

ONTWIKKELING EN REKENARISERING VAN 'N GESKIKTE VLOEDBESPROEIING- ONTWERPPROSEDURE

VOLUME 3:

**BEVESTIGING VAN HIDRODINAMIESE
MODELLE EN KENMERKENDE EIENSKAPPE
GELDIG VIR VLOEDBESPROEIING IN SUID-AFRIKA**

deur

GHJ KRUGER

Verslag aan die Waternavorsingskommissie deur

Rehab Consultation

en die

Departement Landbou-ingenieurswese,

Universiteit van Pretoria

November 1997

WNK Verslag No	290/3/98
ISBN	1 86845 371 5
ISBN STEL	1 86845 373 1

INHOUDSOPGAWE

Bladsy

VOORWOORD	iv
BESTUURSOPSOMMING	v
BEDANKINGS	x
AFKORTINGS & SIMBOLELYS	xiii
1 INLEIDING	1
1.1 INLEIDING TOT SIMULERINGSTUDIES	1
1.2 DIE NUT VAN HDRODINAMIESE SIMULERINGSMODELLE IN VLOEDBESPROEING	2
1.3 DIE NUT VAN ONTLEEDBARE TENDENSE BY VLOED- BESPROEING	3
1.4 PROBLEEMSTELLING	4
1.5 NAVORSINGSDOELWITTE	4
1.6 UITEENSETTING VAN DIE NAVORSING	4
2 TEORETIESE BEGINSELS WAT BY SIMULERINGSMODELLE BETROKKE IS	6
2.1 HIDROULIESE BEGINSELS	6
2.1.1 Historiese ontwikkeling van hidrouliese beginsels	6
2.1.2 Bespreking van bewese beginsels	6
2.1.3 Toepassing van hidrouliese beginsels vir ontwerp- en simulerings- doeleindes	13
2.2 HIDRODINAMIESE SIMULERINGSMODELLE	14
2.2.1 Modelverskille	15
2.2.2 Hidrouliese benadering	18
2.2.3 Simuleringsmodeluitsette	24

2.3	GELDIGHEID VAN GESIMULEERDE DATA IN DIE PRAKTYK	27
2.4	PROBLEMATIEK RONDOM DIE KORRELASIE TUSSEN GEMETE EN GESIMULEERDE DATA	28
3	METODIEK WAT GEBRUIK IS	30
3.1	INLEIDING EN STUDIE-ONTWERP	30
3.2	SIMULERINGSMODELLE WAT EVALUEER IS	31
3.3	DATAVERSAMELING	31
3.4	DIE METODE WAT ONTWIKKEL IS OM SIMULERINGSMODELLE AAN GEMETE DATA TE TOETS	32
3.4.1	Beredenering van beginsels	32
3.4.2	Voorbeeld van prosedure gevolg	34
4	BEVESTIGING VAN SIMULERINGSMODELLE AAN DIE HAND VAN DIE "GLEN-EKSPERIMENT"	43
4.1	INLEIDING	43
4.2	METODE WAT GEVOLG IS	43
4.2.1	Insameling van data	43
4.2.2	Verwerking van data	45
4.2.3	Vergelyking tussen gesimuleerde en gemete vorderings- en afdrogingsfrontkrommes	45
4.3	RESULTATE VAN DIE "GLEN EKSPERIMENT"	47
4.3.1	Evaluering van die gemete data	48
4.3.2	Vergelyking tussen die gemete en die voorspelde data met behulp van die Sirmod-voortjiesubroetine en die Sirmod- aangepaste-beddingmetode	49
4.3.3	Vergelyking tussen gemete en voorspelde data met behulp van die infiltrasie-aangepaste simuleringsmodelle	56
4.3.4	Statistiese vergelyking	65

4.4	GEVOLGTREKKING	65
5	RESULTATE, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS VANAF DIE DATA WAT IN DIE DATASTELLE VERTOON WORD	66
5.1	INLEIDING	66
5.2	RESULTATE	66
	5.2.1 Beddingbesproeiing	66
	5.2.2 Voortjiesbesproeiing	67
5.3	GEVOLGTREKKING EN BESPREKING	68
	5.3.1 Beddingbesproeiing	68
	5.3.2 Voortjiesbesproeiing	68
	LITERATUURLYS	69
	BYLAE A: DATASTELLE VAN GESIMULEERDE BEDDINGBESPROEIING ...	72
	BYLAE B: DATASTELLE VAN GESIMULEERDE VOORTJIEBESPROEIING .	108

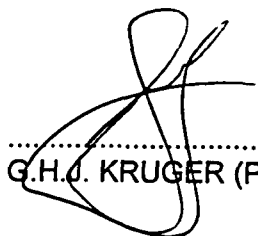
VOORWOORD

Die navorsingsprojek oor ontwerpprosedures vir vloedbesproeiing is van 'n omvangryke aard, en gevolglik word die dokumentering daarvan in vier volumes weergegee:

- Volume 1:** Ontwikkeling en rekenarisering van 'n geskikte vloedbesproeiing ontwerpprocedure: Samevattende verslag.
- Volume 2:** Kritiese evaluering van vloedbesproeiing-ontwerpprosedures.
- Volume 3:** Bevestiging van hidrodinamiese modelle en kenmerkende eienskappe geldig vir vloedbesproeiing in Suid-Afrika.
- Volume 4:** Ontwikkeling en rekenarisering van 'n toepaslike ontwerpprocedure vir vloedbesproeiing.

Die navorsingsprojek het tot die ontwikkeling van die Optivloed 2.2-rekenaarprogram vir die ontwerp van vloedbesproeiing gelei. **Volume 1** dien as programhandleiding vir die Optivloed 2.2-pakket.

Die Optivloed 2.2-rekenaarprogram is beskikbaar vanaf die skrywer via die Waternavorsingskommissie. ('n Rekenaar met 'n 386 verwerker en 'n kleurgrafiese kaart word benodig.)



.....
G.H.J. KRUGER (Pr. Ing.)

I Rehab
Posbus 5219
KOCKSPARK
2523

WATERNAVORSINGSKOMMISSIE
Posbus 824
PRETORIA
0001

BESTUURSOPSOMMING

1. AGTERGROND

Die Universiteit van Pretoria het in 1989 opdrag van die Waternavorsingskommissie ontvang om met die “vloedbesproeiingsnavorsingsprojek” te begin. Daar was voorsien dat die projek vir 'n termyn van drie jaar sou duur. Die projek het nie wesenlik gevorder gedurende die eerste helfte van die beplande tydschedule nie. In 1991 het die skrywer/navorsers die projek oorgeneem. Doelstellings is gewysig ten einde die projek uitvoerbaar te maak. Die navorsers het steeds 'n voltijdse betrekking beklee, en die projek moes op 'n deeltijdse grondslag afgehandel word. Dit het noodwendig tot 'n vertraging in die afhandeling van die projek gelei.

2. GEWYSIGDE DOELSTELLINGS

- Kritiese evaluering van bestaande ontwerpprosedures en aanbeveling van die mees geskikte prosedure vir rekenarisering.
- Ontwikkeling van die mees geskikte prosedure tot 'n rekenariseerbare vlak deur middel van hidrodinamiese modelstudies en eksperimentele data.
- (Om hierdie doelstelling te kon uitvoer, was dit noodsaaklik om eers die geldigheid van hidrodinamiese modelle onder Suid-Afrikaanse toestande, te bewys.)
- Rekenarisering en toets van die prosedure.

3. RESULTATE

3.1 BEVREDIGING VAN DOELSTELLINGS

Die gewysigde doelstellings is almal bevredig deur die resultate wat uit die projek verkry is. Vloedbesproeiingsprosedures is krities evalueer en die mees geskikte prosedure

is verder ontwikkel en gerekenariseer. Die eindresultaat is die Optivloed 2.2-ontwerpprogram.

3.2 MEEVALLENDE RESULTATE

Die vakgebied vloedbesproeiing is vir die eerste keer in Suid-Afrika gedokumenteer. Hierdie dokumentasie (**Volumes 2 tot 4**) behoort in die toekoms verdere navorsing op die gebied van vloedbesproeiing te fokus. Sodoende sal bondige, uitvoerbare, navorsingsprojekte beplan kan word, wat onder andere 'n bydrae sal lewer om die aanwending van die Optivloed 2.2-program te verbeter.

Die aanwendbaarheid van oorsese vloedbesproeiingsmodelle, waarmee simulering van 'n vloedbesproeiingsepisode gedoen kan word, moes vasgestel word aangesien die modelle aangewend moes word in die ontwikkeling van die Optivloed 2.2-program. Leemtes is vasgestel en aanbevelings vir die gebruik van die modelle is geformuleer (**Volume 3**, hoofstuk 5).

3.3 EVALUERING VAN RESULTATE VAN DIE VLOEDBESPROEIINGSPROJEK

Volume 2: Kritiese evaluering van vloedbesproeiing-ontwerpprosedures

Bestaande vloedbesproeiing-ontwerpprosedures is krities evalueer. Die uitgangspunte van verskillende navorsers word toegelig met historiese perspektiewe ten einde die ontwikkeling van ontwerp-tegnologie vir vloedbesproeiing, uit te beeld. In **Volume 2** word die voor- en nadele van empiriese-, volumebalans- en hidrodinamiese ontwerpprosedures teen 'n Suid-Afrikaanse agtergrond uitgewys. 'n Motivering vir die ontwikkeling van 'n geskikte ontwerpprosedure word beskryf. **Volume 1**, paragraaf 2.5.1, som die bevindinge op.

