

**DIE INVLOED VAN UITRUILBARE
NATRIUMPERSENTASIE EN
KLEIMINERALOGIE OP DIE INFILTREERBAARHEID
VAN GRONDE WAT REEDS AS GEVOLG VAN
SIKLIESE BESPROEING VERSEËL IS**

deur

P.W. van Deventer

**Departement Plant- en Bodemwetenskappe
Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys**

VERSLAG AAN DIE

WATERNAVORSINGSKOMMISSIE

**WNK Verslag No. 499/1/2000
ISBN No. 1 86845 365 0**

EXECUTIVE SUMMARY

THE EFFECT OF EXCHANGEABLE SODIUM PERCENTAGE AND CLAY MINERALOGY ON THE INFILTRATION CAPACITY OF SOILS ALREADY SEALED DUE TO CYCLIC IRRIGATION

P.W. VAN DEVENTER

Department of Plant and Soil Science

Potchefstroom University for Christian Higher Education

REPORT TO

THE WATER RESEARCH COMMISSION

WRC Report No. : 499/1/2000

ISBN No : 1 86845 365 0

EXECUTIVE SUMMARY

BACKGROUND AND MOTIVATION

One of the requirements for improved management of irrigation systems is the knowledge of the amount of irrigation water that can be applied before runoff takes place. This amount, which determines the volume of water that can be efficiently applied, is determined mainly by the application rate and the infiltration capacity of the soil. If the infiltration characteristics of a soil are known beforehand, the hydraulic and mechanical attributes of irrigation systems can mostly be modified accordingly during the system design phase. It is, therefore, important to gain a better understanding of the factors which control soil infiltration characteristics. The infiltration capacity of soil is largely determined by the combined effects of temporal soil surface conditions, i.e. the degree of sealing and compaction, and permanent soil characteristics such as texture and clay mineralogy.

Soil surface characteristics are very dynamic. It is normal for a surface seal or crust to form as a result of a combination of mechanical and/or chemical factors under the impact of water drops. The nature of this crust is modified by characteristics of the water and/or soil.

Variations in water quality (as measured by the electric conductivity and sodium adsorption ratio), and the water application rate and drop size, in combination with varying soil characteristics, thus give rise to a large range of infiltration capacities. While much is already known about the effect these factors have on crust formation on recently cultivated (unsealed) soils, much less is known about the effect cyclic irrigation has on soils which have already been sealed by previous irrigations - as is evident in practice.

This project was motivated by the need to identify the effect which the interaction between soil and water characteristics has on soil surface sealing during cyclic irrigation conditions and to quantify the effect, if possible.

AIM

The aims of the project proposal to the WRC were as follows:

- i. Determine whether surface seals which form on soils varying in exchangeable sodium percentage (ESP) and/or clay mineralogy, remain stable or break down during successive irrigation cycles.
- ii. Since most of the previous studies regarding soil sealing were conducted on unsealed soils, this project aimed to determine the degree to which the findings of these earlier studies would be transferable to soils which have already been sealed.
- iii. Formulate recommendations regarding the modification of existing irrigation systems and the design of new ones by considering soil infiltration capacity, thereby improving water use efficiency.
- iv. Determine the effect that a variation in irrigation water quality has on seal and crust formation under cyclic irrigation.
- v. Determine whether or not different irrigation application rates affect the infiltration rate of soils with existing crusts.

MATERIALS AND METHODOLOGY

Soils of similar texture, covering a range of clay mineral composition, were selected and subjected to simulated irrigation applications at different rates. A range of ESP's was induced on the selected soils and it was determined what the effect this and different water qualities had on the infiltration rate. Cumulative infiltration (CUMINF), after a given time period, was used as a measure of crust formation.

Soils properties

- Eight different soils were selected to cover a range of clay mineral composition within a narrow texture range. The symbols used to distinguish soils and their clay mineral properties are as follows:

LK4: Kaolinite is the dominant clay mineral with illite and talc as subordinate clay minerals.

LK5: Pirofilitite is the dominant clay mineral with kaolinite and illite as subordinate minerals.

LK6: Kaolinite is the dominant clay mineral, with illite and smectite as subdominant minerals.

TB: Kaolinite is the dominant clay mineral, with abundant illite and some smectite.

TD: Smectite is the dominant clay mineral, with kaolinite subdominant and some illite.

FR: Illite is the dominant clay mineral, with subdominant kaolinite and some smectite and interstratified clay minerals.

VK: Illite is the dominant clay mineral with subdominant kaolinite and smectite.

WG: Kaolinite is the dominant clay mineral with abundant illite and manganese oxides.

- ☐ The texture of the soils used in the study varied between sandy clay loam and sandy loam with a clay content of between 16 and 26 percent.
- ☐ The ESP of the soils was adjusted to values of 1, 2, 5, 10 and 15, by leaching with an aqueous solution having a sodium adsorption ratio (SAR) equivalent to the desired ESP.

Water quality

The electrical conductivity (EC) of the water used to simulate irrigation water in the experiments was as follows:

- ☐ water adjusted to a desired SAR: 15 mS m^{-1} ,
- ☐ rain water: 7 mS m^{-1} ,
- ☐ municipal water: 69 mS m^{-1} ,

Irrigation simulation

A mobile field irrigation simulator was used in the initial stages of the investigation. Practical problems which were experienced, such as damage to field plots between irrigation events, necessitated that a laboratory type rain simulator be used for the remainder of the investigation. The laboratory irrigation simulator was previously used with great success in studies to determine crust formation on unsealed soils. Three different application rates were evaluated, viz. 30, 60 and 90 mm h⁻¹.

RESULTS

Clay mineralogy

Kaolinite dominated soils which contain no smectite, were found to be chemically stable. A modest decrease in CUMINF which was observed from one irrigation application to the next, was ascribed to mechanical sealing caused by the impact of drops. From the first to the sixth irrigation cycle, CUMINF decreased between 16 and 25% respectively for soils with an ESP of 1 and 15. Where low concentrations of smectite were present in kaolinitic soils, it contributed to chemical sealing and, consequently, gave rise to a decrease in CUMINF. Where iron- and manganese oxides were present in kaolinitic soils, these were also associated with a decrease in CUMINF.

Illitic soils were found to be more dispersive than kaolinitic soils and also displayed a larger decrease in CUMINF with increases in ESP. This implies that the chemical breakdown of aggregates contributes to sealing. The decrease in CUMINF from the first to the sixth cycle was 17% for an ESP of 1 compared to 36% for an ESP of 15. While the effect of the irrigation cycle was similar to that of kaolinitic soils for low soil ESP values, sealing increased markedly at higher ESP values compared to kaolinitic soils. Low concentrations of smectite in illitic soils did not contribute much to increased sealing. A possible explanation is that these soils formed small cracks during the drying out phase, which caused the seals to partially separate and lift from the soil below.

Smectite dominant soils displayed poor aggregate stability. This is mainly ascribed to the swelling potential which causes the aggregates to quench immediately after wetting. On the other hand, the shrinking characteristic of smectite rich soils caused the seal to partially break up during the drying out phase. As a result the decline in CUMINF is not as pronounced from one cycle to the next as is the case with illitic or

kaolinitic soil. At an ESP level of 1 the CUMINF declined by approximately 11% from the first to the sixth cycle, which is notably lower than the decrease found for kaolinitic and illitic soils. However, at an ESP of 15 the decline was 52%, which is much more than the corresponding decrease for the other two soils. This decrease can be ascribed to a much stronger dispersion effect at the higher ESP level, which strongly influences sealing in mainly the sub-surface layer.

Different to the other clay minerals, **pirofilite** dominated soils were found to display an increase in CUMINF with a small increase in ESP, e.g. from 1 to 5. However, further increases in ESP caused a decline of CUMINF, as found with other clay minerals. This anomalous behaviour can be ascribed to the relatively neutral electrical charge of pirofilite and the consequent low binding force which enables erosion of the crust as it is being formed. The sub-dominant illite which is present in the soil is suspected to contribute to the decrease in CUMINF at high ESP levels where illite is chemically less stable. The decrease of CUMINF for the individual ESP levels from the first to the sixth cycle was very similar, which can be explained by a very low or no chemical effect on sealing.

Water Quality (EC and SAR)

Kaolinite dominated soils were found to be responsive to low ECs. Low ECs gave rise to a reduction in flocculation, which in turn, gave rise to increased sealing and a reduction in CUMINF. As EC increased, the CUMINF improved due to the increase in flocculation. The trend was the same with smectite present in a kaolinite dominated soil. In this case, the relative decrease in CUMINF from the first to the sixth cycle was, however, more pronounced.

Smectite dominated soils were found to be sensitive to the SAR of irrigation water, while the electrolyte concentration played a lesser role in the stabilisation of the aggregates. It appears that the ESP level of these soils have a stronger influence than electrolyte concentration. It is deemed possible that a combination of a very low EC water in combination with a high soil ESP would display such strong dispersive characteristics that the soil will easily erode. Under these conditions the soil will be continuously eroded as it is formed, giving rise to improved CUMINF.

Illitic soils reacted similarly to kaolinitic soils to the effects of EC and sodium up to an ESP threshold of approximately 10. Above an ESP of 10 CUMINF decreased drastically, which was not the case for kaolinitic soils.

The CUMINF of the eight soils at ESP values of 1 and 15 after a 30 minute application, during the sixth irrigation cycle, is presented in Figure 1. It is evident that the kaolinitic soils (LK4, LK6 and WG) were not very prone to increasing ESP. The smectitic soil (TD) was more prone to increases in ESP and formed a stable seal. The response of the illitic soils (FR and VK) were intermediate between those of kaolinite and smectite. The pirofillitic soil (LK5) was not sensitive to ESP increases and the CUMINF was practically the same for both low and high ESP values.

In summary, kaolinitic soils were found not to be very sensitive to any change in water quality; smectitic soils were more sensitive to increases in SAR-values than to low EC values; and illitic soils reacted very similar to kaolinitic soils, except at ESP levels above 10, where there was a sharp decline in the CUMINF.

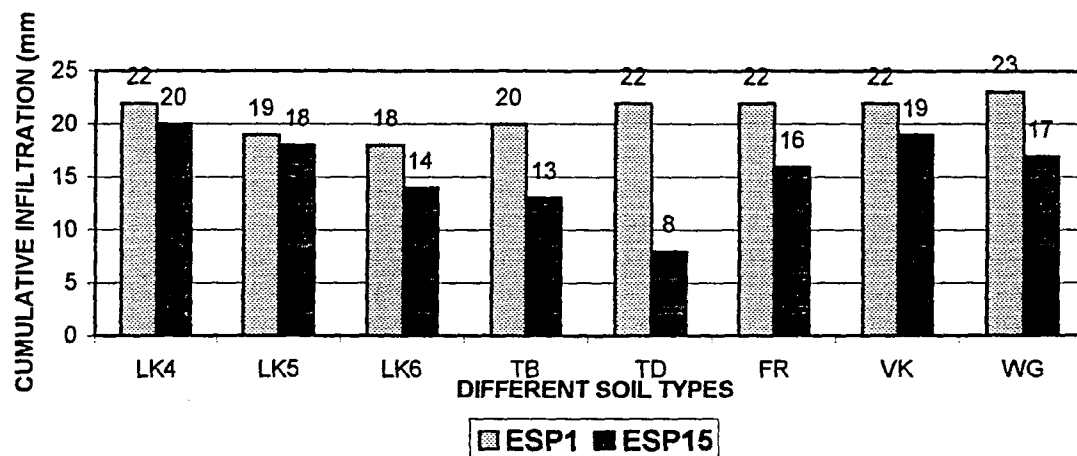


Figure 1. Cumulative infiltration (mm) of eight different soil types after 30 minutes of irrigation during the sixth irrigation cycle at an ESP of 1 and 15

Application Rate

Figure 2 shows the percentage decrease in CUMINF between the first and sixth irrigation cycle at three application rates for three soils (LK4 is kaolinitic, TD is smectitic and FR is illitic) with an ESP of 15. At 30 and 90 mm h⁻¹, the decrease is highest for the illitic soil, while the decrease at 60mm h⁻¹ is most for the smectitic soil.

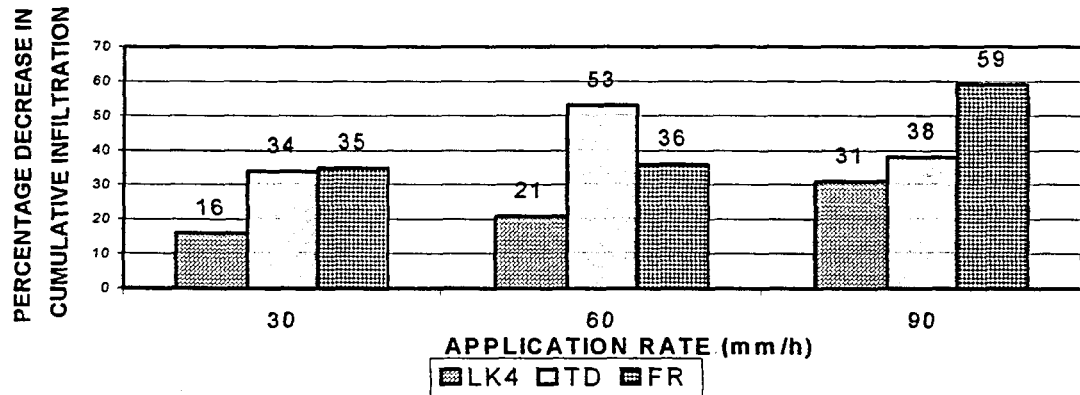


Figure 2. Percentage decrease in cumulative infiltration of three soil types from the first to the sixth irrigation cycle at different application rates at an ESP of 15. (LK 4 is kaolinitic, TD is smectitic and FR is illitic)

Exchangeable Sodium Percentage (ESP)

Regression equations were derived which relate CUMINF (after 30 min) after six irrigation cycles to the ESP of soils representative of the four clay mineral types (LK4 is kaolinitic, LK5 is pirofillitic, FR is illitic and TD is smectitic).

$$\text{CUMINF (LK4)} = 22.4 - 0.243 \text{ ESP} - 0.006 \text{ ESP}^2$$

$$\text{CUMINF (LK5)} = 18.9 - 0.273 \text{ ESP} - 0.02 \text{ ESP}^2$$

$$\text{CUMINF (FR)} = 23.5 - 1.068 \text{ ESP} + 0.038 \text{ ESP}^2$$

$$\text{CUMINF (TD)} = 21.6 - 0.397 \text{ ESP} - 0.033 \text{ ESP}^2$$

These relationships are also presented in Figure 3.

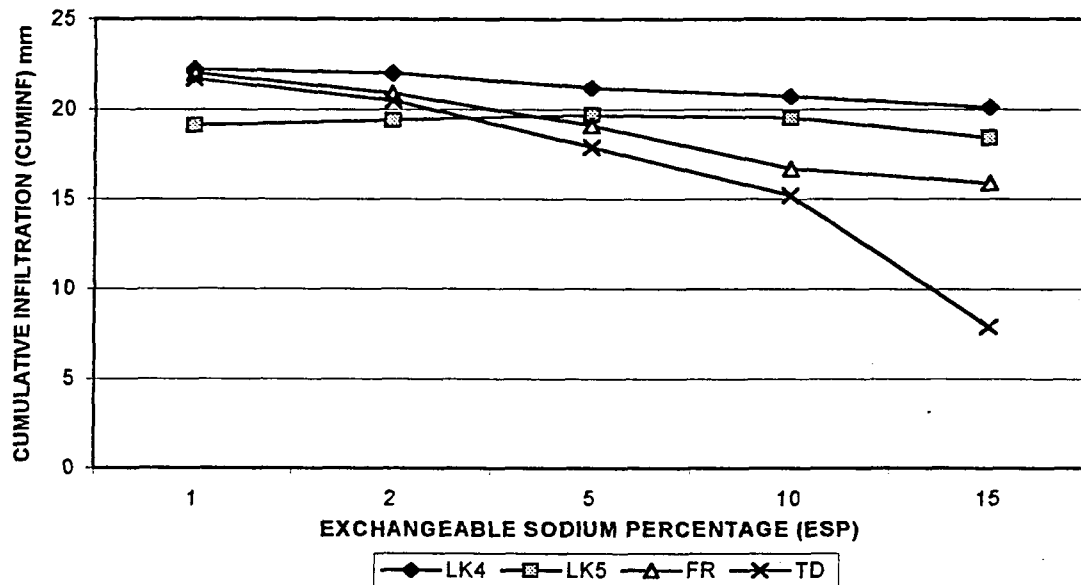


Figure 3. The relationship between cumulative infiltration (CUMINF) and ESP of four soil types after six irrigation cycles

Recommended application rate

Figure 4 shows the recommended application rate for the four main soil groups at different ESP values when the ESP of the soil and the SAR of the water are in equilibrium. The linear regression relationships between acceptable infiltration rate (for a one hour application) and soil ESP, are proposed as guidelines for irrigators.

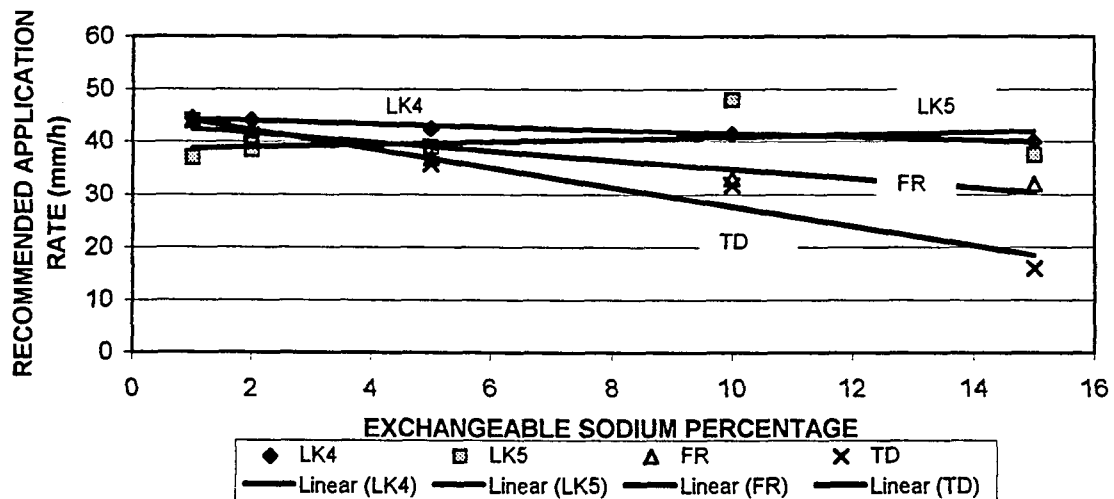


Figure 4. Recommended application rate (mm/h) of four main soil groups at different ESP values when the ESP of the soil and the SAR of the water are in equilibrium

RECOMMENDATIONS FOR FURTHER RESEARCH

The laboratory type simulations should be verified in the field using real irrigation systems.

Smectitic soils with crust forming potential should be evaluated.

The infiltration characteristics of manganese rich soils should be further investigated.

The influence of certain soil chemical properties such as magnesium as the dominant cation, high phosphorus values, a variation in CEC and base status and lime rich soils should also be evaluated.

The infiltration characteristics of soils with a higher clay content should be evaluated.

An irrigation simulator with a variety of drop sizes similar to those of overhead systems should be developed and tested.

The number of irrigation cycles should be extended to 20 from the 6 or 8 which were used in this project.

A larger variety in slopes should also be evaluated to determine the interaction between slope and clay minerals on infiltration characteristics.

INHOUD

DANKBETUIGINGS	v
ABSTRACT	vii
SLEUTELTERME / KEY WORDS	ix
1. INLEIDING	1
1.1 Agtergrond	1
1.2 Probleemstelling	2
1.3 Doelstelling	4
1.4 Literatuuroorsig	5
1.4.1 Inleiding	5
1.4.2 Meganisme van oppervlakverseëling	5
1.4.3 Infiltrasietempo	11
1.4.4 Uitrustbare natriumpersentasie (UNP), elektrolietkonsentrasie (EG) en natriumadsorpsieverhouding (NAV)	13
1.4.5 Kleimineralogie	15
1.4.6 Tekstuur	16
1.4.7 Opeenvolgende besproeiing of reënstorms	17
1.4.8 Erosie tydens besproeiing	18
1.4.9 Kriteria om die ontwerp en bestuur van besproeiingstelsels by die infiltreerbaarheid van grond aan te pas.	19
2. MATERIAAL EN APPARATUUR	21
2.1 Inleiding	21
2.2 Materiaal	21
2.2.1 Behandeling en voorbereiding van grond	25
2.2.2 Parameters wat konstant gehou is	26
2.2.2.1 Druppelenergie en toedieningstempo	27

Inhoud (vervolg)	
2.2.2.2 Tekstuur	28
2.2.2.3 Helling	28
2.2.2.4 Elektrolietkonsentrasie van grond en water	28
2.2.2.5 Uitruilbare Magnesiumpersentasie (UMP)	31
2.2.2.6 Organiese materiaal	31
2.2.3 Veranderlike parameters	32
2.2.3.1 Kleimineralogie	32
2.2.3.2 Uitruilbare Natriumpersentasie	33
2.3 Apparaat	34
2.3.1 Simuleringsapparaat	34
2.3.1.1 Praktyk simuleerder	34
2.3.1.2 Mobiele reënsimuleerder	37
2.3.1.3 Laboratorium reënsimuleerder	40
2.3.2 Praktiese probleme met simuleringsapparaat	42
3. VERGELYKENDE STUDIES TUSSEN VELD- EN LABORA- TORIUMBESPROEING	43
3.1 Inleiding	43
3.2 Materiaal en metodes	43
3.3 Resultate en bespreking	46
3.4 Gevolgtrekking	58
4. DIE INVLOED VAN KLEIMINERALOGIE EN UITRUILBARE NATRIUMPERSENTASIE OP DIE INFILTREERBAARHEID VAN GROND	59
4.1 Inleiding	59
4.2 Materiaal en metodes	59
4.3 Resultate en bespreking	60
4.3.1 Kaoliniet en sekere seskwioksiedes	63
4.3.1.1 Inleiding	63

Inhoud (vervolg)	
4.3.1.2 Bespreking	63
4.3.1.3 Samevatting	72
4.3.2 Illitiese grond	73
4.3.2.1 Inleiding	73
4.3.2.2 Bespreking	73
4.3.2.3 Samevatting	79
4.3.3 Smecktiet	80
4.3.3.1 Inleiding	80
4.3.3.2 Bespreking	80
4.3.3.3 Samevatting	82
4.3.4 Pirofilliet	84
4.3.4.1 Inleiding	84
4.3.4.2 Bespreking	84
4.3.4.3 Samevatting	88
4.3.5 Gevolgtrekking	88
 5. DIE INVLOED VAN WATERKWALITEIT OP VERSEËLING	 92
5.1 Inleiding	92
5.2 Materiaal en metodes	93
5.3 Resultate en bespreking	94
5.4 Gevolgtrekking	110
 6. DIE INVLOED VAN VERSKILLEND TOEDIENINGSTEMPO'S OP DIE VERSEËLING VAN GROND ONDER SIKLIESE BENATTING	 111
6.1 Inleiding	111
6.2 Materiaal en metodes	111
6.3 Resultate en bespreking	112
6.4 Gevolgtrekking	126

Inhoud (vervolg)	
7. ALGEMENE BESPREKING	128
7.1 Inleiding	128
7.2 Kleimineralogie en UNP	128
7.3 Watergebruiksdoeltreffendheid	130
7.4 Waterkwaliteit	131
7.5 Toedieningstempo	131
7.6 Aanbevelings vir verdere navorsing	134
VERWYSING	136
LYS VAN FIGURE EN TABELLE	149
BYLAE	A 1

DANKBETUIGINGS

Die navorsing waaroor in hierdie verslag gerapporteer word, spruit voort uit die volgende navorsingsprojek wat deur die Waternavorsingskommissie (WNK) gefinansier is:

Die invloed van uitruilbare natriumpersentasie en kleimineralogie op die infiltreerbaarheid van gronde wat reeds as gevolg van sikliese besproeiing verseël is.

Die loodskomitee wat vir die projek verantwoordelik was, het uit die volgende persone bestaan:

Mnr. H. M. du Plessis	WNK (Voorsitter)
Mnr. D. S. van der Merwe	WNK (Addisionele verteenwoordiger)
Mnr. A. Fritz	WNK (Sekretaris)
Prof. A. T. P. Bennie	Universiteit van die Oranje-Vrystaat
Prof. M. C. Laker	Universiteit van Pretoria
Mnr. J. M. Hattingh	PU vir CHO
Mnr. F. B. Reinders	Dept. van Landbou-Ontwikkeling
Mnr. H. J. C. Smith	IGKW

Die finansiering deur die WNK en die bydraes van lede van die Loodskomitee word met dank erken.

'n Spesiale woord van dank aan mnr C. F. du Plessis wat vir die grootste deel van die eksperimentele werk verantwoordelik was.

Mnre. A.A. Bloem en H.B. Kuit het 'n groot bydrae gelewer deur die projek te inisieër en was ook verantwoordelik vir die identifisering, monsterneming en karakterisering van die gronde. Hierdie aanvoorwerk was baie waardevol en word met dank erken.

Dank word uitgespreek teenoor die volgende persone wat behulpsaam was met die praktiese uitvoering van die eksperimente: Mnre. Johan Erasmus, Frik Erasmus, Andries van Rensburg en Charles Poee.

Die insette en kommentaar van kollegas mnr. J. M. Hattingh, Dr. J.A.G. Henning, mnre. J.P. Coetzee en J.T. Vahrmeier word met dank erken.

Prof. H.J. Von M. Harmse, die vorige departementshoof van Dept. Bodemkunde se ondersteuning, bemoediging en insette word wardeer.

Die volgende persone en instansies se insette word met dank erken:

- Me. G.J. van der Walt en E. Jooste vir die aanvanklike tikwerk.
- Me. S. Ellis van Statistiese Konsultasiedienste wat behulpsaam was met dataverwerking.
- Me. A. le Roux wat die tekenwerk gedoen het.
- Die personeel van die grondlaboratoriums van die PU vir CHO en IGKW wat verantwoordelik was vir die grondontledings.
- Die IGKW vir die beskikbaarstelling van kaarte en verslae om die geskikte gronde te vind.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF EXCHANGEABLE SODIUM PERCENTAGE AND CLAY MINERALOGY ON THE INFILTRATION CAPACITY OF SOILS WHICH HAVE BEEN SEALED ALREADY DUE TO CYCLIC IRRIGATION

Seal formation during rain or irrigation is a complex process between many soil properties and other external factors. The soil properties which are very prominent during seal formation are texture, organic matter content, clay mineralogy, exchangeable sodium percentage (ESP), electrical conductivity, magnesium content in relation to calcium and to a lesser extend also cation exchange capacity and amount of sesquioxides. The most important external factors are kinetic energy of the drops, sodium adsorption ratio (SAR) and electrical conductivity (EC) of the water and the slope of the soil surface.

The purpose of this investigation was to quantify the influence of clay mineralogy, ESP and SAR on the infiltration capacity of a few common irrigation soils in South Africa.

The kinetic energy was kept constant by means of a fixed drop size, drop height and application rate. Soil texture, soil electrical conductivity and slope were also kept constant. The factors which varied were clay mineralogy, ESP, SAR and electrical conductivity of the water. Soils with certain clay mineralogy combinations were chosen e.g. kaolinitic, illitic, smectitic, soils with abundant manganese oxides and soils with pirofillite as the major clay mineral. In total eight different combinations were used. The water that were used were municipal water, rain water and a water with a SAR which is in equilibrium with the ESP of the soil.

The application rate of irrigation was kept constant in the majority of the trials, but was varied in a specific instance to evaluate the influence of the variance on seal formation and infiltration. Six to eight irrigation cycles were used.

Three different types of rainfall simulators were used to determine the cumulative infiltration of the different soils under irrigation, at a rate of 60 mm h^{-1} for a period of 30 minutes. Eventually only a laboratory type of simulator was used to do the final evaluations.

The final results revealed that the kaolinitic soils were more stable with less seal formation and a moderate infiltration rate, even at high ESP levels. The illitic soils were more sensitive to ESP and SAR changes and in some cases the infiltration was even lower than those of smectitic soils. In the majority of the cases the smectitic soil had the worst infiltration due to its swelling potential and its sensitivity to high ESP. It was possible to make a contribution towards better management practices regarding irrigation rates. Certain recommendations were made with respect to the design of irrigation equipment to ensure that the irrigation efficiency is as high as possible.

SLEUTELTERME

Infiltrasie
Oppervlakverseëling
Reënsimuleerder
Kleimineralogie
Waterkwaliteit
Uitruilbare Natriumpersentasie
Elektriese geleiding
Natriumadsorpsieverhouding
Dispersie
Flokkulasie

KEY WORDS

Infiltration capacity
Surface sealing
Rain simulator
Clay mineralogy
Water quality
Exchangeable sodium percentage
Electrical conductivity
Sodium adsorption ratio
Dispersion
Flocculation

HOOFSTUK 1

INLEIDING

1.1 Agtergrond

Watergebruiksdoeltreffendheid is 'n belangrike kriterium wat gebruik word by die beplanning en bestuur van besproeiingstelsels. Besproeiingwater maak 'n groot deel uit van die totale hoeveelheid water wat in Suid-Afrika gebruik word. Volgens du Plessis & Reid (1994) kan dit soveel as 48 persent wees. Tesame met ander faktore soos ongunstige klimaatstoestande, swak waterkwaliteit, relatief min water beskikbaar en 'n toenemende vraag na water deur 'n snelgroeiende bevolking, is dit noodsaaklik dat maksimale gebruiksdoeltreffendheid nagestreef word. Gesonde en weldeurdagte parameters vir ontwerp van besproeiingstelsels is slegs moontlik indien alle faktore wat 'n rol speel in gebruiksdoeltreffendheid herken, geïdentifiseer en geklassifiseer word. Aangesien dit *per se* die grond is wat besproei word, is dit noodsaaklik dat die grondeienskappe wat infiltreerbaarheid beïnvloed, behoorlik geëvalueer word.

Goeie besproeiingsbestuur berus op die regte toedieningstempo van water, wat onder andere bepaal word deur die infiltrasietempo van die grond. Ten einde die infiltrasietempo te bereken of voorspel, word kennis aangaande sekere grondeienskappe benodig. Oppervlaktoestande en die hidrouliese gradiënt in die grond is die belangrikste faktore wat hier 'n rol speel.

Oppervlakeienskappe verander voortdurend as gevolg van korsvorming. Die belangrikste faktore wat korsvorming beïnvloed is: druppelgrootte, valhoogte van die druppels, toedieningstempo, helling, chemiese eienskappe van die grond asook van water (hoofsaaklik die natrium-, magnesium- en soutkonsentrasies) en die teksturele en

mineralogiese eienskappe van die grond (Bloem, 1992). Toenemende korsvorming veroorsaak 'n toename in oppervlakaflap en gevolglik ontstaan daar 'n erosiepotensiaal of daar is 'n verlies aan water. Gronddeurlugting en ontkieming van saailinge word negatief beïnvloed deur korsvorming.

1.2 Probleemstelling

Sommige faktore wat 'n rol speel by verseëling is reeds geëvalueer soos byvoorbeeld druppelimpakenergie en grondtekstuur (Bloem, 1992), terwyl faktore soos dispersiwiteit en kleimineralogie nog nie ten volle geëvalueer is nie. Laasgenoemde faktore varieër in Suid-Afrikaanse gronde en daarom is evaluering noodsaaklik.

Dit is 'n bekende feit dat smektietyke grond maklik toeswel en dus 'n verlaging in infiltrasietempo teweegbring. As gevolg van die swel- en krimppotensiaal besit hierdie grond egter ook die eienskap om krake te vorm tydens uitdroging (Macvicar, De Villiers, Loxton, Lambrechts, Le Roux, Merryweather, Van Rooyen, Harmse & Verster, 1977). Dit impliseer dat die seël wat gevorm het gedurende benatting telkens weer kan opbreek tydens uitdroging. Die gevolg hiervan kan moontlik wees dat daar nie 'n progressiewe toename in verseëling en 'n gepaardgaande afname in infiltrasietempo sou plaasvind gedurende sikliese benatting nie (Morin & Benyamini, 1977). Volgens die Binomiese klassifikasiesisteem van S.A. (Macvicar *et al.*, 1977) word daar onderskei tussen korsvormende en selfkrummelende vertisols. Opbreking van die seël tydens uitdroging is van toepassing op 'n grond wat dominant smekiet bevat. Wat egter onbekend is, is die kritieke drumpelwaarde van die hoeveelheid smekiet waarby opbreking van die kors sal plaasvind.

Ander kleiminerale soos kaolieniet, illiet en pirofilliet het moontlik elk sy eie karakteristieke verseëlingsmeganisme. Om hierdie rede is dit

belangrik om vas te stel wat die invloed van elke kleimineraalgroep is indien dit dominant sou voorkom en indien dit as 'n subdominante komponent teenwoordig sou wees.

Ander grondeienskappe soos dispersiwiteit, wat gewoonlik gemeet word in terme van die uitruilbare natriumpersentasie (UNP), beïnvloed die infiltrasietempo grootliks (Richards, 1952; FAO, 1979; Nel, 1988; Bloem, 1992). Verskeie navorsers, onder andere Levy, Levin & Shainberg (1984), spreek die UNP-drumpelwaarde vir verskillende kleimineraalgroepe aan, maar nogtans is dit nie volledig nie. Gegaardgaande met die UNP van die grond is dit belangrik om te let op faktore soos soutkonsentrasie en natriumadsorpsieverhouding (NAV) wat die water se kwaliteit beïnvloed. Indien 'n grond herhaaldelik besproei word, sal die grond se UNP in ewewig kom met die NAV van die water.

Verseëling gedurende die eerste benattingsiklus word volledig in die literatuur (Farres, 1978; Morin, Benyamini & Michaeli 1981; Shainberg & Singer, 1988; Levy & van der Watt, 1988; Stern, 1990; Bloem, Laker, Lagrange & Smit, 1992) bespreek. Daar is egter min bekend met betrekking tot die effek van opvolgende benattingsiklusse op seëlvorming. Die vraag word telkens gevra of die volgende benatting die vorige seël opbreek en of dit verder verseël.

Die probleemstelling kan soos volg opgesom word:

- Die kritieke UNP-drumpelwaarde vir verskillende kleimineraalgroepe waarby dispersie (en dus verseëling) tot so 'n mate plaasvind dat die infiltrasietempo daardeur benadeel word, is onbekend.
- Min of geen inligting bestaan aangaande die effek van die selfkrummelende eienskappe van smektietgrond op die infiltreerbaarheid van gronde wat siklies benat word nie.
- Die effek van opeenvolgende besproeiingsiklusse op korsvorming word nie volledig in die literatuur aangespreek nie.

- Die effek van afwisselende waterkwaliteite* en afwisselende toedieningstempo's** op verseëling tydens opeenvolgende benattings is nog onbekend.

**Afwisselende waterkwaliteit impliseer dat die besproeiingswater se kwaliteit nie konstant bly van een siklus na die volgende siklus toe nie. Dit kan wees as gevolg van verskillende bronne byvoorbeeld. boorgatwater en opgegaarde reënwater wat om die beurt gebruik word.*

***Afwisselende toedieningstempo's is wanneer die opeenvolgende besproeiingsiklusse se toedieningstempo nie dieselfde is nie. Dit kan gebeur dat meer water in dieselfde tyd toegedien moet word as byvoorbeeld in die vorige siklus. 'n Voorbeeld hiervan is die een siklus het 'n toedieningstempo van 60 mm h^{-1} en die volgende siklus 90 mm h^{-1} wat dan weer opgevolg word met 60 mm h^{-1} , ensovoorts.*

1.3 Doelstelling

Die doelstellings van die navorsing kan as volg opgesom word:

- Om vas te stel of die oppervlakseël, wat in besproeide gronde vorm onder die invloed van druppelimpak, stabiel bly of opbreek gedurende opeenvolgende besproeiingsiklusse van gronde waar die uitruilbare natrium persentasie (UNP) varieër of waarvan die kleimineralogie verskil.
- Aangesien feitlik al die studies oor verseëling van Suid-Afrikaanse gronde uitgevoer is op onverseëelde gronde, is dit nodig om te bepaal of die bevindinge van die navorsing wat reeds voltooi is, toepasbaar is op reeds verseëelde gronde.
- Aanbevelings ten opsigte van die aanpassings en ontwerp van besproeiingstelsels om by die infiltreerbaarheid van die grond aan

te pas om sodoende watergebruiksdoel-treffendheid* te verhoog, word beoog.

- Die invloed van verskillende waterkwaliteite op die infiltreerbaarheid van gronde wat siklies benat word, moet bepaal word.
- Daar moet vasgestel word of verskillende toedieningstempo's 'n invloed het op die infiltreerbaarheid van reeds verseëelde gronde.

** Watergebruiksdoeltreffendheid impliseer dat minder water afloop en 'n groter persentasie infiltreer tydens besproeiing.*

1.4 Literatuuroorsig

4.1 Inleiding

Stygende energiekostes het daartoe aanleiding gegee dat sprinkelbesproeiingstelsels sodanig ontwerp word dat dit 'n maksimum oppervlakte benat met die laagste moontlike energie insette. Dit is slegs haalbaar indien die toedieningstempo verhoog word. Die gevolg is dat die toedieningstempo van stelsels oor die algemeen die infiltrasietempo van grond oorskry (Gilley & Mielke, 1980; Reinders, 1986; Bloem, 1992). Sodra die infiltrasietempo oorskry word, ontstaan daar die gevaar van oppervlakafloop en/of erosie. Die ideaal is om bestaande besproeiingstelsels te modifiseer sodat laer toedienings gegee word maar dié verhoog weer bestuursinsette, energiekoste en verdampingsverliese (Bloem *et al.*, 1992).

1.4.2 Meganisme van oppervlakverseëling

Verseëling is die gevolg van 'n kombinasie van meganiese en chemiese prosesse. Die meganiese prosesse behels die opbreek van aggregate deur die fisiese krag van die waterdruppel wat die grond tref (Moldenhauer & Long, 1964; Rajab, 1983; Ben-Hur, Shainberg, Bakker

& Keren, 1985; Mohammed & Kohl, 1987). Die kinetiese energie van die waterdruppels is 'n funksie van die druppeldeursnit, -valhoogte en intensiteit van toediening (Stillmunkes & James, 1982; Liengme, 1992).

Die chemiese prosesse behels die dispersie van die klei en die daaropvolgende afwaartse beweging van die kolloïedale fraksie. Akkumulasie van fyner deeltjies in 'n selektiewe deel van die profiel veroorsaak die vorming van 'n laag met 'n laer poreusheid en gevolglik 'n laer hidrouliese geleivermoë. Hierdie laag vorm direk onder die grondoppervlak (McIntyre, 1958; Farres, 1980; en Agassi, Shainberg & Morin, 1981). Die gevolg is dat opdamming van water bokant die minder poreuse laag kan plaasvind. Figuur 1.1 is 'n diagrammatiese voorstelling van die verseëlingsproses soos dit deur verskillende outeurs beskryf word (Farres, 1978; Onofioek & Singer, 1984; Keren, 1989; Segeren & Trout, 1991; Slattery & Bryan, 1992; Chiang, West & Radcliffe, 1994). Elk van hierdie outeurs omskryf nie noodwendig al ses stadiums nie, maar al die stadiums is afsonderlik of in kombinasie ter sprake in die publikasies.

Oorspronklike stadium: Dit verteenwoordig 'n ongekompakteerde oppervlak voordat benatting plaasvind met volop makroporieë, aggregate en growwe fraksies. Laasgenoemde twee is nie selektief geskei nie en kom nie in 'n gelaagde vorm voor nie.

Stadium 1: Aggregate word afgebreek as gevolg van die druppelimpak en tot 'n mindere mate as gevolg van die spateffek. Veral in die geval van swellende kleie is daar vasgevangde lug wat ontsnap en 'n "ontploffing" van aggregate veroorsaak. Die opheffing van interne bindingskragte deur die water laat van die oorblywende aggregate blus.

Stadium 2: Gronddeeltjies wat in suspensie is (meestal die slik- en kleifraaksie) beweeg na laagliggende mikroholtes op die oppervlak, of vertikaal om makroporieë te vul. Afsetting van die fyn sedimentfraksie vind plaas.

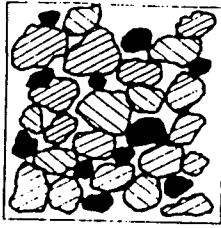
Stadium 3: Die kolloïedale deeltjies en kutane vanaf die growwer fraksie word afgewas. Die afgewaste fyner komponent neem verder deel aan die bewegings- en afsettingsprosesse soos in stadium 2 beskryf. Die growwer fraksie (sand en gruis) bly op die oppervlak agter en vorm 'n dralingsafsetting*. Die growwer fragmente spoel weg indien die benattingsproses lank aanhou of gedurende opeenvolgende benattingsiklusse.

Stadium 4: Fisiese kompaksie vind plaas as gevolg van die druppelimpak, veral as die growwer fraksie (soos in stadium 3 genoem) reeds weggespoel is. Indien dit nog teenwoordig is, sal dit tot 'n mate as 'n buffer optree teen fisiese kompaksie.

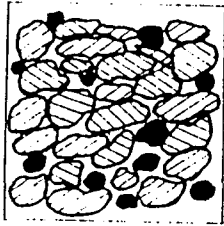
**'n Dralingsafsetting is 'n relatiewe akkumulasie van 'n spesifieke komponent van 'n materiaal. In hierdie geval is die fyner materiaal verwyder deur erosie as gevolg van oppervlakaflow of deur illuviasie en die growwer fragmente het agter gebly op die oppervlak (Engels "lag deposit").*

Stadium 5: As gevolg van voorafgaande verdigting en verseëlingprosesse vind daar oppervlakakkumulasie van water plaas wat die bolaag versadig. Tydens uitdroging tussen benattingsiklusse vind konsolidasie van veral die kolloïedale fraksie plaas (Hillel, 1982), wat 'n fisiese verlaging in totale poreusheid en volume teweegbring en gevolglik 'n toename in brutodigtheid bewerkstellig.

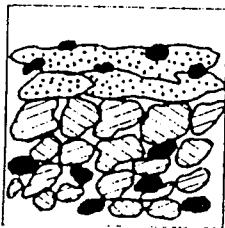
Die opheffing van die kors kan plaasvind in 'n opvolg benattingsiklus deur middel van erosie, of as gevolg van selfkrummellende eienskappe soos gemanifesteer deur sekere smektietyke gronde. Hierdie prosesse word in Afdeling 4.3.3 meer volledig beskryf.



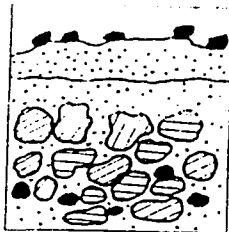
0 : Oorspronklike stadium, volop makroporieë en oppervlakrofheid is prominent.



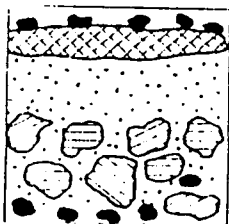
1 : Afbraak van minder stabiele aggregate, minder makroporieë en oppervlakrofheid, smektietyke aggregate swel en blus.



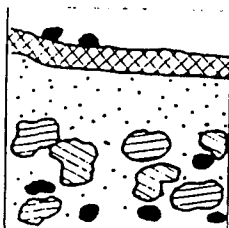
2 : Slik en kleifraksie wat in suspensie is, illuviëer en sedimenteer in makroporieë. Van die fyner dele begin 'n sedimentneerslag op die oppervlak vorm.



3 : Die afwas van kutane vanaf aggregate en growwer fragmente vind plaas, die skeiding van fyner en growwer fraksies is prominent, van die fyner dele illuvieer en growwer dele begin 'n drallingsafsetting op die oppervlak vorm.



4 : Fisiese kompaksie en hoë digtheid a.g.v. druppelimpak op boonste deel van fyn fraksie wat sediment neerslag gevorm het.



5 : Konsolidasieversakking a.g.v. uitdroging, erosie van dele van die growwer fragmente gedurende opeenvolgende besproeiingsiklusse as helling dit toelaat.

LEGENDE



Aggregate



Sediment neerslag



Soliede growwe fragmente



Kors

Figuur 1.1. Diagrammatiese voorstelling van die verseelingsproses. (Moldenhauer en Long, 1964; Farres, 1980; Stillmunkes & James, 1982; Rajab, 1983; Ben-Hur *et al.*, 1985; Mohammed & Kohl, 1987; Liengme, 1992).

Meningsverskille bestaan met betrekking tot die komponent wat die grootste bydrae lewer tot verseëling. McIntyre (1958), Epstein & Grant (1973) en Farres (1978) beweer dat die meganiese afbreekproses van die aggregate die grootste bydrae lewer terwyl Gal, Arcon & Shainberg (1984) en Agassie *et al.* (1985) die chemiese proses as die belangrikste beskou. Onofioek & Singer (1984) het egter met behulp van skandeer elektronmikroskopie bewys dat beide prosesse gesamentlik verseëling veroorsaak.

Die oppervlakseël wat vorm se dikte is tussen 0,5 en 12 mm en word onderskei van die onderliggende grond deur hoër digtheid, kleiner porieë en laer versadigde hidrouliese geleivermoë (McIntyre, 1958; Gal *et al.*, 1984; Schultz, Jarrett & Hoover, 1985; Thompson & James, 1985; Mohammed & Kohl, 1987; Kinnel, 1990; Moss, 1991; Slattery & Bryan, 1992; Gavrilitsa & Branch, 1993).

In die geval van grond met 'n lae UNP-waarde of waar die besproeiingswater 'n hoë elektroliet konsentrasie het, is daar min sprake van dispersie en gevolglik oorheers die meganiese meganisme van seëlvorming (McIntyre, 1958; Gal *et al.*, 1984). Onder dié toestande vorm 'n digte oppervlakseël wat uit opgebreekte en gekompakteerde aggregate bestaan.

Indien die grond 'n hoë UNP waarde of die besproeiingswater 'n lae elektroliet konsentrasie het, is die chemiese meganisme van verseëling d.m.v dispersie aanvullend tot die meganiese meganisme van verseëling. Die gedispergeerde gronddeeltjies vul die oppervlakporieë om 'n digte oppervlakseël te vorm met 'n lae hidrouliese geleivermoë. Die seël bly volgens Levy *et al.* (1986) stabiel. Morrison, Prunty & Giles (1985) en Gavrilitsa & Branch (1993) beweer egter dat korste nie in alle omstandighede stabiel is nie.

Oppervlakkorste verlaag die infiltreerbaarheid van die grond en verhoog die hoeveelheid afloop wat 'n verdere verhoging in erosie tot gevolg het (van der Watt & Valentin, 1991). Die verhoogde erosie kan die oorspronklike kors geheel of gedeeltelik opbreek, met die gevolg dat die daaropvolgende benattingsiklus gepaard gaan met 'n hoër aanvanklike infiltrasietempo as die finale infiltrasietempo van die vorige siklus (Mohammed & Kohl, 1987; Moss, 1991; Chiang *et al.*, 1994).

Die vorming van die kors kan die toediening van water minder effektief maak (Reinders, 1984 en Miller & Radcliffe, 1991). Reinders (1984), Agassi *et al.* (1985) en Anikunova, Avetyan & Orlovskaya (1993) wys daarop dat verseëling infiltrasie met tot soveel as 90 persent kan verlaag. Indien infiltrasie afneem, neem afloop toe en gevolglik is die water verlore vir gewasproduksie. Ben-Hur, Faris, Malik & Letey, (1989) het die verlies van besproeiingswater van die gronde wat hulle ondersoek het, aan oppervlakverseëling toegeskryf. Verder is gevind dat in die geval van gronde wat verseëling ondergaan het, die infiltrasieproses deur die seël gedomineer word en dat die matrikspotensiaal relatief onbelangrik is.

Lokale afloopwater akkumuleer in holtes en depressies en veroorsaak swak verspreiding van water en verlaag dus die effektiwiteit van die besproeiing (Seginer & Morin, 1970).

1.4.3 Infiltrasietempo

In die geval van 'n goed beplande besproeiingstelsel is die aanvanklike infiltrasietempo van die grond groter as die toedieningstempo van die stelsel. Die infiltrasietempo begin afneem sodra die oppervlaklaag versadig raak met water. Hierdie

stadium word gekenmerk deur opdamming van water aan die grondoppervlak. Die infiltrasietempo is dan gelyk aan die versadigde hidrouliese geleivermoë van die oppervlaklaag en is dus feitlik konstant (Liengme, 1992).

Verskeie faktore verlaag die infiltrasietempo met tyd. In die geval van grond met 'n stabiele oppervlak wat nie afbreek tydens reënval en/of besproeiing nie, is die aanvanklike infiltrasietempo hoog as gevolg van die hoë hidrouliese gradiënt (veroorzaak deur matriks- en gravitasiepotensiaal). Die matrikspotensiaal neem toe soos wat die benattingsfront verdiep en die hidrouliese gradiënt nader 'n konstante. In dié stadium raak die infiltrasietempo konstant en is naastenby gelyk aan die versadigde hidrouliese geleivermoë van die grondprofiel (Hillel, 1980).

Die grondoppervlak se struktuur is selde stabiel onder enige benattingstoestand. Dit breek op onder die impak van vallende druppels en veroorsaak die vorming van 'n kors wat die infiltreerbaarheid van die grond verlaag (Morin, *et al.*, 1981; Shainberg & Levy 1994; Bloem *et al.*, 1992; Liengme, 1992). Ben-Hur *et al.*, (1989) het in die geval van grond wat verseëling ondergaan, gevind dat die infiltrasieproses deur die seël gedomineer word en dat die matrikspotensiaal relatief onbelangrik word. Daar kan dus met sekerheid gesê word dat die infiltrasieproses 'n oppervlakbeheerde proses is, alhoewel die tekstuur van die onderliggende materiaal wel tot 'n mindere of meerdere mate die matrikspotensiaal kan beïnvloed.

1.4.4 Uitruilbare natriumpersentasie (UNP), elektroliet-konsentrasie (EG) en natriumadsorpsieverhouding (NAV)

Volgens McIntyre (1958) en Farres (1978) is verskeie navorsers van mening dat die grondeienskappe wat aggremaatstabiliteit beïnvloed, ook verantwoordelik is vir die oppervlakverseëlings-meganisme. Die belangrikste fisiese grondeienskap wat verseëling beïnvloed is die slik en klei-inhoud (Ben-Hur *et al.*, 1985; Bloem *et al.*, 1992). Chemiese eienskappe wat 'n belangrike rol speel is uitruilbare natriumpersentasie (UNP), elektrolietkonsentrasie van die grondoplossing en uitruilbare magnesiumpersentasie (UMP) (Agassi *et al.*, 1982; Gal *et al.*, 1984; Agassi *et al.*, 1988). Die meeste van die studies is uitgevoer op gronde waarvan die kleifaksie dominant uit smektiem minerale bestaan (Levy & van der Watt, 1988). Aangesien verskeie Suid-Afrikaanse gronde se kleifaksie hoofsaaklik uit kaolinit en illiet bestaan kan die gevolgtrekking van die studie nie sondermeer op alle Suid-Afrikaanse gronde van toepassing gemaak word nie (du Plessis & Shainberg, 1985).

Uit 'n studie van sewe gronde het du Plessis & Shainberg, (1985) gevind dat vier van die gronde, met toename in UNP-waardes, 'n afname in die infiltreerbaarheid toon. Die finale infiltrasietempo (FIT) het van $7,2 \text{ mm h}^{-1}$ by 'n UNP van 0.6 persent tot 1.5 mm h^{-1} by 'n UNP van 4.6 persent gedaal. Die drie oorblywende gronde het slegs 'n geringe mate van afname getoon as gevolg van 'n hoë yster en aluminiumoksied en organiese materiaalinhoud. Na 'n ondersoek op 58 Suid-Afrikaanse gronde, maak Bloem *et al.* (1992) die afleiding dat die klei-inhoud en die UNP-waarde die belangrikste grondeienskappe is wat bydra tot verseëling van gronde, veral by hoë druppelenergievlakke.

Indien die UNP laer as vyf is en gedistilleerde water gebruik word, kan die infiltrasietempo in sekere gevalle selfs toeneem met 'n toename in UNP. Indien water met 'n hoër elektrolietkonsentrasie gebruik word, vind daar selfs by $UNP > 10$ 'n betekenisvolle toename in infiltrasietempo plaas (Levy, Levin & Shainberg, 1984).

Smith, Levy & Shainberg (1990) beweer dat waterdruppels met 'n hoë EG die infiltrasietempo selfs by hoë UNP-vlakke verhoog. Shainberg & Singer (1988) beweer die afname in infiltrasietempo is in verhouding met die toename in UNP.

Dit blyk dus uit die literatuur dat 'n toename in UNP nie in alle gevalle die infiltrasietempo laat afneem nie. Hierdie afleiding word ondersteun deur Southard, Shainberg & Singer (1988) en Miller, Frenkel & Newman (1990) wat gevind het dat die elektrolietkonsentrasie van die grond en die water 'n belangrike rol speel by infiltrasie. In albei gevalle word daar melding gemaak van 'n kritieke of drumpelwaarde van die elektrolietkonsentrasie vir verskillende kleimineraal (Southard *et al.*, 1988) en pH waardes (Miller *et al.*, 1990). Die plaatagtige slik en kleifraksie word hoofsaaklik horisontaal geörienteer indien water met 'n lae elektrolietkonsentrasie verantwoordelik is vir korsvorming. Hierdie korste het 'n hoë gekronkelheid en 'n lae finale infiltrasietempo (Southard *et al.*, 1988). Algehele kleidisversie is volgens genoemde outeurs ook baie meer dominant waar water met 'n lae elektrolietkonsentrasie gebruik word vir besproeiing.

Die NAV lewer 'n bydrae tot dispersie en swelling wat aanleiding gee tot verstopping van die makroporieë en verlaging van die infiltrateerbaarheid van die grond (Hillel, 1982; Agassi, Morin & Shainberg, 1982; FAO, 1985; Shainberg, 1985; Agassi, Shainberg & Morin, 1988; Anikanova *et al.*, 1993). Aangesien die NAV van

die besproeiingswater ook die UNP van die grond nadelig kan beïnvloed, is dit 'n faktor om mee rekening te hou.

1.4.5 Kleimineralogie

Volgens Hillel (1980), Levy & van der Watt (1988) en Southard *et al.* (1988) het die samestelling van die kleimineralogie 'n groot invloed op die hidrouliese eienskappe van grond.

Grond wat dominant uit kaoliniet bestaan en geen smektiet minerale bevat nie, is volgens Levy & van der Watt (1988) en Stern (1990), stabiel teen verseëling. Volgens Kuit (1991) kan kaolinitiese gronde egter wel verseëling ondergaan. Stern (1990) en Kuit (1991) het beide gevind dat gronde wat dominant uit kaoliniet bestaan, maar klein hoeveelhede smektiet bevat, wel verseëling ondergaan.

Smektietryke grond vorm, volgens Levy & van der Watt (1988), stabiele oppervlakseëls. In teenstelling hiermee het verskeie navorsers die afleiding gemaak dat die oppervlakseël van gronde wat dominant uit smektiet bestaan tydens uitdroging opbreek (Morin & Benyamini, 1977; Hardy, Shainberg & Gal, 1983; Ben-Hur *et al.*, 1985; Levy *et al.*, 1986 en Kuit 1991). Hierdie tipe seëls is dus onstabiel indien dit aan sikliese besproeiing onderwerp word.

Grond wat dominant uit illiet bestaan vorm stabiele korste (Stern, 1990). Die teenwoordigheid van magnesium op die uitruilingskompleks verhoog die stabiliteit van korste in illitiese grond, veral waar natrium ook dominant is (Nel, 1988).

Kleimineralogie *per se* het nie noodwendig 'n dominerende invloed op die verseëlingseffek nie. Soos reeds genoem in par.1.4.4 verwys Southard *et al.* (1988) na die drumpelwaarde van die

elektriese geleiding vir byvoorbeeld smektiet- en illietryke grond. Dit impliseer dat die infiltrasietempo grootliks bepaal word deur die wisselwerking tussen die elektrolietkonsentrasie en die betrokke kleimineraal. Hierdie is in ooreenstemming met die bevindings van Levy *et al.* (1986).

Hierdie literatuurstudie dui op 'n verskeidenheid en soms uiteenlopende gevolgtrekkings oor die stabiliteit van oppervlakseëls gedurende sikliese besproeiing. Dit beklemtoon die noodsaaklikheid van verdere navorsing met betrekking tot verskillende kleiminerale se invloed op korsvorming.

1.4.6 Tekstuur

In alle gevalle waar navorsing gedoen is op korsvorming, infiltrasietempo en erosie word melding gemaak van die teksturele eienskappe van die betrokke grond. Slegs in enkele gevalle is die invloed van grondtekstuur op korsvorming kwantitatief ondersoek. Kemper & Miller (1974) maak die stelling dat, benewens ander eienskappe, slik en organiese materiaal ook faktore is wat stabiele korsvorming bevorder. Die rede wat hulle aanvoer is dat slik en organiese materiaal 'n swak deeltjie-tot-deeltjie kontak en bindingsterkte het. Gevolglik breek die aggregate maklik op en 'n stabiele kors vorm dan. Volgens Bradford, Ferris & Remley (1987) is korssterkte 'n funksie van die klei-inhoud. Die klei-inhoud sowel as kationuitruilkapasiteit (KUK), organiese materiaal, uitruilbare Ca en die hoeveelheid smektiet en vermikuliet lewer 'n belangrike bydrae tot korsvorming, swak infiltrasie en verhoogde gronderosie.

Shainberg & Levy (1994) het bevind dat die afname in infiltrasietempo baie goed korreleer met 'n toename in slikinhoud indien die dominante kleimineraal smektiet is. In teenstelling hiermee bevind de Ploey & Mùcher (1981) dat klei en organiese

materiaalinhoud hoofsaaklik die bepalende faktor is in die geval van aggremaatstabiliteit . Bloem *et al.* (1992) bevestig die laaste outeurs se mening en voeg daarby dat UNP ook 'n kardinale rol speel.

Uit die enkele literatuuraanhalings blyk dit dat daar teenstrydige idees is met betrekking tot die bydrae wat deeltjiegrootte tot korsvorming lewer. In alle gevalle is daar ook ander sekondêre faktore en om daardie rede kan aanvaar word dat in sekere gevalle slik en in ander gevalle die kleifraksie, die dominante rol speel.

1.4.7 Opeenvolgende besproeiing of reënstorms

Ben-Hur *et al.* (1985) het die invloed van uitdroging op die oppervlakseël van twee gronde ondersoek. In beide 'n sandleem en leem is gevind dat uitdroging die infiltreerbaarheid van die grond in die opeenvolgende siklus verhoog. Die verhoging word toegeskryf aan die opbreek van die oppervlakseël deur die vorming van krake. Soortgelyke resultate is deur Morin & Benyamini (1977), Hardy *et al.*, (1983); Levy *et al.*, (1986) en Kuit (1991) verkry.

Aangesien bovermelde resultate verkry is van gronde wat oor die algemeen smektiet as kleimineraal bevat, kan dit gestel word dat die resultate nie op alle gronde van toepassing gemaak kan word nie. Na aanleiding hiervan het Ben-Hur *et al.* (1989) gevind dat die oppervlakseël van 'n grond wat uit vermikuliet bestaan, slegs gedeeltelik deur uitdroging opgebreek word. Die stabiliteit van die oppervlakseël gedurende uitdroging na besproeiing bepaal die permeabiliteit van die grond vir die volgende besproeiingsiklus.

Moss (1991) het bevind dat 'n kors wat dominant uit slik bestaan maklik opbreek. Selfs ook waar slik afwesig is kan die meganiese

afbraakproses domineer. Volgens Moss & Green (1983) word die kors tot 'n groot mate opgebreek as daar aggressiewe erosie plaasvind soos byvoorbeeld deur middel van groot druppels of steil hellings. Mohammed & Kohl (1987) het in hul navorsing op 'n fyn leem met 'n besproeiingsintensiteit van 156 mm h^{-1} gevind dat toenemende afloop plaasvind gedurende opvolgende siklusse. Dit impliseer dat die vorige kors nie geërodeer het nie maar dat korsvorming eerder toegeneem het. Liengme (1992) het gevind dat oppervlakaflow toeneem met elke opeenvolgende siklus, wat bevestig dat die kors nie noodwendig erodeer nie. Die toedieningstempo in sy ondersoek het gewissel tussen 15 en 44 mm h^{-1} met 'n grond wat 14 persent klei het en wat dominant uit kaoliniet bestaan.

1.4.8 Erosie tydens besproeiing

Volgens Moore, Hirschi & Barfield (1983) veroorsaak verseëling verhoogde oppervlakaflow en erosie. Die versterking van die oppervlakseël deur die impak van druppels kan egter die erosiekrag van die afloopwater beperk deurdat min materiaal verwyder word vanaf 'n stabiele oppervlak. Erosie sal slegs plaasvind wanneer die bewegende water 'n versteuring in die oppervlak veroorsaak. Epstein & Grant (1973) het gevind dat die tempo van erosie tydens 'n reënstorm 'n maksimum na 10 minute bereik en daarna na 'n konstante afneem. Volgens Levy *et al.* (1984) vind die meeste erosie nie noodwendig plaas by gronde met 'n hoë UNP nie; dit blyk dat erosie eerder gesamentlik gekoppel kan word aan klei-inhoud, UNP en EG van die water.

Verskeie navorsers het gevind dat die hoeveelheid erosie afneem met 'n toename in verseëling (Moore *et al.*, 1983). Dit is egter onduidelik of dit binne dieselfde siklus of tydens opeenvolgende siklusse was.

1.4.9 Kriteria om die ontwerp en bestuur van besproeiingstelsels by die infiltreerbaarheid van die grond aan te pas.

Verseëling van grond word deur interne en eksterne faktore beheer (Lemos & Lutz, 1957). Interne faktore is eienskappe van die grond wat aggregaatafbraak en fisies-chemiese dispersie bepaal. Die faktore kan nie maklik gemanipuleer word nie. Eksterne faktore soos druppeleienskappe en toedieningstempo kan deur die keuse, ontwerp en bestuur van besproeiingstelsels gemanipuleer word.

Die invloed van die eksterne faktore tot seëlvorming word deur die tempo van energie toediening (energievloed), beskryf. Die energievloed word as volg bereken (Thomson & James, 1985):

$EF = KE \times TT$ waar

$EF = \text{Energievloed (W m}^{-2}\text{)}$

$KE = \text{Kinetiese energie (J mm}^{-1} \text{ m}^{-2}\text{)}$

$TT = \text{Toedieningstempo (mm s}^{-1}\text{)}$

Na aanleiding van die verwantskap tussen kumulatiewe toediening voor opdamming (KTVO) en klei-inhoud het Bloem *et al.* (1992) gronde wat deur hul ondersoek is, in drie klasse verdeel, naamlik:

- chemies dispersiewe gronde,
- chemies stabiele gronde wat smektiet in die kleifraaksie bevat
- chemies stabiele gronde wat geen smektiet bevat nie.

Anders as chemies stabiele grond, het chemiese dispersiewe grond die volgende eienskappe:

- UNP-waardes hoër as 2,0
- uitruilbare Ca : Mg verhouding van laer as 1,0

- organiese materiaalinhoud van laer as 2 persent
- 'n kleimineralogiese samestelling wat deur smektiet oorheers word en ook minder as 20 persent kaoliniet bevat.

Bloem *et al.* (1992) het verder gevind dat die maksimum toelaatbare energievloed (MTEF) goed met die klei-inhoud korreleer. Die MTEF word dus deur die klei-inhoud en ontwerptoediening bepaal. Die verwantskap tussen energievloed, klei-inhoud en ontwerptoediening vir die drie grondklasse sien soos volg daaruit:

- Vir chemies dispersiewe gronde :

$$\text{MTEF} = 1,032(x)^{-1} + 0,004(25-T) - 0,014$$
- Vir chemies stabiele gronde met smektiet:

$$\text{MTEF} = 0,019(x) - 0,277(x)^{0,5} + 0,010(25-T) + 1,030$$
- Vir chemies stabiele gronde sonder smektiet:

$$\text{MTEF} = 2,196(x) - 0,732 + 0,011(25-T)$$

Waar x = persentasie klei-inhoud

T = ontwerptoediening (mm)

Die vergelykings kan gebruik word om te bepaal by watter MTEF 'n besproeiingstelsel ontwerp moet word indien die fisies-chemiese eienskappe van die grond bekend is. In die geval van bestaande stelsels kan bepaal word in watter mate die ontwerptoediening aangepas moet word om by die infiltreerbaarheid van die grond aan te pas (Bloem *et al.*, 1992). Indien dit nodig sou wees om die energievloed van die stelsel aan te pas kan die ontwerptoediening met bogenoemde vergelykings bepaal word.

HOOFSTUK 2

MATERIAAL EN APPARATUUR

2.1 Inleiding

Vir hierdie studie is gronde volgens klei-inhoud en -mineralogie geselekteer. Ander eienskappe soos elektriese geleiding, uitruilbare natriumpersentasie en uitruilbare magnesiumpersentasie is doelbewus gemanupuleer om te voldoen aan gekose vereistes. Eienskappe soos kationuitruilkapasiteit, organiese materiaalinhoud en lineêre krimp wat 'n invloed kon hê op die eindresultaat, is geanaliseer sodat dit, waar nodig, in berekening gebring kon word.

In hierdie hoofstuk word daar hoofsaaklik op die grondeienskappe en apparatuur klem gelê. Die metodes wat telkens gebruik is om spesifieke fasette te ondersoek, word in meer besonderhede in die betrokke hoofstukke bespreek.

2.2 Materiaal

Daar is gebruik gemaak van die boonste 200 mm van grondprofiel nadat die plantegroei sorgvuldig verwyder is.

Ten einde die probleemstelling aan te spreek en aan die doelstellings van die projek te voldoen, is gronde met 'n voorafgekose kleimineralogie en 'n klei-inhoud van ongeveer 20 persent gekies. Die dominante kleimineraal was in elke geval van primêre belang terwyl die subdominante of ondergeskikte mineraal ook 'n rol gespeel het. Die volgende dominante kleiminerale of kombinasies van verskillende kleiminerale is gekies:

- kaolinit met illiet
- kaolinit met smektiet
- kaolinit met smektiet en illiet

- kaolinite met mangaanoksiede/hidroksiede
- smekiet met illiet en kaolinite
- illiet met kaolinite en geen smekiet
- illiet met smekiet en kaolinite
- pirofilliet

Om die invloed van 'n wye reeks van UNP-vlakke te evalueer is UNP-vlakke van 1-, 2-, 5-, 10- en 15 persent gekies. Aangesien dit nie moontlik was om grond te vind wat aan hierdie vereiste voldoen het nie is die grond behandel soos bespreek in Afdeling 2.2.1.

Die belangrikste fisiese en chemiese eienskappe van die gronde word in Tabel 2.1 en die tekstuur en mineralogiese eienskappe in Tabel 2.2 opgesom.

