind dat strooi wat in die grondprofiel geplaas is (gedeeltelik vermeng met die grond op 'n bepaalde diepte), grondoppervlakverdamping meer effektief verminder het as strooi wat op die grondoppervlak geplaas was. Die vlakke van oesrestedeklae in die meeste droëlandgebiede van Suid Afrika, is baie laer as die ongeveer 6000 kg.ha^{-1} minimumpeile wat volgens die literatuur vir die voordelige effekte vereis word.

'n Grondkometers van los grond wat met behulp van 'n meganiese bewerking bo-op die grondoppervlak geskep word, droog vinnig uit. Die los grond of grondkometers se verdampingstempo is volgens Lindstrom, Koeler & Papendick (1973) aanvanklik hoër as dié van onversteurde grond, maar die verdampingstempo van die bewerkte grond daal tot onder dié van onversteurde grond wanneer die lagie uitdroog (Willis & Bond, 1971; Gill *et al.*, 1977; Pikul, Allmaras & Waldman, 1985). Hoe dikker die los grondlagie (Gill & Prihar, 1983) en hoe groter die growwe aggregate op die oppervlak, hoe meer effektief word verdamping verminder. Volgens Hadas (1973) is die optimum dikte van 'n grondkometers tussen 50 tot 100 mm met 'n aggregaatgrootte van twee tot vyf millimeter. Die effektiwiteit van 'n grondkometers is egter minder gedurende nat as tydens droë jare.

Volgens Pikul *et al.* (1985) konsolideer die los grondlagie egter oor tyd met herhaalde voorkoms van reënval en verdwyn die voordelige effek daarvan. Navorsingsresultate van dié outeurs toon aan dat die vermindering van verdamping as gevolg van 'n grondkometers gedurende droë jare slegs sowat 30% beter in vergelyking met nat jare was. Dit is daarom

noodsaaklik om die los grondlagie so gou as moontlik na 'n reën bui weer te skep (Willis & Bond, 1971; Lindstrom *et. al.*, 1973; Gill *et. al.*, 1977; Aase & Tanaka, 1987). Gill & Prihar (1983) se resultate toon aan dat die minste kumulatiewe verdamping tydens tydperke met die laagste atmosferiese verdampingsaanvraag voorgekom het.

Die aanvulling van water vanuit dieper grondlae na die verdampingsfront word deur middel van meganiese bewerkingspraktyke verminder deurdat daar 'n diskontinuiteit in die opwaartse bewegingsroete van water geskep word (Jalota & Prihar, 1990; Jalota, 1993). Waterbeweging deur los grond geskied hoofsaaklik in dampvorm en die prosesse wat dampbeweging beïnvloed sal die ordegrootte van verdamping bepaal. Die effektiwiteit waarmee 'n bewerkingspraktyk verdamping verminder, word deur die bewerkingsdiepte, die grootte van aggregate op die oppervlak (Hadas 1973; Aase & Tanaka, 1977), die dampdruk geleidingseienskappe van 'n grond (Gill *et. al.*, 1977; Gill & Prihar, 1983) en die atmosferiese verdampingsaanvraag bepaal.

Werk gedoen deur Gill *et. al.* (1977) het aangetoon dat een bewerkingsaksie op sandleemgronde verdamping bekamp terwyl twee bewerkingsaksies op slikkleileem gronde nodig was om dieselfde effek te verkry. Tydens periodes van hoë atmosferiese verdampingsaanvraag word verdamping vir veertien tot twintig dae lank deur middel van 'n vlakbewerkingsaksie of 'n grondkometers verminder (Gill *et. al.*, 1977), waarna die voordelige effek verdwyn. Die effek van 'n vlak bewerkingsaksie is egter nog groter onder lae atmosferiese verdampingsaanvraag toestande. Volgens Acharaya & Prihar (1969) is die verdampingstempo as gevolg van die stadige dampbeweging deur die grondkometers direk eweredig aan die potensiële verdampingstempo of atmosferiese verdampingsaanvraag.

4.2 Resultate en bespreking

'n Studie is onder gekontroleerde toestande in die veld uitgevoer om vas te stel hoe verskillende grondoppervlakbehandelings, verskillende tekstuurgronde en verskillende vlakke van beskaduwing verdamping beïnvloed. Die grondoppervlakverdamping onder veld toestande is ook op verskillende persele van drie bewerkingspraktyke (konvensioneel, deklaag en geenbewerking) tydens die wateropgaringsperiode by die Bloemfontein

navorsingsterrein bepaal. Die materiaal en metodes gevolg word in Hoofstuk 2 onder die grondoppervlaktoestandeksperiment (Afdeling 2.5), die tekstuureksperiment (Afdeling 2.6), die skadu-eksperiment (Afdeling 2.7) en die veldverdampingseksperiment (Afdeling 2.8) onderskeidelik bespreek. Verdamping is met behulp van die mikrolisimetermetode van Boast & Robertson (1982) bepaal.

4.2.1 Meting van verdamping by verskillende grondoppervlaktoestande (grondoppervlaktoestandeksperiment).

Die drie bewerkingspraktyke wat vir die studie gekies is, naamlik: konvensionele bewerking, deklaag- en geenbewerking, lewer elk verskillende grondoppervlaktoestande en porositeit wat die verdampingsproses kan beïnvloed (Gill, Jalota, Prihar & Chaudhary, 1977). Drie konvensionele bewerkingsbehandelings en twee deklaagbewerkingsbehandelings is in die studie met 'n geenbewerkingsbehandeling (kontrole) vergelyk. Die verskillende behandelings is sodanig gekies om verskillende grade van losheid van die boonste 200 mm te verteenwoordig. Volgens Good & Smika (1978) word die grootste verdampingsverliese by die bewerkingsaksie wat die bogrond die meeste versteur, aangetref. Die grootste aanvanklike verdampingsverliese het, volgens Aase & Tanaka (1987), by konvensionele bewerking voorgekom terwyl geenbewerking die laagste verlies gehad het, maar na 'n tydperk van tien dae was daar geen verskille in die kumulatiewe verdamping tussen die onderskeie behandelings nie.

Twee eksperimente is uitgevoer. In die eerste eksperiment is al die mikrolisimeters met water versadig (versadigingseksperiment) en daarna toegelaat om uit te droog. In die tweede eksperiment (veldwaterkapasiteitseksperiment) was die aanvangswaterinhoud van al die mikrolisimeters by veldkapasiteit.

4.2.1.1 Versadigingseksperiment

Die volumetriese waterinhoud van die mikrolisimeters, kumulatiewe verdamping en verdampingstempo vir die verskillende metingstye word onderskeidelik in Bylaes 4.1 tot 4.3 vir die versadigingseksperiment aangedui. 'n Variansie analise is op die kumulatiewe verdamping tot dag 56 gedoen om die effek van die verskillende oppervlaktoestande op verdamping te bepaal. Vanaf die KBV (Tukey 5%) verskille in Bylae 4.2 kan die volgende gevolgtrekkings gemaak word:

Die Bainsvleigrond se kumulatiewe verdamping van 43 mm by die konploegbewerking was onderskeidelik betekenisvol hoër as die 27,1 en 31 mm van die konvas en dekvasbehandelings. Dié verskil kan nie sondermeer aan die effek van die losser grond as gevolg van die ploegbewerking toegeskryf word nie. Die gronde was aan die begin van die eksperiment met water versadig en die konploeg se grond het, as gevolg van 'n laer brutodigtheid en hoër porievolume, 'n hoër volumetriese waterinhoud van 0,301 teenoor 0,227 en 0,242 $\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$ van die konvas en dekvas behandelings gehad. Daar was by die konploegbehandeling dus 22,2 en 17,7 mm meer water om te verdamp as by onderskeidelik die konvas en dekvas behandelings. Die hoër verdampbare waterinhoud verklaar dus die betekenisvol hoër verdampingsverlies wat by die geploegde behandelings voorgekom het. Hierdie situasie sal waarskynlik nie onder veldtoestande voorkom nie omdat die versadigde, vars geploegde grond vinniger sal dreineer as gevolg van die hoër porositeit as die ander behandelings.

Die aanvangswaterinhoud van die Huttongrond se geenbewerkingbehandeling (Bylae 4.1) was laer as die res van die behandelings en aan die einde van die 56 dae periode was die kumulatiewe verdamping betekenisvol laer as konvensioneellos (Bylae 4.2). Die kumulatiewe verdamping asook die beginwaterinhoud by die ploegbewerking van die Clovellygrond was die laagste. By die Westleighgrond met die meer kleierige bogrond, het die behandelings met vaste, onversteurde oppervlakke hoër kumulatiewe verdamping as die versteurde grondoppervlakke gegee.

Die meeste van die betekenisvolle verskille wat waargeneem is, kan eerder aan 'n verskil in die beginwaterinhoud as aan die toestand van die grondoppervlak toegeskryf word. By die Westleighgrond met die hoër bogrond klei-inhoud (16% slik plus klei) het versteuring van die bogrond wel verdamping met ongeveer 30 tot 35% verminder. By die meer sanderige gronde het versteuring van die grondoppervlak geen effek gehad nie.

Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van al die behandelings vir die verskillende grondfamilies het na 56 dae verskil en was onderskeidelik Bainsvlei - 34,5 mm; Hutton - 39,3 mm; Clovelly - 45,9 mm en Westleigh - 43,8 mm. Die toename in gemiddelde kumulatiewe verdamping met tyd word in Figuur 4.1 vir die vier gronde aangedui. Die hoogste verdampingstempo het by die Clovelly- en die laagste by die Bainsvleigrond voorgekom. Die kumulatiewe verdampingskurwe van die sanderige Clovelly- en sanderige leem Westleighgronde verskil nie veel nie. Gedurende die eerste dertig dae het daar meer

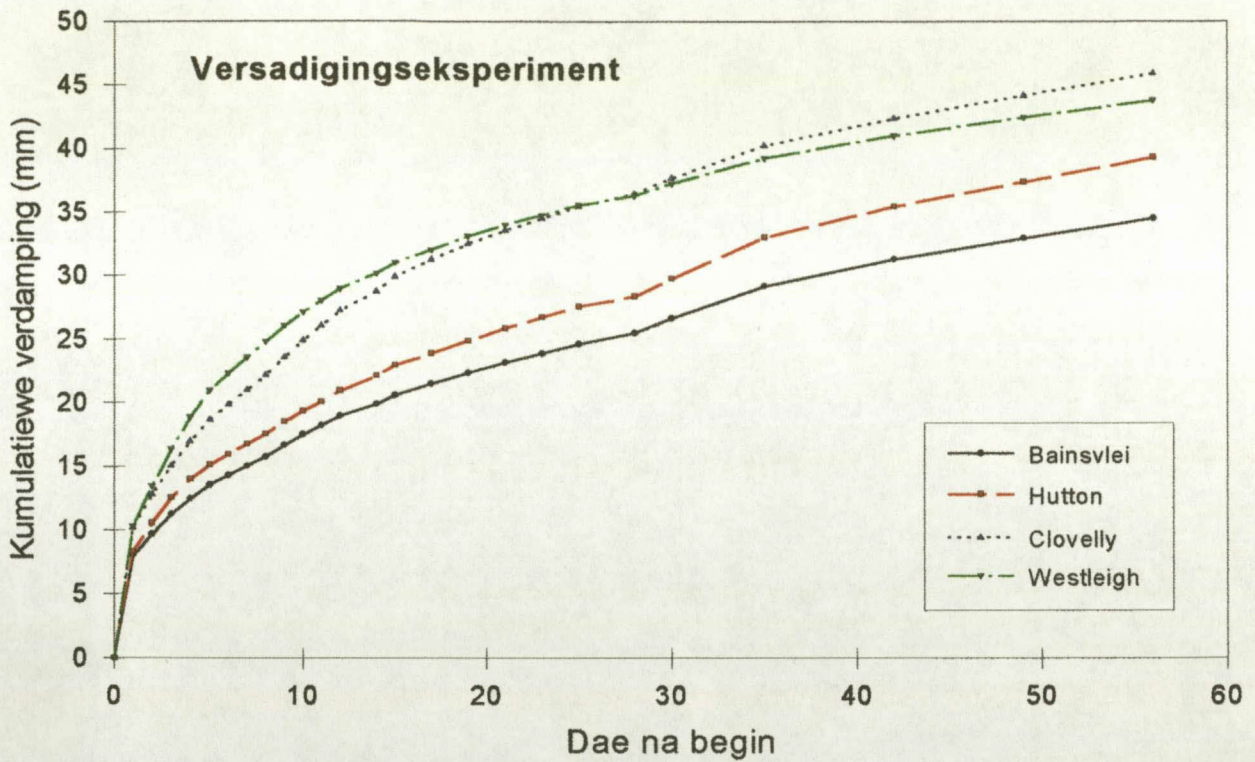
water vanuit die Westleigh- as vanuit die Clovellygrond verdamp, maar dié tendens was na dertig dae omgekeerd.

4.2.1.2 Veldwaterkapasiteitseksperiment.

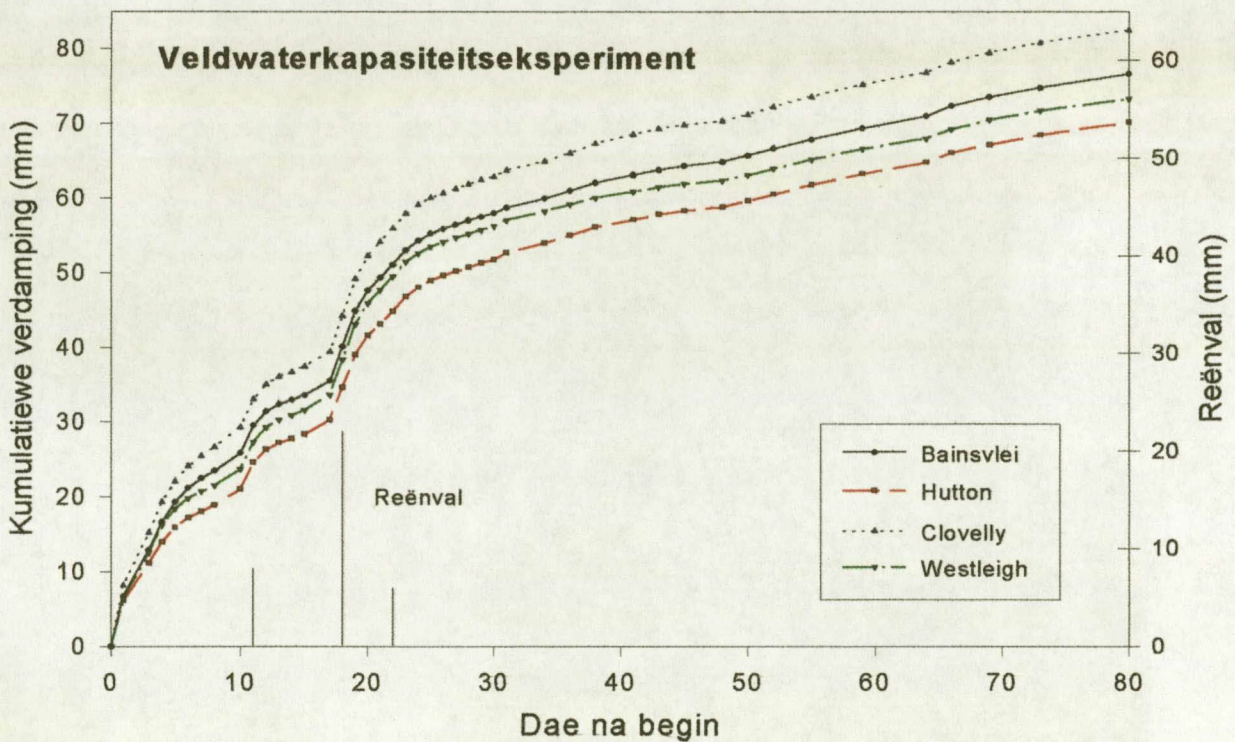
Hierdie verdampingseksperiment verskil van die versadigingseksperiment, wat 56 dae aaneenlopende verdamping sonder verdere benatting was, deurdat dit met tussenposes tot verskillende vlakke herbenat is (Afdeling 4.2.1.1). Die verandering in volumetriese waterinhoud, kumulatiewe verdamping en verdampingstempo, met verloop van die eksperiment, word in Bylaes 4.4 tot 4.6 verstrekk en in Figuur 4.2 vir die veldwaterkapasiteitseksperiment aangetoon. Die KBV-waardes in Bylae 4.5 dui 'n aantal statisties betekenisvolle verskille aan, maar in bykans al die gevalle kan dit aan verskille in beginwaterinhoud, naamlik 'n verskil in die hoeveelheid verdampbare water of beter voorsiening by natter gronde, verklaar word. Omdat die beginwaterinhoud so 'n belangrike rol speel, is dit noodsaaklik om toe te sien dat die mikrolisimeters by presies dieselfde beginwaterinhoud is voordat met studies, waar verskillende oppervlaktoestande vergelyk word, begin word. Die volgende gevolgtrekkings kan gemaak word:

- i) By die Bainsvleigrondbehandelings was die kumulatiewe verdamping, 59 dae nadat ses mm reën toegedien is, by die konvensionele ploeg-, los- en vaste toestande laer as by die geen- en deklaagbehandelings.
- ii) By die Huttongrondbehandelings was die kumulatiewe verdamping by geenbewerking laer as by die versteurde grond by vergelykbare beginwaterinhoude, hoewel nie betekenisvol nie. Nadat reën in die daaropvolgende periodes toegedien is, was daar geen verskil nie.
- iii) Sommige handelings van die Clovellygrond se verdamping vir die ooreenstemmende periodes het betekenisvol van mekaar verskil.
- iv) By die Westleighgrondbehandelings het die ploegbewerking tot laer kumulatiewe verdamping aanleiding gegee maar die beginwaterinhoud was ook laer.

Die resultate van beide eksperimente dui daarop dat grondoppervlakverdamping nie betekenisvol met 'n manipulasie van die grondoppervlak, deur middel van grondbewerking, verminder kan word nie. Hieruit moet afgelei word dat die beskikbare stralingsenergie vir verdamping onder halfdroë klimaatstoestande



Figuur 4.1 Gemiddelde kumulatiewe verdamping van al die behandelings van die vier verskillende gronde wat by die versadigingseksperiment voorgekom het



Figuur 4.2 Gemiddelde kumulatiewe verdamping van al die behandelings van die vier verskillende gronde wat gedurende die veldwaterkapasiteitseksperiment voorgekom het

grondoppervlakuitdroging oorheers. Die enigste effektiewe wyse is dus isolasie van die grondoppervlak.

4.2.2 Meting van verdamping vanuit verskillende tekstuurgronde (tekstuureksperiment)

Die waterhouvermoë van 'n grond word hoofsaaklik deur die grondtekstuur (slik- plus kleipersentasie) en die brutodigtheid daarvan bepaal. Die effek van die porositeit van die bolaag op verdamping is onder die grondoppervlaktoestandeksperiment bespreek. Die doel van die eksperiment was om die effek van grondtekstuur op die verdampingsproses te ondersoek. Die gronde en metodes gevolg word in Afdeling 2.6 bespreek.

Die gemiddelde volumetriese waterinhoud, gemiddelde verdampingstempo en die gemiddelde kumulatiewe verdamping van die tekstuureksperiment word in Bylaes 4.7 tot 4.9 en die aanvangswaterinhoud word in Tabel 4.1 aangetoon. Die effek van tekstuur op die verdampingsproses is tweeledig. Eerstens neem die verdampbare waterinhoud toe met 'n toename in die slik- plus kleipersentasie (S+K) en tweedens verander die poriegrootteverspreiding of watergeleivermoë. Dit was daarom noodsaaklik dat die aanvangswaterinhoud van al die gronde by die boonste grens van plantbeskikbare waterinhoud (PBW_{bo}) moes wees. Wanneer die aanvangswaterinhoud van die eerste groep in Tabel 4.1 met die PBW_{bo} -waardes vergelyk word, was die 16 % en laer (S+K)-behandelings baie dieselfde. Die 18 en 25 % (S+K)-behandelings was te nat en die 49 en 66 % (S+K)-behandelings was te droog. Die volume water wat volgens berekenings nodig was om tot by die aanvangswaterinhoud te benat, is met behulp van bekertjies bietjie vir bietjie bygevoeg. Die bekertjies is moontlik per abuis tussen (S + K) waardes (18, 25) en (49, 66) omgeruil.

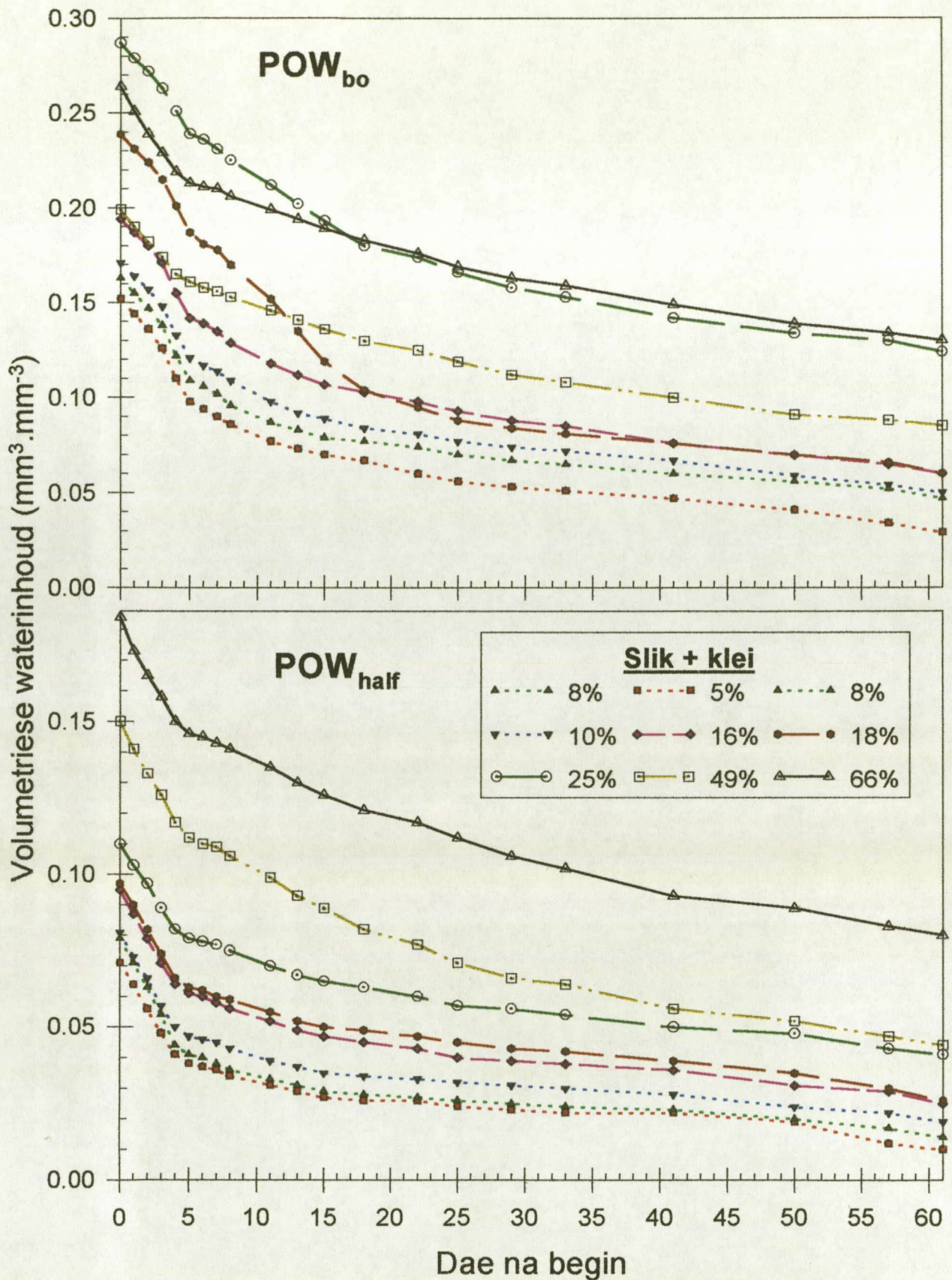
By die tweede groep, wat by die helfte van die plantopneembare waterinhoud (PBW_{half}) begin het, was nie een van die behandelings by die korrekte beplande volumetriese waterinhoud gewees nie. Verdamping vanuit die mikrolisimeters het moontlik plaasgevind voordat die eksperiment 'n aanvang geneem het. Die grondwaterinhoud van die verskillende tekstuur gronde het egter nie veel van mekaar verskil nie. Die waterinhoud van behandelings vier en vyf persent (S + K) van beide groepe gronde wat by PBW_{half} begin het, was gedurende die eksperiment feitlik dieselfde. Die groep gronde (PBW_{half}) het

Tabel 4.1. Uiteensetting van volumetriese waterinhoude ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$), boonste grens van plantopneembare waterinhoud (PBW_{bo}), helfte van plantopneembare waterinhoud (PBW_{half}), onderste grens van plantopneembare waterinhoud ($\text{PBW}_{\text{onder}}$), aanvangswaterinhoud (θ_{begi}), eindwaterinhoud (θ_{eind}) en die verskil ($\Delta\theta$) wat by die tekstuureksperiment gebruik is.

Behandelings		PBW_{bo}	$\text{PBW}_{\text{onder}}$	θ_{begi}	θ_{eind}	$\Delta\theta$
(S+K) (%)	Klei (%)	Groep een: (boonste grens van plantopneembare waterinhoud)				
4	2	0.154	0.028	0.148	0.057	0.091
5	5	0.158	0.032	0.152	0.029	0.123
8	6	0.169	0.044	0.163	0.047	0.116
10	8	0.176	0.052	0.171	0.050	0.121
16	12	0.198	0.075	0.194	0.060	0.134
18	15	0.206	0.082	0.239	0.060	0.179
25	23	0.232	0.109	0.287	0.124	0.163
49	44	0.320	0.202	0.199	0.085	0.114
66	55	0.383	0.267	0.264	0.130	0.131
(S+K) (%)	Klei (%)	PBW_{half}	Groep twee: (helfte van plantopneembare waterinhoud)			
4	2	0.091	0.028	0.071	0.011	0.060
5	5	0.095	0.032	0.071	0.010	0.061
8	6	0.106	0.044	0.079	0.014	0.065
10	8	0.114	0.052	0.081	0.019	0.062
16	12	0.136	0.075	0.095	0.025	0.070
18	15	0.144	0.082	0.097	0.026	0.071
25	23	0.170	0.109	0.110	0.041	0.069
49	44	0.261	0.202	0.150	0.044	0.106
66	55	0.325	0.267	0.184	0.080	0.104

behalwe vir die 44 en 66 % (S + K)-behandelings almal min of meer dieselfde verandering in grondwaterinhoud gedurende die eksperiment gehad. Die grootste uitdroging het egter by die 18 en 25 % (S + K)-behandelings voorgekom.

By beide PBW_{bo} en PBW_{half} toon die waterinhoud 'n skerp daling gedurende die eerste vyf dae waarna die afname oor tyd stadiger was (Figuur 4.3). Die daling in grondwaterinhoud oor tyd (helling van die uitdrogingskurwes in Figuur 4.3) was min of meer dieselfde gedurende die eerste ses dae. Slegs die 18 en 25 % (S + K)-behandelings, by die PBW_{bo} groep gronde, het 'n steiler helling gedurende die ooreenstemmende tydperk gehad wat aan die hoër aanvangswaterinhoud toegeskryf kan word. Die aanvangswaterinhoud van die 49 en 66 % (S + K) behandelings by PBW_{half} was heelwat hoër as dié van ander behandelings.

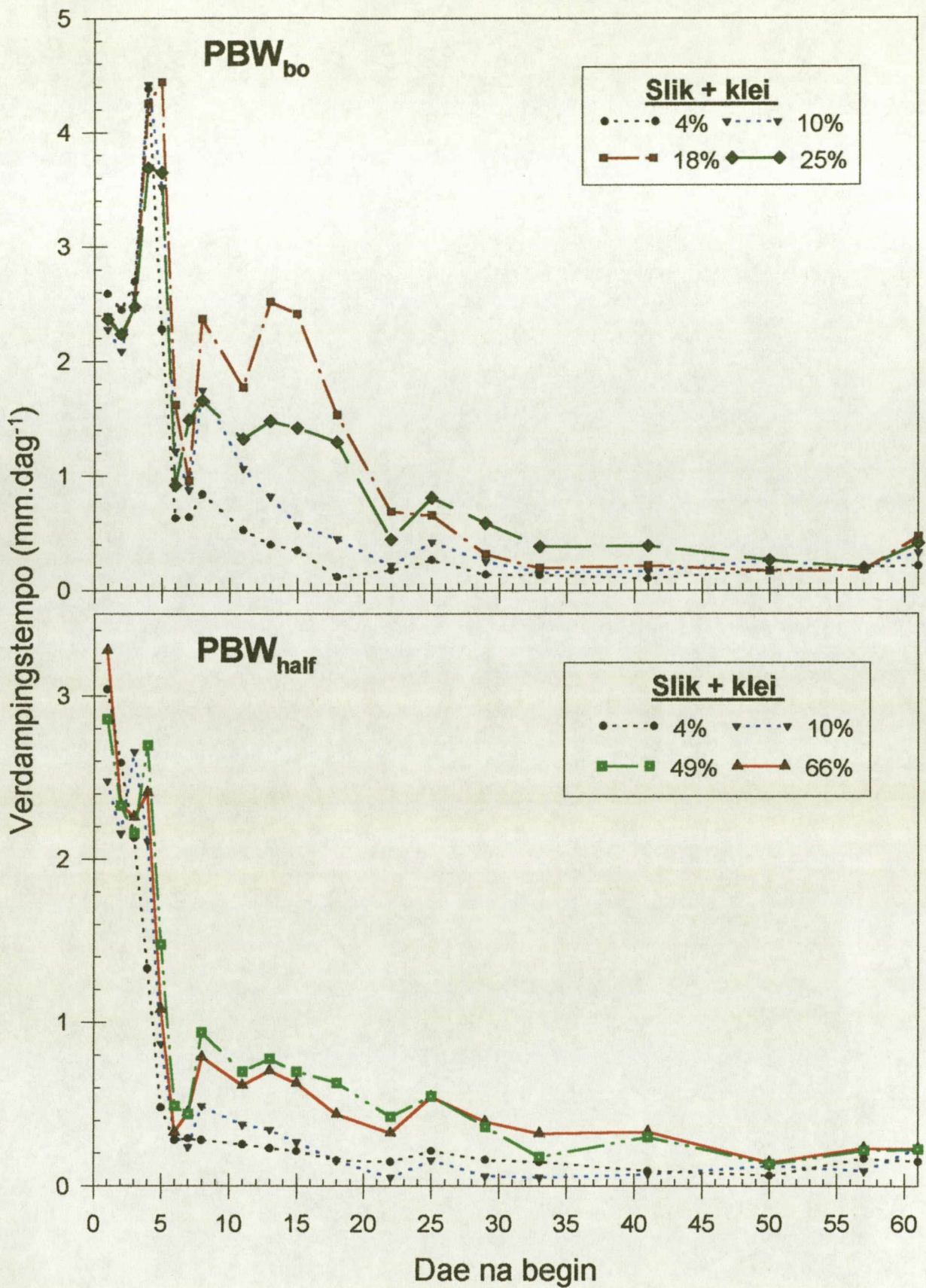


Figuur 4.3 Gemiddelde volumetrisese waterinhoud wat op die onderskeie dae by die tekstuureksperiment voorgekom het

Die data van die gemiddelde verdampingstempo, potensiële verdampingstempo, klas A-panverdampingstempo (A-pan), verwysingsverdampingstempo (E_o) en die atmosferiese verdampingsaanvraagstempo (AVA) word in Bylae 4.8 aangetoon. Die gemiddelde verdampingstempo word in Figuur 4.4 grafies voorgestel. Ter wille van duidelikheid word slegs 4, 10, 18 en 25 % (S+K)-behandelings by PBW_{bo} en behandelings 4, 10, 49 en 66 % (S+K) by PBW_{half} aangetoon. Die hoogste verdampingstempo gedurende die eerste dag het by beide groepe gronde by die behandeling met die hoogste sliik + kleipersentasie voorgekom. Die hoogste maksimum verdampingstempo naamlik $4,74 \text{ mm.dag}^{-1}$ het by 5 % (S + K) en 'n PBW_{bo} behandeling op dag vier voorgekom. Dit was sowat 1 mm.dag^{-1} laer as die potensiële verdampingstempo.

Die gemiddelde verdampingstempo's van al die behandelings by PBW_{bo} toon 'n toename vanaf die eerste tot die vierde dag waarna dit tot dag ses afneem en weer 'n effense styging tot dag agt toon. Die tendense stem met die verandering in die weerkundige parameters, soos byvoorbeeld die atmosferiese verdampingsaanvraag en verwysingsverdampingstempo, ooreen. Slegs die 18 en 25 % (S + K) behandelings se verdampingstempo was tot en met 22 dae na die begin hoër as dié van die ander behandelings gewees. Hierna het die behandelings in die orde van $0,02 \text{ mm.dag}^{-1}$ van mekaar verskil en aan die einde van die eksperiment was die verdampingstempo van al die grond feitlik dieselfde. Die mikrolisimeters met grond van 18 % (S + K) het tussen 8 en 22 dae die hoogste verdampingstempo gehad. Dit word verklaar aan die hand van die feit dat die aanvangswaterinhoud $0,033 \text{ mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$ hoër as PBW_{bo} was en dus addisionele vrywater vir verdamping beskikbaar gehad het. Al die addisionele water was binne 17 dae, as gevolg van 'n hoër verdampingstempo, weg.

Die 66 % (S + K) behandeling het by PBW_{half} ook die hoogste aanvanklike verdampingstempo gehad. Die verdampingstempo's van al die behandelings het ook tot en met dag agt volgens die atmosferiese verdampingsaanvraag gevarieer. Behandelings met 49 en 66 % (S + K) se verdampingstempo's het min van mekaar verskil alhoewel dit egter hoër as dié van die ander behandelings was. Dit word aan die beter en vinniger vloei van water (hoër onversadigde hidrouliese geleivermoë van die grond) na die verdampingsfront toegeskryf. Dit het gebeur tenspyte van die feit dat die behandelings nie by die berekende PBW_{half} waterinhoud was nie. Die effense styging in verdampingstempo by beide groepe gronde op dag 61 word aan 'n eksperimentele fout toegeskryf. Die gronde in die mikrolisimeters was op die stadium baie droog en daar mag moontlik tussen



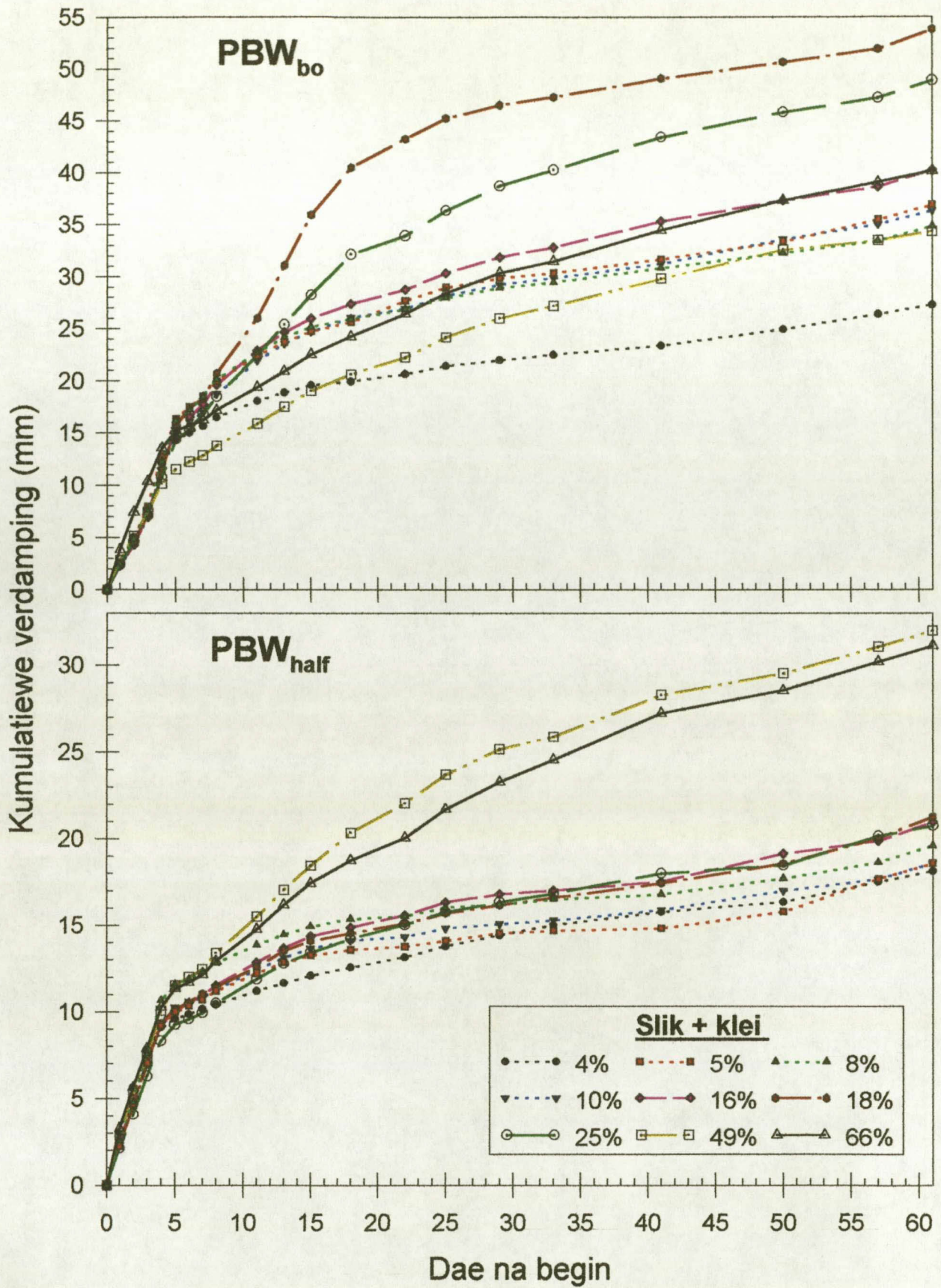
Figuur 4.4 Gemiddelde grondoppervlakverdampingstempo wat op die onderskeie dae by die tekstuureksperiment voorgekom het

dag 57 en 66 se metings grond uit gewaai het. Aan die einde van die eksperiment het die verdampingstempo's van die onderskeie behandelings egter baie min verskil en was dit in die orde van $0,02 \text{ mm.dag}^{-1}$.

Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van beide groepe (PBW_{bo} & PBW_{half}) gronde van die tekstuureksperiment word in Figuur 4.5 en Bylae 4.9 aangetoon. Slegs die 66 % (S + K) grond se kumulatiewe verdamping was gedurende die eerste vyf dae hoër as die van al die ander behandelings. Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van die 18 en 25 % (S + K) was by PBW_{bo} aansienlik hoër as die res van die behandelings en word aan die hoë aanvangswaterinhoud toegeskryf. Dieselfde tendens het ook met die 49 en 66 % (S+K)-behandelings by PBW_{half} voorgekom. Die laagste gemiddelde kumulatiewe verdamping het by beide PBW_{bo} en PBW_{half} by die 4 % (S+K)-behandeling voorgekom. Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van die onderskeie behandelings het nie betekenisvol van mekaar by PBW_{half} verskil nie. By PBW_{bo} het die kumulatiewe verdamping van die verskillende (S + K) behandelings slegs gedurende die eerste drie dae nie betekenisvol (Tukey 5 %) van mekaar verskil nie, terwyl daar by die onderskeie dae vir die res van die periode wel betekenisvolle verskille voorgekom het. Geen sinvolle afleidings kan egter van die eksperiment gemaak word nie, omdat die aanvangswaterinhoud van die mikrolisimeters weens 'n eksperimentele fout nie korrek was nie.