Volume 3: Bevestiging van hidrodinamiese modelle en kenmerkende eienskappe geldig vir vloedbesproeiing in Suid-Afrika

Weens die komplekse aard van vloedbesproeiing is die doelstellings gewysig sodat die

ontwikkeling van 'n gepaste ontwerpprocedure aan wiskundige modellering sowel as eksperimentele navorsing gekoppel kon word. Die gebruik van hidrodinamiese modelle moes, as 'n tussenstap, wetenskaplik onder Suid-Afrikaanse toestande verantwoord word alvorens die resultate van sodanige wiskundige modellering gebruik kon word in die projek.

Twee internasionale simuleringsmodelle is objektief met behulp van data evalueer. Data moes vir die doel ingesamel word op gronde met 'n ultrahoë infiltrasietempo. Verteenwoordigende data is verkry deur ook van die bestaande data uit 'n vorige projek van die Waternavorsingskommissie, asook projekte van die destydse Departement van Landbou, te hewerwerk.

Die evaluering van die Sirmod-model (Walker 1989) het aan die lig gebring dat die voortjiebesproeiingsubroetine misleidende resultate tot gevolg kan hê wanneer dit onder Suid-Afrikaanse toestande objektief aangewend word. Die voorspelingswaarde van die resultate beloop tussen 1,6% tot 85%. Die metode van Kruger (1989) waar 'n voortjie as 'n klein bedding met eenheidswydte beskou word, lewer egter deurgaans goeie simulerings met gemete resultate. 'n Voorspellingswaarde wat tussen 78% tot 99% wissel is vir hierdie metode verkry. Laasgenoemde metode word dus in Suid-Afrika aanbeveel.

Beddingbesproeiing word oor die algemeen goed gesimuleer deur beide simuleringsmodelle met 'n voorspellingswaarde van 80% - 99% (Resultate in **Volume 3**, hoofstuk 5). Die Sirmod- model word egter aanbeveel weens die gemak waarmee oplossings bereik word.

'n Objektiewe metode om infiltrasie en vloeiweerstand te bepaal moes ook ontwikkel word (**Volume 3** paragraaf). Die metode is geskik om 'n opvolgnavorsing tot 'n algemeen bruikbare tegniek vir ontwerpers ontwikkel te word.

Volume 4: Ontwikkeling en rekenarisering van die mees toepaslike ontwerpprocedure vir vloedbesproeiing

In **Volume 4** word kenmerkende eienskappe, wat op ontwerp in Suid-Afrika betrekking

het, uitgewys, bespreek en wiskundig ontleed. Tegnieke wat betrekking het op optimale besproeiing en wat in **Volume 2** uitgewys is, word tot 'n wiskundige ontwerpmodel ontwikkel. Die navorser het aanvanklik 'n sigblad-program geprogrammeer ten einde die werking van die model te toets. Die Optivloed 2.2-program is daarna op 'n objekgeoriënteerde wyse met behulp van die C++-rekenaartaal geprogrammeer. 'n Grafiese interaksie is ontwikkel deur die ontwerpberekeninge grafies op die rekenaarskerm voor te stel.

Die ontwerper kan telkens sien hoedat 'n verandering in die ontwerpkeuses, die stelsel sal beïnvloed (Beskrywing in **Volume 4**, Hoofstuk6).

Die ontwerpprogram is ten volle tweetalig en sal met min insette in enige ander taal vertaal kan word. Die ontwerpprocedure is universeel, wetenskaplik gefundeerd en gebruikersvriendelik. As sulks beskik die procedure oor 'n wye aanwendbaarheid en aangesien dit tans enig in sy soort is, behoort daar ook 'n aanvraag vir die program buite Suid-Afrika te wees.

Die ontwerpprocedure is op beperkte skaal getoets soos in **Volume 4**, Hoofstuk 7, aangedui. Die wiskundige beredenering is korrek, en daar is in die programmering voorsiening gemaak vir die aanpassing van berekeninge soos wat meer inligting deur navorsing beskikbaar kom. In **Volume 4**, Hoofstuk 5, en ook in **Volume 1**, paragraaf 2.7, word aanbevelings oor die verbetering van die program in opvolgnavorsing gemaak.

3.4 POTENSIËLE BYDRAE WAT DIE PROJEKRESULTATE TOT DIE VLOEDBESPROEIINGSBEDRYF KAN MAAK

Vloedbesproeiing word steeds op sowat 40% van die totale besproeide oppervlak in Suid-Afrika toegepas. In **Volume 1**, paragraaf 2.6, word aangedui dat die resultate van die projek 'n potensiële bydrae op die volgende gebiede kan maak:

- Waterbesparing.
- Opleiding en tegnologie-oordrag.

- Ontwerp.
- Navorsing en ontwikkeling.
- Stelselbestuur.

3.5 AAANBEVELINGS TEN OPSIGTE VAN VERDERE NAVORSING WAT UIT DIE PROJEK KAN VOORTSPRUIT

In **Volume 1**, paragraaf 2.2, word breedvoerig aangedui watter verdere navorsing en ontwikkeling uit die projek mag voortspruit. Daar is drie vername aspekte wat aangespreek behoort te word, naamlik:

1) Verbetering van die Optivloed 2.2-program self

Bepaalde aspekte kon nie volledig in die huidige projek nagevors word nie (Kyk **Volume 1**, paragraaf 4.2.7,).

2) Standaard prosedures vir die bepaling van ontwerpinstette

Tegnieke om infiltrasie en ander instette te bepaal is tans nie gestandaardiseer nie. Die toepassingswaarde van die Optivloed 2.2-program word tans daardeur benadeel.

3) Opleiding en ontwerphandleidings

Daar bestaan histories nie 'n praktiese ontwerphandleiding vir vloedbesproeiing in Suid-Afrika nie. So 'n ontwerpersgids moet beide teoretiese en praktiese aspekte behandel, soos dit in **Volume 2**, paragraaf 2.3.5, beskryf is.

Die ontwerpprocedure van die Optivloed 2.2-program berus op nuwe verbeterde teoretiese uitgangspunte, wat vir die meeste ontwerpers in die praktyk totaal vreemd is.

BEDANKINGS

Die skrywer van hierdie publikasie spreek graag sy dank en waardering uit aan die volgende instansies en persone:

1. Waternavorsingskommissie (WNK) vir die fondse en ondersteuning met hierdie projek.

Persone betrokke in die loodskomitees vanaf 1990:

Voorsitter: Mnr. D.S. Van der Merwe

Lede: Dr. G.R. Backeberg
Mnr A.D. Brink
Mev. M. de Lange
Prof. H.L.M. du Plessis
Mnr. D.J. du Rand
Mnr. J.H. Eckard
Mnr A.C. Fritz
Mnr. D.F.M. Korff
Mnr. F.P. Marais
Dr. P.C.M. Reid
Mnr. F.B. Reinders
Dr. D. Russell
Mnr. J.H. Smit
Mnr. H. Smith
Mnr. C.M. Stimie
Mnr. A. van Wyk
Prof. G. Venter

- 2) Die Departement Landbou. Afdeling Landbou-ingenieurswese vir die beskikbaarstelling van personeel, infrastruktuur, data en tyd. In besonder word die volgende persone bedank: (alfabetiese volgorde)
Mnre H.G.R. Coetzee, C.T. Crosby, J. Erasmus, H. Hamman, F. Hugo, P.A. le Roux en B. van Vuuren. Mev M. Liebenberg en E. Lourens.
- 3) Mnre W.I. du Plessis en A.S. Mabaso word bedank vir hulp met die insameling van data.
- 4) Die Universiteit van Pretoria, Departement Landbou-Ingenieurswese vir taalversorging en ander insette gelewer:

Prof. G. Venter en Prof. H.L.M. du Plessis en hul personeel.

- 5) Die volgende persone word bedank vir die beskikbaarstelling van data:
Mnr K. Meyer, T. Prinsloo, B. van Rensburg en Dr. D. Russell.
- 6) Die kantoorpersoneel van **IREHAB** word bedank vir die tikwerk en ander insette:
Mevv. A.M. Hattingh, A. Kruger, K. Kruger en M. Redelinghuys.