Tabel 2.1 Belangrikste fisiese en chemiese eienskappe van die gronde wat gebruik is

Mons- ter nr.	Lokaleiteit van oorsprong	Grondvorm en Familie (1991)	Munsel Kleur (Klam)	% Klei	Tekstuur klas	Organiese materiaal %	KUK cmol(+) kg ⁻¹ grond	pH H ₂ O	Infiltrasie tempo mm h ⁻¹ (Dubbelring)	% Lineêre krimping
LK4	Potchefstroom	Hutton Ventersdorp 3200	2.5 YR 3/6 Donkerrooi	22	Sandkleileem	0.93	4.9	5.6	73	1.8
LK5	Potchefstroom	Glenrosa Dumisa 1111	10 YR 3/2 Baie donker grys bruin	26	Sandkleileem	2.30	6.3	5.6	110	2.9
LK6	Potchefstroom Klerksdorp	Shortlands Bolweni 2200	5 YR 3/3 Donker rooi bruin	26	Sandkleileem	1.44	6.7	6.4	43	3.4
TB	Vaal- Moorivier	Westleigh Helena 1000	10 YR 5/3 Bruin	25	Sandkleileem	0.72	6.2	6.5	68	0.3
TD	Kroonstad - Bothaville	Bonheim Eureka 1110	10 YR 2/1 Swart	21	Sandkleileem	1.6	10.6	7.5	31	5.2
FR	Steynsrus - Kroonstad	Swartland Spreyton 1111	10 YR 5/3 Bruin	22	Sandkleileem	1.15	7.0	5.6	54	3.9
VK	Viljoenskroon	Clovelly Buckland 2100	10 YR 3/2 Baie donker grys bruin	16	Sandleem	1.08	7.2	7.8	132	0.3
WG	Potchefstroom Ventersdorp	Hutton Lillieburn 1100	2.5 YR 3/4 Rooi bruin	17	Sandleem	1.26	2.5	5.0	60	0.1

Tabel 2.2 Meganiese en mineralogiese eienskappe van die gronde wat gebruik is

Mon-ster Nr.	Lokaleiteit van oorsprong	Grondvorm Familie	Tekstuur			Tekstuur-klas	Kleimineralogie (semi-kwantitatief %)							
			% Sand	% Slik	% Klei		Kaol-iniet	Illiet	Smek-tiet	Talk	Piro-filliet	Tussen-gelaagd	Goethiet Hematiet	Mangaan
LK4	Potchefstroom	Hutton Ventersdorp	73	5	22	Sandklei-leem	60	25	-	15	-	-	ST	-
LK5	Potchefstroom	Glenrosa Dumisa	64	10	26	Sandklei-leem	23	18	-	-	59	-	-	-
LK6	Potchefstroom	Shortlands Klerksdorp	66	9	25	Sandklei-leem	80	10	10	-	-	-	ST	-
TB	Vaal-Moorivier	Westleigh Helena	65	10	25	Sandklei-leem	67	22	11	-	-	-	-	-
TD	Kroonstad Bothaville	Bonheim Eureka	73	6	21	Sandklei-leem	17	11	72	-	-	-	-	-
FR	Steynsrus Kroonstad	Swartland Spreyton	69	9	22	Sandklei-leem	22	51	2	-	-	22	3	-
VK	Viljoenskroon	Clovelly Buckland	77	7	16	Sandleem	22	56	22	-	-	-	-	-
WG	Potchefstroom Ventersdorp	Hutton Lilliburn	80	3	17	Sandleem	70	24	-	-	-	-	6	ST

ST = Sigbaar teenwoordig

Die kolloidale silika-inhoud was in alle gronde ongeveer dieselfde.

Klassifikasie van die grondvorme en -familieë sowel as kleurbeskrywing is volgens Grondklassifikasiewerkgroep (1991) se voorskrifte gedoen. Deeltjiegrootte-analises is volgens die sif- en hidrometermetode (Bowles, 1981) gedoen. Die Walkley & Black-metode, soos beskryf in Hesse (1971), is gebruik om die organiese materiaalinhoud te bepaal. Uitruihare natriumpersentasie (UNP), kationuitruikapasiteit (KUK) en pH is bepaal soos voorgeskryf deur Hesse (1971). Semi-kwantitatiewe analises van die kleimineralogie is met behulp van X-straaldiffraktometrie gedoen. Die beskrywing en eienskappe van die verskillende gronde word in Tabel 2.1 en 2.2 saamgevat.

2.2.1 Behandeling en voorbereiding van grond

Om te slaag in die voorgestelde doelwitte van die projek was dit nodig om die UNP waardes van die grond aan te pas sodat daar 'n berekende variasie in UNP-vlakke voorkom.

Indusering van verskillende UNP-vlakke op 'n grond is reeds deur verskeie navorsers beskryf (Agassi *et al.*, 1981; Shainberg & Singer, 1988; Ben-Hur *et al.*, 1985; Keren, 1991). Die metode behels dat die grond met 'n vasgestelde konsentrasie chloorsoute ($0,2 \text{ mol liter}^{-1}$) geloog word. Ten einde die invloed van magnesium uit te skakel word kalsiumchloried verkies. Die hoeveelheid sout word bepaal deur die UNP-vlak wat geinduseer moet word. Om 'n UNP van 2,5 persent te induseer, word die grond met 'n oplossing van chloorsout met 'n NAV van 2,5 geloog (Agassi *et al.*, 1981; Shainberg & Singer, 1988; Ben-Hur *et al.*, 1985; Keren, 1991).

Deur die grond in ewewig te bring met water wat 'n vasgestelde NAV-waarde het, word 'n vierkante meter van die gekose grond met 'n CaCl_2 en NaCl oplossing van $0,2 \text{ mol liter}^{-1}$ geloog. Die logging word in drie toedienings van 40 liter $0,2 \text{ mol liter}^{-1}$ NaCl en CaCl_2 elk gemaak en 'n laaste toediening van 40 liter $0,1 \text{ mol liter}^{-1}$ NaCl en CaCl_2 . Na die proses word 'n monster geneem en

volgens standaard metodes geanaliseer ten einde vas te stel of die gewenste UNP-vlak bereik is.

Vir laboratorium simuleringsdoeleindes word grond op dieselfde wyse behandel. Ten einde die vereiste elektrolietkonsentrasies in die grond te handhaaf, word die grond met reënwater of gedeïoniseerde water geloog om alle vrysoute te verwyder.

Elke behandeling is vir die veldsimulering drie keer en vir die laboratoriumsimulasies vier keer herhaal.

Persele van 1200 mm by 1200 mm wat reeds vooraf behandel is, is droog omgespit, waarna die oppervlakafloopversamelaar van 700 mm by 700 mm teen 'n helling van 5 persent in die droë grond geplaas word. Die grond is daarna aan gesimuleerde besproeiing onderwerp.

'n Druppelenergie van $13,89 \text{ J mm}^{-1} \text{ m}^{-2}$, druppels met 'n mediaan deursnit van 2.0 mm en 'n toedieningstempo van 60 mm uur^{-1} is tydens besproeiing gehandhaaf. In sekere gevalle (Hoofstuk 6) is die toedieningstempo egter volgens behoefte verander.

Tydens elke siklus is 30 mm kumulatief toegedien. Die grond is daarna uitgedroog tot 'n matrikspotensiaal van -1500 kPa of 'n gravimetriesse waterinhoud van 5 persent alvorens die volgende siklus begin is.

2.2.2 Parameters wat konstant gehou is

Verskeie faktore kan die kwaliteit van korsvorming beïnvloed. Dit is moeilik om elkeen se invloed en onderlinge afhanklikheid van die ander faktore te kwantifiseer. Daarom word sekere faktore konstant gehou sodat die aantal veranderlikes beperk word tot dié wat nog nie volledig ondersoek is nie.

2.2.2.1 Druppelenergie en toedieningstempo

Vir 'n oppervlakte van een m^2 en 'n toediening van een mm kan die kinetiese druppelenergie deur druppeldeursnit en valhoogte bepaal word naamlik:

$$KE = 0.5 mv^2$$

waar KE = Kinetiese energie ($J m^{-2} mm^{-1}$)

m = massa van druppel (kg)

v = versnellings ($m s^{-1}$)

(Epema & Riezebos, 1983).

Daar is in die besproeiingspraktyk gevind dat die energie per oppervlakteenheid 'n konstante bereik by 'n druppelgrootte van 5 mm (Stillmunkes & James, 1982). Terminale snelheid word bereik by 'n valhoogte van ongeveer ses meter waarna die druppel opbreek en/of die lugwrywingsweerstand van so 'n aard is dat daar nie meer versnelling plaasvind nie (Hudson, 1963; Carter, Greer, Braud & Floyd, 1974; Kinnel, 1990). Vir die doel van hierdie projek is 'n druppeldeursnit van 2 mm en 'n valhoogte van 2000 mm gekies. Dit is 'n gemiddelde orde grootte vir oorhoofse besproeiingstelsels (Liengme, 1992).

Verskeie navorsers soos Stillmunkes & James (1982), Thompson & James (1985), Bloem *et al.* (1992) en Liengme (1992) maak eerder van die kinetiese energievloed gebruik om die invloed van verseëling op infiltrasie te bepaal. Dit sluit die toedieningstempo as 'n faktor in.

$$EV = KE \times TT$$

waar EV = Energievloed ($J m^{-2} s^{-1}$ of $W m^{-2}$)

KE = Kinetiese energie ($J mm^{-1} m^{-2}$)

TT = Toedieningstempo ($mm s^{-1}$)

Die toedieningstempo was deurgaans vasgestel op $60 mm h^{-1}$ vir 'n tydperk van 'n halfuur. Dit verteenwoordig 'n totale toediening van 30 mm wat goed

ooreenstem met die aanbevelings van Reinders (1984) wat bepaal dat die aangewese toediening 25 mm moet wees. Levy *et al.* (1984) beveel ook aan dat die algemene toedieningstempo vir simulasiëprojekte in die orde van 60 mm h⁻¹ moet wees.

2.2.2.2 Tekstuur

Verskeie navorsers soos Hutson (1971), Van der Merwe (1973) en Levy & van der Watt (1988) wys daarop dat die beste voorbeelde van korsvorming waargeneem is by 'n klei-inhoud van 20 persent. Bloem *et al.* (1992) het gevind dat die finale infiltreerbaarheid van 'n verskeidenheid grondtipes wat met 'n variasie in druppelenergie besproei is, 'n minimum of 'n prominente verandering bereik by 'n klei-inhoud van 20 persent. Vir redes soos hierbo genoem is vir die doel van hierdie ondersoek dus gronde met 'n gemiddelde klei-inhoud van 20 persent geselekteer.

2.2.2.3 Helling

'n Konstante helling van 5 persent is gehandhaaf. Indien steiler hellings gebruik word, is die kans goed dat prominente korste nie vorm nie vanweë die feit dat die afloopwater die nuutgevormde kors gedurig erodeer. Indien die kors erodeer bly die infiltrasietempo in opeenvolgende besproeiingsiklusse konstant; ten spyte van onstabiele en of dispersiewe grond (Stern, 1990; Bloem *et al.*, 1992). Indien kleiner hellings gebruik word, vind daar opdamming plaas en dan verdik die waterfilm. 'n Verdikte waterfilm neutraliseer die energie van die vallende druppels tot so 'n mate dat korste nie optimaal ontwikkel nie (Schultz, Jarrett & Hoover, 1985 en Kinnell, 1990).

2.2.2.4 Elektrolietkonsentrasie van grond en water

'n Toename in die elektrolietkonsentrasie van die versadigde ekstrak van die grond sal die infiltrasietempo laat toeneem vanweë die flokkulerende effek van die soute. Miller *et al.* (1990) beweer dat elke kleimineraaltipe 'n unieke

flokkulasie drumpelwaarde vir elektrolietkonsentrasie het wat flokkulasie en dispersie skei. Hierdie stelling is deur Agassi *et al.* (1982) en Levy *et al.* (1984) ondersteun.

Die behandelde grond is met reënwater geloog om alle oortollige soute te verwyder (Afdeling 2.2.1) sodat die minimum effek van flokkulasie verkry word. In Tabel 2.3 word die elektriese geleiding van die verskillende voorbereide gronde aangedui. Dit is opmerklik dat die smektiet dominante grond (TD) die hoogste elektriese geleidingsvermoë (EG) het.

Verhoogde EG van besproeiingswater het volgens Agassi *et al.* (1982), Bloem *et al.* (1992) en Shainberg & Levy (1994) 'n toename in infiltrasietempo tot gevolg. Daarom is daar in die spesifieke waterbehandelings ook voorsiening gemaak om die EG so konstant moontlik te hou. Dit was slegs die EG van die munisipale water wat nie te alle tye konstant was nie. Indien daar 'n verskil is tussen die EG van die grond en dié van die water sal die EG van die grond met verloop van tyd in ewewig kom met die EG van die water. Daar is gepoog om in alle gevalle ewewig te bereik alvorens besproeiing begin is, maar dit was nie altyd moontlik nie. Die EG van grond LK5, TD en WG het verskille getoon met die EG van die besproeiingswater. Dit EG waardes van die behandelde gronde word in Tabel 2.3 aangetoon en dié van die besproeiingswater in Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Elektrijsgeleiding en pH van vooraf behandelde grond

Grond nr	UNP	pH H ₂ O	pH KCl	EG mS m ⁻¹	Grond nr	UNP	pH H ₂ O	pH KCl	EG mS m ⁻¹
LK4	1	5.6	5.3	32	TD	1	7.2	6.9	53
	2	5.7	5.1	25		2	7.7	7.2	34
	5	5.6	5.2	27		5	7.4	7.1	61
	10	5.4	5.0	30		10	7.3	7.0	106
	15	6.1	5.7	24		15	7.5	7.1	90
LK5	1	5.5	4.8	8	FR	1	5.8	5.4	44
	2	5.6	5.1	28		2	5.6	5.2	49
	5	5.5	5.0	18		5	5.8	5.6	79
	10	5.7	4.9	26		10	5.4	5.1	60
	15	5.6	4.9	17		15	5.7	5.3	66
LK6	1	6.2	5.8	20	VK	1	7.8	7.7	26
	2	6.2	5.8	31		2	7.7	7.5	23
	5	6.2	5.8	25		5	7.9	7.6	28
	10	6.5	6.0	19		10	7.9	7.5	25
	15	6.5	5.9	37		15	8.0	7.5	20
TB	1	6.9	6.4	20	WG	1	6.2	5.8	18
	2	6.7	6.4	14		2	6.1	5.4	16
	5	6.6	6.4	20		5	5.8	5.2	12
	10	6.8	6.5	18		10	5.9	5.1	15
	15	6.8	6.3	25		15	6.0	5.2	13

Tabel 2.4 Natriumadsorpsieverhouding (NAV), elektriese geleiding (EG) en pH van water wat vir besproeiingsdoeleindes gebruik is

Tipe Water	NAV	Elektriese Geleiding mS m⁻¹	pH
Reënwater	1.1	7.0	6.3
Munisipale water	1.4-3.1	65.0-73.0	7.0-8.4
NAV1	1	15.0	6.8
NAV2	2	14.9	6.5
NAV5	5	16.2	6.4
NAV10	10	16.4	6.5
NAV15	15	14.4	6.6

2.2.2.5 Uitruilbare Magnesumpersentasie (UMP)

'n Toename in uitruilbare magnesumpersentasie (UMP) of 'n afname in Ca:Mg toon dieselfde destabiliserende eienskappe as 'n hoë UNP in 'n grond (Rengasamy, Green & Ford, 1986; Arshad & Mermut, 1988; Nel, 1988; Keren, 1990). Hierdie destabiliserende invloed van Mg is meer prominent in illietryke grond met 'n UNP > 5 (Nel, 1988). As gevolg van die fisiese destabiliserende invloed van Mg is daar besluit dat die UMP so laag as moontlik moet wees. Ca is gebruik om die Mg op die uitruilkompleks te vervang. Daarna is die Mg met reënwater uitgeloog.

2.2.2.6 Organiese materiaal

Volgens de Ploey & Mùcher (1981), Wustamidin & Douglas, (1985), Bloem *et al.* (1992) en Liengme (1992) word grond deur organiese materiaal gestabiliseer. Grond met 'n lae organiese materiaalinhoud is dus vir die doel van hierdie ondersoek gekies. In Tabel 2.1 word die organiese materiaalinhoud van die onderskeie gronde wat gebruik is, aangedui.

2.2.3 Veranderlike parameters

Die keuse van veranderlike parameters lê opgesluit in die probleemstelling van die projek naamlik die invloed van die onderskeie kleimineraal en verskillende UNP-vlakke op die stabiliteit van die grond. Om nie-ewewigstoestande te vermy, is besproeiing uitgevoer met water wat se NAV met die UNP van die grond ooreenstem. Daar is egter 'n uitsondering gemaak in die sin dat daar spesifiek ondersoek gedoen is op die verseëlingseffek waar die NAV van die water en die UNP van die grond nie in ewewig was nie (Afdeling 5.2).

2.2.3.1 Kleimineralogie

Gronde is volgens die kleimineralogiese samestelling geselekteer om aan die doelstellings van die projek te voldoen. Daar word verder in die beskrywing slegs verwys na die volgende nommers van die onderskeie gronde:

LK4: Kaolinit is die dominante kleimineraal. Illiet is subdominant en talk is ondergeskik. Ysteroksiedes is sigbaar teenwoordig.

LK5: Pirofilliet is die dominante kleimineraal. Kaolinit en illiet is subdominant.

LK6: Kaolinit is die dominante kleimineraal. Smekiet en illiet is in gelyke hoeveelhede teenwoordig as ondergeskikte minerale. Ysteroksiedes is sigbaar teenwoordig.

TB: Die dominante kleimineraal is kaolinit. Illiet is subdominant en smekiet is ondergeskik.

TD: Smekiet is die dominante kleimineraal. Kaolinit is subdominant en illiet is ondergeskik.

FR: Die dominante kleimineraal is illiet. Kaolinet en tussengelaagde minerale is subdominant. Smekiet en goethiet/hematiet is ondergeskikte minerale.

VK: Illiet is die dominante kleimineraal. Gelyke hoeveelhede smekiet en kaolinet maak die subdominante komponent uit.

WG: Kaolinet is die dominante kleimineraal. Illiet is subdominant en goethiet/hematiet is ondergeskik. Mangaankonkresies is duidelik sigbaar en kom selfs in 'n fyn vorm in die matriks voor. Die spesifieke mangaanminerale is nie geïdentifiseer of gekwantifiseer nie.

Vir die doel van bogenoemde beskrywing geld die volgende:

- dominant > 50 persent
- subdominant < 50 persent en > 15 persent
- ondergeskik < 15 persent.)

'n Semi-kwantitatiewe analise van die verskillende kleiminerale in elke grond word in Tabel 2.2 aangedui. Volgens die analises wat deur IGKW -Pretoria uitgevoer is, is daar in al agt die gronde ongeveer gelyke dele kolloïedale silika teenwoordig.

2.2.3.2 Uitrustbare natriumpersentasie (UNP)

UNP lewer 'n groot bydrae tot die verseëlingseffek (Afdeling 1.4.4). Dit is een van die veranderlike parameters wat saam met kleimineralogie geëvalueer is. Die onderskeie UNP-vlakke wat in die grond geïnduseer is, is 1, 2, 5, 10 en 15 persent. Vir elke UNP-vlak is daar ook 'n ekwivalente NAV-vlak in die besproeiingswater geskep sodat daar nie 'n wanbalans met betrekking tot die Na in die water en grond sou voorkom nie. In Hoofstuk 5 word die resultate bespreek waar die NAV en die UNP nie in ewewig is nie.

2.3 Apparaatuur

Daar is gedurende die projek van drie verskillende tipes simuleringsapparaat gebruik gemaak. Die praktyk simuleerder is in die begin gebruik, daarna 'n mobiele simuleerder en vervolgens 'n laboratorium reënsimuleerder. Die redes waarom van drie simuleerders gebruik gemaak is, is die volgende:

- Die praktyk simuleerder is aanvanklik in die veld gebruik, maar dit was baie omslagtig en nie ekonomies regverdigbaar om die spesifieke simuleerder in die veld te bedryf nie.
- Goeie werksverrigting is van die mobiele simuleerder in die veld verkry. Eksterne faktore, byvoorbeeld die beskadiging van die persele, het egter probleme veroorsaak. Dit het daartoe aanleiding gegee dat die laboratorium reënsimuleerder wat deur Bloem *et al* (1992) en Liengme (1992) gebruik is, ook vir hierdie projek gebruik is. Aangesien die data wat van die drie verskillende simuleerders verkry is, met mekaar vergelyk word, is 'n kort oorsig met betrekking tot die werking van elk nodig.

2.3.1 Simuleringsapparaat

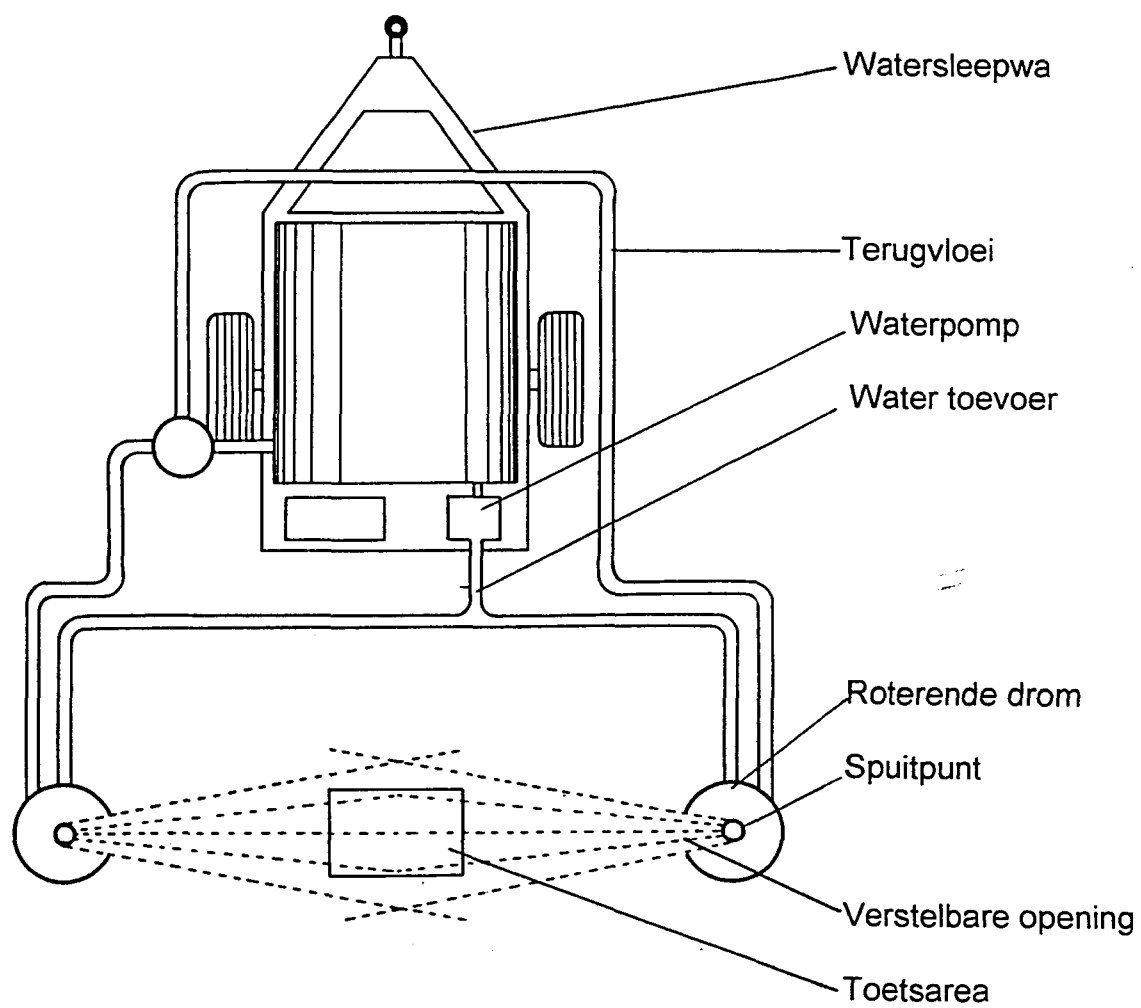
Daar is verskille in die onderskeie simuleringsstelsels met betrekking tot die ontwerp en hantering. Elke stelsel sal dus kortliks bespreek word.

2.3.1.1 Praktyk simuleerder

Die praktyk simuleerder wat gebruik is, word volledig beskryf deur Bloem *et al*. (1992). Figuur 2.1 is 'n diagramatiese voorstelling van die apparaat. Die belangrikste komponente word kortliks as volg opgesom:

- Die watersleepwa is toegerus met 'n elektriese pomp wat water aan twee stilstaande spuitpunte verskaf.

- Elke spuitpunt word deur 'n roterende silindriese skerm omring. Die benattingsarea se grootte word deur 'n verstelbare opening in die skerm bepaal.
- Oortollige water wat nie deur die opening gespuit word nie, word in 'n opvangbak opgevang en na die watersleepwa teruggepomp.
- Die elektriese pomp in die watersleepwa sowel as die roterende silindriese skerm word deur 'n kragopwekker van elektrisiteit voorsien.



Figuur 2.1 Skematiese voorstelling van die praktyksimuleerder

2.3.1.2 Mobiele reënsimuleerder

Die simuleerder bestaan uit 'n raamwerk, drupbak, drukbeheer-, pomp-en suiwingstelsel asook 'n watersleepwa wat water aan die stelsel voorsien. Die stelsel word in Figuur 2.2 skematies voorgestel.

Raamwerk: Dit bestaan uit 'n staalraam waarvan die hoogte deur middel van 'n teleskopiese pootstelsel kan varieer.

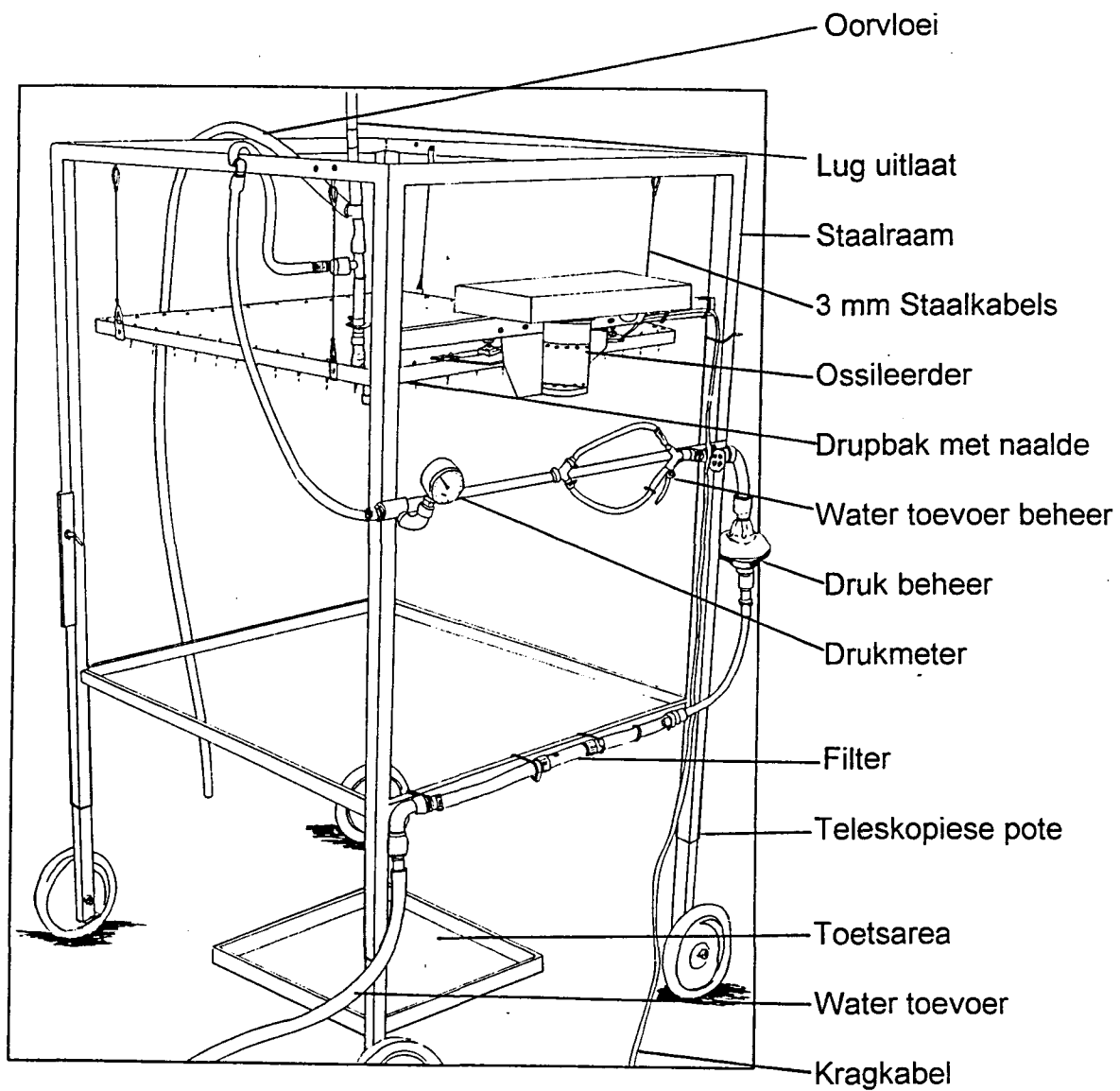
Drupbak: Mediese spuihulse is op 'n 40 mm by 40 mm ruitpatroon aan 'n PVC plaat gemonteer. Spuitnaalde word aan die onderkant van die plaat in die hulse ingedruk. Die plaat is aan die onderkant van 'n PVC bak van 90 cm by 90 cm vas. Druppelgrootte word deur die grootte van die naald bepaal. Die drupbak is met behulp van dun kables aan die bokant van die raam vas. Die drupbak is deur middel van twee skarnierpunte aan 'n ruitveërmotor gekoppel wat die drupbak laat ossileer sodat druppels nie die grond telkens op dieselfde posisie tref nie.

Drukbeheerstelsel: Drukbeheer word uitgeoefen deur middel van 'n reeks van drie kleppe in die watertoevoerlyn. 'n Drukmeter is tussen die laaste klep en die bak gemonteer om konstante druktoestande te verseker.

Pomp en suiwingstelsel: 'n Mobiele waterreservoir met 'n kapasiteit van 900 liter voorsien water deur middel van 'n dompelpomp aan die drupbak. Indien water met 'n spesifieke NAV benodig word, word dit eers in 200 liter houers tot die regte kwaliteit vermeng en dan met 'n dompelpomp na die drupbak gepomp. Drie filters is in die watertoevoerlyn gemonteer om seker te maak dat geen klastiese deeltjies in die drupbak kom nie.

Besproeiingsarea: (Nie deel van apparaat nie). Die oppervlak wat benat word is dieselfde grootte as die drupbak (900mm x 900mm). Dit word gespit en 'n ekwivalent van 'n fyn saadbed word voorberei met 'n helling van vyf persent. Die oppervlakafloop vind plaas op 'n gebied van 700 mm by 700 mm. 'n Gegalaniseerde raam met 'n afvoergleuf wat die afloopwater opvang, word stewig in die voorbereide grond ingedruk. Die raam word so geplaas dat die afvoergleuf by die onderpunt van die hellende grondoppervlak voorkom.

Die mobiele reënsimuleerder *per se* het in die veld goed gefunksioneer maar ander eksterne faktore het dit moeilik gemaak om 'n uitgebreide variasie van gronde in die veld op 'n gereelde basis oor 'n lang tyd te besproei.



Figuur 2.2 Skematiese voorstelling van die mobiele reënsimuleerder

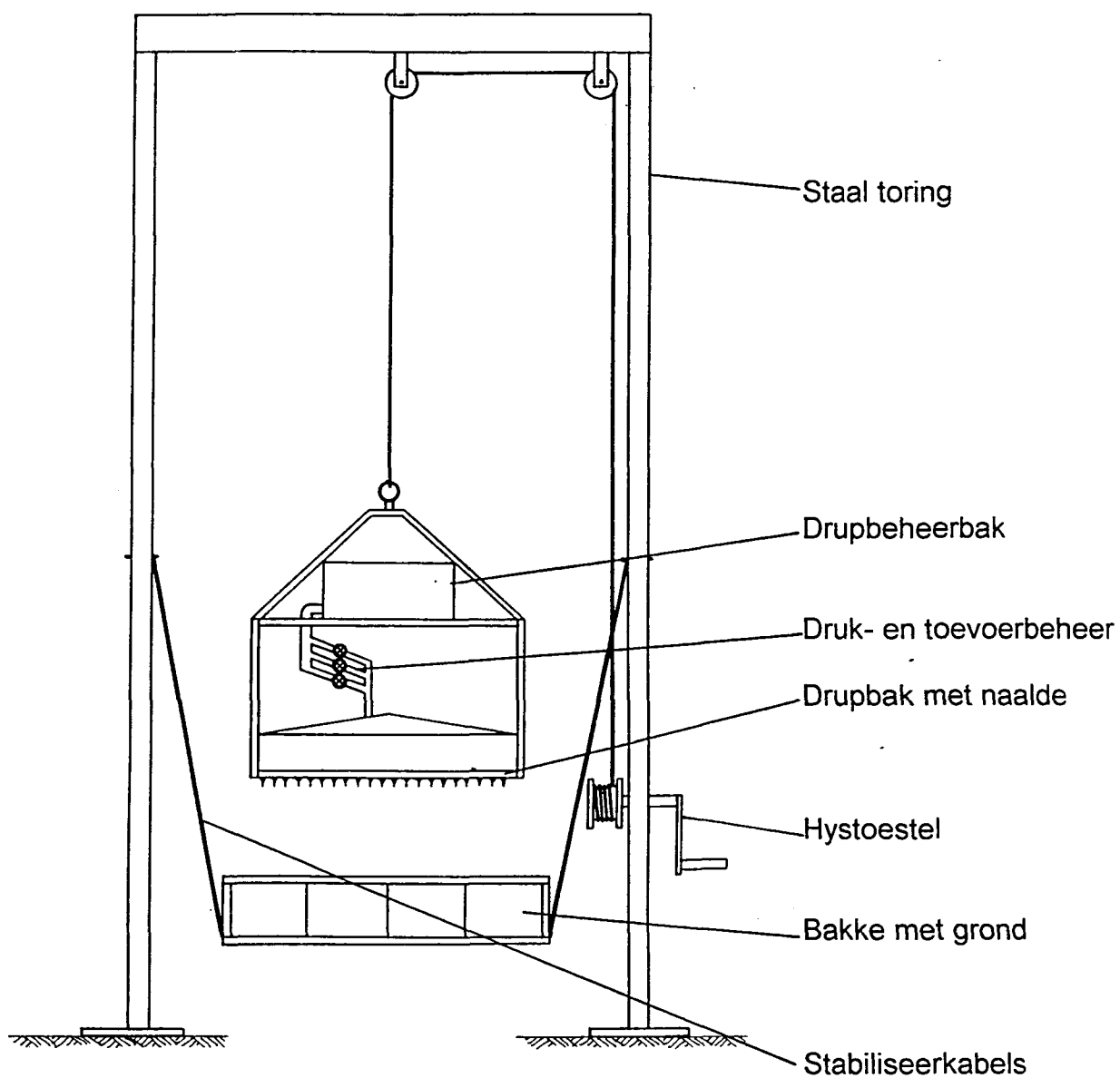
2.3.1.3 Laboratorium reënsimuleerder

Bloem *et al.* (1992) het gevind dat die resultate van die laboratorium reënsimuleerder en die van die praktyk simuleerder bevredigend vergelyk. Resultate wat verkry is met die laboratorium reënsimuleerder kan gebruik word in die ontwerp en bestuur van oorhoofse besproeiingstelsels (Bloem, 1992).

Die laboratorium reënsimuleerder is 'n druptipe wat druppels genereer deur middel van mediese spuitnaalde wat op 'n roosterpatroon van 40 mm by 40 mm onder aan 'n bak gemonteer is. Druppelgrootte, valhoogte en toedieningsintensiteit kan binne perke verander word. Bloem *et al.* (1992) gee 'n volledige beskrywing van die apparaat en sy werking. Die stelsel word in Figuur 2.3 skematies voorgestel.

Die mobiele tipe reënsimuleerder, soortgelyk aan die laboratorium reënsimuleerder, is deur Henning & Kellner (1994) gebruik gedurende 'n ondersoek na die degradasie van grond en plantegroei in 'n semi-ariëde grasveld. Hierdie simuleerder was om die volgende redes geskik vir hierdie projek:

- Dit gebruik 70 persent minder water as die praktyk simuleerder .
- Die vervoer en oprigting kan deur twee persone behartig word.
- Die invloed van wind op druppelverspreiding kan maklik uitgeskakel word.
- Druppeleienskappe is meer eenvormig en die waterdruk kan beter beheer word (sien Afdeling 2.3.2 vir probleme van die ander simuleerders).



Figuur 2.3 Skematiese voorstelling van die laboratorium reënsimuleerder

2.3.2 Praktiese probleme met simuleringsapparate

Die onderskeie simuleringsapparate het elk sy eie en soms unieke probleme gehad. Hierdie probleme word soos volg opgesom:

Tabel 2.5 Probleme wat ondervind is met die verskillende tipes simuleringsapparate

Tipe simuleerder	Probleem
Praktyk simuleerder	Groot variasie in druppelgrootte. Swak beheer oor waterdruk. Hoë waterverbruik. Arbiedsintensief (3 persone). Baie windsensitief, groot winskerms is nodig. Versteuring van grond deur diere en insekte tussen besproeiingsiklusse. Onkruidbeheer nodig. Omheiningsmateriaal en oorhoofse bedekkings gereeld gesteel.
Mobiele reënsimuleerder	Versteuring van grond deur diere en insekte tussen besproeiingsiklusse. Onkruidbeheer nodig. Omheiningsmateriaal en oorhoofse bedekkings is gereeld gesteel. Verstopping van naalde.
Laboratorium reënsimuleerder	Konsolidasie van grond in bakke. Verstopping van naalde.

HOOFSTUK 3

VERGELYKENDE STUDIES TUSSEN VELD- EN LABORATORIUMBESPROEIING

3.1 Inleiding

Indien die resultate tussen veld- en laboratoriumbesproeiing grootliks verskil kan dit daartoe aanleiding gee dat aanbevelings met betrekking tot beter waterverbruiksdoeltreffendheid nie relevant of betroubaar is nie. Aangesien die meeste van die evaluerings met die laboratorium- en mobiele reënsimuleerder uitgevoer is, is dit nodig om die resultate van die twee stelsels met mekaar te vergelyk. Tabel 3.1 is 'n opsomming van die belangrikste ooreenkomste en verskille tussen die twee simuleerders.

Tabel 3.1 'n Vergelyking tussen die veld- en laboratorium reënsimuleerders

Veld	Laboratorium
Oppervlakte benat = 0.49 m ²	0.06 m ²
Aggregaatgrootte nie kontroleerbaar nie	Aggregaatgrootte < 5.4 mm
Nie konstant gekompakteer nie	Eenvormig behandel met konstante kompaksie
Oppervlakrofheid kon nie so goed beheer word nie en is dus veel groter as dié van die laboratorium-simulasies	Effek van oppervlakrofheid nie groot nie want grond is gelyk gemaak
Aanvanklike aflooptempo is stadig as gevolg van langer afstand (700 mm) wat afloopwater moet vloei	Aflooplengte is relatief kort (272 mm) in vergelyking met veldtoestande

3.2 Materiaal en metodes

Die mobiele reënsimuleerder, soos beskryf in paragraaf 2.3.1.2, is gebruik vir die veldsimulasies. Die laboratorium reënsimuleerder,

soos beskryf in paragraaf 2.3.1.3, is vir die laboratorium simulaties gebruik.

Vier gronde is vir vergelykende studiedoeleindes gebruik. Grond LK4 is 'n sandkleileem met 22 persent klei en kaolinit as die dominante kleimineraal en illiet as subdominant. Grond LK5 het 26 persent klei en die dominante kleimineraal is pirofilliet met kaolinit as subdominant. Grond LK6 het 26 persent klei met kaolinit dominant en illiet en smekiet in gelyke dele as ondergeskikte kleiminerale. Grond WG is 'n sandleem met 17 persent klei wat dominant uit kaolinit bestaan, met illiet as subdominant, ysteroksiedes/hidroksiedes as ondergeskik en mangaanoksiedes /hidroksiedes sigbaar teenwoordig. 'n Opsomming van die belangrikste fisiese, chemiese en mineralogiese eienskappe word in Tabel 3.2 gevind. Gronde met dominant illiet en smekiet is nie ingesluit in die vergelykende studie nie.

Die gekose UNP-vlak vir hierdie ondersoek was 1, 2 en 5 persent en die NAV van die besproeiingswater was in ooreenstemming met die betrokke UNP van die gronde. Die elektriese geleiding van die besproeiingswater was deurgaans 15 mS m^{-1} en dié van die grond het gewissel tussen 25 en 32 mS m^{-1} (Tabel 3.2).

Die besproeiing is in alle gevalle gedoen teen 'n toedieningstempo van 60 mm h^{-1} vir 'n halfuur wat 'n effektiewe toediening van 30 mm behels. Behandeling en voorbereiding van die grond is gedoen volgens die metodes soos beskryf in paragraaf 2.2.1.

Tabel 3.2 Die belangrikste eienskappe van die vier gronde wat in die vergelykende studie gebruik is

Mon-ster nr.	Klei %	Organiese materiaal %	KUK c mol(+)/kg	pH H ₂ O	UNP Grond	EG van grond mS m ⁻¹	NAV Water	EG van Water mS m ⁻¹	Kleimineralogie* (% Semi-kwantitatief)
LK4	22	0.93	4.9	5.6	1	32	1	15.0	K60 I25 T15 Fst
				5.7	2	25	2	14.9	
				5.6	5	27	5	16.2	
LK5	26	2.3	6.3	5.5	1	8	1	15.0	P59 K23 I18
				5.6	2	28	2	14.9	
				5.5	5	18	5	16.2	
LK6	26	1.44	6.7	5.8	1	20	1	15.0	K80 I10 S10 Fst
				5.8	2	31	2	14.9	
				5.8	5	25	5	16.2	
WG	17	1.26	2.5	6.2	1	18	1	15.0	K70 I24 F6 Mst
				6.1	2	16	2	14.9	
				5.8	5	12	5	16.2	

*K = Kaoliniet

I = Illiet

P = Pirofilliet

T = Talk

S = Smektiet

F = Goethiet/hematiet

M = Mangaanoksiedes / hidroksiedes

st = Sigbaar teenwoordig

K60 = 60% van kleifraksie is kaoliniet

Opdamming is 'n aanduiding dat die toedieningstempo die infiltrasietempo oorskrei. Vanweë verskille in mikro-reliëf, is dit moeilik om opdamming opties of elektronies te meet en die maklikste korreleerbare parameter wat gevind is, is die tyd totdat afloop plaasvind. Vir die veldsimulasies is die totale afloop bepaal deur die afloopwater op te vang en volumetries te meet. Kumulatiewe infiltrasie (KUMINF) vir 'n tydperk van 30 minute is verkry deur die kumulatiewe afloop af te trek van die totale toediening van 30 mm.

Gronde LK4, LK6 en WG is beide in die veld en in die laboratorium aan ses besproeiingsiklusse onderwerp. LK5 is in die veld slegs aan vyf siklusse onderwerp omrede die persele fisies beskadig is na die vyfde siklus en dit lank sou neem om die totale ondersoek weer van vooraf te herhaal. Na die sesde siklus het daar nog steeds 'n afname in infiltrasie plaasgevind, maar as gevolg van versakking en konsolidasie na elke uitdrogingsproses (Arshad & Mermut, 1988; Segeren & Trout, 1991; Loch & Foley, 1994) is gevind dat die grondoppervlak na ses siklusse laer is as die rand van die grondbak of die raam se binnegleuf. Dit bring mee dat 'n dik waterfilm op die laer dele vorm en gevolglik is die druppelimpak nie homogeen oor die hele lengte van die bak nie. Verder vind daar infiltrasie by die laer deel onder die invloed van opdammingstoestande plaas, terwyl dit nie die geval is op die hoër dele nie. Na die sesde siklusse is daar swak korrelasies tussen die verskillende herhalings of daar was 'n onverwagse toename in KUMINF as gevolg van die opdamming wat deur die konsolidasie toestand veroorsaak is. Gevolglik is daar by ses siklusse volstaan. In die veldsimulasies is dieselfde probleem ondervind. Indien die raam ingedruk word versoorsoak dit 'n versteuring van die bestaande kors, veral naby die kant van die raam, en voorkeur infiltrasie vind langs dié roete plaas.

3.3 Resultate en bespreking

Opsomming van die resultate soos verkry vir die vergelykende veld-en laboratorium simulasies word in Tabel 3.3 weergegee. Die oorspronklike data en statistiese verwerking van die data is in Bylae A, B en C opgesom.

Tabel 3.3 Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing van vier gronde vir veld- en laboratoriumsimulasies

Grond nr.	UNP	Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute											
		Veld						Laboratorium					
		Siklus						Siklus					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
LK4	1	30	27.8	27.3	26.5	25.4	23.9	26.5	24.2	23.1	22.8	22.8	22.2
	2	30	27.0	26.4	25.5	24.0	22.9	27.0	23.9	23.0	22.5	22.3	22.0
	5	29.7	26.8	24.2	23.8	22.2	21.0	26.5	23.2	22.5	22.0	22.1	21.2
LK5	1	27.7	26.5	25.8	25.7	25.5	-	24.4	23.0	22.3	21.5	19.7	-
	2	27.6	26.8	26.4	26.1	25.9	-	24.6	23.2	22.3	21.9	20.5	-
	5	27.6	27.4	26.6	26.3	26.9	-	24.4	23.1	22.2	21.7	20.9	-
LK6	1	26.4	25.2	24.4	24.0	23.2	22.0	24.3	20.2	19.0	18.9	18.4	17.8
	2	25.2	24.5	23.9	23.4	22.0	20.8	23.9	18.8	18.1	17.5	17.5	16.8
	5	24.6	23.9	23.1	22.4	21.4	20.6	23.7	17.2	16.2	15.8	15.4	15.0
WG	1	28.1	26.6	25.3	24.7	23.8	23.2	26.9	25.6	25.0	23.9	23.5	22.9
	2	27.7	26.6	25.7	24.6	23.8	23.1	25.1	24.3	23.6	23.1	22.5	22.2
	5	27.5	26.4	25.9	24.0	23.1	22.0	22.9	22.7	22.0	21.7	21.3	21.1

Figure 3.1 tot 3.16 is 'n grafiese voorstelling van die kumulatiewe infiltrasie onder sikliese benatting vir verskillende UNP-vlakke vir die vier gronde.

Grond LK4 toon dieselfde verskil met betrekking tot die kumulatiewe infiltrasie tussen die veld- en laboratoriumbesproeiing vir UNP 1 en UNP 2 (Figuur 3.1 en 3.2). Vir UNP 5 is die verskil kleiner (Figuur 3.3), veral by 'n toename in sikliese benatting. Uit Figuur 3.4 kan afgelei word dat die verskil groter is by laer UNP-vlakke as by hoër - UNP-vlakke. In die geval van die laer UNP-vlakke is die kumulatiewe infiltrasieverskil ongeveer 7 persent (Figuur 3.1 en 3.2). 'n Verskil van ongeveer 12 persent kom voor by die eerste siklus tussen die twee simulasietypes. Opmerklik is dat infiltrasie gedurende veldsimulasies in alle gevalle hoër is as die infiltrasie gemeet in die laboratorium. Hierdie tendens is ook waargeneem deur Bloem *et al.* (1992) en Liengme (1992) waar 'n enkele benatting oor twee ure van toepassing was.

Vir die pirofillietryke grond (LK5) is die verskil tussen die veld- en die laboratorium simulaties se kumulatiewe infiltrasies (KUMINF) hoër as by die kaolinit dominante grond soos LK6. Gedurende die vyfde siklus, by 'n UNP-vlak van 1, is die veldsimulasies van LK5 se KUMINF 23 persent hoër, by 'n UNP-vlak van 2 is dit 21 persent en by 'n UNP-vlak van 5 is dit 22 persent hoër as die van die laboratorium simulaties (Figuur 3.5, 3.6 en 3.7).

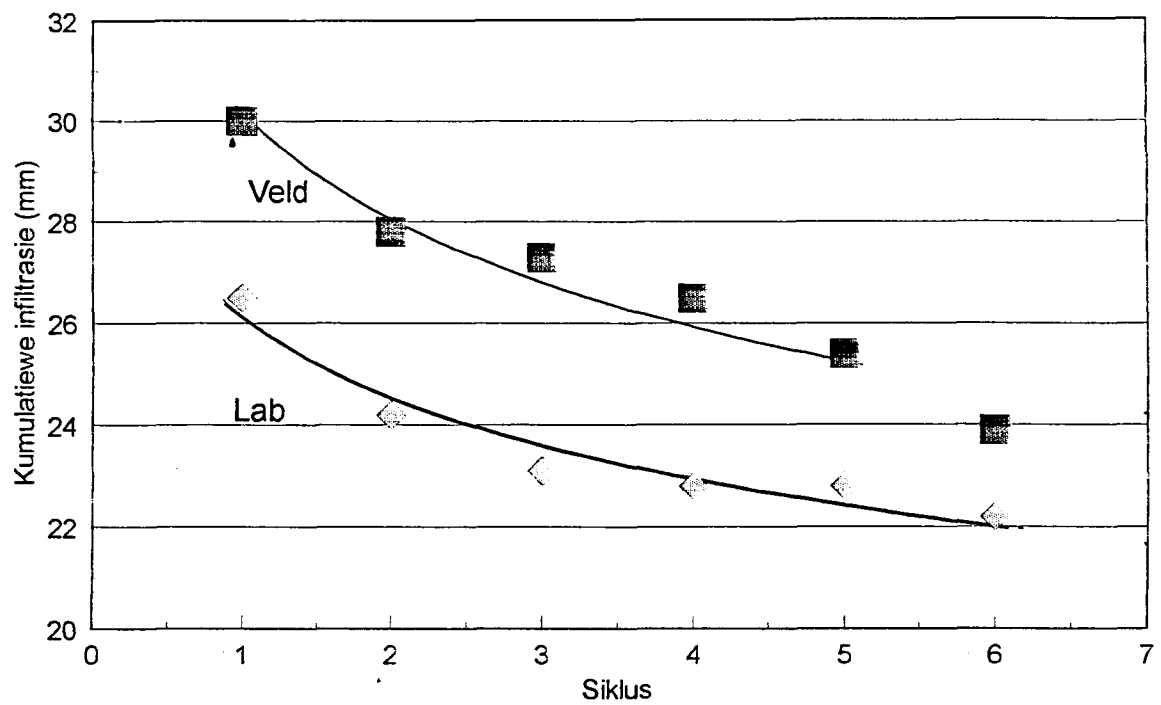
Wat opmerklik is by die pirofilliet dominante grond is die laer gradiënt van afname van KUMINF vanaf die eerste na die vyfde siklus in vergelyking met die kaolinit dominante gronde. Anders as verwag is daar selfs 'n toename in KUMINF met 'n toename in UNP tydens die vyfde siklus (Figuur 3.8). Geen spesifieke verwysing na pirofilliet dominante grond kon in die literatuur gevind word nie. Vir illiet en smekiet is hoofsaaklik 'n afname in infiltrasie met 'n toename in UNP gevind (Agassi *et al.*, 1982; Gal *et al.*, 1984, du Plessis & Shainberg,

1985; Bloem, 1992). Enkele uitsonderings is waar water met 'n baie lae of baie hoë elektroliet konsentrasie gebruik word. Volgens Levy *et al.* (1984) is die toename in KUMINF by water met 'n lae EG toe te skryf aan die dispersiewe eienskappe van die grond wat deur die water veroorsaak is. Gevolglik vind daar telkens erosie van die kors plaas wat effektief die grondoppervlak elke keer ontbloot. Smith *et al.* (1990) het gevind dat water met 'n hoë EG flokkulasie veroorsaak en gevolglik die KUMINF laat toeneem. In die geval van grond LK5 is die EG van grond en die water nie baie laag of baie hoog nie. Die gevolg is dat die toename in KUMINF met 'n toename in UNP eerder aan die mineralogie toegeskryf kan word. 'n Meer volledige bespreking hiervan kom in Afdeling 4.3.4.2 voor.

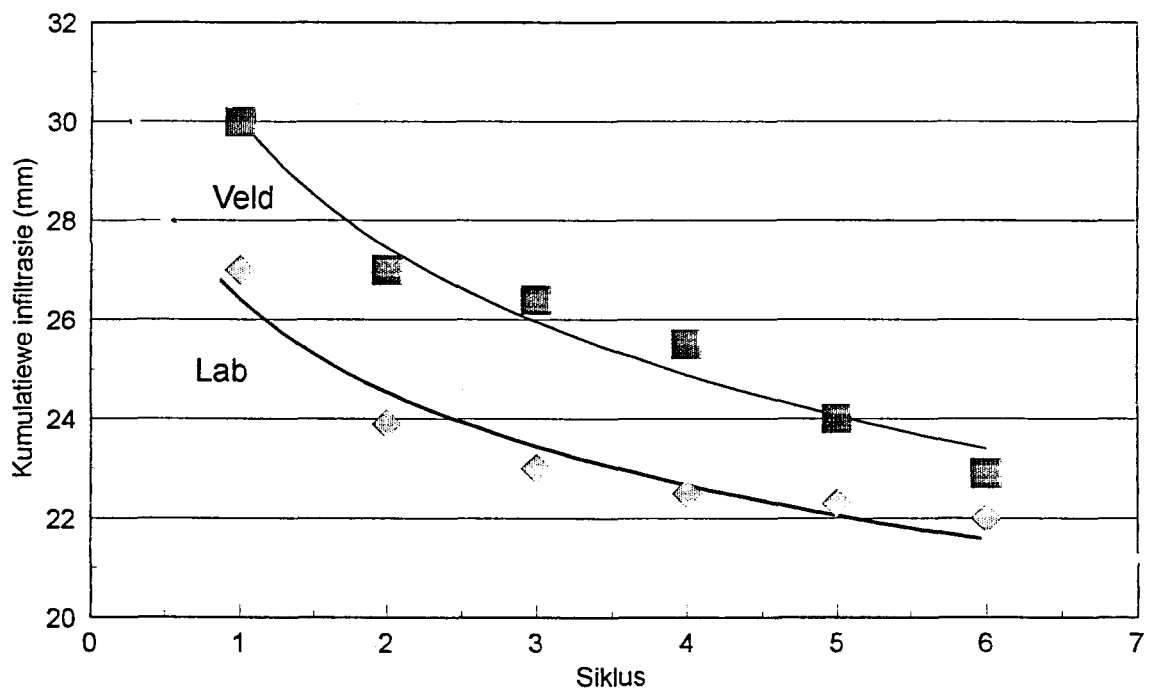
Die KUMINF van LK6 se veldsimulasies is hoër as vir die laboratorium simulasies (Figuur 3.9, 3.10 en 3.11). Vir die sesde siklus (Figuur 3.12) is daar 'n afname in KUMINF met 'n toename in UNP. Dit impliseer dat die UNP 'n wesentlike bydrae lewer tot die afname in KUMINF, selfs by die sesde siklus, terwyl daar nie genoegsame erosie plaasvind om die kors te verwyder tydens elke siklus nie.

Volgens Figuur 3.13, 3.14 en 3.15 toon die mangaan- en ysterryke grond van WG se veld- en laboratorium simulasies se KUMINF nie groot verskille soos in die geval van die ander gronde nie. Met 'n toename in UNP gedurende die sesde siklus (figuur 3.16) is daar 'n matige afname in KUMINF soos voorspel deur die literatuurstudie.

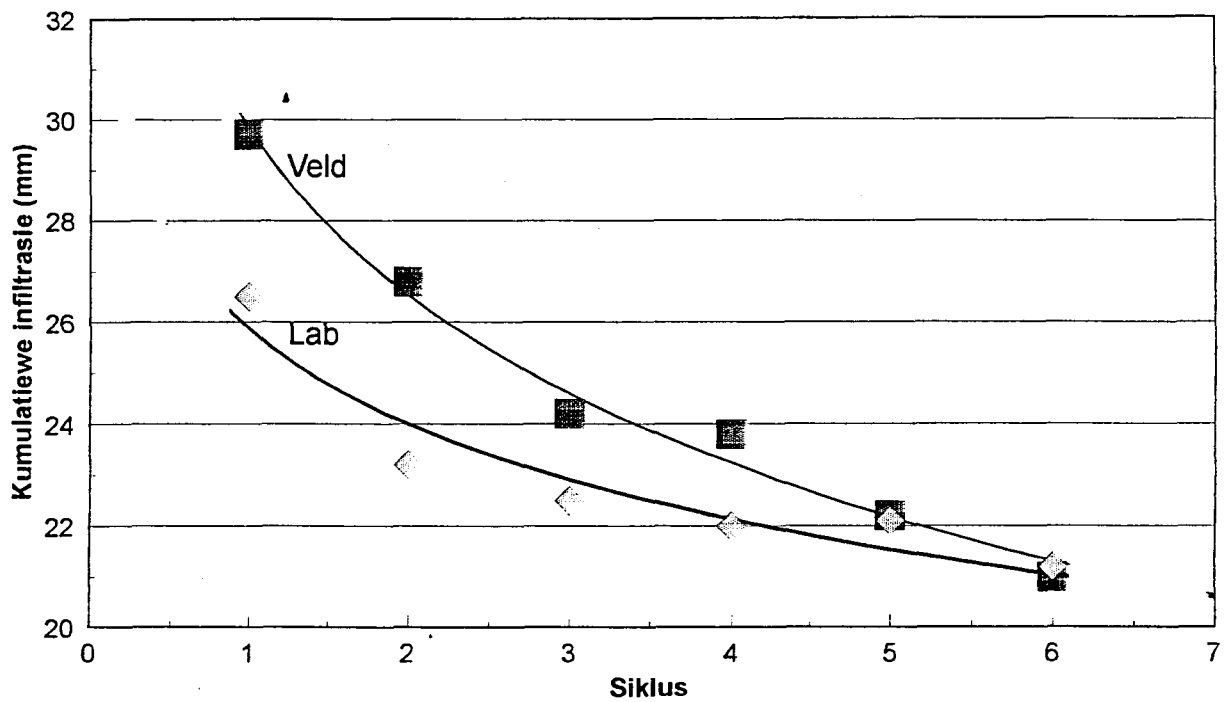
Daar moet gemeld word dat, ten spyte van die feit dat die grond sover moontlik droog was, daar 'n moontlikheid bestaan dat nattigheid 'n bydrae kon lewer tot die verskille wat in die grafieke aangeteken is.



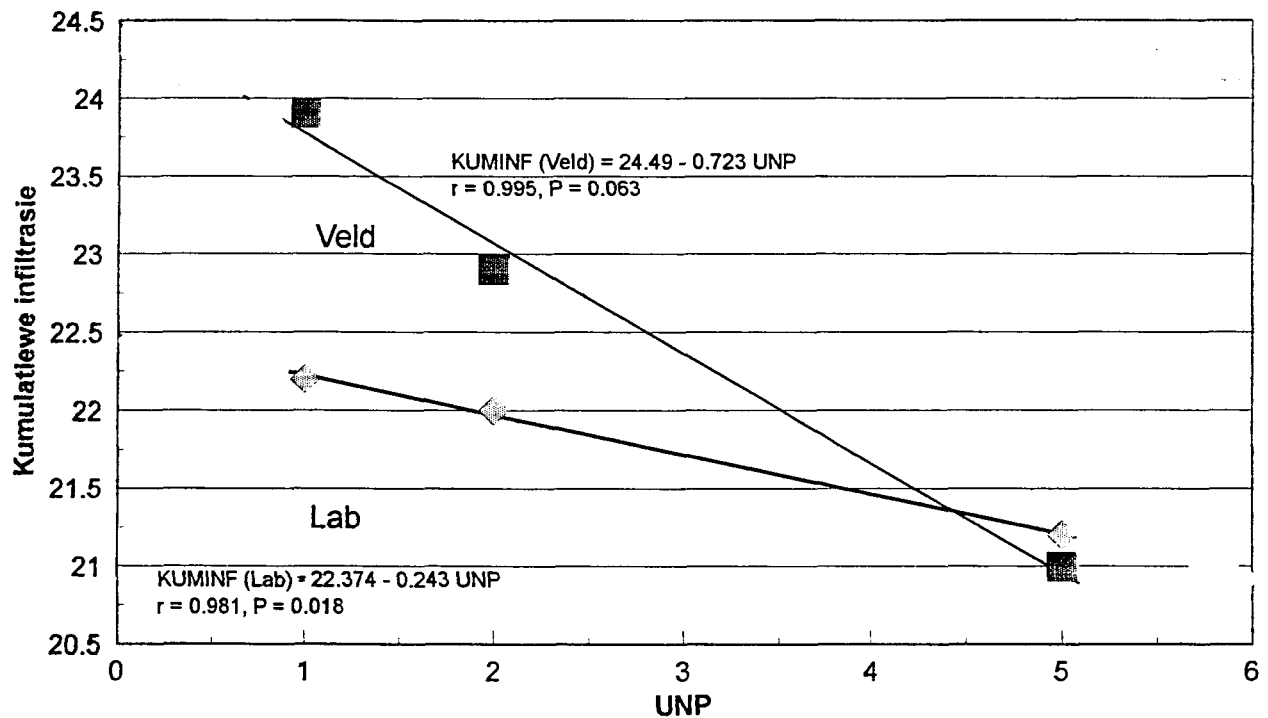
Figuur 3.1 LK4, UNP 1: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande. (LK4 is 'n kaolinitiese grond).



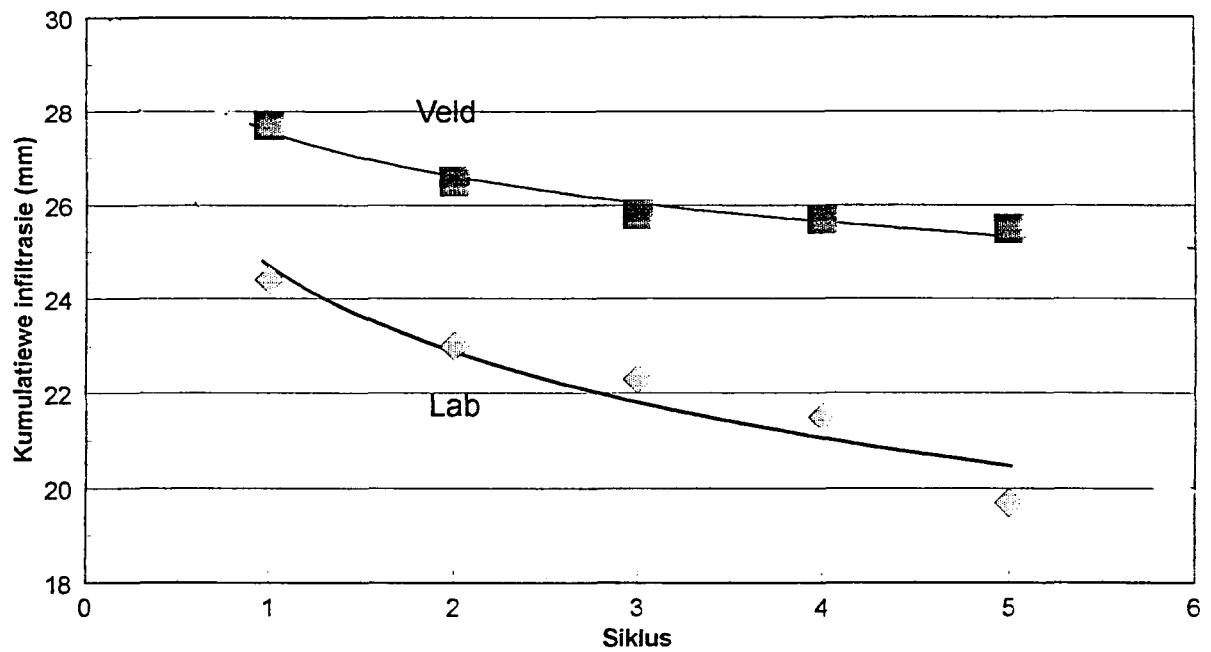
Figuur 3.2 LK4, UNP2: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande.



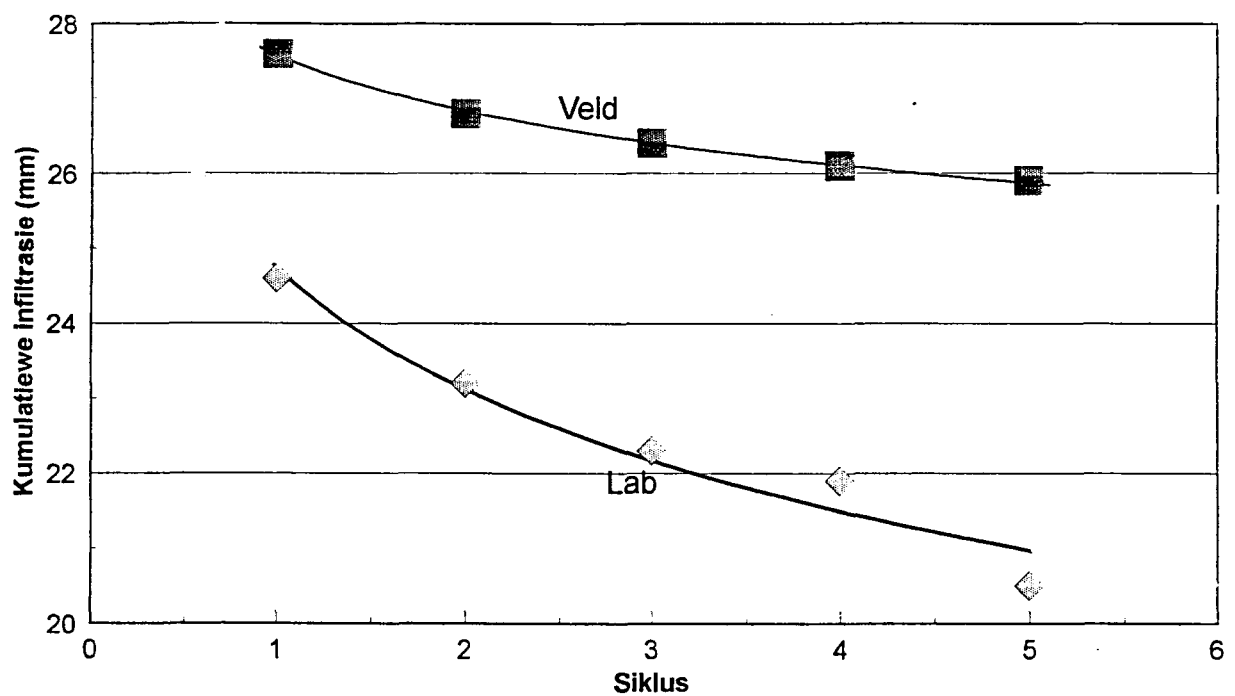
Figuur 3.3 LK4, UNP 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande.



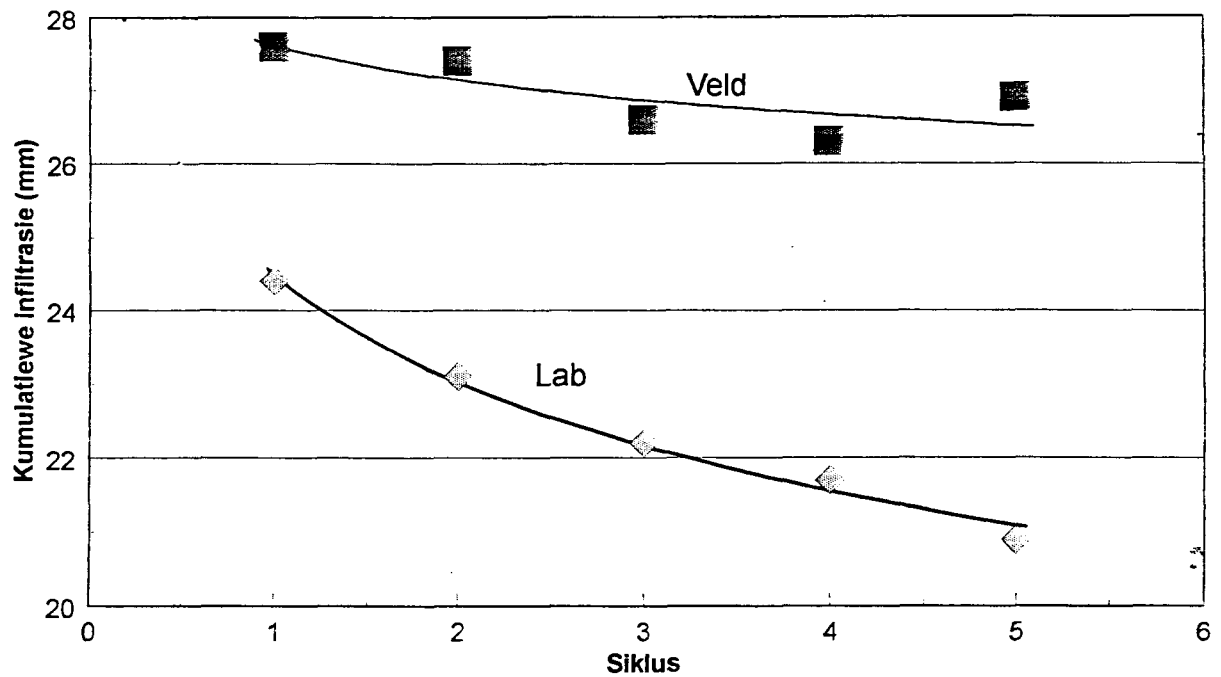
Figuur 3.4 LK4, siklus 6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.