4.2.3 Meting van die effek van beskaduwing op verdamping (skadu-eksperiment)

Die resultate van die grondoppervlakteksperiment dui daarop dat verdamping moontlik deur die afskerming van die grondoppervlak (vermindering van straling) verlaag kan word. Die doel van die eksperiment was om die effek van verskillende vlakke van beskaduwing op die verdampingsproses te ondersoek. Die verskillende vlakke van beskaduwing met behulp van die verskillende digthede skadunet, het gepoog om beskaduwing van deklae te simuleer. Die materiaal en metodes word in Afdeling 2.7 onder die skadu-eksperiment bespreek. Data van die eksperiment word in Bylaes 4.10 tot 4.12 aangetoon en word in Figuur 4.6 tot 4.8 grafies voorgestel. In die eksperiment is die grondoppervlakverdamping van 'n sandgrond (10 % sliik- plus kleipersentasie) en 'n sandkleileemgrond (25 % sliik- plus kleipersentasie), soos in Tabel 2.2 uiteengesit, met skadunette wat onderskeidelik 20, 40 en 80 % gemete beskaduwing lewer, bepaal.



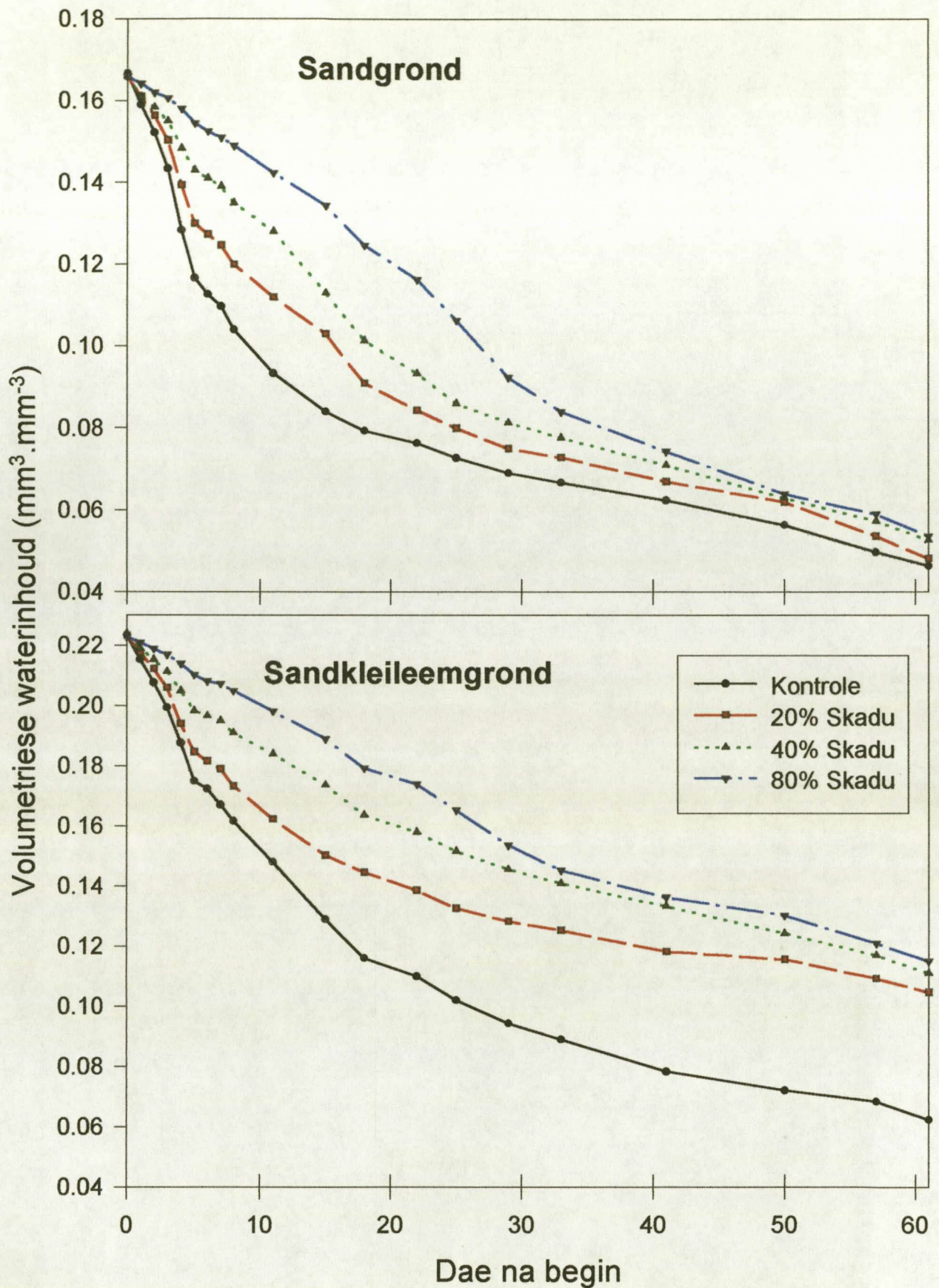
Figuur 4.5 Gemiddelde kumulatiewe verdamping wat op die onderskeie dae by die tekstuureksperiment voorgekom het

Die volumetriese waterinhoud van beide die sand- en sandkleileemgrond neem baie vinnig gedurende die eerste elf dae af (Figuur 4.6). Die grootste afname met tyd by al die verskillende persentasies beskaduwing het by die mikrolisimeters met die sandgrond voorgekom. Na twintig dae vanaf die begin het die volumetriese waterinhoud stadiger met verloop van tyd afgeneem. Aan die einde van die skadu-eksperiment het die volumetriese waterinhoud van die verskillende behandelings van die sandgrond, min verskil. Die volumetriese waterinhoud van die verskillende behandelings van die sandgrond het op onderskeidelik tien en twintig dae aansienlik van mekaar verskil maar die verskille het later al hoe kleiner geword.

Volgens Figuur 4.6 het die verskillende vlakke van beskaduwing slegs gedurende die eerste dertig dae na reën by sandgronde (10 % slijk- plus kleipersentasie) 'n noemenswaardige afname in verdamping tot gevolg gehad. By die sandkleileemgronde het die volumetriese waterinhoud van die 40 en 80 % skadubehandelings na dertig dae nie meer noemenswaardig van mekaar verskil nie, alhoewel dit hoër as dié van die 20 % skadubehandeling was. Die volumetriese waterinhoud na 61 dae van die verskillende skadubehandelings was by die sandkleileemgrond baie dieselfde alhoewel dit $0,043 \text{ mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$ (12,9 mm in totale die mikrolisimeter) hoër as die kontrole behandeling was. Die kontrole behandeling (kaalgrond) het deurgaans by al die behandelings 'n laer eindwaterinhoud gehad.

Data van die gemiddelde potensiële verdampingstempo, klas A-panverdampingstempo, verwysingsverdampingstempo, atmosferiese verdampingsaanvraagstempo en grondoppervlakverdampingstempo van die verskillende tekstuurgronde wat onder verskillende vlakke van beskaduwing by die onderskeie dae na begin by die skadu-eksperiment voorgekom het, word in Bylae 4.11 aangetoon. 'n Variansie analise is op die data uitgevoer. Geen betekenisvolle verskille (Tukey 5%) het op enige van die onderskeie dae tussen die verskillende behandelings voorgekom nie.

Die klas A-panverdampingstempo was gedurende die eerste vier dae ongeveer $4 \text{ mm} \cdot \text{dag}^{-1}$. Die verdampingstempo's van die onderskeie behandelings (Figuur 4.7) by die sandgrond het 'n toename tot met dag vier getoon, waarna daar 'n dalende tendens tot aan die einde van die verdampingsperiode voorgekom het. Gedurende dag ses toon die verdampingstempo's van al die behandelings 'n skerp afname maar styg egter weer effens tot op dag sewe. Dit word aan die drastiese afname in die verdampingsaanvraag

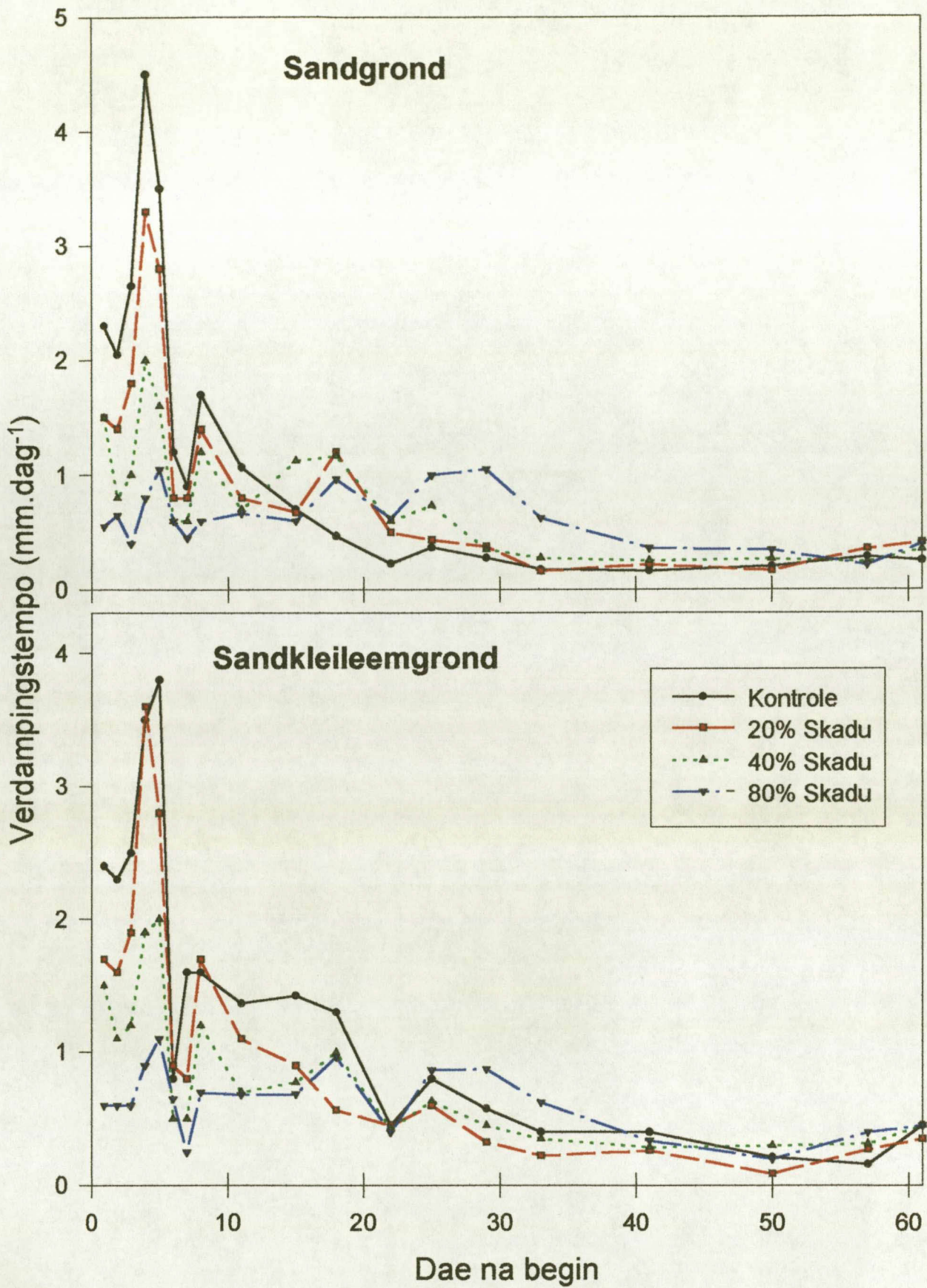


Figuur 4.6 Gemiddelde volumetrische waterinhoud van die totale mikrolisimeters van die sand- en sandkleileemgrond met verskillende vlakke van beskaduwing wat gedurende die skadu-eksperiment voorgekom het

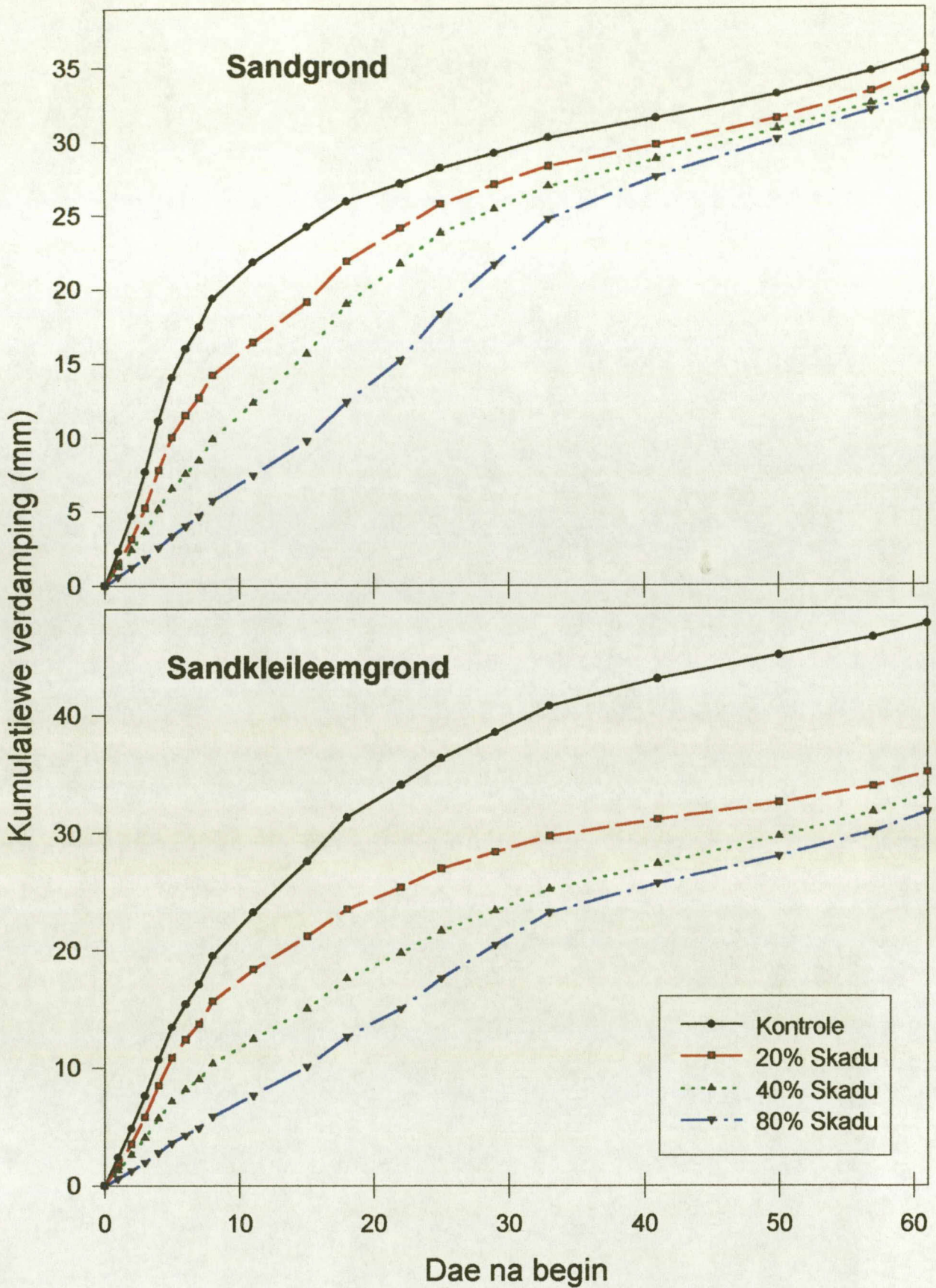
(klas A-panverdamping), of die onvermoë van die grond om die watervoorsieningstempo na die verdampingsfront te handhaaf, toegeskryf (Bylae 4.11). Volgens Figuur 4.7 het die kontrole behandeling by die sandgrond tot dag elf die hoogste verdampingstempo gehad. Die behandeling met die hoogste persentasie beskaduwing het die laagste verdampingstempo en omgekeerd gedurende die eerste elf dae by beide die sand- en sandkleileemgrond gehad. Vanaf veertig dae na begin het die verdampingstempo's van die onderskeie behandelings by beide gronde min verskil. Tussen 22 en 39 dae na begin het die 80 % skadubehandeling die hoogste verdampingstempo gehad. Dit kan aan 'n hoër verdampingsvermoë as gevolg van 'n hoër waterinhoud van die behandeling toegeskryf word.

Die skadu-eksperiment se gemiddelde kumulatiewe potensiële verdamping, kumulatiewe klas A-panverdamping, kumulatiewe verwysingsverdamping, kumulatiewe atmosferiese verdampingsaanvraag en kumulatiewe grondoppervlakverdamping van verskillende tekstuurgronde wat onder verskillende vlakke van beskaduwing by die onderskeie dae na begin wat by die skadu- eksperiment voorgekom het, word in Bylae 4.12 aangetoon. Betekenisvolle verskille (Tukey 5%) het tussen van die skadubehandelings by die sandkleileemgrond (25 % slik- plus kleipersentasie) vanaf die elfde dag na begin tot aan die einde van die verdampingsperiode voorgekom. Die 80 % skadubehandeling het vanaf dag elf terwyl die 40 % skadubehandeling vanaf dag vyftien tot die einde van die verdampingsperiode 'n betekenisvolle laer kumulatiewe grondoppervlakverdamping as die kontrole behandeling gehad. Die 20 % skadubehandeling het egter slegs tussen dag 29 en 57 'n betekenisvolle laer kumulatiewe verdamping as die kontrole behandeling gehad. Alhoewel die verskil nie betekenisvol was nie (Figuur 4.8), het die kumulatiewe verdamping van die onderskeie behandelings slegs gedurende die eerste dertig dae noemenswaardig by die sandgrond van mekaar verskil.

Die hoogste kumulatiewe verdamping by beide die sand- en sandkleileemgrond het by die kontrole behandeling gevolg deur 20, 40 en 80 % beskaduwing voorgekom. Die 80 % skadubehandeling se kurwe toon by beide die tekstuurgronde 'n reglynige styging tot by dag dertig, waar die kurwe knak, en daarna minder geleidelik tot aan die einde styg. Die aanvulling van water na die verdampingsfront na dag dertig vind moontlik nou stadiger plaas. Dit mag moontlik as gevolg van 'n fase verandering (oorgang van vloeistof na gasfase aanvulling) wees. Die kontrole behandeling van die sandkleileemgrond (25 % slik- plus kleipersentasie) het as gevolg van grondoppervlakverdamping onderskeidelik



Figuur 4.7 Gemiddelde verdampingstempo vanuit die totale mikrolisimeters met onderskeidelik die sand- en sandkleileemgrond wat onder verskillende vlakke van beskading gedurende die skadu-eksperiment voorgekom het



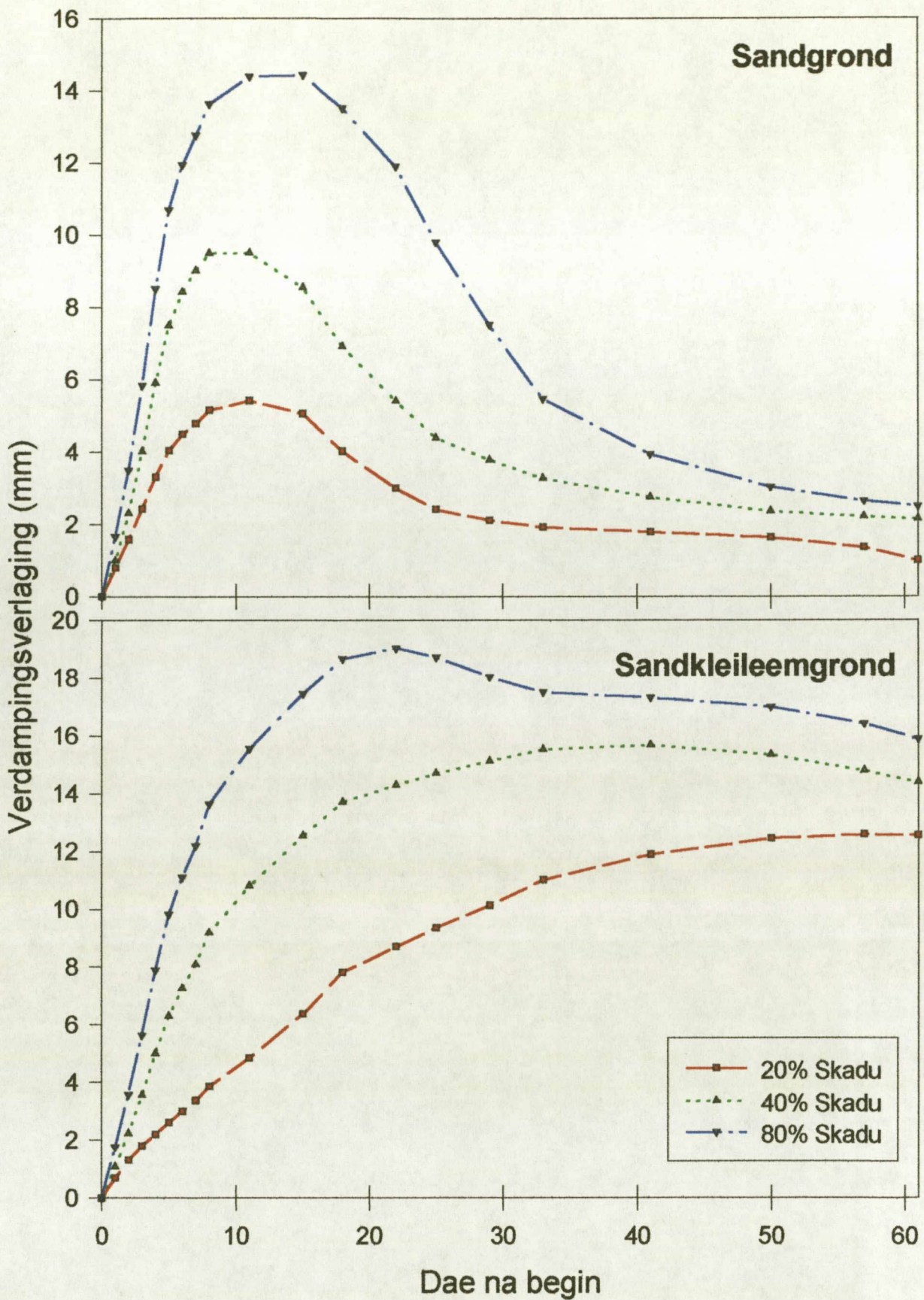
Figuur 4.8 Gemiddelde kumulatiewe verdamping vanuit die totale mikrolisimeters met onderskeidelik die sand- en sandkleileemgrond wat onder verskillende vlakke van beskading gedurende die skadu-eksperiment voorgekom het

12,7; 14,4 en 15,9 mm meer water as die 20, 40 en 80 % skadubehandeling verloor. Die hoogste kumulatiewe grondoppervlakverdamping van die sandgrond het by die kontrole behandeling en die laagste by die 80 % skadubehandeling voorgekom. Die twee behandelings se kumulatiewe grondoppervlakverdamping het egter slegs 2,3 mm van mekaar aan die einde van die 61 dae periode verskil. Beskaduwing het slegs by die sandkleileemgrond 'n effek op die grondoppervlakverdamping gehad.

Die verdampingsverlaging as gevolg van beskaduwing word in Figuur 4.9 aangetoon. Die verdampingsverlaging is bereken deur die betrokke skadubehandeling se kumulatiewe verdamping van die kontrolebehandeling se kumulatiewe verdamping op die spesifieke dag af te trek. Die kurwes van die onderskeie skadubehandeling by die sandgrond het 'n maksimum waarde by ongeveer 11 dae na die begin gehad. Die verdampingsverlaging neem vir die 20 en 40 % skadubehandeling vanaf dag 11 to 25 skerp af waarna dit 'n afplating toon. By die 80 % skadubehandeling is daar na dag 32 'n afplating in die verdampingsverlaging en verskil aan die einde nie veel van die ander behandelings nie. By die sandkleileemgrond het slegs die 80 % skadubehandeling 'n piek om en by 20 dae gehad, terwyl die 40 % skadubehandeling na 30 dae 'n afplating in verdampingsverlaging getoon het. Die 20 % skadubehandeling het 'n geleidelike toename in verdampingsverlaging tot 60 dae gehad en het sowat 12 mm minder water as die kontrolebehandeling verloor.

4.2.4 Meting van grondoppervlakverdamping onder veldtoestande (veldverdampingseksperiment)

Die eksperiment is gedurende Januarie tot Maart *in situ* in die verskillende grondbewerkingspersele (Bennie *et. al.* 1994) te Bloemfontein uitgevoer. Die materiaal en metodes wat gevolg is word in Afdeling 2.8 onder die veldverdampingseksperiment beskryf. Die gemiddelde klas A-panverdamping, kumulatiewe klas A-panverdamping, verdamping, verdampingstempo en kumulatiewe grondoppervlakverdamping van verskillende grondbewerkingsbehandelings wat gedurende die onderskeie eksperimente met die veldverdampingseksperiment bepaal is, word in Bylae 4.13 aangetoon. Die kumulatiewe grondoppervlakverdamping word grafies in Figure 4.10 en 4.11 voorgestel.

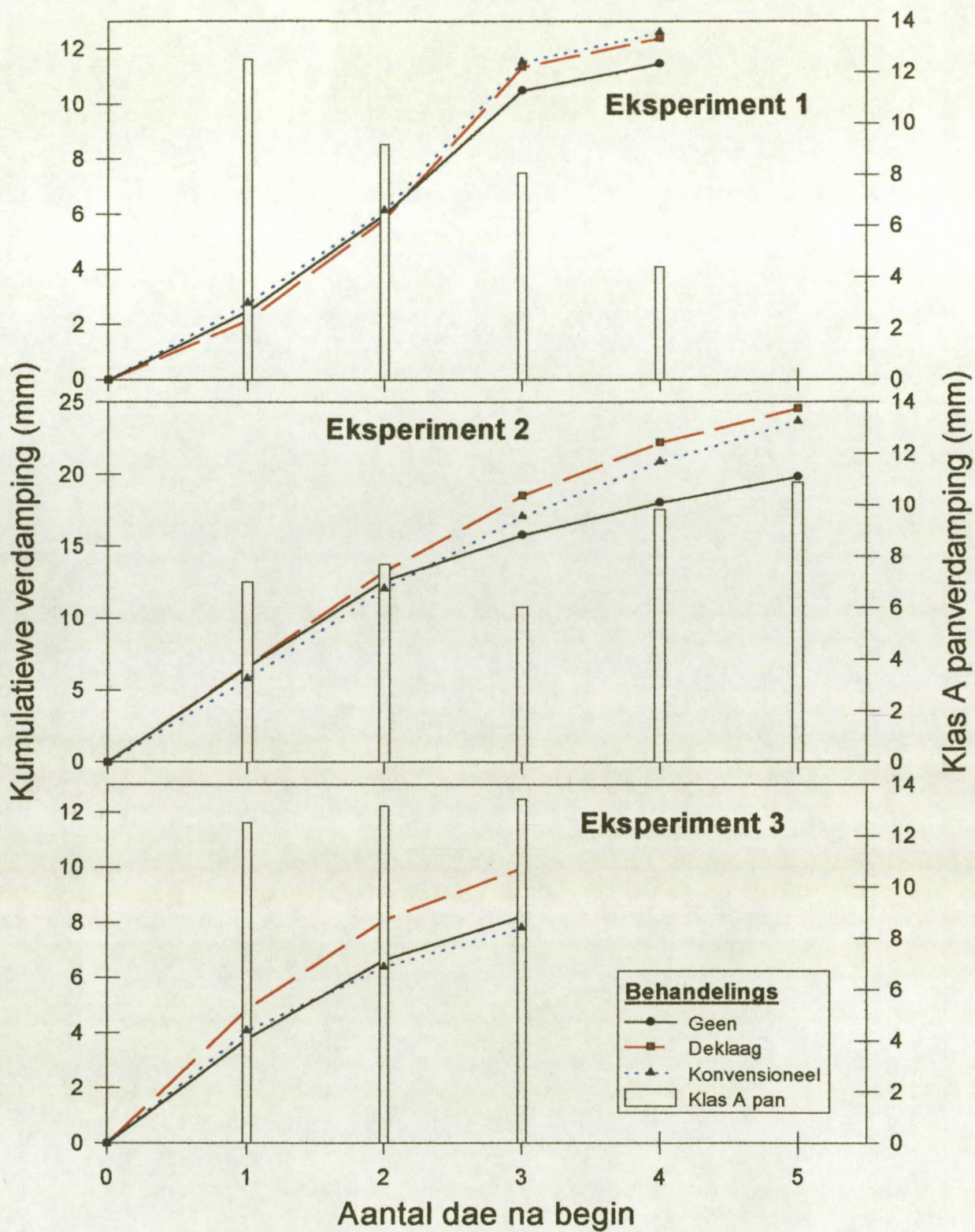


Figuur 4.9 Gemiddelde verdampingsverlaging wat onder verskillende vlakke van beskaduwing gedurende die skadu-eksperiment voorgekom het

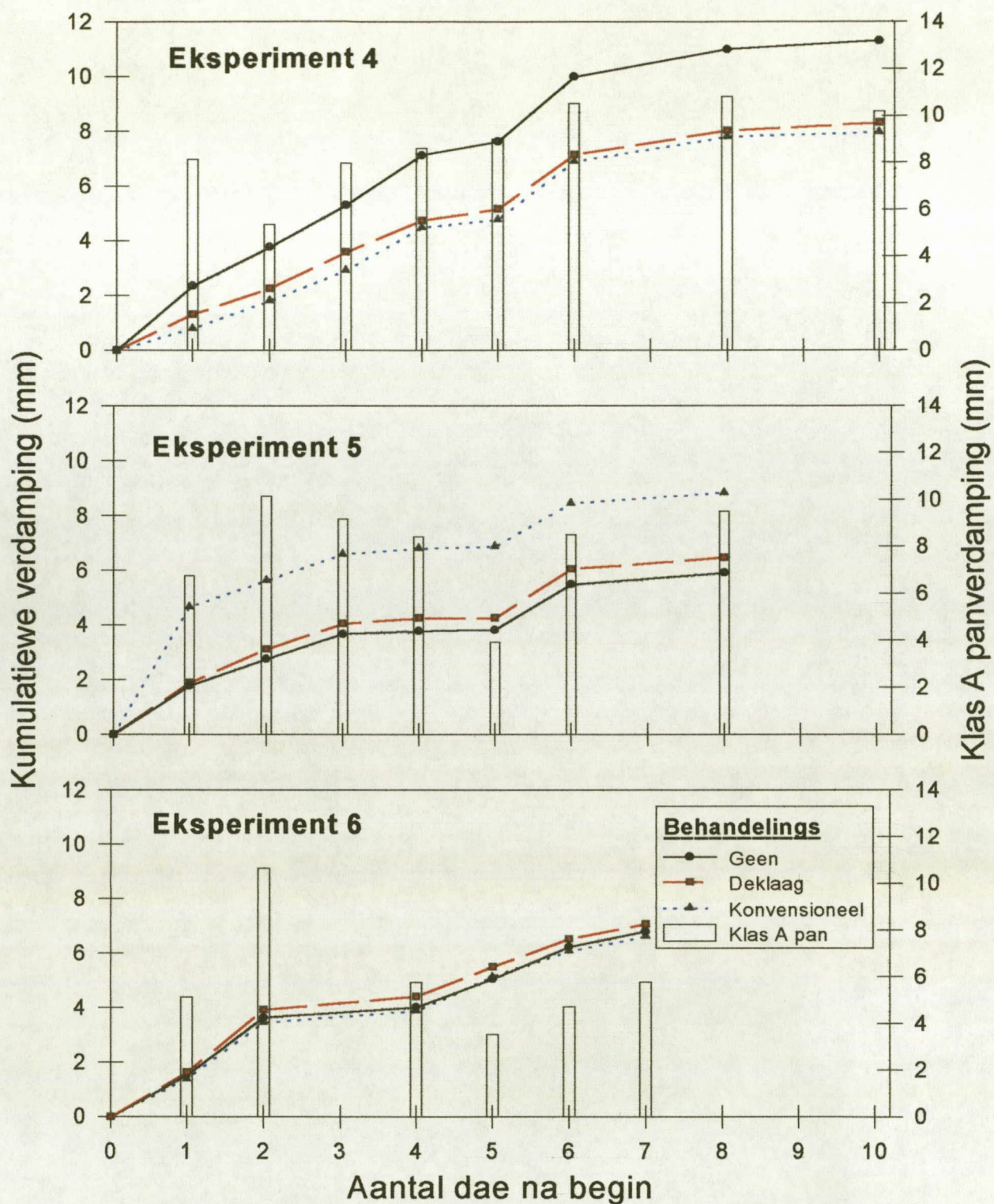
Al drie die grondbewerkingsbehandelings van eksperiment een (Figuur 4.10) het 'n reglynige styging in kumulatiewe verdamping vanaf dag een tot en met dag drie getoon. Na dag drie was daar 'n effense afplattung, dus 'n verlaging in die verdampingstempo van al drie die behandelings. Die orde van kumulatiewe verdamping vir die drie bewerkingspraktyke was vir konvensioneel die hoogste, gevolg deur deklaag en die laagste by geenbewerking met onderskeidelik 12,6; 12,4 en 11,5 mm verdamping. Van die totale hoeveelheid reënval (24 mm) wat voor Eksperiment 1 geval het, het daar binne die eerste vier dae reeds sowat 50 % verdamp. Die kumulatiewe verdamping na vier dae van die konvensionele behandeling was effens hoër as die van die deklaagbehandeling gewees.

Die reglynige styging in kumulatiewe grondoppervlakverdamping het by Eksperiment 2 net gedurende die eerste twee dae voorgekom. Die kumulatiewe grondoppervlakverdamping na vyf dae van die konvensionele- en deklaagbehandelings het nie veel verskil nie, alhoewel deklaag effens hoër as die konvensionele behandeling was. Die gemiddelde kumulatiewe verdamping van die eksperiment was weereens sowat 50 % van die reënval. Tydens Eksperiment 3 het hoë temperature voorgekom soos deur die groot daaglikse klas A-panverdamping van hoër as twaalf millimeter weerspieël word. Die verdampingstempo het met tyd vir al drie bewerkingsbehandelings afgeneem. By dié eksperiment het die deklaagbehandeling die vinnigste en meeste water as gevolg van grondoppervlakverdamping verloor, terwyl die konvensionele behandeling die laagste kumulatiewe grondoppervlakverdamping gehad het. Geen betekenisvolle verskille (Tukey 5 %) is by enige van die eksperimente tussen die verskillende behandelings gevind nie.

Die kumulatiewe verdamping van Eksperiment 4, 5 en 6 word grafies in Figuur 4.11 voorgestel en in Bylae 4.13 aangetoon. Geenbewerking het by Eksperiment 4 die hoogste verdampingstempo en gevolglik ook die grootste kumulatiewe verdamping gehad. Konvensionele bewerking het by Eksperiment 5 en deklaagbewerking by Eksperiment 6 die hoogste kumulatiewe verdamping gehad. By Eksperiment 4 en 5 wil dit voorkom of die kumulatiewe verdamping tussen dag vier en vyf min of meer konstant bly, maar dan skielik as gevolg van 'n toename in die klas A-panverdamping, toeneem. By Eksperiment 6 het die kumulatiewe verdamping van die verskillende bewerkingsbehandelings nie veel van mekaar verskil nie. Die data van beide Figure 4.10 en 4.11 het geen duidelike tendense tussen bewerkingsbehandeling en kumulatiewe verdamping getoon nie. Dit is in ooreenstemming met die grondoppervlakeksperiment se bevindinge.



Figuur 4.10 Gemiddelde kumulatiewe verdamping van eksperiment 1, 2 & 3 met drie verskillende bewerkingspraktyke en 'n Klas A verdampingspan wat onder veldtoestande bepaal is



Figuur 4.11 Gemiddelde kumulatiewe verdamping van eksperiment 4, 5 & 6 met drie verskillende bewerkingspraktyke en 'n Klas A verdampingspan wat onder veldtoestande bepaal is

4.3 Opsomming en gevolgtrekking

Grondoppervlaktoestande het wel betekenisvolle verskille in verdamping tussen sommige van die verskillende grondbewerkingspraktyke veroorsaak. Die verskil word hoofsaaklik aan 'n verskil in die aanvangswaterinhoud eerder as die bewerkingspraktyk *per se* toegeskryf. Die verskillende bewerkingspraktyke het verskillende porievolumes in die grond tot gevolg, en daarom kan gronde as gevolg hiervan meer of minder water stoor. Die volume water beskikbaar vir verdamping het die grootste effek op beide die verdampingstempo en kumulatiewe verdamping wat plaasvind. Die watervoorsieningstempo vanuit die dieper grondlae na die verdampingsfront het ook die verdampingstempo en kumulatiewe verdamping beïnvloed en word hoofsaaklik deur die grondtekstuur bepaal. Die weerkundige parameters het gedurende die eerste vier tot ses dae 'n invloed op die verdampingstempo van die verskillende tekstuurgronde gehad. Gedurende dié periode het grondoppervlakverdamping teen die dalende tempo stadium (Fase I) van Hillel (1982) plaasgevind (Figuur 3.2). Gedurende die res van die periode vind grondoppervlakverdamping teen die stadige tempo fase (Hillel, 1980) plaas. In alle gevalle was die konstante beginfase van verdamping afwesig.

Die hoeveelheid verdampbare waterinhoud het 'n groter invloed op die verdampingstempo en kumulatiewe verdamping van gronde as die slik- plus kleipersentasie in die tekstuureksperiment gehad. Weens dié rede het die hoogste verdampingstempo en kumulatiewe verdamping by die PBW_{bo} eksperiment van die 18 en 25 % (S + K) behandelings voorgekom. Die mikrolisimeters van die verskillende tekstuurbehandelings by die PBW_{half} eksperiment het nagenoeg dieselfde verandering in grondwaterinhoud gehad. Die kurwe wat die afname in volumetriese waterinhoud met tyd by die PBW_{bo} en PBW_{half} voorstel, was gedurende die eerste ses dae dieselfde vir die onderskeie tekstuurbehandelings. Tydens die lae atmosferiese verdampingsaanvraagtoestande was al die gronde se watervoorsieningstempo's vinnig genoeg om in die aanvraag gedurende die eerste ses dae te voorsien. Die watervoorsieningstempo vanaf die dieper lae na die verdampingsfront van die gronde, ondergaan hierna 'n fase verandering en aanvulling na die verdampingsfront vind dan in die gasfase plaas. Gronde met 'n hoër slik- plus kleipersentasie, het oor 'n langer tydperk 'n groter watervoorsieningstempo as gronde met

'n laer slik- plus kleipersentasie gehad. Dit word aan die beter onversadigde hidrouliese geleivermoë van die hoër (S + K) gronde teenoor dié van sandgronde toegeskryf.

Grondoppervlakverdamping kan met behulp van beskaduwing verminder word. Die effek van beskaduwing was groter hoe korter die verdampingsperiode. Die effektiwiteit het verder met 'n toename in kleipersentasie verhoog. Laer kumulatiewe verdamping het gedurende die verdampingsperiode by die hoër persentasie skadubehandelings voorgekom. Beskaduwing het kumulatiewe verdamping slegs gedurende die eerste dertig dae by die sandgrond verlaag, en het geen betekenisvolle verlaging oor sestig dae bewerkstellig nie. By die sandkleileemgrond het beide die 40 en 80 % skadubehandelings in vergelyking met die kontrole behandeling 'n betekenisvolle verlaging in die kumulatiewe verdamping teweeg gebring.