AFKORTINGS & SIMBOLELYS

∂	Parsiële afgeleide/differensiaal
$\bar{A}$	'n Konstante
f	Funksie van / koëffisiënt
σ_2	Faktor waarmee die subprofiel/oppervlak gedefinieer word
α_3	Bestuursfaktor
I_{res}	Gemiddelde infiltrasietempo tydens die resessiefase
A	Area
bw	Beddingwydte
Cu/Uc	Verspreidingsdoeltreffendheid
E	Doeltreffendheid
E_a	Toedieningsdoeltreffendheid
E_s	Storingsdoeltreffendheid
E_u	Verspreidingsdoeltreffendheid
F	Froude-getal
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
F_n	Diepte van toediening
g	Swaartekragversnelling
ha	Hektaar
i	i-de inkrement
IF	Infiltrasie groep/inname-familie
I	Infiltrasie
k	Afsnykonstante
K	Kostiakov-infiltrasiekonstante
ℓ	Astand vanaf die vaste punt van die golfprofiel
L	Lengte/beddinglengte
n	Manningkonstante vir vloeiweerstand
Θ	Grondwaterinhoud
pf	Oppervlakstoring op oneweredige grondoppervlaktes
Q	Stroomgrootte/eenheidstroomgrootte
q	Vloeitempo / stroomgrootte
q_{inf}	Infiltrasie met vloeitempo

Q_o	Beginstroom
Q_u	Uitvloeistroom / eenheidstroomgrootte
R	Hidrouliese radius/straal
R_{off}	Afloop ("tail water runoff")
S	Beddinghelling
SA	Suid-Afrika
SCS	Soil Conservation Service
S_f	Energie/wrywingshelling
S_o	Grond-/kanaalhelling
S_w	Waterhelling
S_y	Vloediepte konstante
t / t^x	Dimensielose tyd
T_{∞}	Afsnytyd
T_g	Gemiddelde bruto kontaktyd
T_k	Kontaktyd
T_L	Resessietyd
T_{LAG}	Wegdreinerings tyd
T_n	Netto infiltrasietyd
USDA	United States Department of Agriculture
v	Snelheid
x	Afstand
$x^{\cdot}$	Dimensielose vorderingsfunksie vir afstand
y	Vloediepte
Z	Bruto toediening / toediening
z^1	Vertikale hoogte

HOOFSTUK 1

INLEIDING

1.1 INLEIDING TOT SIMULERINGSSTUDIES

Die finale resultaat van 'n vloedbesproeiingsepisode word deur die verband tussen 'n aantal faktore (soos reeds in **Volume 2**, Hoofstuk 2 vermeld), bepaal. Hierdie verband kan wiskundig uit die universele beginsels van massa- en energiebehoud afgelei word. Die komplekse aard van hierdie wiskundige afleidings maak dit egter onmoontlik om eenvoudige analitiese oplossings te gebruik.

Soos in **Volume 2** (paragrafe 2.3.2 tot 2.3.5) vermeld, is verskeie pogings in die verlede aangewend om vloedbesproeiingstechnologie deur middel van empiriese tegnieke, en/of vereenvoudigde wiskundige verbande te beskryf. Hierdie pogings was nie suksesvol nie en het tot verskeie wanopvattinge gelei. Die wanopvattinge het die vloedbesproeiingsbedryf in Suid-Afrika benadeel. Vereenvoudigde en foutiewe tegnologie, asook 'n gebrek aan nuwe verbeterde tegnologie, het veroorsaak dat beide ontwerpers en produsente onseker gevoel het oor die finale resultate wat met potensiële stelsels verwag sou kon word. Gevolglik was daar ook sedert die laat sestigjare 'n grootskaalse verskuiwing van vloedbesproeiing na ander besproeiingstelsels.

Soos reeds in **Volume 2**, (Hoofstuk 2) vermeld, was navorsing in die VSA veral gerig op die ontleding, asook die oplos van die wiskundige verband tussen die faktore wat 'n enkele vloedbesproeiingsepisode beheer.

Verskeie navorsers het oor 'n tydperk van sowat 30 jaar tot die uiteindelijke vrystelling van simuleringsmodelle vir vloedbesproeiing bygedra (**Volume 2** paragraaf 2.3.3). Sulke simuleringsmodelle is veral in die VSA en Australië aan die hand van praktiese data getoets (Clemmens, 1979; Maheshwari *et al.*, 1989).

Daar is aanduidings dat simuleringsmodelle, met enkele aanpassings, ook in Suid- Afrika suksesvol aangewend kan word (Kruger 1989). Hierdie modelle is egter nog nie vir Suid-Afrikaanse toestande getoets nie.

1.2 DIE NUT VAN HIDRODINAMIESE SIMULERINGSMODELLE IN VLOED-BESPROEING

Simuleringsstudies bied 'n unieke geleentheid aan navorsers om onder andere die volgende aspekte van vloedbesproeiingstechnologie te verken, naamlik:

i) Oplos van die verband tussen faktore betrokke:

Soos reeds aangedui kan die verband tussen die faktore wat by vloedbesproeiing 'n rol speel, nie analities opgelos word nie.

'n Hidrodinamiese simuleringsmodel kan aangewend word om hierdie verband met behulp van rekenaar-tegnologie op te los. 'n Enkele besproeiingsepisode kan sodoende gesimuleer word. Die oplossings wat verkry word, voldoen binne 'n toelaatbare foutlimiet, aan die voorwaardes vir massa- en energiebehoud. Die teoretiese oplossings wat so verkry word is egter nie altyd prakties uitvoerbaar nie. Die redes hiervoor word in **Volume 4** volledig uiteengesit.

ii) Ontleding van tendense.

Deur op 'n georganiseerde basis 'n aantal agtereenvolgende simulerings uit te voer, kan bepaalde tendense ontleed word (Kruger, 1989).

Frangmeier en Strelkoff (1979) het byvoorbeeld die invloed wat die verandering in helling op die doeltreffendheid van 'n stelsel kan hê, bestudeer.

Hulle het in die eerste proefloop met hul simuleringsmodel gevind dat die vorderings- en afdrogingstye toeneem met toename in die vloe weerstand, soos verwag kon word. Die verrassing in die resultate was dat die besproeiings-, storings- en verspreidingsdoeltreffendhede nie betekenisvol deur die hoër vloe weerstande beïnvloed is nie. Walker (1991) spreek sy verbasing uit oor die

vloeiweerstande beïnvloed is nie. Walker (1991) spreek sy verbasing uit oor die hoë doeltreffendhede wat met sy SIRMOD-simuleringsmodel vir tipiese Suid-Afrikaanse geslote beddings met helling verkry is.

Bogenoemde voorbeelde illustreer die nut van ontleedbare tendense. Vloedbesproeiingsontwerp kan dus aansienlik vereenvoudig word indien tendense ontleed en beskryf word. Wanopvattinge kan so uit die weg geruim word, terwyl ontwerpkennis met behulp van sulke tendense aangeleer kan word.

Waar stelsels voorheen eksperimenteel teen hoë koste en met moeite uitgelê is, kan dieselfde en selfs veel beter resultate met behulp van simuleringsmodelle verkry word.

1.3 DIE NUT VAN ONTLEEDBARE TENDENSE BY VLOEDBESPROEIING

Soos in **Volume 2** (paragraaf 2.3.1) aangedui, het vroeëre navorsers die nut van waarneembare tendense tydens vloedbesproeiing besef. Empiriese ontwerpprosedures het so hul beslag gekry. In die VSA het navorsingsdoelwitte egter hoofsaaklik na die ontwikkeling van simuleringsmodelle verskuif. Ongelukkig het die ontleding van vloedbesproeiingstendense op die agtergrond gebly, met die gevolg dat die ontwikkeling van ontwerpprosedures gestagneer het.

Verskeie ontwerpers (byvoorbeeld Meriam, 1978) het egter die belangrikheid van sekere tendense (soos kenmerkende afdrogingsfronteïenskappe) in die ontwerp- en opgraderingsproses van vloedbesproeiingstelsels beklemtoon.

Die belangrikste aspek hiervan is egter dat 'n gepaste ontwerpprosedure uit die wiskundige ontleding van tendense mag voortvloei (Kruger, 1986; 1989). (In **Volume 4** word verder hieraan aandag gegee.)

1.4 PROBLEEMSTELLING

Die voorafgaande bespreking toon dat simuleringsmodelle nuttig aangewend kan word by die ontwerp van vloedbesproeiingstelsels en by die ontleding van faktore

wat by vloedbesproeiing 'n rol speel.

Dit is egter nog nie wetenskaplik bevestig dat hidrodinamiese simuleringsmodelle wel onder Suid-Afrikaanse toestande geld nie (gesien teen die agtergrond soos geskets in **Volume 2**, (hoofstuk 3)).

1.5 NAVORSINGSDOELWITTE

- i) Bestudering van toepaslike simuleringsmodelle aan die hand van literatuur- en agtergrondstudies.
- ii) Insameling van verteenwoordigende data om die modelle te toets.
- iii) Vasstelling van die aanwendbaarheid van simulering-modelle vir die ontleding van vloedbesproeiing in Suid-Afrika.

1.6 UITEENSETTING VAN DIE NAVORSING

Die navorsingsprojek oor die aanwending van simuleringsmodelle is aanvanklik aangepak as 'n uitvloeisel van Projek OVH 77 van die Departement van Landbou, asook 'n opdrag van die eertydse Direktoraat Landbou-Ingenieurswese om die simuleringsmodel van Strelkoff (1985) te evalueer (Kruger 1989). Uitbreiding van die WNK se vloedbesproeiingsprojek was die gevolg van die voorlopige verslag deur Kruger wat oor die kritiese evaluering van vloedbesproeiingsontwerpprosedures gehandel het (**Volume 2**). In hierdie volume word voorspel dat 'n gepaste ontwerpprosedure waarskynlik ontwikkel sou kon word deur 'n simuleringsmodel met ontleedbare tendense soos byvoorbeeld afdrogingsfront- en bestuursensitiwiteits-analises te kombineer. Die volgende probleemareas is egter geïdentifiseer, naamlik:

- i) Die aanwendbaarheid en geldigheid van simuleringsmodelle onder Suid-Afrikaanse toestande is nog bewys nie. Die gebruik daarvan is dus nie wetenskaplik verantwoordbaar nie.