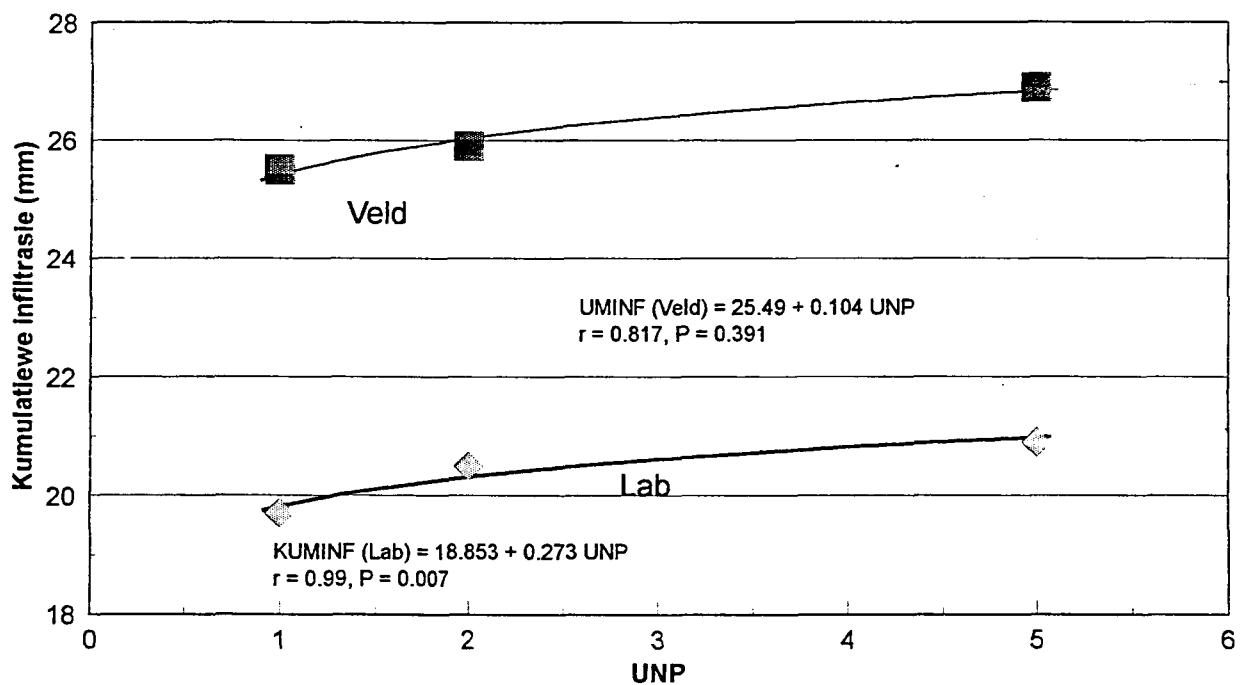
Figuur 3.5 LK5, UNP 1: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vyf siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande. (LK5 in 'n pirofillietryke grond).



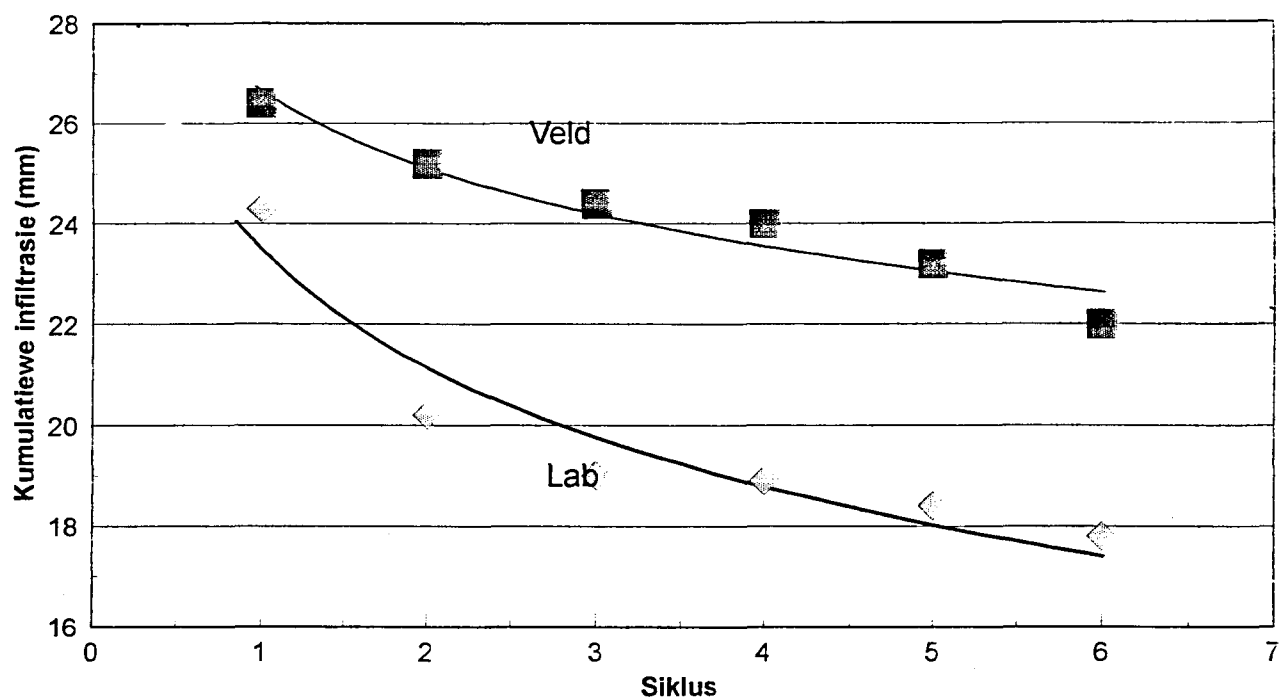
Figuur 3.6 LK5, UNP2: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vyf siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.



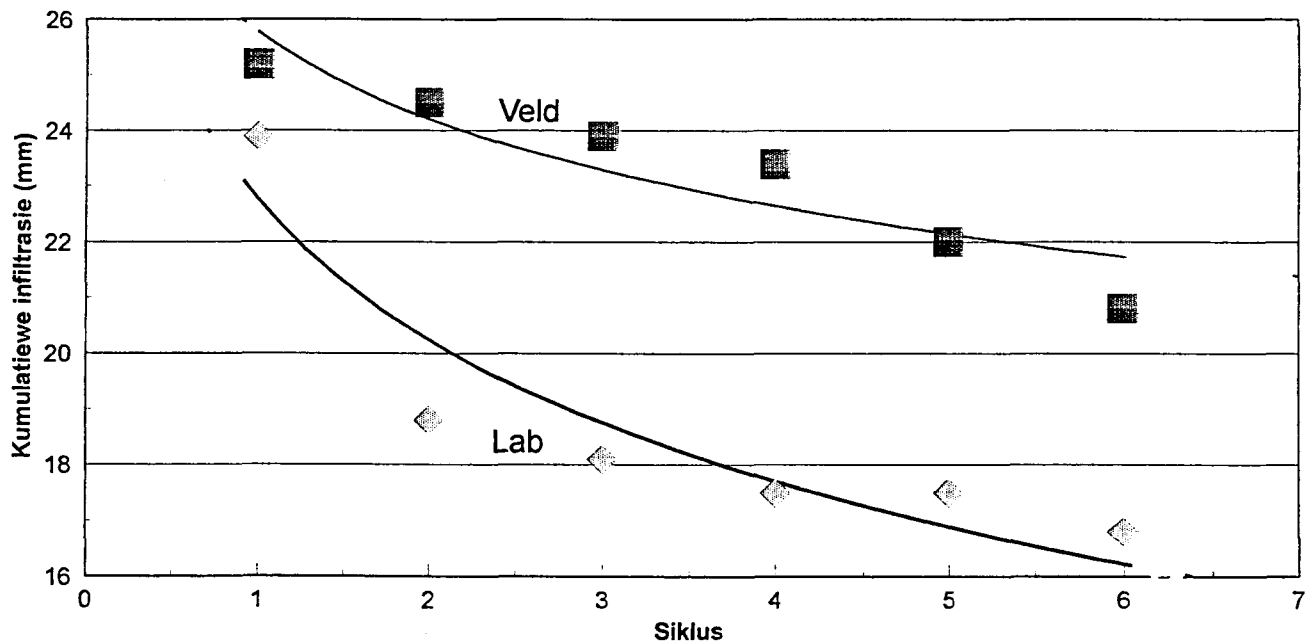
Figuur 3.7 LK5, UNP 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vyf siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande.



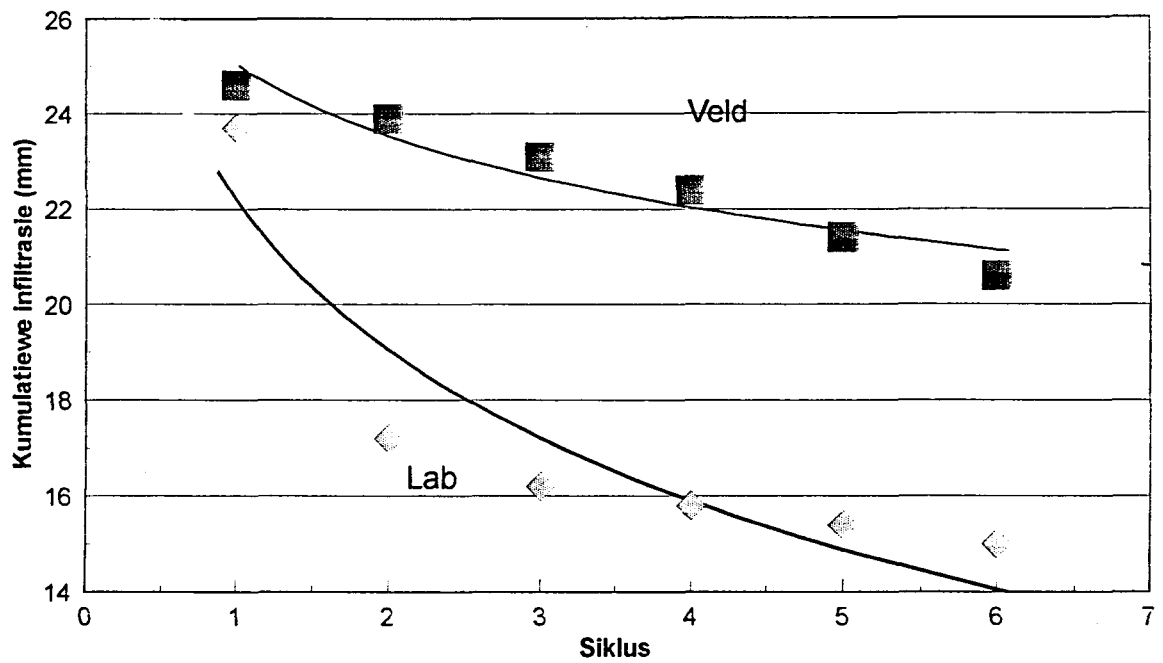
Figuur 3.8 LK5, siklus 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vyf siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.



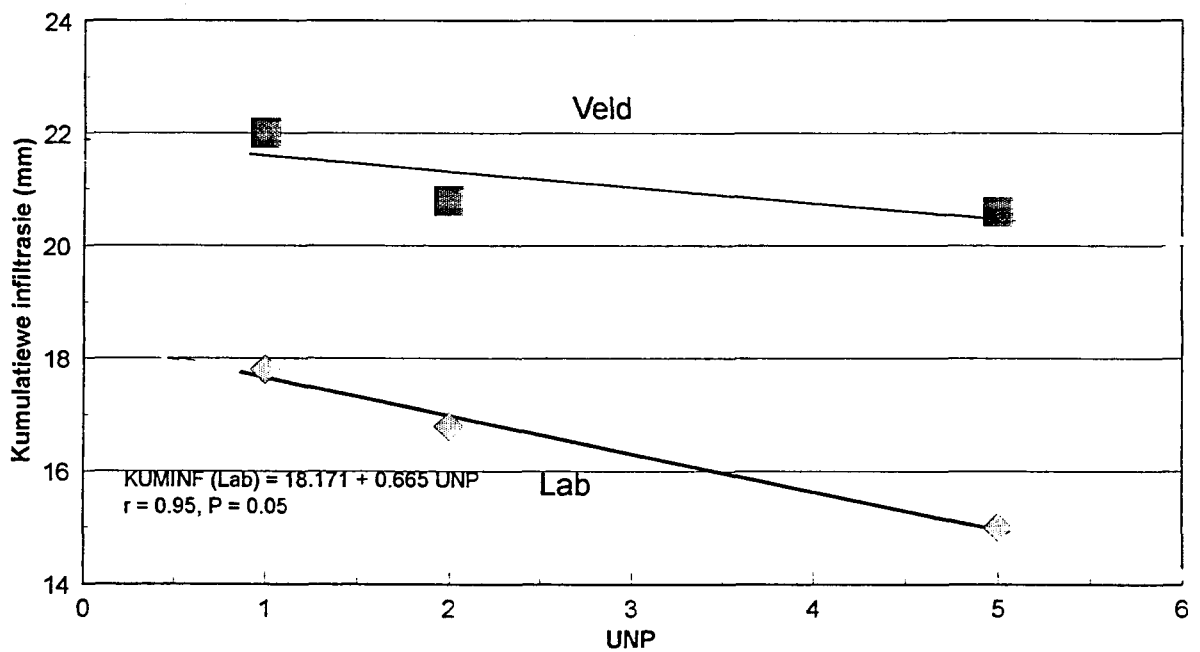
Figuur 3.9 LK6, UNP 1: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande. (LK6 is 'n kaolinitiese grond met sub-dominante smekiet en illiet).



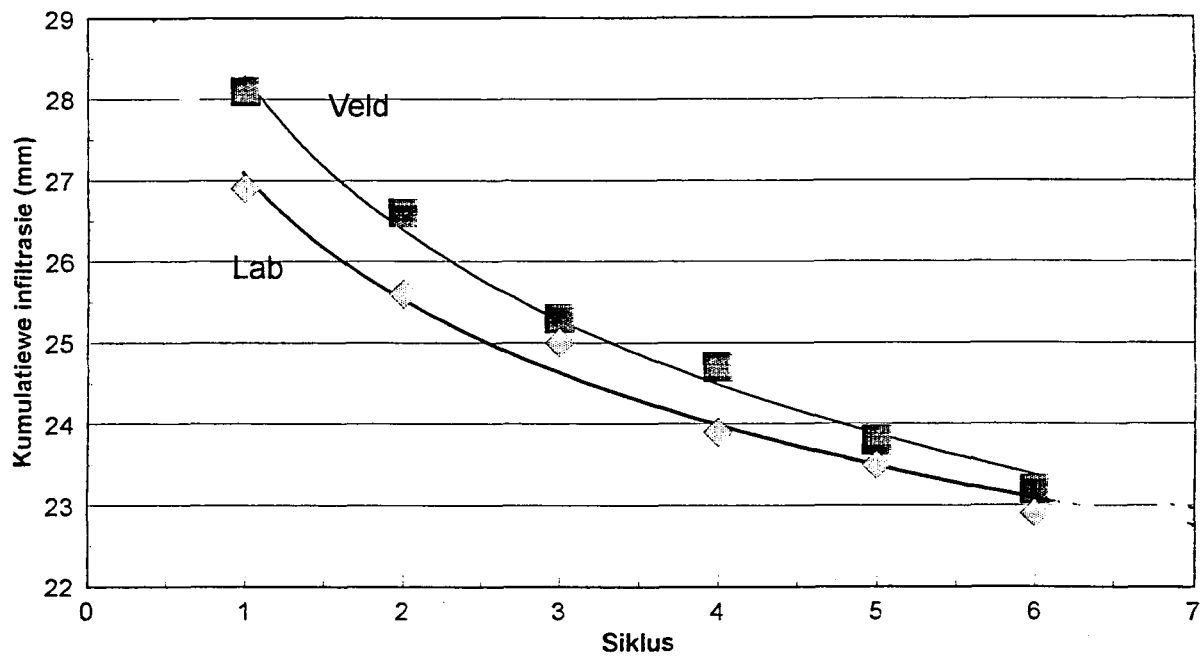
Figuur 3.10 LK6, UNP 2: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande.



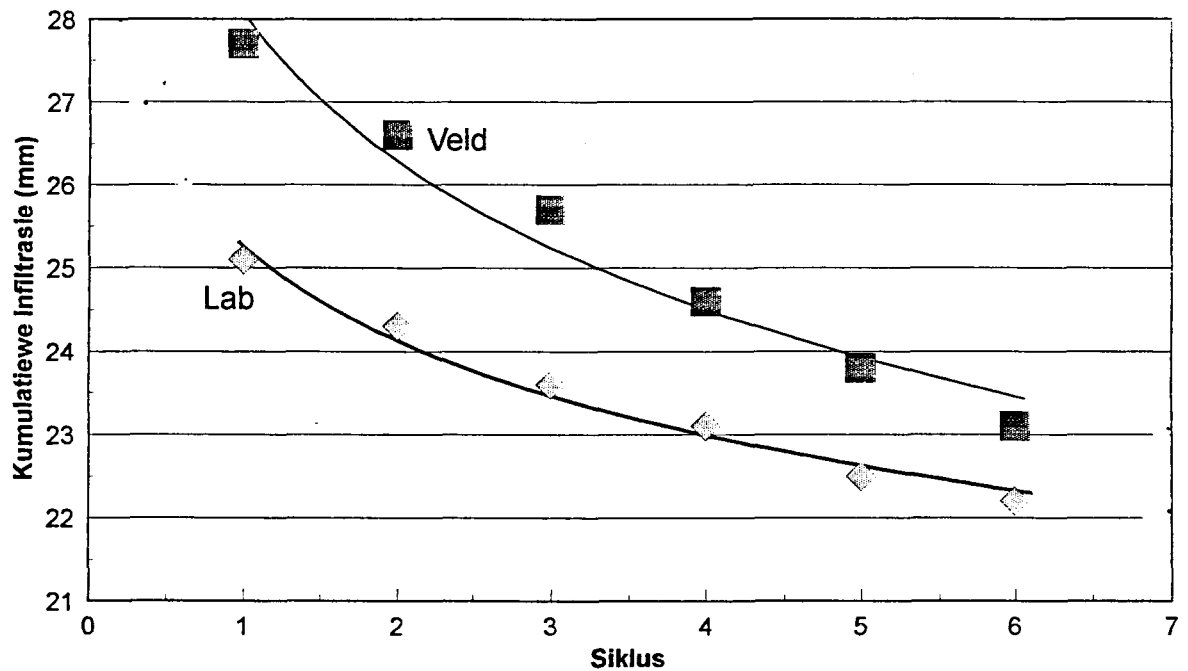
Figuur 3.11 LK6, UNP 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande.



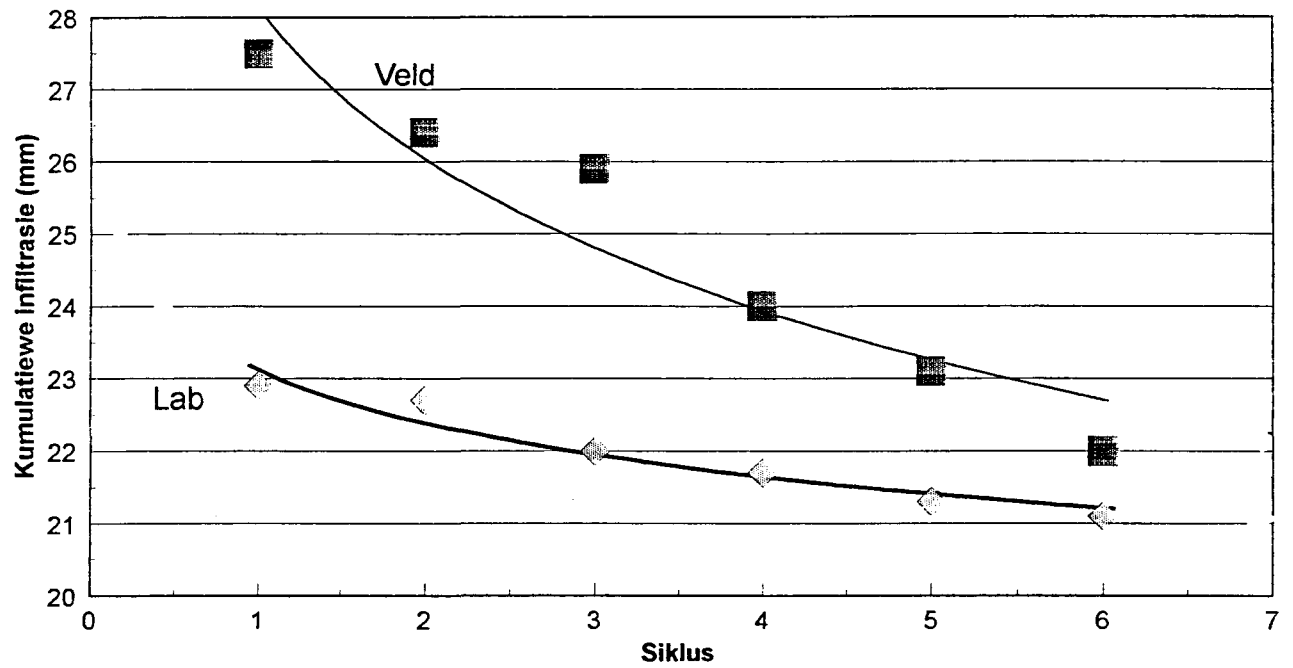
Figuur 3.12 LK6, siklus 6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.



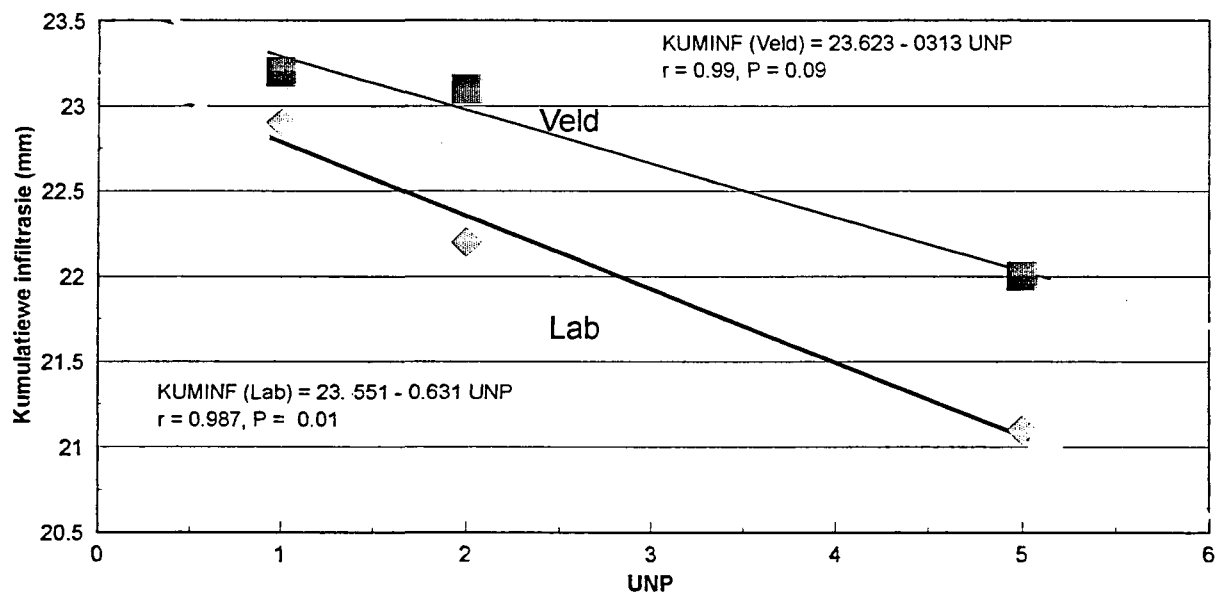
Figuur 3.13 WG, UNP 1: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande. (WG is 'n kaolinitiese grond met yster- en mangaanoksiedes).



Figuur 3.14 WG, UNP 2: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande.



Figuur 3.15 WG, UNP 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratorium toestande.



Figuur 3.16 WG, siklus 6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.

3.4 Gevolgtrekking

Kumulatiewe infiltrasie van die veld-en laboratorium simulاسies tydens die eerste siklus is ongeveer dieselfde en waar dit wel verskil is dit nie noemenswaardig nie. Bloem *et al.* (1992) en Liengme (1992) het gevind dat sodanige verskille nie te groot is om te verreken in ontwerp en bestuurriglyne nie.

Die algemene tendens dat die veldsimulasies 'n groter KUMINF toon, word toegeskryf aan die groter oppervlakrofheid wat tot gevolg het dat die water se afvloeitempo ietwat vertraag word. Die veroorsaak 'n langer tyd wat die water het om te infiltreer en die waterfilm vorm 'n buffer tussen die grond en die druppels. Laasgenoemde veroorsaak dan dat korsvorming minder effektief is.

Die grond in die veld het altyd 'n hidrouliese gradiënt van > 1 en in die laboratorium is die dun laag grond van 50 mm gou versadig en daarom is die hidrouliese gradiënt in die veld hoër as in die laboratorium. As gevolg hiervan is die grond in die veld se infiltrasie nie net 'n oppervlakbeheerde proses nie, maar ook 'n funksie van matrikspotensiaal.

In die geval van kaolinietiese grond, is die verskille tussen veld- en laboratoriumresultate tydens die sesde siklus so klein dat geen aanpassings nodig is nie. Waar die grond deur pirofilliet oorheers word en waar beduidende hoeveelhede smektiet teenwoordig is, is die verskille groter, maar die omvang is nog van so 'n aard dat dit nog steeds weglaatbaar klein is. Bloem *et al.* (1992) het die laboratorium simulاسies met veldsimulasies en/of werklike spilpuntbesproeiing opgevolg en bevredigende korrelasies gevind. Die resultate van die laboratorium simulاسies kan dus met vertroue gebruik word om aanpassings op bestaande besproeiingstelsels te maak of om dit te gebruik as kriteria in die ontwerp van nuwe stelsels.

HOOFSTUK 4

DIE INVLOED VAN KLEIMINERALOGIE EN UITRUILBARE NATRIUMPERSENTASIE OP DIE INFILTREERBAARHEID VAN GROND

4.1 Inleiding

Verskeie navoringsresultate dui daarop dat gronde met verskillende kleimineraalsamestellings se meganisme en graad van seëlvorming verskillend is (Levy & van der Watt, 1988; Stern, 1990, Bloem *et al.*, 1992, Liengme 1992). Interaksie tussen UNP en kleimineralogie, tussen elektriese geleiding (EG) en kleimineralogie of tussen die waterkwaliteit en die tipe kleimineraal maak hierdie 'n komplekse probleem wat moeilik gekwantifiseer kan word. Die verhardingseffek van ysteroksiedes of mangaanminerale en die kraakeienskappe van vertisols staan in kontras met mekaar as gevolg van die opbreek van die kors in laasgenoemde geval en die waarskynlike voortdurende verharding van eersgenoemde. Die fisiese eienskappe van die verskillende kleimineraalgroepe bring mee dat daar onderskei moet word tussen die dominante groepe met betrekking tot die effek op infiltrasievermoë.

In hierdie hoofstuk word klem gelê op die interaksie tussen kleimineralogie en uitruilbare natriumpersentasie en die invloed daarvan op korsvorming en die afname in infiltreerbaarheid. Sover moontlik is ander grond- en watereienskappe konstant gehou sodat die aantal veranderlikes tot 'n minimum beperk kon word.

4.2 Materiaal en metodes

Om flokkulasie sover moontlik te beperk, is water met 'n EG van 15 mS m^{-1} gebruik. Aangesien daar chemiese ewewig tussen die besproeiingswater en die grond is, is die elektriese geleidingsvermoë van die water en die grond konstant gehou. Die gronde met 'n swak logingspotensiaal, (as gevolg van hoër KUK en swellende eienskappe) (Brady, 1974, Hillel, 1982) soos

byvoorbeeld TD, TB en LK6, se EG is ietwat hoër as die res van die gronde. Dit word toegeskryf aan die feit dat die soute moeilik uit die swakgedreineerde gronde uitwas. Uit Tabel 2.5 kan afgelei word dat die EG van die besproeiingswater 15 mS m^{-1} was, ongeag die NAV van die water. Die pH van die besproeiingswater is ongeveer 6.5, wat ook konstant was vir die vyf NAV vlakke. Die voorbereidingsmetode van die besproeiingswater om vyf NAV vlakke te verkry, is in Afdeling 2.2.1 uiteengesit. Reënwater met 'n oorspronklike NAV van 1, EG van 7 mS m^{-1} en pH van 6,5 is gebruik om die verskillende behandelings mee toe te pas.

Vyf UNP-vlakke van 1, 2, 5, 10 en 15 is op elke grond geïnduseer soos beskryf in Afdeling 2.2.1 en soos voorgestel deur Agassi *et al.* (1981), Shainberg & Singer (1988), Ben-Hur & Shainberg (1989) en Keren (1990).

Die besonderhede van die gronde wat gebruik is, is in Tabele 2.1, 2.2 en 4.1 vervat.

Die laboratorium reënsimuleerder wat gebruik is in Afdeling 3.2 en soos beskryf in Afdeling 2.3.1.3, is gebruik om oppervlakaflow te meet en sodoende kumulatiewe infiltrasie te bereken. Hierdie metode is ook op 'n uitgebreide skaal deur Bloem *et al.* (1992) gebruik asook tot 'n beperkte mate deur Liengme (1992). In albei gevalle is die laboratoriumresultate opgevolg met veldsimuleerders of werklike spilpunte en bevredigende korrelasies is gevind.

4.3 Resultate en bespreking

Kumulatiewe infiltrasie van elke siklus vir die verskillende UNP-vlakke van die agt grondtipes word in Tabel 4.2 aangehaal. Die oorspronklike data en statistiese verwerking van die data is in Bylae C opgesom.

Tabel 4.1 Die belangrijkste eienskappe van die agt gronde wat gebruik is om die invloed van kleimineralogie en UNP op infiltreerbaarheid te evalueer

Grond nr	Klei %	Organiese Materiaal %	KUK c mol(+)/kg	UNP	pH H ₂ O	EG mS m ⁻¹	% Liniêre krimp	*Kleimineralogie (% Semi- kwantitatief)
LK4	22	0.93	4.9	1	5.6	32	1.8	K60, I25, T15, Fst
				2	5.7	25		
				5	5.6	27		
				10	5.4	30		
				15	6.1	24		
LK5	26	2.3	6.3	1	5.5	8	2.9	K23, I18, P59
				2	5.6	28		
				5	5.5	18		
				10	5.7	26		
				15	5.6	17		
LK6	26	1.44	6.7	1	6.2	20	3.4	K80, I10, S10 Fst
				2	6.2	31		
				5	6.2	25		
				10	6.5	19		
				15	6.5	37		
TB	25	0.72	6.2	1	6.9	20	0.3	K67, I22, S11
				2	6.7	14		
				5	6.6	20		
				10	6.8	18		
				15	6.8	25		
TD	21	1.6	10.6	1	7.2	53	5.2	K17, I11, S72
				2	7.7	34		
				5	7.4	61		
				10	7.3	106		
				15	7.5	90		
FR	22	1.15	7.0	1	5.8	44	3.9	K22, I51, S2, G22 F3
				2	5.6	49		
				5	5.8	79		
				10	5.4	60		
				15	5.7	66		
VK	16	1.08	7.2	1	7.8	26	0.3	K22, I56, S22
				2	7.7	23		
				5	7.9	28		
				10	7.9	25		
				15	8.0	20		
WG	17	1.26	2.5	1	6.2	18	0.1	K70, I24, F6, Mst
				2	6.1	16		
				5	5.8	12		
				10	5.9	15		
				15	6.0	13		

*Kleimineralogie:

K = Kaoliniet

I = Illiet

S = Smektiel

T = Talk

P = Pirofilliet

G = Tussengelaagde minerale

F = Ysteroksiedes / hidroksiedes

M = Mangaanoksiedes / hidroksiedes

St = Sigbaar teenwoordig

K60 = 60% van kleifraksie is kaoliniet

Tabel 4.2 Kumulatiewe infiltrasie(mm) na 30 minute van besproeiing by vyf UNP vlakke vir agt grondtipes tydens laboratoriumsimulasies

		Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute					
		Siklus					
Grond nr	UNP	1	2	3	4	5	6
LK4	1	26.5	24.2	23.1	22.8	22.8	22.2
	2	27.0	23.9	23.0	22.5	23.3	22.0
	5	26.5	23.2	22.5	22.0	22.1	21.2
	10	25.9	22.9	22.4	21.4	21.9	20.7
	15	25.4	22.7	22.0	21.1	20.5	20.1
LK5	1	24.4	23.0	22.3	21.5	19.7	19.1
	2	24.6	23.2	22.3	21.9	20.5	19.4
	5	24.4	23.1	22.2	21.7	20.9	19.7
	10	23.9	22.1	21.5	20.8	20.2	19.5
	15	23.1	21.4	20.2	20.1	19.2	18.4
LK6	1	24.3	20.2	19.0	18.9	18.9	17.8
	2	23.9	18.8	18.1	17.5	17.5	16.8
	5	23.7	17.2	16.2	15.8	15.4	15.0
	10	23.1	16.2	15.8	15.2	15.0	14.5
	15	22.9	15.9	15.0	14.5	14.0	13.7
TB	1	26.0	22.7	22.1	21.6	20.5	20.0
	2	24.5	19.9	19.2	18.4	17.3	16.9
	5	23.3	18.1	17.4	16.4	16.0	15.2
	10	22.4	17.0	15.7	15.0	14.4	13.7
	15	21.0	16.2	15.2	14.0	13.5	12.6
TD	1	24.4	23.5	23.4	22.8	22.6	21.7
	2	22.4	21.1	21.0	21.8	21.5	20.5
	5	22.6	20.7	19.9	19.4	18.2	17.9
	10	18.9	16.5	16.1	16.0	15.5	15.2
	15	16.5	9.7	9.2	8.5	8.1	7.9
FR	1	26.6	24.2	23.5	22.8	21.9	22.0
	2	26.4	23.7	23.0	21.7	21.3	20.9
	5	26.0	22.9	21.8	20.9	20.2	19.1
	10	25.4	21.8	20.4	18.8	17.6	16.7
	15	24.9	20.7	18.3	17.5	16.7	15.9
VK	1	26.5	23.5	22.8	22.3	21.8	21.5
	2	25.8	22.9	22.4	22.0	21.3	20.9
	5	25.4	22.9	22.3	21.4	21.0	20.4
	10	24.3	21.3	20.7	20.3	19.9	19.4
	15	23.4	20.8	20.1	19.3	19.1	18.8
WG	1	26.9	25.6	25.0	23.9	23.5	22.9
	2	25.1	24.3	23.6	23.1	22.5	22.2
	5	22.9	22.7	22.0	21.7	21.3	21.2
	10	22.3	20.5	19.8	19.2	18.4	17.8
	15	21.0	19.5	18.3	17.4	16.8	16.7

4.3.1 Kaoliniet en sekere seskwioksiedes

4.3.1.1 Inleiding

Gronde LK4, LK6, TB en WG se kleifraksie bestaan dominant uit kaoliniet (Tabel 4.1) terwyl gronde FR, VK, TD en LK5 kaoliniet as 'n subdominante kleimineraal bevat. Die verandering van kumulatiewe infiltrasie (KUMINF) van die verskillende siklusse en UNP vlakke word in Figuur 4.1 tot 4.4 getoon.

4.3.1.2 Bespreking

In die geval van LK4 is daar 'n skerp afname in KUMINF vanaf die eerste na die tweede siklus (Figuur 4.1). Volgens Kemper, Evans & Hough (1974), Thompson & James (1985) en Luk, Dubbin & Mermut (1990) is dit 'n algemene verskynsel dat die meeste korsvorming gedurende die eerste siklus van benatting plaasvind. Liengme (1992) het onder 'n spilpunt soortgelyke resultate verkry met grond wat min of meer dieselfde tekstuur en kleimineralogie en 'n UNP van 1.25 het. Die afname in KUMINF met toename in besproeiingsiklusse toon vir al vyf UNP vlakke min of meer dieselfde gradiënt. Dit impliseer dat daar in hierdie geval nie 'n eksponensiële bydrae deur UNP tot korsvorming gelever word nie. Die gemiddelde persentasie afname in KUMINF vanaf die eerste na die sesde siklus was 26 persent. Van 'n stabiele grond (Levy & van der Watt, 1988; Stern, 1990) soos LK4 word daar nie veel chemiese verseëling verwag nie. Die redes daarvoor lê opgesluit in die kristalsamestelling van kaoliniet asook die fisies-chemiese eienskappe van die mineraal. Die redes kan kortliks soos volg opgesom word:

- In die teenwoordigheid van 'n lae elektrolietkonsentrasie vind daar kant-tot-vlak rangskikking van die tetraheder en oktaheder plaas wat flokkulasie bevorder (Schofield & Samson, 1954, soos aangehaal deur Dixon & Weed, 1977).

- Waar daar 'n hoë elektrolietkonsentrasie is, veral as di- en trivalente katione domineer, vind daar vlak-tot-vlak rangskikking plaas wat flokkulasie ook bevorder (Dixon & Weed, 1977).
- As gevolg van die pH afhanklike lading van kaolinite kan dit soms 'n positiewe lading hê wat adsorpsie van anione positief beïnvloed. Dit, tesame met die sterk binding van uitruilbare katione in die Stern laag, bevorder flokkulasie (Hunter & Alexander, 1963; Dixon & Weed, 1977).
- Kaolinite is meer dispersief by pH waardes 8.2 tot 10.9 (Dixon & Weed, 1977). Die kaolinitiese gronde wat in hierdie ondersoek bestudeer is, se pH's is almal laer as 8.2.

Die stabiele en flokkulerende eienskappe van kaolinite veroorsaak dat die druppelimpak seëlvorming veroorsaak. UNP verskille beïnvloed die KUMINF betreklik min; by die eerste siklus is die KUMINF van die UNP 15-vlak slegs 4.2 persent laer as die by UNP 1. By die sesde siklus is die verskil 9.5 persent.

Waar smekiet selfs in klein hoeveelhede teenwoordig is, verander die infiltrasie met sikliese benatting. Grond LK6 bevat slegs 10 persent smekiet en die persentasie afname in KUMINF vanaf die eerste na die sesde siklus is 34 persent (Tabel 4.2, Figuur 4.2). Hierdie sterk invloed van selfs klein hoeveelhede smekiet tot die destabilisasie van aggregate om verseëling te bevorder, word ook deur Wustamidin & Douglas (1985), Glanville & Smith (1988) en Anikanova *et al.* (1993) bevestig. Stern *et al.* (1991) het gevind dat so min as 5 persent smekiet dispersiewe en onstabiele eienskappe aan 'n grond oordra. Dit verklaar ook die destabiliserende eienskappe van grond TB waar smekiet in baie lae hoeveelhede voorkom (Tabel 4.2, Figuur 4.3). 'n Rede vir die dominante rol wat smekiet speel, lê opgesluit in die groter soortlike oppervlakte daarvan in vergelyking met dié van die ander minerale.

Grond WG bevat geen smektiet nie, maar wel aansienlike hoeveelhede mangaan- en ysteroksiedes en -hidroksiedes. As gevolg van die totale afwesigheid van smektiet en die dominante teenwoordigheid van kaolinit sou verwag word dat die grond soos 'n stabiele kaolinitiese grond sou reageer. Die teendeel is waar, want die groot afname in KUMINF vanaf die eerste na die sesde siklus is 'n teken van dispersie (Figuur 4.4). Vir die grond met 'n UNP van 1 is die afname 15 persent en vir die grond met 'n UNP van 15 is dit selfs 20 persent. Dit impliseer dat UNP 'n betekenisvolle rol kan speel in die afbreekproses. Indien WG en LK4 vergelyk word, is die lae KUK, elektriese geleiding en lae liniêre krimpings van WG opmerklik. Wustamidin & Douglas (1985) het 'n baie sterk positiewe korrelasie gevind tussen KUK en druppelimpak om aggregate op te breek. Aggregate is minder stabiel en verseëling vind vinniger en makliker plaas by 'n lae klei-inhoud en 'n lae KUK waarde. Volgens Dixon (1977), Bolt, Bruggenwert & Kamphorst (1978) en Miller, Frenkel & Newman (1990) het gronde met ysteroksiedes 'n sterk pH afhanklike lading en amfoteriese eienskappe. By 'n lae KUK kan die pH maklik verander. Indien pH effens styg sal die negatiewe ladingsdigtheid toeneem en dispersie sal ooreenkomstig toeneem (Miller *et al.*, 1990). Dit kan die rede wees vir die groter afname in KUMINF. Glanville & Smith (1988) het gevind dat grond met 'n hoër KUK en baie seskwioksiedes 'n beter aggregaatstabiliteit toon. Hierdie groter afname in KUMINF in die teenwoordigheid van veral ysteroksiedes kan ook geldig wees op grond LK6 waar ysteroksiedes sigbaar teenwoordig is en waar die KUMINF ook laer was as in die geval van LK4. In die geval van LK6 kan die laer KUMINF dus toegeskryf word aan die teenwoordigheid van smektiet en ysteroksiedes.

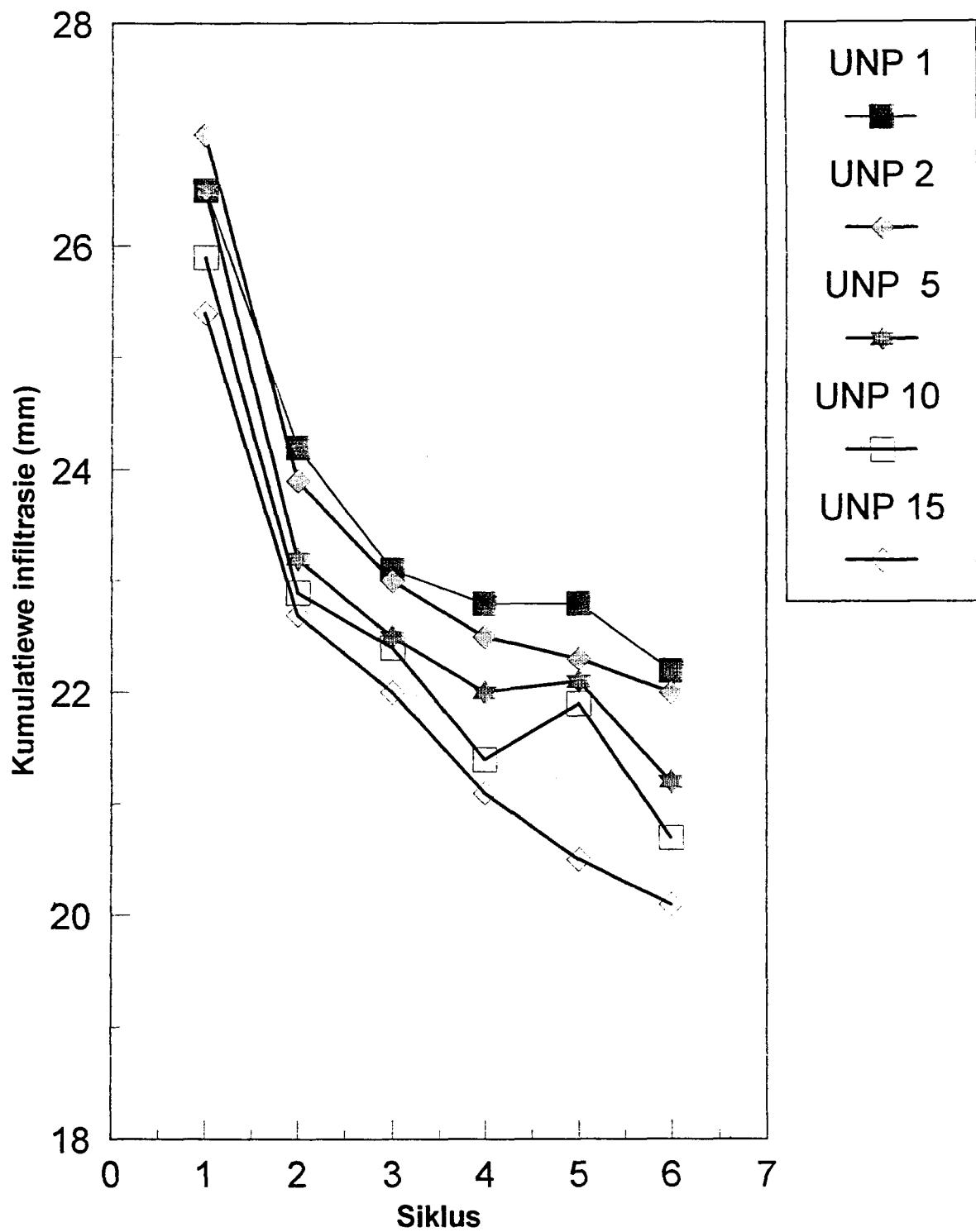
Die lae elektroliet konsentrasie van WG dra ook daartoe by dat dispersie, eerder as flokkulasie, sal domineer en gevolglik word 'n groter afname in KUMINF verwag.

Mangaan is sigbaar teenwoordig in WG en die chemiese analise dui 1.6 persent MnO aan. Die algemene voorkoms van mangaan in grond is in konkresievorm sowel as kutane om peds, klippe, ander growwe fragmente en

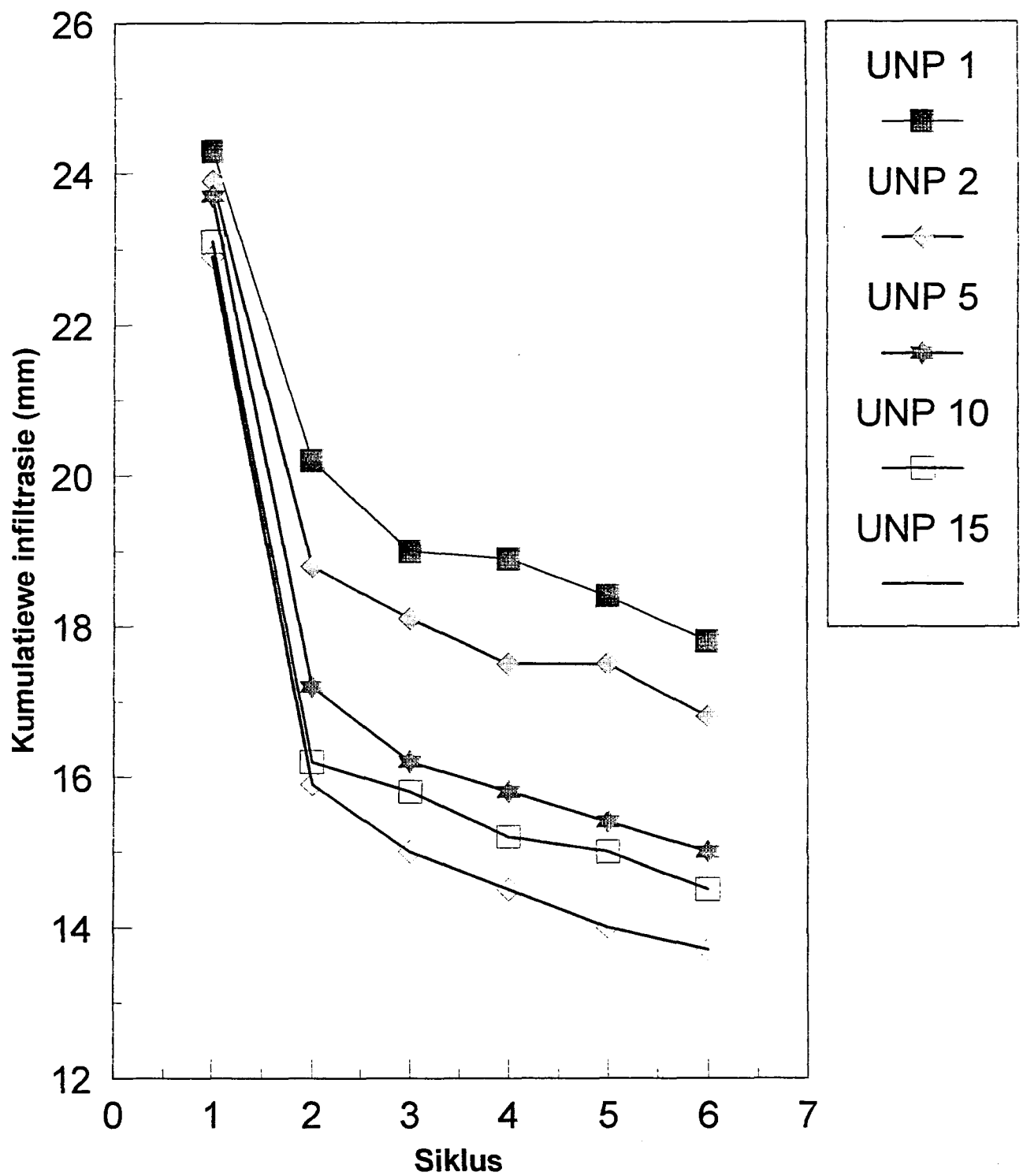
in krake (Hesse, 1972; Buol, Hole & McCracken, 1980; Foth, 1984). Ander swaar metale soos kobalt, yster, nikkel, koper, sink en lood word maklik in die konkresievorm gebind (Norrish, 1975). Dit is te betwyfel of hierdie metale, behalwe yster, enige fisies-chemiese verandering sal bewerkstellig wat 'n invloed op korsvorming kan hê. Volgens Hesse (1972), Nicholas (1975) en McKenzie (1977) kan mangaan in veelvoudige valenstoestande voorkom, byvoorbeeld Mn^{2+} , Mn^{3+} of Mn^{4+} . Die verandering van een valenstoestand na die ander kan vinnig geskied afhangende van pH, anaërobiese toestande, waterinhoud van die grond en biologiese aktiwiteit in die grond. Sodra 'n groep Mn-ione in 'n mineraal van valenstoestand verander, word die struktuur meganies onstabiel (soos byvoorbeeld as gevolg van benatting tydens besproeiing), en 'n faseverandering vind in die struktuur van die mineraal plaas. As gevolg van die faseverandering vind daar veranderings plaas met betrekking tot die grootte van die struktuur en om die elektriese neutraliteit te handhaaf word O^{2-} en OH^- maklik in die struktuur opgeneem of afgegee (McKenzie, 1977).

Fisiese afbraak van die mangaankutane, as gevolg van die faseveranderings gedurende 'n benatting, kan plaasvind. Hierdie afbraak vind veral plaas om die aggregate en in die krake. Dit stel die aggregate dan bloot aan druppelimpak en destabiliserende toestande wat tesame met die lae KUK en ysteroksiedes 'n bydrae tot die verlaging in KUMINF kan lewer.

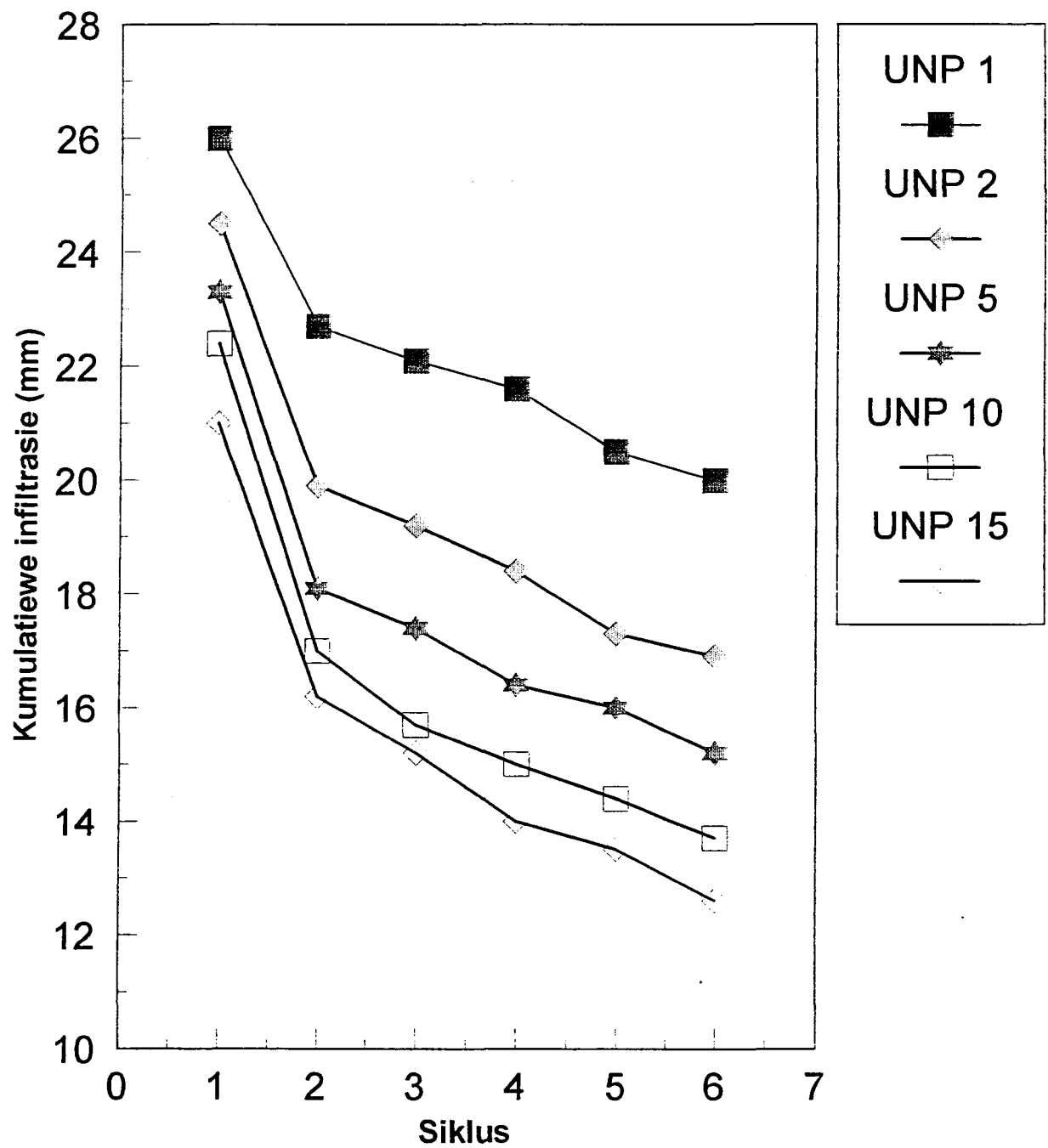
Waar kaolinite domineer en geen smekiet voorkom nie, is daar weinig verskil tussen 'n UNP van 1 en 'n UNP van 15 se infiltreerbaarheid (Figuur 4.5). Indien die KUK laag is soos vir grond WG, dan is daar betekenisvolle verskille in infiltrasie tussen UNP 1 en UNP 15 behandelde gronde. Waar smekiet in klein hoeveelhede voorkom (TB en LK6), is daar groter afnames in infiltrasie vanaf 'n UNP van 1 na 'n UNP van 15.



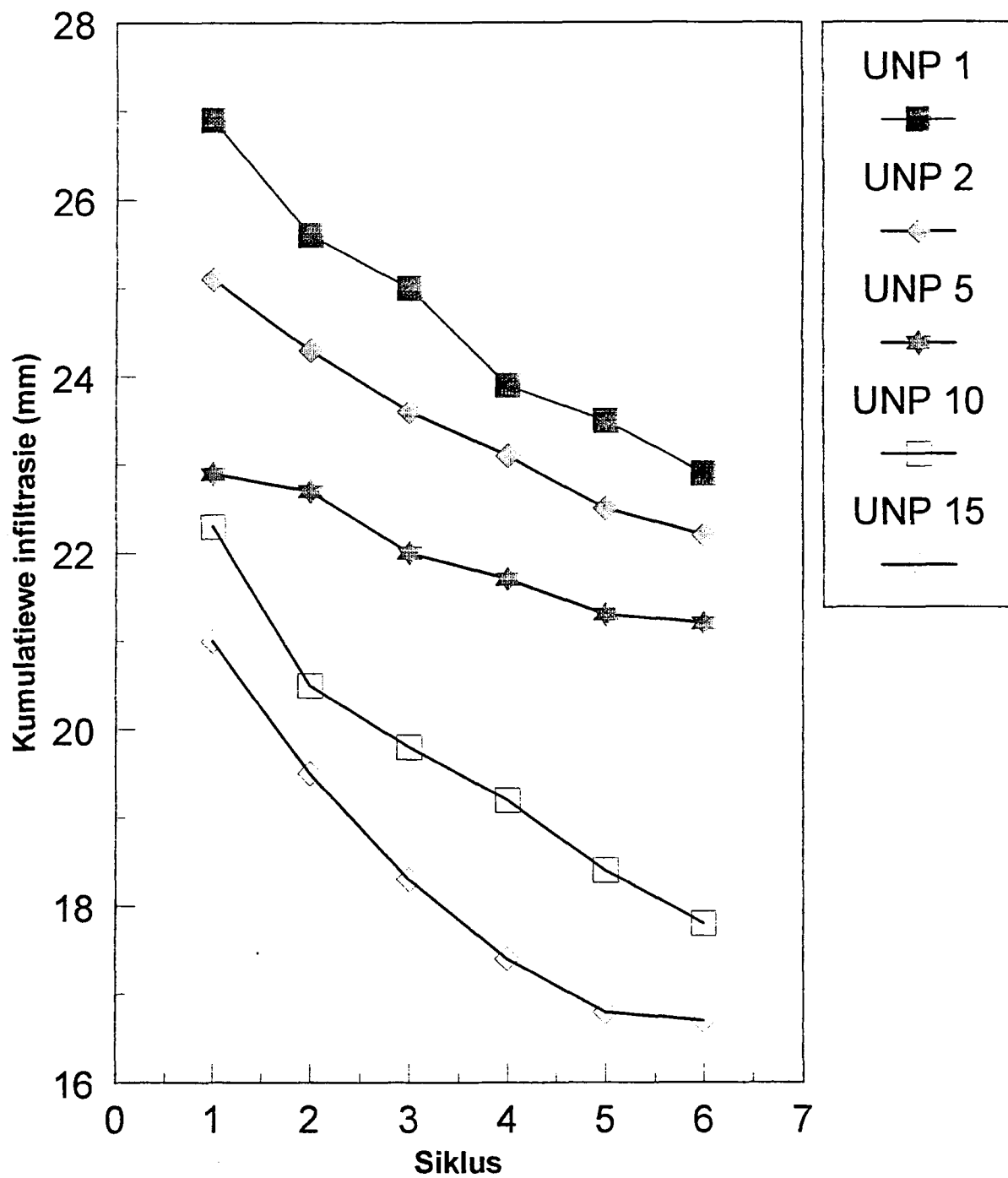
Figuur 4.1 LK4: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk. (60% Kaolinet, 25% Illiet, 15% Talk, ysteroksiedes sigbaar teenwoordig).



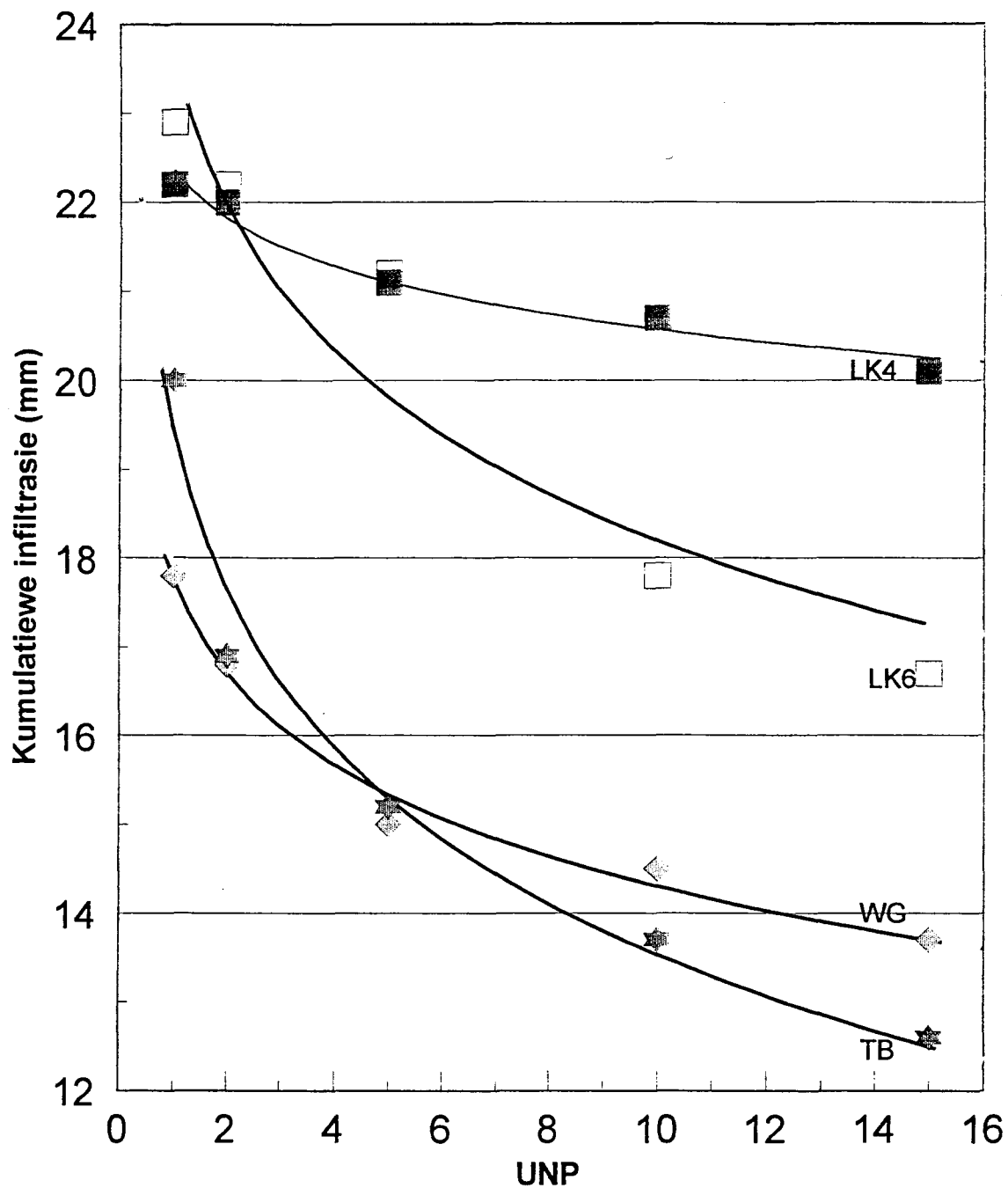
Figuur 4.2 LK6: Kumulatiewe infiltrasie vir ses siklusse van besproeiing van 30 minute elk teen 60 mm h^{-1} . (80% Kaoliniet, 10% Illiet, 10% Smektiet en subdominante ysteroksiedes).



Figuur 4.3 TB: Kumulatiewe infiltrasie vir ses siklusse van besproeiing van 30 minute elk teen 60 mm h^{-1} . (67% Kaoliniet, 22% Illiet, 11% Smektiet).



Figuur 4.4 WG: Kumulatiewe infiltrasie vir ses siklusse van besproeiing van 30 minute elk teen 60 mm h^{-1} . (Kaoliniet is dominant met sigbare yster- en mangaanoksiedes).



Figuur 4.5 Kumulatiewe infiltrasie tydens die sesde besproeiingsiklusse van vier kaolinitiese gronde by vyf UNP vlakke wat besproei is teen 60 mm h^{-1} vir 'n tydperk van 30 minute.

LK4: 60 % Kaolinitiet, 25% Illiet, 15% Talk
 LK6: 80% Kaolinitiet, 10% Illiet, 10% Smektiet
 WG: 70% Kaolinitiet, 24% Illiet, 4% Mangaanoksiedes
 TB : 67% Kaolinitiet, 22% Illiet, 11% Smektiet

4.3.1.3 Samevatting

Progressiewe besproeiing veroorsaak 'n meganiese kors wat KUMINF met 16 persent laat afneem vanaf die eerste na die sesde siklus by 'n UNP van 1. Indien die UNP styg na 15, is die afname in kumulatiewe infiltrasie 25 persent. Die werklike KUMINF na 30 minute by UNP 15 is 10 persent laer as by 'n UNP van 1. Dit impliseer dat UNP dus nie 'n groot invloed op die verlaging van die infiltreerbaarheid het nie. Hierdie afleidings is gemaak uit Tabel 4.2. Kaolinit gedomineerde grond met geen smektiet is dus chemies stabiel.

Die verwantskap tussen KUMINF en UNP tydens die sesde besproeiingsiklus vir 'n kaolinitiese grond soos LK4 is uit Figuur 4.5 afgelei:

$$\text{KUMINF} = 22.374 - 0.243 \text{ UNP} + 0.006 \text{ UNP}^2$$

($r = 0.963$ by $P = 0.01$)

Waar smektiet teenwoordig is in 'n kaolinitiese grond, het die smektiet 'n negatiewe invloed op die stabiliteit. Korsvorming met gepaardgaande afname in KUMINF is meer prominent as by dié grond waar geen smektiet teenwoordig is nie. Daar is ook 'n groter verskil tussen die lae UNP- en hoë UNP-vlakke met betrekking tot KUMINF wat daarop dui dat die teenwoordigheid van smektiet 'n merkbare bydrae tot chemiese dispersiwiteit lewer. Die UNP 15-vlak se KUMINF is tussen 23 persent en 37 persent laer as die UNP 1-vlak s'n. 'n Vergelyking vir KUMINF tydens die sesde siklus kan uit Figuur 4.2 en 4.3 en Tabel 4.2 afgelei word en is van toepassing op 'n grond soos LK6:

$$\text{KUMINF} = 18.171 + 0.665 \text{ UNP} + 0.053 \text{ UNP}^2$$

($r = 0.946$ by $P = 0.05$)

Indien kaolinit dominant is, illiet 22 persent is en daar 11 persent smektiet is, soos in grond TB, is die vergelyking soos volg:

$$(KUMINF = 23.48 - 1.068 UNP + 0.03 UNP^2 \\ r = 0.98 \text{ by } P = 0.2)$$

Indien yster- en mangaanoksiedes en -hidroksiedes prominent in kaolinitiese gronde teenwoordig is, is daar 'n afname in KUMINF. Hierdie afname word hoofsaaklik waargeneem waar die KUK laag is en waar mangaan sigbaar teenwoordig is. Die volgende vergelyking is afgelei uit Figuur 4.4 en Tabel 4.2 vir 'n grond soos WG:

$$KUMINF = 23.551 - 0.631 UNP + 0.00096 UNP^2 \\ (r = 0.987 \text{ by } P = 0.01)$$

4.3.2 Illitiese grond

4.3.2.1 Inleiding

Grond FR en VK bestaan dominant uit illiet soos in Tabel 4.1 uiteengesit. In die geval van FR is daar slegs 2 persent smektiet teenwoordig terwyl die smektietinhoud in VK 22 persent is. In albei gevalle is kaolinit die subdominante kleimineraal en in grond FR is tussengelaagde kleiminerale subdominant met baie min ysteroksiedes aanwesig. In al die ander ses grondtipes (LK4, LK5, LK6, TB, TD en WG) kom illiet as 'n subdominante of as 'n ondergeskikte kleimineraal voor. Die verandering in KUMINF vanaf die eerste tot sesde siklus en vir vyf UNP-vlakke wat wissel tussen 1 en 15 persent, word in Figuur 4.6 en 4.7 voorgestel en in Tabel 4.2 opgesom. Die oorspronklike data waaruit bogenoemde verkry is, word in Bylae C aangetref.

4.3.2.2 Bespreking

Tydens die eerste besproeiingsiklus is daar nie 'n groot verskil tussen die laagste en hoogste UNP vlakke se KUMINF vir grond FR nie. Dit is egter nie die geval met die sesde siklus nie, want in die geval is die grond met 'n UNP

van 15 se KUMINF 28 persent laer as die van 'n grond met 'n UNP van 1. Hierdie verskynsel dui op 'n toenemende invloed van UNP met opeenvolgende siklusse. Dit wil voorkom asof daar progressief 'n toename is in verseëling met 'n toename in UNP met opeenvolgende besproeiingsiklusse. In die geval van VK is daar subdominante smektiet teenwoordig en dus sou daar verwag word dat dit 'n laer KUMINF as FR moes hê. Dit mag wees dat die laer klei-inhoud van VK die hoër KUMINF teweeg bring.