Die twee skadubehandelings was ewe suksesvol in die bekamping van verdamping gewees. Die grondoppervlakverdampingstempo gedurende die eerste sewe dae het met 'n toename in persentasie beskaduwing en kleipersentasie afgeneem. Die verdamping vanuit mikrolisimeters met hoë slik- plus kleipersentasie gronde en onder 'n hoër persentasie beskaduwing, het oor 'n langer tydperk teen 'n hoër verdampingstempo as dié van sandgronde plaasgevind. Dit word aan die hoër verdampingsvermoë as gevolg van die groter grondwaterinhoud (bly langer nat) van gronde onder die skadunet toegeskryf. Die watervoorsieningstempo van die sandkleileemgrond in vergelyking met die sandgrond was, as gevolg van 'n hoër onversadigde hidrouliese geleivermoë, vinniger.

By die veldverdampingseksperiment het daar geen betekenisvolle verskille of tendense tussen die onderskeie handelings voorgekom nie. Die verskil in grondoppervlaktoestande (makroporië) as gevolg van die verskillende bewerkingspraktyke, is moontlik deur konsolidasie as gevolg van reënval vernietig. Gedurende die verdampingsperiode van die verskillende eksperimente, het 22 tot 80 % van die reënval as gevolg van grondoppervlakverdamping verlore gegaan. Die faktore wat verdamping beïnvloed, sal in simulatie verdampingsmodelle geïnkorporeer word om sodoende 'n voorspellingsprosedure vir grondoppervlakverdamping te ontwikkel.

HOOFSTUK 5

ONTWIKKELING VAN SIMULASIE VERDAMPINGSMODELLE EN VERIFIËRING VAN DIE VOORSPELLINGSPROSEDURE TEEN VELDMETINGS

5.1 Inleiding

'n Model is 'n vereenvoudiging van 'n maklik definieerbare en meetbare weergawe van die werklikheid (Hillel, 1977). Hillel (1977) onderskei tussen die volgende tipes modelle naamlik: empiriese modelle, stochastiese modelle, deterministiese modelle, meganistiese modelle, analitiese modelle, numeriese modelle, kontinuerende modelle en dinamiese modelle. 'n Kombinasie van die modelle kan ook in 'n enkele model gebruik word. "Die konstruksie van 'n model is net soveel 'n kuns as wat dit 'n wetenskap is" (Hillel, 1977). Gelukkig bestaan daar talle modelle waarmee grondoppervlakverdamping gesimuleer kan word en gaan daar dus nie in die studie gepoog word om nuwe modelle te ontwikkel nie, maar eerder om bestaande modelle te verfyn en toe te pas.

Modelle waarmee grondoppervlakverdamping gesimuleer kan word, word hoofsaaklik in drie groepe ingedeel naamlik: weerbeheerde modelle, grondbeheerde modelle en 'n kombinasie van beide. Die meeste grondoppervlakverdampingsmodelle maak voorsiening van die tweestadium benadering, naamlik: Die energie-afhanklike aanvraag Fase I beginstadium (afhanklik van weerkundige parameters) en die dalende tempo Fase II stadium wat voorsienings- en grondafhanklik is. Weerbeheerde modelle word gebruik om die grondoppervlakverdamping van Fase I van die verdampingsproses mee te beskryf, byvoorbeeld die kombinasie benadering van Penman (1948). In die Penmanmodel (Vergelyking 3.1) word die energiebalans en die aerodinamiese benadering gekombineer om die potensiële verdamping te voorspel. Dié model vereis egter heelwat weerkundige insette wat nie maklik meetbaar is nie en die model is gevolglik moeilik prakties toepasbaar. Die model van Van Zyl *et. al.* (1989) (Vergelyking 3.4) om atmosferiese verdampingsaanvraag mee te bereken vereis ook baie weerkundige insette, en alhoewel makliker meetbaar, voorspel dit ook net Fase I grondoppervlakverdamping.

Die resultate van Hoofstukke 3 en 4 het aangetoon dat Fase I verdamping hoogstens 'n paar uur lank duur en dit dus die gebruik van 'n weerkundige model om grondoppervlakverdamping te simuleer, onnodig ingewikkeld maak. Yunusa *et al.* (1993a) het ook tot die gevolgtrekking gekom dat die insluiting van die eerste stadium van verdamping by 'n grondoppervlakverdampingsmodel, onder die droë klimaatstoestande van hoë atmosferiese aanvraag in Wes Australië, die beraming van verdamping onnodig kompliseer. Gevolglik gaan daar in hierdie studie, wat onder soortgelyke halfdroë toestande uitgevoer is, slegs op die beraming van die dalende tempo verdamping gekonsentreer word. Tydens die dalende tempo stadium word verdamping hoofsaaklik beheer deur die faktore wat die watervoorsieningstempo na die verdampingsfront beïnvloed (Gardner & Mayhugh, 1958; Hanks, 1980; Jalota & Prihar, 1990). Verskeie modelle is oor die jare ontwikkel om grondoppervlakverdamping tydens die dalende tempo stadium te voorspel.

Seker een van die bekendste parametriese modelle om grondoppervlakverdamping tydens die dalende tempo stadium mee te voorspel, is die van Ritchie (1972) naamlik:

$$\sum E = ct^{1/2} \quad 5.1$$

- waar: $\sum E$ = werklike kumulatiewe verdamping (mm)
 c = die helling van die verwantskap tussen die kumulatiewe verdamping en die vierkantswortel van tyd ($\text{mm.dag}^{-1/2}$)
 t = tyd na begin van verdampingsperiode (dae)

Die verwantskap van die model in Vergelyking 5.1 het ontstaan uit die oplossing van die vergelyking vir horisontale isotermiese vloed wat op 'n aanname van 'n konstante aanvangswaterinhoud en 'n oombliklike verlaging van die waterinhoud by die verdampingsfront van die grond gebaseer is (Gardner, 1959). Ritchie (1972) het egter die model effens gewysig om die eerste en tweede fases van verdamping as volg in te sluit naamlik:

$$\sum E_1 = \sum E_p \quad \text{vir } t \leq t_1 \quad 5.2$$

$$\sum E = \sum E_1 + \alpha_2(t - t_1)^{1/2} \quad \text{vir } t > t_1 \quad 5.3$$

- waar: $\sum E_p$ = kumulatiewe potensiele verdamping (mm)
 $\sum E_1$ = kumulatiewe verdamping van Fase I (mm)
 α_2 = die helling van die verwantskap tussen kumulatiewe verdamping
en die vierkantswortel van tyd (mm.dag^{-1/2})
 t_1 = tydsduur van Fase I (dae)

Die data van Afdeling 3.3.2 het egter aangetoon dat t_1 slegs 'n paar uur of 'n gedeelte van 'n dag duur en dus word die aanname gemaak dat $t_1 = 0$

In kleierige gronde het Gardner & Gardner (1969) gevind dat die kumulatiewe verdamping egter van die verwantskap in Vergelyking 5.1 afwyk. Volgens werk gedoen deur Kijne (1973) word die kumulatiewe verdamping die beste deur die volgende magsfunksie vir die onderskeie tydperke van die verskillende verdampingstadiums beskryf naamlik:

$$\sum E = at^b \quad 5.4$$

- waar: a = helling van die verwantskap tussen die kumulatiewe verdamping
en tyd tot die mag b (mm.dag^{-b})
 b = empiriese konstante

Die b -konstante het volgens Kijne (1973) as volg vir die verskillende tye gedurende die verdampingsproses gevarieer, naamlik: $b = 0.67$ vir die eerste vier dae, $b = 0.40$ vir vier tot twintig dae en as 'n gemiddeld vir die hele verdampingsperiode word $b = 0.60$ geneem. Volgens Kijne (1973) neem a toe met 'n toename in die slik- plus kleipersentasie (fyner tekstuur) van 'n grond. Om hiervoor voorsiening te maak het Jalota *et. al.* (1988) die vierkantswortel van tyd verwantskap vir beide die konstante tempo van verdamping en die dalende tempo as volg verander:

$$\text{konstante tempo: } \sum E = E_o t \quad 0 < t < t_f \quad 5.5$$

$$\text{dalende tempo: } \sum E = ct^{1/2} - \frac{c^2}{4E_o} \quad t > t_f \quad 5.6$$

waar: E_o = potensiele verdampingstempo (mm.dag⁻¹)
 t_f = tydsduur van die konstante verdampingstempo fase (dae)

Die parameter t_f kan as volg bereken word (Jalota *et. al.*, 1988):

$$t_f = \frac{c^2}{4E_o^2} \quad 5.7$$

Onder die droë toestande met hoë atmosferiese verdampingsaanvraag waaronder die studie uitgevoer is, duur t_f slegs 'n paar uur. Die aanname word gemaak dat die bydrae van die faktor tot die totale kumulatiewe verdamping weglaatbaar klein is, en daarom word t_f aan nul gelyk gestel.

Rose (1968) maak egter van 'n ander benadering gebruik om grondoppervlakverdamping mee te voorspel. Hy het die infiltrasievergelyking van Philip (1957b) as volg verander:

$$\sum E = st^{1/2} + kt \quad 5.8$$

waar: s = desorpsiwiteitskoeffisiënt
 k = empiriese konstante wat van die sorpsiwiteit afhanklik is.

Die desorpsiwiteitskoeffisiënt is 'n funksie van die verdampbare waterinhoud van die grond ($\Delta\theta$) en word as volg bereken:

$$\Delta\theta = \theta_i - \theta_o \quad 5.9$$

waar: θ_i = aanvangswaterinhoud (mm³.mm⁻³)
 θ_o = volumetriese waterinhoud waar grond droog is (mm³.mm⁻³)

Navorsing van Al-Khafaf, Sharnan, Wierenga en Iyada (1989) het egter die model van Ritchie (1972) en Kijne (1973) gewysig om die grondoppervlakverdamping na besproeiing as volg te bereken:

$$\sum E = at^b + a(t-1)^b \quad 5.10$$

Yunusa *et. al.* (1993b) het in 'n mikrolisimeterstudie, waarin vier vergelykings getoets is, gevind dat die vergelyking wat deur Ritchie (1972) voorgestel is, die beste voorspelling gegee het.

5.2 Ontwikkeling van voorspellingsmodelle vir grondoppervlakverdamping

Die modelle van Ritchie (1972), Kijne (1973), Rose (1968) en Al-Khafaf *et. al.* (1989) is deur die datastelle van kumulatiewe grondoppervlakverdamping gedurende die verdampingsperiode van die laagverdampingseksperiment (Bylaes 3.1 tot 3.4), die grondoppervlaktoestandeksperiment (Bylaes 4.3 & 4.4), die tekstuureksperiment (Bylae 4.9) en die skadu-eksperiment (Bylae 4.12) gepas. Goeie passings tussen die verwantskap tussen kumulatiewe verdamping en tyd (dae) is met Vergelykings 5.1, 5.4, 5.8 en 5.10 verkry en die regressiekoëffisiënte, beraamde empiriese konstantes en mate van passing van die modelle aan die datastelle word in Tabela 5.1 tot 5.3 aangetoon.

Die verwantskappe van kumulatiewe verdamping en tyd (dae) het oor die algemeen die datastelle van die laagverdampingseksperiment baie goed gepas. Swak passings het egter by die vlaklos, dieplos en versteurde behandelings van die Huttongrond met die Ritchie- en Al-Khafafmodelle voorgekom (Tabel 5.1). Vergelykings 5.4 en 5.8 het die kumulatiewe verdamping-tyd verwantskappe perfek gepas (kyk R^2 waardes in Tabel 5.1). Inspeksie van die data in Tabel 5.1 het afwykings in vergelyking met die ander data vir die regressiekoëffisiënte van die Bainsvleigrond se versteurde behandeling en vir die vlaklos- en dieplosbehandelings van die Huttongrond getoon. Dié data is vir die verdere bepaling van reglynige verwantskappe tussen die verskillende regressiekoëffisiënte en die ander meetbare parameters van die laagverdampingseksperiment uitgelaat.

Vanuit die data van Tabel 5.1 is die volgende reglynige verwantskappe tussen die c -regressiekoëffisiënte van die Ritchiemodel en desorpsiwiteit $(\theta_i - \theta_0)$ en $(\theta_i - \theta_0)z_i$ verkry, naamlik:

$$c = 43.146(\theta_i - \theta_0) + 0.401 \quad R^2 = 0.77 \quad 5.11$$

$$c = 0.144(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.401 \quad R^2 = 0.77 \quad 5.12$$

waar: θ_i = volumetriese aanvangswaterinhoud van laag i ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)

θ_0 = lugdroë volumetriese waterinhoud van laag i ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)

Tabel 5.1 Regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die verskillende regressievergelykings wat van die onderskeie modelle by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Grond	Behandeling	Ritchie (1972)		Kijne (1973)			Rose (1968)			Al-Khafaf <i>et al.</i> (1989)		
		c	R^2	a	b	R^2	s	k	R^2	a	b	R^2
Bainsvlei	Kontrole	3.332	0.98	2.812	0.554	0.99	2.837	8.720	0.99	4.185	0.460	0.94
	Vlaklos	4.076	0.96	5.370	0.411	0.99	5.000	-0.175	0.98	7.396	0.338	0.91
	Dieplos	3.831	0.98	4.145	0.475	0.98	4.208	-7.165	0.98	5.993	0.387	0.96
	Versteur	3.760	0.94	2.003	0.696	1.00	2.088	0.318	0.99	3.139	0.589	0.99
Gemiddelde		3.750	0.99	3.462	0.525	0.99	3.542	3.945	0.99	5.059	0.435	0.96
Hutton	Kontrole	4.383	0.94	6.201	0.388	0.99	5.832	-0.275	1.00	8.309	0.319	0.90
	Vlaklos	5.607	0.48	12.830	0.226	0.97	10.283	-0.888	0.97	15.663	0.179	0.52
	Dieplos	5.505	0.32	13.296	0.201	0.96	10.429	-0.954	0.96	16.487	0.148	0.49
	Versteur	4.094	0.57	8.955	0.242	0.98	7.301	-0.609	0.98	11.334	0.188	0.61
Gemiddelde		4.872	0.67	10.242	0.255	0.98	8.461	-0.682	0.99	12.882	0.201	0.68
Clovelly	Kontrole	3.872	0.96	5.034	0.416	0.98	4.922	-0.199	0.99	6.959	0.340	0.93
	Vlaklos	4.932	0.92	7.456	0.366	0.99	6.890	-0.372	1.00	9.722	0.303	0.88
	Dieplos	3.961	1.00	4.261	0.477	1.00	4.261	-0.057	1.00	5.995	0.396	0.95
	Versteur	4.619	0.96	6.062	0.412	0.99	5.740	-0.213	0.99	8.146	0.342	0.92
Gemiddelde		4.346	0.97	5.684	0.414	0.99	5.453	-0.210	1.00	7.639	0.342	0.93
Westleigh	Kontrole	4.397	0.85	7.117	0.348	0.96	6.653	-0.407	0.97	10.024	0.264	0.97
	Vlaklos	6.424	0.94	7.996	0.432	0.95	8.084	-0.299	0.96	11.102	0.351	0.97
	Dieplos	5.901	0.88	9.234	0.359	0.97	8.691	-0.503	0.98	12.536	0.283	0.97
	Versteur	7.524	0.91	10.215	0.404	0.95	10.067	-0.458	0.96	14.034	0.325	0.97
Gemiddelde		6.012	0.91	8.609	0.390	0.96	8.374	-0.417	0.97	11.879	0.310	0.97

Die beraming van θ_i en θ_0 word later in die hierdie Afdeling behandel. Die faktor z_i in Vergelyking 5.12 is 'n beraming van die dikte van die grondlaag waaruit verdamping plaasvind (Bennie, Strydom & Vrey, 1997) en word met behulp van Vergelyking 5.13 bereken:

$$z_i = \text{EXP}[3.4244(S+K)^{-2} + 5.7193] \quad R^2 = 0.95 \quad 5.13$$

Die verwantskap vir die desorpsiwiteitskoëffisiënt (s) van die Rosemodel kan wel vanaf die verdampbare waterinhoud ($\theta_i - \theta_0$) beraam word, naamlik:

$$s = 59.487(\theta_i - \theta_0) + 0.119 \quad R^2 = 0.58 \quad 5.14$$

Die k -koëffisiënt het geen verwantskap met enige maklik meetbare veranderlike van die datastel in die eksperiment getoon nie. Indien die kt gedeelte van die Vergelyking 5.8 weggelaat word, is dit dieselfde as die Ritchiemodel Vergelyking (5.1).

Aangesien die verskil tussen behandelings van die grondoppervlaktoestandeksperiment die gevolg van 'n verskil in die aanvangswaterinhoud was en nie as gevolg van die bewerkingsbehandelings nie, is daar besluit om slegs die gemiddelde data van al die behandelings van elke grond vir die passing van die vergelykings te gebruik. Die gemiddelde waardes van die twee datastelle van die grondoppervlaktoestandeksperiment wat volledig oor al die verdampingstadia en -fases gestrek het, naamlik die versadigingeksperiment (56 dae) en die laaste periode van die veldwaterkapasiteiteksperiment (59 dae), is gebruik om regressiekoëffisiënte vir Vergelykings 5.1, 5.4, 5.8 en 5.10 te bereken. Die gemiddelde empiriese konstantes is met iterasie en die regressiekoëffisiënte met regressie, bereken. Die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes word in Tabel 5.2 verstrekk.

Tabel 5.2 Regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die verskillende regressievergelykings van die onderskeie modelle wat by die grondoppervlaktoestandeksperiment bepaal is.

Grond	Behan=deling	Ritchie (1972)		Kijne (1973)			Rose (1968)			Al-Khafaf <i>et. al.</i> (1989)		
		c	R^2	a	b	R^2	s	k	R^2	a	b	R^2
Bainsvlei	Versadig	5.037	0.95	7.177	0.389	1.00	6.280	-0.237	0.99	8.892	0.340	0.92
Hutton		5.650	0.96	7.760	0.400	1.00	6.872	-0.232	0.99	9.601	0.351	0.93
Clovelly		7.043	0.93	10.502	0.374	1.00	9.262	-0.423	1.00	12.702	0.330	0.94
Westleigh		7.123	0.83	12.676	0.318	0.99	10.498	-0.644	1.00	15.256	0.274	0.93
Bainsvlei	VWK*	3.214	0.98	2.216	0.609	0.99	2.371	0.147	1.00	3.259	0.52	0.98
Hutton		3.230	0.98	2.296	0.600	1.00	2.455	0.135	1.00	3.361	0.512	0.99
Clovelly		3.335	0.97	2.152	0.628	1.00	2.330	0.176	1.00	3.157	0.54	0.98
Westleigh		3.070	0.98	2.362	0.577	0.99	2.472	0.104	0.99	3.459	0.49	0.98

* = Veldwaterkapasiteit

Daar is met reglynige regressie vasgestel dat die regressiekoëffisiënte van die Ritchie-, Kijne-, Rose- en Al-Khafafvergelykings direk van die aanvangswaterinhoud (θ_i), verdampbare waterinhoud ($\theta_i - \theta_0$) $_z$ en desorpsiwiteit ($\theta_i - \theta_0$) van die bogrond (0-300 mm) afhanklik is (Bylaes 4.3 en 4.4). Die verwantskappe word in Tabel 5.3 aangetoon.

Tabel 5.3 Reglynige verwantskappe en mate van passing (R^2) vir die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die grondoppervlakteoestand= eksperiment vir die verskillende grondoppervlakverdampingvoorspellingsmodelle.

Modelle	Reglynige regressievergelykings	R^2
Ritchie (1972)	$c = 56.018(\theta_i - \theta_0) - 1.449$	0.96
	$c = 0.187(\theta_i - \theta_0)z_i - 1.449$	0.96
	$c = 27.88(\theta_i) - 1.638$	0.88
Kijne (1973)	$a = 133.857(\theta_i - \theta_0) - 8.832$	0.93
	$a = 0.446(\theta_i - \theta_0)z_i - 8.832$	0.93
	$a = 68.233(\theta_i) - 9.647$	0.89
	$b = -3.96(\theta_i - \theta_0) + 0.923$	0.89
	$b = -0.00132(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.923$	0.89
	$b = -2.127(\theta_i) + 0.971$	0.94
	$b_{\text{versadig}}^* = -6.05(S+K) + 0.429$	0.60
$b_{\text{laaste}}^{**} = -4.239(S+K) + 0.645$	0.87	
Rose (1968)	$s = 107.594(\theta_i - \theta_0) - 6.518$	0.95
	$s = 0.359(\theta_i - \theta_0)z_i - 6.518$	0.95
	$s = 54.483(\theta_i) - 7.09$	0.89
	$k = -9.618(\theta_i - \theta_0) + 0.936$	0.90
	$k = -0.0321(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.936$	0.90
	$k = -4.952(\theta_i) - 1.006$	0.88
Al-Khafaf <i>et. al.</i> (1989)	$a = 153.030(\theta_i - \theta_0) - 9.372$	0.93
	$a = 0.051(\theta_i - \theta_0)z_i - 9.372$	0.93
	$a = 78.029(\theta_i) - 10.310$	0.89
	$b = -3.271(\theta_i - \theta_0) + 0.779$	0.89
	$b = -0.00109(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.779$	0.89
	$b = -1.76(\theta_i) + 0.820$	0.95
	$b_{\text{versadig}} = 0.382(S+K) - 5.934$	0.65
$b_{\text{laaste}} = 0.556(S+K) - 4.147$	0.87	

* = Datastel van die versadigingseksperiment is gebruik.

** = Datastel van die laaste periode van die veldwaterkapasiteitseksperiment is gebruik

Die data in Tabel 5.3 toon dat die regressiekoëffisiënte van al vier die verskillende regressievergelykings baie maklik en met redelike akkuraatheid vanaf die aanvangswaterinhoud (θ_i), desorpsiwiteit ($\theta_i - \theta_0$) en verdampbare waterinhoud ($(\theta_i - \theta_0)z_i$) van die grond beraam kan word. Die b -koëffisiënt van die Kijne-model het ook 'n baie goeie reglynige korrelasie met die slik- plus kleipersentasie (S+K) van die grond by onderskeidelik die versadigingseksperiment (b_{versadig}) en die laaste periode van die veldwaterkapasiteitseksperiment (b_{laaste}) getoon. Die empiriese konstante (k) van die Rosevergelyking kan ook met behulp van die aanvangswaterinhoud (θ_i), desorpsiwiteit ($\theta_i - \theta_0$) of verdampbare waterinhoud ($(\theta_i - \theta_0)z_i$) beraam word. Die empiriese konstante (b) van die Al-Khafaf *et. al.* model kan net soos by die Kijne-model vanaf die slik- plus kleipersentasie van die grond beraam word.

Die verwantskappe tussen kumulatiewe verdamping en tyd (dae) is vir die onderskeie eksperimente van die tekstuureksperiment, naamlik (PBW_{bo} en PBW_{half}), vir al vier die verdampingsmodelle bepaal en word in Tabel 5.4 aangetoon. Die c -regressiekoëffisiënte van die Ritchievergelyking vir die verwantskap tussen kumulatiewe verdamping oor tyd het swakker passings vir die datastelle van die gronde met 'n (S+K) van kleiner as sestig persent gehad (Tabel 5.4). Baie goeie passings (R^2) is by (S+K) van hoër as 25 % verkry. Die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die Kijne-, Rose- en Al-Khafaf *et. al.* modelle het die datastelle uitstekend gepas. Inspeksie van die data het egter getoon dat die data van die twee groepe (PBW_{onder} en PBW_{half}) van mekaar verskil en as twee aparte groepe beskou moet word.

Die modelle wat vir die laagverdampingseksperiment en die gekose verdampingsperiodes van die grondoppervlaktoestandeksperiment ontwikkel is, is slegs vir gronde in die betrokke tekstuurreeks van toepassing. 'n Model moet verkieslik oor al die tekstuurklasse van toepassing wees. Verder is daar ook goeie verwantskappe (Tabel 5.3) tussen tekstuur en van die empiriese konstantes verkry. Daar is gepoog om die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die modelle in Tabel 5.4 met behulp van maklik meetbare parameters te beraam. Die reglynige verwantskappe tussen die datapare van (θ_i), ($\theta_i - \theta_0$), ($(\theta_i - \theta_0)z_i$), slik- plus kleipersentasie (S + K) en die onderskeie regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes word in Tabel 5.5 aangetoon.

Tabel 5.4 Regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die verskillende regressievergelykings van die onderskeie modelle wat by die tekstuureksperiment bepaal is.

Behan= delings	(S+K) (%)	KLEI (%)	Ritchie (1972)		Kijne (1973)			Rose (1968)			Al-Khafaf <i>et. al.</i> (1989)		
			<i>c</i>	R ²	<i>a</i>	<i>b</i>	R ²	<i>s</i>	<i>k</i>	R ²	<i>a</i>	<i>b</i>	R ²
PBW _{bo}	4	2	4.094	0.79	7.525	0.319	0.93	6.429	-0.400	0.96	9.839	0.258	0.94
	5	5	5.361	0.89	8.137	0.377	0.95	7.561	-0.377	0.97	10.540	0.316	0.96
	8	6	5.215	0.85	8.386	0.359	0.93	7.714	-0.428	0.96	10.829	0.300	0.94
	10	8	5.260	0.91	7.468	0.396	0.94	7.150	-0.324	0.96	9.709	0.336	0.96
	16	12	5.711	0.94	7.413	0.423	0.96	7.284	-0.269	0.97	9.632	0.362	0.97
	18	15	7.722	0.93	8.172	0.483	0.93	8.829	-0.190	0.94	10.414	0.427	0.94
	25	23	6.672	0.97	6.562	0.505	0.97	7.000	-0.056	0.97	8.505	0.445	0.97
	49	44	4.655	0.99	5.132	0.471	0.99	5.122	-0.080	0.99	6.813	0.407	0.99
	66	55	5.493	0.98	6.911	0.432	0.99	6.546	-0.180	0.99	8.960	0.372	0.99
PBW _{half}	4	2	2.699	0.75	5.482	0.289	0.98	4.295	-0.273	0.97	7.346	0.225	0.93
	5	5	2.741	0.69	5.688	0.282	0.93	4.536	-0.307	0.95	7.675	0.217	0.93
	8	6	3.045	0.62	6.646	0.267	0.92	5.278	-0.383	0.95	8.800	0.205	0.92
	10	8	2.831	0.70	5.833	0.285	0.94	4.695	-0.319	0.96	7.807	0.221	0.94
	16	12	3.080	0.83	5.521	0.327	0.97	4.687	-0.275	0.98	7.407	0.262	0.96
	18	15	3.040	0.84	5.398	0.329	0.96	4.561	-0.261	0.97	7.290	0.263	0.96
	25	23	2.989	0.90	4.747	0.363	0.97	4.217	-0.210	0.99	6.467	0.295	0.97
	49	44	4.430	0.98	5.335	0.445	0.99	5.226	-0.137	0.99	7.062	0.382	0.99
	66	55	4.233	0.98	5.164	0.441	0.99	4.939	-0.121	1.00	6.849	0.377	0.98

Behalwe vir die α -Kijneregressiekoëffisiënte word die ander reglynige verwantskappe met 'n $R^2 < 0.60$ nie aangetoon nie. Die regressiekoëffisiënte van die Ritchie- en Rosemodelle kan vanaf die totale of gemiddelde verdampbare waterinhoud of die aanvangswaterinhoud beraam word. Die beraming van die regressiekoëffisiënte (a) van Kijne- en Al-Khafaf *et. al.* modelle vanaf die totale $(\theta_i - \theta_0)z_i$ en gemiddelde $(\theta_i - \theta_0)$ verdampbare waterinhoud en aanvangswaterinhoud (θ_i) was swakker. 'n Beter verwantskap is verkry deur slegs die datastel met (S+K) van kleiner as twintig persent te gebruik. Die verwantskappe tussen die empiriese konstantes en die (S+K) van die Kijne- en Al-Khafaf *et. al.* modelle was egter nie te sleg nie. Die empiriese konstante (k) van die Rosemodel kon vir die hele datastel asook vir die twee groepe (PBW_{bo} en PBW_{half}) afsonderlik vanaf die vierkantswortel van slik- plus kleipersentasie beraam word. 'n Reguitlyn is deur die datastel van die tekstuureksperiment (PBW_{half}) se lugdroë waterinhoud aan die einde van die eksperiment en die verskillende slik- plus kleipersentasies gepas. Die volgende vergelyking is verkry waarmee die waterinhoud waarby grondoppervlakverdamping staak (θ_0) beraam kan word, naamlik:

$$\theta_0 = 0.001(S+K) + 0.00756$$

$$R^2 = 0.93$$

$$5.15$$

Tabel 5.5 Reglynige verwantskappe en mate van passing (R^2) vir die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die tekstuureksperiment vir die verskillende grondoppervlakverdamping voorspellingsmodelle.

Modelle	Reglynige regressievergelykings	R^2
Ritchie (1972)	$c_{vol}^* = 39.747(\theta_i - \theta_0) + 0.387$	0.97
	$c_{half}^{**} = 35.538(\theta_i - \theta_0) + 0.594$	0.99
	$c = 40.449(\theta_i - \theta_0) + 0.262$	0.99
	$c = 0.135(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.262$	0.99
	$c = 19.88(\theta_i) + 1.361$	0.80
Kijne (1973)	$a = 19.598(\theta_i - \theta_0) + 4.411$	0.35
	$a_k^{***} = 25.568(\theta_i - \theta_0) + 4.349$	0.70
	$a_k = 0.0852(\theta_i - \theta_0)z_i + 4.349$	0.70
	$a_k = 17.752(\theta_i) + 4.497$	0.71
	$b = 1.797(\theta_i - \theta_0) + 0.193$	0.75
	$b = 0.00599(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.193$	0.75
	$b = 1.0189(\theta_i) + 0.221$	0.80
	$b_{vol} = 1.859(S+K) + 0.176$	0.64
$b_{half} = 3.570(S+K) + 0.0715$	0.90	
Rose (1968)	$s = 33.486(\theta_i - \theta_0) + 2.464$	0.73
	$s = 0.112(\theta_i - \theta_0)z_i + 2.464$	0.73
	$k_{vol} = 0.051\sqrt{(S+K)} - 0.475$	0.61
	$k_{half} = 0.036\sqrt{(S+K)} - 0.408$	0.80
	$k = 0.0436\sqrt{(S+K)} - 0.442$	0.65
Al-Khafaf <i>et. al.</i> (1989)	$b_{half} = 0.00301(S+K) + 0.205$	0.92

- * = Datastel met aanvangswaterinhoud by PBW_{bo} gebruik
 ** = Datastel met aanvangswaterinhoud by PBW_{half} gebruik
 *** = Datastel met aanvangswaterinhoud by PBW_{bo} en PBW_{half} maar sonder $(S+K) > 20\%$ is gebruik

Grondbewerkingpraktike wat 'n oesrestedeklaag op die grond laat soos byvoorbeeld 'n deklaagbewerkingpraktik, kan tot 'n verlaging in die grondoppervlak=verdamping aanleiding gee. 'n Aansienlike verlaging in die grondoppervlakverdamping is deur middel van kunsmatige beskaduwing in Afdeling 4.2.3 verkry. Grondoppervlakverdamping vind ook by kontant- en boomgewasse in die tussenry gedeeltes van die totale grondoppervlakte plaas en kan 'n aansienlike persentasie van die totale evapotranspirasie komponent van die waterbalans uitmaak. Weens die rede is dit dus noodsaaklik om modelle te ontwikkel wat die grondoppervlakverdamping by gedeeltelike beskaduwing kan voorspel. Dieselfde vier modelle is ook deur datapare van die kumulatiewe verdamping en tyd (dae) van die skadu-eksperiment gepas en word in Tabel 5.6 aangetoon.

Tabel 5.6 Regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die verskillende regressievergelykings van die onderskeie modelle wat by die skadu-eksperiment bepaal is.

Tekstuur	Skadu (%)	Ritchie (1972)		Kijne (1973)			Rose (1968)			Al-Khafaf <i>et. al.</i> (1989)		
		<i>c</i>	R ²	<i>a</i>	<i>b</i>	R ²	<i>s</i>	<i>k</i>	R ²	<i>a</i>	<i>b</i>	R ²
Sand	0	5.199	0.92	7.394	0.397	0.95	7.114	-0.324	0.97	9.670	0.335	0.96
	20	4.683	0.97	4.721	0.498	0.97	5.004	-0.054	0.97	6.373	0.429	0.98
	40	4.296	0.96	2.967	0.607	0.98	3.357	-0.159	0.97	4.127	0.532	0.98
	80	3.733	0.88	1.156	0.834	0.98	0.981	0.466	0.98	1.751	0.739	0.99
Sandklei=leemgrond	0	6.611	0.97	6.641	0.499	0.97	7.090	-0.081	0.97	8.649	0.432	0.98
	20	4.902	0.96	5.416	0.471	0.96	5.647	-0.126	0.97	7.222	0.405	0.98
	40	4.131	0.97	2.921	0.600	0.99	3.246	0.150	0.99	4.105	0.523	0.99
	80	3.568	0.90	1.247	0.800	0.99	1.192	0.402	0.98	1.895	0.705	0.99

Al die modelle het goeie passings met die datastelle getoon. Die regressiekoëffisiënte van die Ritchie-, Kijne-, Rose en Al-Khafaf *et. al.* modelle het kleiner geword met toenemende beskaduwing. Die empiriese konstantes van die laaste drie modelle toon 'n toename met toenemende persentasie beskaduwing. Die reglynige verwantskap tussen die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van Tabel 5.6 en die verdampbare waterinhoud $(\theta_i - \theta_0)z_i$ en desorpsiwiteit $(\theta_i - \theta_0)$ en persentasie beskaduwing is vir elk van die datastelle bepaal. Die verwantskappe word in Tabel 5.7 aangetoon.

Die *c*-regressiekoëffisiënt van die Ritchiemodel kan vanaf die totale en gemiddelde verdampbare waterinhoud van die onderskeie gronde (sand- en sandkleileemgrond) asook van die hele datastel bereken word (Tabel 5.7). 'n Meervoudige regressievergelyking is

met behulp van die c -Ritchieregressiekoëffisiënt, die verdampbare waterinhoud ($\theta_i - \theta_0$) en die persentasie beskaduwing (% skadu) bepaal en word deur Vergelyking 5.16 voorgestel:

$$c = 36.6(\theta_i - \theta_0) - 0.0144(\% \text{ skadu}) + 0.73 \quad R^2 = 0.75 \quad 5.16$$

Die regressiekoëffisiënt (a) van die Kijnemodel kan minder akkuraat vir die sandkleileemgrond ($R^2 = 0.68$) as vir die sandgrond ($R^2 = 0.94$) vanaf die totale en gemiddelde verdampbare waterinhoud voorspel word. 'n Baie swak verwantskap ($R^2 = 0.40$) is vir die a -Kijneregressiekoëffisiënt van die hele datastel verkry (Tabel 5.7). Na inspeksie van die datastel is daar besluit om die kontrole behandeling (0 % beskaduwing) van die 25 % (S+K) behandeling uit die berekening van die a -Kijneregressiekoëffisiënt verwantskappe weg te laat. 'n Baie goeie verwantskap ($R^2 = 0.88$) is sonder hierdie datapaar vir die beraming van die regressiekoëffisiënte verkry (Tabel 5.7). Die beraming van die Kijnemodel se b -empiriese konstante, het goeie korrelasies vir albei die gronde en die hele datastel gehad. Weglating van die kontrole behandeling van die sandkleileemgrond het ook goeie verwantskappe tussen die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes met die totale en gemiddelde verdampbare waterinhoud en persentasie beskaduwing van die hele datastel by die Rose- en Al-Khafaf *et. al.* modelle opgelewer. Net soos met die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes vir die Kijnemodel, was die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die sandgrond beter as dié vir die sandkleileemgrond by die Al-Khafaf *et. al.* model gewees.

'n Model waarmee die effek van beskaduwing beraam kan word, moet voorsiening vir die verdampbare waterinhoud asook die persentasie beskaduwing maak. Vanuit 'n ondersoek van die verwantskappe, regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die skadu-eksperiment, is daar besluit om van 'n kombinasie van die Ritchie- en Kijnemodel vir die voorspelling van grondoppervlakverdamping gebruik te maak. Die regressiekoëffisiënt (c) (Tabel 5.6) van die Ritchiemodel by die kontrole behandeling van beide gronde is as die a -regressiekoëffisiënt vir die Kijnemodel gebruik. Die b -empiriese konstante vir die onderskeie kontrole behandelings is gelyk aan 0.5 gestel. Die a -regressiekoëffisiënt van die Kijnemodel is vir die onderskeie berekenings van die empiriese konstantes vir die

Tabel 5.7 Reglynige verwantskappe en mate van passing (R^2) vir die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die skadu-eksperiment vir die verskillende grondoppervlakverdamping voorspellingsmodelle.

Modelle	Reglynige regressievergelykings	R^2
Ritchie (1972)	$c_s^* = 157.356(\theta_i - \theta_0) - 13.769$	0.92
	$c_s = 0.525(\theta_i - \theta_0)z_i - 13.769$	0.92
	$c_{skl}^{**} = 52.866(\theta_i - \theta_0) - 1.814$	0.94
	$c_{skl} = 0.176(\theta_i - \theta_0)z_i - 1.814$	0.94
	$c = 53.616(\theta_i - \theta_0) - 1.824$	0.86
	$c = 0.179(\theta_i - \theta_0)z_i - 1.824$	0.86
	$c = 0.0266(\% \text{ skadu}) + 5.573$	0.75
Kijne (1973)	$a_s = 684.551(\theta_i - \theta_0) - 75.320$	0.94
	$a_s = 2.282(\theta_i - \theta_0)z_i - 75.320$	0.94
	$a_{skl} = 82.431(\theta_i - \theta_0) - 6.262$	0.68
	$a_{skl} = 0.275(\theta_i - \theta_0)z_i - 6.262$	0.68
	$a = 88.318(\theta_i - \theta_0) - 6.590$	0.40
	$a_k^{***} = 494.329(\theta_i - \theta_0) - 53.053$	0.88
	$a_k = 1.648(\theta_i - \theta_0)z_i - 53.053$	0.88
	$a = -0.0722(\% \text{ skadu}) + 6.586$	0.94
	$b = 4.81(\% \text{ skadu}) + 0.420$	0.94
	$b_s = 0.00549(\% \text{ skadu}) + 0.392$	1.00
$b_{skl} = 0.00413(\% \text{ skadu}) + 0.448$	0.90	
Rose (1968)	$s_k = 493.0954(\theta_i - \theta_0) - 52.809$	0.88
	$s_k = 1.644(\theta_i - \theta_0)z_i - 52.809$	0.88
	$s_k = -0.00733(\% \text{ skadu}) + 6.725$	0.97
	$k_k = -56.529(\theta_i - \theta_0) + 6.539$	0.68
	$k_k = -0.188(\theta_i - \theta_0)z_i + 6.539$	0.68
	$k = 0.00798(\% \text{ skadu}) - 0.245$	0.82
Al-Khafaf <i>et. al.</i> (1989)	$a_s = 868.518(\theta_i - \theta_0) - 95.232$	0.94
	$a_s = 2.894(\theta_i - \theta_0)z_i - 95.232$	0.94
	$a_{skl} = 102.038(\theta_i - \theta_0) - 7.304$	0.60
	$a_{skl} = 0.340(\theta_i - \theta_0)z_i - 7.304$	0.66
	$a_k = 627.812(\theta_i - \theta_0) - 67.043$	0.88
	$a_k = 2.093(\theta_i - \theta_0)z_i - 67.043$	0.88
	$b_s = 0.00507(\% \text{ skadu}) + 0.331$	1.00
	$b_{skl} = 0.00376(\% \text{ skadu}) + 0.385$	0.90
$b_k = 0.00441(\% \text{ skadu}) + 0.358$	0.94	

* = Datastel van sandgrond (10 % sliik- plus kleipersentasie) gebruik

** = Datastel van sandkleileemgrond (25 % sliik- plus kleipersentasie) gebruik

*** = Datastel van albei gronde maar sonder die data van die kontrole behandeling van die sandkleileemgrond is vir die verwantskap gebruik

ander skadubehandelings by beide gronde konstant gehou. Die regressievergelykings van die kombinasiemodel word in Tabel 5.8 aangetoon.