- ii) Dit is onmoontlik om tendense slegs uit gemete data te bewys. Die gebruik van 'n simuleringsmodel is dus onontbeerlik om verteenwoordigende ontleding van tendense te kan doen.

Die navorsing om die geldigheid van simuleringsmodelle onder Suid-Afrikaanse toestande te bewys, is dus 'n noodsaaklike tussenstap tot die ontwikkeling en bevestiging van 'n rekenariseerbare ontwerpprocedure.

In hoofstuk 2 van hierdie volume (**Volume 3**), word bewese teoretiese beginsels wat by vloedbesproeiingstegnologie, en meer spesifiek by simuleringsmodelle betrokke is, beskryf. Die beskrywing is meer gedetailleerd, maar is aanvullend tot die gedeelte in **Volume 2**, paragraaf 2.3.3.

Hoofstukke 4 en 5 handel oor onderskeie groepe gemete- en gesimuleerde data. Die procedure waarop die data ingesamel is word aangehaal, waarna resultate, bespreking en gevolgtrekkings gegee word.

In Hoofstuk 5 word die resultate, gevolgtrekkings en aanbevelings opgesom.

HOOFSTUK 2

TEORETIESE BEGINSELS WAT BY SIMULERINGSMODELLE BETROKKE IS

2.1 HIDROULIESE BEGINSELS:

Die waarde van simuleringsmodelle is dat dit die hidrouliese verband tussen faktore wat by vloedbesproeiing betrokke is, kan bepaal.

Die uitgangspunt in die wiskundige samestelling en numeriese oplossingstegnieke van simuleringsmodelle, moet dus eers bestudeer word voordat die modelle in Suid-Afrika getoets of gebruik kan word.

2.1.1 Historiese ontwikkeling van hidrouliese beginsels

In **Volume 2**, (Hoofstuk 2), word die agtergrond en ontwikkeling van algemene hidrouliese beginsels bespreek. In paragraaf 2.3.3 en Tabel 2.2, **Volume 2**, word die historiese ontwikkeling beskryf en opgesom. Die ontwerp-oogmerke, beheermeganismes en die meetbare fases wat tydens 'n besproeiingsepisode voorkom, word behandel. Die meer wiskundige beredenering van die beginsels van massa- en energiebehoud word aanvullend tot die genoemde bespreking in die volgende gedeeltes van paragraaf 2.1 (**Volume 3**), behandel.

2.1.2 Bespreking van bewese beginsels

Die verspreiding van water op of in 'n grond word hoofsaaklik deur die volgende twee faktore bepaal, naamlik:

- a) Die volume water losgelaat, en
- b) Die insetenergie en energieverliese, wat weer onderverdeel kan word in :
 - Energieverliese bogrondse, en
 - Energieverliese ondergrondse.

Die hele proses is onderhewig aan die universele beginsel van massa- en energiebehoud.

Saint Venant (Chow, 1959) beskryf die beginsels van massa- en energiebehoud deur middel van die volgende twee vergelykings, naamlik:

i) **Die kontinuïteitsvergelyking:**

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} + I = 0$$

ii) **Die bewegingsvergelyking:**

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial x} = S_0 - S_f + \frac{I_x V}{2gA}$$

As gevolg van die komplekse aard van die vergelykings is eksakte wiskundige oplossings onmoontlik. Die beginsels van die vloeivergelykings is egter van kardinale belang in vloedbesproeiing. Die afleiding van die Saint Venant-vloeivergelykings (volgens Chow, 1959) word vir kanaalvloeï aangetoon met die doel om die beginsels waarop simuleringsmodelle gegrond en beskryf word, toe te lig.

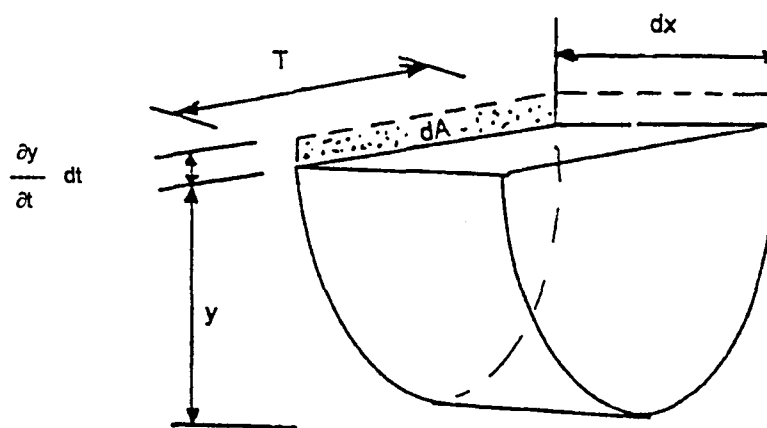
Paragraaf 2.1.2.1 (**Volume 3**) toon die sogenaamde "Teorie van geleidelik-veranderende onstabiele vloei" waaruit 'n drie-dimensionele kontinuïteitsvergelyking, wat vir alle tipes vloedbesproeiing geld, afgelei kan word. Die beginsel van massabehoud (of volumebalans) word hierin saamgevat. Simuleringsmodelle stel die rekenaar-operateur in staat om 'n keuse te maak ten opsigte van die tydsintervalle wat hy by die oplossingstegniek toepas. Sodoende kan die beginsel van massabehoud binne 'n voorafgekose foutlimiet gehou word.

Paragraaf 2.1.2.2 (Volume 3) toon die sogenaamde "Dinamiese vloevergelyking vir onstabiele vloei" aan. Die beginsel vir energiebehoud word deur middel van Newton se tweede wet en die Bernoulli-prinsiep afgelei. Hierdie "kanaalvloeiteorie" kan op vloedbesproeiing toegepas word.

In simuleringsmodelle moet die rekenaaroperateur sekere besluite neem oor die wyse waarop die beginsel vir energiebehoud toegepas moet word.

2.1.2.1 Teorie van geleidelik-veranderende onstabiele vloei (Chow, 1959)

By onstabiele vloei verander die vloeitempo met afstand ($\partial Q/\partial x$), asook die vloediepte met tyd ($\partial y/\partial t$).



Figuur 2.1 Voorstelling van 'n vloeiprofiel-inkrement

Die verandering van vloeitempo met tyd (dt) = $\frac{\partial Q}{\partial x} \times \frac{dx}{dt}$

Die gevolglike verandering in die storingskapasiteit van die kanaal is:

$$T dx \frac{\partial y}{\partial t} dt = dx \frac{\partial A}{\partial t} dt.$$

Aangesien water nie saampersbaar is nie, moet volumebalans geld sodat die verandering in netto vloei en storting nul is.

dus:
$$\frac{\partial Q}{\partial x} dx dt + T dx \frac{\partial y}{\partial t} dt = 0$$

of:
$$\frac{\partial Q}{\partial x} dx dt + dx \frac{\partial A}{\partial t} dt = 0$$

Vereenvoudig:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + T \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

of:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

Vir 'n gegewe kanaalseksie is: $Q = VA$,

dus geld:
$$\frac{\partial(VA)}{\partial x} + T \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

of:

$$A \frac{\partial y}{\partial x} + v \frac{\partial A}{\partial x} + T \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

Aangesien hidrouliese diepte $D = \frac{A}{T}$

en $A = T f(y)$

dus geld:

$$D \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

Bogenoemde vergelykings toon die verskillende variasies van die kontinuïteitsbeginsel vir oop kanale met onstabiele vloei. Vir 'n reghoekige

kanaal geld:

$$\frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

waar q = eenheidsvloei $[(m^3/h)/m]$

(Voorgestel deur Saint Venant).

Vir 'n onttrekking van q' per eenheidslengte (soos by vloedbesproeiing) geld:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} + q' = 0 \quad \text{-----2.1}$$

waar Q = eenheidsvloeitempo $[(m^3/h)/m]$

2.1.2.2 Die dinamiese vloeivergelyking vir onstabiele vloei (Chow, 1959)

Uit Figuur 2.1 (volgens Newton se tweede wet) volg dat:

(F)krag = (m)massa x (a)versnelling en die krag as gevolg van versnelling is gelyk aan

$$\frac{w}{g} \times \frac{\partial V}{\partial t}$$

waar w = digtheid van water (kg/m^3) .