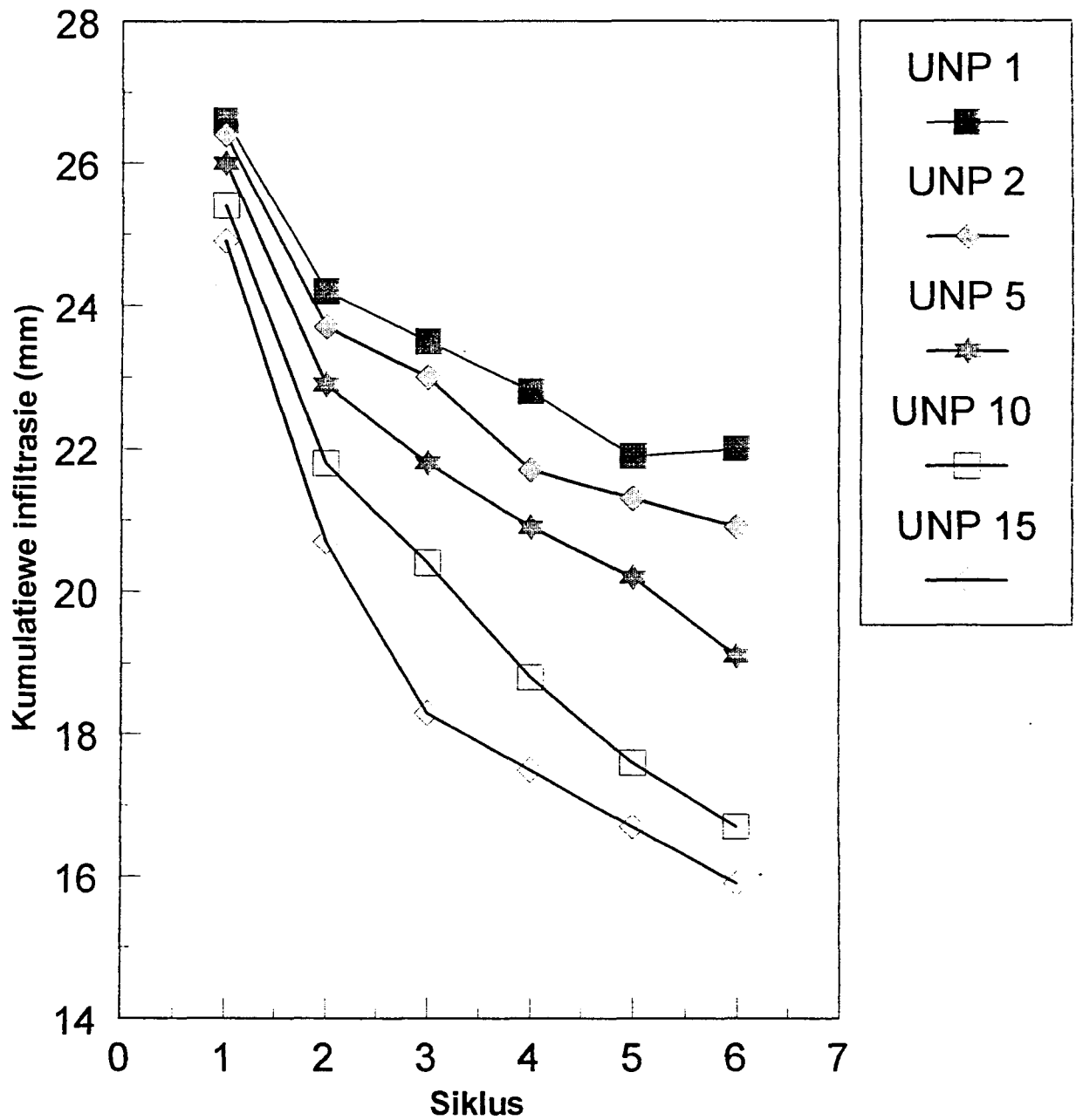
Illiet (ook soms hidromika genoem) is 'n di-oktahedriese 2:1 laag silikaat wat 'n tussenfase is tussen primêre muskoviet en smektiet. Dit bevat minder kalium, meer water en het 'n swakker kristalstruktuur as muskoviet. Die K^+ in die tussenlaag in die oorspronklike muskoviet kristalstruktuur is gedeeltelik vervang deur Na^+ (met 'n groter hidrasiepotensiaal) en Ca^{2+} . In die oktahedriese laag is die oorspronklike Al^{3+} gedeeltelik vervang deur Fe^{2+} , Fe^{3+} en Mg^{3+} (Fanning & Keramidas, 1977).

In die meeste fisiese reaksies in grond is illiet intermediêr tussen kaolinit en smektiet. Volgens Brown (1977) is die rangorde vir skuifsterkte van kleie soos volg: As die waterinhoud baie laer as versadiging is, dan is smektiet > illiet > kaolinit; indien die waterinhoud baie naby aan versadiging is, is kaolinit > illiet > smektiet. Dit impliseer dat 'n kaolinitiese grond wat in die beginstadium van 'n benattingsproses is, veel swakker sal wees as 'n smektietryke grond by dieselfde waterinhoud. Indien die grond versadiging nader geld die omgekeerde. Die subdominante kleimateriaal wat in 'n illitiese grond voorkom kan dus die sterkte bepaal. Volgens Bradford, Ferris & Remley (1987) is daar 'n baie sterk verband tussen skuifsterkte en aggregaatstabiliteit.

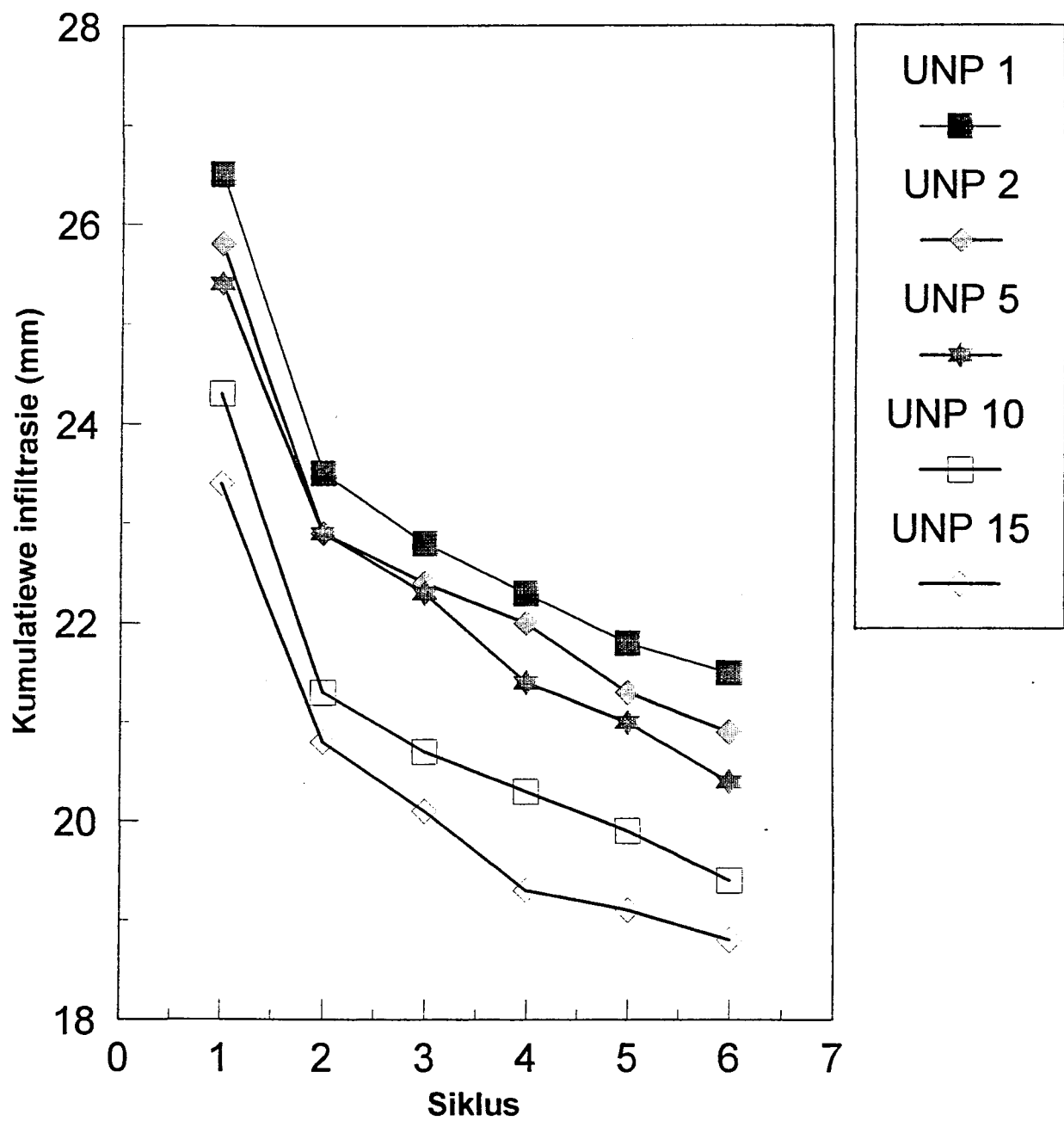
Sommige navorsers soos Oster *et al.* (1980) en Southerd *et al.* (1988) beweer dat illiet net so dispersief as smektiet is onder 'n wye bereik van UNP vlakke. Nel (1988) en Stern *et al.* (1991) het egter gevind dat smektiet 'n groter bydrae lewer tot dispersie as illiet. Wat egter wel afgelei kan word is dat illiet 'n groter dispersiepotensiaal as kaolinit het.

Aangesien kohesiekragte onder andere 'n funksie van soortlike oppervlakte is, kan verwag word dat die kohesiekragte van illiet groter is as die van kaolinit maar kleiner as die van smekiet. Die soortlike oppervlakte van smekiet is $750 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, illiet $120 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ en kaolinit $15 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ (Hillel, 1982; Stern *et al.* 1991).

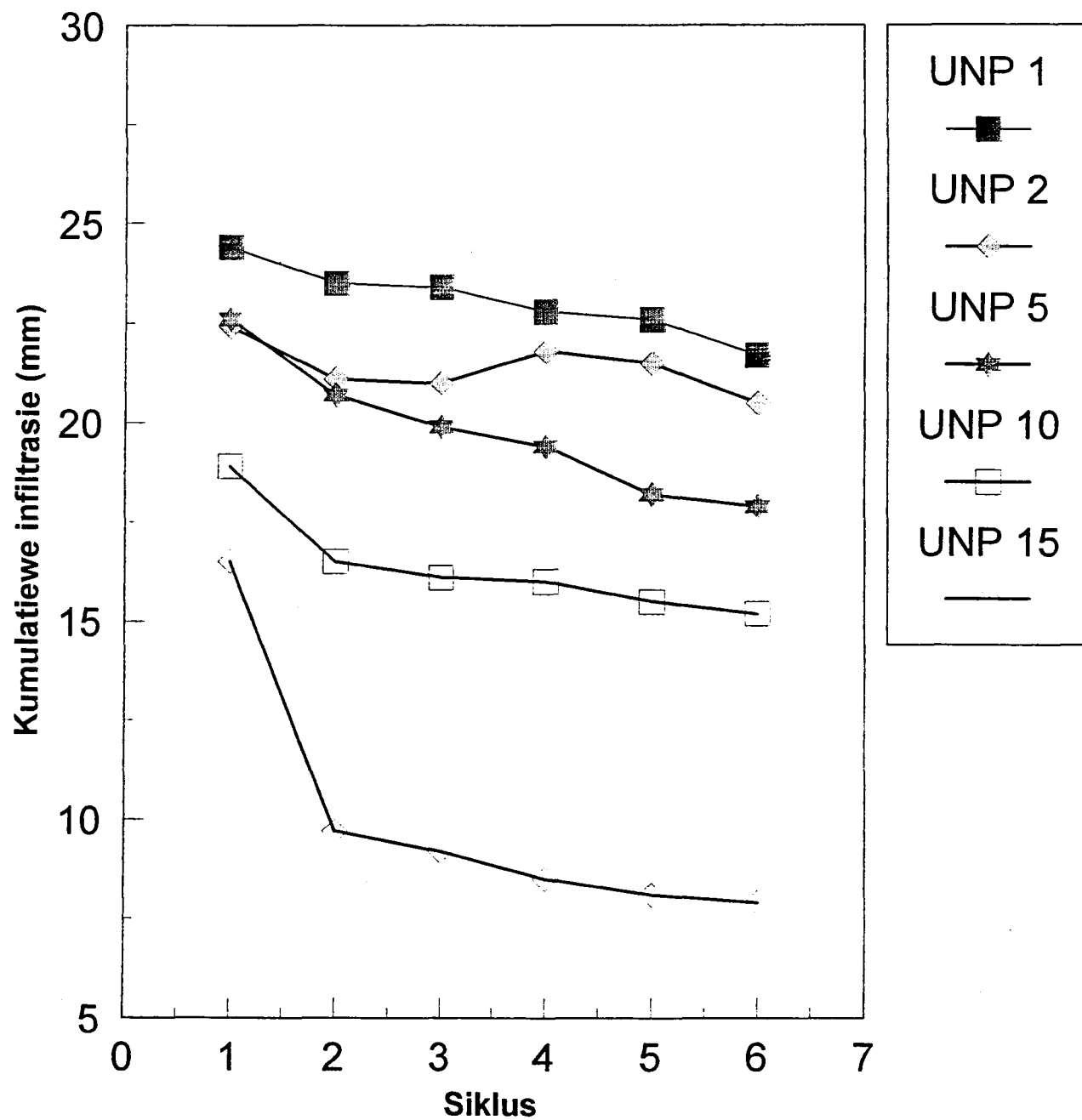
Die laer KUMINF van die smekietvrye FR grond teenoor die van grond VK waar smekiet subdominant voorkom kan nie aan die hand van die literatuur verklaar word nie. Miller *et al.* (1990) het ongeveer dieselfde resultate verkry met kaolinitiese en kaolinit-smekietiese grond. Dié outeurs skryf die hoër dispersiwiteit van die suiwer kaolinitiese grond toe aan die groter pH-afhanklike lading van kaolinit wat 'n afstotingseffek op kleitaktoïdes het en gevolglik flokkulasie teenwerk. Dit kan slegs die laer klei-inhoud van VK of die teenwoordigheid van subdominante tussengelaagde minerale in FR wees wat die teenstrydigheid teweegbring. Soos te wagte het die illitiese grond met geen smekiet (FR) wel 'n laer KUMINF as die kaolinitiese grond sonder smekiet (LK4).



Figuur 4.6 FR: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h-1 elk. (22% Kaoliniet, 51% Illiet, 2% Smeaktiet, 22% Tussengelaagde minerale).



Figuur 4.7 VK: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h-1 elk. (22% Kaoliniet, 56% Illiet, 22% Smektiet).



Figuur 4.8 TD: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h-1 elk by vyf UNP vlakke. (17% Kaolinet, 11% Illiet, 72% Smektiet).

Waar smektiet subdominant voorkom is die KUMINF van die kaolinitiese gronde (LK6 en TB) laer as die illitiese grond met subdominante smektiet (VK). 'n Moontlike verklaring vir laasgenoemde waarneming is dat die teenwoordigheid van die smektiet die grond in die uitdrogingsproses kan laat kraak. Die aanvanklike infiltreerbaarheid vir die opvolgende besproeiingsiklus verhoog dan en in totaliteit dra dit by tot 'n groter KUMINF as in die geval van 'n smektienvrye illitiese grond. 'n Ander moontlikheid is dat die teenwoordigheid van smektiet so 'n groot bydrae tot dispersiewe toestande lewer dat die grond in suspensie nie sedimenteer nie maar eerder erodeer en gevolglik vorm daar nie 'n effektiewe seël nie.

4.3.2.3 Samevatting

Illitiese gronde is meer dispersief as kaolinitiese gronde. 'n Toename in UNP veroorsaak 'n groter afname in KUMINF as in die geval van kaolinitiese grond. Dit dui op chemiese verseëlingsprosesse tesame met meganiese afbreek van die aggregate wat 'n groter negatiewe invloed op KUMINF het. Soos in die geval van die kaolinitiese gronde vind die grootste verseëlingseffek ook tydens die eerste besproeiingsiklus plaas.

Die verwantskap tussen KUMINF tydens die sesde besproeiingsiklus en UNP vir illitiese gronde soos FR, kan afgelei word uit Figuur 4.6 en 4.7 en word soos volg opgesom:

$$\text{KUMINF} = 23.48 - 1.068 \text{ UNP} + 0.038 \text{ UNP}^2$$

($r = 0.98$ by $P = 0.2$)

Indien daar 22 persent smektiet in die illitiese grond is, soos vir grond VK, is die vergelyking as volg:

$$\text{KUMINF} = 21.652 - 0.296 \text{ UNP} + 0.007 \text{ UNP}^2$$

($r = 0.98$ by $P = 0.1$)

Die teenwoordigheid van smektiet in 'n illitiese grond moet na verwagting meer onstabieleit veroorsaak maar dit blyk nie die geval te wees nie. Die rede kan die laer klei-inhoud van die smektietryke grond wees of die smektiet lewer so 'n groot bydrae tot dispersie dat totale erosie van die grond in suspensie plaasvind of die smektiet laat die grond in die uitdrogingsfase kraak en dan verhoog die krake die aanvanklike infiltreerbaarheid.

4.3.3 Smektiet

4.3.3.1 Inleiding

Slegs een grond, naamlik TD het smektiet as die dominante kleimineraal in die kleifraaksie. Kaolinit en illiet is subdominant met 17 persent en 11 persent respektiewelik. In die ander gronde (LK6, TB en VK) kom smektiet subdominant voor of is slegs in klein hoeveelhede teenwoordig. Die verlaging in KUMINF met 'n toename in UNP en met opeenvolgende siklusse van grond TD, word in Figuur 4.8 en 4.9 getoon. Die oorspronklike data word in Bylae C aangetref.

4.3.3.2 Bespreking

'n Negatiewe verband bestaan tussen UNP en KUMINF vir alle gevalle van besproeiing. Hierdie afname in KUMINF met toename in UNP word as normaal beskou omrede 'n groter UNP meer dispersie veroorsaak wat 'n digter seël tot gevolg het (Agassi *et al.*, 1982; Gal *et al.*, 1984; du Plessis & Shainberg, 1985; Agassi *et al.*, 1988; Levy & van der Watt, 1988). In vergelyking met die ander gronde het dié betrokke grond 'n lae KUMINF by UNP 1 en die heel laagste KUMINF by UNP 15 tydens die eerste besproeiingsiklus (Tabel 4.2). Dit word toegeskryf aan die hoë swelpotensiaal van die smektiet en vasgevangde lug wat aggregate laat blus (Glanville & Smith, 1988). 'n Seël vorm vinnig en van die makroporieë direk onderkant die gebluste aggregate swel toe (Farres, 1978; Onofiook & Singer, 1984; Freebairn, Gupta & Rawls, 1991; Slattery & Bryan, 1992). Die swelpotensiaal

van die smektiet bring mee dat die fisiese druppelimpakenergie wat nodig is vir opbreking baie laer is as byvoorbeeld vir kaolinitiese aggregate (Wustamidin & Douglas, 1985). Aangesien die impakenergie vir al die gronde dieselfde is, behoort verseëling dus gouer plaas te vind vir die smektietryke grond. Dit is inderwaarheid so as die tydsverloop tot afloop met mekaar vergelyk word. Die tydsverloop vanaf begin van toediening tot afloop begin het, was vir die smektietgrond (TD) 15 minute en vir die kaolinitgrond (LK4) was daar geen afloop na 30 minute by UNP 1 nie. By UNP 15 het die afloop vir TD binne 5 minute plaasgevind en vir LK4 eers na 18 minute.

Vanaf die eerste na die tweede siklus het daar nie soos in die geval van die ander gronde 'n drastiese afname in KUMINF plaasgevind nie, behalwe waar die UNP 15 persent was. Hierdie matige afname word toegeskryf aan die feit dat die korste opbreek tydens die uitdrogingsproses en dat veral die aanvanklike infiltreerbaarheid van elke nuwe siklus byna dieselfde is as wat die uiteindelijke infiltreerbaarheid van die vorige siklus was. Dit stem ooreen met navorsing gedoen deur Kemper & Miller (1974), Morin & Benyamini (1977), Hardy *et al.* (1983), Ben-Hur *et al.* (1985) en Levy *et al.* (1988). Volgens Levy *et al.* (1986) is bogenoemde slegs van toepassing mits die chemiese bydrae tot verseëling minimaal is soos byvoorbeeld lae UNP en of hoë EG. In die geval van grond TD is daar 'n sterk afname in KUMINF vanaf die eerste na die tweede siklus as die UNP 15 is. Dit stem ooreen met genoemde outeurs se bevinding. Die afleiding wat dus gemaak kan word is dat die kritieke UNP drumpelwaarde waarby dispersie sterk toeneem vir smektietgronde, tussen UNP van 10 en UNP van 15 is. Dit wil voorkom asof die opbreek van die kors weer na die tweede siklus domineer (Figuur 4.8 en 4.9) en die KUMINF slegs matig afneem met opeenvolgende siklusse.

Ten spyte van die opbreek van die kors tussen die benattingsiklusse wat die KUMINF nie so sterk laat afneem nie, is die KUMINF tydens die sesde siklus nog steeds baie laag. Redes is reeds genoem vir die grond met 'n UNP van 15, maar vir die gronde met 'n UNP < 15 is die KUMINF ook besonder laag (Tabel 4.2). Vir die grond met 'n UNP van 10 is dit slegs grond LK6 en TB wat

'n laer KUMINF tydens die sesde siklus het. Toevallig bevat albei gronde smektiet. Dit kan wees dat die kraakeffek in die twee gronde nie genoeg is om 'n hoër aanvanklike infiltreerbaarheid te bewerkstellig nie.

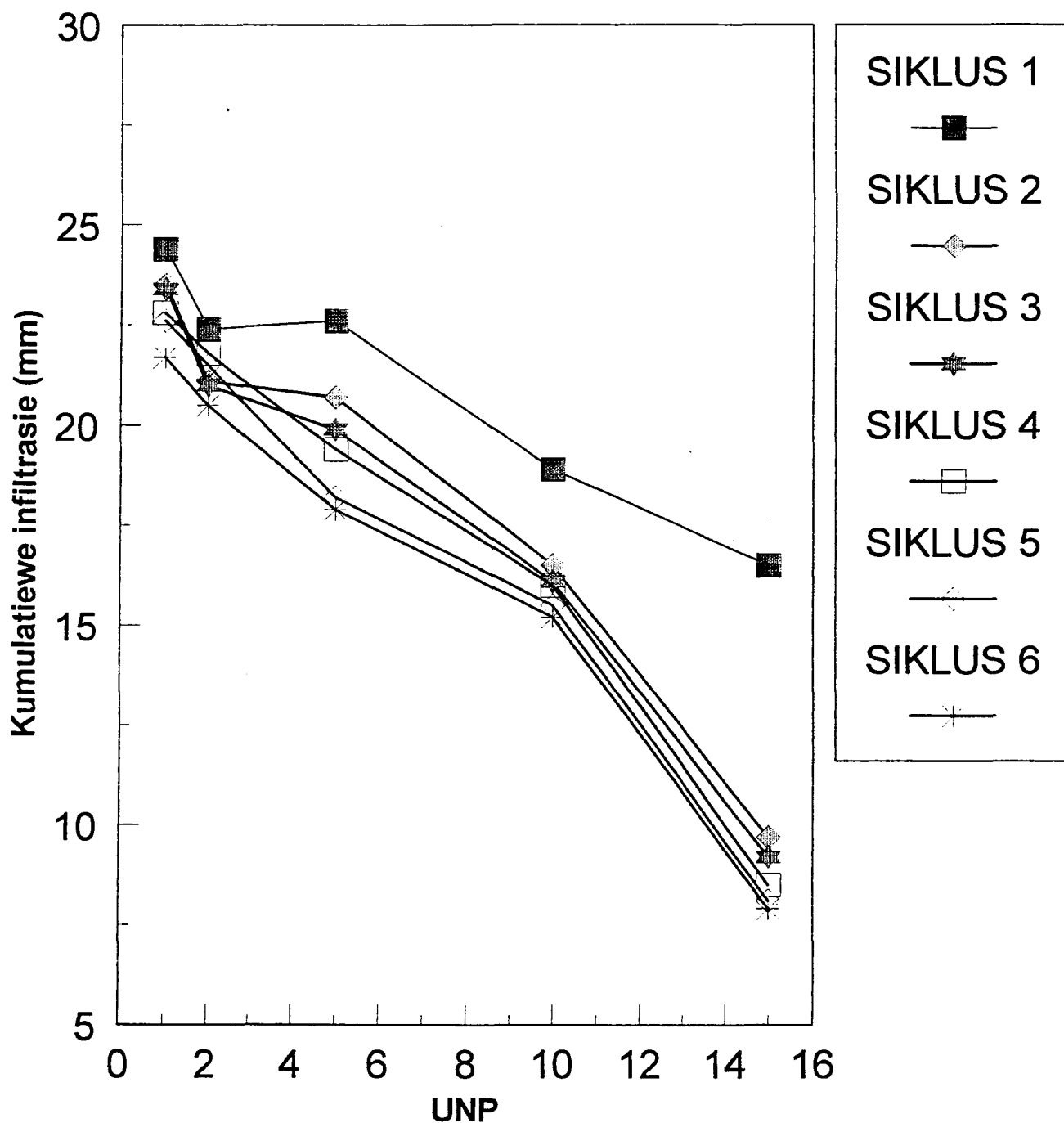
4.3.3.3 Samevatting

Sweleienskappe van smektiet sowel as vasgevangde lug wat blussing veroorsaak, lewer 'n groot bydrae tot die verseëlingseffek omdat onderliggende makroporieë vinnig opgevul word en toeswel gedurende benatting. As gevolg van die swellende eienskappe het smektiet 'n laer druppelimpakenergie nodig om aggregate op te breek en gevolglik verseël smektietgronde baie vinniger as die ander en afloop vind dus gouer plaas. Die krimpeienskappe van smektiet laat die kors fisies opbreek tydens uitdroging. Dit het tot gevolg dat die tempo van afname van KUMINF vanaf die een siklus na die volgende siklus nie so groot is nie omrede daar voorkeur vloei langs die krake plaasvind tot tyd en wyl die krake toegeswel is.

Die verwantskap tussen KUMINF en UNP tydens die sesde besproeiingsiklus vir die smektiet grond (TD) is afgelei uit Figuur 4.8 en 4.9:

$$\text{KUMINF} = 21.601 - 0.397 \text{ UNP} - 0.033 \text{ UNP}^2$$

$$(r = 0.98 \text{ by } P = 0.02)$$



Figuur 4.9 TD: Kumlatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h-1 elk by vyf UNP vlakke. (17% Kaoliniet, 11% Illiet, 72% Smektiet).

4.3.4 Pirofilliet

4.3.4.1 Inleiding

Slegs een grond, naamlik LK5, het pirofilliet as die dominante kleimineraal in die kleifraksie. Kaolinit en illiet kom as subdominante minerale voor. Grondeienskappe van LK5 is in Tabel 4.1 opgesom en die infiltrasie gegewens in Tabel 4.2. KUMINF teenoor die verskillende siklusse en teenoor UNP vlakke word in Figuur 4.10 en 4.11 voorgestel. Die oorspronklike data en statistiese verwerking word in bylae C aangetref.

4.3.4.2 Bespreking

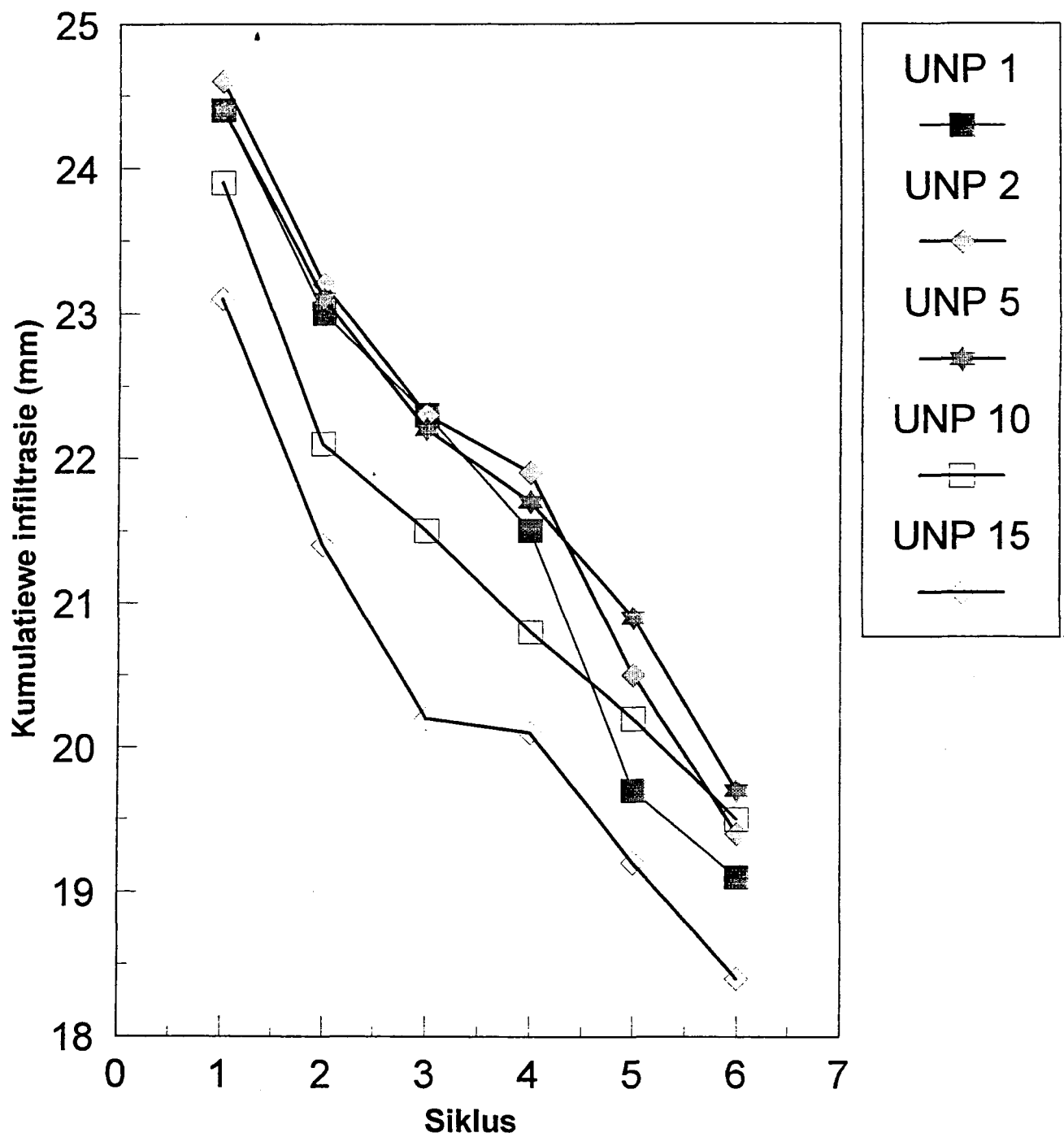
'n Baie steil en reglynige gradiënt kom voor in die verwantskap tussen KUMINF en siklusse van benatting. Dit dui op 'n proses wat vanaf die eerste tot die laaste siklus dieselfde uitwerking gehad het. In die geval van die ander gronde was dit nie so gewees nie. Die vraag kan met reg gevra word wat die effek sal wees as die benattingsiklusse sou aanhou? Sou daar 'n afplatting wees soos in die geval van die smektietryke grond LK6 en TD (Figuur 4.2 en 4.8) of nie? Indien daar gelet word na die effek van UNP op KUMINF (Figuur 4.11) is dit opmerklik dat daar 'n toename in KUMINF is met 'n toename in UNP tot by 'n UNP-vlak van 5. Vir geen van die ander gronde is 'n soortgelyke tendens waargeneem nie. Vir siklus 5 en 6 is die KUMINF van 'n grond met UNP van 10 nog steeds hoër as vir 'n grond met 'n UNP van 1. Hierdie tendens kon nie uit die literatuur verklaar word nie. Die lae ladingsdigtheid veroorsaak dat daar geen dubbellaag is nie en dit kan die moontlike rede wees vir die geringe invloed op dispersie en verseëling.

As gevolg van die feit dat pirofilliet die ideale di-oktahedriese 2:1 kristalstruktuur het, het dit volgens Fanning & Keramidas (1977), geen laaglading nie. In die tetrahedriese of oktahedriese lae kom geen isomorfe vervanging voor nie. Die ideale chemiese formule vir pirofilliet is $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ en geen vervanging van die Al^{3+} of die Si^{4+} het dus

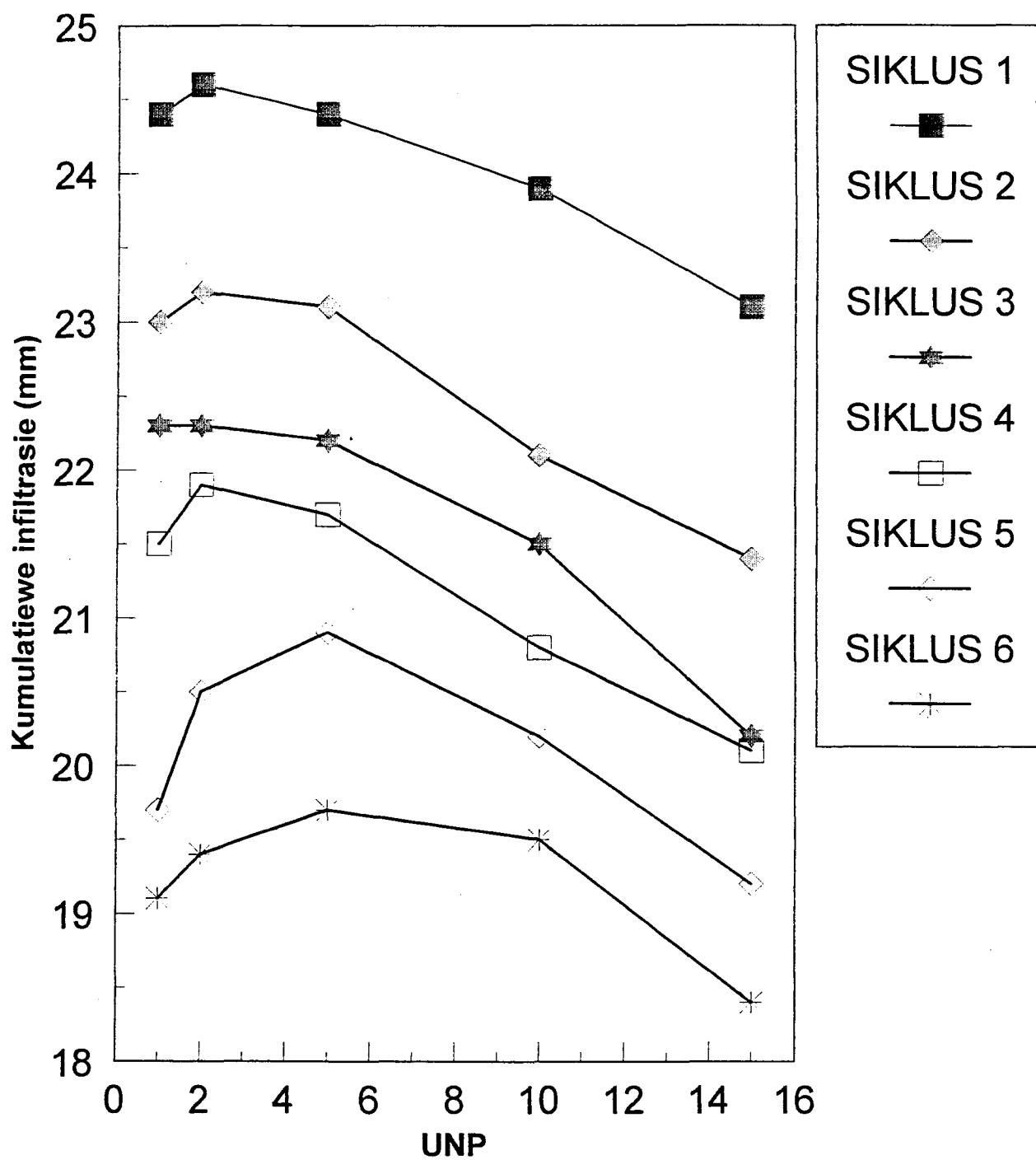
plaasgevind nie. As gevolg van die afwesigheid van 'n elektriese lading word die lae slegs gebind deur swak van der Waals kragte (Zelazny & Calhoun, 1977). Pirofilliet is nie baie stabiel teen vertering nie en as gevolg daarvan kom dit nie wydverspreid voor nie (Deer *et al.*, 1962; Haas & Holdaway, 1973, soos aangehaal deur Zelazny & Calhoun, 1977). In Suid-Afrikaanse toestande kom dit egter geredelik voor en is dit meesal geassosieer met skalie-agtige moedermateriaal. Die plantestand is oor die algemeen swak op dié gronde en plaaterosie kom algemeen voor.

'n Verklaring vir die toename in KUMINF met 'n toename in UNP kan kortliks soos volg saamgevat word:

As gevolg van die chemiese onaktiwiteit vind daar byna geen dispersie by lae tot matige UNP vlakke plaas nie. Omrede die grond fisies swak gebind is, vind aanvanklike opbreking van aggregate vinnig plaas en dit erodeer vinnig weg. Die vinnige erosie word hoofsaaklik toegeskryf aan die neutrale elektriese lading wat geen aantrekking tussen deeltjies bewerkstellig nie. Weens die vinnige erosie wat plaasvind, is daar nie tyd vir die gesuspendeerde deeltjies om te sedimenteer in die mikroholtes van die grondoppervlak nie. Sodra die makroporieë in die boonste lae gevul is, sal infiltreerbaarheid vinnig afneem en oppervlakaflow sal spoedig intree. Die feit dat die KUMINF regdeur al die siklusse eenvormig afneem bevestig die vermoede dat daar weinig chemiese aktiwiteit betrokke is. By uiterste hoë UNP-vlakke van 10 en 15, is daar wel 'n afname van KUMINF; dit word toegeskryf aan veral die illiet wat subdominant teenwoordig is en by sulke hoë UNP-vlakke wel 'n chemiese bydrae tot verseëling lewer. Grond FR met dominante illiet en byna geen smektiet (Figuur 4.6) toon 'n skerp afname in KUMINF waar die UNP 10 is. Dit bevestig dat by hoë UNP-vlakke illiet chemies baie aktief en onstabiel is.



Figuur 4.10 LK5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h⁻¹ elk. (23% Kaoliniet, 18% Illiet, 59% Pirofilliet).



Figuur 4.11 LK5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h⁻¹ by vyf UNP vlakke. (23% Kaoliniet, 18% Illiet, 59% Pirofilliet).

4.3.4.3 Samevatting

KUMINF van 'n pirofillietryke grond neem, teen die verwagting in, toe met 'n toename in UNP tot by ongeveer 'n UNP van 5. Dit kan moontlik die gevolg wees van die elektriese neutraliteit van die mineraal en die gepaardgaande swak bindingskragte wat vinnige erosie van die opgebreekte aggregate sal bevorder. Die verwydering van die gesuspendeerde materiaal deur erosie bring mee dat verseëling nie plaasvind nie. Die gevolg is dat daar nie 'n afname in KUMINF is nie. Die afname in KUMINF vir die individuele UNP-vlakke vanaf die eerste tot by die sesde siklus is reglynig regdeur die siklusreeks. Dit word geïnterpreteer as aanduidend van geen chemiese bydrae tot die verseëlingseffek nie.

Die verwantskap tussen die KUMINF en UNP tydens die sesde siklus vir 'n grond soos LK5, is afgelei uit Figuur 4.10 en word as volg voorgestel:

$$\text{KUMINF} = 18.853 + 0.273 \text{ UNP} - 0.02 \text{ UNP}^2$$

($r = 0.99$ by $P 0.007$)

4.3.5 Gevolgtrekking

Kaolinet gedomineerde gronde wat geen smektiet bevat nie, is chemies stabiel en die afname in KUMINF wat daar plaasvind word toegeskryf aan meganiese seëlvorming as gevolg van druppelimpak. Vanaf die eerste na die sesde besproeiingsiklus is daar 'n afname van KUMINF wat wissel tussen 16 en 25 persent vir gronde met 'n UNP van 1 en 'n UNP van 15. Waar smektiet teen lae konsentrasies in 'n kaolinitiese grond voorkom verleen dit destabiliteit aan die grond deurdat dit 'n bydrae lewer tot chemiese seëlvorming en 'n gepaardgaande afname in KUMINF. Indien yster- en mangaanoksiedes en -hidroksiedes in 'n kaolinitiese grond voorkom, lewer dit 'n bydrae tot die afname in KUMINF, veral in die teenwoordigheid van 'n lae KUK.

Illitiese gronde is meer dispersief as kaolinitiese gronde en met 'n toename in UNP is daar 'n groter afname in KUMINF wat impliseer dat chemiese afbraak van aggregate ook 'n groot bydrae lewer tot seëlvorming. By 'n UNP-vlak van 1 is die afname in KUMINF vanaf die eerste na die sesde siklus 17 persent en by 'n UNP van 15 is die afname 36 persent. Dit is veral by hoër UNP-vlakke waar daar 'n sterk toename in seëlvorming plaasvind indien illiet domineer. Lae konsentrasies smektiet in 'n illitiese grond lewer nie 'n wesentlike bydrae tot seëlvorming nie. 'n Waarskynlike rede daarvoor is dat die gronde effens kraak in die uitdrogingsfase en dit veroorsaak 'n gedeeltelike opheffing van die gevormde seël.

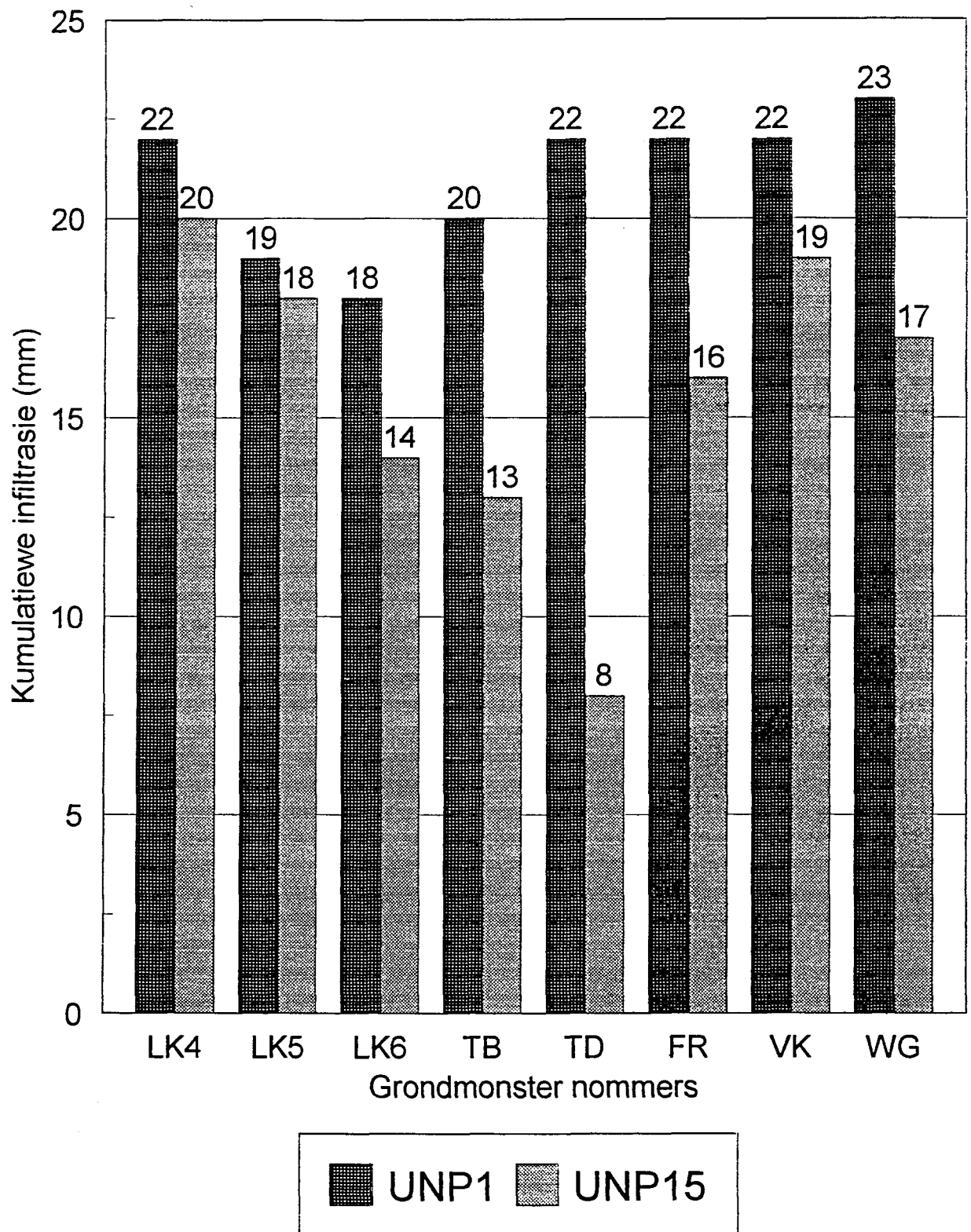
Die aggregaatstabiliteit van smektietryke grond is baie laag, wat toegeskryf kan word aan die lae skuifsterkte by versadigde toestande, die hoë swelpotensiaal van smektiet en die vinnige blussing van aggregate na benatting. Die krimpeienskappe van smektietgronde het weer die vermoë om die gevormde seël gedurende die uitdrogingsfase gedeeltelik te laat opbreek. Dit bring mee dat die afname in KUMINF vanaf die een siklus na die volgende nie so groot is as in die geval van illitiese of kaolinitiese gronde nie. By 'n UNP-vlak van 1 is die afname in KUMINF vanaf die eerste na die sesde siklus ongeveer 11, persent wat aansienlik laer is as die van die voorafgenoemde gronde. By 'n UNP-vlak van 15 is die afname 52 persent wat weer baie hoër is as die ooreenstemmende toestand by die ander twee grondtipes. Dit word toegeskryf aan 'n baie sterker invloed van die hoër UNP-vlak wat seëlvorming sterk beïnvloed en veral in suboppervlaktoestande vind seëlvorming prominent plaas.

Pirofilliet gedomineerde gronde se KUMINF neem toe met 'n geringe toename van UNP, byvoorbeeld vanaf 1 tot 5. Met 'n verdere toename in UNP is daar dan wel 'n afname in KUMINF, soos in die geval van die ander grondtipes. Hierdie tendens word toegeskryf aan die relatiewe neutrale elektriese lading van die kleimineraal en die gepaardgaande swak bindingskragte wat erosie tot gevolg het. Die subdominante illiet wat in die grond teenwoordig is kan moontlik 'n bydrae lewer tot die afname in KUMINF by hoë UNP-vlakke. Die

afname in KUMINF vir die individuele UNP-vlakke vanaf die eerste na die sesde siklus is baie eenvormig wat geïnterpreteer word as 'n baie lae of geen chemiese bydrae tot seëlvorming nie.

Die invloed van UNP op KUMINF van die verskillende grondtipes word in Figuur 4.12 aangedui. Uit Figuur 4.12 is dit duidelik dat 'n toename in UNP 'n afname in KUMINF bewerkstellig. Dit is net in sekere gronde baie meer prominent as in ander, byvoorbeeld:

Smektit > Illiet > Kaoliniet > Pirofilliet



Figuur 4.12 Kumlatiewe infiltrasie van agt verskillende gronde, na 30 minute van besproeiing tydens die sesde besproeiingsiklus, by 'n UNP van 1 en 15.

HOOFSTUK 5

DIE INVLOED VAN WATERKWALITEIT OP VERSEËLING

5.1 Inleiding

Die kwaliteit van besproeiingswater word uitgedruk in terme van die natriumadsorpsieverhouding (NAV) en die elektriese geleiding (EG) van die water (FAO 42, 1979). Laasgenoemde parameter is ook 'n maatstaf van die kwaliteit van 'n versadigingsekstrak van die grond. 'n Toename in divalente katione en elektrolietkonsentrasie laat die elektrostatische dubbellaag saamdruk wat dan gemanifesteer word in flokkulasie. Monovalente katione soos Na^+ laat die dubbellaag uitsit/vergroot en dispersie tree in (Bolt, *et al.*, 1978; Hillel, 1980). 'n Afname in elektrolietkonsentrasie het dieselfde effek.

Indien 'n grond besproei word, sal daar mettertyd ewewig intree tussen die elektrolietkonsentrasie van die water en die grond. Elektriese geleiding (EG) is die maatstaf van die elektrolietkonsentrasie of soutkonsentrasie in die water of die grond. Hoewel 'n hoër soutkonsentrasie 'n nadelige invloed op die grond kan hê soos byvoorbeeld die verhoging van die osmotiese potensiaal of moontlike toksisiteit vir plante, bevorder dit flokkulasie en infiltreerbaarheid. Daarom kan daar verwag word dat die grond se infiltreerbaarheid 'n funksie is van die elektrolietkonsentrasie en NAV van die water (Brady, 1974; Hillel, 1982; Smith *et al.*, 1990; Southard *et al.*, 1988; Levy *et al.*, 1984). Die infiltreerbaarheid van grond behoort dus te verhoog met 'n toename in EG en 'n toename in NAV behoort weer die infiltreerbaarheid te laat afneem (Foth, 1984; FAO 42, 1985; Shainberg, 1985; Agassi *et al.*, 1988; Anikanova *et al.*, 1993).

5.2 Materiaal en metodes

Vyf gronde is geselekteer en die besonderhede word in Tabel 5.1 saamgevat. Die primêre doel van hierdie fase van die projek was om die invloed van waterkwaliteit op infiltreerbaarheid van grond te evalueer. Die verskillende waterkwaliteite wat gebruik is, word in Tabel 5.1 saamgevat.

'n Vierde besproeiing is in sekere gevalle toegepas met water waarvan die kwaliteit om die beurt afgewissel is. Tydens die 1^{ste}, 3^{de}, 5^{de} en 7^{de} siklus is reënwater gebruik en tydens die 2^{de}, 4^{de}, 6^{de} en 8^{ste} siklus is munisipale water gebruik. Die kombinasie tussen die grond wat besproei is en die water wat gebruik is, word kortliks in Tabel 5.1 opgesom.

Tabel 5.1 Kombinasies wat gebruik is om die invloed van kleimineralogie en waterkwaliteit op die infiltreerbaarheid van die grond te bepaal

Water kwaliteit	Grondtipe				
	LK4 *K60 I25 T15 Fst	LK6 K80 I10 S10	TB K67 I10 S10	TD K17 I11 S72	FR K22 I51 S2 G22 F3
NAV en UNP in Ewewig, EG=15 mS m ⁻¹	**J	J	J	J	J
Reënwater NAV = 1 EG=7 mS m ⁻¹	J	J	J	J	J
Munisipale water NAV = 3.4 EG=65-73 mS m ⁻¹	J	J	J	N	N
Afwisselende tipe Reën- water/ Munisipale water	J	N	N	J	J

* Kleimineralogie: K = Kaolinite, I = Illiet, S = Smekiet, G = Tussengelaagde minerale, F = Ysteroksiedes en -hidroksiedes, st = Sigbaar teenwoordig K60 = 60% van kleifraksie is kaolinite

**J = Kombinasie gebruik; N = kombinasie nie gebruik nie

In hierdie hoofstuk word gebruik gemaak van afkortings vir die verskillende waterkwaliteite te wete:

MW = Munisipale water (NAV = 3.4, EG = 65 tot 73 mS m⁻¹)

Ewewig = Die NAV van die water is in ewewig met die UNP van die grond en die EG is 15 mS m⁻¹

RW = Reënwater (NAV = 1, EG = 7mS m⁻¹)

Afw = Reënwater en munisipale water word om die beurt gebruik

Die laboratorium tipe reënsimuleerder, soos beskryf in Afdeling 2.3.1.3, is gebruik op gronde TB, TD en FR. Gronde LK4 en LK6 is in die veld met munisipale water besproei met behulp van die mobiele reënsimuleerder soos beskryf in Afdeling 2.3.1.2.

5.3 Resultate en bespreking

Die resultate van kumulatiewe infiltrasie (KUMINF) vir grond LK4 met vyf verskillende UNP-vlakke kom in Tabel 5.2 voor. Die KUMINF vir grond LK4 met UNP van 15 word in Figuur 5.1 voorgestel. Die oorspronklike data en statistiese verwerking van die data is in Bylae C, D, E en F saamgevat.

Die kumulatiewe infiltrasie (KUMINF) van die gronde wat met die munisipale water (EG van 73 mS m⁻¹) besproei is, was die hoogste (Tabel 5.2). Ten spyte van 'n UNP van 5 wil dit voorkom asof daar geen of baie min verseëling as gevolg van dispersie was. Vanaf die eerste na die vyfde siklus was die afname in KUMINF slegs 6 persent teenoor 'n afname van 24 persent in grond wat met reënwater besproei is. Die grond wat met die water besproei is waarvan die NAV in

ewewig was met die UNP van die grond (EG van 15 mS m^{-1}), het 'n 17 persent afname getoon. In die geval van die grond wat met water besproei is, waarvan die waterkwaliteit afgewissel is, was die afname in KUMINF 23 persent vanaf die eerste na die laaste siklus. Met ander woorde vir KUMINF by UNP van 5 geld die volgende vir die verskillende waterkwaliteite:

$$MW > \text{Ewewig} > \text{Afw} > \text{RW}$$

Soos gesien kan word in Figuur 5.1 was hierdie tendens nog steeds van toepassing by 'n UNP van 15.

'n Kaolinitiese gedomineerde grond met ondergeskikte hoeveelhede smektiert en illiet (LK6) toon min of meer dieselfde tendens, behalwe dat die persentasie afname in KUMINF vanaf die eerste na die sesde siklus baie groter is (Tabel 5.3, Figuur 5.2). In die geval van die kaolinitiese grond sonder smektiert (LK4) was die afname veel kleiner. Die teenwoordigheid van smektiert lewer dus 'n betekenisvolle bydrae tot die afname in KUMINF. Hierdie resultate en gevolgtrekking bevestig resultate verkry deur Levy & Van der Watt (1988) en Stern (1990).

Die volgende rangorde vir KUMINF van grond wat met verskillende kwaliteite water besproei is, is van toepassing:

$$\text{KUMINF} : MW > \text{Ewewig} > \text{Afw} > \text{RW} \quad (\text{by 'n UNP van 15})$$

Die KUMINF van 'n kaolinitiese grond sonder smektiert (LK4) wat met water met verskillende kwaliteite besproei is, word in die volgende vergelyking aangedui:

$$\text{KUMINF} : (\text{RW}) = 20.543 - 0.501 \text{ UNP} + 0.01 \text{ UNP}^2$$

$(R^2 = 0.988 \text{ by } P = 0.006) \text{ (vir sesde siklus)}$

KUMINF : (MW) = 26.013 - 0.076 UNP
($R^2 = 0.998$ by $P = 0.019$) (vir vyfde siklus)

KUMINF : (Afw) = 17.7 + 0.284 UNP - 0.022 UNP²
($R^2 = 0.807$ by $P = 0.253$) (vir agste siklus)

KUMINF : (Ewewig) = 22.374 - 0.243 UNP + 0.006 UNP²
 $R^2 = 0.927$ by $P = 0.018$) (vir sesde siklus)

Die rangorde vir KUMINF van 'n kaolinitiese grond met smektiet wat met verskillende kwaliteite water besproei is, is afgelei uit Figuur 5.2 en Tabel 5.3:

KUMINF : MW > Ewewig > Afw > RW (by 'n UNP van 15)

Die vergelykings vir KUMINF tydens die sesde besproeiingsiklus van 'n kaolinitiese grond met subdominante smektiet (LK6) is afgelei uit Figuur 5.2 en Tabel 5.3 en is as volg:

KUMINF : (RW) = 15.46 + 0.396 UNP - 0.059 UNP²
($R^2 = 0.963$ by $P = 0.018$) (vir sesde siklus)

KUMINF : (MW) = 18.121 - 0.235 UNP + 0.002 UNP²
($R^2 = 0.975$ by $P = 0.012$) (vir sesde siklus)

KUMINF : (Ewewig) = 18.171 - 0.665 UNP + 0.0253 UNP²
($R^2 = 0.895$ by $P = 0.0525$) (vir sesde siklus)

In die geval waar reënwater gebruik is, was die afname in KUMINF soveel as 61 persent vanaf die eerste tot die laaste siklus vir 'n grond met UNP van 15. Hierdie groter afname word toegeskryf aan die teenwoordigheid van smektiet wat die grond gouer laat toeswel en gevolglik is die aanvanklike infiltreerbaarheid verlaag. Daarbenewens

het die reënwater 'n baie lae EG wat bydra tot dispersie terwyl die munisipale water se EG van so 'n aard is dat dit eerder flokkulasie bevorder en sodoende die KUMINF positief beïnvloed.

Die resultate van KUMINF vir grond TB waar kaolinite die dominante kleimineraal is met subdominante illiet en smekiet teenwoordig, word in Tabel 5.4 opgesom. Die KUMINF vir 'n grond met 'n UNP van 15 word in Figuur 5.3 aangetoon. Die KUMINF van die grond wat met munisipale water besproei is, was telkens groter as dié wat met ander water besproei is. Dit kan verklaar word aan die hand van 'n sterk negatiewe invloed van EG op die dispersiepotensiaal. Waar die munisipale water dus nog flokkulasie sou handhaaf by 'n UNP van 15, word die ander gronde met 'n laer EG makliker gedispergeer. Die kritieke flokkulasie drumpelwaarde is m.a.w. $< 73 \text{ mS m}^{-1}$, maar $> 15 \text{ mS m}^{-1}$. Volgens Southard *et al.* (1988) is die flokkulasie drumpelwaarde vir 'n soortgelyke grond ongeveer 30 mS m^{-1} by 'n UNP van 4. Hierdie waarde vergelyk goed met die verkreeë resultate soos in Tabel 5.4 aangetoon word.

Die resultate van KUMINF van 'n smekiet dominante grond, naamlik TD kom in Tabel 5.5 voor. Figuur 5.4 is 'n weergawe van die KUMINF vir 'n grond met 'n UNP van 15 wat met verskillende kwaliteite water besproei is. Wat hier opmerklik is, is die laer KUMINF van die grond wat met 'n water met 'n NAV van 15 (NAV en UNP in ewewig) en 'n EG van 15 mS m^{-1} , besproei is as die wat met reënwater met 'n laer EG en ook 'n baie laer UNP van 1.1 besproei is. In die geval van die ander gronde handhaaf besproeiing met reënwater 'n laer KUMINF as dié met 'n hoër NAV. Die verklaring vir hierdie skynbare teenstrydigheid moet gesoek word in die relatiewe invloed van EG en NAV op dispersiwiteit. Dit wil voorkom asof die smekiet grond meer sensitief is vir die bydrae van natrium tot dispersiwiteit as wat die elektrolietkonsentrasie 'n bydrae lewer tot flokkulasie. 'n Soortgelyke ooreenkoms word gevind in Afdeling 4.3.3, Figuur 4.8 waar die smekiet grond ook 'n groter

sensitiwiteit getoon het indien die NAV en die UNP in ewewig was. Die kritieke flokkulasie drumpelwaarde word dus bepaal deur die UNP en/of NAV en nie noodwendig deur die elektrolietkonsentrasie van die grond en/of water soos die geval met die kaolinitiese grond is nie. Alhoewel die tekstuur en die benattingsomstandighede ietwat van bogenoemde proewe verskil, het du Plessis en Shainberg (1985), Shainberg en Singer (1988) en Levy *et al.* (1994) tot dieselfde gevolgtrekking gekom.

Die rangorde vir KUMINF van 'n smektiet grond wat met verskillende kwaliteite water besproei is, is uit Figuur 5.4 en Tabel 5.5 saamgevat:

KUMINF : Afw > RW > Ewewig (by 'n UNP van 15)

Die volgende vergelykings is van toepassing op die KUMINF wat verkry is van 'n smektiet dominante grond, met 'n UNP van 15, wat besproei is met water waarvan die kwaliteite gevarieer het :

KUMINF : RW = 20.976 - 418 UNP - 0.029 UNP²
(R² = 0.909 by P = 0.045) (vir sesde siklus)

KUMINF : Afw = 18.655 - 0.111 UNP - 0.046 UNP²
(R² = 0.993 by P = 0.047) (vir agste siklus)

KUMINF : Ewewig = 21.601 - 0.397 UNP - 0.033 UNP²
(R² = 0.969 by P = 0.015) (vir sesde siklus)

'n Ander moontlike verklaring vir die hoër KUMINF van die grond wat met reënwater besproei is, is dat die betrokke omstandighede, naamlik 'n lae elektrolietkonsentrasie van die water (7 mS m⁻¹) en die hoë UNP van 15 van die grond, so 'n sterk positiewe kombinasie vir dispersie is, dat die kors telkens erodeer en die "ontblote" oppervlak m.a.w. nie so sterk verseël is nie. Morrison *et al* (1985) en Gavrilitsa & Branch (1993) het in hulle ondersoeke na korssterktes gevind dat korste nie

stabiel is as die grond 'n hoë UNP en die water 'n lae EG het nie, dit stem dus tot 'n groot mate ooreen met bogenoemde resultate.

Resultate vir KUMINF van 'n illitiese grond (FR) kom in Tabel 5.6 voor en die KUMINF vir 'n UNP-vlak van 15 vir verskillende waterkwaliteite kom in Figuur 5.5 voor. Die KUMINF van die grond wat met die water besproei is waarvan die NAV in ewewig is met die UNP van die grond, is groter as dié wat met afwisselende kwaliteite of met reënwater besproei word.

Die KUMINF van grond FR toon 'n sterk afname by UNP-vlakke van 10 en 15 vir die afwisselende kwaliteite en reënwater (Tabel 5.6). Dit kan die hoë UNP-vlakke wees wat dispersie en seëlvorming bevorder, want by laer UNP-vlakke is die voorkoms nie teenwoordig nie (Agassi *et al.*, 1982; Shainberg, 1985; Agassi *et al.*, 1988; Anikanova *et al.*, 1993).

Die vergelykings vir KUMINF vir die laaste besproeiingsiklus van 'n illitiese grond wat met verskillende kwaliteite water besproei is, is as volg:

$$\text{KUMINF : RW} = 18.082 + 0.101 \text{ UNP} - 0.047 \text{ UNP}^2$$

($R^2 = 0.914$ by $P = 0.04$) (vir sesde siklus)

$$\text{KUMINF : AFW} = 18.655 - 0.111 \text{ UNP} - 0.246 \text{ UNP}^2$$

($R^2 = 0.993$ by $P = 0.047$) (vir agste siklus)

$$\text{KUMINF : Ewewig} = 23.48 - 1.068 \text{ UNP} + 0.038 \text{ UNP}^2$$

($R^2 = 0.961$ by $P = 0.195$) (vir sesde siklus)

Tabel 5.2 LK4: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vier verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse.

		Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute							
		Siklus							
Waterkwaliteit	UNP	1	2	3	4	5	6	7	8
NAV en UNP in ewewig EG=15mS m ⁻¹	1	26.5	24.2	23.1	22.8	22.8	22.2	-	-
	2	27.0	23.9	23.0	22.5	22.2	22.2	-	-
	5	26.5	23.2	22.5	22.0	21.2	21.2	-	-
	10	25.9	22.9	22.4	21.4	20.7	20.7	-	-
	15	25.4	22.7	22.0	21.1	20.1	20.1	-	-
Reënwater (RW) EG=7mS m ⁻¹ NAV=1.1	1	26.2	23.5	21.9	20.6	19.9	19.9	-	-
	2	25.8	23.3	21.7	20.6	19.4	19.4	-	-
	5	25.3	22.3	20.9	19.9	18.5	18.5	-	-
	10	24.0	21.2	19.7	18.3	16.5	16.5	-	-
	15	22.6	18.8	17.2	16.2	15.1	15.1	-	-
Munisipale water (MW) EG=65-73mS m ⁻¹	1	28.5	26.7	26.3	26.1	-	-	-	-
	2	27.5	26.3	26.4	26.1	-	-	-	-
	5	27.2	27.0	26.4	26.1	-	-	-	-
**Afwisselende water kwaliteit (Afw)	1	25.8	25.9	22.8	23.3	21.3	21.3	18.6	18.1
	2	25.2	25.4	22.0	22.6	20.2	20.2	18.2	18.8
	10	24.8	25.2	21.8	21.7	19.0	19.0	17.3	18.2
	15	23.3	24.8	19.1	21.4	18.3	18.3	17.1	17.1

**** Afwisselende kwaliteite:**

Siklus 1,3,5 en 7 = Reënwater (EG = 7 mS.m⁻¹)

Siklus 2,4,6 en 8 = Munisipale water (EG = 65-73 mS.m⁻¹)

Tabel 5.3 LK6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir drie verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse.

		Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute						
		Siklus						
Waterkwaliteit	UNP	1	2	3	4	5	6	% afname vanaf 1 ^e na 6 ^e siklus
NAV en UNP in ewewig 15mS m ⁻¹	1	24.3	20.2	19.0	18.9	18.4	17.8	27
	2	23.9	18.8	18.1	17.5	17.5	16.8	30
	5	23.7	17.2	16.2	15.8	15.4	15.0	37
	10	23.1	16.2	15.8	15.2	15.0	14.5	37
	15	22.9	15.9	15.0	14.5	14.0	13.7	40
Reënwater (RW) EG=7mS m ⁻¹ NAV=1.1	1	23.7	20.2	18.8	17.6	16.4	16.1	32
	2	23.5	20.2	18.5	17.3	16.4	16.0	32
	5	22.7	19.9	17.9	16.6	15.7	15.3	33
	10	22.4	18.1	16.8	15.9	14.9	14.1	37
	15	20.1	14.3	11.8	9.8	8.3	7.9	61
Munisipale water (MW) EG=65-73mS m ⁻¹	1	24.4	21.6	20.0	19.1	19.2	18.0	26
	2	24.3	21.0	19.4	18.5	17.9	17.6	28
	5	24.3	21.1	19.5	18.0	17.1	16.9	30
	10	24.1	21.0	18.9	17.7	16.4	16.1	33
	15	23.7	19.9	18.1	16.6	15.5	15.0	37

Tabel 5.4 TB: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir drie verskillende waterkwaliteite en vyf UNP-vlakke, as 'n funksie van besproeiingsiklusse

Waterkwaliteit	UNP	Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute						
		Siklus						% afname vanaf 1 ^e na 6 ^e siklus
		1	2	3	4	5	6	
NAV en UNP in ewewig 15mS m ⁻¹	1	26.0	22.7	22.1	21.6	20.5	20.0	23
	2	24.5	19.9	19.2	18.4	17.3	16.9	31
	5	23.3	18.1	17.4	16.4	16.0	15.2	35
	10	22.4	17.0	15.7	15.0	14.4	13.7	39
	15	21.0	16.2	15.2	14.0	13.5	12.6	40
Reënwater (RW) EG=7mS m ⁻¹ NAV=1.1	1	25.6	23.9	22.1	21.0	20.0	19.33	25
	2	24.9	23.0	21.8	20.5	19.4	18.5	26
	5	24.1	22.2	20.7	19.5	17.9	17.3	28
	10	20.8	19.3	18.5	17.7	17.1	16.5	21
	15	17.9	15.6	14.7	13.7	12.9	12.3	31
Munisipale water (MW) EG=65-73mS m ⁻¹	1	26.1	23.4	21.8	20.2	20.1	19.8	24
	2	25.4	23.0	21.4	20.0	19.5	19.1	25
	5	24.8	22.9	21.7	20.6	19.5	18.7	25
	10	23.9	21.7	20.7	19.5	18.3	17.7	26
	15	21.8	20.2	19.9	19.0	18.4	17.8	18

Tabel 5.5 TD: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir drie verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse

		Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute								
		Siklus								
Waterkwaliteit	UNP	1	2	3	4	5	6	7	8	% afname van 1 ^e na laaste siklus
NAV en UNP in ewewig 15mS m ⁻¹	1	24.4	23.5	23.4	22.8	22.6	21.7	-	-	11
	2	22.4	21.1	21.0	21.8	21.5	20.5	-	-	8
	5	22.6	20.7	19.9	19.4	18.2	17.9	-	-	21
	10	18.9	16.5	16.1	16.0	15.5	15.2	-	-	20
	15	16.5	9.7	9.2	8.5	8.1	7.9	-	-	52
Reënwater (RW) EG=7mS m ⁻¹ NAV=1.1	1	25.0	23.8	23.0	22.4	21.9	21.7	-	-	13
	2	21.4	20.7	20.5	20.2	19.6	19.2	-	-	10
	5	19.7	19.0	18.6	18.2	17.5	17.1	-	-	13
	10	17.4	16.6	16.2	16.0	15.5	15.2	-	-	13
	15	16.0	12.4	10.3	9.1	8.3	7.9	-	-	51
** Afwisselend (Afw)	1	21.2	21.4	19.8	20.2	18.9	19.6	18.0	18.4	13
	2	19.6	20.1	18.3	18.9	16.8	17.4	15.6	16.6	15
	5	17.2	17.9	15.9	15.8	14.5	15.0	15.2	13.2	23
	10	15.5	15.9	11.0	11.7	9.0	9.3	5.8	6.5	58

**** Afwisselende kwaliteite**

Siklus 1,3,5 en 7 = Reënwater (EG = 7 mS.m⁻¹)

Siklus 2,4,6 en 8 = Munisipale water (EG = 65-73 mS.m⁻¹)

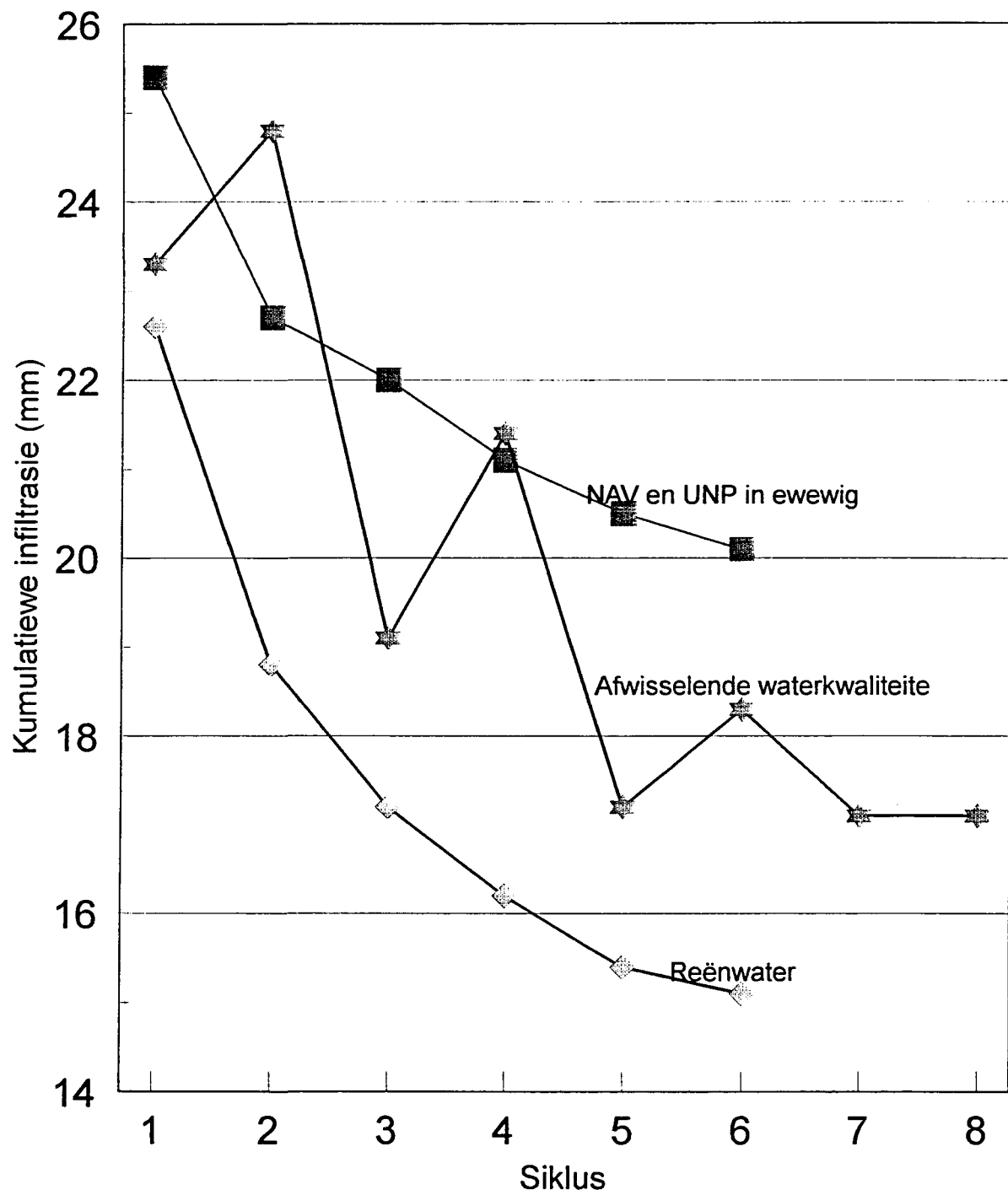
Tabel 5.6 FR: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir drie verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse

		Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute								
		Siklus								
Waterkwaliteit	UNP	1	2	3	4	5	6	7	8	% afname van 1 ^e na laaste siklus
NAV en UNP in ewewig 15mS m^{-1}	1	26.6	24.2	23.5	22.8	21.9	22.0	-	-	17
	2	26.4	23.7	23.0	21.7	21.3	20.9	-	-	21
	5	26.0	22.9	21.8	20.9	20.2	19.1	-	-	27
	10	25.4	21.8	20.4	18.8	17.6	16.7	-	-	34
	15	24.9	20.7	18.3	17.5	16.7	15.9	-	-	36
Reënwater (RW) $\text{EG}=7\text{mS m}^{-1}$ NAV=1.1	1	25.9	22.2	20.9	20.0	19.1	18.8	-	-	27
	2	25.6	23.2	20.9	19.9	18.9	17.8	-	-	30
	5	23.8	21.6	20.3	19.0	17.7	16.4	-	-	31
	10	22.2	20.8	19.1	17.9	16.7	15.4	-	-	31
	15	19.5	14.9	11.9	10.2	9.4	8.8	-	-	55
** Afwisselend (Afw)	1	25.2	25.8	19.9	20.6	17.8	18.1	16.4	17.4	31
	2	24.2	24.7	18.9	20.5	16.8	17.6	15.5	16.2	33
	5	23.9	22.8	16.6	16.5	14.6	15.5	10.8	11.8	51
	10	19.6	20.3	13.0	13.4	9.6	10.3	7.9	8.3	58

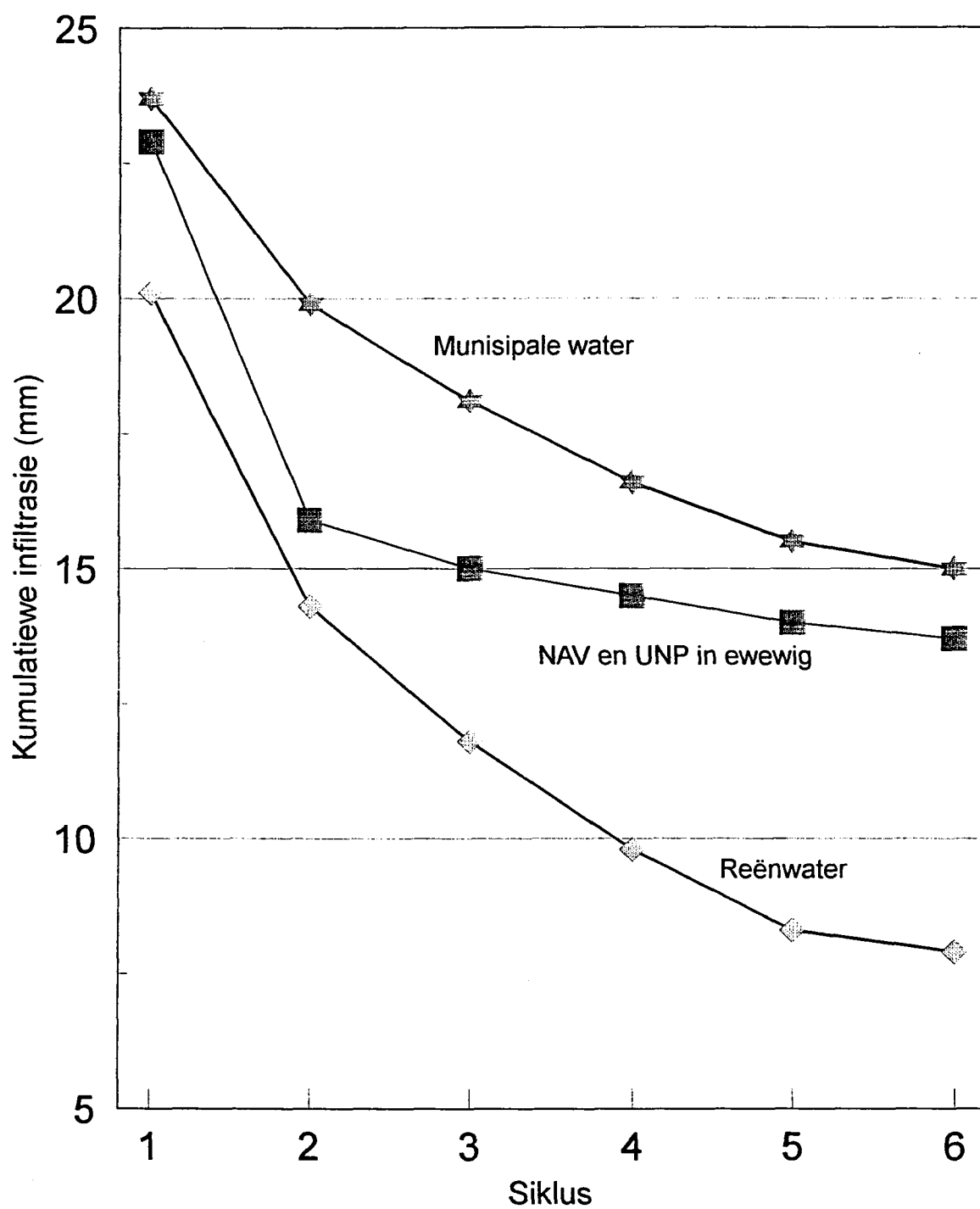
**** Afwisselende kwaliteite**

Siklus 1,3,5 en 7 = Reënwater ($\text{EG} = 7 \text{ mS.m}^{-1}$)

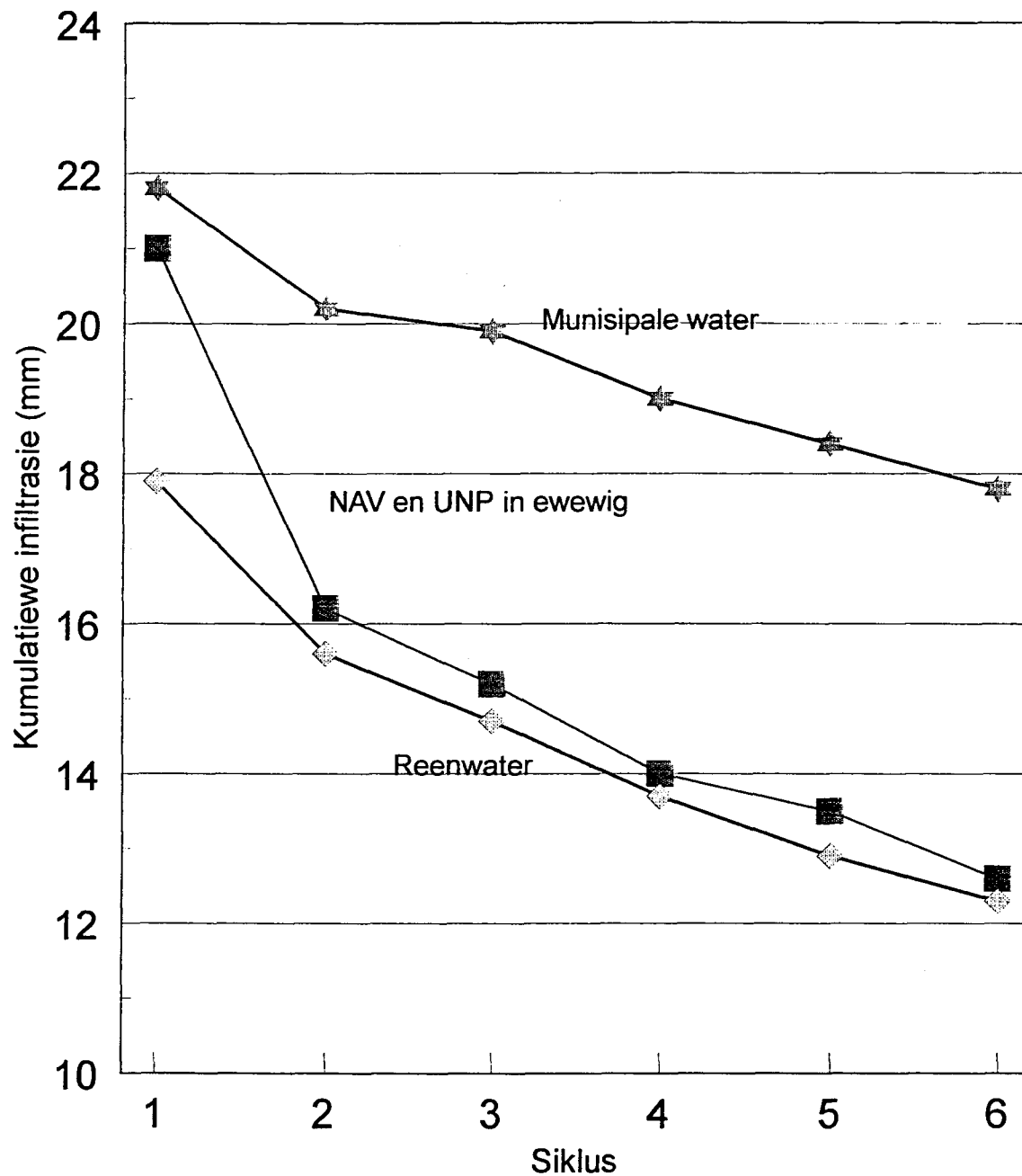
Siklus 2,4,6 en 8 = Munisipale water ($\text{EG} = 65\text{-}73 \text{ mS.m}^{-1}$)



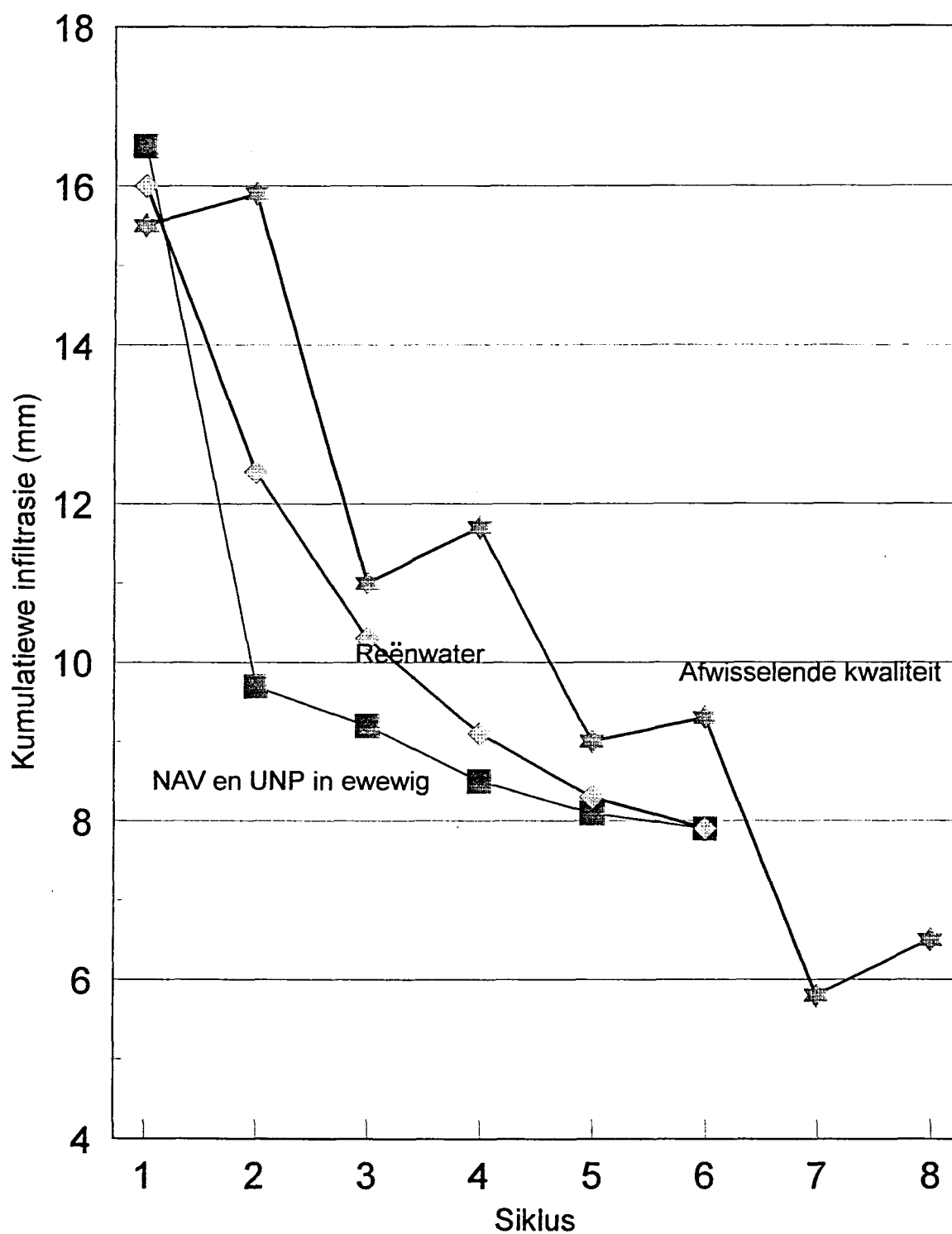
Figuur 5.1 LK4: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 vir siklus 1 tot 8 met 3 verskillende waterkwaliteite. (60% Kaoliniet, 25% Illiet, 15% Talk, Sigbare ysteroksiedes).



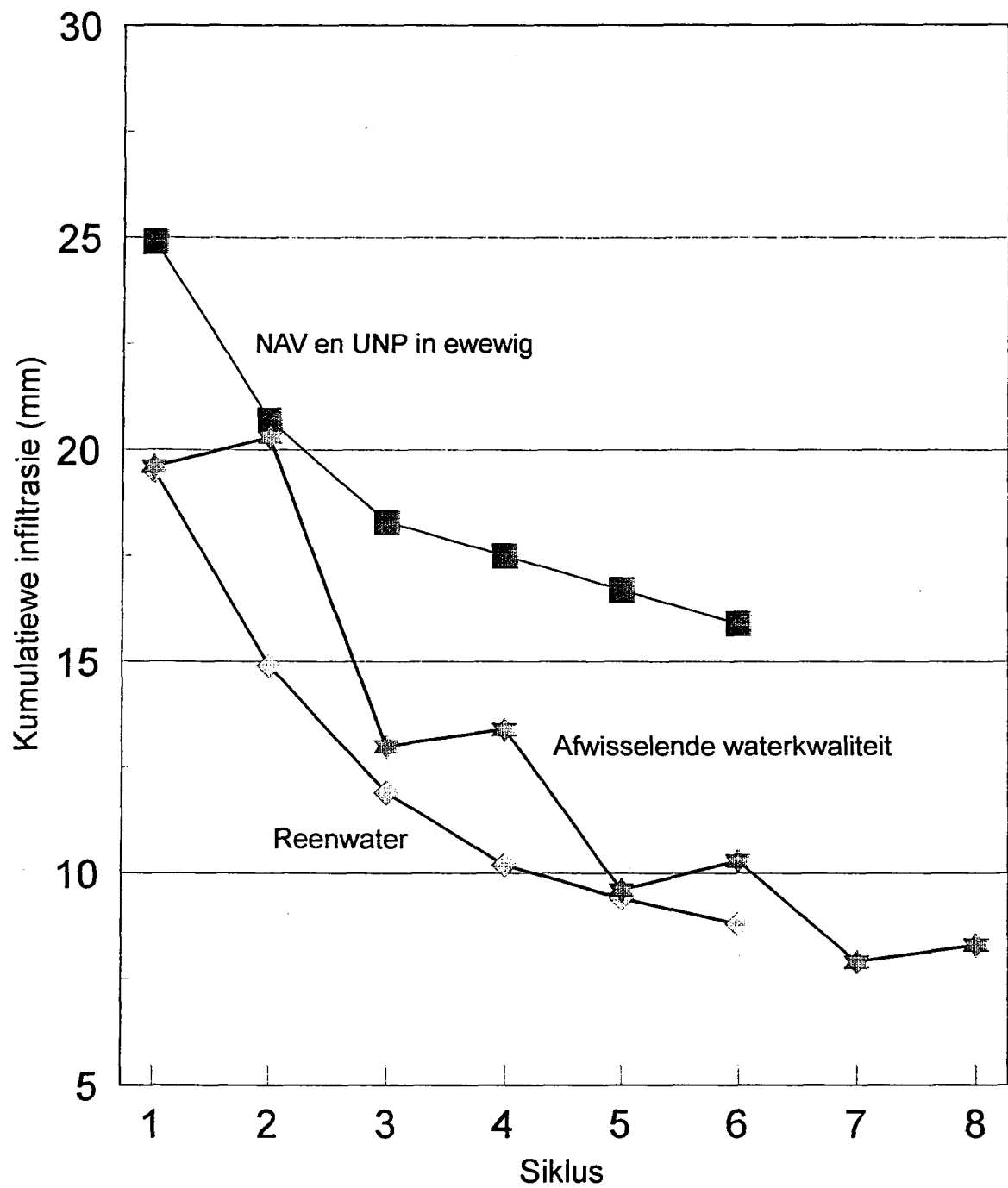
Figuur 5.2 LK6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 vir siklus 1 tot 6 met 3 verskillende waterkwaliteite. (80% Kaolinet, 10% Illiet, 10% Smektiet).



Figuur 5.3 TB: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 vir siklus 1 tot 6 met 3 verskillende waterkwaliteite. (67% Kaoliniet, 22% Illiet, 11% Smektiet).



Figuur 5.4 TD: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 siklusse vir siklus 1 tot 8 met 3 verskillende waterkwaliteite. (17% Kaolinet, 11% Illiet, 72% Smektiet).



Figuur 5.5 FR: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 vir siklus 1 tot 8 met 3 verskillende waterkwaliteite. (Illietiese grond).

5.4 Gevolgtrekking

By kaolinitiese gronde gee besproeiing met water met 'n lae elektrolietkonsentrasies aanleiding tot minder flokkulasie, meer seëlvorming en 'n laer KUMINF. Sodra die EG styg, verbeter die KUMINF as gevolg van die toename in flokkulasie. Indien smektiet in 'n kaolinitiet gedomineerde grond voorkom, is die relatiewe afname in KUMINF vanaf die eerste na die laaste siklus prominent.

Smektiet gedomineerde grond is sensitief vir die NAV van die water en die elektrolietkonsentrasie speel 'n ondergeskikte rol in die stabilisasie van die aggregate. Selfs die UNP-vlakke van die grond blyk 'n sterker invloed te hê as die elektrolietkonsentrasie. Die moontlikheid bestaan ook dat 'n kombinasie van 'n baie lae EG in die water en 'n hoë UNP in die grond gesamentlike sterk dispersiewe eienskappe teweegbring wat so sterk inwerk dat die grond in suspensie maklik erodeer. Op dié manier kan die gevormde seël erodeer wat weer 'n beter KUMINF gee.

Illitiese gronde reageer byna net soos kaolinitiese gronde, behalwe dat 'n kritieke UNP drumpelwaarde by ongeveer 10 persent bestaan. Bokant dié spesifieke UNP-vlak verlaag die KUMINF van die grond aansienlik; dit is nie die geval by kaolinitiese gronde nie. Hierdie drumpelwaarde is nie dieselfde vir alle waterkwaliteite nie en die waarde verlaag soos wat die aantal besproeiingsiklusse toeneem.

HOOFSTUK 6

DIE INVLOED VAN VERSKILLEND TOEDIENINGSTEMPO'S OP DIE VERSEËLING VAN GROND ONDER SIKLIESE BENATTING

6.1 Inleiding

Toedieningstempo's is van die belangrikste parameters wat gebruik word in die ontwerp en bestuur van besproeiingstelsels. Indien 'n grond 'n lae infiltreerbaarheid het, kan aanpassings gemaak word in die vorm van korter toedieningstydperke maar meer frekwente besproeiing. Dit bring egter mee dat verdampingsverliese verhoog en energiekoste styg (Gilley & Mielke 1980; Reinders, 1984). Volgens Bloem (1992) is daar 'n verband tussen kumulatiewe toediening voordat opdamming plaasvind en die kinetiese energie van die toegediende water. Die totale kinetiese energie wat betrokke is totdat opdamming of afloop plaasvind, is 'n funksie van die druppelgrootte, valhoogte, intensiteit en tydsduur. Indien die toedieningstempo verander sal die totale kinetiese energie ook verander en gevolglik kan ander tipes verseëling te wagte wees. Die doel van hierdie ondersoek is om vas te stel of verskillende toedieningstempo's dieselfde reaksie het op die verseëling van gronde met verskillende tipes kleimineralen.

6.2 Materiaal en metodes

Die gronde wat gebruik is, is LK4, TD en FR wat onderskeidelik 'n kaolinitiese, smektitiese en illitiese dominante grond is. Meer besonderhede van die drie gronde kan in Tabel 2.1 en 2.2 gevind word. Vier UNP-vlakke naamlik 2, 5, 10 en 15 is voorberei soos beskryf in Afdeling 2.2. Die waterkwaliteit wat gebruik is se NAV was in ewewig met die betrokke UNP-vlak van die grond. In alle gevalle is 'n EG van 15 mS m^{-1} gehandhaaf.

Toedieningstempo's was 30 mm h^{-1} , 60 mm h^{-1} , 90 mm h^{-1} en 'n vierde stel met afwisselende* tempo's van 60 en 90 mm h^{-1} in elke alternatiewe siklus. In die geval

van die eerste drie toedieningstempo's is ses siklusse van benatting toegepas en in die laaste geval is agt siklusse toegepas. In alle gevalle is die tydperk van benatting beperk tot 30 minute. Vir die afwisselende toedieningstempo's is grond LK4 en TD slegs by UNP-vlakke 2, 5 en 10 besproei, terwyl FR ook by 'n UNP-vlak van 15 besproei is.

** Afwisselende toedieningstempo's impliseer dat die toedieningstempo beurtelings varieer. Die 1^{ste}, 3^{de}, 5^{de} en 7^{de} siklus se toedieningstempo was 60 mm h^{-1} en die 2^{de}, 4^{de}, 6^{de} en 8^{ste} siklus s'n was 90 mm h^{-1} .*

Die laboratoriumtipe reënsimuleerder soos beskryf in Afdeling 2.3.1.3 is gebruik.

6.3 Resultate en bespreking

Aangesien die toedieningstempo's nie dieselfde was nie, is kumulatiewe infiltrasie *per se* nie as 'n norm gebruik nie, maar eerder die persentasie van die toegediende water wat geïnfiltreer het. Die persentasie van die water wat infiltreer, is 'n maatstaf van die effektiwiteit van die stelsel (besproeiingseffektiwiteit). Indien 'n groter persentasie infiltreer is die stelsel meer doeltreffend en andersom. Die persentasie doeltreffendheid is hier as maatstaf geneem en nie die kumulatiewe infiltrasie nie, want laasgenoemde sal van siklus tot siklus varieër as gevolg van die verandering in toedieningstempo.

Die drie konstante toedieningstempo's se resultate word in Tabel 6.1 opgesom. Tabel 6.2 is 'n opsomming van die persentasie toegediende water wat geïnfiltreer het vir die afwisselende toedieningsvlakke. Die oorspronklike data en statistiese verwerking van die data is in Bylae G opgesom.

Tabel 6.1 Persentasie infiltrasie na 30 minute vir drie verskillende toedieningsvlakke op drie grondtipes

Siklus	UNP	Persentasie infiltrasie na 30 minute								
		30 mm toediening			60 mm toediening			90 mm toediening		
		LK4	TD	FR	LK4	TD	FR	LK4	TD	FR
1	2	100	80	100	90	75	88	80	75	85
	5	100	74	93	88	75	87	79	71	80
	10	100	62	86	86	63	85	76	66	83
	15	94	58	83	85	55	83	72	58	80
2	2	100	78	91	81	70	79	77	74	77
	5	98	70	88	80	69	76	74	68	72
	10	94	62	83	77	55	73	70	61	71
	15	91	54	77	76	32	69	65	54	64
3	2	97	75	82	77	70	77	76	73	74
	5	95	67	80	75	66	73	72	65	70
	10	92	55	74	75	54	68	67	60	65
	15	88	44	70	73	31	61	61	54	60
4	2	92	72	81	75	73	72	74	70	70
	5	87	64	78	73	65	70	71	64	63
	10	82	53	73	71	53	63	66	53	57
	15	79	44	67	70	28	58	59	46	49
5	2	89	69	79	74	70	71	70	64	63
	5	87	61	74	74	59	67	67	58	59
	10	81	52	70	73	52	59	61	48	48
	15	80	41	64	68	27	56	54	40	40
6	2	88	68	73	73	68	70	68	60	56
	5	86	61	68	71	60	64	64	52	50
	10	81	53	60	69	51	56	57	45	43
	15	79	38	54	67	26	53	50	36	33

Tabel 6.2 Persentasie infiltrasie na 30 minute vir afwisselende toedieningstempo's op drie verskillende grondtipes

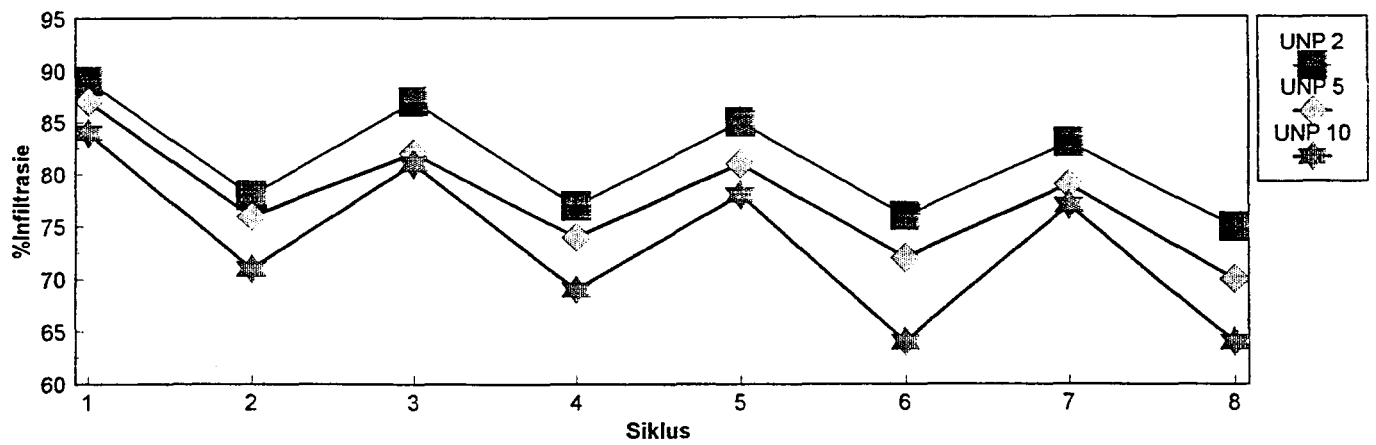
		Persentasie infiltrasie * na 30 minute		
		Grondtipe		
Siklus	UNP	LK4 Kaoliniet	TD Smektiet	FR Illiet
1 60 mm h ⁻¹	2	89	79	88
	5	87	75	89
	10	84	67	84
2 90 mm h ⁻¹	2	78	76	84
	5	76	73	79
	10	71	68	88
3 60 mm h ⁻¹	2	87	77	83
	5	82	72	82
	10	81	61	80
4 90 mm h ⁻¹	2	77	69	79
	5	74	64	78
	10	69	61	83
5 60 mm h ⁻¹	2	85	71	81
	5	81	68	80
	10	78	58	76
6 90 mm h ⁻¹	2	76	63	78
	5	72	61	78
	10	64	54	68
7 60 mm h ⁻¹	2	83	68	54
	5	79	65	77
	10	77	51	61
8 90 mm h ⁻¹	2	75	59	76
	5	70	56	69
	10	64	51	55

*Persentasie infiltrasie is die persentasie van toegediende water wat geïnfiltreer het, dit is ekwivalent aan besproeiingseffektiwiteit.

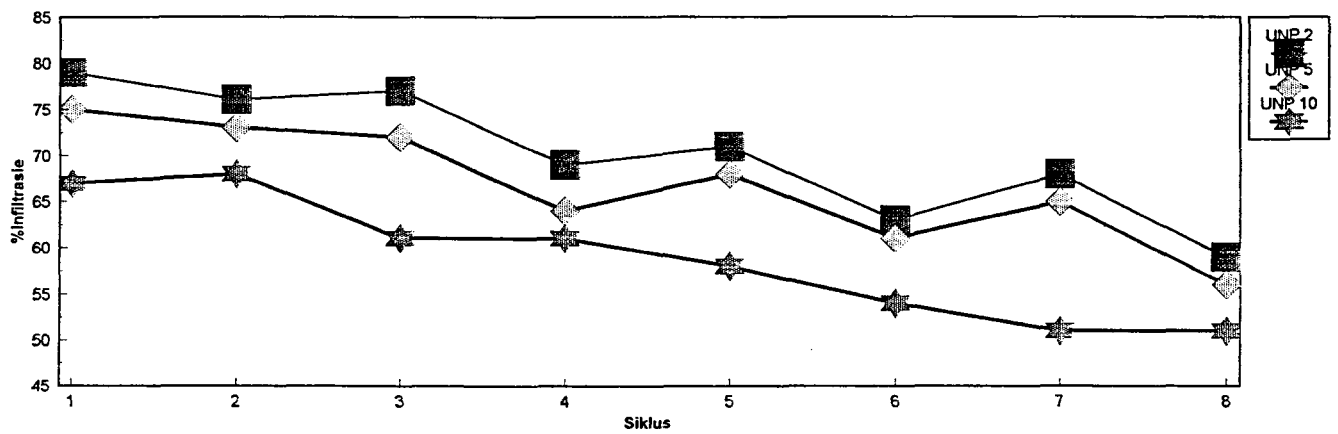
Tabel 6.3 Persentasie afname in infiltrasie vanaf die eerste na die sesde siklus

		% Afname in infiltrasie vanaf 1e na 6e siklus		
		Grondtipe		
Toedieningstempo	UNP	LK4	TD	FR
30 mm h ⁻¹	2	12	15	27
	5	14	18	27
	10	19	15	30
	15	16	34	35
60 mm h ⁻¹	2	19	9	20
	5	19	20	26
	10	20	19	34
	15	21	53	36
90 mm.h ⁻¹	2	15	20	34
	5	19	27	38
	10	25	32	48
	15	31	38	59
Afwisselende toedieningstempo 60 mm h ⁻¹ ; 90 mm h ⁻¹	2	15	20	11
	5	18	19	12
	10	24	19	19
	15	-	-	34

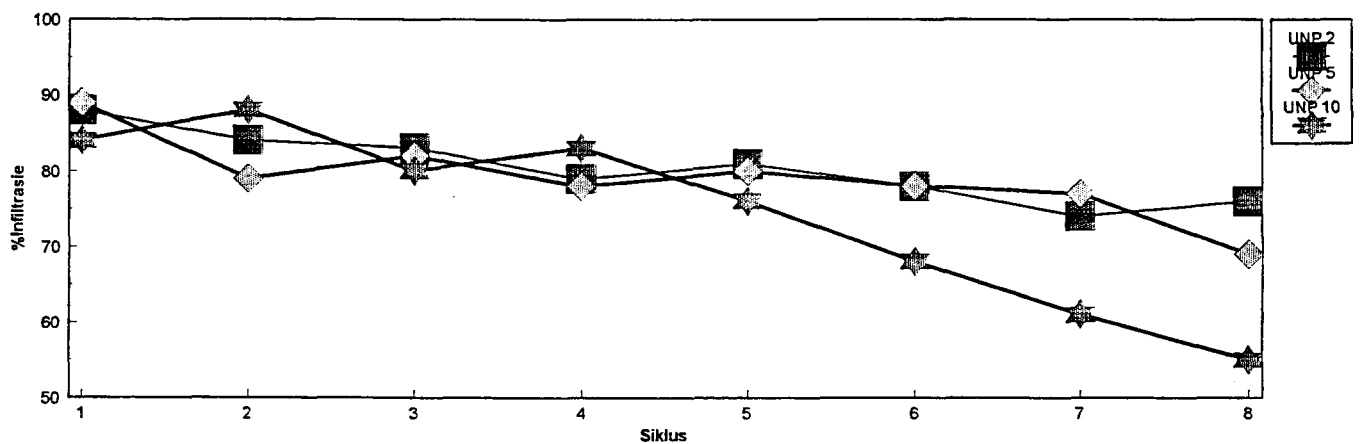
Figuur 6.1, 6.2 en 6.3 is 'n grafiese voorstelling van die resultate van die afwisselende toedieningsvlakke. Die kaolinitiese grond (LK4) het telkens vir al drie UNP-vlakke 'n laer persentasie infiltrasie tydens die 90 mm h^{-1} toediening as tydens die 60 mm h^{-1} toediening (Figuur 6.1). Dit word toegeskryf aan die hoër totale kinetiese energie wat betrokke is en gevolglik het daar meer meganiese seëlvorming en relatief minder infiltrasie plaasgevind (Jennings *et al.*, 1988; Bloem, 1992; Liengme, 1992). Die hoër UNP-vlakke het 'n laer persentasie infiltrasie tot gevolg maar die verandering is nie van so 'n aard dat chemiese seëlvorming duidelik manifesteer nie.



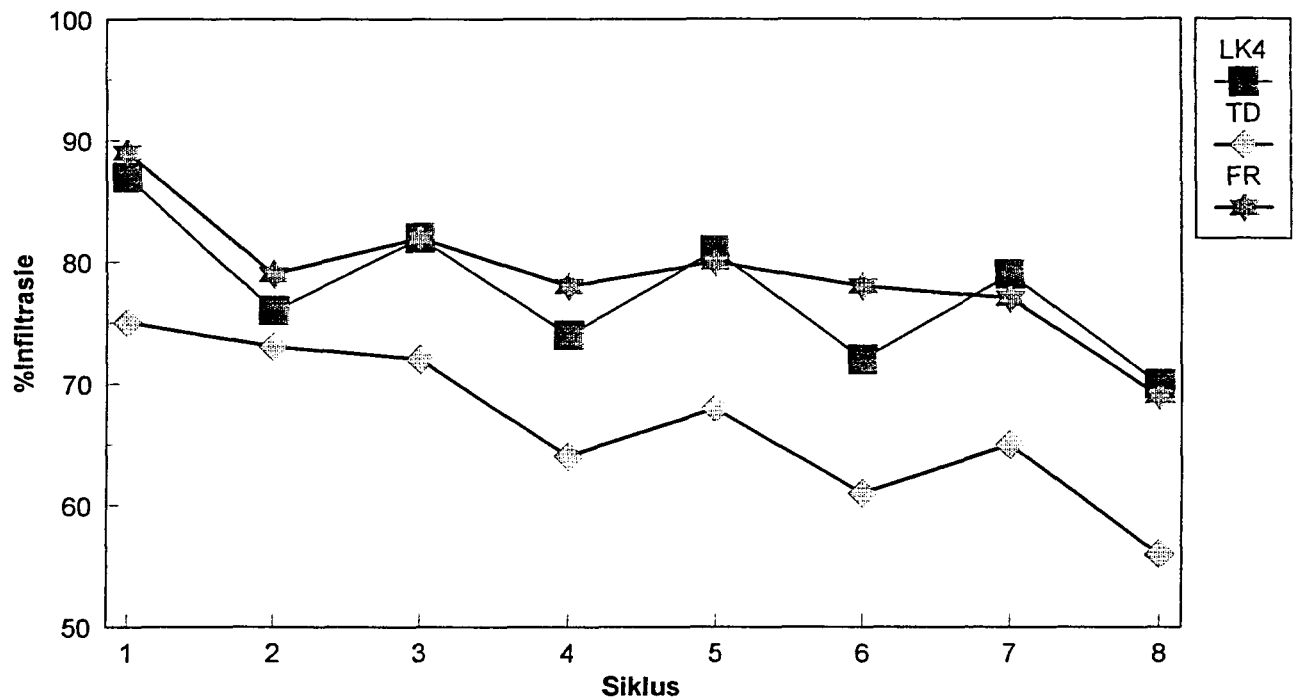
Figuur 6.1 LK4: Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's en drie UNP vlakke. Siklus 1, 3, 5, en 7 = 60 mm h^{-1} , siklus 2, 4, 6 en 8 = 90 mm h^{-1} . (60% Kaoliniet, 25% Illiet, 15% Talk, Ysteroksiedes sigbaar teenwoordig).



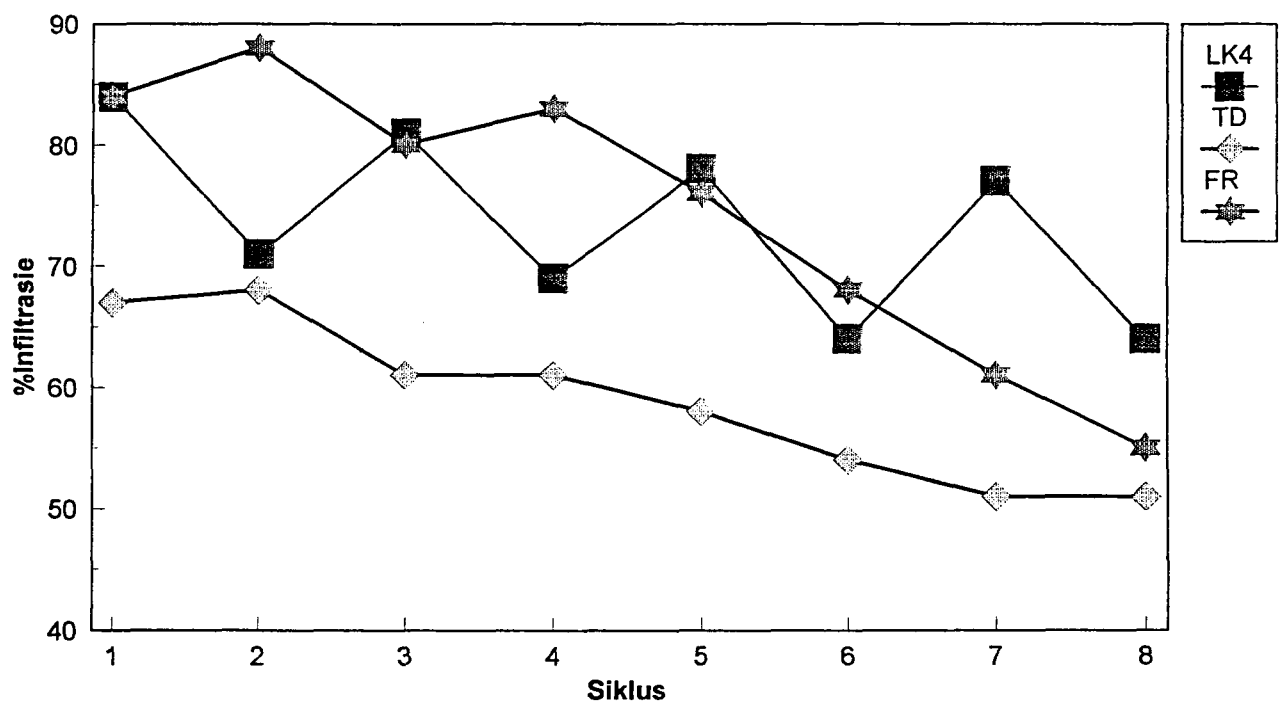
Figuur 6.2 TD: Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's en drie UNP vlakke. Siklus 1, 3, 5, en 7 = 60 mm h^{-1} , siklus 2, 4, 6 en 8 = 90 mm h^{-1} . (17% Kaoliniet, 17% Illiet, 72% Smektiet).



Figuur 6.3 FR: Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's en drie UNP vlakke. Siklus 1, 3, 5, en 7 = 60 mm h^{-1} , siklus 2, 4, 6 en 8 = 90 mm h^{-1} . (22% Kaoliniet, 51% Illiet, 2% Smektiet, 22% Tussengelaagde minerale, 3% Ysteroksiedes).



Figuur 6.4 Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's op drie grondtipes by 'n UNP van 5. (Siklus 1, 3, 5 en 7 = 60 mm h⁻¹; siklus 2, 4, 6 en 8 = 90 mm h⁻¹).



Figuur 6.5 Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's op drie grondtipes by 'n UNP van 10. (Siklus 1, 3, 5 en 7 = 60 mm h⁻¹; siklus 2, 4, 6 en 8 = 90 mm h⁻¹).

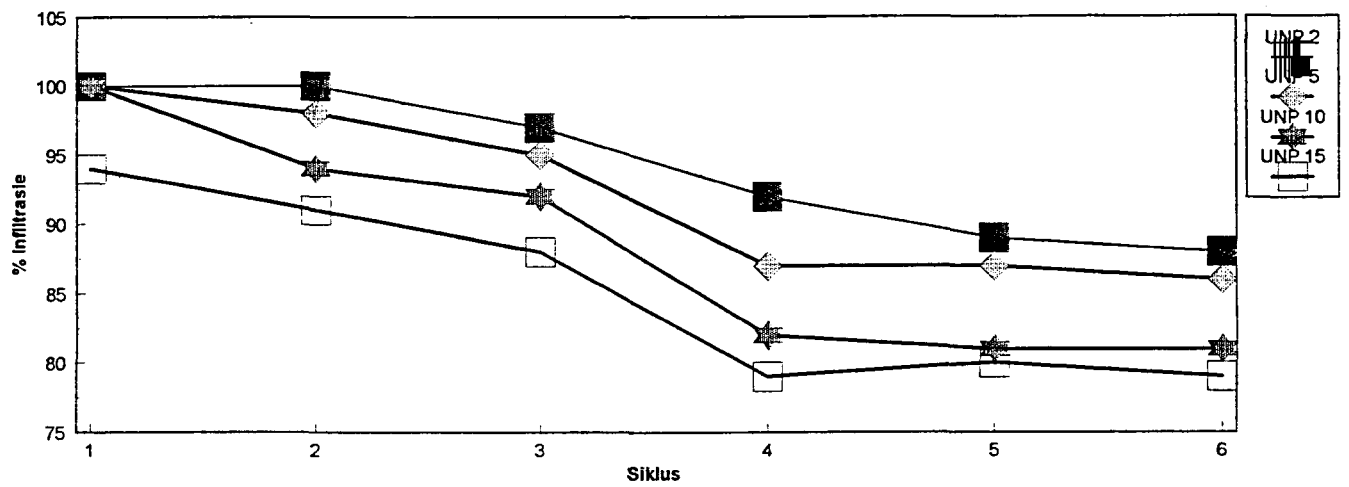
By 'n UNP van 2 en 5 het die afwisselende toedieningstempo's ook verskillende persentasie infiltrasiewaardes vir die smektietydomineerde grond. Sodra die UNP egter hoër as 5 is, word die effek van die hoër toediening na die derde siklus oorskadu deur die hoë UNP en 'n eenvormige afname in persentasie infiltrasie word verkry (Figuur 6.2). Hierdie sterk invloed van 'n hoër UNP op infiltreerbaarheid is ook waargeneem in die eenvormige benatting van dieselfde grond (Afdeling 4.3.3 en Figuur 4.8). Hoewel die omstandighede nie presies dieselfde is nie, het Levy *et al.* (1986) ook tot dieselfde gevolgtrekking gekom.

Die illitiese grond (Figuur 6.3) het by 'n UNP van 10 'n hoër persentasie infiltrasie by die hoër toedieningsvlak van 90 mm h^{-1} vir die eerste vier siklusse; iets wat nie by die kaolinitiese grond teenwoordig is nie. Dieselfde tendens kom ook by die smektietyke grond voor, maar dit is nie so prominent nie. Die rede vir die hoër persentasie infiltrasie by 'n hoë UNP kan toegeskryf word aan die hoër mate van dispersie. As gevolg van die hoër toediening is daar meer erosie wat die gevormde seël voortdurend erodeer. By 'n smektiety grond word die effek effens verbloem deur die toeswelling van die makroporieë wat nie 'n betekenisvolle hoër infiltreerbaarheid toelaat nie. Sodra die UNP egter 'n kritieke drumpelwaarde oorskry soos beskryf deur Southard *et al.* (1984), neem die infiltreerbaarheid vinnig af. Teen die derde of vierde siklus is die verseëling in die sub-oppervlak sodanig gevestig dat die afloop nie genoeg is om hierdie seëllaag ook te laat erodeer nie.

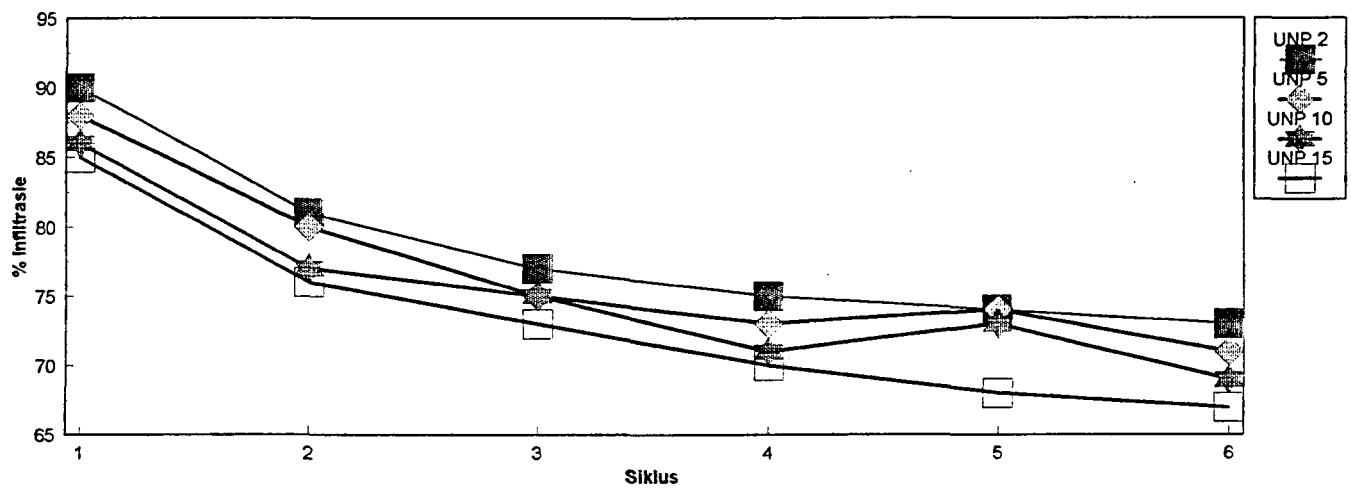
Uit Figuur 6.4 kan die afleiding gemaak word dat die kritieke UNP drumpelwaarde vir illietyke en kaolinietyke grond meer as 5 is. Smektietyke gronde het 'n laer persentasie infiltrasie by dieselfde UNP-vlak en selfs by 'n UNP van 2 (Tabel 6.2). Bloem (1992) het ook in sy ondersoek gevind dat by sekere toestande daar 'n betekenisvolle afname in infiltrasie is by lae UNP-vlakke soos by UNP van 2. Indien die UNP sou styg tot by 10, is die infiltreerbaarheid van die illitiese en smektietyke grond by die agste siklus omtrent dieselfde (Figuur 6.5). Dit impliseer 'n kritieke UNP drumpelwaarde vir illiet tussen 5 en 10, vir kaolinet groter as 10 en vir smektiety laer as 5. In

sommige gevalle is die kritieke UNP drumpelwaarde vir smektiet waarby drastiese verlaging in infiltrasie voorkom selfs laer as 2.

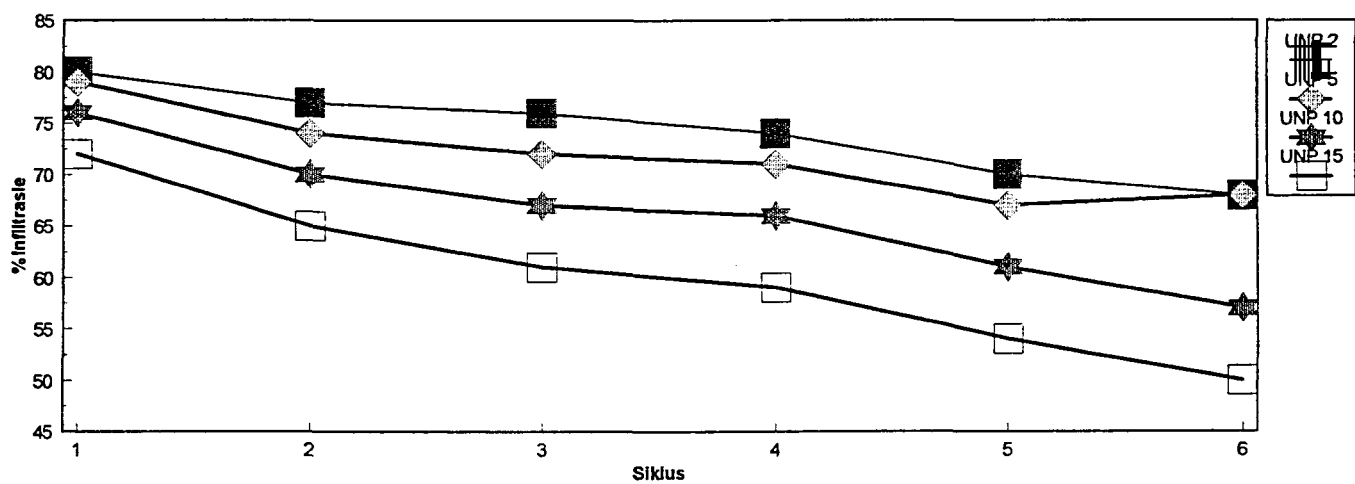
Volgens Tabel 6.1 en 6.3 en Figuur 6.6, 6.7 en 6.8 neem die infiltreerbaarheid van 'n kaolinitiese grond af met 'n toename in toedieningstempo. In hierdie geval is dit drie verskillende toedieningstempo's wat elk vir ses siklusse konstant gehou word. Daar is ook 'n geleidelike afname in infiltreerbaarheid soos wat die UNP-vlak toeneem.



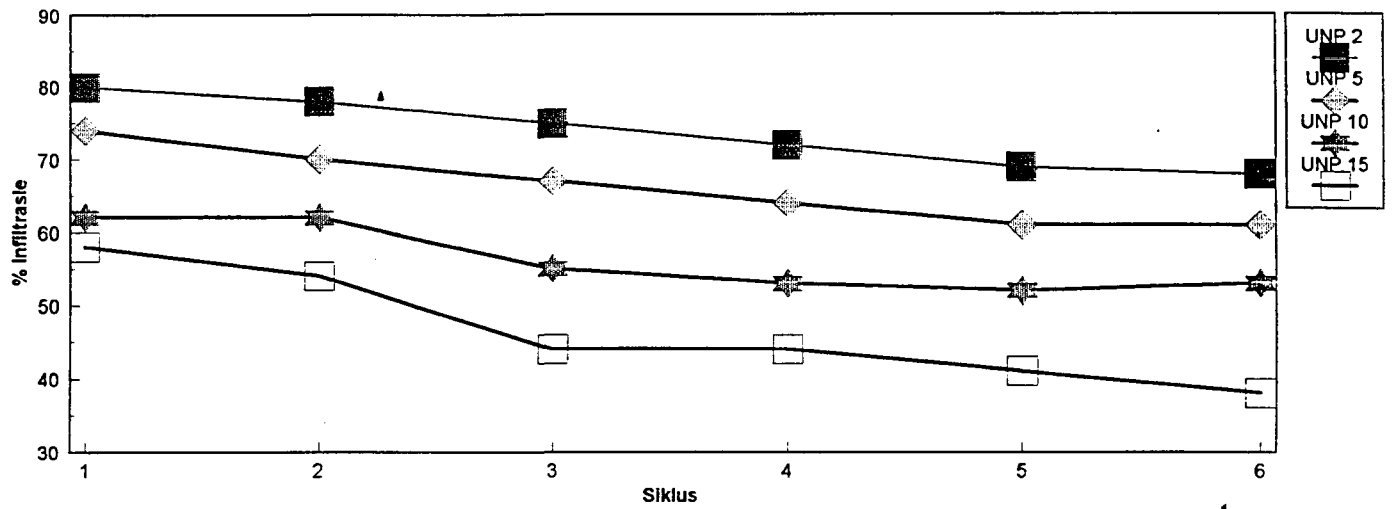
Figuur 6.6 LK4: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 30 mm h⁻¹. (Kaolinitiese grond).



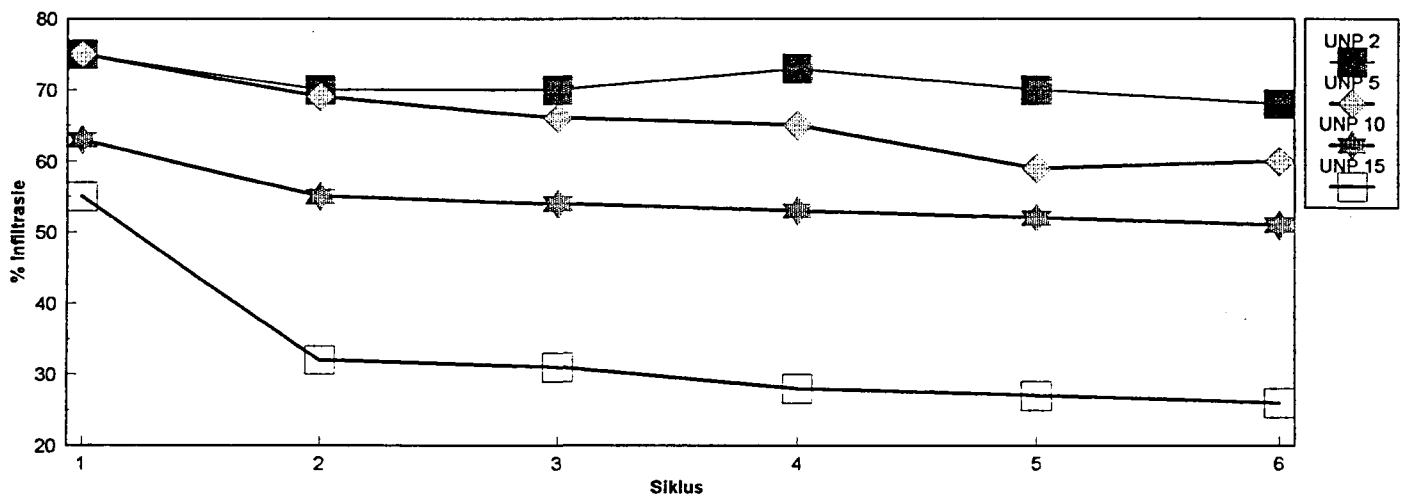
Figuur 6.7 LK4: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 60 mm h⁻¹.



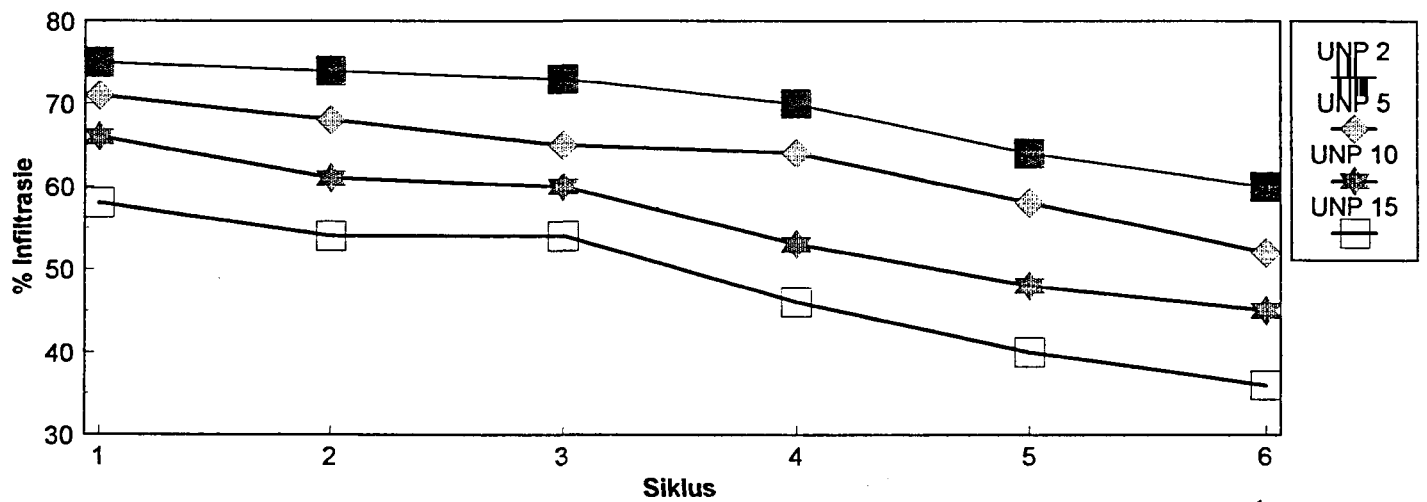
Figuur 6.8 LK4: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 90 mm h⁻¹.



Figuur 6.9 TD: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 30 mm h⁻¹. (Smektietyke grond).



Figuur 6.10 TD: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 60 mm h⁻¹.

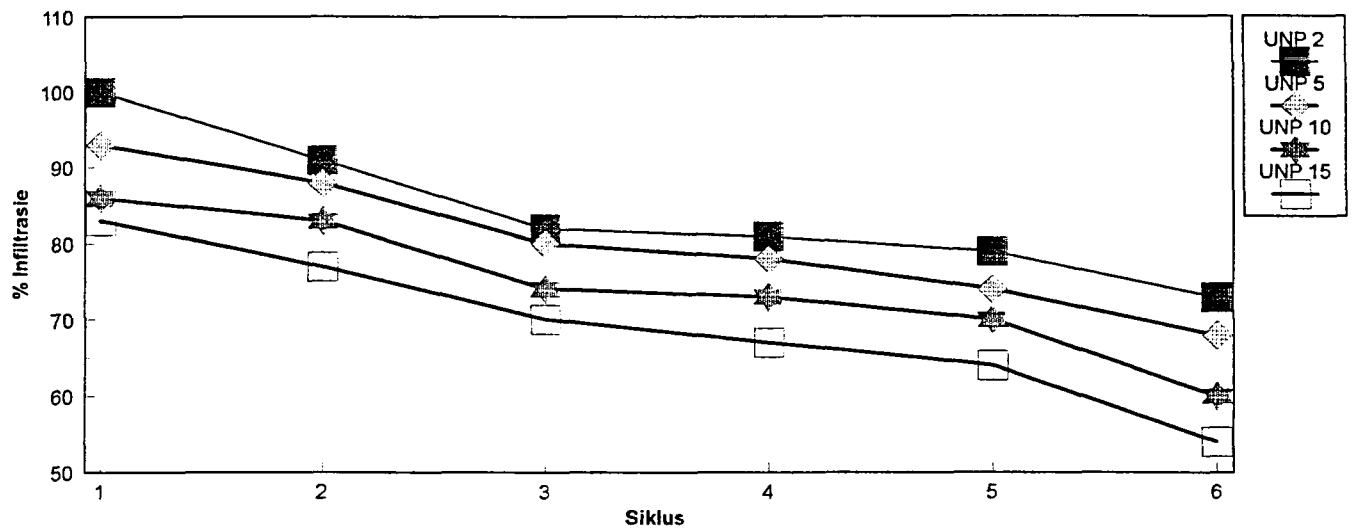


Figuur 6.11 TD: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 90 mm h⁻¹.

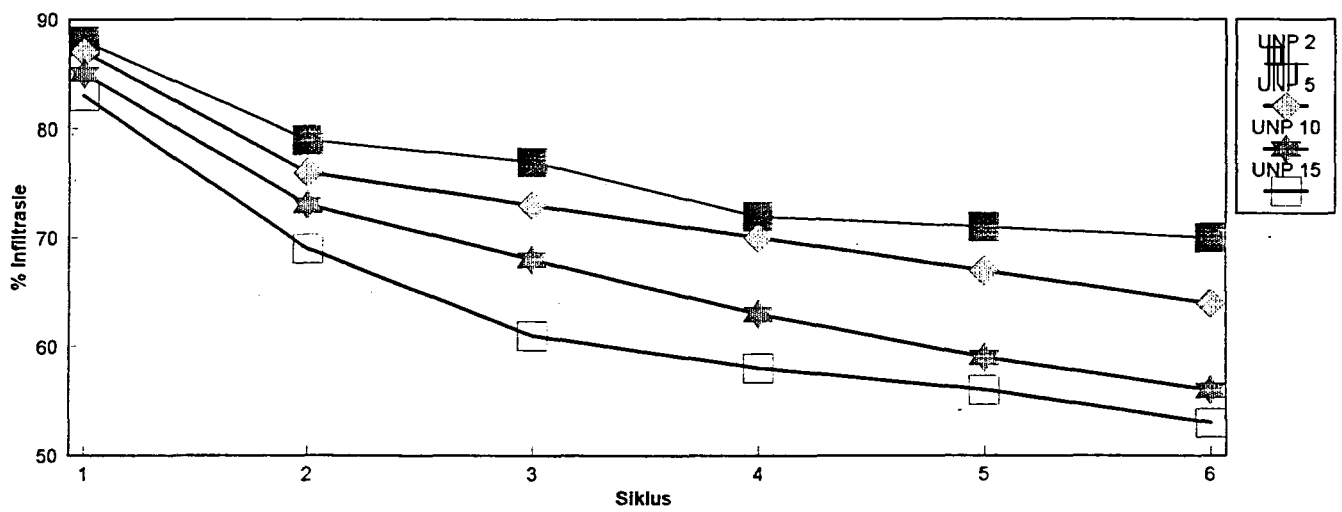
Waar smektietryke gronde met 'n UNP van 15 onderwerp word aan drie toedieningstempo's van 30, 60 en 90 mm h⁻¹ elk (Figuur 6.9, 6.10 en 6.11), is die persentasie infiltrasie vir die 60 mm h⁻¹ tempo die laagste. 'n Moontlike verklaring is dat die hoër totale kinetiese energie ten opsigte van 30 mm h⁻¹ meer verseëling veroorsaak. Die hoër erosiepotensiaal van die 90 mm h⁻¹ veroorsaak egter weer dat tydens elke siklus die gevormde seël erodeer om sodoende 'n hoër infiltrasie te gee.

Indien 'n illitiese grond onderwerp word aan drie individuele toedieningstempo's van 30, 60 en 90 mm h⁻¹ vir ses siklusse elk, vind daar 'n afname in infiltreerbaarheid plaas met 'n toename in toedieningstempo en 'n toename in UNP (Tabel 6.1, Figuur 6.12, 6.13 en 6.14). Die toename in toedieningstempo veroorsaak 'n prominente seël wat meer effektief word met 'n toename in siklusse. In die geval waar afwisselende toedieningstempo's gebruik is (Figuur 6.13), was die aanvanklike seël nie so goed gevorm nie en kon dit in 'n opvolgende siklus met 'n hoër toediening erodeer. Waar 'n konstante hoë toediening gebruik word (Figuur 6.14), is die seël wat van die begin af vorm, waarskynlik dik en stabiel genoeg om die erosie te weerstaan.

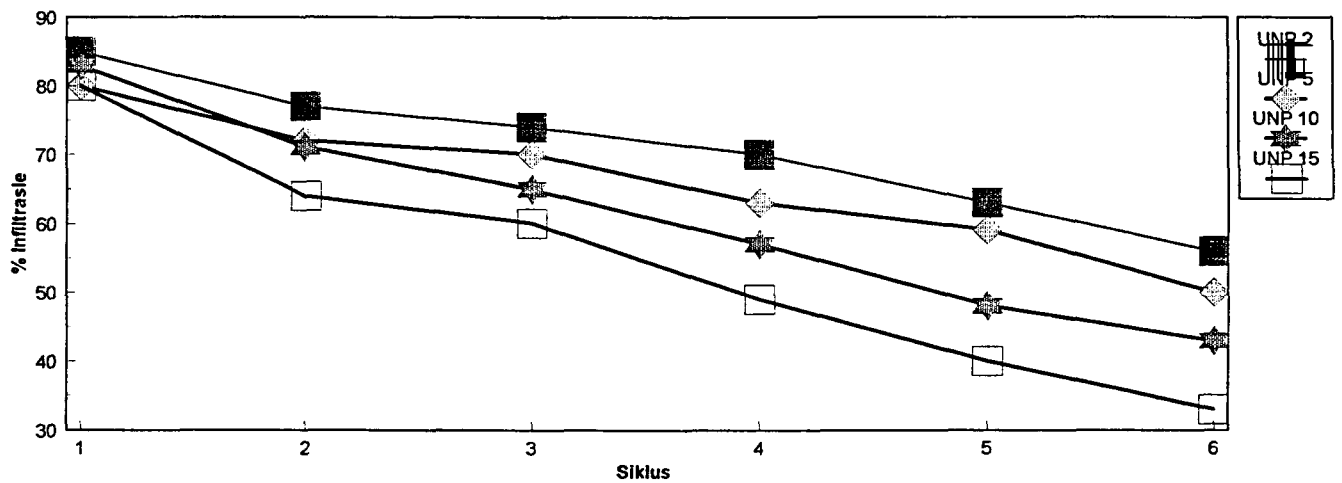
Waar die totale persentasie afname in infiltreerbaarheid vanaf die eerste na die sesde siklus in oënskou geneem word (Tabel 6.3 en Figuur 6.15), wil dit voorkom asof illitiese gronde oor 'n wye bereik van UNP-vlakke en toedieningstempo's swakker presteer as selfs smektietryke gronde. Dit word toegeskryf aan die feit dat die smektietryke gronde kraak as dit droog word en daardeur die seël tot 'n groot mate versteur. Indien die UNP egter so hoog as 15 styg, oorheers die sterk negatiewe chemiese invloed op die aggremaatstabiliteit en is die persentasie afname in infiltreerbaarheid van die smektietryke grond baie prominent.