Tabel 5.8 Regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die verskillende regressievergelykings wat vir die model van Kijne (1973) by die skadu-eksperiment bepaal is.

Tekstuurklas	Skadu (%)	Kijnemodel		R ²
		regressiekoëffisiënte	empiriese konstantes	
Sand	0	5.199	0.500	0.92
	20	5.199	0.471	0.97
	40	5.199	0.451	0.93
	80	5.199	0.418	0.80
Sandkleileemgrond	0	6.611	0.500	0.97
	20	6.611	0.415	0.96
	40	6.611	0.370	0.88
	80	6.611	0.331	0.71

Die gemiddelde beraming (hele datastel) vir die b -empiriese konstante van die kombinasie-Ritchie-Kijnemodel word deur die volgende vergelyking voorgestel, naamlik:

$$b_{krk} = -0.00150(\% \text{ Skadu}) + 0.484 \quad R^2 = 0.61 \quad 5.17$$

Die empiriese konstante (b) van die onderskeie gronde (sand- en sandkleileemgrond) kan egter beter beraam word deur die datastelle van die gronde apart deur reglynige funksies te pas. Die volgende reglynige verwantskappe tussen die persentasie beskaduwing en die empiriese konstantes van die kombinasiemodel is vir onderskeidelik die sand- (b_s) en sandkleileemgrond (b_{skl}) grond gevind, naamlik:

$$b_s = -0.001003(\% \text{ Skadu}) + 0.495 \quad R^2 = 0.98 \quad 5.18$$

$$b_{skl} = -0.00199(\% \text{ Skadu}) + 0.474 \quad R^2 = 0.88 \quad 5.19$$

Regressievergelykings 5.17, 5.18 en 5.19 kan vir die voorspelling van die effek van beskaduwing op grondoppervlakverdamping gebruik word. Indien daar aanvaar word dat die gedeeltelike beskaduwing van boom- of rygewasse vergelykbaar is met dié van 'n

skadunet, kan die vergelykings sinvol gebruik word om die grondoppervlakverdamping onder sulke toestande te bereken. Die volgende kombinasie modelle word vir die voorspelling van grondoppervlakverdamping onder beskaduwing van oesrestedeklae of gewasse op sand- (5.20) en sandkleileemgronde (5.21) voorgestel, naamlik:

$$\sum E_{sa} = 5.199t^{-0.001003(\%Skadu) + 0.495} \quad 5.20$$

$$\sum E_{skl} = 6.611t^{-0.00199(\%Skadu) + 0.474} \quad 5.21$$

5.3 Beraming van grondoppervlakverdamping.

'n Kombinasie van sommige van die vergelykings waarmee die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van Ritchie (1972), Kijne (1973), Rose (1968) en Al-Khafaf *et. al.* (1989) modelle in Afdeling 5.2 beraam is, is vir die voorspelling van grondoppervlakverdamping gebruik. Die onderskeie vergelykings wat by elke model gebruik is om die kumulatiewe grondoppervlakverdamping met behulp van 'n rekenaarprogram te beraam, word nou kortliks weergegee.

5.3.1 Ritchiemodel.

Die vergelykings vir die beraming van die regressiekoëffisiënte vir die Ritchiemodel wat vanaf die laagverdampingseksperiment, grondoppervlakeksperiment en tekstuureksperiment ontwikkel is (Afdeling 5.2), is vir die beraming van kumulatiewe grondoppervlakverdamping gebruik. Met behulp van die beramingsvergelykings van regressiekoëffisiënte van die laagverdampingseksperiment (Tabel 5.1), is twee Ritchievergelykings afgelei om die kumulatiewe verdamping mee te bereken naamlik:

$$\sum E = [43.146(\theta_i - \theta_0) + 0.401]\sqrt{t} \quad 5.22$$

$$\sum E = [0.144(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.401]\sqrt{t} \quad 5.23$$

Drie vergelykings waarmee die regressiekoëffisiënte vir die Ritchievergelyking in Afdeling 5.2 by die grondoppervlakeksperiment (Tabel 5.3) beraam is, is vervolgens:

$$\sum E = [56.018(\theta_i - \theta_0) + 1.449]\sqrt{t} \quad 5.24$$

$$\sum E = [0.187(\theta_i - \theta_0)z_i + 1.449]\sqrt{t} \quad 5.25$$

$$\sum E = [27.88(\theta_i) + 1.638]\sqrt{t} \quad 5.26$$

Die afgeleide vergelykings vir die regressiekoëffisiënte van die Ritchievergelyking vir die tekstuureksperiment in Tabel 5.5 is:

$$\sum E = [40.449(\theta_i - \theta_0) + 0.262]\sqrt{t} \quad 5.27$$

$$\sum E = [0.135(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.262]\sqrt{t} \quad 5.28$$

$$\sum E = [19.88(\theta_i) + 1.361]\sqrt{t} \quad 5.29$$

5.3.2 Kijnemodel.

Vergelykings vir die beraming van kumulatiewe grondoppervlakverdamping met die Kijnemodel is vanaf vergelykings, regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die grondoppervlakeksperiment en tekstuureksperiment ontwikkel (Afdeling 5.2). Twee Kijnevergelykings 5.30 en 5.31 is vanuit die grondoppervlakeksperimentdatstel (Tabel 5.3) ontwikkel en gebruik om die kumulatiewe verdamping mee te bereken, naamlik:

$$\sum E = 133.857(\theta_i - \theta_0) - 8.832t^{-4.239(S+K)+0.645} \quad 5.30$$

$$\sum E = 0.446(\theta_i - \theta_0)z_i - 8.832t^{-4.239(S+K)+0.645} \quad 5.31$$

5.3.3 Rosemodel.

Die vergelykings vir die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes vir die Rosemodel wat vanaf die data van die grondoppervlakeksperiment en tekstuureksperiment ontwikkel is (Afdeling 5.2), kan vir die beraming van kumulatiewe grondoppervlakverdamping gebruik word. Die vergelykings is die volgende:

Grondoppervlakeksperiment (Tabel 5.3):

$$\sum E = [107.594(\theta_i - \theta_0) - 6.518]\sqrt{t} + [-9.618(\theta_i - \theta_0) + 0.936]t \quad 5.32$$

$$\sum E = [0.359(\theta_i - \theta_0)z_i - 6.518]\sqrt{t} + [-0.0321(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.936]t \quad 5.33$$

Tekstuureksperiment (Tabel 5.5):

$$\sum E = [33.486(\theta_i - \theta_0) + 2.464]\sqrt{t} + [0.0436\sqrt{(S+K)} - 0.442]t \quad 5.34$$

$$\sum E = [0.112(\theta_i - \theta_0)z_i + 2.464]\sqrt{t} + [0.0436\sqrt{(S+K)} - 0.442]t \quad 5.35$$

5.3.4 Al-Khafafmodel.

Die vergelykings vir die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die Al-Khafafmodel wat in die grondoppervlakeksperiment ontwikkel is (Tabel 5.3), is vir die beraming van kumulatiewe grondoppervlakverdamping gebruik. Die a -Al-Khafafregressiekoëffisiënt en die b empiriese konstante is vanaf vergelykings wat die $(\theta_i - \theta_0)$ parameter as inset gebruik, beraam. Die vergelyking is naamlik:

$$\sum E = [153.03(\theta_i - \theta_0) - 9.372]t^{-3.271(\theta_i - \theta_0) + 0.779} + [153.03(\theta_i - \theta_0) - 9.372](t-1)^{-3.271(\theta_i - \theta_0) + 0.779} \quad 5.36$$

5.3.5 Beramingsprosedure van grondoppervlakverdamping.

Die prosedure wat met behulp van die rekenaarprogram gevolg is, was dieselfde by al die verskillende modelle gewees. Die simulatie rekenaarprogram het al die modelle se grondoppervlakverdamping gelyktydig vanaf dieselfde datastel uitgewerk en die resultate is dan ook gesamentlik uitgedruk. Die insette wat vir die onderskeie modelle gebruik is (Afdelings 5.3.1 to 5.3.4) was almal meetbare insette, naamlik:

- a) Die slik- plus kleipersentasie (<0.05 mm) van die boonste 300 mm van die grond.
- b) Die aanvangsvolumetriese waterinhoud van dieselfde laag.
- c) Tydsverloop in dae sedert die vorige benatting.
- d) Reënval op die onderskeie dae gedurende die wateropgaringsperiode.
- e) Afloop wat tydens die betrokke reënbuie voorgekom het.

Die prosedure vir die berekening van die kumulatiewe grondoppervlakverdamping met behulp van die onderskeie modelle was as volg:

1. Verkry die slik- plus kleipersentasie van die 0 – 300 mm laag.
2. Bereken die θ_0 -waarde met behulp van Vergelyking 5.15.
3. Bereken die dikte van die verdampingslaag (z_i) met behulp van Vergelyking 5.13.
4. Bereken die PBW_{bo} met behulp van Vergelyking 2.1.
5. Bereken die effektiewe reënval (R_{ef}) vanaf: $R_{ef} = \text{Reënval} - \text{Afloop (mm)}$.
6. Stel θ_i gelyk aan die gemete volumetriese waterinhoud van die laag of bereken met behulp van Vergelyking 2.1.
7. Bepaal die benatting van die verdampingslaag vanaf R_{ef} :

Indien $(PBW_{bo} - \theta_i) \leq \left(\frac{R_{ef}}{z_i}\right)$, dan word $\theta_i = PBW_{bo}$ gestel.

Indien $(PBW_{bo} - \theta_i) > \left(\frac{R_{ef}}{z_i}\right)$, dan word $\theta_i = \left[\theta_i + \left(\frac{R_{ef}}{z_i}\right)\right]$, gestel.

8. Bereken die grondoppervlakverdamping met behulp van een van die Vergelykings 5.22 tot 5.36 met die betrokke inset naamlik: θ_i of $(\theta_i - \theta_0)$ of $(\theta_i - \theta_0)z_i$.

9. Bepaal die volumetriese waterinhoud (θ) vir die einde van die dag deur die kumulatiewe verdamping, $\Delta\theta = \sum \frac{E}{z_i}$ van θ_i af te trek.
10. Sommeer die kumulatiewe grondoppervlakverdamping.
11. Stel $\theta_i = \theta$ en herhaal vanaf stap 5

Die afvoer van die simulatie rekenaarprogram is die eind-waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$) van die boonste 300 mm in die mikrolisimeters, of z_i in die veld, en die kumulatiewe grondoppervlakverdamping (mm) gedurende die totale reënopgaringsperiode.

5.4 Verifiëring van voorspellingsprosedures teen veldlesings.

Die grondoppervlakverdampingsprogram is met behulp van die datastel van gronde van die reënopgaringsprojek (Bennie, Hoffman, Coetzee & Vrey, 1994) wat te Bloemfontein (Bainsvlei), Petrusburg (Hutton), Hoopstad (Clovelly) en Tweespruit (Westleigh) uitgevoer is, getoets. Die reënopgaringsperiodes van die datastelle strek vanaf oes van die gewas tot en met aanplanting van die volgende gewas. Gedurende hierdie periode word die grondoppervlak vry van onkruid of opslagplante met behulp van meganiese en/of chemiese metodes gehou. Gemete kumulatiewe grondoppervlakverdamping wat gedurende vier jaar se reënopgaringsperiodes en vir vier verskillende grondtipes bepaal is, was in die datastelle ingesluit. Uit die datastel is daar 57 reënopgaringsperiodes gekies wat van hoë tot lae kumulatiewe grondoppervlakverdamping en al vier grondtipes verteenwoordig het. Die aanvangswaterinhoude het ook oor 'n reeks van hoog tot laag by die onderskeie gronde gewissel. Die prosedure wat in Afdeling 5.3.5 bespreek is, is vir die beraming van die kumulatiewe grondoppervlakverdamping met behulp van die Ritchie-, Kijne-, Rose- & Al-Khafafmodelle gebruik. Die resultate wat met die onderskeie modelle verkry is, word in Tabel 5.9 aangetoon. Die verwantskappe tussen die beraamde en gemete kumulatiewe verdamping en die mate van passing (R^2) van die regressielyn aan die data, word onderaan Tabel 5.9 vir elke beramingsvergelyking weergegee. Geen geskikte data was egter beskikbaar om die beramingsprosedure vir grondoppervlakverdamping onder beskaduwingstoestande as gevolg van 'n oesrestedeklaag te voorspel nie.

Tabel 5.9 Vergelyking van werklike en beraamde grondoppervlakverdamping (mm) van die vier verdampingsmodelle wat met behulp van Vergelykings 5.22 tot 5.36 bereken is.

Lokaliteit	Gemeet	Beraamde grondoppervlakverdamping met behulp van die verskillende vergelykings van die onderskeie modelle														
		Ritchie							Kijne		Rose				Al-Khafaf	
		5.22	5.23	5.24	5.25	5.26	5.27	5.28	5.29	5.30	5.31	5.32	5.33	5.34	5.35	5.36
Bainsvlei	258	329	341	335	354	357	327	334	347	257	264	271	277	378	378	267
	215	241	262	251	272	274	240	258	259	173	178	185	190	318	306	181
	109	135	139	139	142	141	134	138	139	112	114	115	117	154	151	116
	149	120	127	123	131	133	121	125	129	88	90	94	96	150	149	91
	251	293	314	303	324	327	293	311	312	213	220	228	234	370	358	223
	223	203	214	206	214	217	204	214	217	172	174	178	179	242	238	175
	343	409	421	414	428	430	408	416	425	334	342	351	357	459	454	345
	389	382	401	403	424	415	378	394	392	291	299	309	317	457	459	304
	181	213	223	219	226	225	213	222	225	174	178	181	184	253	248	180
	348	356	370	362	379	377	354	365	372	289	296	301	307	410	405	301
	258	253	261	262	273	273	250	256	261	209	214	217	221	294	294	217
	114	155	159	156	161	161	154	159	160	127	129	132	134	176	171	130
	107	136	143	139	147	150	136	140	143	104	106	110	112	166	165	107
	57	57	62	61	65	63	57	61	60	47	49	47	49	79	75	51
	149	148	154	161	172	163	146	149	146	107	111	116	120	175	184	114
	77	101	111	103	112	115	101	111	114	69	71	75	77	142	137	72
	247	308	319	312	331	334	306	313	326	235	241	249	254	360	360	244
Clovelly	262	324	341	328	348	350	321	336	340	227	246	245	259	403	396	237
	155	188	202	191	205	203	188	201	204	123	133	132	141	254	238	128
	403	411	432	416	438	440	409	427	432	296	318	316	334	493	487	307
	454	354	375	366	387	381	352	369	373	259	279	277	293	430	424	269
	411	424	443	426	446	448	422	440	446	318	341	340	357	518	500	331
	220	351	368	361	376	372	350	363	362	271	290	288	304	402	399	281
	119	271	275	277	280	278	271	275	275	206	226	220	236	291	287	217
	110	70	74	71	74	75	70	74	76	51	54	54	57	95	87	53
	96	154	165	163	175	169	153	160	161	99	112	110	121	187	190	106
	80	151	158	158	166	161	149	156	153	110	122	121	130	174	178	117
94	151	159	158	166	161	150	157	154	110	122	121	130	174	178	117	
Hutton	175	249	264	255	273	275	247	260	267	185	191	195	201	315	308	192
	247	217	232	222	236	236	215	229	232	138	145	152	158	277	267	146
	88	76	81	81	84	83	76	80	83	62	64	64	65	98	93	65
	154	174	184	179	192	192	174	181	189	129	133	135	139	223	216	134
	155	154	161	165	170	162	153	159	156	130	133	135	138	180	182	134
	282	257	272	262	276	277	255	270	272	168	176	185	192	317	308	177
	151	154	164	154	164	166	154	163	166	121	124	127	129	198	188	124
	254	273	288	279	297	299	272	284	291	210	215	220	225	339	332	216
	211	353	371	364	384	380	349	364	368	247	257	265	274	420	416	257
	157	192	205	196	210	210	192	203	208	147	152	153	158	255	241	153
	151	176	185	180	193	193	175	182	190	130	135	137	141	224	218	136
	157	145	152	156	161	153	144	150	146	121	124	126	129	171	173	125
	64	55	59	64	66	61	54	58	55	44	47	46	49	73	72	48
	218	250	265	256	274	276	249	262	269	187	192	197	202	316	310	193
	199	218	233	223	237	237	216	230	233	139	146	153	159	278	268	147
157	183	195	188	201	200	183	193	198	137	142	144	148	245	231	143	
Westleigh	372	270	289	270	292	293	270	287	291	218	220	231	233	315	310	225
	210	156	178	167	190	181	156	176	178	111	114	121	123	238	225	118
	174	149	156	150	157	157	149	156	158	127	128	132	133	174	169	130
	152	105	109	110	114	113	104	109	110	95	96	96	97	123	121	98
	250	218	234	234	247	235	216	230	222	192	194	197	199	280	269	199
	303	224	238	225	238	240	224	238	239	188	190	196	198	274	263	193
	449	329	348	329	351	353	328	346	349	279	281	290	292	374	369	285
	205	182	189	183	190	191	182	189	190	160	161	165	166	205	201	163
	55	59	66	60	67	68	60	66	66	46	46	48	49	84	79	47
	72	72	82	81	91	85	71	80	78	53	54	57	58	104	104	56
	366	280	298	278	301	303	279	296	301	227	229	240	242	324	319	234
	276	155	176	167	187	180	155	175	178	110	113	119	122	237	224	117
181	156	162	158	163	162	156	162	164	134	135	139	140	179	174	137	
Helling van lyn	0.99	1.04	1.01	1.04	1.07	0.98	1.03	1.04	0.76	0.79	0.80	0.82	1.20	1.17	0.79	
R² van verwantskap	0.67	0.67	0.64	0.65	0.66	0.66	0.67	0.67	0.69	0.67	0.69	0.67	0.64	0.64	0.68	

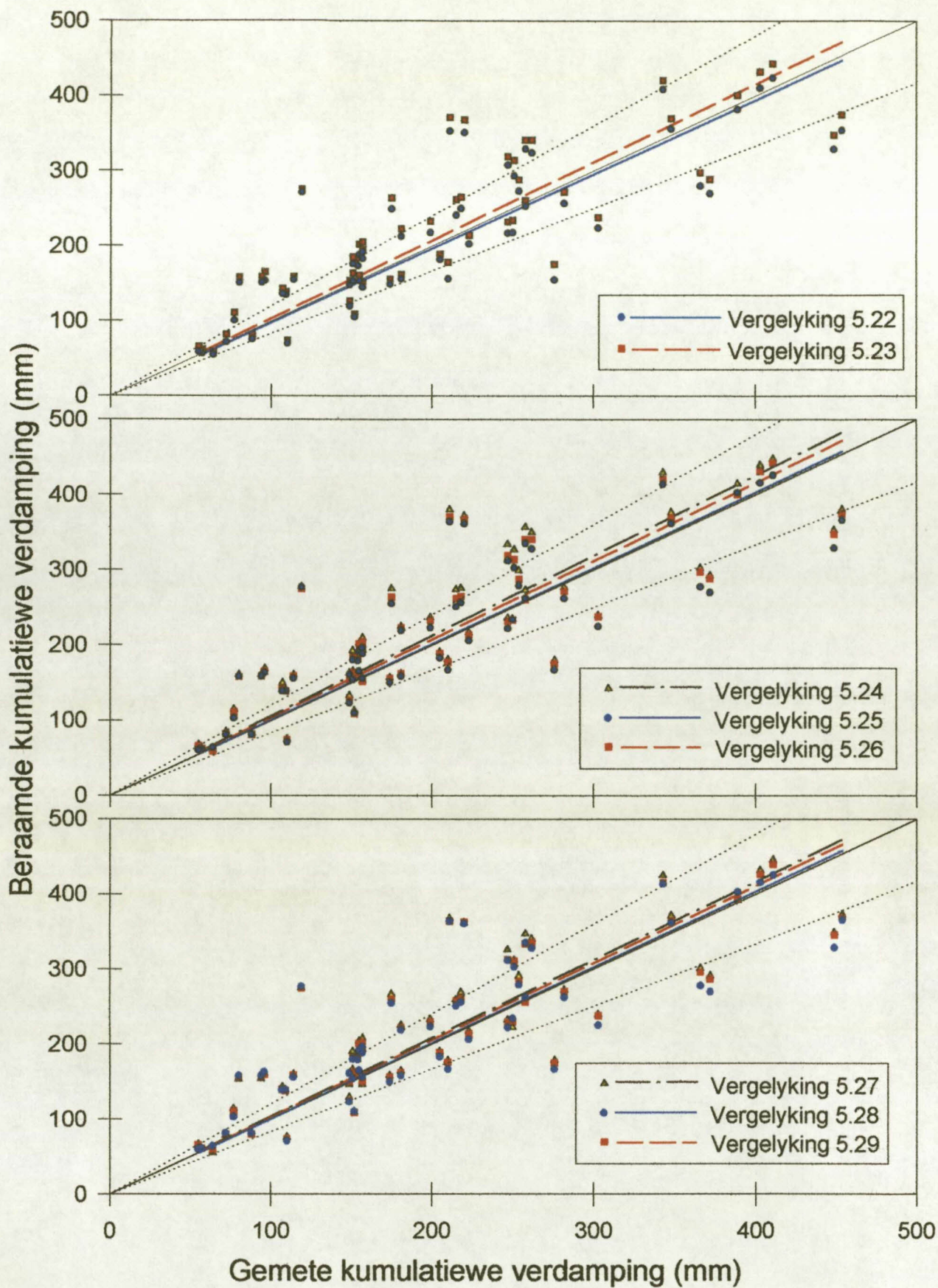
Die regressies tussen die gemete en beraamde kumulatiewe verdamping met die Ritchie= vergelykings word grafies in Figuur 5.1 aangetoon. Die regressievergelykings wat met behulp van die laagverdampingseksperiment, die grondoppervlakeksperiment en die tekstuureksperiment ontwikkel is, het almal die kumulatiewe verdamping effens oorskat. Die grondoppervlakverdamping wat met Vergelykings 5.22, 5.24 en 5.27 beraam is en wat $(\theta_i - \theta_0)$ as insetparameter gebruik, het grondoppervlakverdamping met slegs 1 % onderskat. Vergelykings 5.23, 5.26 en 5.29 wat die dikte van die verdampingslaag in berekening bring $(\theta_i - \theta_0)z_i$, het onderskeidelik die gemete verdamping met 4 %, 5 % en 3 % oorskat. Vergelykings 5.24 en 5.27 wat die verdamping vanaf die aanvangswaterinhoud van die verdampingslaag bereken het, het die grondoppervlakverdamping met tussen 4 % en 7 % oorskat (Tabel 5.9). Die groot variasie van sommige datapunte om die 1:1 lyn word aan sommasie van die kumulatiewe verdamping van die veldmetings toegeskryf. Die kumulatiewe verdamping in die veld is deur aftrekking verkry wanneer dit gereën het en 'n groot variasie tussen die metings onder ongekontroleerde toestande kan verwag word.

Die regressielyne tussen die gemete en beraamde kumulatiewe verdamping van die Kijne-, Rose- en Al-Khafafvergelykings word in Figuur 5.2 voorgestel. Die beramingsvergelykings vir kumulatiewe verdamping van die Kijne- en Al-Khafafmodelle het tot 'n onderberaming van die kumulatiewe grondoppervlakverdamping aanleiding gegee. Vergelykings 5.30 tot 5.33 en 5.36 het 'n onderberaming van grondoppervlakverdamping tot gevolg gehad (Figuur 5.2) terwyl Vergelykings 5.34 en 5.35 die verdamping oorberaam het. Die vergelykings wat onderskeidelik van $(\theta_i - \theta_0)$ en $(\theta_i - \theta_0)z_i$ as insette gebruik gemaak het, het by die verskillende datastelle met minder as 3 % van mekaar verskil (Figuur 5.2). By al drie die modelle het daar 'n variasie van die datapunte om die 1:1 lyn voorgekom.

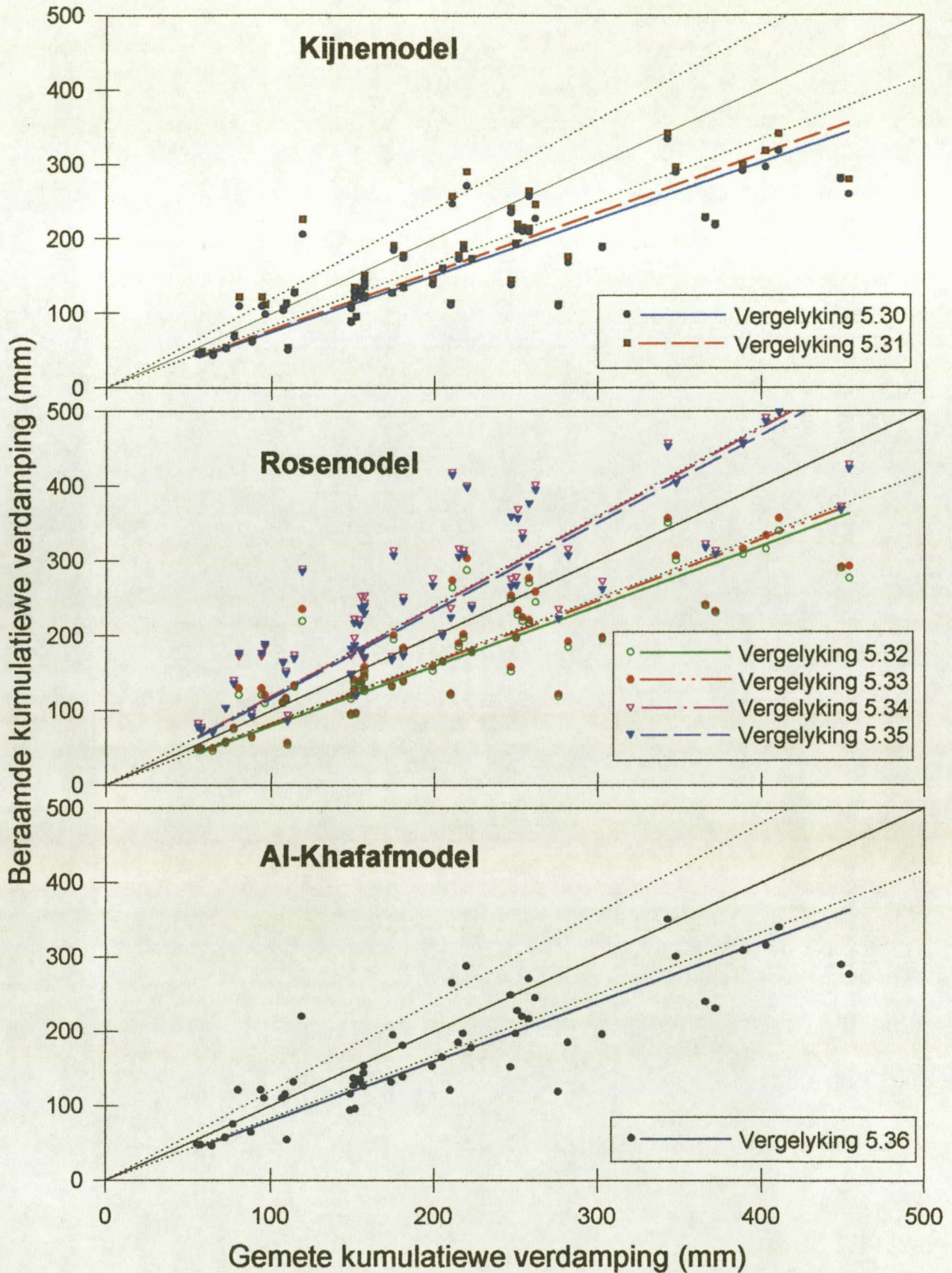
Die beraming met die Ritchiemodel kan verbeter word deur Vergelykings 5.37 tot 5.39 wat vanaf die gepoelde datastel van die laagverdamping-, grondoppervlak- en tekstuureksperimente afgelei is, te gebruik:

$$\sum E = [47.0497(\theta_i - \theta_0) + 0.623]\sqrt{t} \quad 5.37$$

$$\sum E = [0.155(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.704]\sqrt{t} \quad 5.38$$



Figuur 5.1 Verwantskap tussen die beraamde kumulatiewe verdamping met die verskillende Ritchievergelykings en die gemete waardes



Figuur 5.2 Verwantskap tussen die beraamde kumulatiewe verdamping met die Kijne-, Rose- en Al-Khafafvergelykings en die gemete waardes

$$\sum E = 23.88(\theta_i) + 1.4995\sqrt{t} \quad 5.39$$

Vergelykings 5.40 en 5.40 vir die Kijnemodel is ook vanaf die gepoelde datastel van die grondoppervlak- en tekstuureksperimente afgelei:

$$\sum E = 165.983(\theta_i - \theta_0) - 10.952t^{-5.256(S+K)+0.8} \quad 5.40$$

$$\sum E = 0.578(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.8t^{-5.256(S+K)-10.952} \quad 5.41$$

Die verwantskappe tussen die gemete en die beraamde kumulatiewe verdamping met die gekombineerde Ritchiemodel (Vergelyking 5.37) wat met behulp van $(\theta_i - \theta_0)$ die verdamping voorspel, het die 1:1 lyn perfek gepas (Tabel 5.10). Die variasie van die datapunte om die 1:1 lyn was egter nog steeds groot en die mate waartoe die regressielyn op die datapunte gepas het was $R^2 = 0.65$ (Tabel 5.10).

Tabel 5.10 Verwantskappe van die werklike en beraamde kumulatiewe verdamping van die aangepaste Ritchie- (Vergelykings 5.37; 5.38 en 5.39) en Kijnemodelle (Vergelykings 5.40 en 5.41) en mate van passing (R^2) op die datapunte van dieselfde vier lokaliteiete wat met behulp van die verskillende parameters in die onderskeie vergelykings beraam is.

Model	Parameter	Helling	R^2
Ritchie	$(\theta_i - \theta_0)$	0.998	0.65
	$(\theta_i - \theta_0)z_i$	1.05	0.67
	θ_i	1.05	0.66
Kijne	$(\theta_i - \theta_0)$	0.94	0.67
	$(\theta_i - \theta_0)z_i$	0.95	0.67

Die gekombineerde Ritchievergelykings (5.38 & 5.39) wat met behulp van $(\theta_i - \theta_0)z_i$ en θ_i die kumulatiewe verdamping beraam het, het albei 'n helling van 1.05 met die gemete kumulatiewe verdamping gehad. Die verwantskap van Vergelyking 5.37 was egter swakker as dié wat in Tabel 5.9 met Vergelykings 5.22; 5.24 & 5.27 verkry is. Die

gekombineerde Kijnevergelykings (5.40 & 5.41) wat van onderskeidelik $(\theta_i - \theta_0)$ en $(\theta_i - \theta_0)z_i$ gebruik maak om die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die model te beraam, het met slegs ses en vyf persent onderskeidelik die kumulatiewe verdamping onderberaam (Figuur 5.3).

Die beramingsprosedure met die Ritchiemodel (Vergelyking 5.37) het grondoppervlakverdamping die akkuraatste voorspel. Die model van Ritchie (1972) word ook deur die ACRU-model (Schulze, 1995) gebruik en dit word deur Bennie *et. al.* (1997) en Yunusa *et. al.* (1993b) bevestig.

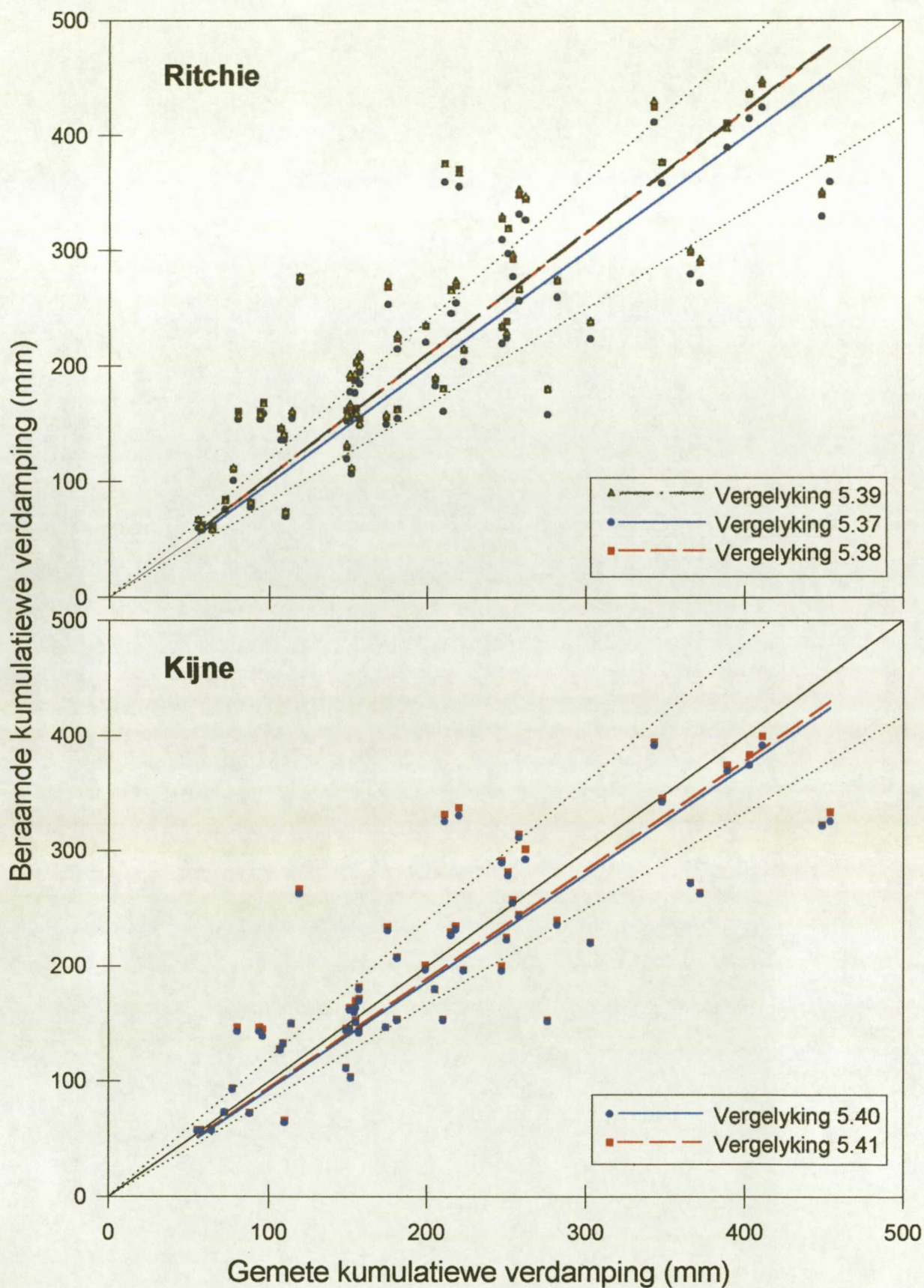
5.5 Opsomming en gevolgtrekking

Die kumulatiewe grondoppervlakverdampingsmodelle van Ritchie (1972), Kijne (1973), Rose (1968) en Al-Khafaf *et. al.* (1989) is teen mikrolisimeterdatastelle van die laagverdampings-, grondoppervlak-, tekstuur- en skadu-eksperiment gepas. Baie goeie passings is tussen die verskillende vergelykings en die kumulatiewe verdamping van die datastelle by die betrokke eksperimente, wat onder gekontroleerde toestande uitgevoer is, verkry. Regressieverwantskappe tussen die koëffisiënte, empiriese konstantes van die vergelykings en maklik meetbare grondveranderlikes is bepaal. Hierdie vergelykings maak dit moontlik om die koëffisiënte en empiriese konstantes van die geraamde modelle vanaf parameters soos byvoorbeeld die slik- plus kleipersentasie, aanvangswaterinhoud, gemiddelde volumetriese waterinhoud of verdampbare waterinhoud van die verdampingslaag (0 – 300 mm) te beraam.

'n Vergelyking is ontwikkel waarmee die grondwaterinhoud (θ_0), waar grondoppervlakverdamping staak, afgelei kan word. Die vergelyking gebruik die slik- plus kleipersentasie om θ_0 te beraam. Die dikte van die grondlaag (z_i), of die diepte tot waar die grond as gevolg van grondoppervlakverdamping uitdroog, kan ook van die slik- plus kleipersentasie beraam word. Die veranderlikes word deur middel van die volgende vergelykings bereken, naamlik:

$$\theta_0 = 0.001(S+K) + 0.00756$$

$$z_i = \text{EXP}[3.4244(S+K)^{-2} + 5.7193]$$



Figuur 5.3 Verwantskap tussen die beraamde kumulatiewe verdamping met die aangepaste Ritchie en Kijnevergeljings en die gemete waardes

Die Ritchiemodel se c -regressiekoëffisiënt kon by die meeste datastelle vanaf die aanvangswaterinhoud, of verdampbare grondwaterinhoud, met behulp van reglynige vergelykings beraam word. Die Kijne- en Al-Khafafmodelle se a -regressiekoëffisiënt en die desorpsiwiteitskoëffisiënt van die Rosemodel kon ook vanaf dieselfde parameters beraam word. Die k -empiriese konstante van die Rosemodel en die b -empiriese konstante van die Kijne- en Al-Khafafmodelle kon met behulp van die slik- plus kleipersentasie redelik akkuraat beraam word.

Goeie reglynige verwantskappe vir die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die Kijnemodel is met die datastel van die skadu-eksperiment bepaal. 'n Kombinasie van die Ritchie- en Kijnevergelykings is gebruik om 'n model te ontwikkel waarmee kumulatiewe verdamping onder beskadowingstoestande beraam kan word. Twee vergelykings is afgelei waarmee die kumulatiewe grondoppervlakverdamping van onderskeidelik sand- en sandkleileemgronde onder verskillende vlakke van beskadowing beraam kan word.

Die Ritchiemodel het die kumulatiewe grondoppervlakverdamping met minder as 4 % oorberaam terwyl die Kijnemodel die kumulatiewe verdamping 30 % te laag voorspel het. 'n Aangepaste Kijnevergelyking was egter baie akkurater en was met minder as vyf persent uit gewees. Die Rosemodel se beraming het vir die verskillende vergelykings wat vanaf die grondoppervlak- en tekstuureksperiment beraam is verskil. Die vergelykings waarvan die k -empiriese konstante vanaf die $(\theta_i - \theta_0)$ en $(\theta_i - \theta_0)z_i$ beraam is, het die kumulatiewe verdamping met 18 tot 20 % onderskat. Deur die k -empiriese konstante vanaf slik- plus kleipersentasie te beraam, het 'n 17 tot 20 % oorberaming tot gevolg gehad. Die reglynige verwantskappe vir die beraming van die Al-Khafafmodel se regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes het nie baie goeie passings opgelewer nie. Die beramings wat van die desorpsiwiteit $(\theta_i - \theta_0)$ gebruik maak is die enigste waarmee die kumulatiewe grondoppervlakverdamping redelik akkuraat met behulp van die model beraam kon word. Indien die model gebruik word om die kumulatiewe verdamping met behulp van rekenaarmodelle op 'n daaglikse basis te beraam, word dit nie aanbeveel nie.