Indien aanvaar word dat daar 'n klein helling en versnelling in die x-rigting voorkom, kan die werk wat verrig word bereken word deur die krag met die afstand (dx) te vermenigvuldig sodat:

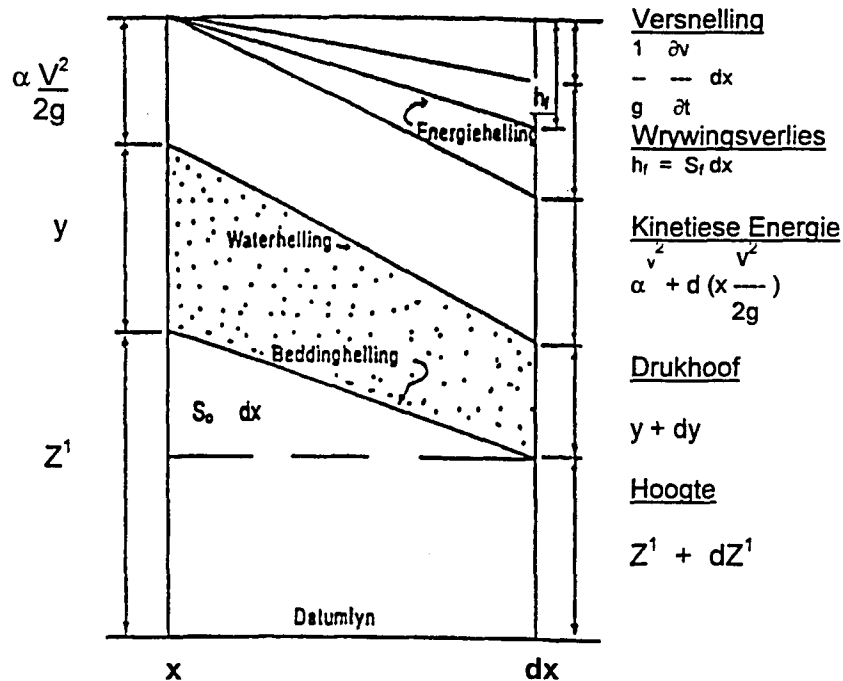
$$dW = \left(\frac{w}{g}\right)\left(\frac{\partial V}{\partial t}\right) dx.$$

Die arbeid (soos in die formule voorgestel) is gelyk aan die energieverlies as gevolg van versnelling. Indien die formule deur w [digtheid van water

(kg/m³)] gedeel word, is dit gelyk aan die drukverlies, sodat:

$$\text{versnelling} = \left(\frac{1}{g}\right) \left(\frac{\partial v}{\partial t}\right) dx.$$

Die algemene verandering in drukhoof word hanteer soos vir bestendige vloei, behalwe vir 'n addisionele verlies as gevolg van versnelling.



Figuur 2.2 Voorstelling van die hidrouliese-gradiënt en drukhoof

Die waardes van die energiekomponente oor die elementêre lengte van die besproeiingsbedding kan uit die bestaande Figuur afgelei word deur 'n kombinasie van Newton se tweede wet en die beginsel van Bernoulli te gebruik.

Die totale drukhoofverlies kan aan wrywing en versnelling toegeskryf word waar

Wrywingsverlies gelyk is aan:

$$h_f = S_f dx$$

en versnellingsverlies gelyk is aan:

$$h = \frac{1}{g} \left(\frac{\partial v}{\partial t} \right) dx$$

Die helling van die versnellingslyn word gegee deur

$$S = \left(\frac{1}{g} \right) \frac{\partial v}{\partial t}$$

Vanuit Bernoulli se energiebeginsel volg:

$$Z + y + \frac{\alpha V}{2g} = z + dz + y + dy + \frac{\alpha V}{2g} + d \frac{\alpha V^2}{2g} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} dx - sf dx$$

Vereenvoudig:

$$d \left(z + y + \frac{\alpha V^2}{2g} \right) + sf dx - \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} dx = 0$$

(wrywing) (Versnelling)

Die totale verandering in drukhoof is dus afhanklik van wrywing en versnelling. Vir 'n vloei wat geleidelik verander (soos by vloedbesproeiing) hang die verandering in drukhoof af van die wrywing.

Deel bogenoemde vergelyking deur dx en ontwikkel partiële afgeleides:

$$\frac{\partial(z+y)}{\partial x} + Sf + \frac{Q}{\partial x} \frac{\alpha V^2}{2g} + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} = 0$$

OF

$$\frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\alpha V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial z}{\partial t} + Sf = 0$$

Die Saint Venant-vloeivergelykings lyk soos volg: (Hierdie is die algemene vloeivergelyking)

$$\frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\alpha V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial y}{\partial t} = S_o - S_f \text{ -----2.2}$$

Waar:

$$S_o = - \frac{\partial z}{\partial x} \quad (\text{vir Manning-geval})$$

2.1.3 Toepassing van hidrouliese beginsels vir ontwerp- en simulerings-doeleindes

Hoewel die kontinuïteits- en bewegingsvergelykings waarmee die hidroulika van 'n vloedbesproeiingstelsel beskryf word, reeds teen die einde van die vorige eeu bekend was, kon dit nie voor die koms van rekenaartegnologie in die middel sewentigerjare, sinvol toegepas word nie.

Vroeëre navorsers was genoodsaak om empiriese oplossings te vind waarmee hulle die waarneembare tendense vir die hidroulika wat by vloedbesproeiings betrokke was (soos vorderingsfronte, afdrogingsfronte, ens.), kon beskryf. Die ekstrapolasiewaarde van die tegnieke was egter beperk. Nuwe data moes ingesamel word vir elke nuwe terrein waarvoor daar ontwerp moes word. Die gevolg was dat uiteenlopende denkrigtings ten opsigte van die toepassing van die hidroulika van vloedbesproeiing ontstaan het (Walker, 1989).

2.1.3.1 Toepassing vir die ontleding van die vorderingsfase:

Soos in **Volume 2** (paragraaf 2.3.3) beskryf is, het navorsing vir 'n lang tyd rondom die beskrywing van meetbare fases tydens 'n vloedbesproeiingsepisode gesentreer. Klem is veral op die vorderingsfase gelê. Die beginsel van massabehoud is met behulp van empiriese vorderingsfunksies op die vorderings- en storingsfases toegepas. Aangesien die wegdreinerings- en afdrogingsfases streng aan die totale energiebalans in die sisteem gekoppel is en die hidroulika hiervoor nie oplosbaar was nie, is die fases meerendeels geïgnoreer.

2.1.3.2 Toepassing in simuleringsmodelle:

Die toepassing van die volle hidrouliese beginsels van vloedbesproeiing (sg. Saint Venant-vloeivergelykings) word deur Strelkoff, *et al.*, (1985); Walker & Skogerboe, (1987) en Walker, (1989) moontlik gemaak deur die beskikbaarstelling van hidrodinamiese simuleringsmodelle.

Die toepassing word oorsigtelik in paragrawe 2.2.1 tot 2.2.2.3 bespreek. Sekere keuses ten opsigte van die gepaste simuleringsstegniek moet deur die rekenaaroperateur of ontwerper gemaak word. Dit word gedoen deur keuses ten opsigte van inkrementele berekeningstyd, die in- of uitsluiting van momentum- en versnellingsterme asook keuses ten opsigte van die vloeiprofiel (of voortjiegemetrie) uit te oefen.

2.1.3.3 Toepassing in vereenvoudigde bepalinge van ordegrootte:

Die ontwerper van 'n besproeiingstelsel moet deurentyd in staat wees om die ordegrootte van insette en berekeninge te kwantifiseer. Hierdie bepaling van ordegrootte, dien as kontrole op die daaropvolgende berekeninge en kan ook as beginwaardes in simuleringsstudies gebruik word. Vergelyking 2.1 kan gebruik word om die orde van maksimum beddinglengte by 'n bepaalde stroomgrootte te bepaal. Vergelyking 2.2 word gebruik wanneer die invloed van helling en vloeiweerstand beredeneer word.

2.2 HIDRODINAMIESE SIMULERINGSMODELLE

Daar bestaan vandag 'n aantal werkbare simuleringsmodelle. Maheshwari, *et al.*, (1989) doen verslag oor ses modelle in Australië wat vir beddingbesproeiing getoets is. Volgens hierdie outeurs was die model van Strelkoff (1985) die geskikste. By nadere ondersoek deur die navorser blyk dit egter dat slegs vier van bogenoemde modelle werklik as simuleringsmodelle geklassifiseer kan word en die res eerder as simuleringsmetodes geklassifiseer kan word. Twee simuleringsmodelle is oorspronklik, naamlik dié van Strelkoff (1985) en dié van Walker (1987). Die ander twee modelle is op die navorsing wat deur

bogenoemde outeurs gedoen is, gebaseer. Slegs die wyse waarop die vergelykings opgelos word, verskil.

In die vloedbesproeiingsprojek van die Waternavorsingskommissie word dus slegs die oorspronklike modelle van Strelkoff (1985) en Walker (1987, opgedateer in 1989) gebruik.

2.2.1 Modelverskille

Soos reeds aangedui, het verskeie navorsers oor dekades heen bygedra om die Saint Venant-vloeivergelykings op te los (**Volume 2**, paragraaf 2.3.3, Tabel 2.2). Aangesien die onlangse navorsing op die aanwendbaarheid van simuleringsmodelle in Suid-Afrika gefokus het, word die wiskundige agtergrond nie hier in detail beskryf nie. Bassett *et al.* (1980), asook Walker & Skogerboe (1987), beskryf egter die wiskundige agtergrond redelik volledig. Veral Walker & Skogerboe (1987) lewer 'n insiggewende en meer gedetailleerde beskrywing van die verskeie wyses waarop wiskundige oplossings vir bepaalde modelle verkry word (Hoofstukke 11 tot 16, Walker & Skogerboe, 1987). Uit laasgenoemde publikasie word die verskille ten opsigte van die bepaalde modelle kortliks opgesom:

2.2.1.1 Die “Borderflow”-model

Die Strelkoff model (1985) skakel die Saint Venant-vloeivergelykings (nie-liniêre eerste orde partiële differensiaalvergelykings) met behulp van 'n karakteristieke metode na twee standaard differensiaalvergelykings om. Hierdie differensiaalvergelykings word tot 'n volrangstelsel van vergelykings uitgebrei.