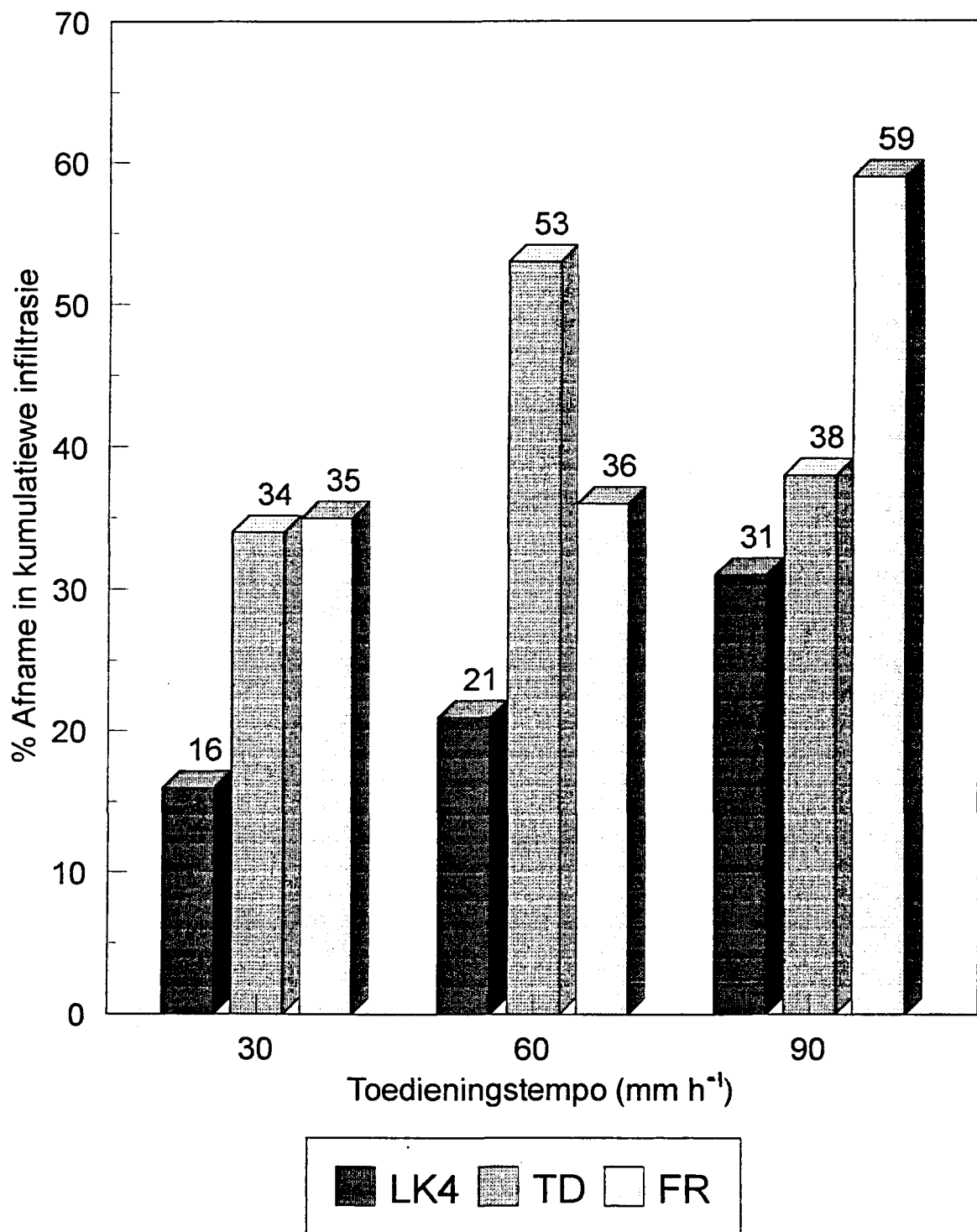
Figuur 6.12 FR: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 30 mm h⁻¹.



Figuur 6.13 FR: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 60 mm h⁻¹.



Figuur 6.14 FR: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 90 mm h⁻¹.



Figuur 6.15 Persentasie afname in kumulatiewe infiltrasie van die grontipes vanaf die eerste na die sesde siklus tydens die toedieningstempo's by 'n UNP van 15.

LK4: Kaolinitiese grond
 TD : Smektietyrke grond
 FR : Illietiese grond

6.4 Gevolgtrekking

Die rangorde vir persentasie infiltrasie vir afwisselende toedieningstempo's is as volg:

Kaolinet > Illiet > Smektiet

Indien drie afsonderlike toedieningstempo's gebruik word, is die rangorde as volg:

30 mm h⁻¹ : Kaolinet > Illiet > Smektiet

60 mm h⁻¹ : Kaolinet > Illiet > Smektiet

90 mm h⁻¹ : Kaolinet > Smektiet > Illiet

Kortliks kom dit daarop neer dat by toedieningstempo's van 30 en 60 mm h⁻¹ het die kaolinitiese grond die beste infiltrasie en die smektietgrond die swakste. Indien die toedieningstempo verhoog na 90 mm h⁻¹, het kaolinitiese grond nog steeds die beste infiltrasie maar illitiese grond se infiltrasie is in die geval dan swakker as die van die smektietryke grond.

As persentasie afname in infiltreerbaarheid vanaf die eerste na die sesde siklus as 'n maatstaf gebruik word, geld die volgende:

30 mm h⁻¹ : Illiet > Smektiet > Kaolinet (vir UNP 2, 5, 10 en 15)

60 mm h⁻¹ : Illiet > Kaolinet > Smektiet (vir UNP 2, 5, 10)

: Smektiet > Illiet > Kaolinet (vir UNP 15)

90 mm h⁻¹ : Illiet > Smektiet > Kaolinet (vir UNP 2, 5, 10 en 15)

Indien die UNP in aanmerking geneem word, is die persentasie afname in infiltreerbaarheid vanaf die eerste na die sesde siklus groter vir die illitiese gronde by UNP 2 tot 15 vir die 30 en 90 mm h⁻¹ toedieningstempo's. Vir die 60 mm h⁻¹ toedieningstempo is die afname in infiltreerbaarheid vanaf die eerste na die sesde siklus die grootste vir smektietryke grond as die UNP 15

is. In alle gevalle het die kaolinitiese gronde die kleinste afname in infiltreerbaarheid van die eerste na die sesde siklus gehad.

HOOFSTUK 7

ALGEMENE BESPREKING

7.1 Inleiding

Die kern van die doelstellings soos in Afdeling 1.3 geformuleer, is om vas te stel wat die praktiese implikasies van verskillende kleimineralogie, UNP vlakke, waterkwaliteite en toedieningstempo's op die infiltreerbaarheid van grond is. Hierdie implikasies moet in berekening gebring word by die modifikasie van bestaande besproeiingstelsels of by die ontwerp van nuwe stelsels. Die doel van hierdie aanpassings moet op beter besproeiingseffektiwiteit gemik wees sodat hoër watergebruiksdoeltreffendheid verkry kan word.

7.2 Kleimineralogie en UNP

Aangesien die kleimineralogie van Suid-Afrikaanse gronde baie varieer, is dit belangrik om te weet wat die effek van die kleimineralogie op die infiltreerbaarheid van grond met ongeveer dieselfde klei-inhoud is. In hierdie ondersoek is gevind dat stabiele kaolinitiese grond sonder smekiet 'n relatiewe hoë kumulatiewe infiltrasie handhaaf. Die enigste werklike metode om die impak te verminder is om bestuurs-, of ontwerp aanpassings te maak. Voorbeelde hiervan is die korter tydperke van besproeiing sodat dit sinchroniseer met die tyd wat nodig is voordat opdamming plaasvind. Uiteraard is dit onprakties, want teen die sesde siklus is die kritieke tyd voordat afloop plaasvind ses minute vir 'n grond met 'n UNP van 1 in die afwesigheid van plante. Indien daar smekiet teenwoordig is in kaolinitiese gronde, verlaag dit die infiltreerbaarheid a.g.v. die hoër onstabiliteit van die swellende smekiet. Om dié spesifieke rede is dit dus nodig om te weet of 'n grond wel smekiet bevat al dan nie, want selfs by 'n lae smekietinhoud soos 10 persent is daar 'n betekenisvolle afname in infiltreerbaarheid.

Smektietryke gronde blus maklik a.g.v. vasgevangde lug in die aggregate en tesame met die sweleienskappe verlaag dit die infiltreerbaarheid van die grond. Enige verhoging in UNP het ook 'n groot invloed op die infiltreerbaarheid omrede die smektiet chemies meer gevoelig is vir UNP veranderings. 'n Positiewe eienskap van die smektietryke gronde is die kraakeienskappe wat dit gedurende uitdroging het. Dit versteur die uitgedroogde kors en a.g.v. die krake is die aanvanklike infiltrasie van elke nuwe siklus relatief hoog. Die gevolg hiervan is dat daar nie 'n groot afname in infiltrasie vanaf een siklus na die volgende is nie, behalwe as die UNP-vlakke hoër as 10 is. Laasgenoemde is die kritieke UNP drumpelwaarde vir smektietryke grond. Sodra die UNP hoër as 10 is, vind daar 'n drastiese afname in infiltreerbaarheid plaas.

Die teenwoordigheid van mangaanoksiedes en -hidroksiedes laat die infiltreerbaarheid van kaolinitiese gronde afneem. Dit word hoofsaaklik toegeskryf aan die hoogs veranderlike valenstoestand van mangaan.

Illitiese gronde is meer onstabiel as kaolinitiese gronde en ook meer sensitief vir chemiese veranderings soos UNP. Die besproeiingseffektiwiteit van illitiese gronde is laer as die van smektietryke gronde met dieselfde klei-inhoud. Die persentasie van die toegediende water wat infiltreer by 'n illitiese grond neem baie skerp af met 'n toename in UNP en met 'n toename in besproeiingsiklus.

In pirofilliet dominante gronde neem die infiltrasie toe met 'n toename in UNP tot ongeveer 'n UNP van 5. Dit is in teenstelling met die algemene opvatting dat 'n toename in UNP altyd 'n afname in infiltreerbaarheid te weeg bring. Dit kan die gevolg wees van die elektriese neutraliteit van die mineraal en die gepaardgaande swak bindingskragte wat vinnige erosie van die opgebreekte aggregate bevorder. Die afname in infiltrasie vir die individuele UNP vlakke vanaf die eerste tot by die sesde siklus is baie eenvormig regdeur die siklusreeks. Dit word geïnterpreteer as 'n produk van geen chemiese bydrae tot die verseëlingseffek nie.

Figuur 7.1 is 'n grafiese voorstelling van kumulatiewe infiltrasie van die verskillende grondtipes (soos gedommineer deur verskillende kleimineralogie samestellings en verskillende UNP vlakke). Die vergelykings in die grafiek is 'n opsomming van die invloed van kleimineralogie en UNP op verseëling van grond onder sikliese besproeiing.

7.3 Watergebruiksdoeltreffendheid

In die verskillende hoofstukke is, na aanleiding van proefondervindelike resultate, riglyne ter verbetering van besproeiingseffektiwiteit neergelê. Hierdie riglyne is hoofsaaklik gebaseer op die infiltrasietempo na 30 minute tydens die sesde siklus. Indien hierdie toedieningstempo oorskry word, sal opdamming en gepaardgaande afloop en erosie plaasvind. Die infiltrasietempo tydens die sesde siklus, soos afgelei uit die kumulatiewe infiltrasie na 30 minute, van die vier hoof kleimineraalgroepe met verskillende UNP-vlakke na 'n toedieningstydperk van 30 minute, word in Figuur 7.1 voorgestel. Dit verteenwoordig die totale hoeveelheid water wat oor 'n tydperk van 30 minute geïnfiltreer het. Dit is ekwivalent aan die hoeveelheid wat per 30 minute toegedien kan word sonder om afloop te verkry. Figuur 7.1 kan dus gebruik word as riglyn om te bepaal wat die aanbevole toedieningstempo moet wees. Aangesien die aanbevole toedieningstempo in Figuur 7.1 aangepas is vir 30 minute, moet die nodige regstelling gemaak word vir 'n toedieningstempo wat vir 'n tydperk van 'n uur geldig is. So 'n aanpassing kom in Figuur 7.2 voor. Uit Figuur 7.1 en 7.2 is dit duidelik dat alle gronde nie teen dieselfde toedieningstempo besproei moet word nie. Aangesien hierdie ondersoek tiperend was van veldtoestande, naamlik reeds verseëelde gronde en sikliese besproeiing, word die aanbevole toedieningstempo (Figuur 7.1 en 7.2) as 'n verbetering beskou op die van Bloem (1992). Die aandag moet gevestig word op die feit dat bogenoemde aanbevelings slegs geldig is indien die NAV van die water en die UNP van die grond in ewewig is.

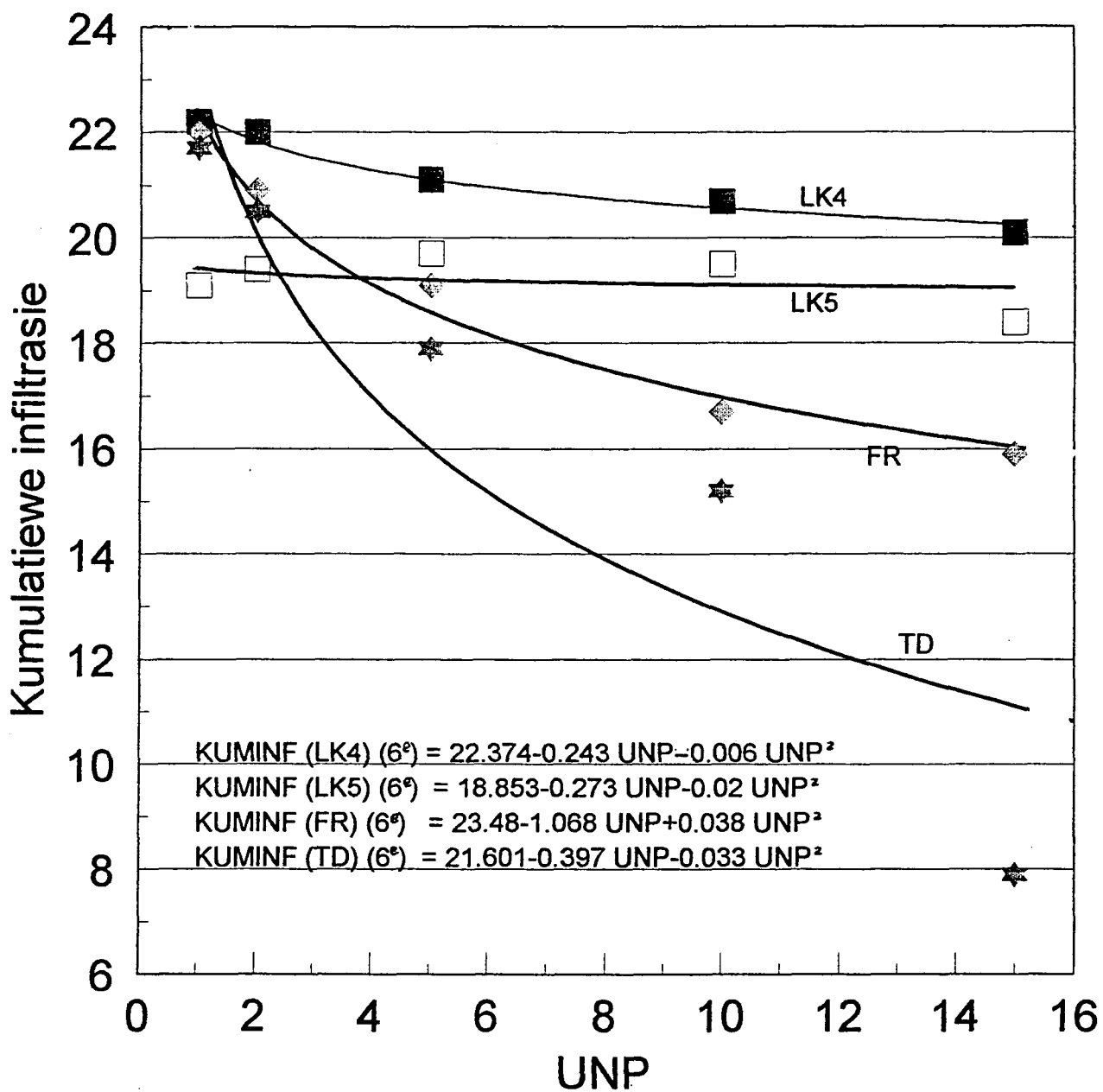
7.4 Waterkwaliteit

Water met 'n hoë elektriese geleiding (EG) en lae NAV verseker 'n hoër infiltreerbaarheid as water met 'n lae EG en hoë NAV. Reënwater lewer bv. 'n heelwat laer infiltreerbaarheid as munisipale water. Waar alternatiewe waterkwaliteite gedurende verskillende siklusse gebruik word, word 'n intermediêre infiltreerbaarheid ondervind. Kaolinitiese gronde is meer sensitief vir variasies in elektrolietvlakke in die water as ander gronde. Lae EG waardes neig tot minder flokkulasie en 'n laer infiltreerbaarheid. Smektietyke gronde is meer sensitief vir NAV toename as vir 'n afname in EG. 'n Gesamentlike bydrae van 'n lae EG en hoë NAV lewer 'n baie sensitiewe grond wat maklik verseël. Korsvorming by illietryke gronde is weer meer algemeen vir die UNP as vir NAV of EG van die water.

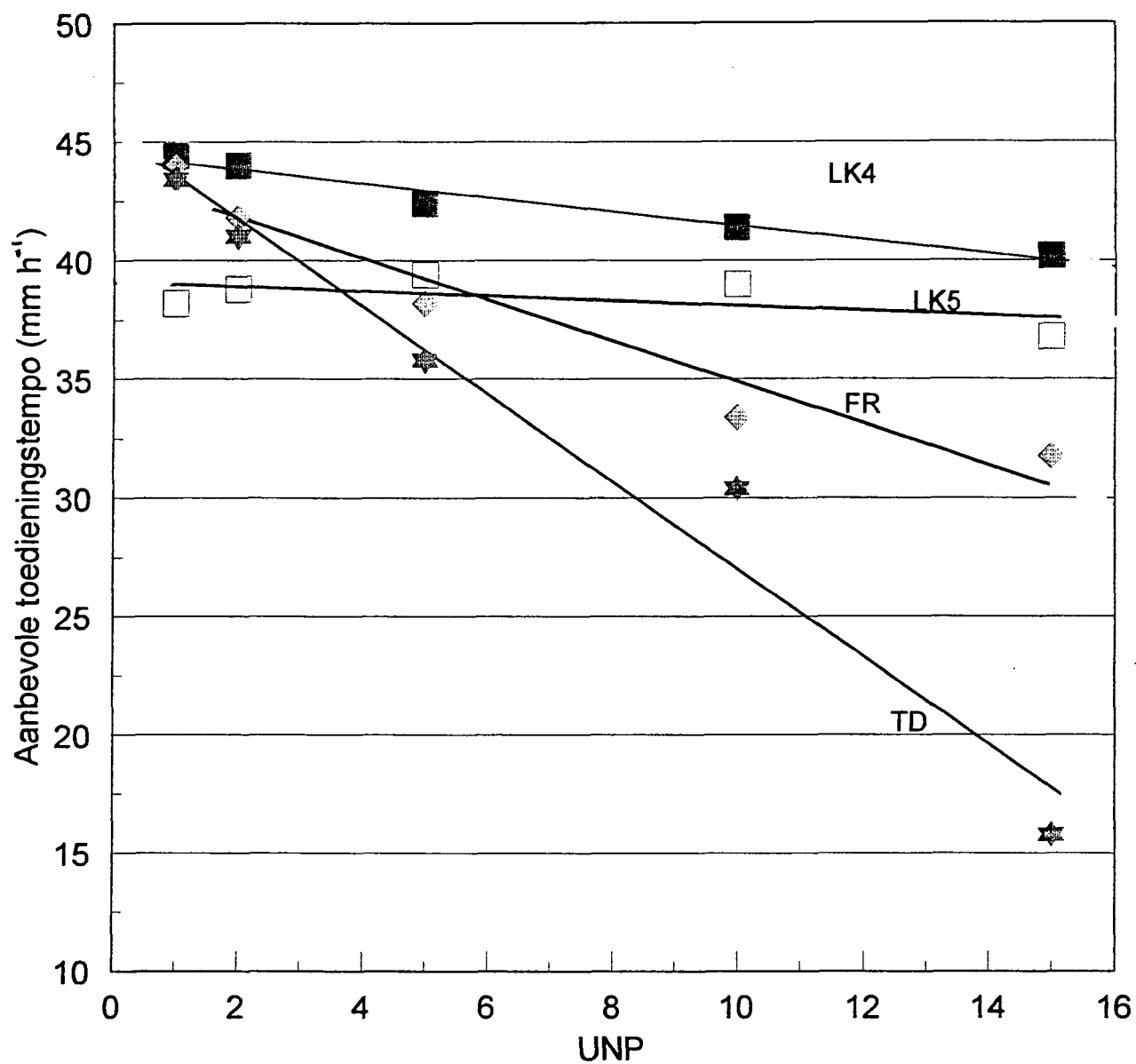
7.5 Toedieningstempo

Indien verskillende toedieningstempo's gebruik word op smektietyke grond, word die infiltrasievermoë hoofsaaklik deur die UNP bepaal, veral UNP-vlakke groter as 5. Smektietyke gronde het 'n laer persentasie infiltrasie by 'n toediening van 60 mm h^{-1} as by 30 of 90 mm h^{-1} . By die lae toedieningstempo is daar min impakenergie en by die hoë toedienings is daar meer erosie wat die kors laat erodeer. Vir illitiese gronde het UNP-vlakke 'n groter invloed as toedieningstempo veral vir UNP van 10 en hoër. By die hoë UNP-vlakke en hoë toedienings is die infiltrasie gedurende die eerste vier siklusse hoër, waarskynlik as gevolg van meer dispersie wat meer erosie tot gevolg het en die kors kan dus nie doeltreffend vorm nie.

Indien die kleinhoud ongeveer 20 persent is, die toedieningstempo is in die orde van 60 mm h^{-1} , kleimineralogie en UNP van die grond en die NAV van die water bekend is, is dit moontlik om aanpassings te maak m.b.t. die tydperk van besproeiing.



Figuur 7.1 'n Opsomming van die kumulatiewe infiltrasie van van vier grondtipes by verskillende UNP vlakke na ses besproeiingsiklusse. (LK4: Kaolinitiese grond, LK5: Pirofillietryke grond, FR: Illietryke grond, TD: Smektietryke grond).



Figuur 7.2 Aanbevole toedieningstempo (mm h^{-1}) van vier hoof grondgroepe by verskillende UNP vlakke indien die NAV van die water en die UNP van die grond in ewewig is. (LK4: Kaolinitiese grond, LK5: Pirofillietryke grond, FR: Illietryke grond, TD: Smektietryke grond).

7.6 Aanbevelings vir verdere navorsing

Goeie resultate is uit hierdie projek verkry, maar daar is nog onbeantwoorde vrae met betrekking tot grond en waterkwaliteite enersyds en infiltreerbaarheid van gronde andersyds. Vir verdere navorsing is die volgende onderwerpe en probleemgevalle uitgesonder:

1. Veldverifikasie met behulp van spilpunte moet op kondisies soos in hierdie projek uitgevoer is, gedoen word om korreksies aan te bring waar nodig.
2. Verskeie aspekte van kleimineralogie is nog nie ten volle aangespreek nie. Voorbeelde is:
 - Smektietryke gronde wat korsvormend van aard is
 - Swart mangaanryke gronde (sogenaamde koffiegrond)
3. Sekere grondchemiese faktore is ook nog nie geëvalueer nie, byvoorbeeld:
 - Magnesium as die dominante katioon
 - Hoë fosfor konsentrasies
 - 'n Variasie in KUK en basisstatus
 - Kalkryke gronde
4. Ander tekstuurklasse as die wat in hierdie projek gebruik is, moet ook geëvalueer word, want sulke gronde word wel oral besproei.
5. 'n Ander tipe besproeiingssimuleerder moet ontwerp word of die een tans in gebruik moet aangepas word sodat 'n variasie in druppelgrootte bewerkstellig kan word. So 'n simuleerder moet instaat wees om die variasie in druppelgrootte wat by oorhoofse stelsels aangetref word, te akkommodeer.

6. Besproeiingsiklusse moet uitgebrei word sodat dit ooreenstem met spilpunttoestande, met ander woorde daar moet ongeveer 20 siklusse wees. Daar moet dus voorsorgmaatreëls getref word dat die grond se konsolidasie effek nie die ondersoek beperk tot ses of agt siklusse nie. Verskeie van die ondersoeke wat tot dusver gedoen is, was beperk tot een siklus of in uitsonderlike gevalle tot ses of agt siklusse. In die praktyk word baie meer siklusse toegepas en gevolglik kan ander reaksies moontlik verwag word.
7. Aangesien die helling van die grond in die praktyk nie altyd 5% is nie, word aanbeveel dat die verwantskap tussen kleimineralogie en helling se invloed op infiltreerbaarheid uitgebrei word.

VERWYSINGS

AGASSI, M., MORIN, J. and SHAINBERG, I., 1985. Effect of raindrop impact energy and water salinity on infiltration rates of sodic soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49, 186-190.

AGASSI, M., MORIN, J. and SHAINBERG, I., 1982. Laboratory studies of infiltration and runoff control in semi-arid soils in Israel. *Geoderma*. 28, 345-356.

AGASSI, M., SHAINBERG, I. and MORIN, J., 1988. Effects on seal properties of changes in drop energy and water salinity during a continuous storm. *Aust. J. Soil Sci.* 26, 651-659.

AGASSI, M., SHAINBERG, I. and MORIN, J., 1981. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45, 848-851.

ANIKANOVA, E.M., AVETYAN, S.A. and ORLOVSKAYA, E.B., 1993. Changes of some physical properties of southern chernozems caused by weakly mineralized irrigation water. *Moscow Univ. Soil Sc. Bul.* 48, 20-25.

ARSHAD, M.A. and MERMUT, A.R., 1988. Micromorphological and physico-chemical characteristics of soil crust types in Northwestern Alberta, Canada. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 724-729.

BEN-HUR, M., FARIS, J., MALIK, M. and LETEY, J., 1989. Polymers: A soil conditioners under consecutive irrigations and rainfall. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53, 1173-1177.

BEN-HUR, M., SHAINBERG, I., BAKKER, I. and KEREN, R., 1985. Effect of soil texture and CaCO_3 content on water infiltration in crusted soil as related to water salinity. *Irr. Sci.* 6, 281-294.

BLOEM, A.A., 1992. Kriteria vir die aanpassing van die ontwerp en bestuur van oorhoofse besproeiingstelsels by die infiltreerbaarheid van gronde. M.Sc verhandeling, Universiteit van Pretoria.

BLOEM, A.A., LAKER, M.C., LAGRANGE, L.F., en SMIT, C.J., 1992. Aanpassing van oorhoofse besproeiingstelsels by die infiltreerbaarheid van grond. WNK-verslag no. 208/1/92, Pretoria, Suid-Afrika.

BOLT, G.H., BRUGGENWERT, A. and KAMPHORST, A., 1978. Adsorption of cations by soil. In: Developements in Soil Science No. 5A. Soil Chemistry. Basic elements. Bolt & Bruggenwert (ed.). Elsevier, New York.

BOWLES, J.E., 1981. Engineering properties of soil and their measurements. McGraw-Hill, Auckland.

BRADY, N.C., 1974. The nature and properties of Soils. Macmillan, INC. New York.

BRANDFORD, J.M., FERRIS, J.E. and REMLEY, P.A., 1987. Interrill soil erosion processes: I. Effect of surface sealing on infiltration, runoff and soil splash detachment. Soil Sci. Soc. Am. J. 51, 1566-1571.

BROWN, K.W., 1977. Shrinking and swelling of clay, clay strength, and other properties of clay soils and clays. 689-708. In: Dixon & Weed (ed.). Minerals in soil environments. Soil Sci. Soc. Am. Wisconsin, USA.

BUOL, S.W., HOLE, F.D. and McCracken, R.J., 1980. Soil Genesis and Classification. Iowa State Univ., Ames.

CARTER, C.E., GREER, J.D., BROUD, H.J. and FLOYD, J.M., 1974. Raindrop characteristics in South Central United States. Trans. Am. Soc. Ag. Eng. 17, 1033 - 1037.

CHIANG, S.C., WEST, L.T. and RADCLIFFE, D.E., 1994. Morphological properties of surface seals in Georgia Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58, 901-910.

DE PLOEY, J. and MÜCHER, H.J., 1981. A consistency index and rainwash mechanisms on Belgian loamy soils. Earth Surface processes and landforms, 6, 319-330.

DEER, W.A., HOWIE, R.A. and ZUSSMAN, J., 1962. Rock-forming minerals. John Wiley and Sons, New York.

DIXON, J. B. and WEED, S.B., 1977. Minerals in Soil Environments. Soil Sc. Soc. Am. Wisconsin.

DU PLESSIS, H.M. and REID, P.C., 1994. WRC Sponsored agricultural research and technology. p. 241 -254, In: Proceeding of the seminar on sustainable land-use, Pilanesberg.

DU PLESSIS, H.M. and SHAINBERG, I., 1985. Effect of exchangeable sodium and phosphogypsum on the hydraulic properties of several South African soils. S. Afr. J. Plant Soil 2, 179-186.

EPEMA, G.F. and RIEZEBOS, H. Th., 1983. Fall velocity at different heights as a factor influencing erosivity of simulated rain. p. 1 -17 In: de Ploey (ed.). Rainfall simulation, runoff and soil erosion. Catena Supplement 4, Braunschweig.

EPSTEIN, E. and GRANT, W.J., 1973. Soil crust formation as affected by raindrop impact, p. 195-201: In: Hadas A (ed.). Ecological studies No. 4. Physical aspects of soil water and salts in ecosystems. Springer-Verlag, New York.

FANNING, D.S. and KERAMIDAS, V.Z., 1977. Micaceous, 195-248: In: Dixon & Weed (ed.). : Minerals in soil environment. Soil Sci. Soc. Am. Wisconsin, USA.

FAO, 1979. Soil survey investigations for irrigation. FAO Soil Bulletin No. 42. FAO, Rome.

FAO, 1985. Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper. No. 29. FAO, Rome.

FARRES, P.J., 1978. The role of time and aggregate size in the crusting process. Earth Surface Processes 3, 243-254.

FARRES, P.J., 1980. Some observations on the stability of soil aggregates to raindrop impact. Catena 7, 223-231.

FOTH, H.D., 1984. Fundamentals of soil science. John Wiley & Sons, New York.

GAL, M., ARCAN, L. and SHAINBERG, I., 1984. The effect of exchangeable Na and phosphogypsum on the structure of soil crust -SEM observation. Soil Sci. Soc. Am. J. 48, 872-878.

GILLEY, J.R. and MIELKE, L.N., 1980. Conserving energy with low-pressure center pivots. Proc. of the ASAE, 1, 49-59.

GAVRILITSA, A.O. and BRANCH, M., 1993. Erosion during sprinkler irrigation and its minimization. Eurasian Soil Sci. 25 (7), 29-41.

GLANVILLE, S.F. and SMITH, G.D., 1988. Aggregate breakdown in clay soils under simulated rain and its effect on infiltration. Aust. J. Soil Res. 26, 111-120.

GOLDBERG, S., SUAREZ, D.L. and GLAUBERG, R.A., 1988. Factors affecting clay dispersion and aggregate stability of arid-zone soils. *Soil Sci.* 146, 317-325.

GRONDKLASSIFIKASIEWERKGROEP, 1991. Grondklassifikasie. 'n Taksonomiese sisteem vir Suid-Afrika. Dept. Landbou-ontwikkeling, Pretoria.

HAAS, H. and HOLDAWAY, M.J., 1973. Equilibria in the system $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ involving the stability limits of pyrophyllite, and the thermodynamic data of pyrophyllite. *Am. J. Sci.* 273:449-464.

HARDY, N., SHAINBERG, I. and GAL, M., 1983. The effect of water quality and storm sequence upon infiltration rate and crust formation. *J. Soil Sci.* 34, 665-676.

HENNING, J.A.G. and KELLNER, K., 1994. Degradation of a soil (aridosol) and vegetation in the semi-arid grasslands of southern Africa. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 35, 195-199.

HESSE, P.R., 1971. Textbook of soil chemical analysis. Murray, London.

HESSE, P.R., 1972. A textbook of soil chemical analysis. Chemical Publishing Co., New York.

HILLEL, D., 1980. Fundamentals of Soil Physics. Academic Press, London.

HILLEL, D., 1982. Introduction to Soil Physics. Academic Press, London.

HUDSON, N.W., 1963. Raindrop size distribution in high intensity storms. *Rhod. J. Agric. Res.* 1, 6-11.

HUNTER, R.J. and ALEXANDER, A.E., 1963. Surface properties and flow behavior of kaolonite. Part I: Electrophoretic mobility and stability of kaolonite soils. J. Colloid Sc. 18: 820-832.

HUTSON, J.L., 1971. Crust formation on some Natal soils. M.Sc. thesis. Univ. of Natal. Pietermaritzburg.

JENNINGS, G.D., JARRETT, A.R. and HOOVER, J.R., 1988. Evaluating the effect of puddling on infiltration using the Green and Ampt Equation. ASAE. J. 31, 761-768.

KEMPER, W.D., EVANS, D.D. and HOUGH, H.W., 1974. Crust strength and cracking, 31-38, In: Cary & Evans (ed), Soil Crusts. Tech. Bull. 214, Agric. Exp. Station, Univ. of Arizona.

KEMPER, W.D. and MILLER, D.E., 1974. Management of crusting soils: Some practical possibilities, 1-6, In: Cary & Evans (ed), Soil Crusts. Tech. Bull. 214, Agric. Exp. Station, Univ. of Arizona.

KEREN, R., 1989. Water-drop kinetic energy effect on water infiltration in calcium and magnesium soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 53, 1625-1628.

KEREN, R., 1991. Specific effect of magnesium on soil erosion and water infiltration. Soil Sci. Soc. Am. J. 55, 783-787.

KINNEL, P.I.A., 1990. The mechanics of raindrop-induced flow transport. Aust. J. Soil Res. 28, 497-516.

KUIT, H.B., 1991. Die infiltreerbaarheid van vyf gronde tydens sikliese besproeiing. Ongepubliseerde verslag, Dept. Bodemkunde, PU vir CHO.

LE BISSONNAIS, Y., 1990. Experimental study and modelling of soil surface crusting processes. Catena Supplement 17, 13-28.

LEMOS, P. en LUTZ, J.F., 1957. Soil crusting and some factors affecting it. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21, 485-491.

LEVY, G.J., BERLINER, P.R., DU PLESSIS, H.M. en VAN DER WATT, H.v.H., 1988. Microtopographical characteristics of artificially formed crusts. Soil Sci. Soc. Am. J. 52, 784-791.

LEVY, G.J., LEVIN, J. and SHAINBERG, I., 1984. Seal formation and interrill soil erosion. Soil Sci. Soc. Am. J. 58, 203-209.

LEVY, G.J., SHAINBERG, I. and MORIN, J., 1986. Factors affecting the stability of soil crusts in subsequent storms. Soil Sci. Soc. Am. J. 50, 196-201.

LEVY, G.J. and VAN DER WATT, H.v.H., 1988. Effects of clay mineralogy and soil sodicity on soil infiltration rate. S. Afr. J. Plant Soil 5, 92-96.

LIENGME, D.P., 1992. An investigation into the influence of drop impact energy on the development of crusts on selected Natal soils under centre pivot irrigation. M.Sc. thesis. Univ. of Natal, Pietermaritzburg.

LOCH, R.J. and FOLEY, J.L., 1994. Measurements of aggregate breakdown under rain: Comparison with tests of water stability and relationships with Field Measurements of infiltration. Aust. J. Soil Res. 32, 701-720.

LUK, S.J., DUBBIN, W.E. and MERMUT, A.R., 1990. Fabric analysis of surface crusts developed under simulated rainfall on loose soils, China. Catena Supplement 17, 29-40.

MACVICAR, C. N., DE VILLIERS, J. M., LOXTON, R.F., LAMBRECHTS, J.J.N., LE ROUX, J., MERRYWEATHER, F.R., VAN ROOYEN, T.H., HARMSE, H.J. VON M. EN VERSTER, E., 1977. Grondklassifikasie - 'n Binomiese Sisteem vir Suid-Afrika. Dept. Landbou-tegniese Dienste, Pretoria.

MCINTRYE, D.S., 1958. Permeability of soil crusts formed by raindrop impact. Soil Sci. 85, 185-189.

McKENZIE, R.M., 1977.. Manganese oxides and hydroxides. p. 181-194. In: Dixon, J.B. and Weed, S.B. Minerals in soil environment. Soil Sci. Soc. AM. Wisconsin, USA.

MILLER, W.P., FRENKEL, H. and NEWMAN, K.D., 1990. Flocculation concentration and Sodium/Calcium exchange of kaolinitic soil clays. Soil Sci. Soc. AM. J.54, 346-351.

MILLER, W.P. and RADCLIFFE, D.E., 1991. Soil Crusting in the Southern U.S. Proc. International Symposium. Soil Crusting: Chemical and physical processes. May 30 -June 1, 1991. The Univ. Georgia. Athens, USA.

MOHAMMED, D. and KOHL, R.A., 1987. Infiltration response to kinetic energy. TRANS. of the ASAE 30, 108-111.

MOLDENHAUER, W.C. and LONG, D.C., 1964. Influence of rainfall energy on soil loss and infiltration rate. Effect over a range of textures. Soil, Sci. Soc. Am. Proc. 28, 813-817.

MOLDENHAUER, W.C. and KEMPER, W.D., 1969. Interdependence of water drop energy and clod size on infiltration and clod stability, Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33, 297-301.

MOORE, I.D., HIRSCHI, M.C. and BARFIELD, H.J., 1983. Kentucky rainfall simulator. Trans. of the ASAE 2, 1085-1089.

MORIN, J. and BENYAMINI, Y., 1977. Rainfall infiltration into bare soils. Water Resour. Res. 14, 813-837.

MORIN, J., BENYAMINI, Y. and MICHAELI, A., 1981. The effect of raindrop impact on the dynamics of soil surface crusting and water movement in the profile. J. of Hydrology 52, 321-335.

MORRISON, M.W., PRUNTY, L. and GILES, J.F., 1985. Characterizing strength of soil crusts formed by simulated rainfall. Soil Sci. Soc. Am. J. 49, 427-432.

MOSS, A.J., 1991. Rain-impact soil crust: Formation on a granite-derived soil. Aust. J. Soil Res. 29, 271-289.

MOSS, A.J. and GREEN, P., 1983. Movement of solids in air and water by raindrop impact. Effects of drop-size and water-depth variations. Aust. J. Soil Res. 21, 257-269.

MOSS, A.J. and GREEN, P., 1983. Movement of solids in air and water by raindrop impact. Effects of drop-size and water-depth variations. Aust. J. Soil. Res. 21, 257-269.

NEL, D.J., 1988. Fisies-chemiese eienskappe van gronde langs die Mooirivier wat oor 'n lang termyn besproei is. WNK-verslag No. 135/1/88, Pretoria, Suid-Afrika.

NEL, D.J., 1989. Die relatiewe invloed van Ca en Mg op fisiese eienskappe van grond. D.Sc. verhandeling, Potchefstroom Univ. vir Christelike Hoër Onderwys.

NICHOLAS, D.J.D., 1975. The function of trace elements in plants. 181-198. In: Nicholas & Egan (ed.). : Trace elements in Soil-Plant-Animal Systems. Academic Press, New York.

NORRISH, K.M., 1975. The geochemistry and mineralogy of trace elements. 55-82. In: Nicholas & Egan (ed.). : Trace elements in Soil-Plant-Animal Systems. Academic Press, New York.

ONOFIOK, O. and SINGER, M.J., 1984. Scanning electron microscope studies of surface crusts formed by simulated rainfall. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 48, 1137- 1143.

OSTER, J.D., SHAINBERG, I. and WOOD, J.D., 1980. Flocculation values and gel structure of Na/Ca montmorillonite and illite suspensions. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 955-959.

RAJAB, R.A., 1983. The effect of sprinkler intensity and energy of falling drops on soil surface sealing. Soil Sci. 136, 117-123.

REINDERS, F.B., 1984. Infiltrasie: Meting en gebruik. Departement Landbou-tegniese Dienste. Afdeling Landbou-Ingenieurswese. Silverton. Ongepubliseerd.

REINDERS, F.B., 1986. Spilpuntbesproeiing van katoen. Direktoraat Landbou-Ingenieurswese en Watervoorsiening. Silverton. Ongepubliseerd.

RENGASAMY, P., GREENE, R.S.B and FORD, G.W., 1986. Influence of magnesium on aggregate stability of sodic red-brown earths. Aust. J. Soil, Res. 24, 229-237.

RICHARDS, L.A. 1952. Report of the Sub-committee on permeability and infiltration, Committee on terminology. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 16 : 85-86.

SCHOFIELD, R.K. and SAMSON, H.R., 1954. Flocculation of Kaolonite due to the attraction of oppisitely charged crystal faces. Soos aangehaal deur Dixon, J.B., 1977. Kaolonite and serpentine group minerals. 357-404. In: Dixon, J.B. and Weed, S.B., 1977. Minerals in Soil environments. Soil Sc. Soc. Am., Wisconsin, USA.

SCHULTZ, J.P., JARRETT, A.R. and HOOVER, J.R., 1985. Detachment and splash of a cohesive soil by rainfall. Trans. of the ASAE. 28, 1079-1985.

SEGEREN, A.G. and TROUT, T.J., 1991. Hydraulic resistance of soil surface seals in irrigated furrows. Soil Sci. Soc. Am. J. 55, 640-646.

SEGINER, I. and MORIN, J. 1970. A model of surface crusting and infiltration of bare soils. Water Resour. Res. 6, 629-633.

SELAZNY, L.W. and CALHOUN, F.G., 1977. Palygorskite, Sepiolite, Talc, Pyrophyllite and Zeolites. 435-470. In: Dixon & Weed (ed.): Minerals in soil environment. Soil Sci. Soc. Am. Wisconsin, USA.

SHAINBERG, I., 1985. The effect of exchangeable sodium and electrolyte concentration on crust formation. Springer-Verlag, New York.

SHAINBERG, I. and SINGER, J.J., 1988. Drop impact energy -soil exchangeable sodium percentage interactions in seal formation. Soil Sci. Soc. Am. J. 52, 1449-1452.

SHAINBERG, I. and LEVY, G.J., 1994. Organic polymers and soil sealing in cultivated soils. Soil Sci. 158, 267-274.

SLATTERY, M.C. and BRYAN, R.B., 1992. Laboratory experiments on surface seal development and its effect on interrill erosion processes. J. Soil Sci. 43, 517-529.

SMITH, H.J.C., LEVY, G.J. and SHAINBERG, I., 1990. Water-droplet energy and soil amendments: Effect on infiltration and erosion. Soil Sci. Soc. Am. J. 54, 1084-1087.

SOUTHARD, R.J., SHAINBERG, I. and SINGER, M.J. 1988. Influence of electrolyte concentration on the micromorphology of artificial depositional crust. Soil Science. J.145, 278-288.

STERN, R., 1990. Effects of soil properties and chemical ameliorants on seal formation, runoff and erosion. D.Sc. Agric. verhandelings, Univ. van Pretoria.

STERN, R., BEN-HUR, M. and SHAINBERG, I., 1991. Clay mineralogy effect on rain infiltration, seal formation and soil losses. Soil Sci. 152, 455-462.

STILLMUNKES, R.T. and JAMES, L.G., 1982. Impact energy of water droplets from irrigation sprinklers. Trans. Am. Soc. Ag. Eng. 25, 130-133.

THOMSON, A.L. and JAMES, L.G., 1985. Water droplet impact and its effect on infiltration. TRANS. of the ASAE 29, 1506-1510.

UEHARA, G. and JONES, R.C., 1974. Bonding mechanisms for soil crusts. p. 17-31. In: Cary J.W. en Evans, D.D. (ed.). Soil Crusts. Tech Bull 214. Agricultural Experiment Station Univ. of Arizona. Tucson.

VAN DER MERWE, A.J., 1973. Physico-chemical relationships of selected O.F.S. soils. A statistical approach based on taxonomic criteria. D.Sc. Agric. verhandelings. Univ. van die Oranje-Vrystaat.

VAN DER WATT, H.v.H. and VALENTIN, I., 1991. Soil crusting: The African View. Proc. Int. Symp. on Soil Crusting, Georgia.

WUSTAMIDIN and DOUGLAS, L.A. 1985. Aggregate breakdown in relation to raindrop energy. Soil Sci. 139, 239-242.

ZELAZNY, L.W. and CALHOUN, F.G., 1977. Palygorskite, (Attapulgite), Sepiolite, Talc, Pyrophyllite, and Zeolites. In: Dixon & Weed (ed.): Minerals in soil environment. Soil Sci. Soc. Am. Wisconsin, USA.

LYS VAN FIGURE EN TABELLE

Figuur 1.1	Diagramatiese voorstelling van die verseëlingsproses	9
Figuur 2.1	Skematiese voorstelling van die praktyksimuleerder	36
Figuur 2.2	Skematiese voorstelling van die mobiele reënsimuleerder	39
Figuur 2.3	Skematiese voorstelling van die laboratorium reënsimuleerder	41
Figuur 3.1	LK4, UNP 1: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande	50
Figuur 3.2	LK4, UNP 2: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande	50
Figuur 3.3	LK4, UNP 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande	51
Figuur 3.4	LK4, Siklus 6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke	51
Figuur 3.5	LK5, UNP 1: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande.	52
Figuur 3.6	LK5, UNP 2: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.	52
Figuur 3.7	LK5, UNP 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande.	53
Figuur 3.8	LK5, siklus 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.	53

Figuur 3.9	LK6, UNP 1: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande	54
Figuur 3.10	LK6, UNP 2: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande.	54
Figuur 3.11	LK6, UNP 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande.	55
Figuur 3.12	LK6, siklus 6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.	55
Figuur 3.13	WG, UNP 1: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande.	56
Figuur 3.14	WG, UNP 2: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande.	56
Figuur 3.15	WG, UNP 5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing onder veld- en laboratoriumtoestande.	57
Figuur 3.16	WG, siklus 6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing by verskillende UNP vlakke.	57
Figuur 4.1	LK4: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk.	67
Figuur 4.2	LK6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk.	68
Figuur 4.3	TB: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk.	69
Figuur 4.4	WG: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk.	70

Figuur 4.5	Kumulatiewe infiltrasie tydens die sesde besproeiingsiklus van vier kaolinitiese gronde by vyf UNP vlakke wat besproei is teen 60 mm h^{-1} vir 'n tydperk van 30 minute.	71
Figuur 4.6	FR: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk.	76
Figuur 4.7	VK: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk.	77
Figuur 4.8	TD: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk by vyf UNP vlakke.	78
Figuur 4.9	TD: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk by vyf UNP vlakke.	83
Figuur 4.10	LK5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk.	86
Figuur 4.11	LK5: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir ses siklusse van besproeiing van 60 mm h^{-1} elk by vyf UNP vlakke.	87
Figuur 4.12	Kumulatiewe infiltrasie van agt gronde tydens die sesde siklus, na 30 minute van besproeiing, by 'n UNP van 1 en 15.	91
Figuur 5.1	LK4: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 vir siklus 1 tot 8 met 3 verskillende waterkwaliteite.	105
Figuur 5.2	LK6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 vir siklus 1 tot 6 met 3 verskillende waterkwaliteite.	106
Figuur 5.3	TB: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 vir siklus 1 tot 6 met 3 verskillende waterkwaliteite.	107
Figuur 5.4	TD: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van	108

	15 vir siklus 1 tot 8 met 3 verskillende waterkwaliteite.	
Figuur 5.5:	FR: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing teen 60 mm h^{-1} by 'n UNP van 15 vir siklus 1 tot 8 met 3 verskillende waterkwaliteite.	109
Figuur 6.1	LK4: Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's en drie UNP vlakke.	117
Figuur 6.2	TD: Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's en drie UNP vlakke .	117
Figuur 6.3	FR: Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's en drie UNP vlakke .	117
Figuur 6.4	Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's op drie grondtipes by 'n UNP van 5.	118
Figuur 6.5	Persentasie infiltrasie na 30 minute vir twee afwisselende toedieningstempo's op drie grondtipes by'n UNP van 10.	118
Figuur 6.6	LK4: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 30 mm h^{-1} .	121
Figuur 6.7	LK4: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 60 mm h^{-1} .	121
Figuur 6.8	LK4: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 90 mm h^{-1} .	121
Figuur 6.9	TD: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 30 mm h^{-1} .	122
Figuur 6.10	TD: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 60 mm h^{-1} .	122
Figuur 6.11	TD: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 90 mm h^{-1} .	122
Figuur 6.12	FR: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 30 mm h^{-1} .	124

Figuur 6.13	FR: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 60 mm h ⁻¹ .	124
Figuur 6.14	FR: Persentasie infiltrasie na 30 minute by 'n toedieningstempo van 90 mm h ⁻¹ .	124
Figuur 6.15	Persentasie afname in kumulatiewe infiltrasie van drie grondtipes vanaf die eerste na die sesde siklus tydens drie toedieningstempo's by 'n UNP van 15.	125
Figuur 7.1	'n Opsomming van die kumulatiewe infiltrasie van vier grondtipes by verskillende UNP vlakke na ses besproeiingsiklusse .	132
Figuur 7.2	Aanbevole toedieningstempo (mm h ⁻¹) van vier grondgroepe by verskillende UNP vlakke indien die NAV van die water en die UNP van die grond in ewewig is.	133
Tabel 2.1	Belangrikste fisiese en chemiese eienskappe van die gronde wat gebruik is.	23
Tabel 2.2	Meganiese en mineralogiese eienskappe van die gronde wat gebruik is.	24
Tabel 2.3	Elektriese geleiding en pH van voorafbehandelde grond.	30
Tabel 2.4	Natriumadsorpsieverhouding (NAV), elektriese geleiding (EG) en pH van water wat vir besproeiingsdoeleindes gebruik is.	31
Tabel 2.5	Probleme wat ondervind is met die verskillende tipes simuleringsapparaat.	42
Tabel 3.1	'n Vergelyking tussen die veld- en laboratorium-simuleerders.	43
Tabel 3.2	Die belangrikste eienskappe van die vier gronde wat in die vergelykende studie gebruik is.	45
Tabel 3.3	Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute van besproeiing van vier gronde vir veld- en laboratoriumsimulasies.	47

Tabel 4.1	Die belangrikste eienskappe van die agt gronde wat gebruik is om die invloed van kleimineralogie en UNP op infiltreerbaarheid te evalueer.	61
Tabel 4.2	Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute van besproeiing by vyf UNP vlakke vir agt grondtipes tydens laboratoriumsimulasies.	62
Tabel 5.1	Kombinasies tussen grondtipes en waterkwaliteite wat gebruik is om die invloed van waterkwaliteit op infiltreerbaarheid te bepaal.	93
Tabel 5.2	LK4: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vier verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse.	100
Tabel 5.3	LK6: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vier verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse.	101
Tabel 5.4	TB: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vier verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse.	102
Tabel 5.5	TD: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vier verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse.	103
Tabel 5.6	FR: Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute vir vier verskillende waterkwaliteite en vyf verskillende UNP-vlakke as 'n funksie van besproeiingsiklusse.	104
Tabel 6.1	Persentasie infiltrasie na 30 minute vir drie verskillende toedieningstempo's op drie grondtipes.	113
Tabel 6.2	Persentasie infiltrasie na 30 minute vir afwisselende toedieningstempo's op drie verskillende grondtipes.	114
Tabel 6.3	Persentasie afname in infiltrasie vanaf die eerste na die sesde siklus.	115

BYLAE A

VELDSIMULASIES (EG = 65-73 mS m⁻¹)

	GRONDNR.	TABEL
- Afloop en infiltrasie:	LK4	A1
	LK5	A2
	WG	A3
- Statistiese data:	LK4	A1S
	LK5	A2S
	WG	A3S

TABEL A1

BYLAAG A

GROND NO.: LK4 (VELD).

Oppervlakte = 4900 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 14700 cm³. Waterkwaliteit: 65 - 73 mS m⁻¹ (Munisipale water)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5				
	Tyd tot afloop (min)	A Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	% d = b/147			ml	mm	%			ml	mm	%
1	7	800	13900	2814	95	6	1170	13530	27,6	92	5	1370	13330	27,2	91
2	4,5	1450	13250	27,0	90	3,8	1260	12540	25,6	85	4	1690	13010	26,6	89
3	3	1785	12915	26,4	88	3,5	1760	12940	26,4	88	3	1805	12859	26,3	87
4	3	1820	12880	26,3	88	3	1750	12950	26,4	88	3	1925	12775	26,1	87
5	2,5	1815	12885	26,3	88	2,5	1880	12820	26,2	87	2,75	2125	12575	25,7	86
6															
1	9	720	13980	28,5	95	4	1290	13410	27,4	91	5	1380	13320	27,2	91
2	4	1500	13200	26,9	90	3	1600	13100	26,7	89	4	1615	13085	26,7	89
3	3,25	1765	12935	26,4	88	3	1900	12800	26,1	87	3,5	1855	12845	26,2	87
4	3,0	1830	12870	26,3	88	2,5	1980	12720	26,0	87	3	2005	12635	26,0	86
5	3,0	1940	12760	26,0	87	2	2050	12650	25,8	86	2,5	2195	12505	25,5	85
6															
1	6	710	13990	28,6	95	3,5	1200	13500	27,6	92	4	1325	13375	27,3	91
2	4,5	1880	12820	26,2	87	3	1445	13255	26,6	90	3,5	1470	13230	27,0	90
3	3	1920	12780	26,08	87	3	1680	13020	26,6	89	3	1690	13010	26,6	89
4	2,5	2065	12635	25,8	86,9	3	1965	12735	26,0	87	3	1935	12765	26,05	87
5	2,5	2185	12515	25,5	85,1	2,5	2180	12520	25,6	85	2,5	2100	12600	25,7	86
6															

TABEL A2

GROND NO.: LK5 (VELD).

Oppervlakte = 4900 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 14700 cm³. Waterkwaliteit: 65 - 73 mS m⁻¹ (Munisipale water)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 14700-a	mm c = b/490	% d = b/147			ml	mm	%			ml	mm	%
1	5	1525	13175	26,9	90	2	1080	13620	27,8	93	6	815	13885	28,3	94
2	4,25	1690	13010	26,6	89	2	1768	12932	26,4	88	3,5	1360	13340	27,2	91
3	3,5	1740	12960	26,4	88	2	1700	13000	26,5	88	3,0	1590	13110	26,8	89
4	3	1910	12790	26,1	87	2	1780	12920	26,4	88	2,5	1690	13010	26,6	89
5	2	2130	12570	25,7	86	2	1810	12890	26,3	88	2	1730	12970	26,5	88
6	2	2360	12340	25,2	84	1,5	1970	12730	26,0	87	2	1760	12940	26,4	88
1	5	1090	13610	27,8	93	3	1240	13460	27,5	92	7	830	13870	28,3	94
2	4	1200	13500	27,6	92	2,5	1285	13415	27,3	91	3	1405	13295	27,1	90
3	3,25	1410	13290	27,1	90	2,5	1290	13410	27,6	91	2,5	1590	13110	26,8	89
4	2,75	1450	13250	27,0	90	2	1600	13100	26,7	89	2,25	1720	12980	26,5	88
5	2	1550	13150	26,8	89	2	1660	13040	26,6	89	2	1830	12870	26,3	88
6	2	1970	12730	26,6	87	2	1780	12920	26,4	88	1,5	1935	12765	26,1	87
1	6	1070	13630	27,8	93	4	1110	13590	27,7	92	6	905	13795	28,2	94
2	4,5	1190	13510	27,6	92	3,5	1330	13370	27,3	91	3	1535	13165	26,9	90
3	3,75	1250	13450	27,4	91	3	1370	13330	27,2	91	2	1640	13060	26,7	89
4	3,0	1480	13220	27,0	90	3	1460	13240	27,0	90	2	1950	12750	26,0	86
5	3,0	1640	13060	26,7	89	2,5	1590	13110	26,8	89	2	2000	12700	25,9	86
6	3,0	1830	12870	26,3	88	2	1680	13020	26,6	89	2	2110	12590	25,7	86

TABEL A3

GROND NO.: WG (VELD).

Oppervlakte = 5900 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 14700 cm³. Waterkwaliteit: 65 - 73 mS m⁻¹ (Munisipale water)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 14700-a	mm c = b/490	% d = b/147			ml	mm	%			ml	mm	%
1	8,5	1030	13670	27,9	93	10	800	13900	28,4	95	7	1000	13700	28,0	93
2	2,25	1780	12920	26,4	88	2,5	1745	12955	26,4	88	2	1420	13200	27,0	90
3	1,5	1885	12815	26,2	87	2	1840	12860	26,2	87	2	1530	13170	26,9	90
4	1,5	1910	12790	26,1	87	2	2000	12700	25,9	86	2	1560	13140	26,8	89
5	1,5	1900	12800	26,1	87	1,5	2140	12560	25,6	85	2	1660	13040	26,6	89
6															
1	8,5	1070	13630	27,8	93	8	1150	13550	27,7	92	8,5	1020	13680	27,9	93
2	2,5	1750	12950	26,4	88	2,25	1420	13280	27,1	90	2	1880	12820	26,2	87
3	2	1810	12890	26,3	88	2	1855	12845	26,2	87	2	1950	12750	26,0	87
4	2	1850	12850	26,2	88	2	1920	12780	26,1	87	2	2000	12700	25,9	86
5	1	2000	12700	25,9	86	1	2200	12500	25,5	85	2	1910	12790	26,1	87
6															
1	11,0	920	13780	28,1	94	8,5	1125	13575	27,7	92	7,5	1610	13090	26,7	89
2	4	1645	13055	26,64	89	2,5	1500	13200	26,9	90	2,0	1950	12750	26,0	87
3	2,5	1875	12825	26,2	87	2	1870	12830	26,2	87	2,0	2010	12690	25,9	86
4	2	1870	12830	26,2	87	2	2015	12685	25,9	86	1,5	1970	12730	26,0	87
5	1,5	1870	12830	26,2	87	1,5	2100	12600	25,7	86	1,0	1950	12750	26,0	87
6															

TABEL A1S. LK4 : VELD, MUNISIPALE WATER, EG = 65 - 73 mS m⁻¹

STATISTIESE DATA

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	3	28.5	28.4	28.6	0.10
2		3	27.5	27.4	27.6	0.12
5		3	27.2	27.2	27.3	0.06
1	2	3	26.7	26.2	27.0	0.44
2		3	26.3	25.6	26.7	0.61
5		3	27.0	26.6	27.6	0.55
1	3	3	26.3	26.1	26.4	0.18
2		3	26.4	26.1	26.6	0.25
5		3	26.4	26.2	26.6	0.21
1	4	3	26.1	25.8	26.3	0.29
2		3	26.1	26.0	26.4	0.23
5		3	26.1	26.0	26.1	0.50
1	5	3	25.9	25.5	26.3	0.40
2		3	25.9	25.6	26.2	0.31
5		3	25.6	25.5	25.7	0.12

$$KUMINF(5) = 26.013 - 0.076x$$

$$r = 0.999$$

$$P = 0.019$$

$$KUMINF(5) = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die vyfde siklus}$$

$$X = UNP$$

TABEL A2S. LK5 : VELD, MUNISIPALE WATER, EG = 65 - 73 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	3	27.5	26.9	27.8	0.52
2		3	27.7	27.5	27.8	0.15
5		3	28.3	28.2	28.3	0,06
1	2	3	27.3	26.6	27.6	0.58
2		3	27.0	26.4	27.3	0.52
5		3	27.1	26.9	27.2	0.15
1	3	3	27.0	26.4	27.4	0.51
2		3	27.1	26.5	27.6	0.56
5		3	26.8	26.7	26.8	0.06
1	4	3	26.7	26.1	27.0	0.52
2		3	26.7	26.4	27.0	0.30
5		3	26.4	26.0	26.6	0.32
1	5	3	26.4	25.7	26.8	0.61
2		3	26.6	26.3	26.8	0.25
5		3	26.2	25.9	26.5	0.31
1	6	3	26.0	25.2	26.6	0.74
2		3	26.3	26.0	26.6	0.31
3		3	26.1	25.7	24.4	0.35

KUMINF (6) = 26.182 - 0.014x

r = - 0.178

P = 0.886

KUMINF (6) = Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus

X = UNP

TABEL A3S. WG : VELD, MUNISIPALE WATER, EG = 65 - 73 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	3	27.9	27.8	28.1	0.15
2		3	27.9	27.7	28.4	0.40
5		3	27.5	26.7	28.0	0.72
1	2	3	26.5	26.4	26.6	0.14
2		3	26.8	26.4	27.1	0.36
5		3	26.4	26.0	27.0	0.53
1	3	3	26.2	26.2	26.3	0.06
2		3	26.2	26.2	26.2	0
5		3	26.3	25.9	26.9	0.55
1	4	3	26.2	26.1	26.2	0.06
2		3	26.0	25.9	26.1	0.12
5		3	26.2	25.9	26.8	0.49
1	5	3	26.1	25.9	26.2	0.15
2		3	25.6	25.5	25.7	0.10
5		3	26.2	26.0	26.6	0.32

$$\text{KUMINF (5)} = 25.751 + 0.081x$$

$$r = 0.511$$

$$P = 0.658$$

$$\text{KUMINF (5)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die vyfde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

BYLAE B

VELDSIMULASIES (EG = 15 mS m⁻¹)

	GRONDNR.	TABEL
- Afloop en infiltrasie:	LK4	B1
	LK5	B2
	LK6	B3
	WG	B4
- Statistiese data:	LK4	B1S
	LK5	B2S
	LK6	B3S
	WG	B4S

TABEL B1

BYLAAG B

GROND NO.: LK4 (VELD).

Oppervlakte = 4900 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 14700 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP (EG = 15 mS m⁻¹)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 14700-a	mm c = b/490	% d = b/147			ml	mm	%			ml	mm	%
1	-	0	14700	30,9	100	-	0	14700	30,0	100	-	0	14700	30,0	100
2	17,5	1110	13590	27,7	92	17,75	1240	13460	27,5	92	19,75	1040	13660	27,9	93
3	11,5	1640	13060	26,7	89	10,5	1480	13220	27,0	90	18,0	2090	12610	25,7	86
4	12,75	2030	12670	25,9	86	9,5	2110	12590	26,7	86	9,5	2810	11890	24,3	81
5	9,75	2620	12080	24,5	82	7,25	2800	11900	24,3	81	7,25	3640	11060	22,6	75
6	9,0	2950	11750	24,0	80	6,0	3470	11230	22,9	76	6,0	4310	10390	21,2	71
1	-	0	14700	30,0	100	-	0	14700	30,0	100	-	0	14700	30,0	100
2	18,25	1190	13510	27,6	92	23,0	1600	13100	26,7	89	21,25	2060	12640	25,8	86
3	15,5	1240	13460	27,5	92	15,05	1840	12860	26,2	87	14,5	2740	11960	22,4	81
4	12,5	1670	13030	26,6	89	14,25	2450	12250	25,0	83	11,5	3100	11600	23,7	79
5	11,0	2020	12680	25,9	86	10,0	2880	11820	24,1	80	9,25	3910	10790	22,0	73
6	7,25	3130	11570	23,6	79	8,5	3230	11470	23,4	78	6,75	4560	10140	20,7	69
1	-	0	14700	30,0	100	-	0	14700	30,0	100	28,0	430	14270	29,1	97
2	13,25	940	13760	28,1	94	17,75	1560	13140	26,8	89	20,25	1560	13140	26,8	89
3	10	1130	13570	27,7	92	14,75	1900	12800	26,1	87	16,25	2690	12010	24,5	82
4	8,75	1470	13230	27,0	90	10,5	2570	12130	24,8	83	13,5	3280	11420	23,3	78
5	8,25	2080	12620	25,8	86	9,25	3160	11540	23,6	79	9,75	3910	10790	22,0	73
6	7,5	2890	11810	24,1	80	6,0	3710	10990	22,4	75	6,75	4430	10270	21,0	70

TABEL B2

GROND NO.:LK5 (VELD). KLEIMINERALOGIE:

Oppervlakte = 4900 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 14700 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP, EG = 15.4 mS m⁻¹

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 14700-a	mm c = b/490	% d = b/1470			ml	mm	%			ml	mm	%
1	3,75	1400	13300	27,1	90	5,25	1275	13425	27,4	91	9,0	1090	13610	27,8	93
2	3,20	1930	12770	26,1	87	3,0	1730	12970	26,5	88	3,75	1280	13420	27,4	91
3	2,50	2140	12560	25,6	85	2,25	1925	12775	26,1	87	3,0	1410	13290	27,1	90
4	2,3	2200	12500	25,5	85	1,75	2045	12655	25,8	86	2,75	1720	12980	26,5	88
5	2,0	2290	12420	25,3	84	1,0	2110	12590	25,7	86	2,0	2000	12700	25,9	86
6															
1	4,50	830	13870	28,3	94	5,5	1100	13600	27,8	93	6,0	1210	13490	27,5	92
2	3,8	1510	13190	26,9	90	4,0	1500	13200	26,9	90	2,8	1360	13340	27,2	91
3	2,8	2030	12670	25,9	86	2,8	1720	12980	26,5	88	2,25	1980	12720	26,0	87
4	2,6	2060	12640	25,8	86	2,3	1870	12830	26,2	87	2,1	2010	12690	25,9	86
5	2,3	2090	12610	25,7	86	2,0	2090	12610	25,7	86	1,9	2060	12640	25,8	86
6															
1	5,25	1180	13520	27,6	92	5,5	1210	13490	27,5	92	8,0	1180	13520	27,6	92
2	4,25	1710	12990	26,5	88	3,3	1430	13270	27,1	90	3,1	1215	13485	27,5	92
3	3,0	1980	12720	26,0	87	2,8	1675	13025	26,6	89	2,5	1585	13115	26,8	89
4	2,25	2110	12590	25,7	86	2,75	1830	12870	26,3	88	2,0	1650	13050	26,6	89
5	1,75	2240	12460	25,4	85	2,25	1885	12815	26,2	87	2,0	1845	12855	26,2	87
6															

OPMERKINGS: Slegs 5 siklusse a.g.v. foutiewe apparaat na 5e siklus.

TABEL B3

GROND NO.:LK6 (VELD).