Die beramingsprosedure met die Ritchiemodel (Vergelyking 5.37) het grondoppervlakverdamping die akkuraatste voorspel. Die Ritchiemodel (Ritchie, 1972) word vir die gebruik in rekenaarmodelle om kumulatiewe grondoppervlakverdamping te simuleer, aanbeveel. Die volgende twee vergelykings wat as insette die tydsverloop

sedert benatting of tussen benattings (t), die aanvangswaterinhoud (θ_i), volumetriese waterinhoud waar grondoppervlakverdamping staak (θ_0), die dikte van die verdampingsone (z_i) en die slik- plus kleipersentasie gebruik, word vir die doel aanbeveel naamlik:

$$\sum E = [47.0497(\theta_i - \theta_0) + 0.623]\sqrt{t}$$

$$\sum E = [0.135(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.262]\sqrt{t}$$

Beide θ_0 en z_i word vanaf die grond se slik- plus kleipersentasie (< 0.05 mm) bereken.

HOOFSTUK 6

SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING

Die reënvalverspreiding gedurende die wateropgaringsperiode in die droë en halfdroë somerreënval saaistreke is swak en word deur lang droë periodes met hoë temperature opgevolg. In 'n studie deur Hoffman (1990) waarin die komponente van die waterbalansvergelyking (Hillel, 1972) van verskillende bewerkingspraktyke gedurende die wateropgaringsperiode ondersoek is, is gevind dat grondoppervlakverdamping die grootste deel van die verliese uitmaak. Navorsingsresultate wereldwyd het aangetoon dat dié verliese sowat 70 % van die jaarlikse reënval uitmaak. Die studie het gevolglik ten doel gehad om metodes te vind waarmee grondoppervlakverdamping gedurende die wateropgaringsperiode verminder kan word en om prosedures te ontwikkel met behulp waarvan grondoppervlakverdamping voorspel kan word.

'n Detail studie van die verdampingsproses is met behulp van mikrolisimeters met 'n binnedeursnee van 60 mm en 'n lengte van 315 mm uitgevoer (Boast & Robertson, 1982). Die vloed deur en die diffusiwiteitskoëffisiënte van die boonste 100 mm grond is in 20 mm lagies, en die van die 100 tot 300 mm diepte interval in 50 mm lagies ondersoek. Die verskillende stadiums waarin die verdampingsproses verdeel word, en die tydsduur van die konstante tempo fase van verdamping is in die studie bepaal. Die potensiële grondoppervlakverdamping is met behulp van 'n aantal metodes bepaal, en met die klas A-verdampingspan vergelyk. Verskillende metodes om grondoppervlakverdamping te verminder, soos byvoorbeeld verskillende grondoppervlaktoestande asook verskillende vlakke van beskaduwing, is met behulp van verskillende eksperimente onder gekontroleerde toestande nagevors. Die invloed van grondtekstuur op die verdampingstempo asook op die kumulatiewe grondoppervlakverdamping, is onder gekontroleerde toestande ondersoek. Die grondoppervlakverdamping van verskillende bewerkingspraktyke is ook onder veldtoestande bepaal.

Vir die bepaling van 'n verwysingsverdampingswaarde is die verdampingstempo van die klas A-verdampingspan met twee alternatiewe metodes vergelyk. In die een metode is

daar van mikrolisimeters onderskeidelik, gevul met sand en water, en met die ander metode is daar van verdampingsbakke, gevul met verskillende tekstuurgronde, gebruik gemaak. Die daaglikse verdamping vanuit die verdampingsbakke, het 'n goeie korrelasie met dié van die klas A- verdampingspan gehad. Die verdampingstempo en kumulatiewe verdamping van die verdampingsbakke was hoër as die van die klas A-pan, omdat die grond en water in die verdampingsbakke meer energie kan stoor en die verdamping gedurende die nag steeds plaasvind.

Geen konstante verdampingstempo in die orde van 'n dag of langer is by enige van die mikrolisimetereksperimente gemeet nie. Dit word verklaar aan die hand van die hoë atmosferiese verdampingsaanvraagtoestande, wat baie hoër as die aanvullende watervloed deur die grond na die verdampingsfront is. Die verdampingsfront beweeg in 'n baie kort tydjie dieper as die grondoppervlak en verdamping vind dan teen die dalende tempo stadium plaas. Grondoppervlakverdamping vind gedurende die nag ook plaas en daarom kan die verdampingstempo van die eerste dag hoër as vanuit die klas A-verdampingspan wees. Binne die eerste drie dae kan die dalende verdampingstempo nog deur 'n verandering in atmosferiese verdampingsaanvraag beïnvloed word, hoewel die effek hiervan weglaatbaar klein behoort te wees. Hierdie effek was hoër by die onversteurde grondtoestande as dié van die bewerkte gronde. Die verdampingstempo van gronde het met 'n toename in die losheid van die bewerkte grond afgeneem. Dit word deur die stadiger watervloed as gevolg van minder mikroporieë verklaar.

Gedurende die eerste week na benatting het die verdamping by die onderskeie gronde hoofsaaklik vanuit die boonste 100 mm diepte plaasgevind. Na sowat nege dae het die waterinhoud vanuit die lae dieper as 100 mm begin afneem. Die dalende verdampingstempo het by al die gronde se onderskeie behandelings net gedurende die eerste nege dae voorgekom, waarna die verdampingstempo teen 'n konstante lae tempo plaasgevind het. Die verandering in waterinhoud vind daarna oor die hele diepte plaas. 'n Duidelike verdampingsfront kon by die verskillende behandelings van die onderskeie gronde tussen 150 - 200 mm diepte waargeneem word.

Die diffusiwiteitskoëffisiënte van die verskillende gronde was van die diepte en die slik-plus kleipersentasie daarvan afhanklik. Die porositeit van die vlakker lagies was hoër as dié van die dieper lagies en daarom was die diffusiwiteitskoëffisiënte van die lagies ook hoër. Weens dieselfde rede het die diffusiwiteitskoëffisiënte van die verskillende

tekstuurgronde by dieselfde volumetriese waterinhoud verskil. Die Westleighgrond met die hoogste kleipersentasie (16 % S+K) het gevolglik 'n laer diffusiwiteitskoëffisiënt by dieselfde volumetriese waterinhoud as byvoorbeeld die Clovellygrond (5 % S+K) gehad. . By die onderskeie gronde was die diffusiwiteitskoëffisiënte van die dieper lagies (200 - 300 mm) laer as die vlakker lagies (0 - 100 mm) by dieselfde volumetriese waterinhoud. Die gemiddelde geweegde diffusiwiteitskoëffisiënte van al die behandelings van 'n grond se verwantskap (tweede orde passing) met die gemiddelde volumetriese waterinhoud van die bepaalde grond was goed. Die gebruik van die diffusiwiteitskoëffisiënt as inset vir voorspellingsmodelle is nie so algemeen toepaslik nie. Die beraming van die diffusiwiteitskoëffisiënt is moeilik en 'n verkeerde beraming van die diffusiwiteitskoëffisiënt, verminder die akkuraatheid van die modelle wat dit as insetparameter gebruik.

Grondoppervlaktoestande het wel betekenisvolle verskille in verdamping tussen sommige van die verskillende grondbewerkingspraktyke veroorsaak. Die verskil word hoofsaaklik aan 'n verskil in die aanvangswaterinhoud eerder as die bewerkingspraktyk *per se* toegeskryf. Die verskillende bewerkingspraktyke het verskillende porievolumes in die grond tot gevolg, en daarom kan gronde as gevolg hiervan meer of minder water stoor. Die volume water beskikbaar vir verdamping het die grootste effek op beide die verdampingstempo en kumulatiewe grondoppervlakverdamping wat plaasvind. Die verdampingstempo en kumulatiewe verdamping word ook deur die watervoorsienings= tempo vanuit die dieper grondlae na die verdampingsfront bepaal. Die hoeveelheid verdampbare water het egter die grootste invloed op die verdampingstempo, en kumulatiewe verdamping van gronde gehad. Gronde met 'n hoër sliik plus kleipersentasie, het oor 'n langer tydperk 'n groter watervoorsieningstempo as gronde met 'n laer sliik- plus kleipersentasie gehad. Dit word aan die hoër onversadigde hidrouliese geleivermoë van die kleierige gronde (hoër sliik- plus kleipersentasie) teenoor sandgronde toegeskryf.

Grondoppervlakverdamping kan met behulp van beskaduwing verminder word. Die effek van beskaduwing was groter hoe korter die verdampingsperiode en die effektiwiteit het verder met 'n toename in kleipersentasie verhoog. Die verlaging in kumulatiewe verdamping oor 'n vaste verdampingsperiode was eweredig aan die persentasie afskerming. Beskaduwing het kumulatiewe verdamping slegs gedurende die eerste dertig dae na benatting by die sandgronde (8 % kleipersentasie) verlaag en het geen betekenisvolle verlaging oor sestig dae bewerkstellig nie. By die sandkleileemgrond het beide die 40 en 80 % skadubehandelings 'n betekenisvolle verlaging in die kumulatiewe

verdamping teweeggebring. Die grondoppervlakverdampingstempo gedurende die eerste sewe dae het met 'n toename in persentasie beskaduwing asook kleipersentasie afgeneem.

Die grondoppervlakverdamping van verskillende behandelings wat onder veldtoestande gemeet is, het nie betekenisvol van mekaar verskil nie. Gedurende die verdampingsperiode van die verskillende eksperimente, het meer as 22 tot 80 % van die reënval as gevolg van grondoppervlakverdamping verlore gegaan.

Die kumulatiewe grondoppervlakverdampingsmodelle van Ritchie (1972), Kijne (1973), Rose (1968) en Al-Khafaf *et. al.* (1989) is geëvalueer. Al hierdie modelle laat sonder enige nadeel, die moontlike invloed van atmosferiese aanvraag op verdamping gedurende die eerste paar dae na benatting buite rekening. Baie goeie passings is met die verskillende vergelykings tussen kumulatiewe verdamping en tyd by die betrokke eksperimente verkry. Dit was moontlik om vergelykings af te lei waarmee die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die verskillende modelle vanaf maklik meetbare parameters soos die slik-plus kleipersentasie, aanvangswaterinhoud, desorpsiwiteit en verdampbare waterinhoud van die verdampingslaag (0 – 300 mm) beraam kan word.

'n Vergelyking is afgelei waarmee die grondwaterinhoud (θ_0), waar grondoppervlakverdamping staak, bereken kon word. Die vergelyking gebruik die slik-plus kleipersentasie om θ_0 te beraam. Die dikte van die grondlaag (z_i), of die diepte tot waar die grond as gevolg van grondoppervlakverdamping uitdroog, kan ook van die slik-plus kleipersentasie beraam word. Die desorpsiwiteitsveranderlikes word met die volgende vergelykings bereken, naamlik:

$$\theta_0 = 0.001(S+K) + 0.00756$$

$$z_i = \text{EXP}[3.4244(S+K)^{-2} + 5.7193]$$

Die Ritchiemodel se c -regressiekoëffisiënt kan vanaf die aanvangswaterinhoud, desorpsiwiteit of verdampbare grondwaterinhoud met behulp van reglynige vergelykings beraam word. Die Kijne- en Al-Khafafmodelle se a -regressiekoëffisiënt en die

desorpsiwiteitskoëffisiënt van die Rosemodel kon ook vanaf dieselfde parameters beraam word. Die k -empiriese konstante van die Rosemodel en die b -empiriese konstante van die Kijne- en Al-Khafafmodelle kon met behulp van die slik- plus kleipersentasie redelik akkuraat beraam word.

Goeie reglynige verwantskappe vir die beraming van die regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes van die Kijnemodel is met die datastel van die skadu-eksperiment gevind. 'n Kombinasie van die Ritchie- en Kijnevergelykings is gebruik om 'n model te ontwikkel waarmee kumulatiewe verdamping onder beskaduwingstoestande beraam kan word. Twee vergelykings is afgelei waarmee die kumulatiewe grondoppervlakverdamping van onderskeidelik sand- en sandkleileemgronde onder verskillende vlakke van beskaduwing voorspel kan word.

Die Ritchiemodel het die kumulatiewe grondoppervlakverdamping met ongeveer 4 % oorberaam, terwyl die Kijnemodel die kumulatiewe verdamping 30 % te laag voorspel het. 'n Aangepaste Kijnevergelyking was egter baie akkurater en was met minder as 5 % uit. Die Rosemodel se beraming het vir die verskillende vergelykings, wat vanuit die grondoppervlak- en tekstuureksperiment beraam is, verskil. Die vergelykings waarmee die k -empiriese konstante van die Rosemodel vanaf die desorpsiwiteit ($\theta_i - \theta_0$) en verdampbare waterinhoud $(\theta_i - \theta_0)z_i$ beraam is, het die kumulatiewe verdamping met 18 tot 20 % onderskat. Deur die k -empiriese konstante vanaf slik- plus kleipersentasie te beraam, het 'n 17 tot 20 % oorberaming tot gevolg gehad. Die reglynige verwantskappe vir die beraming van die Al-Khafafmodel se regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes het nie baie goeie passings opgelewer nie. Die beramings wat van desorpsiwiteit gebruik maak is die enigste waarmee die kumulatiewe grondoppervlakverdamping redelik akkuraat met behulp van die model beraam kon word. Indien hierdie model gebruik word om die kumulatiewe verdamping met behulp van rekenaarmodelle op 'n daaglikse basis te beraam, word dit nie aanbeveel nie.

Die beramingsprosedure van die Ritchiemodel (Vergelyking 5.37) het grondoppervlakverdamping die akkuraatste voorspel. Die Ritchiemodel (Ritchie, 1972) word vir die gebruik in rekenaarmodelle om kumulatiewe grondoppervlakverdamping te simuleer, aanbeveel. Die volgende twee vergelykings wat as insette die tydsverloop sedert benatting of tussen benattings (t), die aanvangswaterinhoud (θ_i), volumetriese

waterinhoud waar grondoppervlakverdamping staak (θ_0), die dikte van die verdampingsone (z_i) en die slik- plus kleipersentasie gebruik, word vir die doel aanbeveel naamlik:

$$\sum E = [47.0497(\theta_i - \theta_0) + 0.623]\sqrt{t}$$

$$\sum E = [0.135(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.262]\sqrt{t}$$

Beide θ_0 en z_i word vanaf die grond se slik- plus kleipersentasie (≤ 0.05 mm) bereken.

Die studie het getoon dat grondbewerkingsmetodes waarmee die grondoppervlak versteur word geen of weinig effek op die bekamping van grondoppervlakverdamping gehad het. Grondeienskappe was die belangrikste faktor wat die hoeveelheid verdamping wat sal plaasvind bepaal. Grondeienskappe beïnvloed grondoppervlakverdamping deurdat dit die waterhouvermoë en dus die hoeveelheid water wat kan verdamp, bepaal. Verskeie modelle waarmee verdamping beraam kan word is getoets, en die Ritchie (1972) model het grondoppervlakverdamping die akkuraatste voorspel. 'n Prosedure is ontwikkel waarmee die verskillende koëffisiënte en empiriese konstantes van die verskillende modelle vanaf maklik meetbare parameters bereken kan word.

Verdere navorsing moet gedoen word om die vergelykings waarmee die effek van beskaduwing op grondoppervlakverdamping voorspel kan word, met 'n geskikte datastel te toets. Navorsing moet ook op 'n tekstuurreeks met verskillende hoeveelhede verdampbare waterinhoud uitgevoer word. Die interaksie tussen tekstuur en persentasie beskaduwing moet ook bepaal word.

OPSOMMING

Navorsingsresultate wereldwyd beraam dat sowat 70 % van die jaarlikse reënval as gevolg van grondoppervlakverdamping onder droë en halfdroë klimaatstoestande verlore gaan. Dit is daarom belangrik dat so veel as moontlik reënval gedurende periodes van wateropgaring in die bewortelingsone van die profiel opgegaar moet word. Die studie het gevolglik ten doel gehad om metodes te vind waarmee grondoppervlakverdamping gedurende die wateropgaringsperiode verminder kan word, en om prosedures te ontwikkel met behulp waarvan grondoppervlakverdamping voorspel kan word.

'n Detail studie van die verdampingsproses is met behulp van mikrolisimeters met 'n binnedeursnee van 60 mm en 'n lengte van 315 mm uitgevoer. Die vloed deur en die diffusiwiteitskoëffisiënte van die boonste 100 mm grond, is in 20 mm lagies, en dié van die 100 tot 300 mm diepte interval, in 50 mm lagies ondersoek. Die verskillende stadiums waarin die verdampingsproses verdeel word, en die tydsduur van die konstante tempo fase van verdamping is in die studie bepaal. Die potensiële grondoppervlakverdamping is met behulp van 'n aantal metodes bepaal, en met die klas A-pan vergelyk. Verskillende metodes om grondoppervlakverdamping te verminder, soos byvoorbeeld verskillende grondoppervlaktoestande asook verskillende vlakke van beskaduwing, is met behulp van verskillende eksperimente nagevors. Die invloed van grondtekstuur op die verdampingstempo asook op die kumulatiewe grondoppervlakverdamping, is ondersoek.

Die konstante tempo fase het in die ondersoek slegs 'n paar uur geduur en is daarom nie in die ontwikkeling van voorspellingsprosedures in ag geneem nie. Verdamping vanuit verdampingsbakke het 'n baie goeie korrelasie met die waardes van die klas A-pan gehad. Die studie het aangetoon dat grondoppervlakverdamping gedurende die nag ook plaasvind. Die styging in verdampingstempo met temperatuur was hoër by die onversteurde grond as by dié van die bewerkte gronde. Die verdampingstempo van die gronde van die verskillende behandelings het met 'n toename in losheid van die bewerkte grond afgeneem. Gedurende die eerste week na benatting deur reënval of besproeiing, het die waterverliese uit die grondprofiel hoofsaaklik vanuit die boonste 100 mm plaasgevind. Na sowat nege dae het die uitdroging oor die hele diepte van 300 mm plaasgevind.

Grondoppervlaktoestande het wel betekenisvolle verskille in verdamping tussen sommige van die verskillende grondbewerkingspraktyke veroorsaak. Die verskil word hoofsaaklik aan 'n verskil in die aanvangswaterinhoud eerder as die bewerkingspraktyk *per se* toegeskryf. Die hoeveelheid verdampbare waterinhoud het die grootste invloed op die verdampingstempo en kumulatiewe verdamping van gronde gehad. Grondoppervlakverdamping kan met behulp van beskaduwing verminder word. Die effek van beskaduwing was groter hoe korter die verdampingsperiode, en die effektiwiteit het verder met 'n toename in kleipersentasie en persentasie beskaduwing verhoog.

Die Ritchiemodel het die kumulatiewe grondoppervlakverdamping met ongeveer 4 % oorberaam terwyl die Kijne model die kumulatiewe verdamping 30 % te laag voorspel het. 'n Aangepaste Kijne vergelyking was egter baie akkurater en was met minder as 5 % uit. Die vergelykings waarmee die k -empiriese konstante van die Rosemodel vanaf die desorpsiwiteit $(\theta_i - \theta_0)$ en verdampbare waterinhoud $(\theta_i - \theta_0)z_i$ beraam is, het die kumulatiewe verdamping met 18 tot 20 % onderskat. Deur die k -empiriese konstante vanaf slik- plus kleipersentasie te beraam, het 'n 17 tot 20 % oorberaming tot gevolg gehad. Die reglynige verwantskappe vir die beraming van die Al-Khafafmodel se regressiekoëffisiënte en empiriese konstantes het nie baie goeie passings opgelewer nie.

Die beramingsprosedure van die Ritchiemodel (Ritchie, 1972) het grondoppervlakverdamping die akkuraatste voorspel. Die volgende twee vergelykings wat as insette die tydsverloop sedert benatting of tussen benattings (t), die aanvangswaterinhoud (θ_i), volumetriese waterinhoud waar grondoppervlakverdamping staak (θ_0), die dikte van die verdampingsone (z_i) en die slik- plus kleipersentasie gebruik, word vir die doel aanbeveel, naamlik:

$$\sum E = [47.0497(\theta_i - \theta_0) + 0.623]\sqrt{t}$$

$$\sum E = [0.135(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.262]\sqrt{t}$$

SUMMARY

Research results worldwide show that approximately 70 % of the annual rainfall is lost due to evaporation from the soil. It is therefore of utmost importance to store as much water in the root zone during the fallow period as possible. The aim of this study was to find methods of reducing evaporation losses through different cultivation practices and to develop procedures to predict soil evaporation.

The soil evaporation process was studied in detail by using micro lysimeters with an inside diameter of 60 mm and a length of 315 mm. Soil water flux and diffusivity of the top 100 mm was studied in 20 mm layers, and from 200 – 300 mm in 50 mm layers. The different stages of evaporation as well as the duration of the constant phase were determined in this study. The potential evaporation was determined with different methods and compared with the class A-pan. Several methods to reduce soil evaporation were investigated. This included different soil manipulation practices and levels of shading. The influence of soil texture on the evaporation rate and on the cumulative evaporation was also investigated.

It was established that the constant evaporation stage (phase I) lasted only a few hours, and was therefore omitted from the development of evaporation procedures. Good correlation was found between the measured evaporation of evaporation trays and the class A-pan. The results of this study showed that soil evaporation continues during the first two nights after wetting (rainfall or irrigation). The atmospheric evaporative demand has an influence on the evaporation of soil up to the third day after wetting. An increase in evaporation due to a temperature increase was higher in undisturbed soil than in disturbed soil. The evaporation rate decreased with an increase in the level of disturbance (looseness) of the soil. During the first week after wetting the evaporation losses were mainly from the top 100 mm. After nine days the soil started drying out from deeper than 100 mm and from all the deeper layers simultaneously.

The evaporation due to some of the different soil surface treatments differed significantly. The difference was mainly ascribed to the initial soil water content rather than to the soil manipulation as such. The soil water content available for evaporation (evaporativity) had

the greatest influence on the evaporation rate and on the cumulative evaporation of the soil. Shading of the soil surface decreased evaporation losses over the short term for example over the first ten days and 20 days after wetting for sandy and sandy clay loam soils respectively. This decrease increased with an increase in the shading percentage. Over long drying periods, shading had little effect on evaporation losses.

The cumulative soil surface evaporation equations of Rose (1968), Ritchie (1972), Kijne (1973) and Al-Khafaf *et. al.* (1989) fitted the data of the different experiments well. Equations were developed with which the regression coefficients and empirical constants could be calculated from measurable parameters. Such were the silt plus clay content, initial soil water content (θ_i), desorptivity ($\theta_i - \theta_0$) and the evaporativity water content $(\theta_i - \theta_0)z_i$ of the soil layer. Equations were also developed to calculate the water content at which evaporation stop (θ_0) and the depth of the evaporating soil layer (z_i). The Ritchie equation predicted the actual soil evaporation the most accurately. This equation is therefore recommended for inclusion in computer modeling of evaporation. The following two equation are recommended:

$$\sum E = [47.0497(\theta_i - \theta_0) + 0.623]\sqrt{t}$$

$$\sum E = [0.135(\theta_i - \theta_0)z_i + 0.262]\sqrt{t}$$

LITERATUURVERWYSINGS

AASE, J. K. & TANAKA, D. L., 1987. Soil water evaporation comparisons among tillage practices in the Northern Great Plains. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51, 436-440.

ACHARYA, C. L. & PRIHAR, S. S., 1969. Vapour losses through soil mulch at different wind velocities. *Agron. J.* 61, 666-668.

AL-KHAFAF, S., SHARNAN, F. A., WIERENGA, P. J. & IYADA, A. D., 1989. Some empirical relations for the prediction of soil evaporation, transpiration and root water uptake under field conditions. *Agric. Water Manage.* 16, 323-335.

BENNIE, A. T. P., COETZEE, M. J., VAN ANTWERPEN, R., VAN RENSBURG, L. D. & BURGER R. du T., 1988. 'n Waterbalansmodel vir besproeiing gebaseer op profielwatervoorsieningstempo en gewaswaterbehoefte. *Waternavorsingskommisie verslagnommer 144/1/88*, Pretoria.

BENNIE, A. T. P., HOFFMAN, J. E., COETZEE, M. J. & VREY, H. S., 1994. Opgaring en benutting van reënwater in grond vir die stabilisering van plantproduksie in halfdroë gebiede. *Waternavorsingskommisie verslagnommer 227/1/94*, Pretoria.

BENNIE, A. T. P., STRYDOM, M. G. & VREY, H. S., 1997. Gebruik van rekenaarmodelle vir landboukundige waterbestuur op ekotoopvlak. *Waternavorsingskommisie verslagnommer 625/1/97*, Pretoria.

BLACK, T. A., GARDNER, G. R. & THURTELL, G. W., 1969. The prediction of evaporation, drainage, and soil water storage of a bare soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33, 655-660.

BOAST, C.W. & ROBERTSON, T. M., 1982. A "micro-lysimeter" method for determining evaporation from bare soil: description and laboratory evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46, 689-696.

BOESTEN, J. J. T. I. & STROOSNIJDER, L., 1986. Simple model for daily evaporation from fallow tilled soil under spring conditions in a temperate climate. *Neth. J. Agric. Sci.* 34, 75-90.

BOND, J. J. & WILLIS, W. O., 1970. Soil Water Evaporation: First stage drying as influenced by surface residue and evaporation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34, 924-928.

BOND, J. J. & WILLIS, W. O., 1971. Soil Water Evaporation: Long-term drying as influenced by surface residue and evaporation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35 (6), 984-987.

BRESLER, E. & HANKS, R. J., 1969. Numerical method for estimating simultaneous flow of water and salt in unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33, 827-832.

BRESLER, E., KEMPER, W. D. & HANKS, R. J., 1969. Infiltration, redistribution and subsequent evaporation of water from soil as affected by wetting rate and hysteresis. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33, 832-840.

- BRUN, L. J., ENZ, J. W., LARSEN, J. K. & FANNING, C.**, 1986. Springtime evaporation from bare and stubble-covered soil. *Soil and Water Conserv. Jour.* March - April 1986, 120-122.
- CRANK, J.**, 1956. *The mathematics of diffusion.* Oxford Univ. Press., London.
- DE BRUIN, H. A. R. & HOLTSLAG, A. A. M.**, 1982. A simple parameterization of the surface fluxes of sensible and latent heat during daytime compared with the Penman-Monteith concept. *J. App. Met.* 21, 1610-1621.
- DE WIT, C. T. & VAN KEULEN, H.**, 1975. Infiltration of water in the soil. In: *Simulation of transport processes in soil.* Center for Agric. Publishing and Documentation, Wageningen.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W. O.**, 1975. Crop water requirements. *FAO, Irrigation and drainage paper.*, 24, 179.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W. O.**, 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. *FAO, Irrigation and drainage paper.* 24 (rev.) 156.
- EHLERS, W. & VAN DER PLOEG, R. R.**, 1976. Evaporation, drainage and unsaturated hydraulic conductivity of tilled and untilled fallow soil. *Z. Pflernahr. Dund. Bodenk.* 139, 373-376.
- FISHER, E. A.**, 1923. Some factors affecting the evaporation of water from soil. *J. Agr. Sci.* 13, 121-143.
- FUCHS, M., TANNER, C. B., THURTELL, G. W. & BLACK, T. A.**, 1969. Evaporation from drying surfaces by the combination method. *Agron. J.* 61, 22-26.
- FUKUDA, H.**, 1955. Air and vapor movement in soil due to wind gustiness. *Soil Sci.*, 79: 249-256.
- GARDNER, H. R. & GARDNER, W. R.**, 1969. Relation of soil application to evaporation and storage of soil water. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33, 192-196.
- GARDNER, H. R.**, 1973. Prediction of evaporation from homogeneous soil based on the flow equation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37, 513-516.
- GARDNER, H. R.**, 1983. Soil properties and efficient water use: Evaporation of water from bare soil., In: *Limitations to efficient water use in crop production.* Am. Soc. of Agr. 1983, 65-71.
- GARDNER, W. R. & HILLEL, D. I.**, 1962. The relation of external evaporation conditions to the drying of soil. *J. Geophys. Res.* 67, 4319-4325.
- GARDNER, W. R.**, 1950. Some steady-state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Sci.* 85, 228-232.
- GARDNER, W. R.**, 1959. Solutions of the flow equation for the drying of soils and other porous media. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 23, 183-187.

- GARDNER, W. R. & MAYHUGH, M. S.**, 1958. Solutions and tests of the diffusion equation for the movement of water in soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 22, 197-201.
- GHILDYAL, B. P. & TRIPATHI, R. P.**, 1987. Evaporation., In: *Soil Physics*. Ghildyal, B. P. & Tripathi, R. P. (eds.). John Wiley & Sons, New York.
- GILL, K. S. & PRIHAR, S. S.**, 1983. Cultivation and evaporativity effects on the drying patterns of sandy loam soil. *Soil Sci.* 135 (6), 366-377.
- GILL, K. S., JALOTA, S. K., PRIHAR, S. S. & CHAUDHARY, T. N.**, 1977. Water conservation by soil mulch in relation to soil type, time of tillage, tilth and evaporativity. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 25 (4), 360-366.
- GOOD, L. G. & SMIKA, D. E.**, 1978. Chemical fallow for soil water conservation in the Great Plains. *Soil and Water Conserv. Jour.* 33, 89-90.
- HADAS, A. & HILLEL, D. I.**, 1972. Steady-state evaporation through non-homogeneous soil from a shallow water table. *Soil Sci.* 113 (2), 65-73.
- HADAS, A.**, 1973. Drying of layered soil columns under non isothermal conditions. *Soil Sci.* 119 (2), 143-148.
- HALL, E. H. & DANCETTE, C.**, 1978. Analysis of fallow-farming systems in semi-arid Africa using a model to simulate the hydrologic budget. *Agron. J.* 70, 816-823.
- HAMMEL, J. E., PAPENDICK, R. I. & CAMPBELL, G. S.**, 1981. Fallow tillage effects on evaporation and seed zone water content in a dry summer climate. *Soil Sci. Am. J.* 45, 1016-1022.
- HANKS, R. J. & GARDNER, H. R.**, 1965. Influence of different diffusivity-water content relation on evaporation of water from soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29, 495-498.
- HANKS, R. J. & WOODRUFF, N. P.**, 1957. Influence of wind and water vapor transfer through soil, gravel and straw mulches. *Soil Sci.* 86, 160-164.
- HANKS, R. J.**, 1980. Soil water and temperature applications. In: *Applied Soil Physics*. Springer-Verlag. New York.
- HANKS, R. J., GARDNER, H. R. & FAIRBOURN, M. L.**, 1967. Evaporation of water from soils as influenced by drying with wind or radiation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 31, 593-598.
- HARROLD, L. L., PETERS, D. B., DREBELBIS, F. R. & McGUINNESS, J. L.**, 1959. Transpiration evaluation of corn grown on plastic-covered lysimeters. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 23, 174-178.
- HIDE, J. C.**, 1954. Observation on factors influencing the evaporation of soil moisture. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 18, 234-239.
- HILLEL, D.**, 1971. *Soil and water: Physical principles and procedures*. Academic Press, New York, London, pp 184, 192-200.

- HILLEL, D.**, 1972. The field water balance and water use efficiency. In: Optimizing the soil physical environment towards greater crop yields. D. Hillel (ed.). Academic Press, London.
- HILLEL, D.**, 1977. Computer simulation of soil-water dynamics: A compendium of recent work. IDRC, Ottawa
- HILLEL, D.**, 1980. Evaporation from bare-surface soils. In: Applications of soil physics. Academic Press, New York.
- HILLEL, D.**, 1982. Introduction to soil physics. Academic Press, New York, pp 219-224.
- HOFFMAN, J. E.**, 1990. Die invloed van grondbewerkingspraktyke op die waterbalans van 'n Avalongrond onder koring te Bethlehem. M. Sc. Agric. Verhandeling, U.O.V.S., Bloemfontein.
- HUSCHKE, T. A.**, 1952. Glossary of Meteorology. Am. Meteorol. Soc. Boston., Mass. 638.
- IDSO, S. B., REGINATO, R. J., JACKSON, R. D., KIMBALL, B. A. & NAKAYAMA, F. S.**, 1974. The three stages of drying of a field soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 38, 831-837.
- IZAURRABLE, R. C., HOBBS, J. A. & SWALLOW, C. W.**, 1986. Effect of reduced tillage practices on continuous wheat production and on soil properties, Agron. J. 78, 787-791.
- JACKS, G. V., BRIND, W. D. & SMITH, R.**, 1955. Mulching. Commonwealth Bureau of Soil Sci. (England), Technical Commun. no. 49.
- JACKSON, R. D.**, 1963. Porosity and soil-water diffusivity relations. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27, 123-126.
- JACKSON, R. D.**, 1973. Diurnal changes in soil water content during drying. In: R.R. Bruce et. al. (Ed's). Field soil water regime, Special Publ. No. 5, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37-55.
- JACKSON, R. D., KIMBALL, B. A., REGINATO, R. J. & NAKAYAMA, F. S.**, 1973. Diurnal soil-water evaporation: Time-depth-flux patterns. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 37, 505-509.
- JALOTA, S. K. & PRIHAR, S. S. & GILL, K. S.**, 1988. Modified square root of time relation to predict evaporation trends from bare soil. Aust. J. Soil Res. 26, 281-289.
- JALOTA, S. K. & PRIHAR, S. S.**, 1986. Effects of atmospheric evaporativity, soil type and redistribution time on evaporation from bare soil. Aust. J. Soil Res. 24, 357-366.
- JALOTA, S. K. & PRIHAR, S. S.**, 1987. Observed and predicted trends from a sandy loam soil under constant and staggered evaporativity. Aust. J. Soil Res. 25 (3), 243-246.
- JALOTA, S. K. & PRIHAR, S. S.**, 1990. Bare soil evaporation in relation to tillage. Adv. Soil Sci. 12, 187-216.
- JALOTA, S. K.**, 1993. Evaporation through a soil mulch in relation to mulch characteristics and evaporativity. Aust. J. Soil Res. 31, 131-136.

- JOHNS, G. G.**, 1982a. Measurement and simulation of evaporation from a red earth: I. Measurement in a glass house using a neutron moisture meter. *Aust. J. Soil Res.* 20, 165-178.
- JOHNS, G. G.**, 1982b. Measurement and simulation of evaporation from a red earth: II. Simulation using different evaporation functions. *Aust. J. of Soil Res.* 20, 179-191.
- KATUL, G. G. & PARLANGE, M. B.**, 1992a. A Penman-Brusaert model for wet surface evaporation. *Water Resour. Res.* 28, 121-126.
- KATUL, G. G. & PARLANGE, M. B.**, 1992b. Estimation of bare soil evaporation using skin temperature measurement. *J. Hydrol.* 132, 91-106.
- KIJNE, J. W.**, 1973. Evaporation from bare soils., In: *Ecological studies: Physical aspects of soil and salts in ecosystems.* Hadas A., Swartzendruber, D., Rijtema, P. E., Fuchs, M. & Yarton, B., (Ed's). Chapman & Hall, London., p. 221-226.
- LASCANO, R. J. & VAN BAVEL, C. H. M.**, 1986. Simulation and measurement of evaporation from a bare soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, 1127-1133.
- LASCANO, R. J., VAN BAVEL, C. H. M., HATFIELD, J. L. & UPCHURCH, D. R.**, 1987. Energy and water balance of a sparse crop: Simulated and measured soil and crop evaporation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51, 1113-1121.
- LEMON, E. R.**, 1956. The potentialities for decreasing soil moisture evaporation loss. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 20, 120-125.
- LINDSTROM, M. J., KOEHLER, F. E. & PAPENDICK, R. J.**, 1973. Tillage effects on fallow water storage in the eastern Washington dry land region. *Agronomy J.* 66, 312-316.
- MARSHALL, T. J. & HOLMES, J. W.**, 1979. Distribution of water in soil. In: *Soil Physics.* Cambridge Univ. Press., Cambridge, London.
- MATTHIAS, A. D., SALEHI, R. & WARRICK, A. W.**, 1986. Bare soil evaporation near a surface point source emitter. *Agric. Water Manage.* 11, 257-277.
- MINHAS, P. S. & GILL, A. S.**, 1985. Evaporation from soil as affected by incorporation and surface and subsurface placement of oat straw. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 33 (4), 774-778.
- MINHAS, P. S.**, 1985. Salt and water movement in unsaturated soils as affected by method of water application, surface soil condition and atmospheric evaporativity. Ph.D. thesis, Punjab Agric. Univ., Ludhiana, India.
- MINHAS, P. S., KHOSLA, B. K. & PRIHAR, S. S.**, 1986. Evaporation and redistribution of salts in a silt loam as affected by tillage induced soil mulch. *Soil & Tillage Res.* 7 (4), 301-313.
- MONTEITH, J. L.**, 1965. Evaporation and environment. In: *The state and movement of water in living organisms.* Symp. Soc. Exp. Biol., No. 19: 205-234.

- OSOZAWA, S. & KASUBUCHI, T.**, 1987. Improved evaporimeter for measuring potential evaporation from field soils. *Soil Sci. & Plant Nutr.* 33 (4), 531-538.
- PENMAN, H. L.**, 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. Royal Soc., London, A* 193, 120-146.
- PETERS, D. B. & RUSSEL, M. B.**, 1959. Relative water losses by evaporation and transpiration in field corn. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 23, 170-176.
- PETERS, D. B.**, 1960. Relative magnitude of evaporation and transpiration. *Agron. J.*, 52: 536-538.
- PHILIP, J. R.**, 1957a. Evaporation and moisture and heat fields in the soil. *J. Meteorol.* 13, 354-366.
- PHILIP, J. R.**, 1957b. The theory of infiltration: Four sorptivity and algebraic infiltration equations. *Soil Sci.* 84, 257-264.
- PIKUL, J. L., ALLMARAS, R. R. & WALDMAN, S. R.**, 1985. Late season heat flux and water distribution in summer-fallowed Haploxerolls. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49, 1517-1522.
- POULOVASSILIS, A. & PSYCHOYOU, M.**, 1985. Steady-state evaporation from layered soils. *Soil Sci.* 140 (6), 399-405.
- RICHARDS, L. A., GARDNER, W. R. & OGATA, G.**, 1956. Physical processes determining water loss from soil. *Soil Sci. Soc. Proc.* 20, 310-314.
- RITCHIE, J. T.**, 1972. Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resour. Res.* 8, 1204-1213.
- ROSE, D. A.**, 1968. Water movement in porous materials. III. Evaporation of water from a soil. *Brit. J. Appl. Phys. (J. Phys. D) Ser.* 2,1, 1779-1791.
- SCHULZE, R. E.**, 1995. Soil water budgeting and total evaporation. In: Schulze, R. E. *Hydrology and Agrohydrology: A text to accompany the ACRU 3.00 Agrohydrological Modeling System.* Water Research Commission. Pretoria. Report TT 69/95 pp. AT 7-1 to AT 7-21.
- SMIKA, D. E.**, 1983. Soil water change as related to position of wheat straw mulch on the soil surface, precipitation and soil surface temperature. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47, 988-991.
- STANHILL, G.**, 1955. Evaporation of water from soil under field conditions. *Nature.* 176 (4471), 82-83.
- STAPLE, W. J.**, 1956. Evaporation from soil and vegetation. *Neth. J. Agric. Sci.* 4, 39-42.
- STAPLE, W. J.**, 1974. Modified Penman equation to provide the upper boundary condition in computing evaporation from soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38, 837-839.
- STROOSNIJDER, L.**, 1987. Soil evaporation: Test of a practical approach under semi-arid conditions. *Neth. J. Agric. Sci.* 35 (3), 417-425.