'n Inkrementele tweede-orde kwadratiese interpolasieprosedure is deur Strelkoff en Katapodes (1977) gebruik om oplossings by nodepunte te verkry (voorgestel in Figuur 2.9).



Die tegniek lewer slegs akkurate oplossings as die tydsinterval klein gehou word en konvergensie van die numeriese oplossings plaasvind. Haie (1984) wys daarop dat die begin-oplossingswaardes vir konvergensie na aan die kol moet wees. Die navorser het dieselfde ondervind tydens die gebruik van die model.

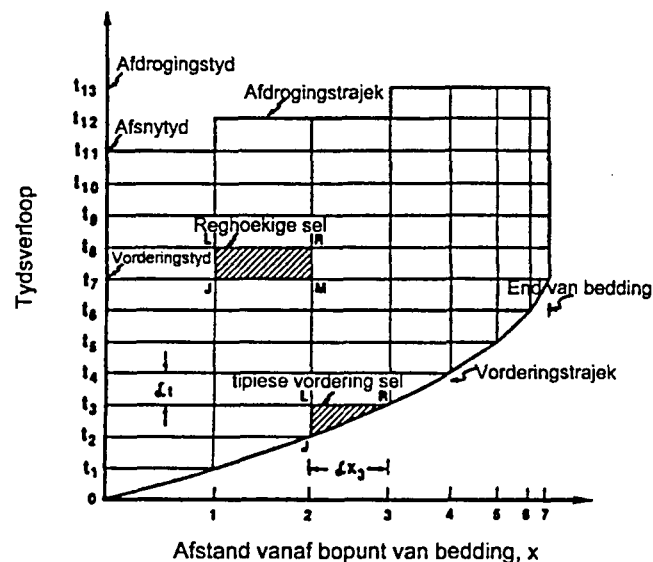
16

van die navorser gevorderd ten opsigte van spesiale toepassings soos byvoorbeeld wisselende hellings. Dit is egter meer gespesialiseerd as die Walker model (1989) en vereis veel langer rekenaartyd. Groter vaardigheid word ook van die operateur vereis.

2.2.1.2 Die "Sirmod"-model

Dié model van Walker (1987, 1989) is gebaseer op 'n Euler-numeriese-integrasie van die Saint Venant-vloei vergelykings.

Beide die beginsels van massa- en energiebehoud word uitgedruk as veranderlikes van die selle soos in Figuur 2.10 voorgestel. Vloeitempo, vloeiooppervlak, volume- infiltrasie en ander bekende veranderlikes word vir elke sel bepaal. Dit is in teenstelling met die Borderflow-model waar dit vir elke tyd-afstand knooppunt bepaal word.



Figuur 2.10 Die Euler tyd-afstandsvlak ["Sirmod"-program, Walker (1989)].

Deur die tyds- en afstandsnormaliseringskoeffisiënte te gebruik, kan die veranderlikes telkens tot slegs twee onbekendes beperk word.

Twee *onoplosbare* vergelykings kan inkrementeel met behulp van numeriese tegnieke opgelos word. 'n Newton-Rapson-prosedure word gebruik, en 'n Preismann-dubbelvee-algoritme word aangewend.

Die Walker-model (1989) is interaktief met die rekenaaroperateur deurdat 'n grafiese voorstelling van die besproeiing op die rekenaarskerm verskyn. Konvergensie van die oplossing is veel makliker as met die Strelkoff-model (1985) aangesien die selle aangepas word (die inkremente dus verklein word) en daar vir minder veranderlikes opgelos word.

2.2.2 Hidrouliese benadering

Beide die Strelkoff (1985) en Walker-model (1989) bied aan die operateur die keuse om een van drie hidrouliese benaderings tydens die simulering van 'n besproeiingsepisode te kies.

2.2.2.1 Volledige hidrodinamiese oplossing:

In hierdie benadering word die volle Saint Venant-vloeivergelykings soos hierbo in paragrawe 2.2.1.1 en 2.2.1.2 beskryf, opgelos.

Die oplossing wat so bereik word, is teoreties die akkuraatste, maar neem ook die meeste tyd in beslag.

2.2.2.2 "Zero inertia" of momentumlose oplossing:

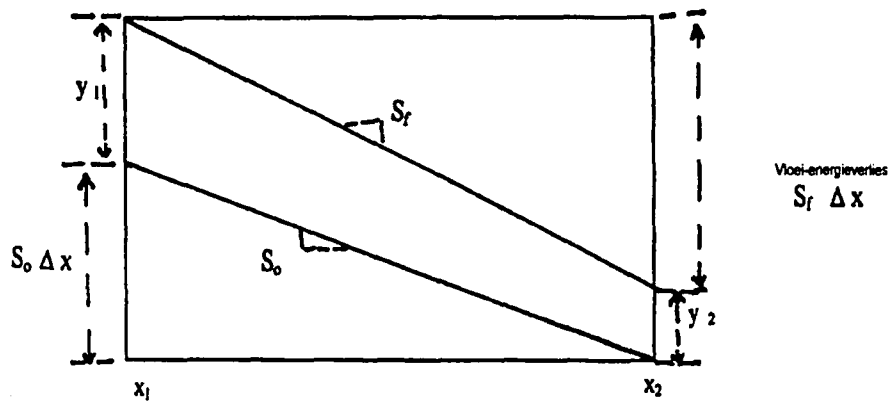
Strelkoff en Katapodes (1977) stel voor dat momentum (kinetiese energie) en versnelling in die energiebehoud- of bewegingsvergelyking van Saint Venant in die geval van vloedbesproeiing weglaatbaar klein is. 'n Toestand van bestendige vloei is dus ter sprake (behalwe vir die voorpunt van die vorderingsfront).

Die bewegingsvergelyking reduceer dus na:

$$\frac{\partial y}{\partial x} = S_o - S_f$$

In die tweedimensionele geval is dit:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = S_o - S_f$$



Figuur 2.11 Hidrouliese gradiënte soos van toepassing vir die “zero-inertia”-benadering in ‘n tweedimensionele vlak

Die oplos van die vloeivergelykings word dus aansienlik vereenvoudig en bespoedig.

2.2.2.3 Kinematiese golfteorie

'n Aantal wyses bestaan waarop die kinematiese golfteorie (Chen, 1970 en Smith, 1972) in simuleringsmodelle toegepas kan word. Strelkoff (1985) gebruik die metode van Smith (1972). Walker (1989) gebruik 'n Euler-afstand/tydvlak.

Die basiese beginsel van die kinematiese golfteorie is dat die beginsel van energiebehoud of die bewegingsvergelyking deur 'n "normale vloediepte"-benadering vervang word. Die Saint Venant-vloeivergelykings word dus:

$$S_o = S_f$$

met $\frac{\partial y}{\partial x}$ weglaatbaar klein

'n Bewegingsvergelyking word egter deur die berekening van 'n gemiddelde vloeisnelheid (byvoorbeeld by inlaat) met behulp van die Manning formule verkry.

$$Q = Av$$

met

$$v = R^{2/3} \frac{\sqrt{S_0}}{n}$$

Skok- of kinematiese golwe kom ook by hierdie gemiddelde spoed (v) voor. Die kinematiese golfteorie is relatief akkuraat ten opsigte van die voorspelling van die vorderingsfront. (Sien ook beredenering in **Volume 2**; paragraaf 2.3.3.5). Die afdrogingsfront word egter nie effektief gemoduleer nie.

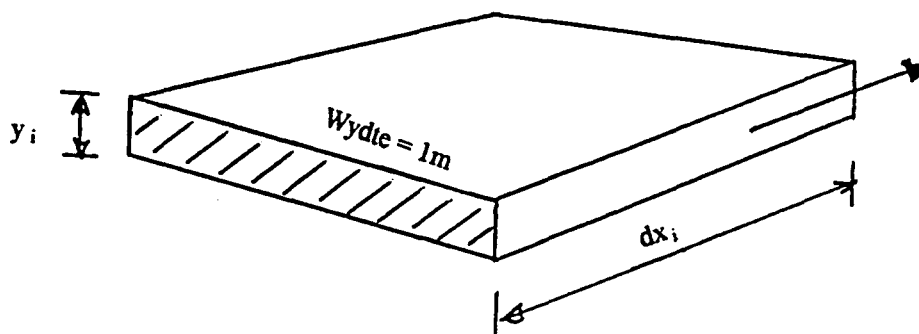
Vir die kinematiese golfteorie moet die bedding 'n relatief groot helling hê en nie aan die onderpunt geblokkeer wees nie. Volgens **Volume 2** (paragraaf 2.4.4) is hierdie teorie dus nie algemeen toepasbaar in Suid-Afrika nie.

2.2.2.4 Hidrouliese benadering tydens modelering van beddings en voortjies

Beide simuleringsmodelle gebruik 'n Manning-tipe verband om vloeiweerstand in ag te neem.

Beddingbesproeiing

Beide simuleringsmodelle is afgelei vir 'n twee-dimensionele geval, naamlik 'n breë kanaal met 'n eenheidswydte soos in Figuur 2.12 aangedui.