Oppervlakte = 4900 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 14700 cm³. Waterkwaliteit:NAV = UNP, EG = 15,4 mS m⁻¹

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 14700-a	mm c = b/480	% d = b/147			ml	mm	%			ml	mm	%
1	18,75	2030	12670	25,9	86	13,5	2740	11960	14,4	81	10,75	2980	11720	23,9	80
2	13,0	2680	12020	24,5	82	12,25	2830	11870	24,2	81	10,0	3040	11660	23,8	79
3	10,5	3010	11690	23,9	80	11,0	2910	11790	24,1	80	9,25	3560	11140	22,7	76
4	8,25	3260	11440	23,3	78	9,5	3090	11610	23,7	79	7,5	3910	10790	22,0	73
5	7,0	3550	11150	22,8	76	8,25	3880	10820	22,1	74	6,5	4280	10420	21,3	71
6	6,5	3740	10960	22,4	75	7,25	4370	10330	21,1	70	5,0	4450	10250	20,9	70
1	22,0	1110	13590	27,7	92	14,0	2460	12240	25,0	83	10,75	2480	12220	24,9	83
2	18,25	2000	12700	25,9	86	12,5	2730	11970	24,4	81	10,0	2960	11740	24,0	80
3	14,25	2690	12010	24,5	82	10,25	2980	11720	23,9	80	8,5	3210	11490	23,4	78
4	13,0	2700	12000	24,5	82	8,5	3100	11600	23,7	79	8,0	3460	11240	22,9	76
5	12,25	1740	11960	24,4	81	8,0	3520	11180	22,8	76	6,25	3990	10710	21,9	73
6	9,5	3800	10900	22,2	74	7,0	4290	10410	21,2	71	5,0	4540	10160	20,7	69
1	18,0	2190	12510	25,5	85	12,25	1790	12910	26,3	88	11,25	2440	12300	25,1	84
2	16,0	2310	12390	25,3	84	10,0	2550	12150	24,8	83	9,5	2940	11760	24,0	80
3	14,75	2550	12150	24,8	83	8,75	3040	11660	23,8	79	8,5	3390	11310	23,1	77
4	13,5	2820	11880	24,2	81	8,25	3560	11140	22,7	76	7,75	3780	10920	22,3	74
5	12,0	3680	11020	22,5	75	7,5	4330	10370	21,2	71	5,5	4350	10350	21,1	70
6	10,25	4200	10500	21,4	71	7,0	4800	9900	20,2	67	5,0	4740	9960	20,3	68

TABEL B4

GROND NO.: W15 (VELD). KLEIMINERALOGIE:

Oppervlakte = 4900 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 14700 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP, EG = 15.4 mS m⁻¹

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 14700-a	mm c = b/490	% d = b/147.0			ml	mm	%			ml	mm	%
1	11,50	980	13720	28,0	93	9,5	1260	13440	27,4	91	11,6	1115	13585	27,7	92
2	3,8	1740	12960	26,4	88	3,0	1770	12930	26,4	88	3,0	1950	12750	26,0	87
3	2,0	2040	12660	25,8	86	2,5	2200	12500	25,5	85	2,0	2610	12090	24,7	82
4	1,5	2550	12150	24,8	83	1,6	2740	11960	24,4	81	1,3	3390	11310	23,1	77
5	1,25	2990	11710	23,9	80	1,0	3110	11590	23,7	79	0,6	3710	10990	22,4	75
6	0,75	3280	11420	23,3	78	0,5	3420	11280	23,0	77	0,2	4040	10660	21,8	73
1	10,25	1020	13680	27,9	93	10,5	1045	13655	27,9	93	10,5	1200	13500	27,6	92
2	3,5	1705	12995	26,5	88	3,5	1685	13015	26,6	89	3,5	1780	12920	26,4	88
3	2,0	2460	12240	25,0	83	2,6	2140	12560	25,6	85	2,3	2380	13320	27,2	84
4	1,3	2810	11890	24,3	81	1,5	2680	12020	24,5	82	1,6	2950	11750	24,0	80
5	1,0	3130	11570	23,6	79	1,0	2990	11710	23,9	80	1,0	3410	11290	23,0	77
6	0,75	3450	11250	23,0	77	0,5	3300	11400	23,3	78	0,5	3960	10740	21,9	73
1	9,5	1180	13520	27,6	92	12,00	1100	13600	27,8	93	12,5	1110	13590	27,7	92
2	3,25	1570	13130	26,8	89	4,5	1640	13060	26,7	89	4,0	1640	13060	26,7	89
3	2,25	2060	12640	25,8	86	2,8	1940	12760	26,0	87	2,6	2100	12600	25,7	86
4	1,5	2470	12230	25,0	83	1,5	2480	12200	24,9	83	1,8	2460	12240	25,0	83
5	1,0	2970	11730	23,9	80	1,0	3010	11690	23,9	80	1,2	3050	11650	23,8	79
6	10,75	3210	11490	23,4	78	0,75	3420	11280	23,0	77	0,6	3740	10960	22,4	75

TABEL B1S. LK4 : VELD, NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)						
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	3	30.0	30.0	30.0	0
2		3	30.0	30.0	30.0	0
5		3	29,7	29.1	30.0	0.52
1	2	3	27.8	27.6	28.1	0.26
2		3	27.0	26.7	27.5	0.44
5		3	26.8	25.8	27.9	1.05
1	3	3	27.3	26.7	27.7	0.52
2		3	26.4	26.1	27.0	0.49
5		3	24.2	22.4	25.7	1.67
1	4	3	26.5	25.9	27.0	0.56
2		3	25.5	24.8	26.7	0.82
5		3	23.8	23.3	24.3	0.50
1	5	3	25.4	24.5	25.9	0.78
2		3	24.0	23.6	24.3	0.36
5		3	22.2	22.0	22.6	0.35
1	6	3	23.9	23.6	24.1	0.26
2		3	22.9	22.4	23.4	0.50
5		3	21.0	20.7	21.2	0.25

$$\text{KUMINF (6)} = 24.49 - 0.713x$$

$$r = -0.995$$

$$P = 0.063$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL B2S. LK5 : VELD, NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	3	27.7	27.1	28.3	0.60
2		3	27.6	27.4	27.8	0.21
5		3	27.6	27.5	27.8	0.15
1	2	3	26.5	26.1	26.9	0.40
2		3	26.8	26.5	27.1	0.31
5		3	27.4	27.2	27.5	0.15
1	3	3	25.8	25.6	26.0	0.21
2		3	26.4	26.1	26.6	0.26
5		3	26.6	26.0	27.1	0.57
1	4	3	25.7	25.5	25.8	0.15
2		3	26.1	25.8	26.3	0.26
5		3	26.3	25.8	26.6	0.38
1	5	3	25.5	25.3	25.7	0.21
2		3	25.9	25.7	26.2	0.29
5		3	26.9	25.8	26.6	0.21

$$\text{KUMINF (5)} = 25.49 + 0.104x$$

$$r = 0.817$$

$$P = 0.391$$

$$\text{KUMINF (5)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die vyfde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL B3S. LK6 : VELD, NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	3	26.4	25.5	27.7	0.17
2		3	25.2	24.4	26.3	0.97
5		3	24.6	23.9	25.1	0.64
1	2	3	25.2	24.5	25.9	0.70
2		3	24.5	24.2	24.8	0.31
5		3	23.9	23.8	24.0	0.12
1	3	3	24.4	23.9	24.8	0.46
2		3	23.9	23.8	24.1	0.15
5		3	23.1	22.7	23.4	0.35
1	4	3	24.0	23.3	24.5	0.62
2		3	23.4	22.7	23.7	0.58
5		3	22.4	22.0	22.9	0.46
1	5	3	23.2	22.5	24.4	1.02
2		3	22.0	21.2	22.8	0.80
5		3	21.4	21.1	21.9	0.42
1	6	3	22.0	21.4	22.4	0.53
2		3	20.8	20.2	21.2	0.55
5		3	20.6	20.3	20.9	0.31

$$\text{KUMINF (6)} = 21.897 - 0.278x$$

$$r = -0.785$$

$$P = 0.426$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL B4S. WG : VELD, NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	3	28.1	27.6	28.8	0.62
2		3	27.7	27.4	27.9	0.26
5		3	27.5	27.2	27.7	0.26
1	2	3	26.6	26.4	26.8	0.21
2		3	26.6	26.4	26.7	0.15
5		3	26.4	26.0	26.7	0.35
1	3	3	25.3	25.0	25.8	0.46
2		3	25.7	25.5	26.0	0.26
5		3	25.9	24.7	27.2	1.25
1	4	3	24.7	24.3	25.0	0.36
2		3	24.6	24.4	24.9	0.26
5		3	24.0	23.1	25.0	0.95
1	5	3	23.8	23.6	23.9	0.17
2		3	23.8	23.7	23.9	0.12
5		3	23.1	22.4	23.8	0.70
1	6	3	23.2	23.0	23.4	0.21
2		3	23.1	23.0	23.3	0.17
5		3	22.0	21.8	22.4	0.32

KUMINF (6) = 23.623 - 0.313x

r = - 0.990

P = 0.090

KUMINF (6) = Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens uit die sesde siklus

X = UNP

BYLAE C

LABORATORIUMSIMULASIES

(EG = 15 mS m⁻¹, NAV ≈ UNP)

	GRONDNR.	TABEL
- Afloop en infiltrasie:	LK5	C1
	LK5	C2
	LK6	C3
	FR	C4
	TB	C5
	TD	C6
	VK	C7
	WG	C8
- Statistiese data:	LK4	C1S
	LK5	C2S
	LK6	C3S
	FR	C4S
	TB	C5S
	TD	C6S
	VK	C7S
	WG	C8S

TABEL C1

BYLAAG C

GROND NO.: LK.4 (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803. Waterkwaliteit: NAV = UNP

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 1803a	mm c = b/60.1	% d = b/18.03			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	24	185	1618	26,9	90	19	193	1620	27,0	90	20	214	1589	26,4	88	20	248	1563	26,0	87	18	273	1530	25,5	85
2	18	357	1446	24,1	80	12	353	1450	24,1	80	11	382	1421	23,4	79	10	433	1370	22,8	76	10	441	1362	22,7	76
3	10	487	1316	21,9	73	9	487	1316	21,9	73	6	483	1320	22,0	73	6	441	1362	22,7	76	6	458	1345	22,4	75
4	6	479	1324	22,0	73	6	504	1299	21,6	72	4	542	1261	21,0	70	3	500	1303	21,7	72	3	521	1202	21,3	71
5	6	491	1312	21,8	73	7	500	1303	21,7	72	4	546	1252	20,9	70	3	571	1232	24,5	63	2	563	1246	20,6	69
6	5	504	1229	21,6	72	5	521	1282	21,3	71	3	567	1236	20,6	68,6	2	584	1219	20,3	67,6	1	592	1211	20,1	67,2
1	26	172	1631	27,1	90	24	172	1631	27,1	90	23	206	1597	26,6	89	19	252	1551	25,8	86	17	290	1513	25,2	84
2	19	370	1433	23,8	79	15	403	1400	23,3	78	16	424	1379	23,0	76	11	454	1349	22,4	75	9	483	1320	22,0	73
3	14	370	1433	23,8	79	10	407	1396	23,2	77	8	454	1349	22,4	75	6	479	1324	22,0	73	5	529	1274	21,2	71
4	8	412	1391	23,1	77	4	424	1379	22,9	77	3	458	1345	22,4	75	4	496	1306	21,7	72	3	542	1261	21,0	70
5	6	416	1387	23,1	77	4	441	1362	22,7	76	2	479	1324	22,0	73	2	508	1295	21,5	72	2	559	1244	20,7	69
6	6	437	1366	22,7	76	4	445	1358	22,8	75	2	500	1303	21,7	72	2	529	1274	21,2	71	2	584	1219	20,3	68
1	25	172	1631	27,1	90	23	193	1610	26,8	89	19	218	1582	26,4	88	19	248	1555	25,9	86	19	277	1526	25,4	85
2	20	298	1505	25,0	83	11	306	1497	24,9	83	11	391	1412	23,5	73	10	420	1383	23,0	77	9	416	1387	23,1	77
3	13	374	1429	23,8	79	6	378	1425	23,7	79	6	420	1383	23,0	77	5	458	1345	22,4	75	4	470	1333	22,2	74
4	10	403	1400	23,3	78	4	416	1387	23,1	77	4	449	1354	22,5	75	4	529	1274	21,2	71	2	533	1270	21,1	70
5	5	466	1437	23,9	80	4	458	1345	22,4	75	2	466	1437	23,9	80	2	550	1253	20,8	70	2	584	1219	20,3	68
6	4	483	1320	22,0	73	5	491	1312	21,8	73	2	538	1265	21,0	70	2	550	1253	20,8	70	2	605	1198	19,9	66,4
1	26	181	1622	25,0	90	23	193	1620	27,0	90	20	210	1593	26,5	88	19	260	1543	25,7	86	18	269	1534	25,5	85
2	19	361	1442	24,0	80	10	382	1421	23,4	79	8	428	1375	22,9	76	10	412	1391	23,1	77	10	412	1319	23,1	77
3	11	428	1375	22,9	76	7	420	1382	23,0	77	8	449	1354	22,5	75	7	458	1345	22,4	75	4	462	1341	22,3	74
4	10	433	1370	22,8	76	4	449	1354	22,5	75	4	479	1324	22,0	73	3	538	1265	21,0	70	2	546	1257	20,9	70
5	8	449	1354	22,5	75	2	458	1345	22,4	75	2	504	1299	21,6	72	2	546	1257	20,9	70	2	575	1228	20,4	68
5	6	454	1349	33,4	75	2	475	1328	22,1	74	2	521	1282	21,3	7	1	563	1246	20,6	69	1	588	1215	20,2	67

TABEL C2

GROND NO.: LK5 (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 1803-a	mm c = b/60.1	% d = b/18.03			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	18	353	1450	24,1	80	20	332	1471	24,5	82	17	353	1450	24,1	90	15	374	1429	23,8	79	16	424	1379	23	76
2	14	449	1354	22,5	75	18	441	1362	22,7	76	11	487	1316	21,9	73	9	538	1265	21,0	70	10	567	1236	20,6	69
3	12	500	1303	21,7	72	14	508	1295	21,5	72	10	508	1295	21,5	72	8	546	1257	20,4	70	8	668	1135	18,9	63
4	10	559	1244	20,7	69	14	487	1316	21,9	73	8	533	1270	21,1	70	8	563	1240	20,6	69	7	689	1114	18,5	62
5	9	622	1181	19,7	66	13	580	1223	20,3	68	8	550	1253	20,8	70	8	584	1219	20,3	68	6	714	1089	18,1	59
6	9	651	1152	19,2	64	10	651	1152	19,2	64	7	626	1177	19,6	65	6	622	1181	19,7	66	4	748	1055	17,6	59
1	21	319	1484	24,7	82	16	290	1513	25,2	84	21	302	1501	24,9	84	19	349	1454	24,2	81	15	407	1396	23,2	77
2	17	382	1421	23,6	79	11	395	1408	23,4	78	14	370	1433	23,8	79	13	500	1303	21,7	72	10	533	1270	21,1	70
3	15	449	1354	22,5	75	10	428	1375	22,9	76	12	454	1340	22,4	75	9	550	1253	20,8	70	9	605	1198	20,0	66
4	11	487	1316	21,9	73	9	454	1349	22,4	75	12	458	1345	22,4	75	8	580	1223	20,3	68	8	634	1169	19,5	65
5	9	588	1215	20,2	67	6	525	1278	21,3	71	10	487	1316	21,9	73	8	609	1194	19,9	66	6	664	1139	19,6	63
6	6	622	1181	19,7	66	6	584	1219	20,3	68	9	567	1236	20,6	69	9	613	1190	19,8	66	4	697	1106	18,4	61
1	16	332	1471	24,5	82	15	349	1454	24,2	81	13	361	1442	24,0	80	15	386	1417	23,6	79	9	395	1408	23,4	78
2	14	412	1391	23,1	77	11	391	1412	23,5	78	11	386	1417	23,6	79	11	428	1375	22,4	76	7	458	1345	22,4	75
3	12	454	1349	22,4	75	12	449	1354	22,5	75	9	441	1362	22,7	76	10	462	1341	22,3	74	6	533	1270	21,1	70
4	11	525	1278	21,3	71	10	517	1286	21,4	71	7	521	1282	21,3	71	9	538	1265	21,0	69	6	542	1261	21,0	70
5	10	617	1186	19,7	66	9	584	1219	20,3	68	6	571	1232	20,5	68	8	575	1228	20,4	68	5	588	1215	20,2	67
6	10	676	1127	18,8	63	8	655	1148	19,1	64	5	626	1177	19,6	65	5	630	1173	19,5	65	3	655	1148	19,1	64
1	14	336	1467	24,4	81	20	336	1467	24,4	81	17	328	1475	24,5	82	11	353	1450	24,1	80	11	433	1370	22,8	76
2	12	441	1362	22,7	76	18	424	1379	23,0	76	16	416	1387	23,1	77	10	445	1358	22,6	75	5	521	1282	21,3	71
3	10	458	1345	22,4	75	16	462	1341	22,3	74	14	466	1337	22,2	74	10	475	1328	22,1	74	5	550	1253	20,8	70
4	9	487	1316	21,9	73	14	491	1312	21,8	73	13	483	1320	22,0	73	7	529	1274	21,2	71	4	613	1190	19,8	66
5	9	643	1160	19,3	64	12	605	1198	19,9	66	10	588	1215	20,2	67	9	584	1219	20,3	68	3	630	1173	19,5	65
6	8	689	1114	18,5	62	10	664	1139	19,0	63	8	655	1148	19,1	64	6	659	1144	19,0	63	3	706	1097	18,3	61

TABEL C3

GROND NO.: LK6 (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 1803-a	mm c = b/60.1	% d = b/18.03			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	15	340	1463	24,3	81	15	315	1488	24,8	83	18	315	1488	24,8	83	16	356	1438	23,9	80	16	395	1408	23,4	
2	8	700	1103	18,4	61	10	690	1113	18,5	62	10	775	1028	17,1	57	10	770	1033	17,2	57	9	765	1038	17,3	
3	5	745	1058	17,6	59	5	760	1043	17,4	58	4	810	993	16,5	55	5	845	958	15,9	53	6	895	908	15,1	
4	4	805	998	16,6	55	5	820	983	16,4	55	4	815	988	16,4	55	4	860	943	15,7	53	3	905	898	14,9	
5	4	795	1008	16,8	56	5	835	968	16,1	54	2	900	903	15,0	50	2	880	923	15,4	51	2	960	843	14,0	
6	4	780	1023	17,0	57	2	840	963	16,0	53	2	905	898	14,9	50	1	925	878	14,6	49	1	970	833	13,9	
1	14	345	1458	24,3	81	15	390	1413	23,5	78	14	410	1393	23,2	77	13	435	1368	22,8	76	12	405	1398	23,3	
2	6	600	1203	20,0	67	5	580	1223	20,3	68	10	825	978	16,3	54	8	830	973	16,2	54	6	905	898	14,9	
3	5	590	1213	20,2	67	5	615	1188	19,8	66	5	825	978	16,3	54	3	855	948	15,8	53	3	905	898	14,9	
4	4	610	1193	19,9	66	2	730	1073	17,8	60	4	890	913	15,2	51	4	900	903	15,0	50	3	945	856	14,3	
5	4	675	1128	18,8	63	2	760	1043	17,4	58	2	895	908	15,1	50	2	905	898	14,9	50	2	955	848	14,1	
6	3	780	1023	17,0	47	1	860	943	15,7	52	2	915	888	14,8	49	1	915	888	14,8	49	1	995	808	13,4	
1	18	295	1508	25,1	84	17	370	1433	23,8	79	17	395	1408	23,4	78	13	440	1363	22,7	76	13	465	1338	22,3	
2	8	575	1228	24,3	68	10	760	1043	17,4	58	10	795	1008	16,8	56	9	860	943	15,7	52	7	850	953	15,9	
3	5	590	1213	20,2	67	5	765	1038	17,3	60	5	895	908	15,1	50	3	890	913	15,2	51	2	915	888	14,8	
4	4	635	1168	19,4	65	5	745	1056	17,6	59	4	905	898	14,9	50	3	925	878	14,6	49	2	965	838	13,9	
5	4	680	1123	18,7	62	2	690	1113	18,5	62	4	900	903	15,0	50	2	935	868	14,4	48	2	990	813	13,5	
6	2	725	1078	17,9	60	2	710	1093	18,2	60	2	960	843	14,0	47	2	960	843	14,0	47	2	995	808	13,4	
1	14	395	1408	23,4	78	16	385	1418	23,6	79	18	405	1398	23,3	78	12	425	1378	22,9	76	11	440	1363	22,7	
2	10	710	1093	18,2	61	10	655	1148	19,1	64	10	690	1113	18,5	62	8	865	938	15,6	52	6	875	928	15,4	
3	6	730	1073	17,9	60	5	740	1063	17,7	59	5	785	1018	16,9	56	4	830	973	16,2	46	2	890	913	15,2	
4	5	625	1178	19,6	65	2	715	1088	18,1	60	3	810	993	16,5	55	3	885	918	15,3	48	2	910	893	14,9	
5	5	655	1148	19,10	64	2	725	1078	17,9	60	2	825	978	16,3	54	2	895	908	15,1	48	2	915	888	14,8	
6	4	640	1163	19,4	65	2	755	1048	17,4	58	1	830	973	16,2	54	1	920	883	14,7	46	2	920	883	14,7	

TABEL C4

GROND NO.: FR (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 1803-a	mm c = b/60.1	% d = b/18.03			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	24	185	1618	26,9	90	20	210	1593	26,5	88	16	244	1559	25,9	86	18	294	1513	25,2	84	14	298	1509	25,1	84
2	16	370	1433	23,8	79	15	391	1412	23,5	78	13	424	1379	22,9	76	12	538	1264	21,1	70	9	550	1253	20,8	70
3	14	395	1408	23,4	78	14	454	1349	22,4	75	12	466	1437	23,9	80	11	596	1211	20,1	67	8	743	1064	17,7	59
4	13	416	1378	23,1	77	14	462	1341	22,3	74	10	529	1277	21,2	71	10	630	1177	19,6	65	7	773	1034	17,2	57
5	12	454	1439	22,4	75	14	479	1324	22,0	73	9	550	1253	20,8	70	9	748	1054	17,6	59	6	836	971	16,2	54
6	12	466	1437	23,9	80	11	504	1299	21,6	72	8	622	1181	19,7	66	8	823	984	16,4	55	6	848	959	16,0	53
1	17	206	1597	26,6	89	20	223	1580	26,3	88	19	252	1551	25,8	86	14	265	1542	25,7	86	15	357	1450	24,1	80
2	12	336	1467	24,4	81	15	382	1421	23,6	79	14	454	1345	22,4	75	10	497	1311	21,8	73	10	563	1244	20,2	69
3	11	361	1442	24,0	80	13	437	1366	22,7	76	13	504	1299	21,6	72	9	588	1219	20,3	68	9	664	1143	19,1	64
4	10	391	1412	23,5	78	12	487	1316	21,9	73	12	542	1261	21,0	70	9	655	1148	19,1	64	8	714	1093	18,2	60
5	10	504	1299	21,6	72	10	546	1257	20,9	70	11	601	1202	20,0	67	8	743	1064	17,7	59	7	815	992	16,5	55
6	9	538	1265	21,0	70	9	559	1244	20,7	69	9	655	1148	19,1	64	8	794	1013	16,4	56	6	878	929	15,5	52
1	16	210	1593	26,5	88	16	206	1597	26,6	89	15	227	1576	26,2	87	15	277	1530	25,5	85	12	323	1484	24,7	82
2	11	361	1442	24,0	80	11	361	1442	24,00	80	10	416	1387	23,1	77	11	475	1332	22	74	9	529	1278	21,3	71
3	9	412	1391	23,1	77	9	428	1375	22,9	76	9	567	1236	20,6	69	10	571	1236	20,6	69	7	706	1101	18,3	61
4	9	449	1354	22,5	75	8	491	1312	21,8	73	8	584	1219	20,3	68	9	668	1135	18,9	63	5	769	1038	17,3	58
5	8	483	1320	22,0	73	8	508	1295	21,5	77	8	596	1207	20,1	67	8	731	1076	17,9	60	4	798	1009	16,8	56
6	7	500	1303	21,2	72	7	546	1257	20,9	70	6	668	1135	18,9	63	6	777	1030	17,1	57	5	882	925	15,4	51
1	21	210	1593	26,5	88	17	231	1572	26,2	87	17	248	1555	25,9	86	14	294	1513	25,2	84	13	315	1492	24,8	83
2	14	361	1442	24,0	80	12	391	1412	23,5	78	13	424	1375	23,0	76	11	462	1345	22,4	75	9	617	1193	19,9	66
3	12	399	1404	23,2	78	11	466	1437	23,9	80	11	529	1274	21,2	71	10	575	1232	20,5	68	8	727	1080	18,0	60
4	10	470	1333	22,2	74	10	546	1257	20,7	70	10	546	1251	20,9	69	8	743	1064	17,7	59	7	769	1038	17,3	58
5	9	508	1295	21,5	77	10	559	1244	20,7	69	9	605	1198	19,9	66	7	769	1038	17,3	58	6	781	1026	17,1	57
6	9	529	1274	21,2	71	9	580	1223	20,3	68	8	676	1131	18,8	63	6	815	992	16,5	55	4	806	1001	16,7	56

TABEL C5

BROND NO.: TB (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 1803-a	mm c = b/60.1	% d = b/18.03			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	17	256	1551	25,8	82	10	320	1487	24,7	78	16	370	1437	23,4		9	424	1383	23,0	77	8	542	1261	21,0	70
2	12	407	1400	23,3	74	9	647	1166	19,3	61	10	727	1080	18,0		7	756	1051	17,5	58	8	832	971	16,2	54
3	12	433	1374	22,9	72	8	676	1131	18,8	59	10	760	1047	17,4		7	941	866	14,4	48	7	966	837	13,9	54
4	12	445	1362	22,7	72	8	735	1072	17,8	56	7	794	1013	16,9		7	991	816	13,6	45	7	1037	766	12,7	42
5	11	580	1227	20,4	64	8	773	1034	17,2	54	7	815	992	16,5		7	1000	803	13,4	45	7	1058	745	12,4	41
6	11	647	1160	19,3	61	7	790	1017	16,9	53	5	840	967	16,1		5	1012	791	13,2	44	5	1084	719	12,0	40
1	11	244	1559	25,9	82	15	353	1454	24,2	76	10	433	1374	22,9		9	483	1320	22,0	73	12	550	1253	20,8	69
2	10	395	1412	23,5	74	12	617	1190	19,8	63	7	714	1093	18,2		8	773	1030	17,1	57	7	823	980	16,3	54
3	10	433	1364	22,9	72	11	664	1143	19,0	60	7	760	1047	17,4		8	823	980	16,3	54	6	857	946	15,7	52
4	10	496	1338	22,3	70	11	718	1089	18,1	57	7	827	980	16,3		7	916	887	14,8	49	5	924	879	14,6	49
5	6	571	1236	20,6	65	8	752	1055	17,6	55	5	857	950	15,8		5	945	858	14,3	48	4	1000	803	13,4	45
6	7	588	1219	20,3	64	7	760	1047	17,4	55	4	903	904	15,0		4	991	812	13,5	45	3	1033	770	12,8	43
1	14	277	1520	25,5	80	10	298	1509	25,1	79	8	403	1404	23,4		14	458	1345	22,4	75	6	575	1228	20,4	68
2	14	533	1274	21,2	67	7	605	1202	20,0	67	8	735	1072	17,8		13	785	1018	16,9	56	6	874	929	15,5	52
3	13	550	1257	20,9	66	8	626	1181	19,7	66	7	773	1034	17,2		9	832	971	16,2	54	6	920	883	14,7	49
4	12	554	1253	20,8	66	7	701	1106	18,4	61	5	848	959	16,0		7	861	942	15,7	52	5	924	879	14,6	49
5	9	575	1232	20,5	65	7	769	1038	17,3	57	5	882	925	15,4		4	895	908	15,1	50	4	991	812	13,5	45
6	9	623	1184	19,7	62	5	815	992	16,5	55	4	949	858	14,3		4	962	841	14,0	47	4	1071	732	12,2	41
1	10	206	1601	26,6	84	17	365	1442	24,0	80	9	416	1391	23,1		8	475	1328	22,1	74	9	496	1307	21,7	72
2	10	441	1366	22,7	71	16	584	1223	20,3	68	9	697	1110	18,5		7	815	988	16,4	55	6	806	997	16,6	55
3	8	508	1299	21,6	68	11	655	1152	19,2	64	6	756	1051	17,5		7	844	959	16,0	53	5	823	980	16,3	54
4	8	567	1240	20,6	65	8	706	1101	19,4	61	6	815	992	16,5		6	857	946	15,7	52	3	853	950	15,8	53
5	7	571	1236	20,6	65	5	777	1030	17,1	57	6	836	971	16,2		5	907	896	14,9	50	3	920	883	14,7	49
6	4	567	1240	20,6	65	4	798	1009	16,8	56	5	886	921	15,3		5	966	837	13,9	46	3	991	812	13,5	45

TABEL C6

GROND NO.: TD (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 1803-a	mm c = b/60.1	% d = b/18.03			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	15	311	1492	24,5	83	9	420	1383	20,0	76	9	508	1295	21,5	72	6	588	1215	20,2	67	8	823	980	16,3	54
2	15	386	1417	23,6	79	6	508	1295	21,5	72	8	571	1432	23,8	79	4	790	1013	16,9	56	6	1193	610	10,1	34
3	13	403	1400	23,3	78	6	508	1295	21,5	72	8	584	1219	20,3	68	3	802	1001	16,7	56	5	1239	564	9,4	31
4	14	407	1396	23,2	77	6	504	1299	21,6	72	6	622	1181	19,7	66	3	836	967	16,1	54	5	1243	560	9,3	31
5	11	424	1379	23,0	76	6	525	1278	21,3	71	6	626	1177	19,6	65	3	882	921	15,3	84	3	1264	539	9,0	30
6	11	433	1370	22,8	76	5	533	1270	21,13	70	4	643	1160	19,3	64	2	886	917	15,3	51	2	1319	484	8,1	27
1	14	286	1512	25,2	84	7	437	1366	22,7	76	6	547	1256	20,9	70	6	592	1211	20,4	67	5	790	1013	16,9	56
2	10	412	1391	23,1	77	7	521	1282	21,3	71	5	622	1181	19,7	66	6	811	992	16,5	55	5	1222	581	9,7	32
3	10	412	1391	23,1	77	5	546	1257	20,9	69	5	613	1190	19,8	66	5	848	955	15,9	53	4	1239	564	9,4	31
4	10	412	1391	23,1	77	5	550	1253	20,8	69	4	655	1148	19,1	64	5	836	967	16,1	54	4	1306	497	8,3	28
5	9	454	1349	22,4	75	4	542	1261	21,0	70	4	664	1139	19,0	63	4	861	942	15,7	52	4	1294	509	8,5	28
6	9	466	1337	22,2	74	4	559	1244	20,7	69	4	659	1144	19,0	63	3	865	938	15,6	52	3	1289	514	8,6	29
1	9	265	1538	22,6	85	14	382	1421	23,6	79	10	533	1270	21,13	70	6	630	1173	15,5	65	3	848	955	15,9	53
2	9	370	1433	23,8	79	10	554	1249	20,8	69	7	647	1156	19,23	64	6	844	959	15,4	55	3	1243	560	9,3	31
3	7	382	1421	23,6	79	9	554	1249	20,8	69	7	626	1177	19,5	65	5	861	942	15,7	52	3	1264	539	9,0	30
4	6	386	1417	23,6	78	9	542	1261	21,0	70	6	651	1152	19,2	64	5	836	967	16,1	54	2	1331	472	7,9	26
5	6	521	1282	21,3	71	8	571	1432	23,8	79	4	676	1127	18,6	63	3	874	929	15,5	52	2	1331	472	7,3	26
6	6	529	1274	21,2	71	6	580	1223	20,3	68	4	668	1135	18,9	63	3	899	964	15,4	50	2	1369	434	7,22	24
1	9	294	1509	25,1	84	12	399	1404	23,4	78	7	500	1303	26,7	72	7	634	1169	19,5	65	3	781	1022	17,0	57
2	7	403	1400	23,3	78	12	550	1253	20,8	69	6	605	1198	19,9	66	5	811	991	16,5	55	2	1218	582	9,7	32
3	8	399	1404	23,4	78	10	563	1240	20,6	69	6	605	1198	19,9	66	5	836	967	16,1	54	2	1260	543	9,0	30
4	5	521	1284	21,3	71	8	571	1432	23,8	79	5	622	1181	19,7	66	4	869	934	15,5	52	2	1298	505	8,4	28
5	5	571	1432	23,8	79	4	613	1190	19,8	66	5	630	1173	15,5	65	3	886	914	15,3	51	1	1344	459	7,6	25
6	5	567	1236	20,6	69	4	622	1181	19,7	65	5	634	1169	14,5	65	3	945	858	14,3	48	1	1336	467	7,8	26

TABEL C7

GROND NO.: VK (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	a Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 1803-a	mm c = b/60.1	% d = 18.03			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	20	214	1589	26,4	88	15	239	1564	26,0	87	18	290	1513	25,2	84	13	344	1459	24,3	81	13	416	1387	23,1	77
2	14	395	1408	23,4	78	13	424	1379	22,9	76	13	487	1316	21,8	73	9	529	1274	21,2	71	10	567	1236	20,6	69
3	12	433	1370	22,7	76	10	462	1341	22,3	74	13	512	1291	21,5	72	9	550	1253	20,8	69	8	588	1215	20,2	67
4	10	479	1324	22,0	73	8	483	1320	22,0	73	9	533	1270	21,1	70	9	580	1223	20,3	68	7	605	1198	19,9	66
5	9	487	1316	21,9	73	8	505	1298	21,6	72	7	550	1253	20,8	69	6	596	1207	20,1	67	6	664	1139	18,9	63
6	9	508	1295	21,5	72	6	521	1282	21,3	71	6	567	1236	20,6	69	5	622	1181	19,7	66	4	685	1118	18,6	62
1	21	202	1601	26,6	89	18	277	1526	25,4	85	12	298	1505	25,0	83	15	370	1433	23,8	79	9	353	1450	24,1	80
2	13	386	1417	23,6	79	11	412	1391	23,1	77	9	395	1408	23,4	78	10	466	1337	22,2	74	7	525	1278	21,3	70
3	10	462	1341	22,3	74	11	449	1354	22,5	75	8	424	1379	22,9	76	8	521	1282	21,3	71	5	550	1253	20,8	69
4	9	500	1303	21,7	72	10	470	1333	22,2	74	8	508	1294	21,5	72	8	546	1257	20,9	70	4	596	1207	20,1	67
5	7	529	1274	21,2	71	7	508	1295	21,5	72	6	546	1257	20,9	70	7	554	1249	20,8	69	3	617	1186	19,7	66
6	7	546	1257	20,9	70	6	542	1261	21,0	70	6	596	1207	20,1	67	6	601	1202	20,0	67	2	638	1165	19,3	65
1	14	248	1555	25,9	86	21	252	1551	25,8	86	20	294	1509	25,1	84	17	307	1496	24,9	83	13	370	1433	23,8	79
2	12	416	1387	23,1	77	11	437	1366	22,7	76	13	428	1375	22,8	76	11	542	1261	21,0	70	8	584	1219	20,3	68
3	12	424	1379	22,9	76	10	458	1345	22,4	75	9	458	1345	22,4	75	10	580	1215	20,2	67	6	655	1148	19,1	64
4	10	458	1345	22,4	75	10	517	1286	21,4	71	8	538	1265	21,0	70	8	605	1198	19,9	66	4	668	1135	18,9	63
5	8	470	1333	22,2	74	7	575	1228	20,4	68	7	567	1236	20,6	69	6	664	1139	19,0	63	3	676	1127	18,7	63
6	7	483	1320	21,9	73	6	592	1211	20,1	67	5	588	1215	20,2	67	5	668	1135	18,9	63	2	701	1162	19,3	64
1	22	176	1627	27,1	90	20	235	1568	26,1	87	16	235	1568	26,1	87	17	340	1463	24,3	81	18	458	1345	22,4	74
2	14	374	1429	23,8	79	11	420	1383	23,0	77	13	395	1408	23,4	78	10	550	1253	20,8	69	12	550	1253	20,8	69
3	12	403	1400	23,3	78	12	454	1349	22,4	75	8	454	1349	22,4	75	8	575	1228	20,4	68	6	596	1207	20,1	67
4	10	420	1383	23,0	77	9	466	1337	22,2	74	6	470	1333	22,1	74	6	605	1198	19,9	66	6	617	1186	19,7	66
5	8	479	1324	22,0	73	7	504	1299	21,6	72	6	512	1291	21,5	72	5	630	1173	19,5	65	3	668	1135	18,9	63
6	7	496	1307	21,7	72	7	529	1274	21,2	71	4	559	1244	20,7	69	4	655	1148	19,1	64	3	714	1089	18,1	60

TABEL C8

GROND NO.: WG (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60 mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: NAV = UNP

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml b = 1803-a	mm c = b/60.1	% d = b/18.03			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	14,5	202	1601	26,6	89	9	302	1501	25,0	83	11	412	1391	23,1	73	11	483	1320	22,0	73	12	538	1265	21,0	70
2	14	277	1526	25,4	85	9	340	1463	24,3	81	10	437	1366	22,7	72	11	550	1253	20,8	69	11	626	1177	19,6	65
3	12	315	1488	24,8	83	8	349	1454	24,2	81	10	445	1358	22,6	75	9	622	1181	19,7	66	8	701	1102	18,3	61
4	10	370	1433	23,8	79	8	353	1450	24,1	80	8	470	1333	22,1	71	9	672	1131	18,8	63	8	756	1047	17,4	58
5	8	386	1417	23,6	79	6	407	1396	23,2	77	8	525	1278	21,3	71	6	722	1081	18,0	60	7	790	1013	16,9	56
6	8	421	1382	23,0	77	6	441	1362	22,6	75	6	525	1278	21,3	70,9	7	722	1082	18,0	60	5	841	962	16,0	53
1	11,0	206	1597	26,6	89	12	336	1467	24,4	81	10	399	1404	23,4	78	13	407	1396	23,2	77	8	533	1270	21,1	70
2	10	256	1547	25,7	86	12	361	1442	24,0	80	10	420	1383	23,0	77	11	596	1207	20,1	67	8	647	1156	19,2	64
3	10	290	1513	25,2	84	10	382	1421	23,6	79	8	454	1349	22,4	75	10	622	1181	19,7	66	8	735	1068	17,8	59
4	8	349	1454	24,2	81	9	399	1404	23,4	78	7	454	1349	22,4	75	7	655	1148	19,1	64	8	811	992	16,5	55
5	7	378	1425	23,7	79	8	445	1358	22,6	75	5	462	1341	22,3	74	5	743	1060	17,6	59	4	848	955	15,9	53
6	7	407	1396	23,2	77	8	462	1341	22,3	74	5	496	1307	21,7	72	4	773	1030	17,1	57	4	903	900	15,0	50
1	12,75	160	1643	27,5	91	15	260	1543	25,7	86	14	445	1358	22,6	75	9	416	1387	23,1	77	9	592	1211	10,1	67
2	12	269	1534	25,5	85	11	336	1467	24,4	81	13	441	1362	22,7	76	9	550	1253	20,8	69	10	689	1114	18,5	62
3	9	307	1496	24,9	83	8	403	1400	23,3	78	10	508	1295	21,5	72	9	596	1207	20,1	67	7	743	1060	17,6	59
4	9	370	1433	23,8	79	7	433	1370	22,8	76	8	529	1274	21,2	71	7	622	1181	19,7	66	4	760	1043	17,4	58
5	8	382	1421	23,6	79	6	454	1349	22,4	75	6	546	1257	20,9	70	5	630	1173	19,5	65	5	790	1014	16,9	56
6	8	433	1370	22,8	76	6	470	1333	22,2	74	5	563	1240	20,6	69	5	697	1106	18,4	61	4	815	988	16,4	55
1	15,75	172	1631	27,1	90	11	277	1526	25,4	85	10	454	1349	22,4	75	9	538	1265	21,0	70	10	470	1333	22,2	74
2	14	248	1555	25,9	86	9	340	1463	24,3	81	10	458	1345	22,4	75	10	588	1215	20,2	67	9	563	1240	20,6	69
3	12	307	1496	24,9	83	7	412	1391	23,1	73	8	508	1295	21,5	72	9	617	1186	19,7	66	9	638	1165	19,3	65
4	10	374	1429	23,8	79	5	479	1324	22,0	70	8	529	1274	21,2	71	8	651	1152	19,2	64	8	718	1085	18,1	60
5	8	416	1387	23,1	77	5	487	1316	21,9	69	6	542	1261	20,9	70	8	701	1102	18,3	61	6	743	1060	17,6	59
6	8	454	1349	22,4	75	5	500	1303	21,7	71,3	6	550	1253	20,8	69	5	735	1068	17,8	59	5	802	1001	16,7	56

TABEL C1S. LK4 : NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	26.5	25.0	27.1	1.02
2		4	27.0	26.8	27.1	0.13
5		4	26.5	26.4	26.6	0.10
10		4	25.9	25.7	26.0	0.13
15		4	25.4	25.2	25.5	0.14
1	2	4	24.2	23.8	25.0	0.53
2		4	23.9	23.3	24.9	0.74
5		4	23.2	22.9	23.5	0.29
10		4	22.9	22.4	23.1	0.31
15		4	22.7	22.0	23.1	0.52
1	3	4	23.1	21.9	23.8	0.91
2		4	23.0	21.9	23.7	0.76
5		4	22.5	22.0	23.0	0.41
10		4	22.4	22.0	22.7	0.29
15		4	22.0	21.2	22.4	0.56
1	4	4	22.8	22.0	23.3	0.57
2		4	22.5	21.6	23.1	0.67
5		4	22.0	21.0	22.5	0.68
10		4	21.4	21.0	21.7	0.36
15		4	21.1	20.9	21.3	0.17
1	5	4	22.8	21.8	23.9	0.89
2		4	22.3	21.7	22.7	0.42
5		4	22.1	20.9	23.9	1.28
10		4	21.9	20.8	24.5	1.74
15		4	20.5	20.3	20.7	0.18
1	6	4	22.2	21.6	22.7	0.48
2		4	22.0	21.3	22.6	0.54
5		4	21.2	20.6	21.7	0.47
10		4	20.7	20.3	21.2	0.38
15		4	20.1	19.9	20.3	0.17

$$\text{KUMINF (6)} = 22.374 - 0.243x + 0.006x^2$$

$$R^2 = 0.963$$

$$P = 0.018$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL C2S. LK5 : NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	24.4	24.1	24.7	0.25
2		4	24.6	24.2	25.2	0.43
5		4	24.4	24.0	24.9	0.41
10		4	23.9	23.6	24.2	0.28
15		4	23.1	22.8	23.4	0.26
1	2	4	23.0	22.5	23.6	0.49
2		4	23.2	22.7	23.5	0.37
5		4	23.1	21.9	23.8	0.85
10		4	22.1	21.0	22.9	0.87
15		4	21.4	20.6	22.4	0.76
1	3	4	22.3	21.7	22.5	0.37
2		4	22.3	21.5	22.9	0.59
5		4	22.2	21.5	22.7	0.51
10		4	21.5	20.8	22.3	0.78
15		4	20.2	18.9	21.1	0.98
1	4	4	21.5	20.7	21.9	0.57
2		4	21.9	21.4	22.4	0.41
5		4	21.7	21.1	22.4	0.61
10		4	20.8	20.3	21.2	0.40
15		4	20.1	19.5	21.0	0.79
1	5	4	19.7	19.3	20.2	0.37
2		4	20.5	19.9	21.3	0.60
5		4	20.9	20.2	21.9	0.74
10		4	20.2	19.9	20.4	0.22
15		4	19.2	18.1	20.2	0.88
1	6	4	19.1	18.5	19.7	0.52
2		4	19.4	19.0	20.2	0.56
5		4	19.7	19.1	20.6	0.63
10		4	19.5	19.0	19.8	0.36
15		4	18.4	17.6	19.1	0.61

$$\text{KUMINF (6)} = 18.853 + 0.273x - 0.020x^2$$

$$R^2 = 0.986$$

$$P = 0.007$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL C3S. LK6 : NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)						
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	24.3	23.4	25.1	0.69
2		4	23.9	23.5	24.8	0.60
5		4	23.7	23.2	24.8	0.75
10		4	23.1	22.7	23.9	0.56
15		4	22.9	22.3	23.4	0.52
1	2	4	20.2	18.2	24.3	2.83
2		4	18.8	17.4	20.3	1.21
5		4	17.2	16.3	18.5	0.94
10		4	16.2	15.6	17.2	0.73
15		4	15.9	14.9	17.3	1.03
1	3	4	19.0	17.6	20.2	1.41
2		4	18.1	17.3	19.8	1.18
5		4	16.2	15.1	16.9	0.77
10		4	15.8	15.2	16.2	0.42
15		4	15.0	14.8	15.2	0.18
1	4	4	18.9	16.6	19.9	1.53
2		4	17.5	16.4	18.1	0.75
5		4	15.8	14.9	16.5	0.82
10		4	15.2	14.6	15.7	0.47
15		4	14.5	13.9	14.9	0.49
1	5	4	18.4	16.8	19.1	1.05
2		4	17.5	16.1	18.5	1.02
5		4	15.4	15.0	16.3	0.64
10		4	15.0	14.4	15.4	0.42
15		4	14.0	13.5	14.8	0.54
1	6	4	17.8	17.0	19.4	1.13
2		4	16.8	15.7	18.2	1.18
5		4	15.0	14.0	16.2	0.91
10		4	14.5	14.0	14.8	0.36
15		4	13.7	13.4	14.2	0.39

$$\text{KUMINF (6)} = 18.171 + 0.665x + 0.053x^2$$

$$R^2 = 0.895$$

$$P = 0.0525$$

KUMINF (6) = Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus

X = UNP

TABEL C4S. FR : NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)						
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	26.6	26.5	26.9	0.19
2		4	26.4	26.2	26.6	0.18
5		4	26.0	25.8	26.2	0.17
10		4	25.4	25.2	25.7	0.24
15		4	24.9	24.1	25.7	0.67
1	2	4	24.2	23.8	24.6	0.37
2		4	23.7	23.5	24.0	0.24
5		4	22.9	22.4	23.1	0.31
10		4	21.8	21.1	22.4	0.54
15		4	20.7	19.9	21.3	0.58
1	3	4	23.5	23.1	24.0	0.38
2		4	23.0	22.4	23.9	0.65
5		4	21.8	20.6	23.9	1.44
10		4	20.4	20.1	20.6	0.22
15		4	18.3	17.7	19.1	0.60
1	4	4	22.8	22.2	23.5	0.59
2		4	21.7	20.7	22.3	0.68
5		4	20.9	20.3	21.2	0.49
10		4	18.8	17.7	19.6	0.81
15		4	17.5	17.2	18.2	0.47
1	5	4	21.9	21.5	22.4	0.41
2		4	21.3	20.7	22.0	0.59
5		4	20.2	19.9	20.8	0.41
10		4	17.6	17.3	17.9	0.25
15		4	16.7	16.2	17.4	0.51
1	6	4	22.0	21.0	23.9	1.33
2		4	20.9	20.3	21.6	0.54
5		4	19.1	18.8	19.7	0.40
10		4	16.7	16.4	17.1	0.33
15		4	15.9	15.4	16.7	0.59

KUMINF (6) = $23.48 - 1.068x + 0.038x^2$

R² = 0.961

P = 0.195

KUMINF (6) = Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus

X = UNP

TABEL C5S. TB : NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)						
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	26.0	25.5	26.6	0.47
2		4	24.5	24.0	25.1	0.50
5		4	23.3	22.9	23.9	0.43
10		4	22.4	22.0	23.0	0.45
15		4	21.0	20.4	21.7	0.54
1	2	4	22.7	21.2	23.5	1.0
2		4	19.9	19.3	20.3	0.42
5		4	18.1	17.8	18.5	0.30
10		4	17.0	16.4	17.5	0.46
15		4	16.2	15.5	16.6	0.47
1	3	4	22.1	20.9	22.9	0.99
2		4	19.2	18.8	19.7	0.39
5		4	17.4	17.2	17.5	0.13
10		4	15.7	14.4	16.3	0.89
15		4	15.2	13.9	16.3	1.06
1	4	4	21.6	20.6	22.7	1.06
2		4	18.4	17.8	19.4	0.69
5		4	16.4	16.0	16.9	0.38
10		4	15.0	13.6	15.7	0.99
15		4	14.0	12.7	15.8	1.28
1	5	4	20.5	20.4	20.6	0.10
2		4	17.3	17.1	17.6	0.22
5		4	16.0	15.4	16.5	0.48
10		4	14.4	13.4	15.1	0.76
15		4	13.5	12.4	14.7	0.94
1	6	4	20.0	19.3	20.6	0.58
2		4	16.9	16.5	17.4	0.37
5		4	15.2	14.3	16.1	0.75
10		4	13.7	13.2	14.0	0.37
15		4	12.6	12.0	13.5	0.68

$$\text{KUMINF (6)} = 20.062 - 1.13x + 0.0435x^2$$

$$R^2 = 0.844$$

$$P = 0.078$$

KUMINF (6) = Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus

X = UNP

TABEL C6S. TD : NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	24.4	22.6	25.2	1.21
2		4	22.4	20.0	23.6	1.66
5		4	22.6	20.9	26.7	2.77
10		4	18.9	15.5	20.4	2.30
15		4	16.5	15.9	17.0	0.52
1	2	4	23.5	23.1	23.8	0.31
2		4	21.1	20.8	21.5	0.36
5		4	20.7	19.2	23.8	2.11
10		4	16.5	15.9	16.9	0.41
15		4	9.7	9.3	10.1	0.33
1	3	4	23.4	23.1	23.6	0.21
2		4	21.0	20.6	21.5	0.39
5		4	19.9	19.6	20.3	0.29
10		4	16.1	15.7	16.7	0.43
15		4	9.2	9.0	9.4	0.23
1	4	4	22.8	21.3	23.6	1.02
2		4	21.8	20.8	23.8	1.38
5		4	19.4	19.1	19.7	0.32
10		4	16.0	15.5	16.1	0.30
15		4	8.5	7.9	9.3	0.59
1	5	4	22.6	21.3	23.8	1.05
2		4	21.5	19.8	23.8	1.68
5		4	18.2	15.5	19.6	1.85
10		4	15.5	15.3	15.7	0.19
15		4	8.1	7.3	9.0	0.79
1	6	4	21.7	20.6	22.8	0.99
2		4	20.5	19.7	21.1	0.61
5		4	17.9	14.5	19.3	2.29
10		4	15.2	14.3	15.6	0.58
15		4	7.9	7.2	8.6	0.58

$$\text{KUMINF (6)} = 21.601 - 0.397x - 0.033x^2$$

$$R^2 = 0.969$$

$$P = 0.015$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL C7S. VK : NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	26.5	25.9	27.1	0.50
2		4	25.8	25.4	26.1	0.31
5		4	25.4	25.0	26.1	0.51
10		4	24.3	23.8	24.9	0.45
15		4	23.4	22.4	24.1	0.76
1	2	4	23.5	23.1	23.8	0.30
2		4	22.9	22.7	23.1	0.17
5		4	22.9	21.8	23.4	0.75
10		4	21.3	20.8	22.2	0.62
15		4	20.8	20.3	21.3	0.42
1	3	4	22.8	22.3	23.3	0.42
2		4	22.4	22.3	22.5	0.08
5		4	22.3	21.5	22.9	0.58
10		4	20.7	20.2	21.3	0.49
15		4	20.1	19.1	20.8	0.70
1	4	4	22.3	21.7	23.0	0.56
2		4	22.0	21.4	22.2	0.38
5		4	21.4	21.0	22.1	0.50
10		4	20.3	19.9	20.9	0.47
15		4	19.3	18.9	20.1	0.53
1	5	4	21.8	21.2	22.2	0.43
2		4	21.3	20.4	21.6	0.59
5		4	21.0	20.6	21.5	0.39
10		4	19.9	19.0	20.8	0.78
15		4	19.1	18.7	19.7	0.44
1	6	4	21.5	20.9	21.9	0.43
2		4	20.9	20.1	21.3	0.55
5		4	20.4	20.1	20.7	0.29
10		4	19.4	18.9	20.0	0.51
15		4	18.8	18.1	19.3	0.59

KUMINF (6) = $21.652 - 0.296x + 0.007 x^2$

R² = 0.976

P = 0.12

KUMINF (6) = Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus

X = UNP

TABEL C8S. WG : NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1		26.9	26.6	27.3	0.36
2			25.1	24.4	25.7	0.56
5			22.9	22.4	23.4	0.46
10			22.3	21.0	23.2	1.04
15			21.0	20.1	22.2	0.86
1	2		25.6	25.4	25.9	0.22
2			24.3	24.0	24.4	0.17
5			22.7	22.4	23.0	0.24
10			20.5	20.1	20.8	0.38
15			19.5	18.5	20.6	0.88
1	3		25.0	24.8	25.2	0.17
2			23.6	23.1	24.2	0.48
5			22.0	21.5	22.6	0.58
10			19.8	19.7	20.1	0.20
15			18.3	17.6	19.3	0.76
1	4		23.9	23.8	24.2	0.20
2			23.1	22.0	24.1	0.89
5			21.7	21.2	22.4	0.62
10			19.2	18.8	19.7	0.37
15			17.4	16.5	18.1	0.66
1	5		23.5	23.1	23.7	0.27
2			22.5	21.9	23.2	0.54
5			21.3	20.9	22.3	0.66
10			18.4	17.6	19.5	0.82
15			16.8	15.9	17.6	0.70
1	6		22.9	22.4	23.2	0.34
2			22.2	21.7	22.6	0.37
5			21.2	20.6	21.7	0.50
10			17.8	17.1	18.4	0.54
15			16.7	16.0	16.7	0.35

$$\text{KUMINF (6)} = 23.551 - 0.631x + 0.0096x^2$$

$$R^2 = 0.975$$

$$P = 0.012$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

BYLAE D

LABORATORIUMSIMULASIES

(Reënwater, $EG = 7 \text{ mS m}^{-1}$)

	GRONDNR.	TABEL
- Afloop en infiltrasie:	LK4	D1
	FR	D2
	TD	D3
	LK5	D4
	LK6	D5
	TB	D6
- Statistiese data:	LK4	D1S
	FR	D2S
	TD	D3S
	LK5	D4S
	LK6	D5S
	TB	D6S

TABEL D1

BYLAAG D

GROND NO.: LK-4(RW) (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 7.0 mS m⁻¹ (Reënwater)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	12	227	1576	26.2	87	7	252	1551	25.8	86	8	298	1505	25.0	83	6	357	1446	24.1	80	5	424	1379	23.0	77
2	10	344	1459	24.2	81	4	403	1400	23.3	78	5	445	1358	22.6	75	4	538	1265	21.0	70	5	655	1148	19.1	64
3	8	449	1354	22.5	75	4	529	1274	21.2	71	3	533	1270	21.1	70	3	651	1152	19.2	64	2	773	1030	17.1	57
4	7	538	1265	21.0	70	4	617	1186	19.7	66	3	613	1190	19.8	66	3	731	1072	17.8	59	2	840	963	16.0	53
5	7	567	1236	20.6	69	4	634	1169	19.5	66	3	664	1139	18.9	63	2	756	1047	17.4	58	1	886	917	15.3	51
6	7	585	1218	20.3	68	4	680	1123	18.7	62	2	714	1089	18.1	60	1	815	988	16.4	55	1	920	883	14.7	49
1	14	189	1614	26.9	90	5	302	1501	24.9	83	8	315	1488	24.8	83	5	412	1391	23.1	77	6	395	1408	23.4	78
2	10	395	1408	23.4	78	4	407	1396	23.2	77	7	479	1324	22.0	73	4	542	1261	20.9	70	4	672	1131	18.8	63
3	9	487	1316	21.9	73	4	462	1341	22.3	74	6	538	1265	21.0	70	3	630	1173	19.5	65	3	748	1055	17.6	59
4	6	554	1249	20.8	69	4	500	1303	21.7	72	6	550	1253	20.8	69	3	685	1118	18.6	62	2	857	947	15.8	53
5	6	588	1215	20.2	67	3	567	1236	20.6	69	5	617	1186	19.7	66	2	739	1064	17.7	59	1	907	896	14.5	48
6	5	613	1190	19.8	66	3	601	1202	20.0	67	3	672	1131	18.8	63	1	832	971	16.2	54	1	945	858	14.3	48
1	9	277	1526	25.4	85	8	244	1559	25.9	86	6	260	1543	25.7	86	4	319	1484	24.7	82	5	458	1345	22.4	75
2	7	437	1366	22.7	76	6	391	1412	23.5	78	4	428	1375	22.9	76	3	454	1349	22.4	75	4	638	1165	19.4	65
3	6	554	1249	20.8	69	5	487	1316	21.9	73	4	521	1282	21.3	71	3	538	1265	21.0	70	2	731	1072	17.8	59
4	4	630	1173	19.5	65	4	550	1253	20.8	69	3	584	1219	20.3	68	2	655	1148	19.1	64	1	756	1047	17.4	58
5	4	643	1160	19.3	64	4	588	1215	20.2	67	3	613	1190	19.8	66	2	689	1114	18.5	62	1	823	980	16.3	54
6	4	664	1139	19.0	63	3	613	1190	19.8	66	2	643	1160	19.3	64	1	769	1034	17.2	57	1	832	971	16.2	54
1	11	235	1568	26.1	87	8	197	1606	26.7	89	5	269	1534	25.5	85	5	353	1450	24.1	80	5	508	1295	21.5	72
2	9	382	1421	23.6	79	6	420	1383	23.0	77	4	512	1291	21.5	72	3	571	1232	20.5	68	4	727	1076	17.9	60
3	8	454	1349	22.4	75	6	525	1278	21.3	71	3	601	1202	20.0	67	3	651	1152	19.2	64	2	827	976	16.2	54
4	6	542	1261	21.0	70	4	588	1215	20.2	67	3	672	1131	18.8	63	3	731	1072	17.8	59	2	861	942	15.7	52
5	5	571	1232	20.5	68	4	617	1186	19.7	66	2	706	1097	18.3	61	3	785	1018	16.9	56	1	882	921	15.3	51
6	5	580	1223	20.3	68	3	664	1139	19.0	63	1	739	1064	17.7	59	2	844	959	16.0	53	1	886	917	15.3	51

TABEL D2

GROND NO.: FR (RW) (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 7.0mS m⁻¹ (Reënwater)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	18	260	1543	25.7	86	14	273	1530	25.5	85	13	349	1454	24.2	81	11	420	1383	23.0	77	6	580	1223	20.3	68
2	12	391	1152	19.2	64	10	437	1366	22.7	76	10	496	1307	21.7	72	8	533	1270	21.1	70	4	903	900	15	50
3	8	605	1198	19.9	66	9	529	1274	21.2	71	9	563	1240	20.6	69	7	580	1223	20.3	68	2	1092	711	11.8	39
4	7	634	1169	19.5	65	8	622	1181	19.7	66	8	643	1160	19.3	64	5	685	1118	18.6	62	2	1180	623	10.4	35
5	6	664	1139	19.0	63	7	689	1114	18.5	62	6	743	1060	17.6	59	4	777	1026	17.1	57	2	1205	598	10.0	33
6	6	672	1131	18.8	63	5	736	1067	17.8	59	5	815	988	16.4	55	3	844	959	16.0	53	1	1218	585	9.7	32
1	21	218	1585	26.4	88	17	244	1559	25.9	86	9	353	1450	24.1	80	13	454	1349	22.4	75	12	630	1173	19.5	65
2	13	428	1375	22.9	76	9	391	1412	23.5	78	7	487	1316	21.9	73	9	554	1249	20.8	69	7	907	896	14.9	50
3	10	554	1249	20.8	69	8	575	1228	20.4	68	5	596	1207	20.1	67	7	668	1135	18.9	63	5	1067	736	12.2	41
4	8	630	1173	19.5	65	7	609	1194	19.9	66	5	706	1097	18.3	61	6	743	1060	17.6	59	3	1180	623	10.4	35
5	5	689	1114	18.5	62	6	680	1123	18.7	62	4	735	1068	17.8	59	5	802	1001	16.7	56	1	1256	547	9.1	30
6	5	718	1085	18.1	60	5	769	1034	17.2	57	3	785	1018	16.9	56	4	890	913	15.2	51	1	1268	535	8.9	30
1	16	277	1527	25.4	85	17	235	1568	26.1	87	9	399	1404	23.4	78	9	521	1282	21.3	71	8	647	1156	19.2	64
2	12	395	1408	23.4	78	11	420	1383	23.0	77	8	521	1282	21.3	71	6	643	1160	19.3	64	6	932	871	14.4	48
3	10	554	1249	20.8	69	9	550	1253	20.8	69	7	601	1202	20.0	67	5	718	1085	18.1	60	3	1117	686	11.4	38
4	8	609	1194	19.9	66	8	601	1202	20.0	67	6	655	1148	19.1	64	4	764	1039	17.3	58	2	1239	564	9.4	31
5	8	659	1144	19.0	63	7	651	1152	19.2	64	4	722	1081	18.0	60	3	827	976	16.2	54	1	1260	543	9.0	30
6	8	664	1139	19.0	63	6	710	1093	18.2	61	3	832	971	16.2	54	2	903	900	15.0	50	1	1315	488	8.1	27
1	15	244	1559	25.9	86	12	307	1496	24.9	83	10	382	1421	23.6	79	8	487	1316	21.9	73	9	672	1131	18.8	63
2	11	416	1387	23.1	77	10	386	1417	23.6	79	8	454	1349	22.4	75	6	588	1215	21.9	67	7	878	925	15.4	51
3	10	475	1328	22.1	74	9	538	1265	21.0	70	7	571	1232	20.5	68	5	655	1148	19.1	64	4	1071	732	12.2	41
4	8	538	1265	21.0	70	8	605	1198	19.9	66	6	647	1156	19.2	64	4	727	1076	17.9	60	3	1180	623	10.4	35
5	7	613	1190	19.8	66	8	659	1144	19.0	63	5	760	1043	17.4	58	3	806	997	16.6	55	2	1235	568	9.5	32
6	6	651	1152	19.2	64	7	714	1089	18.1	60	4	844	959	16.0	53	2	874	929	15.5	52	1	1302	501	8.3	28

TABEL D3

GROND NO.: TD(RW) (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 7.0mS m⁻¹ (Reënwater)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	15	290	1513	25.2	84	12	508	1295	21.5	72	6	647	1156	19.2	64	7	764	1039	17.2	58	8	840	963	16.0	53
2	11	382	1421	23.6	79	8	542	1262	21.0	70	5	676	1127	18.8	63	5	802	1001	16.7	56	5	1071	732	12.2	41
3	7	412	1391	23.1	77	7	554	1249	20.8	69	4	697	1106	18.4	61	4	815	988	16.4	55	3	1172	631	10.5	35
4	8	437	1366	22.7	76	7	580	1223	20.3	68	4	722	1081	18.0	60	3	844	959	16.0	53	2	1264	539	9.0	30
5	7	470	1333	22.2	74	6	613	1190	19.8	66	4	756	1047	17.4	58	2	882	921	15.3	51	1	1310	493	8.2	27
6	4	500	1303	21.7	72	6	630	1173	19.5	65	4	781	1022	17.0	57	1	886	917	15.3	51	1	1344	459	7.6	25
1	12	294	1509	25.1	84	14	529	1274	21.2	71	6	609	1194	19.9	66	5	790	1013	16.9	56	4	794	1009	16.8	56
2	8	374	1429	23.8	79	11	580	1223	20.3	68	5	655	1148	19.1	64	3	827	976	16.2	54	2	1042	761	12.6	42
3	7	437	1366	22.7	76	11	588	1215	20.2	67	5	672	1131	18.8	63	3	882	921	15.3	51	2	1134	669	11.1	37
4	5	487	1316	21.9	73	9	601	1202	20.2	67	4	697	1106	18.4	61	2	895	908	15.1	50	1	1222	581	9.7	32
5	3	496	1307	21.7	72	8	634	1169	19.4	65	3	731	1072	17.8	59	2	920	883	14.7	49	1	1264	538	9.0	29
6	3	512	1291	21.5	72	7	651	1152	19.1	64	3	756	1047	17.4	58	1	937	866	14.4	48	1	1310	493	8.2	27
1	16	302	1501	25.0	83	9	542	1261	21.0	70	10	601	1202	20.0	67	6	718	1085	18.1	60	4	861	942	15.7	52
2	12	370	1433	23.8	79	8	575	1228	20.4	68	8	664	1139	19.0	63	4	785	1018	16.9	56	3	1054	749	12.5	42
3	9	437	1366	22.7	76	8	596	1207	20.1	67	7	680	1123	18.7	62	4	798	1005	16.7	56	1	1163	640	10.6	35
4	5	466	1337	22.2	74	6	622	1181	19.7	66	7	685	1118	18.6	62	3	811	992	16.5	55	2	1226	377	9.6	32
5	4	525	1278	21.2	71	5	655	1148	19.1	64	5	748	1055	17.6	59	2	844	959	16.0	53	1	1260	543	9.0	30
6	4	529	1274	21.2	71	5	676	1127	18.7	63	4	760	1043	17.4	58	1	857	946	15.7	52	1	1285	518	8.6	29
1	17	328	1475	24.5	82	9	496	1307	21.7	72	9	626	1177	19.6	65	5	752	1051	17.5	58	4	886	917	15.3	51
2	13	370	1433	23.8	79	7	529	1274	21.2	71	7	655	1148	19.1	64	4	815	988	16.4	55	3	1067	736	12.2	41
3	13	386	1417	23.6	79	6	550	1253	20.8	69	6	680	1123	18.7	62	4	819	984	16.4	55	2	1260	543	9.0	30
4	11	424	1379	22.9	76	6	575	1228	20.4	68	4	748	1055	17.6	59	3	836	967	16.1	54	2	1315	488	8.1	27
5	8	449	1354	22.5	75	5	609	1194	19.9	66	4	769	1034	17.2	57	2	853	950	15.8	53	1	1378	425	7.1	24
6	4	402	1341	22.3	74	4	638	1165	19.4	65	3	815	988	16.4	55	1	882	921	15.3	51	1	1382	421	7.0	23

TABEL D4

GROND NO.: LK-5(RW) (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 7.0 mS m⁻¹ (Reënwater)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	15	349	1454	24.2	81	16	374	1429	23.8	79	13	407	1396	23.2	77	11	470	1333	22.2	74	10	630	1173	19.5	65
2	9	483	1320	22.0	73	14	500	1303	21.7	72	9	554	1249	20.8	69	12	340	1463	24.3	81	7	1042	761	12.7	42
3	7	571	1232	20.5	68	6	550	1253	20.8	69	4	630	1173	19.5	65	10	416	1387	23.1	77	2	1310	493	8.2	27
4	4	634	1169	19.5	65	4	622	1181	19.7	66	5	739	1064	17.7	59	4	911	892	14.8	49	2	1453	350	5.8	19
5	3	668	1135	18.9	63	3	655	1148	19.1	64	4	790	1013	16.9	56	2	958	845	14.1	47	1	1541	262	4.4	14
6	3	697	1106	18.4	61	3	668	1135	18.9	63	1	823	980	16.3	54	2	991	812	13.5	45	1	1596	207	3.4	11
1	18	370	1433	23.8	79	12	332	1471	24.5	82	15	412	1391	23.1	77	16	496	1307	21.7	72	12	550	1253	20.8	69
2	9	496	1307	21.7	72	8	559	1244	20.7	69	10	592	1211	20.1	67	10	731	1072	17.8	59	4	1113	690	11.5	38
3	9	588	1215	20.2	67	8	630	1173	19.5	65	6	659	1144	19.0	63	8	844	959	16.0	53	2	1294	509	8.5	28
4	4	630	1173	19.5	65	3	680	1123	18.7	62	4	714	1089	18.1	60	4	907	896	14	47	1	1428	375	6.2	21
5	3	680	1123	18.7	62	2	731	1072	17.8	59	2	760	1043	17.4	58	2	970	833	13.9	46	1	1592	211	3.5	12
6	3	689	1114	18.5	62	2	748	1055	17.6	59	2	764	1039	17.3	58	1	979	824	13.7	46	1	1651	152	2.5	5
1	20	374	1429	23.8	79	17	391	1412	23.5	78	15	319	1484	24.7	82	10	500	1303	21.7	72	8	769	1034	17.2	57
2	12	458	1345	22.4	75	13	584	1219	20.3	68	11	559	1244	20.7	69	8	651	1152	19.2	64	2	1100	703	11.7	39
3	10	529	1274	21.2	71	10	706	1097	18.3	61	7	689	1114	18.5	62	4	781	1022	17.0	57	1	1243	560	9.3	31
4	7	588	1215	20.2	67	10	731	1072	17.8	59	5	798	1005	16.7	56	4	853	950	15.8	53	1	1352	451	7.5	25
5	4	626	1177	19.6	65	9	798	1005	16.7	56	3	811	992	16.5	55	4	916	887	14.8	49	1	1432	371	6.2	21
6	2	672	1131	18.8	63	8	798	1005	16.7	56	2	878	925	15.4	51	3	928	875	14.8	49	1	1470	333	5.5	18.4
1	16	307	1496	25.0	83	16	395	1408	23.4	78	12	500	1303	21.7	72	12	403	1400	23.3	78	11	613	1190	19.8	66
2	11	512	1291	21.5	72	11	554	1249	20.8	69	11	592	1211	20.1	67	7	685	1118	18.6	62	7	1189	614	10.2	34
3	10	605	1198	20.0	66	9	651	1152	19.2	64	7	701	1102	18.3	61	5	773	1030	17.1	57	2	1361	442	7.4	25
4	7	672	1131	18.8	63	8	706	1097	18.3	61	4	769	1034	17.2	57	5	802	1001	16.7	56	1	1537	266	4.4	15
5	3	706	1097	18.3	61	4	773	1030	17.1	57	1	815	988	16.4	55	3	878	925	15.4	51	1	1596	207	3.4	11
6	2	735	1068	17.8	59	1	794	1009	16.8	56	2	823	980	16.3	54	1	924	879	14.6	49	1	1655	148	2.5	8