- UNGER, P. W. & PARKER, J. J.**, 1976. Evaporation reduction from soil with wheat, sorghum and cotton residues. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40, 938-942.
- UNGER, P. W. & PHILLIPS, R. E.**, 1973. Soil water evaporation and storage. Proc. Nat. Conservation Tillage Conference, March 1973, *Soil Cons. Soc. Am.*, 42-54.
- VAN BAVEL, C. H. M. & HILLEL, D. I.**, 1976. Calculating potential and actual evaporation from a bare soil surface by simulation of concurrent flow of water and heat. *Agric. Meteorol.* 17, 453-476.
- VAN DER WATT, H. v. H. & VAN ROOYEN, T. H.**, 1995. A glossary of Soil Science. The Soil Science Society of South Africa., Pretoria.
- VAN ZYL, W. H., DE JAGER, J. M. & MAREE, C. J.**, 1989. Correction factors for evaporimeter coefficients used for scheduling irrigation of wheat. Water Research Commission Report 151/1/89.
- WILLIS, W. O. & BOND, J. J.**, 1971. Soil water evaporation: Reduction by simulated tillage. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35, 526-529.
- WIND, W. O.**, 1961. Capillary rise and some applications of the theory of moisture in unsaturated soil. *Tech. Bull. 22, Inst. Land and water Manage. Res.*, The Netherlands.
- YUNUSA, I. A. M., SEDGLEY, R. H., BELFORD, R. K. & TENNANT, D.**, 1993a. Dynamics of water use in a dry Mediterranean environment: I. Soil evaporation little affected by presence of plant canopy. *Agric. Water Manage.* 24, 205-224.
- YUNUSA, I. A. M., SEDGLEY, R. H., TENNANT, D. & BELFORD, R. K.**, 1993b. Dynamics of water use in a dry Mediterranean environment: II. A test of four evaporation models using microlysimetry under spring wheat. *Agric. Water Manage.* 24, 225-238.

BYLAE

Bylaag 3.1. Volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$) op verskillende dieptes (mm) van mikrolisimeters van die onderskeie behandelings wat van die Bainsvleigrond by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Behandeling	Dae na begin	Gemiddelde volumetriese waterinhoud per diepte interval van die: Bainsvleigrond									Geweegde gemiddelde waterinhoudsverandering					W totaal	$\bar{\theta}$ Isimeter
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-150	150-200	200-250	250-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300		
Kontrole	0	0.142	0.143	0.143	0.144	0.147	0.149	0.150	0.169	0.203	0.144	0.150	0.186	0.147	0.160	47.93	0.160
Kontrole	1	0.093	0.125	0.126	0.127	0.132	0.141	0.148	0.166	0.203	0.121	0.145	0.185	0.133	0.150	44.96	0.150
Kontrole	2	0.081	0.115	0.123	0.125	0.130	0.138	0.147	0.165	0.202	0.115	0.143	0.184	0.129	0.147	44.08	0.147
Kontrole	3	0.060	0.112	0.120	0.121	0.127	0.137	0.145	0.163	0.201	0.108	0.141	0.182	0.125	0.144	43.10	0.144
Kontrole	4	0.054	0.103	0.113	0.115	0.126	0.133	0.143	0.160	0.199	0.102	0.138	0.180	0.120	0.140	41.97	0.140
Kontrole	6	0.025	0.080	0.105	0.112	0.123	0.130	0.145	0.158	0.191	0.089	0.138	0.175	0.113	0.134	40.10	0.134
Kontrole	9	0.024	0.069	0.099	0.103	0.109	0.129	0.129	0.150	0.182	0.081	0.129	0.166	0.105	0.125	37.58	0.125
Kontrole	15	0.022	0.048	0.079	0.098	0.105	0.111	0.119	0.140	0.179	0.070	0.115	0.160	0.093	0.115	34.49	0.115
Kontrole	27	0.020	0.037	0.074	0.092	0.100	0.110	0.112	0.133	0.167	0.065	0.111	0.150	0.088	0.109	32.56	0.109
Kontrole	51	0.008	0.014	0.024	0.034	0.045	0.070	0.089	0.094	0.145	0.025	0.080	0.120	0.052	0.075	22.40	0.075
Vlaklos	0	0.130	0.142	0.141	0.149	0.157	0.171	0.184	0.244	0.271	0.144	0.178	0.258	0.161	0.193	57.88	0.193
Vlaklos	1	0.053	0.105	0.126	0.133	0.141	0.157	0.179	0.242	0.267	0.112	0.168	0.255	0.140	0.178	53.41	0.178
Vlaklos	2	0.040	0.099	0.114	0.129	0.140	0.154	0.172	0.234	0.260	0.104	0.163	0.247	0.134	0.171	51.44	0.171
Vlaklos	3	0.035	0.085	0.106	0.124	0.135	0.150	0.166	0.225	0.253	0.097	0.158	0.239	0.128	0.165	49.40	0.165
Vlaklos	4	0.026	0.069	0.100	0.122	0.131	0.148	0.163	0.217	0.250	0.090	0.156	0.234	0.123	0.160	47.86	0.160
Vlaklos	6	0.017	0.046	0.089	0.115	0.127	0.143	0.159	0.213	0.245	0.079	0.151	0.229	0.115	0.153	45.88	0.153
Vlaklos	9	0.012	0.026	0.060	0.108	0.123	0.140	0.151	0.205	0.238	0.066	0.146	0.222	0.106	0.144	43.28	0.144
Vlaklos	15	0.011	0.025	0.050	0.103	0.119	0.138	0.149	0.198	0.226	0.062	0.144	0.212	0.103	0.139	41.71	0.139
Vlaklos	27	0.013	0.023	0.039	0.083	0.120	0.135	0.139	0.185	0.208	0.056	0.137	0.197	0.096	0.130	38.91	0.130
Vlaklos	51	0.007	0.011	0.017	0.031	0.057	0.094	0.097	0.170	0.192	0.025	0.096	0.181	0.060	0.100	30.11	0.100
Dieplos	0	0.128	0.141	0.145	0.149	0.157	0.171	0.191	0.232	0.290	0.144	0.181	0.261	0.163	0.195	58.60	0.195
Dieplos	1	0.058	0.109	0.134	0.142	0.155	0.170	0.190	0.232	0.288	0.120	0.180	0.260	0.150	0.187	55.96	0.187
Dieplos	2	0.040	0.090	0.128	0.140	0.152	0.169	0.188	0.227	0.281	0.110	0.179	0.254	0.144	0.181	54.25	0.181
Dieplos	3	0.035	0.076	0.120	0.134	0.150	0.167	0.186	0.218	0.277	0.103	0.177	0.248	0.140	0.176	52.70	0.176
Dieplos	4	0.027	0.054	0.099	0.130	0.147	0.165	0.182	0.210	0.268	0.091	0.174	0.239	0.132	0.168	50.39	0.168
Dieplos	6	0.013	0.031	0.078	0.116	0.143	0.161	0.178	0.204	0.252	0.076	0.170	0.228	0.123	0.158	47.37	0.158
Dieplos	9	0.013	0.024	0.071	0.101	0.140	0.158	0.173	0.194	0.244	0.070	0.166	0.219	0.118	0.151	45.43	0.151
Dieplos	15	0.012	0.021	0.052	0.096	0.129	0.146	0.164	0.185	0.239	0.062	0.155	0.212	0.109	0.143	42.90	0.143
Dieplos	27	0.011	0.019	0.035	0.080	0.114	0.128	0.149	0.173	0.230	0.052	0.139	0.202	0.095	0.131	39.18	0.131
Dieplos	51	0.008	0.012	0.019	0.030	0.053	0.104	0.127	0.155	0.211	0.024	0.116	0.183	0.070	0.108	32.29	0.108
Versteur	0	0.076	0.115	0.146	0.166	0.170	0.176	0.188	0.230	0.315	0.135	0.182	0.273	0.158	0.196	58.91	0.196
Versteur	1	0.061	0.107	0.141	0.148	0.166	0.174	0.185	0.229	0.313	0.125	0.180	0.271	0.152	0.192	57.51	0.192
Versteur	2	0.055	0.099	0.134	0.143	0.159	0.171	0.182	0.227	0.311	0.118	0.177	0.269	0.147	0.188	56.35	0.188
Versteur	3	0.044	0.087	0.128	0.140	0.157	0.169	0.180	0.225	0.308	0.111	0.175	0.267	0.143	0.184	55.22	0.184
Versteur	4	0.030	0.065	0.123	0.135	0.154	0.167	0.178	0.223	0.305	0.101	0.173	0.264	0.137	0.179	53.79	0.179
Versteur	6	0.020	0.061	0.118	0.132	0.147	0.166	0.174	0.221	0.302	0.096	0.170	0.262	0.133	0.176	52.71	0.176
Versteur	9	0.017	0.046	0.100	0.116	0.138	0.151	0.165	0.207	0.294	0.083	0.158	0.251	0.121	0.164	49.19	0.164
Versteur	15	0.012	0.037	0.081	0.110	0.116	0.125	0.147	0.191	0.289	0.071	0.136	0.240	0.104	0.149	44.72	0.149
Versteur	27	0.011	0.025	0.058	0.082	0.086	0.102	0.124	0.169	0.268	0.052	0.113	0.219	0.083	0.128	38.39	0.128
Versteur	51	0.007	0.008	0.012	0.020	0.028	0.055	0.089	0.141	0.258	0.015	0.072	0.200	0.044	0.096	28.65	0.096
Gemiddeld	0	0.119	0.135	0.144	0.152	0.158	0.167	0.178	0.219	0.270	0.142	0.173	0.244	0.157	0.186	55.83	0.186
Gemiddeld	1	0.066	0.112	0.132	0.138	0.149	0.161	0.176	0.217	0.268	0.119	0.168	0.243	0.144	0.177	52.96	0.177
Gemiddeld	2	0.054	0.101	0.125	0.134	0.145	0.158	0.172	0.213	0.264	0.112	0.165	0.238	0.138	0.172	51.53	0.172
Gemiddeld	3	0.044	0.090	0.119	0.130	0.142	0.156	0.169	0.208	0.260	0.105	0.163	0.234	0.134	0.167	50.11	0.167
Gemiddeld	4	0.034	0.073	0.109	0.126	0.140	0.153	0.167	0.203	0.256	0.096	0.160	0.229	0.128	0.162	48.50	0.162
Gemiddeld	6	0.019	0.055	0.098	0.119	0.135	0.150	0.164	0.199	0.248	0.085	0.157	0.223	0.121	0.155	46.52	0.155
Gemiddeld	9	0.017	0.041	0.083	0.107	0.128	0.145	0.155	0.189	0.240	0.075	0.150	0.214	0.112	0.146	43.87	0.146
Gemiddeld	15	0.014	0.033	0.066	0.102	0.117	0.130	0.145	0.179	0.233	0.066	0.137	0.206	0.102	0.137	40.96	0.137
Gemiddeld	27	0.014	0.026	0.052	0.084	0.105	0.119	0.131	0.165	0.218	0.056	0.125	0.192	0.090	0.124	37.26	0.124
Gemiddeld	51	0.008	0.011	0.018	0.029	0.046	0.081	0.101	0.140	0.202	0.022	0.091	0.171	0.056	0.095	28.36	0.095

Bylaag 3.2. Volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \text{mm}^{-3}$) op verskillende dieptes (mm) van mikrolisimeters van die onderskeie behandelings wat van die Huttongrond by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Behandeling	Dae na begin	Gemiddelde volumetriese waterinhoud per diepte interval van die Huttongrond									Gewegde gemiddelde waterinhoudsverandering					W totaal	$\bar{\theta}$ isimeter
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-150	150-200	200-250	250-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300		
Kontrole	0	0.147	0.152	0.158	0.164	0.168	0.176	0.182	0.192	0.204	0.158	0.179	0.198	0.168	0.178	53.48	0.178
Kontrole	1	0.063	0.105	0.125	0.146	0.154	0.166	0.180	0.185	0.196	0.119	0.173	0.191	0.146	0.161	48.21	0.161
Kontrole	2	0.047	0.092	0.116	0.139	0.149	0.164	0.177	0.180	0.187	0.109	0.171	0.184	0.140	0.154	46.26	0.154
Kontrole	3	0.045	0.089	0.113	0.135	0.142	0.156	0.168	0.175	0.179	0.105	0.162	0.177	0.133	0.148	44.38	0.148
Kontrole	4	0.037	0.084	0.111	0.134	0.140	0.148	0.158	0.163	0.173	0.101	0.153	0.168	0.127	0.141	42.22	0.141
Kontrole	6	0.033	0.079	0.108	0.131	0.137	0.139	0.151	0.158	0.167	0.098	0.145	0.163	0.121	0.135	40.51	0.135
Kontrole	9	0.030	0.073	0.105	0.117	0.130	0.131	0.147	0.156	0.162	0.091	0.139	0.159	0.115	0.130	38.90	0.130
Kontrole	15	0.028	0.057	0.091	0.101	0.119	0.124	0.137	0.145	0.150	0.079	0.131	0.148	0.105	0.119	35.72	0.119
Kontrole	27	0.018	0.038	0.050	0.068	0.089	0.104	0.115	0.128	0.139	0.053	0.110	0.134	0.081	0.099	29.56	0.099
Kontrole	51	0.016	0.030	0.041	0.050	0.065	0.095	0.106	0.114	0.128	0.040	0.101	0.121	0.070	0.087	26.19	0.087
Vlaklos	0	0.178	0.179	0.179	0.180	0.181	0.182	0.185	0.194	0.218	0.179	0.184	0.206	0.181	0.190	56.89	0.190
Vlaklos	1	0.072	0.116	0.125	0.130	0.134	0.143	0.169	0.182	0.193	0.115	0.156	0.188	0.136	0.153	45.89	0.153
Vlaklos	2	0.054	0.101	0.108	0.111	0.119	0.135	0.163	0.180	0.188	0.099	0.149	0.184	0.124	0.144	43.16	0.144
Vlaklos	3	0.047	0.097	0.104	0.107	0.115	0.129	0.157	0.176	0.182	0.094	0.143	0.179	0.119	0.139	41.60	0.139
Vlaklos	4	0.036	0.090	0.094	0.096	0.104	0.120	0.147	0.162	0.179	0.084	0.134	0.171	0.109	0.129	38.80	0.129
Vlaklos	6	0.018	0.063	0.082	0.087	0.094	0.112	0.141	0.155	0.167	0.069	0.127	0.161	0.098	0.119	35.63	0.119
Vlaklos	9	0.017	0.051	0.069	0.084	0.093	0.107	0.132	0.149	0.160	0.063	0.120	0.155	0.091	0.112	33.68	0.112
Vlaklos	15	0.016	0.042	0.067	0.080	0.092	0.105	0.121	0.146	0.153	0.059	0.113	0.150	0.086	0.107	32.19	0.107
Vlaklos	27	0.015	0.033	0.060	0.074	0.084	0.104	0.112	0.134	0.147	0.053	0.108	0.141	0.081	0.101	30.17	0.101
Vlaklos	51	0.014	0.028	0.036	0.053	0.079	0.099	0.107	0.120	0.133	0.042	0.103	0.127	0.073	0.091	27.15	0.091
Dieplos	0	0.165	0.166	0.166	0.167	0.168	0.169	0.173	0.182	0.200	0.166	0.171	0.191	0.169	0.176	52.84	0.176
Dieplos	1	0.042	0.094	0.118	0.126	0.133	0.137	0.146	0.172	0.193	0.103	0.142	0.183	0.122	0.142	42.66	0.142
Dieplos	2	0.037	0.082	0.099	0.105	0.111	0.118	0.138	0.166	0.183	0.087	0.128	0.175	0.107	0.130	38.93	0.130
Dieplos	3	0.027	0.076	0.084	0.094	0.096	0.110	0.126	0.156	0.172	0.075	0.118	0.164	0.097	0.119	35.74	0.119
Dieplos	4	0.024	0.058	0.079	0.087	0.094	0.109	0.119	0.152	0.164	0.068	0.114	0.158	0.091	0.113	34.04	0.113
Dieplos	6	0.022	0.045	0.073	0.083	0.091	0.105	0.112	0.148	0.153	0.063	0.109	0.151	0.086	0.107	32.18	0.107
Dieplos	9	0.020	0.031	0.064	0.074	0.088	0.099	0.106	0.144	0.149	0.055	0.103	0.147	0.079	0.101	30.44	0.101
Dieplos	15	0.019	0.030	0.052	0.063	0.088	0.093	0.104	0.136	0.144	0.050	0.099	0.140	0.074	0.096	28.89	0.096
Dieplos	27	0.018	0.027	0.041	0.059	0.081	0.087	0.102	0.125	0.139	0.045	0.095	0.132	0.070	0.091	27.17	0.091
Dieplos	51	0.017	0.025	0.035	0.048	0.072	0.080	0.098	0.120	0.129	0.039	0.089	0.125	0.064	0.084	25.29	0.084
Versteur	0	0.107	0.114	0.120	0.126	0.131	0.136	0.152	0.168	0.201	0.120	0.144	0.185	0.132	0.149	44.81	0.149
Versteur	1	0.018	0.071	0.090	0.098	0.108	0.113	0.137	0.151	0.192	0.077	0.125	0.172	0.101	0.125	37.35	0.125
Versteur	2	0.017	0.058	0.087	0.092	0.102	0.107	0.128	0.140	0.186	0.071	0.118	0.163	0.094	0.117	35.17	0.117
Versteur	3	0.015	0.048	0.080	0.090	0.099	0.104	0.122	0.133	0.171	0.066	0.113	0.152	0.090	0.110	33.14	0.110
Versteur	4	0.014	0.034	0.077	0.088	0.098	0.102	0.115	0.128	0.168	0.062	0.109	0.148	0.085	0.106	31.87	0.106
Versteur	6	0.013	0.028	0.067	0.084	0.096	0.100	0.111	0.125	0.154	0.058	0.106	0.140	0.082	0.101	30.26	0.101
Versteur	9	0.012	0.023	0.049	0.078	0.083	0.099	0.105	0.122	0.145	0.049	0.102	0.134	0.076	0.095	28.45	0.095
Versteur	15	0.011	0.020	0.035	0.061	0.079	0.096	0.104	0.118	0.134	0.041	0.100	0.126	0.071	0.089	26.72	0.089
Versteur	27	0.011	0.019	0.030	0.054	0.074	0.086	0.098	0.111	0.125	0.038	0.092	0.118	0.065	0.083	24.76	0.083
Versteur	51	0.010	0.018	0.025	0.041	0.065	0.078	0.092	0.106	0.117	0.032	0.085	0.112	0.058	0.076	22.83	0.076
Gemiddeld	0	0.149	0.153	0.156	0.159	0.162	0.166	0.173	0.184	0.206	0.156	0.169	0.195	0.163	0.173	52.01	0.173
Gemiddeld	1	0.049	0.097	0.115	0.125	0.132	0.140	0.158	0.173	0.194	0.103	0.149	0.183	0.126	0.145	43.53	0.145
Gemiddeld	2	0.039	0.083	0.103	0.112	0.120	0.131	0.152	0.167	0.186	0.091	0.141	0.176	0.116	0.136	40.88	0.136
Gemiddeld	3	0.034	0.078	0.095	0.107	0.113	0.125	0.143	0.160	0.176	0.085	0.134	0.168	0.110	0.129	38.72	0.129
Gemiddeld	4	0.028	0.067	0.090	0.101	0.109	0.120	0.135	0.151	0.171	0.079	0.127	0.161	0.103	0.122	36.73	0.122
Gemiddeld	6	0.022	0.054	0.083	0.096	0.105	0.114	0.129	0.147	0.160	0.072	0.121	0.153	0.097	0.115	34.65	0.115
Gemiddeld	9	0.020	0.045	0.072	0.088	0.099	0.109	0.123	0.143	0.154	0.065	0.116	0.148	0.090	0.110	32.87	0.110
Gemiddeld	15	0.019	0.037	0.061	0.076	0.095	0.105	0.117	0.136	0.145	0.058	0.111	0.141	0.084	0.103	30.88	0.103
Gemiddeld	27	0.016	0.029	0.045	0.064	0.082	0.095	0.107	0.125	0.138	0.047	0.101	0.131	0.074	0.093	27.92	0.093
Gemiddeld	51	0.014	0.025	0.034	0.048	0.070	0.088	0.101	0.115	0.127	0.038	0.094	0.121	0.066	0.085	25.37	0.085

Bylaag 3.3. Volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$) op verskillende dieptes (mm) van mikrolisimeters van die onderskeie behandelings wat van die Clovellygrond by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Behandeling	Dae na begin	Gemiddelde volumetriese waterinhoud per diepte interval van die Clovellygrond									Geweegde gemiddelde waterinhoudsverandering					W totaal	$\bar{\theta}$ lisimeter
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-150	150-200	200-250	250-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300		
Kontrole	0	0.099	0.103	0.105	0.110	0.115	0.117	0.144	0.145	0.148	0.106	0.131	0.147	0.118	0.128	38.34	0.128
Kontrole	1	0.021	0.072	0.090	0.095	0.109	0.110	0.138	0.141	0.144	0.077	0.124	0.143	0.101	0.115	34.39	0.115
Kontrole	2	0.025	0.065	0.084	0.089	0.106	0.108	0.124	0.134	0.141	0.074	0.116	0.138	0.095	0.109	32.73	0.109
Kontrole	3	0.024	0.057	0.075	0.086	0.098	0.106	0.112	0.126	0.138	0.068	0.109	0.132	0.089	0.103	30.90	0.103
Kontrole	4	0.021	0.052	0.071	0.084	0.093	0.104	0.111	0.121	0.130	0.064	0.108	0.126	0.086	0.099	29.72	0.099
Kontrole	6	0.017	0.042	0.056	0.077	0.089	0.095	0.110	0.117	0.126	0.056	0.103	0.122	0.079	0.093	28.02	0.093
Kontrole	9	0.015	0.016	0.035	0.065	0.070	0.086	0.094	0.104	0.109	0.040	0.090	0.107	0.065	0.079	23.67	0.079
Kontrole	15	0.011	0.011	0.033	0.060	0.065	0.081	0.088	0.094	0.102	0.036	0.085	0.098	0.060	0.073	21.85	0.073
Kontrole	27	0.006	0.010	0.018	0.035	0.055	0.065	0.073	0.082	0.090	0.025	0.069	0.086	0.047	0.060	17.98	0.060
Kontrole	51	0.006	0.008	0.013	0.017	0.023	0.036	0.057	0.076	0.077	0.013	0.047	0.077	0.030	0.045	13.64	0.045
Vlaklos	0	0.126	0.130	0.133	0.141	0.149	0.154	0.158	0.160	0.168	0.136	0.156	0.164	0.146	0.152	45.58	0.152
Vlaklos	1	0.023	0.077	0.104	0.127	0.138	0.140	0.144	0.150	0.158	0.094	0.142	0.154	0.118	0.130	38.98	0.130
Vlaklos	2	0.019	0.048	0.084	0.122	0.133	0.137	0.140	0.141	0.151	0.081	0.139	0.146	0.110	0.122	36.57	0.122
Vlaklos	3	0.014	0.036	0.071	0.117	0.128	0.134	0.136	0.138	0.144	0.073	0.135	0.141	0.104	0.116	34.92	0.116
Vlaklos	4	0.011	0.024	0.061	0.113	0.125	0.129	0.131	0.133	0.139	0.067	0.130	0.136	0.098	0.111	33.28	0.111
Vlaklos	6	0.011	0.020	0.049	0.108	0.118	0.119	0.120	0.127	0.132	0.061	0.120	0.130	0.090	0.103	31.02	0.103
Vlaklos	9	0.008	0.017	0.033	0.073	0.101	0.113	0.117	0.125	0.128	0.046	0.115	0.127	0.081	0.096	28.79	0.096
Vlaklos	15	0.007	0.015	0.024	0.049	0.062	0.082	0.104	0.117	0.120	0.031	0.093	0.119	0.062	0.081	24.29	0.081
Vlaklos	27	0.006	0.008	0.012	0.018	0.034	0.069	0.086	0.097	0.101	0.016	0.078	0.099	0.047	0.064	19.21	0.064
Vlaklos	51	0.006	0.007	0.011	0.017	0.024	0.044	0.071	0.082	0.089	0.013	0.058	0.086	0.035	0.052	15.60	0.052
Dieplos	0	0.127	0.129	0.129	0.137	0.147	0.152	0.171	0.222	0.236	0.134	0.162	0.229	0.148	0.175	52.43	0.175
Dieplos	1	0.057	0.100	0.118	0.124	0.135	0.142	0.169	0.216	0.233	0.107	0.156	0.225	0.131	0.162	48.68	0.162
Dieplos	2	0.053	0.078	0.115	0.122	0.130	0.137	0.164	0.210	0.226	0.100	0.151	0.218	0.125	0.156	46.81	0.156
Dieplos	3	0.049	0.074	0.111	0.120	0.123	0.132	0.160	0.208	0.220	0.095	0.146	0.214	0.121	0.152	45.54	0.152
Dieplos	4	0.044	0.071	0.110	0.115	0.120	0.129	0.158	0.206	0.217	0.092	0.144	0.212	0.118	0.149	44.70	0.149
Dieplos	6	0.030	0.068	0.106	0.107	0.112	0.121	0.146	0.202	0.208	0.085	0.134	0.205	0.109	0.141	42.31	0.141
Dieplos	9	0.022	0.057	0.085	0.090	0.093	0.105	0.142	0.198	0.201	0.069	0.124	0.200	0.096	0.131	39.24	0.131
Dieplos	15	0.015	0.031	0.061	0.081	0.089	0.095	0.137	0.194	0.198	0.055	0.116	0.196	0.086	0.122	36.74	0.122
Dieplos	27	0.008	0.015	0.027	0.050	0.073	0.087	0.118	0.172	0.187	0.035	0.103	0.180	0.069	0.106	31.66	0.106
Dieplos	51	0.008	0.012	0.022	0.032	0.038	0.055	0.095	0.142	0.165	0.022	0.075	0.154	0.049	0.084	25.09	0.084
Versteur	0	0.105	0.122	0.134	0.142	0.150	0.155	0.172	0.181	0.210	0.131	0.164	0.196	0.147	0.163	48.96	0.163
Versteur	1	0.020	0.050	0.097	0.128	0.145	0.148	0.167	0.177	0.204	0.088	0.158	0.191	0.123	0.145	43.60	0.145
Versteur	2	0.018	0.040	0.093	0.126	0.140	0.144	0.164	0.170	0.195	0.083	0.154	0.183	0.119	0.140	41.99	0.140
Versteur	3	0.016	0.036	0.089	0.121	0.134	0.136	0.160	0.165	0.184	0.079	0.148	0.175	0.114	0.134	40.17	0.134
Versteur	4	0.014	0.030	0.069	0.110	0.125	0.130	0.152	0.158	0.171	0.070	0.141	0.165	0.105	0.125	37.51	0.125
Versteur	6	0.012	0.023	0.063	0.099	0.112	0.124	0.150	0.155	0.162	0.062	0.137	0.159	0.099	0.119	35.73	0.119
Versteur	9	0.010	0.022	0.050	0.087	0.095	0.121	0.139	0.141	0.152	0.053	0.130	0.147	0.091	0.110	32.93	0.110
Versteur	15	0.013	0.018	0.038	0.069	0.091	0.119	0.121	0.123	0.132	0.046	0.120	0.128	0.083	0.098	29.33	0.098
Versteur	27	0.008	0.013	0.018	0.038	0.081	0.114	0.116	0.119	0.122	0.032	0.115	0.121	0.073	0.089	26.71	0.089
Versteur	51	0.008	0.012	0.017	0.023	0.046	0.075	0.081	0.080	0.086	0.021	0.078	0.083	0.050	0.061	18.22	0.061
Gemiddeld	0	0.114	0.121	0.125	0.133	0.140	0.145	0.161	0.177	0.191	0.127	0.153	0.184	0.140	0.154	46.33	0.154
Gemiddeld	1	0.030	0.075	0.102	0.119	0.132	0.135	0.155	0.171	0.185	0.092	0.145	0.178	0.118	0.138	41.41	0.138
Gemiddeld	2	0.029	0.058	0.094	0.115	0.127	0.132	0.148	0.164	0.178	0.085	0.140	0.171	0.112	0.132	39.53	0.132
Gemiddeld	3	0.026	0.051	0.087	0.111	0.121	0.127	0.142	0.159	0.172	0.079	0.135	0.165	0.107	0.126	37.88	0.126
Gemiddeld	4	0.023	0.044	0.078	0.106	0.116	0.123	0.138	0.155	0.164	0.073	0.131	0.159	0.102	0.121	36.30	0.121
Gemiddeld	6	0.018	0.038	0.069	0.098	0.108	0.115	0.132	0.150	0.157	0.066	0.123	0.154	0.095	0.114	34.27	0.114
Gemiddeld	9	0.014	0.028	0.051	0.079	0.090	0.106	0.123	0.142	0.148	0.052	0.115	0.145	0.083	0.104	31.16	0.104
Gemiddeld	15	0.012	0.019	0.039	0.065	0.077	0.094	0.113	0.132	0.138	0.042	0.103	0.135	0.073	0.094	28.05	0.094
Gemiddeld	27	0.007	0.012	0.019	0.035	0.061	0.084	0.098	0.118	0.125	0.027	0.091	0.121	0.059	0.080	23.89	0.080
Gemiddeld	51	0.007	0.010	0.016	0.022	0.033	0.053	0.076	0.095	0.104	0.018	0.064	0.100	0.041	0.060	18.14	0.060

Bylaag 3.4. Volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$) op verskillende dieptes (mm) van mikrolisimeters van die onderskeie behandelings wat van die Westleighgrond by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Behandeling	Dae na begin	Gemiddelde volumetriese waterinhoud per diepte interval van die Westleighgrond										Geweegde gemiddelde waterinhoudsverandering					W totaal	$\bar{\theta}$ tsimeter
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-150	150-200	200-250	250-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300			
Kontrole	0	0.181	0.185	0.190	0.193	0.195	0.233	0.266	0.270	0.286	0.189	0.250	0.278	0.219	0.239	71.63	0.239	
Kontrole	1	0.161	0.172	0.179	0.188	0.193	0.224	0.261	0.263	0.277	0.179	0.243	0.270	0.211	0.230	69.11	0.230	
Kontrole	2	0.100	0.155	0.166	0.182	0.188	0.207	0.241	0.246	0.254	0.158	0.224	0.250	0.191	0.211	63.22	0.211	
Kontrole	3	0.057	0.138	0.161	0.177	0.183	0.199	0.236	0.245	0.248	0.143	0.218	0.247	0.180	0.202	60.72	0.202	
Kontrole	4	0.053	0.127	0.157	0.174	0.181	0.193	0.226	0.244	0.245	0.138	0.210	0.245	0.174	0.197	59.24	0.197	
Kontrole	5	0.045	0.125	0.152	0.168	0.175	0.187	0.221	0.242	0.243	0.133	0.204	0.243	0.169	0.193	57.95	0.193	
Kontrole	7	0.037	0.121	0.146	0.158	0.164	0.172	0.218	0.238	0.242	0.125	0.195	0.240	0.160	0.187	56.02	0.187	
Kontrole	10	0.033	0.116	0.138	0.148	0.162	0.169	0.210	0.230	0.241	0.119	0.190	0.236	0.154	0.181	54.44	0.181	
Kontrole	35	0.027	0.078	0.128	0.137	0.143	0.150	0.184	0.201	0.218	0.103	0.167	0.210	0.135	0.160	47.91	0.160	
Kontrole	52	0.015	0.049	0.106	0.130	0.132	0.138	0.176	0.190	0.205	0.086	0.157	0.198	0.122	0.147	44.09	0.147	
Vlaklos	0	0.225	0.235	0.246	0.252	0.253	0.262	0.267	0.274	0.279	0.242	0.265	0.277	0.253	0.261	78.32	0.261	
Vlaklos	1	0.206	0.222	0.238	0.242	0.245	0.247	0.257	0.270	0.275	0.231	0.252	0.273	0.241	0.252	75.51	0.252	
Vlaklos	2	0.145	0.210	0.224	0.235	0.236	0.239	0.248	0.260	0.270	0.210	0.244	0.265	0.227	0.240	71.85	0.240	
Vlaklos	3	0.107	0.180	0.196	0.213	0.217	0.218	0.239	0.257	0.267	0.183	0.229	0.262	0.206	0.224	67.31	0.224	
Vlaklos	4	0.064	0.156	0.174	0.197	0.202	0.204	0.224	0.244	0.257	0.159	0.214	0.251	0.186	0.208	62.31	0.208	
Vlaklos	5	0.052	0.137	0.168	0.186	0.196	0.198	0.214	0.238	0.249	0.148	0.206	0.244	0.177	0.199	59.73	0.199	
Vlaklos	7	0.049	0.126	0.145	0.166	0.179	0.190	0.199	0.229	0.246	0.133	0.195	0.238	0.164	0.188	56.50	0.188	
Vlaklos	10	0.046	0.116	0.133	0.144	0.159	0.175	0.189	0.219	0.244	0.120	0.182	0.232	0.151	0.178	53.31	0.178	
Vlaklos	35	0.037	0.053	0.073	0.097	0.102	0.131	0.164	0.194	0.207	0.072	0.148	0.201	0.110	0.140	42.04	0.140	
Vlaklos	52	0.011	0.038	0.057	0.068	0.073	0.103	0.132	0.177	0.200	0.049	0.118	0.189	0.083	0.118	35.54	0.118	
Dieplos	0	0.230	0.236	0.240	0.242	0.246	0.248	0.254	0.260	0.300	0.239	0.251	0.280	0.245	0.257	76.98	0.257	
Dieplos	1	0.204	0.212	0.219	0.226	0.232	0.235	0.240	0.250	0.292	0.219	0.238	0.271	0.228	0.242	72.71	0.242	
Dieplos	2	0.140	0.185	0.187	0.191	0.199	0.204	0.228	0.245	0.285	0.180	0.216	0.265	0.198	0.220	66.14	0.220	
Dieplos	3	0.131	0.168	0.179	0.181	0.192	0.199	0.225	0.240	0.257	0.170	0.212	0.249	0.191	0.210	63.07	0.210	
Dieplos	4	0.121	0.157	0.177	0.179	0.183	0.194	0.216	0.238	0.240	0.163	0.205	0.239	0.184	0.202	60.74	0.202	
Dieplos	5	0.095	0.145	0.175	0.176	0.178	0.192	0.215	0.236	0.237	0.154	0.204	0.237	0.179	0.198	59.38	0.198	
Dieplos	7	0.080	0.130	0.162	0.165	0.172	0.184	0.208	0.230	0.234	0.142	0.196	0.232	0.169	0.190	56.98	0.190	
Dieplos	10	0.053	0.117	0.154	0.158	0.161	0.169	0.201	0.219	0.227	0.129	0.185	0.223	0.157	0.179	53.66	0.179	
Dieplos	35	0.035	0.069	0.098	0.113	0.125	0.142	0.168	0.190	0.212	0.088	0.155	0.201	0.122	0.148	44.40	0.148	
Dieplos	52	0.025	0.063	0.088	0.098	0.109	0.123	0.158	0.179	0.185	0.077	0.141	0.182	0.109	0.133	39.91	0.133	
Versteur	0	0.260	0.269	0.273	0.276	0.278	0.282	0.283	0.285	0.288	0.271	0.283	0.287	0.277	0.280	84.02	0.280	
Versteur	1	0.221	0.242	0.253	0.263	0.268	0.274	0.277	0.281	0.285	0.249	0.276	0.283	0.262	0.269	80.79	0.269	
Versteur	2	0.138	0.207	0.236	0.245	0.255	0.266	0.268	0.273	0.284	0.216	0.267	0.279	0.242	0.254	76.17	0.254	
Versteur	3	0.099	0.175	0.192	0.206	0.214	0.226	0.237	0.259	0.281	0.177	0.232	0.270	0.204	0.226	67.87	0.226	
Versteur	4	0.051	0.142	0.175	0.186	0.198	0.207	0.222	0.239	0.278	0.150	0.215	0.259	0.182	0.208	62.34	0.208	
Versteur	5	0.041	0.136	0.169	0.180	0.195	0.199	0.221	0.234	0.271	0.144	0.210	0.253	0.177	0.202	60.67	0.202	
Versteur	7	0.040	0.128	0.163	0.177	0.191	0.197	0.216	0.231	0.257	0.140	0.207	0.244	0.173	0.197	59.03	0.197	
Versteur	10	0.030	0.108	0.157	0.172	0.186	0.193	0.209	0.225	0.242	0.131	0.201	0.234	0.166	0.188	56.51	0.188	
Versteur	35	0.024	0.044	0.089	0.118	0.124	0.139	0.153	0.178	0.203	0.080	0.146	0.191	0.113	0.139	41.63	0.139	
Versteur	52	0.018	0.034	0.061	0.076	0.098	0.119	0.143	0.161	0.162	0.057	0.131	0.162	0.094	0.117	34.99	0.117	
Gemiddeld	0	0.224	0.231	0.237	0.241	0.243	0.256	0.268	0.272	0.288	0.235	0.262	0.280	0.249	0.259	77.74	0.259	
Gemiddeld	1	0.198	0.212	0.222	0.230	0.235	0.245	0.259	0.266	0.282	0.219	0.252	0.274	0.236	0.248	74.53	0.248	
Gemiddeld	2	0.131	0.189	0.203	0.213	0.220	0.229	0.246	0.256	0.273	0.191	0.238	0.265	0.214	0.231	69.35	0.231	
Gemiddeld	3	0.099	0.165	0.182	0.194	0.202	0.211	0.234	0.250	0.263	0.168	0.222	0.257	0.195	0.216	64.74	0.216	
Gemiddeld	4	0.072	0.146	0.171	0.184	0.191	0.200	0.222	0.241	0.255	0.153	0.211	0.248	0.182	0.204	61.16	0.204	
Gemiddeld	5	0.058	0.136	0.166	0.178	0.186	0.194	0.218	0.238	0.250	0.145	0.206	0.244	0.175	0.198	59.43	0.198	
Gemiddeld	7	0.052	0.126	0.154	0.167	0.177	0.186	0.210	0.232	0.245	0.135	0.198	0.238	0.166	0.190	57.13	0.190	
Gemiddeld	10	0.041	0.114	0.146	0.156	0.167	0.177	0.202	0.223	0.239	0.125	0.189	0.231	0.157	0.182	54.48	0.182	
Gemiddeld	35	0.031	0.061	0.097	0.116	0.124	0.141	0.167	0.191	0.210	0.086	0.154	0.200	0.120	0.147	44.00	0.147	
Gemiddeld	52	0.017	0.046	0.078	0.093	0.103	0.121	0.152	0.177	0.188	0.067	0.137	0.182	0.102	0.129	38.63	0.129	