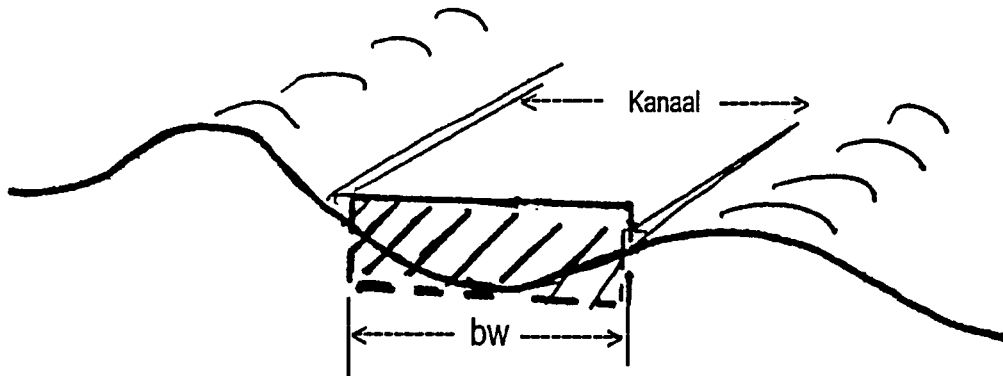
Figuur 2.12 Twee-dimensionele voorstelling van beddingbesproeiing

Die stroomgrootte is per eenheidswydte uitgedruk, $[(m^3/h)/m]$ en daar word aanvaar dat infiltrasie oor die volle benatte oppervlak plaasvind.

Voortjiebesproeiing:

Die "Borderflow"-benadering

Die "Borderflow"-model van Strelkoff (1985) beskik nie oor 'n driedimensionele subroetine nie en 'n besproeide voortjie word gevolglik as 'n klein plat kanaal hanteer soos in Figuur 2.13 (Kruger, 1989) uitgebeeld.



Figuur 2.13 Voortjiebesproeiing voorgestel as 'n klein plat kanaal vir gebruik met die Borderflow-model (Kruger, 1989).

Die stroomgrootte word na eenheidstroomwaardes herlei deur dit met bedding of voortjie wydte te deel:

$$Q' = \frac{Q_{\text{werklik}}}{bw}$$

Daar word aanvaar dat infiltrasie slegs op die benatte oppervlak plaasvind sodat:

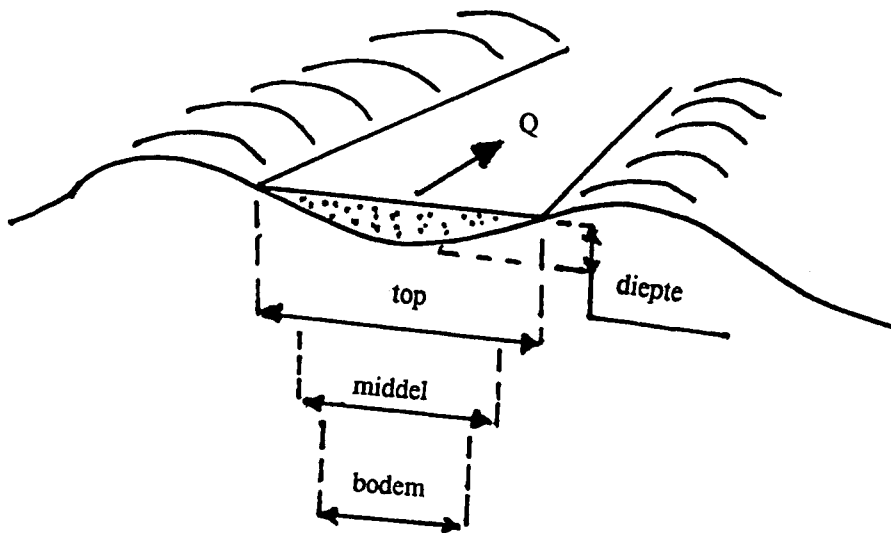
$$I' = I_{\text{werklik}}$$

Die toediening oor die voortjie word aangepas deur die benatte oppervlak te verreken.

$$Z'_{\text{oor landoppervlak}} = Z_{\text{oor benatte opp}} * bw$$

Die Sirmod-model

Die Sirmod-model van Walker (1989) beskik oor verskeie subroetineë waarin die hidroulika in twee- en driedimensionele gevalle hanteer word. Beide trapesiumvormige of paraboliese voorvorme kan by die ontwerp van voortjiesbesproeiing geselekteer word. Die wydte en diepte van die voortjie word daarna op drie dieptes in die model ingelees (naamlik top, middel en bodem).



Figuur 2.14 Voortjiesbesproeiing voorgestel waar die wydte en diepte van die voortjie op drie dieptes met behulp van die voortjiesubroetine van die Sirmod-model van Walker (1989) ingelees word.

Die stroomgrootte word per voortjie ingelees in liter per sekonde, naamlik:

$$Q' = Q_{\text{werklik}}$$

Dit word aanvaar dat infiltrasie oor die volle voortjiespasiëring plaasvind sodat:

$$I' = \frac{I_{\text{benatte opp}}}{R}$$

Waar R = benatte oppervlak

Toedieningsberekeninge is gevolglik oor die voortjieswydte aangepas.

Die Sirmod-benadering is misleidend deurdat die werklike benatte oppervlak nie tydens bepaling van infiltrasie in ag geneem word nie. In Suid-Afrika word voortjiespasiërings van 0,75 tot 2,5 meter gebruik. Gronde word dus gedeeltelik benat waardeur die noodsaaklikheid om die benatte oppervlak in ag te neem, beklemtoon word. In Suid-Afrika word infiltrasietempo's gewoonlik deur die dubbelringmetode bepaal sodat die benatte oppervlak dus in berekening gebring word.

Walker (1989) het die probleem met die aanpassing van die infiltrasietempo omseil deur van die sogenaamde twee-punt infiltrasie- of vloeiweerstandstegniek gebruik te maak. Die simuleringsmodel word deur die gebruik van bogenoemde tegniek op grond van die vorderingsfase se resultate gekalibreer.

Die tegniek van Walker (1989), waar die simuleringsmodel met behulp van vorderingsfrontdata gekalibreer word, kan uiteraard nie aangewend word om die simuleringswaarde van die model te evalueer nie. Vir die doeleindes van model-evaluering moet die infiltrasie spesifiek per werklik-benatte oppervlak bepaal word.

'n Standaard tegniek om infiltrasie tydens insameling van data en die evaluering van die Sirmod- en Borderflow-modelle te gebruik, word in paragraaf 3.4.2 beskryf. Die modelle word gevolglik vir een tot vier wyses waarop hidroulika aangepas word, geëvalueer, naamlik:

- * 'n Klein plat kanaal met aangepaste stroomgrootte.
- * 'n Voortjie met gemete stroomgrootte en gemete infiltrasie (per benatte oppervlak).
- * 'n Voortjie met gemete stroomgrootte en aangepaste infiltrasie.

- * 'n Klein plat bedding met gemete stroomgrootte en aangepaste infiltrasie.

In elk van bogenoemde gevalle word die stelselhidroulika verskillend beïnvloed. Simuleringsstegnieke, waar die waardes van die onttrekkingstempo en drukhoof die naaste aan die praktiese meting verloop, sal uiteraard die beste korrelasie lewer. Die meting en simulering van vloeivolumes en drukhoofde vorm dus belangrike elemente van die evaluering van die modelle ten einde die geldigheid daarvan onder Suid-Afrikaanse toestande vas te stel. In paragraaf 2.6 word meer hieroor uitgebrei.

2.2.3 Simuleringsmodeluitsette

Beide die simuleringsmodelle se uitsette kan op 'n rekenaardrukstuk of op die rekenaarskerm gelewer word. Die programuitset kan vanaf slegs 'n opsomming van die volumebalans tot 'n stel detail oplossings van die Saint Venant-vloeivergelykings by elke nodepunt, deur die rekenaaroperateur gekies word. Wanneer die gedetailleerde uitset gekies word, kan die volumevloei tempo en drukhoof by elke node in die tyd/afstand vlak gekwantifiseer word. Tabel 2.1 toon voorbeelde van die volumevloei tempo by drie stelle nodes vir 'n tipiese Sirmod-simulering. Soortgelyke uitdrukke is elders in hoofstukke 4,5,6 en 7 gebruik om grafiese voorstellings van gesimuleerde data met gemete data te vergelyk. Die uitdrukke word egter nie vertoon nie, en hier word derhalwe slegs 'n enkele voorbeeld van so 'n uitdruk aangetoon.