TABEL D5

GROND NO.: LK-6(RW) (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 7.0 mS m⁻¹ (Reënwater)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	16	378	1425	23.7	79	17	391	1412	23.5	78	14	428	1375	22.9	76	13	470	1333	22.2	74	15	588	1215	20.2	67
2	11	596	1207	20.0	67	12	596	1207	20.0	67	9	580	1223	20.3	68	9	643	1160	19.3	64	10	974	829	13.8	46
3	10	680	1123	18.6	62	10	731	1072	17.8	59	6	689	1114	18.5	62	10	697	1106	18.4	61	8	1138	665	11.1	37
4	8	760	1043	17.4	58	9	790	1013	16.8	56	5	794	1009	16.7	56	8	731	1072	17.8	59	4	1260	543	9.0	30
5	4	819	984	16.3	54	5	840	963	16.0	53	4	844	959	16.0	53	4	836	967	16.1	54	3	1298	405	6.7	22
6	4	840	963	16.0	53	4	848	955	15.9	53	3	878	925	15.4	51	5	924	879	14.6	49	1	1344	459	7.6	25
1	21	374	1429	23.7	79	16	370	1433	23.8	79	17	458	1345	22.4	75	10	433	1370	22.8	76	12	622	1181	19.6	66
2	16	609	1194	19.8	66	10	571	1232	20.5	68	14	538	1265	21.0	70	6	697	1106	18.4	61	7	941	862	14.3	48
3	12	672	1131	18.8	63	9	638	1165	19.3	65	8	748	1055	17.5	59	4	848	955	15.9	53	5	1075	728	12.1	40
4	8	752	1051	17.5	58	8	718	1085	18.0	60	8	798	1005	16.7	56	4	899	904	15.0	50	3	1197	606	10.1	34
5	6	827	976	16.2	54	6	794	1009	16.8	56	6	878	925	15.4	51	2	945	858	14.2	48	2	1264	539	8.9	29
6	5	848	955	15.9	53	4	836	967	16.1	54	5	903	900	14.9	50	2	970	833	13.9	46	1	1306	497	8.2	28
1	12	353	1450	24.1	80	13	395	1408	23.4	78	12	462	1341	22.3	74	9	416	1387	23.0	77	8	571	1232	20.5	68
2	10	580	1223	20.3	68	9	613	1190	19.8	66	8	664	1139	19.0	63	6	689	1114	18.5	62	6	1000	803	13.4	45
3	7	714	1089	18.1	60	7	714	1089	18.1	60	7	731	1072	17.8	59	5	769	1034	17.2	57	3	1138	665	11.1	37
4	7	764	1039	17.2	58	6	794	1009	16.7	56	6	844	959	16.0	53	4	840	963	16.0	53	4	1256	547	9.1	30
5	4	823	980	16.3	54	6	823	980	16.3	54	5	882	921	15.3	51	2	886	917	15.3	51	2	1357	446	7.4	25
6	4	857	946	15.7	52	2	840	963	16.0	53	5	886	917	15.2	51	2	924	879	14.6	48	1	1361	442	7.3	25
1	18	416	1387	23.1	77	15	416	1387	23.1	77	12	416	1387	23.1	77	16	508	1295	21.5	72	10	596	1207	20.1	67
2	15	550	1253	20.8	69	13	580	1223	20.3	68	10	647	1156	19.2	64	10	823	980	16.3	54	7	861	942	15.7	52
3	14	630	1173	19.5	65	9	680	1123	18.6	62	8	727	1076	17.9	60	10	857	946	15.7	52	4	1042	761	12.7	42
4	9	701	1102	18.3	61	7	731	1072	17.8	59	8	777	1026	17.1	57	9	916	887	14.8	49	2	1151	652	10.8	36
5	8	790	1013	16.8	56	4	811	992	16.5	55	5	832	971	16.2	54	8	966	837	13.9	46	2	1180	623	10.3	35
6	6	806	997	16.6	55	4	836	967	16.1	54	4	857	946	15.7	52	7	1008	795	13.2	44	2	1298	505	8.4	28

TABEL D6

GROND NO.: TB (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 7.0 mS m⁻¹ (Reënwater)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	23	244	1559	26.0	86	22	307	1496	24.9	83	19	361	1442	24.0	80	14	563	1240	20.6	69	11	714	1089	18.1	60
2	11	256	1547	25.7	86	14	445	1358	22.5	75	16	454	1349	22.4	74	9	651	1152	19.1	64	8	874	929	15.5	52
3	7	466	1337	22.2	74	6	487	1316	21.9	73	8	525	1278	21.3	70	9	672	1131	18.8	63	5	945	858	14.2	48
4	5	521	1282	21.3	71	7	550	1253	20.8	69	5	601	1202	20.0	67	8	718	1085	18.0	60	3	1004	799	13.3	44
5	5	580	1223	20.3	68	5	605	1198	19.9	66	4	756	1047	17.4	58	4	785	1018	16.9	56	2	1050	753	12.5	42
6	5	630	1173	19.5	65	5	697	1106	18.4	61	2	760	1043	17.4	58	4	815	988	16.4	55	2	1050	753	12.5	42
1	18	340	1463	24.3	81	18	349	1454	24.2	81	20	336	1467	24.4	81	17	462	1341	22.3	74	10	727	1076	17.9	59
2	13	521	1282	21.3	71	15	496	1307	21.7	72	14	462	1341	22.3	74	15	584	1219	20.3	68	9	836	967	16.1	54
3	11	567	1236	20.6	68	8	592	1211	20.1	67	10	508	1295	21.5	72	11	664	1139	19.0	63	9	874	929	15.4	52
4	5	643	1160	19.3	64	5	643	1160	19.3	64	5	571	1232	20.5	68	10	731	1072	17.8	59	6	903	900	14.9	50
5	5	697	1106	18.4	61	4	731	1072	17.8	59	4	651	1152	19.1	64	5	760	1043	17.3	57	3	932	871	14.5	48
6	6	731	1072	17.8	59	1	752	1051	17.4	58	3	689	1114	18.5	61	4	811	992	16.5	55	3	979	824	13.7	46
1	21	307	1496	24.9	82	19	323	1480	24.6	82	16	395	1408	24.4	78	12	626	1177	19.6	65	13	815	988	16.4	55
2	11	412	1391	23.1	77	13	395	1408	24.4	78	10	508	1295	21.5	72	12	653	1148	19.1	64	9	941	862	14.3	48
3	7	500	1303	21.6	72	7	424	1379	23.0	76	7	575	1228	20.4	68	12	668	1135	18.9	63	8	991	812	13.5	45
4	7	533	1270	21.1	70	4	529	1274	21.2	71	5	668	1135	18.9	63	10	714	1089	18.1	60	8	1054	749	12.5	42
5	5	622	1181	19.6	66	4	601	1202	20.0	67	5	731	1072	17.8	59	8	714	1089	18.1	60	3	1088	715	11.9	40
6	4	651	1152	19.1	64	2	664	1139	18.9	63	2	752	1051	17.4	58	7	731	1072	17.8	59	1	1172	631	10.5	35
1	25	160	1643	27.3	91	20	248	1555	25.8	86	15	382	1421	23.6	79	18	571	1232	20.5	68	15	643	1160	19.3	64
2	16	273	1530	25.5	85	16	391	1412	23.5	78	11	559	1244	20.7	68	14	685	1118	18.6	62	9	806	997	16.5	55
3	13	353	1450	24.1	80	11	462	1341	22.3	74	9	634	1169	19.4	65	11	760	1042	17.3	57	8	869	934	15.5	51.8
4	8	458	1345	22.3	75	7	550	1253	20.8	69	7	689	1114	18.5	62	11	790	1013	16.9	56	6	970	833	13.9	46
5	4	508	1295	21.5	72	4	617	1186	19.7	66	4	756	1047	17.4	58	7	840	963	16.0	53	2	1050	753	12.5	42
6	4	559	1244	20.7	69	3	638	1165	19.4	65	2	844	959	15.9	53	4	890	913	15.2	50	2	1063	740	12.3	41

TABEL D1S. LK4 : REËNWATER, EG = 7.0 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	26.2	25.4	26.9	0.61
2		4	25.8	24.9	26.7	0.74
5		4	25.3	24.8	25.7	0.42
10		4	24.0	23.1	24.7	0.66
15		4	22.6	21.5	23.4	0.83
1	2	4	23.5	22.7	24.2	0.62
2		4	23.3	23.0	23.5	0.21
5		4	22.3	21.5	22.9	0.62
10		4	21.2	20.5	22.4	0.83
15		4	18.8	17.9	19.4	0.65
1	3	4	21.9	20.8	22.5	0.78
2		4	21.7	21.2	22.3	0.52
5		4	20.9	20.0	21.3	0.58
10		4	19.7	19.2	21.0	0.86
15		4	17.2	16.2	17.8	0.71
1	4	4	20.6	19.5	21.0	0.72
2		4	20.6	19.7	21.7	0.86
5		4	19.9	18.8	20.8	0.85
10		4	18.3	17.8	19.1	0.64
15		4	16.2	15.7	17.4	0.79
1	5	4	20.2	19.3	20.6	0.59
2		4	20.0	19.5	20.6	0.50
5		4	19.2	18.3	19.8	0.71
10		4	17.6	16.9	18.5	0.67
15		4	15.4	14.5	16.3	0.74
1	6	4	19.9	19.0	20.3	0.61
2		4	19.4	18.7	20.0	0.62
5		4	18.5	17.7	19.3	0.71
10		4	16.5	16.0	17.2	0.53
15		4	15.1	14.3	16.2	0.83

$$\text{KUMINF (6)} = 20.543 - 0.501x + 0.01x^2$$

$$R^2 = 0.988$$

$$P = 0.006$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL D2S. FR : REËNWATER, EG = 7.0 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	25.9	25.4	26.4	0.42
2		4	25.6	24.9	26.1	0.53
5		4	23.8	23.4	24.2	0.39
10		4	22.2	21.3	23.0	0.72
15		4	19.5	18.8	20.3	0.64
1	2	4	22.2	19.2	23.4	1.98
2		4	23.2	22.7	23.6	0.42
5		4	21.6	21.3	21.9	0.31
10		4	20.8	19.3	21.9	1.09
15		4	14.9	14.4	15.4	0.41
1	3	4	20.9	19.9	22.1	0.91
2		4	20.9	20.4	21.2	0.34
5		4	20.3	20.0	20.6	0.29
10		4	19.1	18.1	20.3	0.91
15		4	11.9	11.4	12.0	0.38
1	4	4	20.0	19.5	21.0	0.71
2		4	19.9	19.7	20.0	0.12
5		4	19.0	18.3	19.3	0.46
10		4	17.9	17.3	18.6	0.56
15		4	10.2	9.4	10.4	0.50
1	5	4	19.08	18.5	19.8	0.54
2		4	18.9	18.5	19.2	0.31
5		4	17.7	17.4	18.0	0.26
10		4	16.7	16.2	17.1	0.37
15		4	9.4	9.0	10.0	0.45
1	6	4	18.8	18.1	19.2	0.48
2		4	17.8	17.2	18.2	0.45
5		4	16.4	16.0	16.9	0.39
10		4	15.4	15.0	16.0	0.43
15		4	8.8	8.1	9.7	0.72

$$\text{KUMINF (6)} = 18.081 + 0.101x - 0.047x^2$$

$$R^2 = 0.914$$

$$P = 0.043$$

$$\text{KUMINF(6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL D3S. TD : REëNWATER, EG = 7.0 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	25.0	24.5	25.2	0.31
2		4	21.4	21.0	21.7	0.31
5		4	19.7	19.2	20.0	0.36
10		4	17.4	16.9	18.1	0.52
15		4	16.0	15.3	16.8	0.64
1	2	4	23.8	23.6	23.8	0.10
2		4	20.7	20.3	21.2	0.44
5		4	19.0	18.8	19.1	0.14
10		4	16.6	16.2	16.9	0.31
15		4	12.4	12.2	12.6	0.21
1	3	4	23.0	22.7	23.6	0.43
2		4	20.5	20.1	20.8	0.38
5		4	18.6	18.4	18.8	0.17
10		4	16.2	15.3	16.7	0.62
15		4	10.3	9.0	11.1	0.91
1	4	4	22.4	21.9	22.9	0.46
2		4	20.2	19.7	20.4	0.31
5		4	18.2	17.6	18.6	0.44
10		4	16.0	15.1	16.5	0.59
15		4	9.1	8.1	9.7	0.73
1	5	4	21.9	21.2	22.5	0.57
2		4	19.6	19.1	19.9	0.37
5		4	17.5	17.2	17.8	0.29
10		4	15.5	14.7	16.0	0.58
15		4	8.3	7.1	9.0	0.90
1	6	4	21.7	21.2	22.3	0.46
2		4	19.2	18.7	19.5	0.36
5		4	17.1	16.4	17.4	0.47
10		4	15.2	14.4	15.7	0.55
15		4	7.9	7.0	8.6	0.70

$$\text{KUMINF (6)} = 20.976 - 0.418x - 0.029x^2$$

$$R^2 = 0.909$$

$$P = 0.045$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL D4S. LK5 : REËNWATER, EG = 7.0 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	24.2	23.8	25.0	0.57
2		4	23.8	23.4	24.5	0.50
5		4	23.2	21.7	24.7	1.23
10		4	22.2	21.7	23.3	0.75
15		4	19.3	17.2	20.8	1.52
1	2	4	21.9	21.5	22.4	0.39
2		4	20.9	20.3	21.7	0.59
5		4	20.4	20.1	20.8	0.38
10		4	20.0	17.8	24.3	2.94
15		4	11.5	10.2	12.7	1.03
1	3	4	20.5	20.0	21.2	0.53
2		4	19.5	18.3	20.8	1.03
5		4	18.8	18.3	19.5	0.54
10		4	18.3	16.0	23.1	3.24
15		4	8.4	7.4	9.3	0.79
1	4	4	19.5	18.8	20.2	0.57
2		4	18.6	17.8	19.7	0.81
5		4	17.4	16.7	18.1	0.61
10		4	15.3	14.0	16.7	1.18
15		4	6.0	4.4	7.5	1.20
1	5	4	18.9	18.3	19.6	0.54
2		4	17.7	16.7	19.1	1.05
5		4	16.8	16.4	17.4	0.45
10		4	14.6	13.9	15.4	0.69
15		4	4.4	3.4	6.2	1.30
1	6	4	18.4	17.8	18.8	0.42
2		4	17.5	16.7	18.9	1.02
5		4	16.3	15.4	17.3	0.78
10		4	14.2	13.5	14.8	0.64
15		4	3.5	2.5	5.5	1.42

$$\text{KUMINF (6)} = 24.021 - 0.013x - 0.196x^2$$

$$R^2 = 0.969$$

$$P = 0.016$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL D5S. LK6 : REëNWATER, EG = 7.0 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	23.7	23.1	24.1	0.41
2		4	23.5	23.1	23.8	0.29
5		4	22.7	22.3	23.1	0.39
10		4	22.4	21.5	23.0	0.68
15		4	20.1	19.6	20.5	0.37
1	2	4	20.2	19.8	20.8	0.43
2		4	20.2	19.8	20.5	0.31
5		4	19.9	19.0	21.0	0.94
10		4	18.1	16.3	19.3	1.28
15		4	14.3	13.4	15.8	1.00
1	3	4	18.8	18.1	19.5	0.58
2		4	18.5	17.8	19.3	0.66
5		4	17.9	17.5	18.5	0.42
10		4	16.8	15.7	18.4	1.26
15		4	11.8	11.1	12.7	0.79
1	4	4	17.6	17.2	18.3	0.48
2		4	17.3	16.7	18.0	0.67
5		4	16.6	16.0	17.1	0.46
10		4	15.9	14.8	17.8	1.37
15		4	9.8	9.0	10.8	0.86
1	5	4	16.4	16.2	16.8	0.27
2		4	16.4	16.0	16.8	0.34
5		4	15.7	15.3	16.2	0.44
10		4	14.9	13.9	16.1	1.60
15		4	8.3	6.7	10.3	1.01
1	6	4	16.1	15.7	16.6	0.39
2		4	16.0	15.9	16.1	0.10
5		4	15.3	14.9	15.7	0.34
10		4	14.1	13.2	14.6	0.67
15		4	7.9	7.3	8.4	0.51

$$\text{KUMINF (6)} = 15.46 + 0.3956x - 0.059x^2$$

$$R^2 = 0.963$$

$$P = 0.018$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL D6S. TB : REËNWATER, EG = 7.0 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	25.6	24.3	27.3	1.32
2		4	24.9	24.2	25.8	0.68
5		4	24.1	23.6	24.4	0.38
10		4	20.8	19.6	22.3	1.13
15		4	17.9	16.4	19.3	1.19
1	2	4	23.9	21.3	25.7	2.10
2		4	23.0	21.7	24.4	1.18
5		4	22.2	20.7	24.4	1.59
10		4	19.3	18.6	20.3	0.72
15		4	15.6	14.3	16.5	0.96
1	3	4	22.1	20.6	24.1	1.47
2		4	21.8	20.1	23.0	1.24
5		4	20.7	19.4	21.5	0.96
10		4	18.5	17.3	19.0	0.80
15		4	14.7	13.5	15.5	0.97
1	4	4	21.0	19.3	22.3	1.25
2		4	20.5	19.3	21.2	0.84
5		4	19.5	18.5	20.5	0.93
10		4	17.7	16.9	18.1	0.55
15		4	13.7	12.5	14.9	0.01
1	5	4	20.0	18.4	21.5	1.30
2		4	19.4	17.8	20.0	1.04
5		4	17.9	17.4	19.1	0.81
10		4	17.1	16.0	18.1	0.87
15		4	12.9	11.9	14.5	1.14
1	6	4	19.3	17.8	20.7	1.20
2		4	18.5	17.4	19.4	0.85
5		4	17.3	15.9	18.5	1.07
10		4	16.5	15.2	17.8	1.06
15		4	12.3	10.5	13.7	1.32

$$\text{KUMINF (6)} = 18.954 - 0.076x - 0.024x^2$$

$$R^2 = 0.924$$

$$P = 0.038$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

BYLAE E

LABORATORIUMSIMULASIES

(Munisipale water, $EG = 65\text{-}73 \text{ mS m}^{-1}$)

	GRONDNR.	TABEL
- Afloop en infiltrasie:	TB	E1
	VK	E2
	LK6	E3
- Statistiese data:	TB	E1S
	VK	E2S
	LK6	E3S

TABEL E1

BYLAAG E

GROND NO.: TB (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 65 - 73 mS m⁻¹ (Munisipale water)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	20	239	1564	26.0	87	18	311	1492	25.0	83	16	260	1543	25.7	85	14	344	1459	24.3	81	10	504	1299	21.6	72
2	16	357	1446	24.1	80	14	433	1370	22.8	76	12	382	1421	23.6	79	10	475	1328	22.1	74	6	584	1219	20.2	68
3	12	445	1358	22.6	75	9	580	1223	20.3	68	11	454	1349	22.4	75	8	525	1278	21.3	71	6	596	1207	20.1	67
4	10	521	1182	19.7	66	6	630	1173	19.5	65	8	546	1257	20.9	70	4	580	1223	20.3	68	5	638	1165	19.4	64
5	10	571	1232	20.5	68	6	676	1127	18.8	63	6	609	1194	19.9	66	3	659	1144	19.0	63	3	701	1102	18.3	61
6	9	588	1215	20.2	67	6	706	1097	18.2	61	4	643	1160	19.3	64	3	697	1106	18.4	61	3	722	1081	18.0	50
1	16	185	1618	26.9	89	13	252	1551	25.8	86	17	328	1475	24.5	82	11	386	1417	23.6	79	12	424	1379	22.9	76
2	11	403	1400	23.3	78	9	399	1404	23.4	78	12	391	1412	23.5	78	8	504	1299	21.6	72	9	496	1307	21.7	72
3	10	496	1307	21.7	72	7	437	1366	22.7	76	11	433	1370	22.8	76	6	567	1236	20.6	69	6	580	1223	20.3	68
4	9	563	1240	20.6	69	5	546	1257	20.9	70	9	538	1265	21.0	70	5	659	1144	19.0	63	4	647	1156	19.2	64
5	9	592	1211	20.1	67	4	592	1211	20.1	67	8	592	1211	20.1	67	4	722	1081	17.9	60	4	676	1127	18.7	63
6	8	613	1190	19.8	66	4	630	1173	19.5	65	5	655	1148	19.1	64	4	743	1060	17.6	59	3	748	1055	17.6	59
1	17	273	1530	25.4	85	21	294	1509	25.1	84	14	349	1454	24.2	81	12	395	1408	23.4	78	14	542	1261	20.9	70
2	12	433	1370	22.8	76	14	445	1358	22.6	75	10	500	1303	21.7	72.2	8	571	1232	20.4	68	10	651	1152	19.1	64
3	10	563	1240	20.6	69	8	580	1223	20.3	68	8	605	1198	19.9	66	7	647	1156	19.2	64	10	588	1215	20.2	67
4	9	634	1169	19.4	65	7	626	1177	19.6	65	8	630	1173	19.5	65	5	706	1097	18.3	61	9	634	1169	19.4	65
5	8	647	1156	19.2	64	7	676	1127	18.8	63	6	722	1081	17.9	60	4	739	1064	17.7	59	5	651	1152	19.1	64
6	6	664	1139	18.9	63	6	685	1118	18.6	62	5	743	1060	17.6	58	4	769	1034	17.2	57	3	697	1106	18.4	61
1	23	239	1564	26.0	87	15	260	1543	25.7	86	15	311	1492	24.8	83	10	344	1459	24.3	81	11	487	1316	21.9	73
2	16	395	1408	23.4	78	10	416	1387	23.1	77	11	428	1375	22.8	76	8	437	1366	22.7	76	10	605	1198	19.9	66
3	11	454	1349	22.4	75	9	462	1341	22.3	74	9	491	1312	21.8	72	7	508	1295	21.5	72	9	672	1131	18.8	63
4	8	546	1257	20.9	70	7	546	1257	20.1	69	7	542	1261	20.9	69	5	580	1223	20.3	68	9	710	1093	18.1	60
5	7	567	1236	20.6	69	7	575	1228	20.4	68	6	605	1198	19.9	66	4	697	1106	18.4	61	5	760	1043	17.3	58
6	7	584	1219	20.3	68	6	609	1194	19.9	66	5	680	1123	18.7	62	3	743	1060	17.6	58	5	764	1039	17.2	58

TABEL E2

GROND NO.: VK (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 65 - 73 mS m⁻¹ (Munisipale water)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	24	202	1601	26.6	89	16	218	1585	26.4	88	15	265	1538	25.6	85	12	319	1484	24.7	82	10	407	1396	23.3	67
2	18	340	1463	24.3	81	15	353	1450	24.1	81	12	353	1450	24.1	80	8	374	1429	23.8	79	9	454	1349	22.4	75
3	14	407	1396	23.2	77	9	412	1391	23.1	77	9	403	1400	23.3	78	7	424	1379	22.9	76	4	462	1341	22.3	74
4	11	454	1349	22.4	75	8	428	1375	22.9	76	7	449	1354	22.5	75	6	462	1341	22.3	74	4	496	1307	21.7	72
5	9	479	1324	22.0	73	8	470	1333	22.2	74	6	487	1316	21.9	73	5	479	1324	22.0	73	2	563	1240	20.6	69
6	9	483	1320	22.0	73	4	487	1316	21.9	73	4	496	1307	21.7	72	4	517	1286	21.4	71	2	550	1253	20.8	69
1	21	164	1639	27.3	91	20	231	1572	26.1	87	13	277	1526	25.4	85	15	336	1467	24.4	81	14	328	1307	21.7	72
2	16	307	1496	24.9	83	15	344	1459	24.3	81	10	353	1450	24.1	80	9	416	1387	23.1	77	8	508	1295	21.5	72
3	13	395	1408	23.4	78	9	391	1412	23.3	78	7	428	1375	22.9	77	6	470	1333	22.2	74	6	567	1236	20.6	69
4	11	420	1383	23.0	77	7	441	1362	22.7	76	7	466	1337	22.0	77	5	525	1278	21.3	71	5	601	1202	20.0	67
5	10	449	1354	22.5	75	6	491	1312	21.8	73	4	504	1299	21.6	72	4	559	1244	20.7	69	3	634	1169	19.4	65
6	9	462	1241	22.3	75	6	521	1282	21.3	71	4	504	1299	21.6	72	4	571	1232	20.5	68	2	655	1148	19.1	64
1	21	193	1610	26.8	89	14	239	1564	26.0	87	16	294	1509	25.1	84	10	311	1492	24.8	83	9	340	1463	24.3	81
2	12	340	1463	24.3	81	11	361	1442	24.0	80	11	395	1408	23.4	78	8	386	1417	23.6	79	6	403	1400	23.3	78
3	10	416	1387	23.1	77	7	391	1412	23.5	78	9	416	1387	23.1	77	6	445	1358	22.6	75	5	458	1345	22.4	75
4	8	458	1345	22.4	75	7	462	1341	22.3	74	6	445	1358	22.6	75	6	504	1299	21.6	72	4	550	1253	20.8	69
5	6	496	1307	21.7	72	7	470	1333	22.2	74	6	454	1349	22.4	75	4	538	1265	21.0	70	2	617	1186	19.7	66
6	7	521	1282	21.3	71	7	479	1324	22.0	73	5	475	1328	22.1	74	3	550	1253	20.8	69	2	626	1177	19.6	65
1	19	248	1555	25.9	86	18	193	1610	26.8	89	13	218	1585	26.4	88	11	277	1526	25.4	85	12	357	1446	24.1	80
2	17	336	1467	24.4	81	13	302	1501	25.0	83	10	323	1506	25.6	85	8	412	1391	23.1	77	7	475	1328	22.1	74
3	10	374	1429	23.8	79	11	357	1446	24.1	80	7	386	1417	23.6	79	7	508	1295	21.5	72	5	529	1274	21.2	71
4	9	403	1400	23.3	78	8	382	1421	23.6	79	6	475	1328	22.1	74	4	563	1240	20.6	69	3	580	1223	20.3	68
5	8	437	1366	22.7	76	8	458	1345	23.4	78	6	529	1274	21.2	71	3	575	1228	20.4	68	2	609	1194	19.9	66
6	7	466	1337	22.0	73	8	462	1341	22.3	74	3	554	1249	20.8	69	3	571	1232	20.5	68	2	609	1194	19.9	66

TABEL E3

GROND NO.: LK6 (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803 cm³. Waterkwaliteit: 65 - 73 mS m⁻¹ (Munisipale water)

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1	26	336	1467	24.4	81	19	340	1463	24.3	81	20	349	1454	24.2	81	14	357	1446	24.1	80	17	378	1425	23.7	79
2	19	550	1253	20.8	69	18	517	1286	21.4	71	14	567	1236	20.6	69	9	559	1244	20.7	69	12	588	1215	20.2	67
3	14	622	1181	19.7	66	13	622	1182	19.7	66	11	634	1169	19.4	65	8	676	1127	18.6	62	9	676	1127	18.8	63
4	11	685	1118	18.6	62	13	680	1123	18.7	62	10	701	1102	18.3	61	7	735	1068	17.8	59	8	781	1022	17.0	57
5	10	714	1089	18.1	60	9	718	1085	18.0	60	8	785	1018	16.9	56	5	806	997	16.6	55	5	874	929	15.5	52
6	10	714	1089	18.1	60	6	748	1055	17.6	59	7	785	1018	16.9	56	4	836	967	16.1	54	4	903	900	15.0	50
1	22	290	1513	25.2	84	21	340	1463	24.3	81	15	378	1425	23.7	79	16	332	1471	24.5	82	11	416	1387	23.1	77
2	13	441	1362	22.7	76	14	550	1253	20.8	55	10	538	1265	21.0	70	8	521	1282	21.3	71	9	647	1156	19.2	64
3	10	546	1255	20.9	70	12	664	1139	18.9	62	8	605	1198	19.9	70	6	701	1102	18.3	61	7	714	1089	18.1	60
4	8	647	1156	19.2	64	9	718	1089	18.1	60	7	710	1093	18.2	61	5	781	1022	17.0	57	5	806	997	16.6	55
5	7	697	1306	21.7	72	9	735	1068	17.8	59	6	764	1039	17.3	58	4	878	925	15.4	51	4	886	917	15.3	51
6	6	731	1072	17.5	58	6	773	1030	17.1	52	4	790	1031	16.8	56	4	874	292	15.5	52	4	886	917	15.3	51
1	19	395	1408	23.4	78	16	386	1417	23.6	79	17	382	1421	23.6	79	13	399	1404	23.4	78	12	336	1467	24.4	81
2	15	496	1334	22.2	74	9	559	1244	20.7	69	13	508	1295	21.5	72	11	554	1249	20.8	69	9	596	1234	20.5	68
3	12	563	1240	20.6	69	7	609	1194	19.9	60	10	601	1202	19.7	66	8	630	1173	19.5	65	6	701	1102	18.3	61
4	11	596	1234	20.5	68	5	659	1144	19.0	63	8	680	1123	18.7	62	7	685	1118	18.6	62	5	781	1022	17.0	57
5	10	634	1169	19.4	65	4	697	1106	18.4	61	7	731	1072	17.5	58	5	777	1026	17.1	57	3	811	992	16.5	55
6	10	630	1173	19.5	65	4	714	1089	18.1	60	6	756	1049	17.4	58	4	790	1013	16.9	56	3	874	929	15.5	52
1	22	323	1480	24.6	82	20	294	1509	25.1	84	18	252	1551	25.8	86	18	340	1463	24.3	81	14	382	1421	23.6	79
2	15	559	1244	20.7	69	12	538	1265	21.0	70	11	525	1278	21.3	71	14	529	1274	21.2	71	10	622	1182	19.7	66
3	12	664	1139	18.9	63	9	647	1156	19.2	64	6	655	1148	19.1	64	9	643	1160	19.3	64	9	769	1034	17.2	57
4	11	722	1081	18.0	60	6	706	1097	18.2	61	5	790	1013	16.9	56	7	760	1043	17.4	58	6	857	946	15.7	52
5	10	760	1043	17.4	58	4	760	1043	17.3	58	5	794	1009	16.8	56	6	823	980	16.3	54	4	916	887	14.8	49
6	9	781	1022	17.0	57	3	756	1047	17.4	58	5	815	988	16.4	55	4	844	959	16.0	53	4	945	858	14.3	47

TABEL E1S. TB : MUNISIPALE WATER, EG = 65 - 73 mS m⁻¹

Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)						
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	26.1	25.4	26.9	0.62
2		4	25.4	25.0	25.8	0.41
5		4	24.8	24.2	25.7	0.65
10		4	23.9	23.4	24.3	0.47
15		4	21.8	20.9	22.9	0.83
1	2	4	23.4	22.8	24.1	0.54
2		4	23.0	22.6	23.4	0.35
5		4	22.9	21.7	23.6	0.88
10		4	21.7	20.4	22.7	0.98
15		4	20.2	19.1	21.7	1.09
1	3	4	21.8	20.6	22.6	0.90
2		4	21.4	20.3	22.7	1.28
5		4	21.7	19.9	22.8	1.28
10		4	20.7	19.2	21.5	1.04
15		4	19.9	18.8	20.3	0.70
1	4	4	20.2	19.4	20.9	0.71
2		4	20.0	19.5	20.9	0.64
5		4	20.6	19.5	21.0	0.72
10		4	19.5	18.3	20.3	0.99
15		4	19.0	18.1	19.4	0.62
1	5	4	20.1	19.2	20.6	0.64
2		4	19.5	18.8	20.4	0.85
5		4	19.5	17.9	20.1	1.04
10		4	18.3	17.7	19.0	0.58
15		4	18.4	17.3	19.1	0.77
1	6	4	19.8	18.9	20.3	0.64
2		4	19.1	18.2	19.9	0.79
5		4	18.7	17.6	19.3	0.76
10		4	17.7	17.2	18.4	0.50
15		4	17.8	17.2	18.4	0.52

$$\text{KUMINF (6)} = 20.296 - 0.282x + 0.0699x^2$$

$$R^2 = 0.832$$

$$P = 0.084$$

$$\text{KUMINF (6)} = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL E2S. VK : MUNISIPALE WATER, EG = 65 - 73 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	26.7	25.9	27.3	0.58
2		4	26.3	26.0	26.8	0.36
5		4	25.6	25.1	26.4	0.54
10		4	24.8	24.4	25.4	0.42
15		4	23.4	21.7	24.3	1.18
1	2	4	24.5	24.3	24.9	0.29
2		4	24.4	24.0	25.0	0.45
5		4	24.3	23.4	25.6	0.93
10		4	23.3	23.1	23.6	0.26
15		4	22.3	21.5	23.3	0.75
1	3	4	23.4	23.1	23.8	0.31
2		4	23.5	23.1	24.1	0.43
5		4	23.2	22.9	23.6	0.30
10		4	23.1	22.2	24.5	1.0
15		4	21.6	20.6	22.4	0.87
1	4	4	22.8	22.4	23.3	0.45
2		4	22.9	22.3	23.6	0.54
5		4	22.3	22.0	22.6	0.29
10		4	22.2	20.6	24.6	1.75
15		4	20.7	20.0	21.7	0.75
1	5	4	22.2	21.7	22.7	0.46
2		4	22.4	21.8	23.4	0.69
5		4	21.8	21.2	22.4	0.51
10		4	21.0	20.4	22.0	0.69
15		4	19.9	19.4	22.3	0.51
1	6	4	21.9	21.3	22.3	0.42
2		4	21.9	21.3	22.3	0.42
5		4	21.6	20.8	22.1	0.54
10		4	20.8	20.5	21.4	0.42
15		4	19.9	19.1	20.8	0.71

$$\text{KUMINF} = 22.0 - 0.067x - 0.005x^2$$

$$R^2 = 0.998$$

$$P = 0.001$$

$$\text{KUMINF}$$

$$X = \text{UNP}$$

TABEL E3S. LK6 : MUNISIPALE WATER, EG = 65 - 73 mS m⁻¹

		Kumulatiewe Infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
1	1	4	24.4	23.4	25.5	0.75
2		4	24.3	23.6	25.1	0.61
5		4	24.3	23.6	25.8	1.02
10		4	24.1	23.4	24.5	0.48
15		4	23.7	23.1	24.4	0.54
1	2	4	21.6	20.7	22.7	1.00
2		4	21.0	20.7	21.4	0.31
5		4	21.1	20.6	21.5	0.39
10		4	21.0	20.7	21.3	0.32
15		4	19.9	19.2	20.5	0.57
1	3	4	20.0	18.9	20.9	0.91
2		4	19.4	18.9	19.9	0.46
5		4	19.5	19.1	19.9	0.35
10		4	18.9	18.3	19.5	0.57
15		4	18.1	17.2	18.8	0.67
1	4	4	19.1	18.0	20.5	1.07
2		4	18.5	18.1	19.0	0.42
5		4	18.0	16.9	18.7	0.87
10		4	17.7	17.0	18.6	0.68
15		4	16.6	15.7	17.0	0.61
1	5	4	19.2	17.4	21.7	1.89
2		4	17.9	17.4	18.4	0.44
5		4	17.1	16.8	17.5	0.33
10		4	16.4	15.4	17.1	0.71
15		4	15.5	14.8	16.5	0.71
1	6	4	18.0	17.0	19.5	1.08
2		4	17.6	17.1	18.1	0.42
5		4	16.9	16.4	17.4	0.41
10		4	16.1	15.5	16.9	0.58
15		4	15.0	14.3	15.5	0.53

$$KUMINF = 18.121 - 0.235 + 0.002x^2$$

$$(6) = 0.975$$

$$R^2 = 0.012$$

P

$$KUNINF =$$

$$X = UNP$$

BYLAAG F
LABORATORIUMSIMULASIES
(Afwisselende waterkwaliteit)

	GRONDNR.	TABEL
- Afloop en infiltrasie:	LK4	F1
	TD	F2
	FR	F3
- Statistiese data:	LK4	F1S
	TD	F2S
	FR	F3S

TABEL F1

BYLAAG F

GRONDNO.: LK4 (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803cm³. Waterkwaliteit: Afwissellend: Reënwater (RW) en Munisipale water (MW)

Siklus	UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1RW	24	265	1538	25.6	85	17	281	1522	25.3	84	14	311	1492	24.8	83	20	374	1424	23.8	79
2MW	23	244	1559	25.9	86	14	269	1534	25.5	85	15	298	1505	25.0	83	22	344	1454	24.3	81
3RW	14	428	1375	22.9	78	11	479	1324	22.0	73	11	550	1253	20.8	69	12	689	1114	18.5	62
4MW	13	391	1412	23.5	78	11	433	1376	22.8	76	9	496	1307	21.7	72	12	596	1207	20.1	67
5RW	9	613	1190	19.8	66	6	634	1169	19.5	65	5	689	1114	18.5	62	16	769	1034	17.2	57
6MW	10	542	1261	21.0	70	7	584	1219	20.3	68	6	651	1152	19.2	64	6	718	1085	18.1	60
7RW	7	643	1160	19.3	64	5	697	1106	18.4	61	4	777	1026	17.1	57	4	815	988	16.11	55
8MW	7	605	1198	19.9	66	5	647	1156	19.2	64	4	718	1085	18.1	60	4	769	1034	17.2	57
1RW	25	286	1517	25.2	84	25	307	1496	24.9	83	18	336	1467	24.4	81	13	340	1463	24.3	81
2MW	26	269	1534	25.5	85	24	289	1514	25.2	84	17	302	1501	25.0	83	13	307	1496	24.9	83
3RW	12	412	1391	23.1	77	14	437	1366	22.7	76	13	512	1291	21.5	72	8	655	1148	19.1	64
4MW	13	382	1421	23.6	79	14	420	1383	23.0	77	11	466	1337	22.2	74	8	617	1186	19.7	66
5RW	8	550	1253	20.8	69	8	630	1173	19.5	65	8	710	1093	18.9	63	6	790	1013	16.9	56
6MW	9	496	1307	21.7	72	8	596	1207	20.1	67	8	672	1131	18.8	63	7	710	1093	18.2	61
7RW	6	697	1106	18.4	61	6	722	1081	18.0	60	6	773	1030	17.1	57	4	844	959	16.0	53
8MW	5	689	934	15.5	52	6	706	1097	18.3	61	6	727	1076	17.9	60	3	806	997	16.6	55
1RW	19	227	1576	26.2	87	22	277	1526	25.4	85	23	286	1517	25.2	84	15	311	1492	21.8	83
2MW	18	223	1580	26.3	88	23	264	1534	25.6	85	20	269	1534	25.5	84	14	294	1509	25.1	84
3RW	12	458	1345	22.4	75	11	508	1295	21.4	71	13	601	1202	20.0	67	9	622	1181	19.7	66
4MW	11	424	1379	22.9	76	12	479	1324	22.0	73	11	533	1270	21.1	70	10	592	1231	24.5	82
5RW	9	584	1219	20.3	68	8	638	1165	19.4	65	7	722	1081	18.0	60	4	743	1060	17.6	57
6MW	9	533	1270	21.1	70	7	584	1219	20.3	68	8	664	1139	19.0	63	5	689	1114	18.5	62
7RW	6	714	1089	18.1	60	5	714	1089	18.1	60	6	748	1055	17.6	59	4	790	1013	18.9	63
8MW	6	676	1127	18.1	63	4	668	1135	18.9	63	4	685	1118	18.5	62	2	756	1047	17.4	58

TABEL F2

GRONDNO.: TD (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 556.5cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803cm³. Waterkwaliteit: Afwissellend: Reënwater (RW) en Munisipale water (MW)

Siklus	UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1RW	21	504	1299	21.6	72	20	617	1186	19.7	66	15	756	1047	17.4	58	11	878	925	15.4	51
2MW	12	508	1295	21.5	72	18	601	1202	20.0	67	14	756	1049	17.4	58	11	861	942	15.7	52
3RW	9	605	1198	19.9	66	14	706	1097	18.3	61	10	844	959	16.6	53	6	1193	610	10.1	34
4MW	9	588	1215	20.2	67	13	655	1148	19.1	64	11	806	997	15.6	55	5	1147	656	10.9	36
5RW	6	651	1152	19.2	64	9	756	1047	17.4	58	7	882	921	15.3	51	4	1310	493	8.2	27
6MW	6	613	1190	19.8	66	6	722	1081	18.0	60	7	857	946	15.7	52	3	1264	539	9.0	30
7RW	4	739	1064	17.7	59	5	848	955	15.9	53	4	1075	728	12.1	40	1	1529	274	4.6	15
8MW	4	727	1076	17.9	60	5	794	1009	17.8	56	4	991	812	13.5	45	1	1491	312	5.2	17
1RW	18	550	1253	20.8	69	18	596	1207	20.1	67	19	743	1060	17.6	59	14	794	1009	16.8	56
2MW	20	538	1265	21.0	70	19	559	1244	20.7	69	20	680	1123	18.7	62	12	764	1039	17.3	58
3RW	13	655	1148	19.1	64	15	676	1127	18.8	63	13	815	988	16.4	55	8	1105	698	11.6	39
4MW	15	622	1181	19.7	66	15	647	1156	19.2	64	12	777	1026	17.1	57	8	1084	719	12.0	40
5RW	9	727	1076	17.9	60	10	806	997	16.6	55	9	928	875	14.6	49	5	1277	576	9.6	32
6MW	8	680	1123	18.7	62	7	764	1039	17.3	58	9	890	913	15.2	51	4	1256	547	9.1	30
7RW	7	760	1043	17.4	58	6	844	959	16.0	53	4	1092	711	11.8	39	3	1407	396	6.6	22
8MW	8	718	1085	18.1	60	6	790	1013	16.9	56	5	1037	760	12.7	42	2	1348	455	7.6	25
1RW	19	521	1282	21.3	71	14	655	1148	19.1	64	13	798	1005	16.7	56	9	937	866	14.4	48
2MW	15	504	1299	21.6	68	14	626	1177	19.6	65	12	769	1034	17.2	57	9	920	883	14.7	49
3RW	14	580	1223	20.3	67	10	739	1064	17.7	59	9	928	875	14.6	49	6	1126	677	11.3	38
4MW	14	554	1249	20.8	69	10	689	1114	18.5	61.8	9	924	879	14.6	49	6	1075	728	12.1	40
5RW	11	626	1177	19.6	65	8	819	984	16.3	55	6	979	824	13.7	46	4	1243	560	9.3	34
6MW	9	580	1223	20.3	67	7	781	1022	17.0	57	5	949	854	14.2	47	3	1214	589	9.8	33
7RW	8	664	1139	19.0	63	5	907	896	14.9	50	4	1046	757	12.6	42	1	1424	379	6.3	21
8MW	6	651	1152	19.2	64	5	890	913	15.2	51	4	1004	799	13.3	44	1	1395	408	6.8	23

TABEL F3

GRONDNO.: FR (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601 cm². Toediening = 60mm.h⁻¹ vir 30 minute = 1803cm³. Waterkwaliteit: Afwissellend: Reënwater (RW) en Munisipale water (MW)

Siklus	UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1RW	19	281	1522	25.3	84	15	349	1454	24.2	81	14	420	1383	23.0	77	9	588	1215	20.2	67
2MW	17	206	1597	26.6	89	16	302	1501	24.9	83	13	382	1421	23.6	79	9	550	1253	20.8	69
3RW	12	605	1198	19.9	60	9	668	1135	18.9	63	8	764	1039	17.3	58	6	1063	740	12.3	41
4MW	11	550	1253	20.8	69	9	605	1198	19.9	66	8	714	1089	18.1	60	6	1016	787	13.1	44
5RW	8	735	1068	17.8	59	7	815	988	16.4	55	5	840	962	16.0	53	4	1260	543	9.0	30
6MW	7	697	1106	18.4	61	6	748	1055	17.6	59	6	790	1013	16.9	57	4	1231	572	9.5	32
7RW	4	811	992	16.5	55	5	874	929	15.5	52	4	1193	610	10.1	34	1	1339	464	7.7	26
8MW	4	764	1039	17.8	58	5	823	980	16.3	54	4	1096	707	11.8	39	1	1327	474	7.9	26
1RW	23	248	1555	25.9	86	17	386	1417	23.6	79	10	508	1295	21.5	72	12	626	1177	19.6	65
2MW	21	244	1559	25.9	86	16	365	1438	23.9	80	11	454	1349	22.4	75	11	596	1207	20.1	67
3RW	13	638	1165	19.4	65	10	559	1244	20.7	69	8	806	997	16.6	55	7	1016	787	13.1	44
4MW	13	605	1198	19.9	66	9	550	1253	20.8	69	9	781	1022	17.0	58	7	983	820	13.6	45
5RW	7	756	1047	17.4	58	6	731	1072	17.8	59	6	941	862	14.34	48	5	1218	585	9.7	32
6MW	7	756	1047	17.4	58	6	735	1068	17.8	59	6	874	929	15.5	52	4	1163	640	10.6	35
7RW	6	794	1004	16.8	56	4	840	963	16.0	53	4	1117	686	11.4	38	3	1302	501	8.3	28
8MW	6	739	1064	17.7	59	5	773	1030	17.1	57	4	1088	715	11.9	38	3	1264	539	9.0	30
1RW	14	340	1463	24.3	81	18	319	1484	24.7	82	11	521	1282	21.3	71	8	655	1148	19.1	64
2MW	14	311	1492	24.8	83	20	281	1522	25.3	84	12	462	1341	22.3	74	9	596	1207	20.1	67
3RW	8	571	1232	20.5	68	9	622	1181	19.7	66	7	848	955	15.9	53	6	991	812	13.5	45
4MW	8	542	1261	21.0	70	8	559	1244	20.7	69	6	815	988	14.4	48	6	991	812	13.5	45
5RW	5	718	1085	18.1	60	5	823	980	16.3	54	5	991	812	13.5	45	3	1189	614	10.2	34
6MW	6	685	1118	18.6	62	6	760	1043	17.4	58	5	949	854	14.2	47	3	1159	644	10.7	35
7RW	4	848	955	15.9	53	4	903	900	15.0	50	3	1138	665	11.0	37	2	1344	459	7.6	25
8MW	4	798	1005	16.7	56	4	895	908	15.1	50	4	1092	711	11.8	39	2	1315	488	8.1	27

**TABEL F1S. LK4 : AFWISSELLENDE WATERKWALITEIT
(REËNWATER/MUNISIPALE WATER)**

Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)							
UNP= x	Siklus	Water	N	Gemid- deld	Mini- mum	Maksi- mum	Standaard Afwyking
2 5 10 15	1	Reënwater	3 3 3 3	25.8 25.2 24.8 23.3	25.5 24.9 24.4 21.8	26.2 25.4 25.2 24.3	0.38 0.26 0.40 1.32
2 5 10 15	2	Munisipale water	3 3 3 3	25.9 25.4 25.2 24.8	25.5 25.2 25.0 24.3	26.3 25.6 25.5 25.1	0.40 0.21 0.29 0.42
2 5 10 15	3	Reënwater	3 3 3 3	22.8 22.0 21.8 19.1	22.4 21.4 20.0 18.5	23.1 22.7 24.5 19.7	0.36 0.65 2.40 0.60
2 5 10 15	4	Munisipale water	3 3 3 3	23.3 22.6 21.7 21.4	22.9 22.0 21.1 19.7	23.6 23.0 22.2 24.5	0.38 0.53 0.55 2.66
2 5 10 15	5	Reënwater	3 3 3 3	20.3 19.5 18.5 17.2	19.8 19.4 18.0 16.9	20.8 19.5 18.9 17.6	0.59 0.06 0.45 0.35
2 5 10 15	6	Munisipale water	3 3 3 3	21.3 20.2 19.0 18.3	21.0 20.1 18.8 18.1	21.7 20.3 19.2 18.5	0.38 0.12 0.20 0.21
2 5 10 15	7	Reënwater	3 3 3 3	18.6 18.2 17.3 17.1	18.1 18.0 17.1 16.0	19.3 18.4 17.6 18.9	0.62 0.21 0.29 1.57
2 5 10 15	8	Munisipale water	3 3 3 3	18.1 18.8 18.2 17.1	15.5 18.3 17.9 16.6	19.9 19.2 18.5 17.4	2.29 0.46 0.31 0.42

$$KUMINF (8) = 17.7 + 0.284x - 0.022x^2$$

$$R^2 = 0.807$$

$$P = 0.253$$

$$KUMINF (8) = \text{Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die agtste siklus}$$

$$X = UNP$$

**TABEL F2S. TD : AFWISSELLENDE WATERKWALITEIT
(REËNwater/MUNISIPALE WATER)**

			Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP = x	Siklus	Water	N	Gemid- deld	Mini- mum	Maksi- mum	Standaard Afwyking
2 5 10 15	1	Reënwater	3 3 3 3	21.2 19.6 17.2 15.5	20.8 19.1 16.7 14.4	21.6 20.1 17.6 16.8	0.40 0.50 0.47 1.21
2 5 10 15	2	Munisipale water	3 3 3 3	21.4 20.1 17.9 15.9	21.0 19.6 17.4 14.7	21.6 20.7 18.7 17.3	0.32 0.56 0.68 1.31
2 5 10 15	3	Reënwater	3 3 3 3	19.8 18.3 15.9 11.0	19.1 17.7 14.6 10.1	20.3 18.8 16.6 11.6	0.61 0.55 1.10 0.79
2 5 10 15	4	Munisipale water	3 3 3 3	20.2 18.9 15.8 11.7	19.7 18.5 14.6 10.9	20.8 19.2 17.1 12.1	0.55 0.38 1.26 0.67
2 5 10 15	5	Reënwater	3 3 3 3	18.9 16.8 14.5 9.0	17.9 16.3 13.7 8.2	19.6 17.4 15.3 9.6	0.89 0.57 0.80 0.74
2 5 10 15	6	Munisipale water	3 3 3 3	19.6 17.4 15.0 9.3	18.7 17.0 14.2 9.0	20.3 18.0 15.7 9.8	0.82 0.51 0.76 0.44
2 5 10 15	7	Reënwater	3 3 3 3	18.0 15.6 15.2 5.8	17.4 14.9 11.8 4.6	19.0 16.0 12.6 6.6	0.85 0.61 0.78 1.08
2 5 10 15	8	Munisipale water	3 3 3 3	18.4 16.6 13.2 6.5	17.9 15.2 12.7 5.2	19.2 17.8 13.5 7.6	0.70 1.32 0.42 1.22

KUMINF (8) = $18.655 - 0.111x - 0.046x^2$

R² = 0.993

P = 0.047

KUMINF (8) = Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die agtste siklus

X = UNP

**TABEL F3S. FR: AFWISSELLENDE WATERKWALITEIT
(REËNwater/MUNISIPALE WATER)**

			Kumulatiewe infiltrasie (mm) na 30 minute (KUMINF)				
UNP= x	Siklus	Water	N	Gemid- deld	Mini- mum	Maksi- mum	Standaard Afwyking
2	1	Reënwater	3	25.2	24.3	25.9	0.81
5			3	24.2	23.6	24.7	0.55
10			3	23.9	23.0	24.5	0.81
15			3	19.6	19.1	20.2	0.55
2	2	Munisipale water	3	25.8	24.8	26.6	0.91
5			3	24.7	23.9	25.3	0.72
10			3	22.8	22.3	23.6	0.72
15			3	20.3	20.1	20.8	0.40
2	3	Reënwater	3	19.9	19.4	20.5	0.55
5			3	18.9	18.8	20.7	0.90
10			3	16.6	15.9	17.3	0.70
15			3	13.0	12.3	13.5	0.61
2	4	Munisipale water	3	20.6	19.9	21.0	0.59
5			3	20.5	19.9	20.8	0.49
10			3	16.5	14.4	18.1	1.90
15			3	13.4	13.1	13.6	0.26
2	5	Reënwater	3	17.8	17.4	18.1	0.35
5			3	16.8	16.3	17.8	0.84
10			3	14.6	13.5	16.0	1.27
15			3	9.6	9.0	10.2	0.60
2	6	Munisipale water	3	18.1	17.4	18.6	0.64
5			3	17.6	17.4	17.8	0.20
10			3	15.5	14.2	16.9	1.35
15			3	10.3	9.5	10.7	0.67
2	7	Reënwater	3	16.4	15.9	16.8	0.46
5			3	15.5	15.0	16.0	0.50
10			3	10.8	10.1	11.4	0.67
15			3	7.9	7.6	8.3	0.38
2	8	Munisipale water	3	17.4	16.7	17.8	0.61
5			3	16.2	15.1	17.1	1.01
10			3	11.8	11.8	11.9	0.06
15			3	8.3	7.9	9.0	0.59

KUMINF (8) = $18.813 - 0.579x - 0.008x^2$

R² = 0.754

P = 0.086

KUMINF (8) = Kumulatiewe infiltrasie na 30 minute tydens die sesde siklus

X = UNP

BYLAAG G

LABORATORIUMSIMULASIES

(Afwisselende toedieningstempo)

	GRONDNR.	TABEL
- Afloop en infiltrasie:	LK4	G1
	TD	G2
	FR	G3
- Statistiese data		
(Persentasie infiltrasie):	LK4	G1S
	TD	G2S
	FR	G3S

TABEL G1

BYLAAG G

GRONDNO.: LK4 (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601cm². Toediening = Wisselend: 60mm.h⁻¹ = 1803cm³; 90mm.h⁻¹ = 2705 cm³; 30 minute elkWaterkwaliteit: NAV = UNP, EG = 15.4 mS m⁻¹

Siklus	UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1 (60)	24	185	1618	26.9	90	20	218	1585	26.4	88	22	290	1513	25.2	84
2 (90)	21	571	2134	35.5	79	16	626	2079	34.6	77	16	815	1890	31.4	70
3 (60)	21	218	1585	26.4	88	15	311	1492	24.8	83	17	307	1496	24.9	83
4 (90)	17	592	2113	35.2	78	13	697	2008	33.4	74	15	861	1844	30.7	68
5 (60)	16	248	1555	25.9	86	14	349	1454	24.2	81	15	328	1475	24.5	82
6 (90)	9	622	2083	34.7	77	9	785	1920	31.9	71	10	945	1760	29.3	65
7 (60)	10	269	1534	25.5	85	9	428	1375	22.9	76	11	361	1442	24.0	80
8 (90)	9	664	2041	34.0	75	8	844	1861	31.0	69	7	1000	1705	28.4	63
1 (60)	21	151	1652	27.5	92	23	210	1593	26.5	88	19	244	1559	25.9	86
2 (90)	14	613	2092	34.8	77	14	655	2050	34.1	76	14	739	1966	32.7	73
3 (60)	15	248	1555	25.9	86	15	340	1463	24.3	81	14	365	1438	23.9	80
4 (90)	12	622	2083	34.7	77	12	680	2025	33.7	75	11	823	1882	31.3	70
5 (60)	12	277	1526	25.4	85	14	332	1471	24.5	82	12	416	1387	23.1	77
6 (90)	8	659	2046	34.0	76	8	777	1928	32.1	71	8	970	1735	28.9	64
7 (60)	9	319	1484	24.7	82	9	349	1554	24.2	81	8	416	1387	23.1	77
8 (90)	8	672	2033	33.8	75	7	798	1907	31.7	70	6	966	1739	28.9	64
1 (60)	21	244	1559	25.9	86	19	281	1522	25.3	84	20	323	1480	24.6	82
2 (90)	16	559	2146	35.7	79	15	647	2058	34.2	76	15	806	1899	31.6	70
3 (60)	18	260	1543	25.7	86	16	298	1505	25.0	83	15	386	1417	23.6	79
4 (90)	15	626	2079	34.6	77	12	735	1970	32.8	73	14	798	1907	31.7	70
5 (60)	15	294	1509	25.1	84	13	340	1463	24.3	81	13	441	1362	22.7	76
6 (90)	12	647	2058	34.2	76	10	743	1962	32.6	73	8	974	1731	28.8	64
7 (60)	10	311	1492	24.8	83	10	386	1417	23.6	79	9	454	1349	22.4	75
8 (90)	9	659	2046	34.0	76	9	811	1894	31.5	70	7	941	1764	29.4	65

TABEL G2

GRONDNO.:TD (LABORATORIUM)

Oppervlakte = 601cm². Toediening = Wissellend: 60mm.h⁻¹ = 1903 cm³; 90mm.h⁻¹ = 2705 cm³; 30 minute elkWaterkwaliteit: NAV = UNP, EG = 15.4 mS m⁻¹

Siklus	UNP = 1					UNP = 2					UNP = 5				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1 (60)	22	386	1417	23.6	79	19	483	1320	22.0	73	17	634	1169	19.5	65
2 (90)	16	680	2025	33.7	75	17	689	2016	33.5	75	17	806	1899	31.6	70
3 (60)	16	412	1391	23.1	77	15	525	1278	21.3	71	15	689	1114	18.5	62
4 (90)	13	941	1764	29.4	65	13	1004	1701	28.3	63	14	1042	1663	27.7	61
5 (60)	14	487	1316	21.9	73	13	571	1233	20.5	68	12	739	1064	17.7	59
6 (90)	12	1197	1508	25.1	56	11	1100	1605	26.7	59	10	1226	1479	24.6	55
7 (60)	11	521	1282	21.3	71	11	601	1202	20.0	67	8	861	942	15.7	52
8 (90)	10	1227	1478	24.6	55	10	1252	1453	24.2	54	6	1365	1340	22.3	50
1 (60)	18	328	1475	24.5	82	21	416	1387	23.1	77	14	659	1144	19.0	63
2 (90)	16	659	2046	34.0	76	18	743	1962	32.6	73	14	844	1861	31.0	69
3 (60)	15	424	1379	22.9	76	17	496	1307	21.7	72	12	714	1089	18.1	60
4 (90)	12	764	1941	32.3	72	14	966	1739	28.9	64	12	1025	1680	28.0	62
5 (60)	10	525	1278	21.3	71	15	596	1207	20.1	70	9	794	1009	16.8	56
6 (90)	9	878	1827	30.4	68	12	1012	1693	28.2	63	8	1247	1458	24.3	54
7 (60)	9	613	1190	19.8	66	10	659	1144	19.0	63	6	899	904	15.0	50
8 (90)	9	1037	1668	27.8	62	9	1176	1529	25.4	57	6	1298	1407	23.4	52
1 (60)	17	407	1396	23.2	76	16	445	1358	22.6	75	15	554	1249	20.8	69
2 (90)	15	647	2058	34.2	76	15	764	1941	32.3	72	13	920	1785	29.3	66
3 (60)	15	416	1387	23.1	77	15	458	1345	22.4	75	12	685	1118	18.6	62
4 (90)	14	832	1873	31.2	69	12	928	1777	29.6	66	8	1096	1609	26.8	59
5 (60)	14	550	1253	20.8	69	11	609	1194	19.9	66	8	752	1051	17.5	58
6 (90)	12	979	1726	28.7	64	9	1050	1655	27.5	61	6	1281	1424	23.7	53
7 (60)	13	580	1223	20.3	68	10	655	1148	19.1	64	6	865	938	15.6	52
8 (90)	11	1075	1630	27.1	60	8	1147	1558	25.9	58	5	1306	1399	23.3	52

TABEL G3

GRONDNO.: FR (LABORATORIUM).

Oppervlakte = 601cm². Toediening = Wissellend: 60 mm.h⁻¹ = 1803 cm³; 90 mm.h⁻¹ = 2705 cm³; 30 minute elkWaterkwaliteit: NAV = UNP, EG = 15.4 mS m⁻¹

Siklus	UNP = 2					UNP = 5					UNP = 10					UNP = 15				
	Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.			Tyd tot afloop (min)	Kum. afloop na 30 min (ml)	Kum. infiltrasie na 30 min.		
			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%			ml	mm	%
1 (60)	23	223	1580	26.3	88	24	214	1589	26.4	88	18	281	1522	25.3	84	16	319	1484	24.7	82
2 (90)	20	470	2235	37.2	83	17	575	2130	35.4	79	20	315	2390	39.8	88	15	437	2268	37.7	84
3 (60)	19	298	1505	25.0	83	15	307	1496	24.9	83	15	336	1467	24.4	81	12	521	1282	21.3	71
4 (90)	17	538	2167	36.1	80	12	584	2121	35.3	78	14	466	2239	37.3	83	12	823	1882	31.1	70
5 (60)	17	353	1450	24.1	80	12	370	1433	23.8	79	10	454	1349	22.4	75	8	701	1102	18.3	61
6 (90)	15	571	2134	35.5	79	11	596	2109	35.1	78	8	903	1802	30.0	67	6	1268	1437	23.9	53
7 (60)	13	407	1396	23.2	77	11	411	1392	23.2	77	6	664	1139	19.0	63	5	920	883	14.7	49
8 (90)	12	680	2025	33.7	75	10	769	1936	32.2	72	5	1252	1453	24.2	54	4	1588	1117	18.6	41
1 (60)	25	214	1589	26.4	88	20	248	1555	25.9	86	21	248	1555	25.9	86	19	298	1505	25.0	83
2 (90)	20	445	2260	37.6	84	17	550	2155	35.9	80	20	353	2352	39.1	87	20	353	2352	39.1	87
3 (60)	20	286	1517	25.2	84	18	298	1505	25.0	83	16	386	1417	23.6	79	14	487	1316	21.9	73
4 (90)	17	571	2134	35.5	79	15	605	2100	34.9	78	17	479	2226	37.0	82	13	769	1936	32.2	72
5 (60)	18	332	1471	24.5	82	16	319	1484	24.7	82	14	428	1375	22.9	76	10	668	1135	18.9	63
6 (90)	17	588	2117	35.2	78	14	588	2117	35.2	78	12	853	1852	30.8	68	8	1226	1479	24.6	55
7 (60)	14	416	1387	23.1	77	13	445	1358	22.6	75	8	689	1114	18.5	62	7	949	854	14.2	47
8 (90)	14	626	2079	34.6	77	10	857	1848	30.7	68	6	1214	1491	24.8	55	6	1621	1084	18.0	40
1 (60)	23	202	1601	26.6	89	21	260	1543	25.7	86	17	336	1467	24.4	81	21	357	1446	24.1	80
2 (90)	20	424	2281	38.0	84	16	596	2109	35.1	78	18	307	2398	39.9	89	20	386	2319	38.6	86
3 (60)	17	332	1471	24.5	82	17	349	1454	24.2	81	15	361	1442	24.0	80	12	563	1240	20.6	69
4 (90)	15	580	2125	35.4	79	14	617	2088	34.7	77	16	449	2256	37.5	83	12	836	1869	31.1	69
5 (60)	15	344	1459	24.3	81	14	374	1429	23.8	79	14	424	1379	22.9	76	9	718	1085	18.1	60
6 (90)	13	596	2109	35.1	78	13	630	2075	34.5	77	12	823	1882	31.3	70	8	1210	1495	24.9	55
7 (60)	12	416	1387	23.1	77	12	370	1433	23.8	79	8	743	1060	17.6	59	6	962	841	14.0	47
8 (90)	12	634	2071	34.5	77	10	895	1810	30.1	67	7	1151	1554	25.9	57	4	1642	1063	17.7	39

**TABEL G1S. LK4 : AFWISSELENDE TOEDIENINGSTEMPO (60 EN 90 mm.h⁻¹),
NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹**

		Persentasie Infiltrasie (%) na 30 minute (PERINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
2	1 60 mm.h ⁻¹	3	89.3	86	92	3.06
5		3	86.7	84	88	2.31
10		3	84.0	82	86	2.0
2	2 90 mm.h ⁻¹	3	78.3	77	79	1.15
5		3	76.3	76	77	0.58
10		3	71.0	70	73	1.73
2	3 60 mm.h ⁻¹	3	86.7	86	88	1.15
5		3	82.3	81	83	1.15
10		3	80.7	79	83	2.08
2	4 90 mm.h ⁻¹	3	77.3	77	78	0.58
5		3	74.0	73	75	1.0
10		3	69.3	68	70	1.15
2	5 60 mm.h ⁻¹	3	85.0	84	86	1.0
5		3	81.3	81	82	0.58
10		3	78.3	76	82	3.21
2	6 90 mm.h ⁻¹	3	76.3	76	77	0.58
5		3	71.7	71	73	1.15
10		3	64.3	64	65	0.58
2	7 60 mm.h ⁻¹	3	83.3	82	85	1.53
5		3	78.7	76	81	2.52
10		3	77.3	75	80	2.22
2	8 90 mm.h ⁻¹	3	75.3	75	76	0.58
5		3	70.0	69	70	0.58
10		3	64.0	63	65	1.0

PERINF (8) = 77.531 - 1.388x

r = 0.99

P = 0.091

PERINF (8) = Persentasie infiltrasie na 30 minute tydens die agtste siklus

X = UNP

**TABEL G2S. TD : AFWISSELENDE TOEDIENINGSTEMPO (60 EN 90 mm.h⁻¹),
NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹**

		Persentasie Infiltrasie (%) na 30 minute (PERINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
2	1 60 mm.h ⁻¹	3	79.0	76	82	3.0
5		3	75.0	73	77	2.0
10		3	66.7	63	69	3.1
2	2 90 mm.h ⁻¹	3	75.7	75	76	0.58
5		3	73.3	72	75	1.53
10		3	68.3	66	70	2.08
2	3 60 mm.h ⁻¹	3	76.7	76	77	0.58
5		3	72.7	71	75	2.08
10		3	61.3	60	62	1.15
2	4 90 mm.h ⁻¹	3	68.7	65	72	3.51
5		3	64.3	63	66	1.53
10		3	60.7	69	62	1.53
2	5 60 mm.h ⁻¹	3	71.0	69	73	2.0
5		3	68.0	66	70	2.0
10		3	57.7	56	59	1.53
2	6 90 mm.h ⁻¹	3	62.7	56	68	6.11
5		3	61.0	59	63	2.0
10		3	54.0	53	55	1.0
2	7 60 mm.h ⁻¹	3	68.3	66	71	2.52
5		3	64.7	63	67	2.08
10		3	51.3	50	52	1.15
2	8 90 mm.h ⁻¹	3	59.0	50	62	3.61
5		3	56.3	54	58	2.08
10		3	51.3	50	52	1.15

PERINF (8) = 61.01 - 0.963x

r = 0.999

P = 0.019

PERINF (8) = Persentasie infiltrasie na 30 minute tydens die agtste siklus

X = UNP

**TABEL G3S. FR : AFWISSELENDE TOEDIENINGSTEMPO (60 EN 90 mm.h⁻¹),
NAV = UNP, EG = 15 mS m⁻¹**

		Persentasie Infiltrasie (%) na 30 minute (PERINF)				
UNP = x	Siklus	N	Gemiddeld	Minimum	Maksimum	Standaard Afwyking
2	1 60 mm.h ⁻¹	3	88.3	88	89	0.58
5		3	88.7	86	88	1.15
10		3	83.7	81	86	2.52
15		3	81.7	80	83	1.53
2	2 90 mm.h ⁻¹	3	83.7	83	84	0.58
5		3	79.0	78	80	1.0
10		3	88.0	87	89	1.0
15		3	85.7	84	87	1.53
2	3 60 mm.h ⁻¹	3	83.0	82	84	1.0
5		3	82.0	81	83	1.15
10		3	80.0	79	81	1.0
15		3	71.0	69	73	2.0
2	4 90 mm.h ⁻¹	3	79.3	74	80	0.58
5		3	77.7	77	78	0.58
10		3	82.7	82	83	0.58
15		3	70.3	69	72	0.53
2	5 60 mm.h ⁻¹	3	81.0	80	82	1.0
5		3	80.0	79	82	1.73
10		3	75.7	75	76	0.58
15		3	61.3	60	63	1.53
2	6 90 mm.h ⁻¹	3	78.3	78	79	0.58
5		3	77.7	77	78	0.58
10		3	68.3	67	70	1.53
15		3	54.3	53	55	1.15
2	7 60 mm.h ⁻¹	3	77.0	77	77	0
5		3	77.0	75	79	2.00
10		3	61.3	59	63	2.08
15		3	47.7	47	49	1.15
2	8 90 mm.h ⁻¹	3	76.3	75	77	1.15
5		3	69.0	67	72	2.65
10		3	55.3	54	57	1.53
15		3	40.0	39	41	1.00

PERINF (8) = 82.561 - 2.799x

r = - 0.999

P = 0.001

PERINF (8) = Persentasie infiltrasie na 30 minute tydens die agtste siklus

X = UNP