Bylaag 3.5. Gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte en geweege gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte ($\text{mm}^2 \text{dag}^{-1}$) van 100mm lagies van die verskillende behandelings op die onderskeie dieptes van die Bainsveigrond wat by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Behandeling	Dae na begin	Gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte per diepte-interval (mm) van die Bainsveigrond									Geweege gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte per diepte-interval					TOTALE	Gew. gem.
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-150	150-200	200-250	250-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	Diffusie	DIFFUSIE
Kontrole	1	1049	1631	1644	3867	667	585	122	126	0	1771	353	128	1062	750	2251	750
Kontrole	2	11	165	189	400	118	400	210	162	0	177	305	162	241	214	643	214
Kontrole	6	19	38	18	150	60	129	33	27	0	57	81	27	69	55	165	55
Kontrole	9	53	113	91	347	95	107	38	28	0	140	72	28	106	80	240	80
Kontrole	13	11	24	100	118	118	211	55	25	0	74	133	25	104	78	233	78
Kontrole	17	31	41	100	243	167	120	16	15	0	116	68	15	92	66	199	66
Kontrole	22	47	75	147	109	4	40	25	39	0	76	33	39	55	49	148	49
Kontrole	27	47	33	26	19	92	217	25	24	0	43	121	24	82	63	188	63
Kontrole	51	8	10	14	24	32	13	4	12	0	18	8	12	13	12	37	12
Vlaklos	1	1022	920	729	827	933	624	117	182	0	886	370	182	628	479	1438	479
Vlaklos	2	52	311	234	400	343	507	73	165	0	268	290	165	279	241	723	241
Vlaklos	6	47	60	25	220	75	80	7	28	0	85	43	28	64	52	157	52
Vlaklos	9	125	110	72	560	133	102	10	24	0	200	56	24	128	93	280	93
Vlaklos	13	39	14	33	150	50	58	16	64	0	57	37	64	47	53	158	53
Vlaklos	17	13	12	33	83	75	62	33	75	0	43	47	75	45	55	166	55
Vlaklos	22	14	32	108	70	116	27	16	28	0	68	21	28	45	39	117	39
Vlaklos	27	14	16	13	19	360	32	75	32	0	84	54	32	69	57	170	57
Vlaklos	51	8	4	2	7	24	5	43	4	0	9	24	4	17	12	37	12
Dieplos	1	1413	1244	1900	1273	831	341	126	133	0	1332	233	133	783	566	1699	566
Dieplos	2	90	158	338	327	122	300	137	169	0	207	219	169	213	198	595	198
Dieplos	6	81	74	79	57	43	69	13	15	0	67	41	15	54	41	122	41
Dieplos	9	87	24	44	67	71	133	38	28	0	59	86	28	72	58	173	58
Dieplos	13	21	5	17	150	89	300	29	20	0	56	165	20	110	80	241	80
Dieplos	17	9	7	68	350	78	233	13	16	0	102	123	16	113	81	242	81
Dieplos	22	35	53	167	288	68	80	29	80	0	122	55	80	88	86	257	86
Dieplos	27	45	44	47	30	11	31	40	47	0	36	35	47	35	39	118	39
Dieplos	51	5	4	2	3	6	6	4	4	0	4	5	4	5	4	13	4
Versteur	1	529	781	650	933	100	73	89	61	0	599	86	61	342	249	746	249
Versteur	2	102	179	154	320	80	84	61	43	0	167	72	43	120	94	283	94
Versteur	6	45	76	47	47	12	24	33	26	0	45	29	26	37	33	99	33
Versteur	9	42	36	47	95	55	65	40	15	0	55	52	15	53	40	121	40
Versteur	13	19	7	29	129	60	79	32	20	0	49	56	20	52	42	125	42
Versteur	17	45	38	88	100	57	56	48	59	0	65	52	59	59	59	176	59
Versteur	22	24	24	48	73	133	71	49	23	0	60	60	23	60	48	144	48
Versteur	27	29	18	20	29	36	16	23	11	0	27	19	11	23	19	57	19
Versteur	51	2	5	7	18	46	22	15	20	0	16	19	20	17	18	54	18
Gemiddeld	1	914	1089	1056	1246	507	316	115	109	0	962	216	109	589	429	1287	429
Gemiddeld	2	68	204	216	356	139	240	105	116	0	197	173	116	185	162	485	162
Gemiddeld	6	44	69	39	84	40	52	17	24	0	55	35	24	45	38	114	38
Gemiddeld	9	74	58	61	173	82	92	26	22	0	90	59	22	74	57	171	57
Gemiddeld	13	21	11	36	134	73	113	27	28	0	55	70	28	62	51	153	51
Gemiddeld	17	24	23	65	139	84	84	28	42	0	67	56	42	62	55	165	55
Gemiddeld	22	30	44	104	106	76	54	29	39	0	72	41	39	57	51	153	51
Gemiddeld	27	29	27	26	23	55	37	39	26	0	32	38	26	35	32	97	32
Gemiddeld	51	6	6	7	14	21	11	12	9	0	11	12	9	11	10	31	10

diffusie koeffisiënte

Bylaag 3.6. Gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte en geweege gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte ($\text{mm}^2 \cdot \text{dag}^{-1}$) van 100mm laeies van die verskillende behandelings op die onderskeie dieptes van die Huttongrond wat by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Behandeling	Dae na begin	Gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte per diepte-interval van die Huttongrond									Geweege gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte per diepte-interval					TOTALE	Gew. gem.
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-150	150-200	200-250	250-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	Diffusie	DIFFUSIE
Kontrole	1	1115	1231	756	1067	480	240	240	261	0	930	240	261	585	477	1430	477
Kontrole	2	133	200	145	267	104	74	400	311	0	170	237	311	203	239	718	239
Kontrole	3	22	50	62	259	207	272	560	473	0	120	416	473	268	336	1009	336
Kontrole	4	57	55	27	92	182	327	733	514	0	83	530	514	306	376	1127	376
Kontrole	6	19	29	26	100	240	145	200	116	0	83	173	116	128	124	371	124
Kontrole	9	13	20	65	147	667	57	50	62	0	182	54	62	118	99	298	99
Kontrole	15	17	30	91	58	200	39	82	139	0	79	61	139	70	93	279	93
Kontrole	27	20	43	88	54	83	58	62	58	0	58	60	58	59	59	176	59
Kontrole	51	5	12	17	19	12	14	18	17	0	13	16	17	15	15	46	15
Vlaklos	1	1502	5200	6933	7760	3440	759	509	423	0	4967	634	423	2800	2008	6024	2008
Vlaklos	2	145	800	1800	1133	368	104	107	147	0	849	105	147	477	367	1102	367
Vlaklos	3	45	229	533	200	133	86	111	286	0	228	98	286	163	204	612	204
Vlaklos	4	69	618	1680	550	267	138	282	296	0	637	210	296	424	381	1143	381
Vlaklos	6	91	339	600	253	106	50	90	131	0	278	70	131	174	160	479	160
Vlaklos	9	22	90	107	33	25	35	65	75	0	55	50	75	52	60	180	60
Vlaklos	15	11	17	14	16	7	21	22	37	0	13	22	37	17	24	72	24
Vlaklos	27	8	10	16	21	9	14	15	30	0	13	14	30	14	19	57	19
Vlaklos	51	3	14	24	12	4	10	9	18	0	11	10	18	11	13	39	13
Dieplos	1	1472	2000	3956	3800	5360	1815	423	174	0	3317	1119	174	2218	1537	4611	1537
Dieplos	2	70	302	1143	1323	1491	372	104	168	0	866	238	168	552	424	1272	424
Dieplos	3	68	336	650	1300	438	222	152	255	0	558	187	255	373	333	1000	333
Dieplos	4	101	317	267	400	41	123	70	171	0	225	96	171	161	164	493	164
Dieplos	6	53	78	111	93	48	129	32	176	0	77	81	176	79	111	334	111
Dieplos	9	63	50	120	73	48	114	18	107	0	71	66	107	68	81	244	81
Dieplos	15	6	16	73	19	25	30	10	67	0	28	20	67	24	38	114	38
Dieplos	27	7	13	17	8	39	10	8	24	0	17	9	24	13	17	50	17
Dieplos	51	3	6	9	7	19	6	3	11	0	9	4	11	7	8	24	8
Versteur	1	880	1168	1657	1360	1840	380	427	141	0	1381	403	141	892	642	1925	642
Versteur	2	60	133	277	240	480	133	308	78	0	238	221	78	229	179	537	179
Versteur	3	65	111	240	105	240	92	226	105	0	152	159	105	156	139	416	139
Versteur	4	113	91	95	63	133	116	200	41	0	99	158	41	129	99	298	99
Versteur	6	40	39	100	55	100	50	52	49	0	67	51	49	59	56	167	56
Versteur	9	31	47	70	149	93	55	39	31	0	78	47	31	62	52	156	52
Versteur	15	13	28	38	61	14	19	11	26	0	31	15	26	23	24	71	24
Versteur	27	2	8	8	11	17	27	16	18	0	9	21	18	15	16	48	16
Versteur	51	2	6	7	8	11	9	7	9	0	7	8	9	7	8	24	8
Gemiddeld	1	1223	1857	2157	2560	1982	643	416	222	0	1956	529	222	1243	903	2708	903
Gemiddeld	2	101	271	511	641	455	157	169	133	0	396	163	133	280	231	693	231
Gemiddeld	3	50	141	244	333	240	149	186	186	0	201	167	186	184	185	555	185
Gemiddeld	4	81	154	184	260	160	161	208	154	0	168	184	154	176	169	506	169
Gemiddeld	6	54	78	103	119	101	79	63	93	0	91	71	93	81	85	254	85
Gemiddeld	9	26	48	83	101	73	53	35	53	0	66	44	53	55	54	163	54
Gemiddeld	15	13	23	48	37	28	27	21	50	0	30	24	50	27	35	104	35
Gemiddeld	27	11	20	28	23	31	27	19	30	0	23	23	30	23	25	75	25
Gemiddeld	51	4	10	14	11	10	9	8	14	0	10	9	14	9	11	32	11

Bylaag 3.7. Gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte en geweege gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte ($\text{mm}^2 \text{dag}^{-1}$) van 100mm laeies van die verskillende behandelings op die onderskeie dieptes van die Clovellygrond wat by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Behandeling	Dae na begin	Gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte per diepte-interval van die Clovellygrond									Geweege gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte per diepte-interval					TOTALE	Gew. gem.
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-150	150-200	200-250	250-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	Diffusie	DIFFUSIE
Kontrole	1	793	920	1200	442	1733	95	1000	533	0	1018	547	533	782	699	2098	699
Kontrole	2	13	141	480	116	667	145	646	400	0	283	396	400	340	360	1079	360
Kontrole	3	49	184	300	152	400	255	333	232	0	217	294	232	255	247	742	247
Kontrole	4	50	97	100	133	147	92	100	248	0	106	96	248	101	150	449	150
Kontrole	6	50	152	129	105	153	91	59	89	0	118	75	89	96	94	281	94
Kontrole	9	144	190	86	243	170	145	227	286	0	167	186	286	176	213	638	213
Kontrole	15	600	11	8	67	21	49	67	87	0	141	58	87	100	95	286	95
Kontrole	27	50	18	30	47	33	69	60	50	0	36	64	50	50	50	150	50
Kontrole	51	6	9	18	32	44	26	13	35	0	22	19	35	21	25	76	25
Vlaklos	1	1076	1093	555	526	1429	1400	1200	500	0	936	1300	500	1118	912	2736	912
Vlaklos	2	159	311	164	182	533	400	743	356	0	270	571	356	421	399	1197	399
Vlaklos	3	133	141	86	182	320	560	933	250	0	172	747	250	460	390	1169	390
Vlaklos	4	171	122	57	122	320	1000	1000	333	0	159	1000	333	579	497	1492	497
Vlaklos	6	36	48	31	109	680	1400	378	238	0	181	889	236	535	435	1306	435
Vlaklos	9	44	56	69	182	236	240	44	100	0	118	142	100	130	120	360	120
Vlaklos	15	12	29	34	102	146	113	67	178	0	65	90	178	77	111	332	111
Vlaklos	27	27	49	46	68	25	26	53	186	0	43	40	186	41	89	268	89
Vlaklos	51	6	4	3	8	11	15	23	41	0	6	19	41	13	22	66	22
Dieplos	1	880	889	686	476	733	104	33	116	0	733	69	116	401	306	917	306
Dieplos	2	153	182	154	147	286	74	47	158	0	184	61	158	123	134	403	134
Dieplos	3	64	43	150	327	300	65	26	114	0	177	45	114	111	112	337	112
Dieplos	4	62	21	171	400	133	35	17	87	0	157	26	87	92	90	270	90
Dieplos	6	52	18	400	320	178	74	31	153	0	194	52	153	123	133	399	133
Dieplos	9	35	65	844	600	222	43	10	163	0	353	26	163	190	181	542	181
Dieplos	15	43	57	88	79	52	13	5	67	0	64	9	67	36	47	140	47
Dieplos	27	33	40	50	51	40	12	12	58	0	43	12	58	28	38	113	38
Dieplos	51	5	6	12	30	36	13	9	23	0	18	11	23	14	17	51	17
Versteur	1	1336	739	523	304	600	133	189	71	0	700	161	71	431	311	933	311
Versteur	2	92	56	38	90	514	72	250	123	0	158	161	123	159	147	442	147
Versteur	3	57	30	55	163	933	109	327	145	0	248	218	145	233	204	611	204
Versteur	4	89	113	170	286	857	122	545	250	0	303	334	250	318	296	887	296
Versteur	6	67	33	44	171	224	33	91	120	0	108	62	120	85	97	290	97
Versteur	9	17	27	46	184	70	42	476	178	0	69	259	178	184	169	506	169
Versteur	15	4	22	29	49	7	67	600	127	0	22	333	127	178	161	482	161
Versteur	27	33	33	33	21	8	83	60	39	0	26	72	39	49	45	136	45
Versteur	51	2	3	10	13	20	154	617	139	0	10	385	139	198	178	534	178
Gemiddeld	1	1017	872	630	429	960	179	158	172	0	781	169	172	475	374	1123	374
Gemiddeld	2	101	158	130	128	427	111	171	195	0	189	141	195	165	175	524	175
Gemiddeld	3	74	81	99	184	419	133	127	168	0	171	130	168	151	157	470	157
Gemiddeld	4	83	88	109	210	267	107	104	218	0	151	105	218	128	158	475	158
Gemiddeld	6	52	48	60	156	228	93	61	139	0	109	77	139	93	108	325	108
Gemiddeld	9	53	70	86	235	150	68	59	193	0	119	63	193	91	125	376	125
Gemiddeld	15	36	33	32	78	49	43	35	113	0	45	39	113	42	66	198	66
Gemiddeld	27	33	33	39	40	22	25	25	68	0	34	25	68	29	42	126	42
Gemiddeld	51	4	6	12	19	23	23	19	43	0	13	21	43	17	26	77	26

Bylaag 3.8. Gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte en geweege gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte ($\text{mm}^2 \cdot \text{dag}^{-1}$) van 100mm lagies van die verskillende behandelings op die onderskeie dieptes van die Westleighgrond wat by die laagverdampingseksperiment bepaal is.

Behandeling	Dae na begin	Gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte per diepte-interval van die Westleighgrond									Geweege gemiddelde diffusiwiteitskoeffisiënte per diepte-interval					TOTALE	Gew. gem.
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-150	150-200	200-250	250-300	0-100	100-200	200-300	0-200	0-300	Diffusie	DIFFUSIE
Kontrole	1	880	800	533	400	64	80	800	213	0	535	440	213	488	396	1189	396
Kontrole	2	473	667	304	400	176	208	2114	727	0	404	1161	727	783	764	2293	764
Kontrole	3	176	259	125	333	149	73	171	255	0	208	122	255	165	195	585	195
Kontrole	4	39	113	85	154	114	91	163	400	0	101	127	400	114	209	628	209
Kontrole	5	26	49	133	343	200	66	72	800	0	150	69	800	109	340	1019	340
Kontrole	7	15	38	114	323	260	45	34	200	0	150	40	200	95	130	390	130
Kontrole	10	7	37	109	80	44	17	53	80	0	56	35	80	45	57	171	57
Kontrole	35	5	11	18	24	43	10	24	30	0	20	17	30	18	22	67	22
Kontrole	52	11	11	21	53	42	7	14	18	0	28	10	18	19	19	56	19
Vlaklos	1	492	311	720	1800	836	667	280	320	0	832	473	320	653	542	1625	542
Vlaklos	2	360	347	560	1600	1360	358	304	400	0	845	331	400	588	525	1578	525
Vlaklos	3	197	773	714	3280	4000	400	160	120	0	1793	280	120	1036	731	2193	731
Vlaklos	4	162	541	380	1378	3867	283	295	400	0	1266	289	400	777	651	1954	651
Vlaklos	5	70	204	166	453	1200	178	145	233	0	419	162	233	290	271	814	271
Vlaklos	7	17	136	221	322	385	184	89	86	0	216	136	86	176	146	438	146
Vlaklos	10	12	81	142	200	173	145	44	38	0	122	95	38	108	85	254	85
Vlaklos	35	13	53	49	83	36	23	13	26	0	47	18	26	33	30	91	30
Vlaklos	52	22	19	30	136	23	23	15	16	0	46	19	16	33	27	81	27
Dieplos	1	1429	1636	1644	1200	2160	982	600	88	0	1614	791	88	1202	831	2493	831
Dieplos	2	687	2622	2436	1943	3200	593	252	59	0	2178	422	59	1300	886	2659	886
Dieplos	3	127	769	1200	358	400	64	100	232	0	571	82	232	326	295	884	295
Dieplos	4	115	168	400	293	311	117	119	400	0	257	118	400	188	258	775	258
Dieplos	5	177	112	667	533	112	27	28	667	0	320	27	667	174	338	1014	338
Dieplos	7	60	90	1200	378	108	64	60	360	0	367	62	360	215	263	789	263
Dieplos	10	47	41	286	240	173	52	60	200	0	157	56	200	107	138	413	138
Dieplos	35	11	25	85	86	40	17	25	23	0	50	21	23	35	31	94	31
Dieplos	52	5	7	24	32	27	11	11	32	0	19	11	32	15	21	62	21
Versteur	1	880	1253	1015	1314	720	1400	667	400	0	1037	1033	400	1035	823	2470	823
Versteur	2	524	520	737	827	494	1360	756	240	0	620	1058	240	839	639	1918	639
Versteur	3	196	661	1443	1778	1409	2185	667	206	0	1097	1426	206	1261	910	2729	910
Versteur	4	194	400	592	720	667	523	359	151	0	515	441	151	478	369	1106	369
Versteur	5	34	73	218	133	338	97	80	63	0	159	89	63	124	104	311	104
Versteur	7	10	41	72	48	120	34	57	54	0	58	46	54	52	53	158	53
Versteur	10	24	41	51	48	92	42	56	65	0	51	49	65	50	55	165	55
Versteur	35	11	22	44	93	84	59	40	33	0	51	49	33	50	44	133	44
Versteur	52	10	12	37	57	30	19	15	52	0	30	17	52	23	33	99	33
Gemiddeld	1	852	843	945	1114	333	320	500	152	0	817	410	152	614	460	1379	460
Gemiddeld	2	497	689	811	1145	620	368	529	227	0	752	449	227	600	476	1428	476
Gemiddeld	3	180	589	724	1096	789	298	276	208	0	675	287	208	481	390	1170	390
Gemiddeld	4	131	295	337	582	491	201	241	258	0	368	221	258	294	282	847	282
Gemiddeld	5	63	105	182	297	255	84	82	133	0	180	83	133	132	132	397	132
Gemiddeld	7	21	74	192	222	206	65	63	85	0	143	64	85	103	97	292	97
Gemiddeld	10	21	46	116	127	133	46	52	71	0	89	49	71	69	70	209	70
Gemiddeld	35	10	24	48	71	48	22	24	28	0	40	23	28	32	30	91	30
Gemiddeld	52	11	12	29	60	27	14	14	28	0	28	14	28	21	23	70	23

Bylaag 4.2. Kumulatiewe verdamping met tyd vir die verskillende behandelings van die versadigingseksperiment met die onderskeie gronde.

Grond	Behandeling	Kumulatiewe verdamping (mm) op verskillende dae na begin																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	25	28	30	35	42	49	56
Bainsvlei	KONPLOEG	10.8	13.5	16.2	18.1	20.2	21.0	22.0	22.9	24.3	25.5	26.3	27.3	28.6	29.0	30.1	30.9	32.1	32.9	33.6	34.8	34.9	37.0	40.0	41.7	43.0
	KONLOS	7.8	9.1	10.6	11.4	12.5	13.5	14.2	14.8	15.5	16.5	17.2	17.6	18.7	19.0	20.2	20.7	21.7	22.4	23.0	24.2	24.2	27.9	30.2	31.9	33.2
	KONVAS	5.4	6.5	7.9	8.4	9.2	9.7	10.6	11.0	12.1	12.8	13.3	13.7	15.0	15.3	16.2	16.7	17.5	18.2	18.8	19.8	20.1	22.5	24.5	25.9	27.1
	DEKLOS	8.6	10.6	12.1	13.6	14.5	14.9	15.7	16.3	17.2	18.0	18.7	19.0	20.0	20.9	21.6	23.0	23.5	24.2	24.4	25.9	26.5	31.9	33.9	35.1	36.6
	DEKVAS	7.5	8.9	10.5	11.5	12.3	13.3	14.0	14.4	15.4	16.1	16.8	17.2	18.4	19.0	19.7	20.6	21.2	21.8	22.3	23.3	23.6	26.1	27.8	29.3	31.0
	GEEN	8.0	9.7	11.1	12.2	13.2	13.5	14.0	14.6	15.8	16.5	17.2	18.1	19.6	20.1	21.1	22.2	23.0	24.0	24.7	26.1	26.2	30.2	32.4	33.9	36.1
	GEMIDDELD	8.0	9.7	11.4	12.5	13.7	14.3	15.1	15.7	16.7	17.6	18.3	18.8	20.1	20.5	21.5	22.4	23.2	23.9	24.5	25.7	25.9	29.3	31.5	33.0	34.5
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	13.1	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	15.3	NB	NB	NB	NB	NB	16.6	NB	17.2
Hutton	KONPLOEG	9.5	11.0	12.6	13.8	15.0	16.0	17.1	17.7	18.8	19.8	20.7	21.3	22.9	23.3	24.6	25.8	26.9	28.0	28.8	29.7	29.8	35.6	38.2	40.5	42.2
	KONLOS	10.5	12.7	14.7	16.0	17.2	17.9	18.8	19.5	20.5	21.7	22.6	23.3	24.8	25.1	26.5	27.5	28.8	29.6	30.3	31.5	31.6	37.7	41.1	43.0	44.8
	KONVAS	3.1	6.1	8.9	10.3	11.5	12.5	13.3	14.3	15.5	16.1	16.9	17.3	18.8	19.2	20.4	21.4	22.5	23.4	24.2	25.4	25.8	30.1	32.4	34.2	36.6
	DEKLOS	8.5	11.0	13.9	15.6	17.2	17.9	18.6	19.3	20.4	21.3	22.2	22.7	24.6	25.2	26.3	27.1	28.0	29.0	29.7	30.8	30.8	35.5	37.9	39.3	41.1
	DEKVAS	10.2	12.9	15.0	16.4	17.3	17.8	19.0	19.6	20.6	21.4	22.0	22.6	24.7	25.4	26.4	27.3	28.2	29.2	30.0	31.3	31.4	34.8	37.3	38.7	40.5
	GEEN	7.8	10.1	11.8	12.7	13.3	13.7	14.3	14.8	15.7	16.1	16.8	17.3	18.4	19.0	19.5	20.4	21.1	21.7	22.1	22.9	23.1	26.0	27.7	28.8	30.7
	GEMIDDELD	8.3	10.6	12.8	14.1	15.3	16.0	16.8	17.5	18.6	19.4	20.2	20.7	22.4	22.9	23.9	24.9	25.9	26.8	27.5	28.6	28.7	33.3	35.7	37.4	39.3
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	14.8	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	15.4	NB	NB	NB	NB	NB	13.7	NB	13.9
Clovelly	KONPLOEG	7.6	9.7	11.0	12.0	13.2	15.0	15.7	16.4	17.2	18.1	18.8	19.3	20.3	20.8	21.7	23.2	24.1	24.6	25.3	26.2	26.2	29.6	31.3	32.2	33.1
	KONLOS	9.3	11.7	13.7	15.2	17.0	17.9	19.1	20.1	21.4	22.8	24.0	24.7	26.7	27.3	29.1	30.4	31.8	32.8	33.7	35.0	35.2	39.8	42.4	45.4	48.4
	KONVAS	12.7	16.5	19.5	21.4	23.3	24.4	25.6	26.7	28.1	29.3	30.3	31.0	32.9	33.4	34.7	36.0	37.0	38.0	39.0	40.1	40.2	43.4	45.3	46.4	47.8
	DEKLOS	9.2	11.3	13.4	14.9	16.3	16.9	18.4	19.1	20.6	22.7	23.8	24.4	26.6	27.5	29.0	30.3	31.2	32.3	33.1	35.7	35.9	39.6	42.0	43.8	45.7
	DEKVAS	12.5	15.6	18.3	20.9	23.1	24.0	25.6	26.9	28.9	30.7	32.7	34.1	37.3	38.5	40.7	42.2	43.5	44.7	45.1	46.3	46.8	49.8	51.9	53.3	54.3
	GEEN	9.7	12.6	15.5	17.7	20.3	21.4	22.5	23.6	25.5	26.6	27.8	28.7	30.4	31.2	32.3	33.4	34.2	35.2	35.9	36.8	37.1	40.0	42.4	44.3	46.0
	GEMIDDELD	10.2	12.9	15.2	17.0	18.9	19.9	21.1	22.1	23.6	25.0	26.2	27.0	29.0	29.8	31.3	32.6	33.6	34.6	35.3	36.7	36.9	40.4	42.5	44.2	45.9
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	13.9	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	24.7	NB	NB	NB	NB	NB	26.3	NB	25.6
Westleigh	KONPLOEG	9.7	11.6	13.4	14.6	16.0	16.4	17.7	18.4	19.5	20.4	21.3	21.9	23.3	23.7	24.7	25.6	26.7	27.5	28.4	29.4	29.4	31.0	33.2	34.7	36.4
	KONLOS	11.0	13.8	16.2	17.4	18.8	19.3	20.1	20.9	22.0	22.8	23.6	24.0	25.2	25.6	26.7	27.7	28.5	29.2	29.7	30.8	31.0	34.2	36.0	37.8	39.1
	KONVAS	11.4	15.4	18.5	20.7	22.4	23.3	24.4	25.6	26.9	28.1	29.1	29.8	31.9	32.5	33.7	34.9	35.8	36.7	37.3	38.2	38.7	40.9	42.4	43.3	44.4
	DEKLOS	8.1	10.8	13.2	15.2	17.0	17.5	18.7	19.5	21.0	21.9	22.9	23.5	24.8	25.4	26.2	27.8	28.6	29.3	29.8	30.7	30.8	34.2	36.0	37.2	38.3
	DEKVAS	11.4	15.5	20.4	24.4	28.9	30.8	33.1	35.1	36.9	38.3	39.4	40.2	41.9	42.6	43.6	44.9	45.4	46.1	46.9	47.7	47.8	50.3	52.1	52.7	54.1
	GEEN	9.9	13.9	18.1	20.8	25.3	26.8	28.1	29.4	30.8	31.7	32.9	33.6	35.5	36.1	37.1	38.2	39.4	40.2	41.0	42.2	42.4	45.5	47.6	49.1	50.6
	GEMIDDELD	10.3	13.5	16.6	18.9	21.4	22.4	23.7	24.8	26.2	27.2	28.2	28.8	30.4	31.0	32.0	33.2	34.1	34.8	35.5	36.5	36.7	39.3	41.2	42.5	43.8
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	11.5	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	13.4	NB	NB	NB	NB	NB	15.7	NB	8.3

Bylaag 4.4. Verandering in gemiddelde volumetriese waterinhoud met tyd vir die verskillende behandelings van die veldwaterkapasiteitseksperiment van die onderskeie gronde.

Grond	Behandeling	Gemiddelde volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$) op verskillende dae na benatting																				
		Veldwaterkapasiteit									8mm reën toegedien							22mm reën toegedien				
		0	1	3	4	5	6	7	8	10	0	1	2	3	4	5	7	0	1	2	3	4
Bainsvlei	KONPLOEG	0.236	0.213	0.193	0.184	0.177	0.171	0.168	0.165	0.160	0.188	0.171	0.165	0.162	0.160	0.159	0.156	0.231	0.214	0.194	0.185	0.181
	KONLOS	0.235	0.215	0.192	0.181	0.172	0.166	0.162	0.160	0.154	0.181	0.164	0.160	0.158	0.155	0.153	0.150	0.226	0.209	0.189	0.179	0.173
	KONVAS	0.228	0.206	0.178	0.166	0.157	0.152	0.148	0.145	0.141	0.169	0.150	0.145	0.142	0.141	0.139	0.136	0.211	0.197	0.178	0.168	0.162
	DEKLOS	0.249	0.227	0.205	0.195	0.188	0.182	0.178	0.176	0.170	0.199	0.183	0.178	0.177	0.175	0.173	0.170	0.247	0.228	0.206	0.199	0.196
	DEKVAS	0.259	0.229	0.204	0.192	0.181	0.172	0.168	0.166	0.160	0.189	0.171	0.164	0.162	0.160	0.158	0.156	0.232	0.214	0.192	0.184	0.179
	GEEN	0.236	0.216	0.193	0.182	0.175	0.171	0.165	0.163	0.158	0.187	0.169	0.163	0.161	0.159	0.158	0.154	0.228	0.210	0.193	0.188	0.184
	GEMIDDELD	0.240	0.218	0.194	0.183	0.175	0.169	0.165	0.162	0.157	0.185	0.168	0.163	0.160	0.159	0.157	0.154	0.229	0.212	0.192	0.184	0.179
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	
Hutton	KONPLOEG	0.200	0.180	0.157	0.149	0.143	0.139	0.136	0.134	0.130	0.159	0.141	0.136	0.134	0.132	0.131	0.128	0.204	0.188	0.171	0.166	0.163
	KONLOS	0.203	0.184	0.168	0.160	0.155	0.152	0.149	0.147	0.143	0.171	0.152	0.148	0.146	0.145	0.144	0.141	0.216	0.199	0.183	0.177	0.172
	KONVAS	0.204	0.184	0.163	0.156	0.151	0.148	0.145	0.144	0.140	0.168	0.151	0.148	0.146	0.145	0.143	0.140	0.215	0.199	0.184	0.178	0.175
	DEKLOS	0.219	0.199	0.174	0.164	0.157	0.152	0.150	0.147	0.141	0.169	0.152	0.147	0.144	0.142	0.141	0.137	0.213	0.196	0.175	0.167	0.163
	DEKVAS	0.243	0.219	0.198	0.186	0.176	0.169	0.166	0.164	0.159	0.187	0.170	0.163	0.160	0.159	0.158	0.155	0.231	0.214	0.193	0.184	0.178
	GEEN	0.204	0.185	0.174	0.172	0.170	0.168	0.166	0.165	0.162	0.191	0.173	0.168	0.166	0.165	0.164	0.160	0.232	0.214	0.193	0.183	0.180
	GEMIDDELD	0.212	0.192	0.172	0.165	0.159	0.155	0.152	0.150	0.146	0.174	0.157	0.152	0.149	0.148	0.147	0.144	0.218	0.202	0.183	0.176	0.172
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	
Clovelly	KONPLOEG	0.249	0.218	0.188	0.174	0.167	0.162	0.159	0.157	0.152	0.177	0.159	0.155	0.153	0.151	0.149	0.145	0.220	0.202	0.178	0.169	0.166
	KONLOS	0.228	0.205	0.184	0.176	0.170	0.165	0.162	0.160	0.155	0.183	0.166	0.162	0.159	0.158	0.156	0.153	0.228	0.213	0.196	0.187	0.181
	KONVAS	0.227	0.205	0.174	0.162	0.156	0.152	0.149	0.147	0.142	0.170	0.152	0.147	0.144	0.143	0.140	0.137	0.213	0.196	0.177	0.167	0.162
	DEKLOS	0.255	0.217	0.190	0.179	0.174	0.169	0.166	0.164	0.158	0.186	0.165	0.159	0.156	0.154	0.152	0.150	0.224	0.202	0.182	0.175	0.172
	DEKVAS	0.230	0.209	0.183	0.172	0.160	0.150	0.144	0.140	0.132	0.161	0.142	0.138	0.135	0.132	0.130	0.127	0.203	0.186	0.166	0.155	0.149
	GEEN	0.250	0.218	0.192	0.177	0.164	0.154	0.145	0.140	0.132	0.160	0.143	0.136	0.131	0.130	0.129	0.125	0.201	0.182	0.160	0.147	0.140
	GEMIDDELD	0.240	0.212	0.185	0.173	0.165	0.159	0.154	0.151	0.145	0.173	0.155	0.149	0.146	0.145	0.143	0.140	0.215	0.197	0.177	0.167	0.162
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	
Westleigh	KONPLOEG	0.202	0.183	0.166	0.162	0.160	0.157	0.156	0.155	0.153	0.181	0.164	0.158	0.156	0.156	0.154	0.152	0.226	0.211	0.192	0.182	0.176
	KONLOS	0.231	0.208	0.181	0.169	0.161	0.155	0.152	0.150	0.145	0.174	0.155	0.150	0.148	0.147	0.144	0.141	0.217	0.199	0.179	0.172	0.169
	KONVAS	0.214	0.192	0.167	0.160	0.155	0.150	0.148	0.146	0.141	0.170	0.152	0.149	0.146	0.144	0.142	0.139	0.215	0.197	0.180	0.173	0.169
	DEKLOS	0.236	0.217	0.195	0.183	0.176	0.172	0.169	0.167	0.163	0.192	0.174	0.168	0.163	0.162	0.158	0.152	0.220	0.203	0.187	0.179	0.175
	DEKVAS	0.239	0.217	0.190	0.175	0.164	0.159	0.154	0.152	0.147	0.176	0.157	0.151	0.148	0.147	0.145	0.141	0.217	0.196	0.175	0.167	0.162
	GEEN	0.245	0.224	0.200	0.187	0.179	0.175	0.172	0.170	0.166	0.195	0.177	0.170	0.167	0.166	0.165	0.161	0.239	0.221	0.197	0.185	0.180
	GEMIDDELD	0.228	0.207	0.183	0.172	0.166	0.161	0.159	0.157	0.153	0.181	0.163	0.157	0.155	0.154	0.148	0.145	0.222	0.205	0.185	0.176	0.172
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	

BYLAAG 4.5. Kumlatiewe verdamping met tyd vir die verskillende behandelings van die veldwaterkapasiteitseksperiment met die onderskeie gronde.

Grond	Behandeling	Kumulatiewe verdamping (mm) op verskillende dae na benatting																	
		Veldwaterkapasiteit								8mm reën toegedien						22mm reën toegedien			
		1	3	4	5	6	7	8	10	1	2	3	4	5	7	1	2	3	4
Bainsvlei	KONPLOEG	6.8	12.8	15.5	17.8	19.4	20.5	21.3	22.8	5.2	7.0	7.9	8.4	8.6	9.6	5.1	11.1	13.7	15.1
	KONLOS	6.0	12.8	16.2	18.7	20.7	21.9	22.5	24.3	5.0	6.3	7.0	7.7	8.4	9.3	5.1	11.2	14.2	15.9
	KONVAS	5.9	14.6	18.1	20.7	22.4	23.6	24.2	25.6	5.8	7.2	8.0	8.4	9.1	9.9	4.4	10.0	13.0	14.8
	DEKLOS	6.5	13.2	16.1	18.4	20.1	21.1	21.9	23.6	4.9	6.2	6.7	7.2	7.8	8.7	5.7	12.4	14.4	15.3
	DEKVAS	9.0	16.3	20.0	23.2	25.9	27.2	27.9	29.6	5.5	7.6	8.1	8.6	9.2	9.9	5.6	12.0	14.5	16.0
	GEEN	6.0	12.9	16.3	18.4	19.5	21.2	21.9	23.4	5.5	7.1	7.9	8.2	8.7	9.8	5.4	10.6	12.2	13.2
	GEMIDDELD	6.7	13.8	17.0	19.5	21.3	22.6	23.3	24.9	5.3	6.9	7.6	8.1	8.6	9.5	5.2	11.2	13.7	15.0
KBV (T _{0.05})	NB	NB	NB	11.2	NB	NB	NB	14.4	NB	NB	NB	NB	NB	1.8	NB	NB	NB	2.9	
Hutton	KONPLOEG	6.0	12.8	15.3	17.0	18.4	19.1	19.8	21.0	5.2	6.8	7.6	8.0	8.5	9.2	4.9	9.7	11.3	12.2
	KONLOS	5.7	10.6	12.8	14.4	15.3	16.3	16.7	18.0	5.6	6.8	7.4	7.8	8.1	9.0	5.0	9.8	11.8	13.2
	KONVAS	5.9	12.4	14.4	16.0	16.9	17.7	18.1	19.3	5.1	6.0	6.5	6.8	7.5	8.4	4.7	9.4	11.0	11.9
	DEKLOS	6.1	13.5	16.6	18.8	20.2	20.9	21.8	23.5	5.1	6.8	7.7	8.1	8.5	9.7	5.1	11.2	13.6	14.9
	DEKVAS	7.2	13.6	17.1	20.2	22.2	23.3	23.9	25.3	5.1	7.2	8.0	8.3	8.7	9.6	5.1	11.3	14.2	15.9
	GEEN	5.7	9.2	9.8	10.4	11.0	11.4	11.7	12.7	5.4	6.8	7.4	7.8	8.3	9.3	5.6	11.8	14.7	15.7
	GEMIDDELD	6.1	12.0	14.3	16.1	17.4	18.1	18.7	20.0	5.3	6.7	7.4	7.8	8.3	9.2	5.1	10.5	12.8	14.0
KBV (T _{0.05})	NB	NB	NB	7.6	NB	NB	NB	9.6	NB	NB	NB	NB	NB	1.5	NB	NB	NB	4.5	
Clovelly	KONPLOEG	9.4	18.5	22.6	24.7	26.1	27.1	27.7	29.1	5.5	6.6	7.3	8.0	8.5	9.7	5.6	12.6	15.4	16.3
	KONLOS	6.3	12.7	14.9	16.7	18.3	19.2	19.9	21.3	5.1	6.4	7.0	7.4	8.1	9.0	4.6	9.5	12.4	14.0
	KONVAS	6.7	16.0	19.4	21.3	22.6	23.5	24.1	25.6	5.6	7.0	7.8	8.3	8.9	10.0	5.1	10.7	13.6	15.3
	DEKLOS	11.3	19.4	22.7	24.4	25.8	26.7	27.2	29.1	6.2	8.3	9.1	9.5	10.2	10.8	6.6	12.7	14.6	15.6
	DEKVAS	6.2	14.1	17.5	20.9	24.0	25.7	27.2	29.4	5.5	6.9	7.7	8.5	9.3	10.1	5.0	11.2	14.4	16.1
	GEEN	9.5	17.3	22.0	25.8	28.9	31.4	32.9	35.4	5.2	7.3	8.7	9.0	9.5	10.6	5.6	12.3	16.3	18.3
	GEMIDDELD	8.2	16.3	19.8	22.3	24.3	25.6	26.5	28.3	5.5	7.1	7.9	8.4	9.1	10.0	5.4	11.5	14.5	16.0
KBV (T _{0.05})	NB	NB	NB	6.7	NB	NB	NB	11.7	NB	NB	NB	NB	NB	2.5	NB	NB	NB	4.4	
Westleigh	KONPLOEG	5.7	10.9	12.1	12.7	13.5	13.8	14.1	14.8	4.9	6.8	7.3	7.5	8.0	8.6	4.5	10.1	13.2	15.0
	KONLOS	6.8	15.0	18.6	21.0	22.8	23.6	24.4	25.8	5.6	7.0	7.7	8.0	8.9	9.8	5.5	11.4	13.5	14.5
	KONVAS	6.7	14.2	16.3	17.9	19.2	19.9	20.6	22.0	5.2	6.3	7.2	7.5	8.2	9.2	5.3	10.4	12.4	13.8
	DEKLOS	5.8	12.4	15.9	18.2	19.3	20.1	20.6	21.9	5.4	7.7	8.5	9.0	10.1	11.9	5.0	10.0	12.3	13.5
	DEKVAS	6.8	14.8	19.4	22.7	24.3	25.5	26.1	27.7	5.7	7.4	8.3	8.8	9.4	10.5	6.2	12.7	15.0	16.5
	GEEN	6.3	13.6	17.5	19.7	21.0	21.8	22.5	23.7	5.4	7.5	8.3	8.6	9.0	10.2	5.4	12.4	16.0	17.7
	GEMIDDELD	6.4	13.5	16.7	18.7	20.0	20.8	21.4	22.6	5.4	7.1	7.9	8.3	8.9	10.0	5.3	11.2	13.8	15.1
KBV (T _{0.05})	NB	NB	NB	5.8	NB	NB	NB	6.3	NB	NB	NB	NB	NB	12.1	NB	NB	NB	4.8	

Bylaag 4.5. (vervolg)

Kumulatiewe verdamping (mm) op verskillende dae na benatting																									
6mm reën toegedien																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	15	17	20	22	24	27	29	31	34	38	43	45	48	52	59
1.1	3.8	4.9	5.7	6.2	6.7	7.2	8.0	8.2	8.6	10.2	10.8	11.9	12.9	13.5	13.9	14.0	14.8	15.5	16.7	18.2	19.6	20.9	22.4	23.0	24.3
1.1	3.4	4.5	5.4	6.0	6.7	7.2	7.8	8.6	9.2	10.9	11.7	12.7	13.9	14.5	14.8	14.9	16.0	16.9	18.3	19.9	21.9	22.9	23.8	24.8	26.5
1.4	3.8	4.8	5.7	6.3	6.9	7.5	8.2	8.4	9.0	10.4	11.3	12.3	13.4	14.0	14.3	14.4	15.6	16.3	17.6	18.9	20.4	21.4	22.3	23.3	24.6
1.6	4.2	5.2	6.2	6.8	7.2	8.0	8.4	8.8	9.5	11.0	12.3	13.3	15.0	15.6	16.1	17.9	18.9	19.7	20.5	22.3	23.8	25.3	26.1	27.1	30.1
1.6	4.1	5.1	5.9	6.5	7.0	7.5	7.9	8.0	8.5	9.9	10.7	11.8	13.2	13.9	14.2	14.4	15.3	16.2	16.9	18.7	20.6	23.2	24.7	25.6	29.0
1.6	4.1	5.3	6.3	6.9	7.3	7.9	8.4	8.8	9.4	11.5	12.3	13.5	14.5	15.2	15.9	16.1	17.1	18.1	19.6	21.5	23.1	24.2	25.9	26.8	29.1
1.4	3.9	5.0	5.9	6.5	7.0	7.6	8.1	8.5	9.0	10.6	11.5	12.6	13.8	14.4	14.9	15.3	16.3	17.1	18.3	19.9	21.6	23.0	24.2	25.1	27.2
NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	1.1	NB	NB	NB	1.3	NB	NB	NB	NB	NB	NB	2.3	NB	NB	NB	NB	4.0
1.0	3.6	4.9	5.8	6.4	7.1	7.5	8.3	8.7	9.2	11.2	11.9	13.0	13.7	14.4	14.7	14.9	16.0	16.8	18.0	19.4	21.0	22.4	23.4	24.7	26.7
1.3	4.0	5.2	6.1	6.7	7.3	7.8	8.9	9.3	10.0	11.8	12.6	13.8	15.5	16.1	16.9	17.1	18.2	19.0	20.2	21.8	23.4	24.6	25.6	26.6	28.3
1.0	3.6	4.5	5.2	5.9	6.5	6.9	7.8	8.0	8.7	10.9	12.1	13.3	14.7	15.3	15.9	16.6	18.0	18.6	20.5	22.0	24.0	25.2	26.1	27.5	29.0
1.3	3.8	4.9	5.7	6.3	6.8	7.4	8.1	8.3	8.9	10.3	11.3	12.2	13.2	13.8	14.2	14.2	15.1	15.9	17.0	18.7	19.6	21.1	22.1	23.1	24.2
1.4	4.2	5.4	6.3	7.0	7.4	8.0	8.5	8.8	9.4	10.7	12.2	13.3	14.6	15.3	15.8	16.0	16.9	17.6	18.9	20.4	22.2	23.5	24.8	25.6	27.6
1.8	4.4	5.2	6.0	6.5	6.8	7.3	7.7	8.2	8.8	10.3	10.9	11.9	12.6	13.1	13.5	13.6	14.7	15.3	16.3	17.9	19.8	21.1	22.2	23.3	26.3
1.3	3.9	5.0	5.8	6.5	7.0	7.5	8.2	8.5	9.2	10.9	11.8	12.9	14.0	14.7	15.2	15.4	16.5	17.2	18.5	20.0	21.7	23.0	24.0	25.1	27.0
NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	1.6	NB	NB	NB	2.9	NB	NB	NB	NB	NB	NB	4.4	NB	NB	NB	NB	7.7
1.6	4.1	4.9	5.6	6.3	6.7	7.4	8.1	8.4	8.9	10.3	11.1	12.2	13.5	14.5	15.1	15.3	16.5	17.4	18.7	20.9	22.1	23.2	25.2	26.3	28.8
1.0	3.4	4.3	5.1	5.9	6.5	6.9	7.7	8.0	8.6	10.5	11.4	12.9	15.2	15.9	16.5	17.1	18.1	19.2	21.3	23.2	25.5	27.0	28.4	29.6	31.6
1.2	3.8	4.8	5.7	6.5	7.0	7.6	8.5	8.9	9.7	11.1	12.0	13.1	14.3	15.0	15.6	15.6	16.3	17.1	18.0	19.3	20.7	21.9	22.8	23.7	25.0
1.7	4.4	5.2	6.0	6.6	7.2	7.8	8.3	8.7	9.4	10.8	12.4	13.5	14.8	15.4	15.9	16.4	17.6	18.6	20.1	22.1	24.3	25.7	27.4	28.4	31.4
1.5	3.6	4.9	5.8	6.4	6.9	7.5	8.1	8.5	9.1	10.2	11.6	12.6	14.6	15.3	15.7	15.7	16.8	17.6	18.9	20.4	21.8	23.0	24.1	25.1	26.2
1.6	4.1	5.5	6.3	6.9	7.2	8.0	8.3	8.7	9.4	11.2	11.9	13.1	13.7	14.4	14.7	14.9	15.9	16.8	17.9	19.5	21.1	22.6	23.6	24.4	26.0
1.4	3.9	4.9	5.8	6.4	6.9	7.5	8.2	8.5	9.2	10.7	11.7	12.9	14.4	15.1	15.6	15.8	16.9	17.8	19.2	20.9	22.6	23.9	25.3	26.3	28.2
NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	1.5	NB	NB	NB	3.7	NB	NB	NB	NB	NB	NB	6.1	NB	NB	NB	NB	7.8
1.2	3.9	5.0	5.8	6.4	6.6	7.1	7.5	8.0	8.6	10.0	10.7	11.8	12.6	13.2	13.5	13.8	15.0	15.7	17.2	18.8	20.5	21.7	23.2	24.2	26.1
1.5	3.9	5.0	6.0	6.5	7.0	7.8	8.6	9.0	9.5	11.3	12.0	13.0	14.0	14.6	15.1	15.2	15.8	16.3	17.0	18.8	20.7	21.8	22.9	24.2	26.0
1.5	3.8	4.6	5.7	6.3	6.9	7.5	8.2	8.8	9.6	11.5	12.2	13.2	14.2	14.9	15.2	15.3	16.4	17.1	18.4	19.8	21.1	22.1	23.0	24.1	25.5
1.9	4.2	5.3	6.1	6.7	7.1	7.7	8.1	8.5	9.1	10.7	11.5	12.2	13.0	13.6	14.1	14.4	15.4	16.2	17.6	19.0	20.4	21.4	22.6	23.4	25.1
1.7	4.2	5.1	5.9	6.5	6.8	7.3	7.8	8.3	8.8	10.1	10.7	11.6	12.3	13.0	13.3	13.4	14.3	15.0	16.3	17.6	18.6	19.9	21.1	21.9	23.3
1.5	4.3	5.2	6.0	6.7	7.2	7.8	8.1	8.4	9.0	10.5	11.3	12.3	13.1	13.9	14.5	14.7	15.7	16.4	17.8	19.3	21.0	22.2	24.4	25.6	27.4
1.6	4.1	5.0	5.9	6.5	7.0	7.5	8.1	8.5	9.1	10.7	11.4	12.4	13.2	13.8	14.3	14.5	15.4	16.1	17.4	18.9	20.4	21.5	22.9	23.9	25.6
NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	2.1	NB	NB	NB	3.0	NB	NB	NB	NB	NB	NB	4.6	NB	NB	NB	NB	6.4

Bylaag 4.7. Gemiddelde volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$), verdampbare waterinhoud ($\Delta\theta$) op die onderskeie dae van die totale mikrolisimeter van verskillende tekstuurgronde wat by die boonste grens van plantopneembare waterinhoud en by die helfte van die totale plantopneembare waterinhoud begin verdamp het.

Behandelings		Gemiddelde volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$) op verskillende dae na begin																				$\Delta\theta$	
(S+K) (%)	KLEI (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	11	13	15	18	22	25	29	33	41	50	57		61
		Aanvangswaterinhoud van mikromikrolisimeters by boonste grens van plantopneembare waterinhoud																					
4	2	0.148	0.140	0.131	0.122	0.108	0.100	0.098	0.096	0.093	0.088	0.085	0.083	0.082	0.079	0.077	0.075	0.073	0.070	0.065	0.060	0.057	0.091
5	5	0.152	0.144	0.136	0.126	0.110	0.098	0.094	0.090	0.086	0.077	0.073	0.070	0.067	0.060	0.056	0.053	0.051	0.047	0.041	0.034	0.029	0.123
8	6	0.163	0.155	0.147	0.138	0.122	0.109	0.106	0.102	0.096	0.087	0.083	0.079	0.077	0.074	0.070	0.067	0.065	0.060	0.056	0.052	0.047	0.116
10	8	0.171	0.164	0.157	0.148	0.133	0.121	0.117	0.114	0.109	0.098	0.092	0.089	0.084	0.081	0.077	0.074	0.072	0.067	0.059	0.054	0.050	0.121
16	12	0.194	0.187	0.180	0.171	0.155	0.142	0.139	0.135	0.129	0.118	0.112	0.107	0.103	0.098	0.093	0.088	0.085	0.076	0.070	0.065	0.060	0.134
18	15	0.239	0.231	0.224	0.215	0.201	0.187	0.181	0.178	0.170	0.152	0.135	0.119	0.104	0.095	0.088	0.084	0.081	0.076	0.070	0.066	0.060	0.179
25	23	0.287	0.279	0.272	0.263	0.251	0.239	0.236	0.231	0.225	0.212	0.202	0.193	0.180	0.174	0.166	0.158	0.153	0.142	0.134	0.130	0.124	0.163
49	44	0.199	0.190	0.182	0.174	0.165	0.161	0.158	0.156	0.153	0.146	0.141	0.136	0.130	0.125	0.119	0.112	0.108	0.100	0.091	0.088	0.085	0.114
66	55	0.264	0.251	0.239	0.229	0.219	0.213	0.211	0.210	0.206	0.199	0.194	0.189	0.183	0.176	0.169	0.163	0.159	0.149	0.139	0.134	0.130	0.134
Gemiddeld		0.202	0.193	0.185	0.176	0.163	0.152	0.149	0.146	0.141	0.131	0.124	0.118	0.112	0.107	0.102	0.097	0.094	0.087	0.081	0.076	0.071	0.131
		Aanvangswaterinhoud van mikromikrolisimeters by die helfte van die totale plantopneembare waterinhoud																					
(S+K) (%)	KLEI (%)																						
4	2	0.071	0.061	0.053	0.045	0.041	0.039	0.038	0.038	0.037	0.034	0.032	0.031	0.029	0.028	0.025	0.023	0.021	0.019	0.017	0.013	0.011	0.060
5	5	0.071	0.064	0.056	0.048	0.041	0.038	0.037	0.036	0.034	0.031	0.029	0.027	0.026	0.026	0.024	0.023	0.022	0.022	0.019	0.012	0.010	0.061
8	6	0.079	0.071	0.063	0.054	0.044	0.041	0.040	0.038	0.036	0.033	0.031	0.029	0.028	0.027	0.026	0.025	0.024	0.023	0.020	0.017	0.014	0.065
10	8	0.081	0.073	0.066	0.057	0.050	0.047	0.046	0.045	0.043	0.039	0.037	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.030	0.028	0.024	0.022	0.019	0.062
16	12	0.095	0.087	0.079	0.071	0.064	0.061	0.060	0.058	0.056	0.052	0.049	0.047	0.045	0.043	0.040	0.039	0.038	0.036	0.031	0.029	0.025	0.070
18	15	0.097	0.090	0.082	0.074	0.066	0.063	0.062	0.060	0.059	0.055	0.052	0.050	0.049	0.047	0.045	0.043	0.042	0.039	0.035	0.030	0.026	0.071
25	23	0.110	0.103	0.097	0.089	0.082	0.079	0.078	0.077	0.075	0.070	0.067	0.065	0.063	0.060	0.057	0.056	0.054	0.050	0.048	0.043	0.041	0.069
49	44	0.150	0.141	0.133	0.126	0.117	0.112	0.110	0.109	0.106	0.099	0.093	0.089	0.082	0.077	0.071	0.066	0.064	0.056	0.052	0.047	0.044	0.106
66	55	0.184	0.173	0.165	0.158	0.150	0.146	0.145	0.143	0.141	0.135	0.130	0.126	0.121	0.117	0.112	0.106	0.102	0.093	0.089	0.083	0.080	0.104
Gemiddeld		0.104	0.096	0.088	0.080	0.073	0.070	0.068	0.067	0.065	0.061	0.058	0.056	0.053	0.051	0.048	0.046	0.044	0.041	0.037	0.033	0.030	0.074

Bylaag 4.8. Gemiddelde daaglikse verdampingstempo (mm.dag⁻¹), potensiële verdamping (E_p, mm.dag⁻¹), Klas A panverdamping (A-pan, mm.dag⁻¹), verwysingsverdamping (E_o, mm.dag⁻¹) en atmosferiese verdampingsaanvraag (AVA, mm.dag⁻¹) vanuit die totale mikrolisimeter van verskillende tekstuurgronde wat op die onderskeie dae gedurende die verdampingsiklus verdamp het.

Behandelings		Gemiddelde verdampingstempo (mm.dag ⁻¹) op verskillende dae na begin																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	11	13	15	18	22	25	29	33	41	50	57	61
E _p		2.76	2.00	2.93	5.87	5.46	2.01	1.69	3.59	2.11	3.27	3.20	3.42	3.92	4.38	4.89	5.75	3.15	3.23	4.87	4.37
A-pan		4.69	3.38	4.65	4.36	4.06	0.85	0.80	2.93	1.45	2.52	3.31	2.72	2.88	3.62	4.07	4.81	2.77	2.85	4.26	3.51
E _o		1.72	1.98	2.95	3.04	0.64	0.66	0.65	1.72	2.02	2.45	2.61	2.62	2.65	3.61	2.21	0.74	1.28	2.04	2.92	2.37
AVA		0.66	0.73	1.04	1.03	0.21	0.21	0.21	1.65	1.78	1.97	1.93	1.74	1.54	1.82	0.99	0.28	0.82	1.46	1.53	1.03
(S+K) (%)	KLEI (%)	Aanvangswaterinhoud van mikromikrolisimeters by boonste grens van plantopneembare waterinhoud																			
4	2	2.59	2.45	2.70	4.38	2.28	0.63	0.64	0.84	0.53	0.40	0.35	0.12	0.18	0.26	0.14	0.14	0.11	0.18	0.21	0.21
5	5	2.48	2.48	3.02	4.74	3.67	1.12	1.01	1.45	0.83	0.64	0.52	0.30	0.52	0.42	0.22	0.13	0.16	0.19	0.30	0.35
8	6	2.51	2.36	2.76	4.67	3.91	1.06	1.25	1.66	0.85	0.75	0.49	0.26	0.22	0.37	0.24	0.13	0.17	0.16	0.16	0.35
10	8	2.28	2.09	2.59	4.42	3.52	1.22	0.88	1.75	1.07	0.82	0.58	0.45	0.22	0.42	0.26	0.16	0.17	0.26	0.20	0.33
16	12	2.24	2.07	2.76	4.58	3.85	1.09	1.20	1.86	1.10	0.87	0.66	0.46	0.35	0.53	0.38	0.23	0.31	0.22	0.19	0.40
18	15	2.39	2.23	2.47	4.25	4.44	1.62	0.96	2.37	1.77	2.52	2.42	1.53	0.69	0.66	0.32	0.20	0.22	0.17	0.18	0.47
25	23	2.37	2.24	2.48	3.69	3.65	0.92	1.49	1.66	1.32	1.48	1.42	1.30	0.45	0.81	0.59	0.39	0.39	0.27	0.20	0.41
49	44	2.81	2.33	2.31	2.70	1.38	0.75	0.58	0.92	0.70	0.80	0.77	0.53	0.40	0.65	0.46	0.30	0.33	0.31	0.13	0.21
66	55	3.84	3.58	2.97	3.19	1.69	0.47	0.53	0.94	0.73	0.77	0.80	0.58	0.55	0.65	0.49	0.28	0.37	0.32	0.25	0.26
Gemiddeld KBV (T _{0.05})	NB	2.61	2.43	2.67	4.07	3.15	0.99	0.95	1.49	0.99	1.00	0.89	0.61	0.40	0.53	0.34	0.22	0.25	0.23	0.20	0.33
(S+K) (%)	KLEI (%)	Aanvangswaterinhoud van mikromikrolisimeters by die helfte van die totale plantopneembare waterinhoud																			
4	2	3.04	2.59	2.13	1.33	0.48	0.28	0.29	0.28	0.25	0.23	0.22	0.16	0.15	0.21	0.16	0.15	0.09	0.06	0.17	0.15
5	5	2.23	2.44	2.38	2.14	0.79	0.36	0.37	0.49	0.34	0.30	0.21	0.11	0.05	0.11	0.11	0.04	0.02	0.11	0.27	0.23
8	6	2.53	2.26	2.78	3.09	0.95	0.30	0.40	0.52	0.35	0.30	0.23	0.14	0.04	0.17	0.05	0.07	0.04	0.10	0.13	0.24
10	8	2.48	2.16	2.66	2.11	0.87	0.31	0.24	0.49	0.38	0.35	0.27	0.16	0.05	0.16	0.06	0.06	0.07	0.13	0.09	0.24
16	12	2.45	2.33	2.33	2.08	0.86	0.50	0.37	0.61	0.44	0.42	0.34	0.17	0.18	0.25	0.12	0.06	0.07	0.18	0.11	0.27
18	15	2.27	2.27	2.42	2.38	0.84	0.36	0.51	0.39	0.39	0.46	0.30	0.14	0.14	0.20	0.12	0.11	0.11	0.13	0.21	0.31
25	23	2.13	1.95	2.20	2.03	0.97	0.31	0.37	0.54	0.46	0.45	0.33	0.26	0.21	0.25	0.15	0.13	0.15	0.05	0.24	0.15
49	44	2.86	2.33	2.16	2.70	1.48	0.49	0.44	0.94	0.70	0.78	0.70	0.63	0.43	0.55	0.37	0.18	0.30	0.14	0.22	0.23
66	55	3.28	2.34	2.26	2.41	1.08	0.33	0.45	0.79	0.62	0.71	0.63	0.44	0.33	0.55	0.40	0.32	0.33	0.15	0.23	0.23
Gemiddeld KBV (T _{0.05})	NB	2.59	2.30	2.37	2.25	0.92	0.36	0.38	0.56	1.31	0.89	0.72	0.74	0.69	0.82	0.68	0.49	1.04	1.03	1.30	0.90

Bylaag 4.9. Gemiddelde kumulatiewe verdamping (mm), gemiddelde kumulatiewe potensiële verdamping (ΣE_p , mm), gemiddelde kumulatiewe Klas A panverdamping (ΣA -pan, mm), gemiddelde kumulatiewe verwysingsverdamping (ΣE_o , mm) en gemiddelde kumulatiewe atmosferiese verdampingsaanvraag (ΣAVA , mm) vanuit die totale mikrolisimeters met verskillende tekstuurgronde gronde wat op die onderskeie dae gedurende die tekstuureksperiment verdamp het.

Behandelings	Gemiddelde kumulatiewe verdamping (mm) op verskillende dae na begin																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	11	13	15	18	22	25	29	33	41	50	57	61	
ΣE_p	2.8	4.8	7.7	13.6	19.0	21.0	22.7	26.3	32.6	39.2	45.6	55.8	71.5	84.7	104.2	127.2	152.4	181.5	215.6	233.1	
ΣA -pan	4.7	8.1	12.7	17.1	21.1	22.0	22.8	25.7	30.1	35.1	41.7	49.9	61.4	72.2	88.5	107.7	129.9	155.5	185.4	199.4	
ΣE_o	1.7	3.7	6.7	9.7	10.3	11.0	11.6	13.4	19.4	24.3	29.5	37.4	48.0	58.8	67.6	70.6	80.8	99.2	119.7	129.2	
ΣAVA	0.7	1.4	2.4	3.5	3.7	3.9	4.1	5.7	11.1	15.0	18.9	24.1	30.3	35.7	39.7	40.8	47.4	60.6	71.3	75.4	
(S+K) (%)	KLEI (%)	Aanvangswaterinhoud van mikromikrolisimeters by boonste grens van plantopneembare waterinhoud																			
4	2	2.59	5.04	7.74	12.12	14.39	15.03	15.67	16.51	18.09	18.89	19.59	19.94	20.64	21.43	21.98	22.52	23.36	24.94	26.39	27.24
5	5	2.48	4.96	7.98	12.72	16.38	17.51	18.52	19.97	22.45	23.72	24.75	25.65	27.71	28.98	29.87	30.37	31.68	33.38	35.47	36.86
8	6	2.51	4.86	7.62	12.29	16.2	17.26	18.51	20.18	22.73	24.22	25.19	25.98	26.88	27.99	28.95	29.48	30.84	32.28	33.42	34.82
10	8	2.28	4.37	6.97	11.38	14.91	16.13	17.01	18.76	21.96	23.6	24.76	26.1	26.98	28.24	29.26	29.89	31.26	33.61	35.02	36.32
16	12	2.24	4.31	7.07	11.65	15.5	16.59	17.79	19.65	22.96	24.69	26.01	27.4	28.79	30.38	31.9	32.83	35.33	37.33	38.64	40.23
18	15	2.39	4.62	7.09	11.34	15.78	17.4	18.36	20.73	26.05	31.09	35.92	40.52	43.27	45.24	46.51	47.29	49.06	50.62	51.89	53.77
25	23	2.37	4.61	7.09	10.78	14.43	15.35	16.84	18.5	22.47	25.43	28.27	32.16	33.95	36.38	38.73	40.27	43.41	45.81	47.19	48.83
49	44	2.81	5.14	7.45	10.16	11.54	12.29	12.87	13.79	15.91	17.51	19.04	20.63	22.25	24.19	26.03	27.21	29.81	32.58	33.48	34.31
66	55	3.84	7.42	10.39	13.58	15.27	15.74	16.27	17.21	19.4	20.94	22.54	24.27	26.47	28.41	30.38	31.5	34.45	37.33	39.06	40.11
Gemiddeld KBV ($T_{0.05}$)		2.61	5.04	7.71	11.78	14.93	15.92	16.87	18.37	21.34	23.34	25.12	26.96	28.55	30.14	31.51	32.37	34.36	36.43	37.84	39.17
(S+K) (%)	KLEI (%)	Aanvangswaterinhoud van mikromikrolisimeters by die helfte van die totale plantopneembare waterinhoud																			
4	2	3.04	5.63	7.77	9.09	9.58	9.86	10.16	10.44	11.2	11.66	12.09	12.56	13.16	13.8	14.44	15.03	15.78	16.35	17.53	18.13
5	5	2.23	4.67	7.06	9.2	9.99	10.34	10.71	11.2	12.23	12.84	13.26	13.59	13.78	14.12	14.56	14.7	14.84	15.8	17.69	18.59
8	6	2.53	4.79	7.57	10.66	11.61	11.91	12.32	12.83	13.88	14.48	14.94	15.37	15.54	16.04	16.23	16.52	16.81	17.73	18.65	19.61
10	8	2.48	4.64	7.3	9.4	10.27	10.59	10.83	11.32	12.45	13.14	13.68	14.14	14.35	14.84	15.09	15.31	15.9	17.03	17.68	18.62
16	12	2.45	4.78	7.11	9.2	10.06	10.55	10.93	11.54	12.87	13.7	14.39	14.89	15.6	16.35	16.82	17.04	17.55	19.16	19.9	20.97
18	15	2.27	4.54	6.96	9.33	10.17	10.54	11.05	11.44	12.6	13.52	14.12	14.55	15.11	15.71	16.18	16.62	17.46	18.59	20.06	21.28
25	23	2.13	4.08	6.28	8.31	9.27	9.58	9.95	10.5	11.89	12.79	13.44	14.23	15.04	15.78	16.36	16.86	18.02	18.48	20.18	20.76
49	44	2.86	5.19	7.34	10.05	11.53	12.02	12.46	13.4	15.5	17.06	18.45	20.36	22.06	23.71	25.17	25.89	28.3	29.54	31.07	31.98
66	55	3.28	5.62	7.87	10.28	11.36	11.7	12.15	12.94	14.79	16.19	17.45	18.77	20.07	21.71	23.29	24.58	27.25	28.56	30.2	31.13
Gemiddeld KBV ($T_{0.05}$)		2.59	4.88	7.25	9.50	10.43	10.79	11.17	11.73	13.05	13.93	14.65	15.38	16.08	16.90	17.57	18.06	19.10	20.14	21.44	22.34

Bylaag 4.10. Gemiddelde volumetriese waterinhoud ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$) van die totale mikrolisimeter met twee verskillende tekstuurgronde wat onder verskillende persentasies beskaduwing gedurende die skadu-eksperiment verdamp het.

Behandelings		Aantal dae na begin																			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	11	15	18	22	25	29	33	41	50	57	61
Skadu (%)	Klei (%)	Gemiddelde volumetriese waterinhoud: sandgrond ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)																			
0	8	0.167	0.159	0.152	0.143	0.128	0.117	0.113	0.110	0.104	0.093	0.084	0.079	0.076	0.073	0.069	0.067	0.062	0.056	0.050	0.046
20	8	0.166	0.161	0.156	0.150	0.139	0.130	0.127	0.125	0.120	0.112	0.103	0.091	0.084	0.080	0.075	0.073	0.067	0.062	0.054	0.048
40	8	0.166	0.161	0.158	0.155	0.148	0.143	0.141	0.139	0.135	0.128	0.113	0.101	0.093	0.086	0.081	0.078	0.071	0.063	0.057	0.053
80	8	0.166	0.164	0.162	0.161	0.158	0.155	0.153	0.151	0.149	0.142	0.134	0.125	0.116	0.106	0.092	0.084	0.074	0.064	0.059	0.054
Gem. Sandgrond		0.166	0.161	0.157	0.152	0.144	0.136	0.133	0.131	0.127	0.119	0.109	0.099	0.093	0.086	0.079	0.075	0.069	0.061	0.055	0.050
Skadu (%)	Klei (%)	Gemiddelde volumetriese waterinhoud: sandkleileemgrond ($\text{mm}^3 \cdot \text{mm}^{-3}$)																			
0	23	0.223	0.215	0.208	0.199	0.188	0.175	0.172	0.167	0.162	0.148	0.129	0.116	0.110	0.102	0.094	0.089	0.078	0.072	0.068	0.062
20	23	0.223	0.218	0.212	0.206	0.194	0.185	0.182	0.179	0.173	0.162	0.150	0.145	0.139	0.133	0.128	0.125	0.118	0.116	0.109	0.105
40	23	0.224	0.219	0.215	0.211	0.205	0.198	0.197	0.195	0.191	0.184	0.174	0.164	0.158	0.152	0.146	0.141	0.133	0.124	0.117	0.111
80	23	0.223	0.221	0.219	0.217	0.214	0.210	0.208	0.207	0.205	0.198	0.189	0.179	0.174	0.165	0.154	0.145	0.136	0.130	0.121	0.115
Gem. Sandkleileemgrond		0.223	0.218	0.214	0.208	0.200	0.192	0.190	0.187	0.183	0.173	0.161	0.151	0.145	0.138	0.131	0.125	0.117	0.111	0.104	0.098

Bylaag 4.11. Gemiddelde potensiele verdampingstempo (E_p , mm.dag⁻¹), gemiddelde klas A-panverdampingstempo (A-pan, mm.dag⁻¹), gemiddelde verwysingsverdampingstempo (E_o , mm.dag⁻¹), gemiddelde atmosferiese verdampingsaanvraagstempo (AVA, mm.dag⁻¹) en gemiddelde grondoppervlakverdampingstempo (mm.dag⁻¹) van verskillende tekstuurgronde wat onder verskillende vlakke van beskaduwing by die onderskeie dae na begin wat by die skadu-eksperiment voorgekom het.

Behandelings	Gemiddelde verdampingstempo (mm.dag ⁻¹) op verskillende dae na begin																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	11	15	18	22	25	29	33	41	50	57	61
E_p	2.76	2.00	2.93	5.87	5.46	2.01	1.69	3.59	2.11	3.23	3.42	3.92	4.38	4.89	5.75	3.15	3.23	4.87	4.37
A-pan	4.69	3.38	4.65	4.36	4.06	0.85	0.80	2.93	1.45	2.91	2.72	2.88	3.62	4.07	4.81	2.77	2.85	4.26	3.51
E_o	1.72	1.98	2.95	3.04	0.64	0.66	0.65	1.72	2.02	2.53	2.62	2.65	3.61	2.21	0.74	1.28	2.04	2.92	2.37
AVA	0.66	0.73	1.04	1.03	0.21	0.21	0.21	1.65	1.78	1.95	1.74	1.54	1.82	0.99	0.28	0.82	1.46	1.53	1.03
% SKADU	Sandgrond																		
0	2.30	2.05	2.65	4.50	3.50	1.20	0.90	1.70	1.07	0.70	0.47	0.23	0.37	0.27	0.18	0.16	0.20	0.29	0.25
20	1.50	1.40	1.80	3.30	2.80	0.80	0.80	1.40	0.80	0.68	1.20	0.50	0.43	0.38	0.16	0.22	0.17	0.36	0.41
40	1.50	0.80	1.00	2.00	1.60	0.60	0.60	1.20	0.70	1.13	1.17	0.60	0.73	0.35	0.28	0.25	0.27	0.24	0.35
80	0.55	0.65	0.40	0.80	1.05	0.60	0.45	0.60	0.67	0.60	0.97	0.63	1.00	1.05	0.63	0.36	0.34	0.21	0.40
Gem. Sandgrond KBV ($T_{0.05}$)	1.46	1.23	1.46	2.65	2.24	0.80	0.69	1.23	0.81	0.78	0.95	0.49	0.63	0.51	0.31	0.25	0.24	0.28	0.35
% SKADU	Sandkleileemgrond																		
0	2.40	2.30	2.50	3.50	3.80	0.80	1.60	1.60	1.37	1.43	1.30	0.45	0.80	0.57	0.40	0.40	0.21	0.16	0.45
20	1.70	1.60	1.90	3.60	2.80	0.90	0.80	1.70	1.10	0.90	0.57	0.45	0.60	0.33	0.23	0.26	0.09	0.27	0.35
40	1.50	1.10	1.20	1.90	2.00	0.50	0.50	1.20	0.70	0.78	1.00	0.42	0.63	0.45	0.35	0.29	0.30	0.31	0.45
80	0.60	0.60	0.60	0.90	1.10	0.65	0.25	0.70	0.68	0.69	0.97	0.40	0.87	0.88	0.63	0.34	0.20	0.40	0.45
Gem. Sandkleileemgrond KBV ($T_{0.05}$)	1.55	1.40	1.55	2.48	2.43	0.71	0.79	1.30	0.96	0.95	0.96	0.43	0.73	0.56	0.40	0.32	0.20	0.29	0.43

Bylaag 4.12. Gemiddelde kumulatiewe potensiële verdamping (ΣE_p , mm), kumulatiewe klas A-panverdamping ($\Sigma A\text{-pan}$, mm), kumulatiewe verwysingsverdamping (ΣE_o , mm), kumulatiewe atmosferiese verdampingsaanvraag (ΣAVA , mm) en kumulatiewe grondoppervlakverdamping (mm) van verskillende tekstuurgronde wat onder verskillende vlakke van beskaduwing by die onderskeie dae na begin wat by die skadu-eksperiment voorgekom het.

Behandelings	Gemiddelde kumulatiewe verdamping (mm) op verskillende dae na begin																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	11	15	18	22	25	29	33	41	50	57	61
ΣE_p	2.8	4.8	7.7	13.6	19.0	21.0	22.7	26.3	32.6	45.6	55.8	71.5	84.7	104.2	127.2	152.4	181.5	215.6	233.1
$\Sigma A\text{-pan}$	4.7	8.1	12.7	17.1	21.1	22.0	22.8	25.7	30.1	41.7	49.9	61.4	72.2	88.5	107.7	129.9	155.5	185.4	199.4
ΣE_o	1.7	3.7	6.7	9.7	10.3	11.0	11.6	13.4	19.4	29.5	37.4	48.0	58.8	67.6	70.6	80.8	99.2	119.7	129.2
ΣAVA	0.7	1.4	2.4	3.5	3.7	3.9	4.1	5.7	11.1	18.9	24.1	30.3	35.7	39.7	40.8	47.4	60.6	71.3	75.4
% SKADU	Sandgrond																		
0	2.3	4.4	7.0	11.5	15.0	16.2	17.1	18.8	22.0	24.8	26.2	27.1	28.2	29.3	30.0	31.3	33.1	35.1	36.1
20	1.5	2.9	4.7	8.0	10.8	11.6	12.4	13.8	16.2	18.9	22.5	24.5	25.8	27.3	28.0	29.7	31.2	33.7	35.4
40	1.5	2.3	3.3	5.3	6.9	7.5	8.1	9.3	11.4	15.9	19.4	21.8	24.0	25.4	26.5	28.5	30.9	32.6	34.0
80	0.5	1.2	1.6	2.4	3.5	4.1	4.5	5.1	7.1	9.5	12.4	14.9	17.9	22.1	24.6	27.5	30.6	32.1	33.7
Gem. Sandgrond	1.5	2.7	4.2	6.8	9.0	9.8	10.5	11.8	14.2	17.3	20.1	22.1	24.0	26.0	27.3	29.3	31.5	33.4	34.8
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
% SKADU	Sandkleileemgrond																		
0	2.4	4.7	7.2	10.7	14.5	15.3	16.9	18.5	22.6	28.3	32.2	34.0	36.4	38.7	40.3	43.5	45.4	46.5	48.3
20	1.7	3.3	5.2	8.8	11.6	12.5	13.3	15.0	18.3	21.9	23.6	25.4	27.2	28.5	29.4	31.5	32.3	34.2	35.6
40	1.5	2.6	3.8	5.7	7.7	8.2	8.7	9.9	12.0	15.1	18.1	19.8	21.7	23.5	24.9	27.2	29.9	32.1	33.9
80	0.6	1.2	1.8	2.7	3.8	4.5	4.7	5.4	7.5	10.2	13.1	14.7	17.3	20.8	23.3	26.0	27.8	30.6	32.4
Gemiddelde Sandkleileemgrond	1.6	3.0	4.5	7.0	9.4	10.1	10.9	12.2	15.1	18.9	21.8	23.5	25.7	27.9	29.5	32.1	33.9	35.9	37.6
KBV ($T_{0.05}$)	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	15.0	11.5	10.7	9.9	9.4	8.7	8.8	10.3	12.7	11.5	13.5

Bylaag 4.13. Gemiddelde klas A-panverdamping, kumulatiewe klas A-panverdamping, verdamping, verdampingstempo en kumulatiewe grondoppervlakverdamping van verskillende grondbewerkings-behandelings wat gedurende die onderskeie eksperimente met die veldverdampingseksperiment bepaal is.

Dae na begin	Weerkundige parameters			Verdamping (mm)			Verdampingstempo (mm.dag ⁻¹)			Kumulatiewe verdamping (mm)		
	A-pan (mm.dag ⁻¹)	Σ A-pan (mm)	REËNVAL (mm)	GEEN	DEKLAAG	KONVENSIONEEL	GEEN	DEKLAAG	KONVENSIONEEL	GEEN	DEKLAAG	KONVENSIONEEL
Eksperiment 1												
1	12.5	12.5	18	2.50	2.17	2.79	2.50	2.17	2.79	2.50	2.17	2.79
2	9.2	21.7	4	3.50	3.68	3.37	3.50	3.68	3.37	6.00	5.85	6.15
3	8.08	29.78	2	4.49	5.50	5.37	4.49	5.50	5.37	10.49	11.35	11.53
4	4.39	34.17	0	0.97	1.05	1.07	0.97	1.05	1.07	11.46	12.39	12.60
Eksperiment 2												
1	7	7	33	6.62	6.70	5.80	6.62	6.70	5.80	6.62	6.70	5.80
2	7.7	14.7	9	6.00	6.57	6.26	6.00	6.57	6.26	12.63	13.27	12.06
3	6.02	20.72	0.4	3.15	5.27	5.04	3.15	5.27	5.04	15.78	18.54	17.10
4	9.82	30.54	0	2.25	3.67	3.77	2.25	3.67	3.77	18.03	22.21	20.87
5	10.88	41.42	0	1.81	2.38	2.81	1.81	2.38	2.81	19.83	24.58	23.68
Eksperiment 3												
1	12.5	12.5	12	3.77	4.88	4.08	3.77	4.88	4.08	3.77	4.88	4.08
2	13.16	25.66	0	2.87	3.23	2.32	2.87	3.23	2.32	6.64	8.11	6.40
3	13.42	39.08	0	1.60	1.89	1.42	1.60	1.89	1.42	8.24	9.99	7.82
Eksperiment 4												
1	8.14	8.14	35	2.35	1.32	0.80	2.35	1.32	0.80	2.35	1.32	0.80
2	5.34	13.48	0	1.42	0.96	1.01	1.42	0.96	1.01	3.77	2.27	1.81
3	7.96	21.44	0	1.52	1.32	1.11	1.52	1.32	1.11	5.29	3.59	2.92
4	8.6	30.04	0	1.83	1.16	1.58	1.83	1.16	1.58	7.13	4.75	4.49
5	9	39.04	0	0.49	0.41	0.28	0.49	0.41	0.28	7.62	5.16	4.78
6	10.5	49.54	0	2.38	1.99	2.12	2.38	1.99	2.12	9.99	7.15	6.90
8	10.8	60.34	0	2.01	1.78	1.83	1.01	0.89	0.92	11.00	8.04	7.81
10	10.18	70.52	0	0.62	0.57	0.34	0.31	0.28	0.17	11.31	8.33	7.98
Eksperiment 5												
1	6.76	6.76	7.5	1.78	1.89	4.67	1.78	1.89	4.67	1.78	1.89	4.67
2	10.14	16.9	0	0.98	1.24	0.96	0.98	1.24	0.96	2.76	3.12	5.63
3	9.18	26.08	0	0.90	0.93	0.96	0.90	0.93	0.96	3.67	4.05	6.59
4	8.42	34.5	0	0.10	0.21	0.21	0.10	0.21	0.21	3.77	4.26	6.79
5	3.92	38.42	0	0.05	0.00	0.08	0.05	0.00	0.08	3.82	4.26	6.87
6	8.5	46.92	0	1.66	1.79	1.58	1.66	1.79	1.58	5.48	6.05	8.45
8	9.5	56.42	0.5	0.83	0.83	0.78	0.41	0.41	0.39	5.90	6.47	8.84
Eksperiment 6												
1	5.12	5.12	2	1.52	1.63	1.39	1.52	1.63	1.39	1.52	1.63	1.39
2	10.64	15.76	0	2.12	2.30	2.07	2.12	2.30	2.07	3.64	3.93	3.46
4	5.74	21.5	0	0.75	0.98	0.85	0.37	0.49	0.43	4.02	4.42	3.89
5	3.52	25.02	0	1.04	1.09	1.25	1.04	1.09	1.25	5.06	5.51	5.14
6	4.7	29.72	0.5	1.19	1.03	0.96	1.19	1.03	0.96	6.25	6.54	6.09
7	5.76	35.48	0	0.57	0.54	0.54	0.57	0.54	0.54	6.81	7.09	6.63