Tabel 2.1: Voorbeelde van die Sirmod-simuleringsmodel se oplossing van die Saint Venant-vloeivergelykings by drie nodepunte in 'n afstand-tydvlak

OPPERVLAK- EN ONDERGRONDSE PROFIEL VIR:

T = 5 min en stap 5

Node	XA (m)	Q (m ³ /min)	A (m ² /min)	Z (m ³ /m)
0	0.00	0.00900	0.06108	0.01732
1	11.0	0.00866	0.05949	0.01413
2	19.1	0.00749	0.05511	0.01061
3	26.6	0.00616	0.04489	0.00650
4	33.8	0.00000	0.0000	0.0000

OPPERVLAK- EN ONDERGRONDSE PROFIEL VIR:

T = 15min en stap 15

Node	XA (m)	Q (m ³ /min)	A (m ² /min)	Z (m ³ /m)
0	0.00	0.00900	0.06154	0.04200
1	11.0	0.00862	0.05993	0.03985
2	19.1	0.00829	0.05859	0.03766
3	33.8	0.00773	0.05610	0.03311
4	47.5	0.00710	0.05333	0.02827
5	60.7	0.00647	0.05037	0.02307
6	73.3	0.00573	0.04673	0.01732
7	79.3	0.00534	0.04474	0.01413
8	85.2	0.00483	0.04208	0.01061
9	91.0	0.00374	0.03339	0.00650
10	96.6	0.00000	0.000	0.000

OPPERVLAK- EN ONDERGRONDSE PROFIEL VIR:

T = 34min en stap 34

Node	XA (m)	Q (m ³ /min)	A (m ² /min)	Z (m ³ /m)
0	00.0	0.00000	0.00000	0.05537
1	11.0	0.00000	0.00000	0.05725
2	19.1	0.00000	0.00000	0.05781
3	33.8	0.00000	0.00000	0.05725
4	47.5	0.00000	0.00000	0.05725
5	60.7	0.00000	0.00000	0.05725
6	73.3	0.00000	0.00000	0.05594
7	85.2	0.00000	0.00000	0.05537
8	96.6	0.00540	0.01225	0.05212
9	107.4	0.00142	0.02012	0.04818
10	112.7	0.00120	0.01844	0.04616
11	117.8	0.00121	0.01862	0.04410
12	122.5	0.00128	0.01918	0.04200

In Tabel 2.2 word die ooreenstemmende vorderings- en afdrogingsfrontdata vir die spesifieke besproeiing aangetoon. Die Sirmod-simuleringsmodel van Walker (1989) simuleer met behulp van 'n standaard tydsinterval (in die geval 1 minuut) met nodepunte volgens die skets in Figuur 2.10. Die afstand van die vorderingsfront by die standaard tydinterval word telkens opgelos. (Euler-numeriese-integrasie met bekende bo- en ondergrondse subprofile). Tydsintervalle is konstant, terwyl die afstand vir die bepaling van die nodepunte varieer.

Tabel 2.2 Uitdruk van die vorderings- en afdrogingsfronttipe en diepte van infiltrasie soos deur die Sirmod- simuleringsprogram bepaal

Node	XA (m)	TA (min)	TR (min)	Z (m ³ /m)	TZ(m ³ /m)
0	0.0	0.0	21.0	0.05537	0.05537
1	11.0	1.0	23.0	0.05725	0.05725
2	19.1	2.0	24.0	0.05781	0.05781
3	33.8	4.0	26.0	0.05725	0.05725
4	47.5	6.0	28.0	0.05725	0.05725
5	60.7	8.0	30.0	0.05725	0.05725
6	73.3	10.0	31.0	0.05594	0.05594
7	85.2	12.0	33.0	0.05537	0.05537
8	96.6	14.0	34.0	0.05404	0.05404
9	107.4	16.0	36.0	0.05347	0.05347
10	112.7	17.0	37.0	0.05347	0.05347
11	117.8	18.0	38.0	0.05404	0.05404
12	122.5	19.0	39.0	0.05404	0.05404
13	127.1	20.0	40.0	0.05347	0.05347
14	131.6	21.0	40.0	0.05153	0.05153
15	135.9	22.0	40.0	0.04957	0.04957
16	140.2	23.0	40.0	0.04757	0.04757
17	144.4	24.0	40.0	0.04554	0.04554
18	148.5	25.0	40.0	0.04347	0.04347
19	152.5	26.0	40.0	0.04135	0.04135
20	156.4	27.0	40.0	0.03920	0.03920
21	160.2	28.0	40.0	0.03699	0.03699
22	163.9	29.0	40.0	0.03472	0.03472
23	167.4	30.0	40.0	0.03239	0.03239
24	170.7	31.0	40.0	0.02999	0.02999
25	173.7	32.0	40.0	0.02751	0.02751
26	176.5	33.0	40.0	0.02493	0.02493
27	178.9	34.0	40.0	0.02223	0.02223

Die "Borderflow"-model van Strelkoff (1985) gebruik 'n dimensielose tyd/afstand vlak vir die bepaling van nodepunte en gebruik 'n sogenaamde "bewegende ruitverwysingstelsel" waardeur beide inkremente vir tyd en afstand kleiner verstel word soos wat die berekeninge dit vereis (Figuur 2.9). Berekeninge is moeiliker, maar meer akkuraat (veral tydens afdroging).

Die resultaat word uiteindelik as 'n bedding wat in tien blokke verdeel is, weerspieël. Tabel 2.3 dui die resultaat aan.

Tabel 2.3: 'n Uitdruk van vordering- en afdrogingsfrontdata soos deur die Borderflow- program bepaal

TA (min)	TR (min)	X (meter)	Z (cm)	X (voet)	Z (duim)
0.0	16.5	0.0	2.1	0.0	0.81
0.4	18.3	7.6	2.2	25.0	0.86
0.8	21.0	15.2	2.4	50.0	0.93
1.3	22.4	22.9	2.5	75.0	0.97
1.7	23.7	30.5	2.5	100.0	0.99
2.2	24.6	38.1	2.6	125.0	1.00
2.7	25.4	45.7	2.6	150.0	1.02
3.2	26.4	53.3	2.6	175.0	1.03
3.7	27.4	61.0	2.7	200.0	1.05
4.2	28.7	68.6	2.7	225.0	1.07
4.7	29.6	76.2	2.8	250.0	1.08

2.3 GELDIGHEID VAN GESIMULEERDE DATA IN DIE PRAKTYK

Die simuleringsmodelle wat in hierdie navorsing ondersoek is, is uit die VSA afkomstig.

Die "Borderflow"-model van Strelkoff (1985) is ontwikkel vir beddingbesproeiing. Die hidrouliese beginsels is algemeen van toepassing. Die geldigheid van gesimuleerde data wat vanaf die model verkry word, hang dus hoofsaaklik af van die kwaliteit van model-insetwaardes en die standaard van die wiskundig numeriese oplossing wat bereik word.

Die "Sirmod"-model van Walker (1989) is ontwikkel vir beide bedding- en voortjiebesproeiing. Vorderingsfrontkrommes word met behulp van sogenaamde subprofielfaktore bepaal. Die subprofielfaktore geld vir tipiese VSA-toestande, met ander woorde lae infiltrasietempo's. Dit is egter aan infiltrasie-parameters gekoppel en is dus waarskynlik ook vir hoër infiltrasietempo's, soos in Suid-Afrika van toepassing. Die beddingbesproeiingssubroetine is waarskynlik net so toepasbaar as wat die Borderflow-model is. Die Sirmod-beddingbesproeiings-subroetine is egter makliker wiskundig-numeries oplosbaar as die Borderflow-subroetine, en bied gevolglik 'n wyer praktiese toepassing.

Die voortjiesubroetine van die Sirmod-model maak van subprofielfaktore en dwarssnitdata van die voortjie (wat tipies by die Amerikaanse gronde met lae infiltrasietempo's aangetref word) gebruik. Empiries-bepaalde verbande is veral gebruik om die driedimensionele aard van voortjiebesproeiing tot die tweedimensionele geval te reduceer. Tipiese stroomgroottes waarvoor hierdie verbande geld wissel vanaf 0,4 l/s tot 4 l/s. In Suid-Afrika kom stroomgroottes van 7 - 15 l/s algemeen by voortjiebesproeiing voor. Die geldigheid van die Sirmod-model vir plaaslike toestande sal dus ondersoek moet word.

In die algemeen word die geldigheid van simuleringsmodel- data beïnvloed deur die standaard van die modelinsette wat gebruik word. In paragraaf 2.4 word die problematiek rondom die korrelasie tussen gemete en gesimuleerde data in meer detail bespreek.

2.4 PROBLEMATIEK RONDOM DIE KORRELASIE TUSSEN GEMETE EN GESIMULEERDE DATA:

'n Simuleringsmodel bepaal slegs die verband tussen die betrokke hidrouliese faktore vir 'n enkele besproeiingsepisode. Op die oog af kan dieselfde eindresultate tydens die gebruik van 'n simuleringsmodel bereik word deur verskillende kombinasies van die faktore wat betrokke is, te gebruik, byvoorbeeld:

- * Walker (1989) beskryf dat dit nie in die praktyk nodig is om infiltrasie-eienskappe of vloeiweerstandswaardes presies te ken nie, aangesien die kombinasie van die twee waardes met behulp van die vorderingstempo

van vorderingsfront bepaal kan word. Katapodes *et al.*, (1990) wys egter op die teendeel wanneer simuleringstudies evalueer word.

- * Indien die besproeiingsdoeltreffendheid (E_a , E_s en C_u) byvoorbeeld as 90% gespesifiseer word, bestaan verskeie kombinasies waarmee die doeltreffendheid vir 'n bepaalde toediening behaal kan word. Beter besproeiingsdoeltreffendhede kan byvoorbeeld verkry word deur 'n kleiner stroom vir 'n langer tyd te gebruik óf deur die vloe weerstand te verlaag en 'n kleiner stroom oor 'n korter tyd te gebruik.

Die gevolg van hierdie verskeidenheid van kombinasies waarmee dieselfde eindresultate bereik kan word, is dat verskillende navorsers, met dieselfde data, nie noodwendig dieselfde simulering sal doen nie.

In paragraaf 3.4 word 'n metode bespreek wat deur die navorser ontwikkel is om bogenoemde probleem te oorkom.

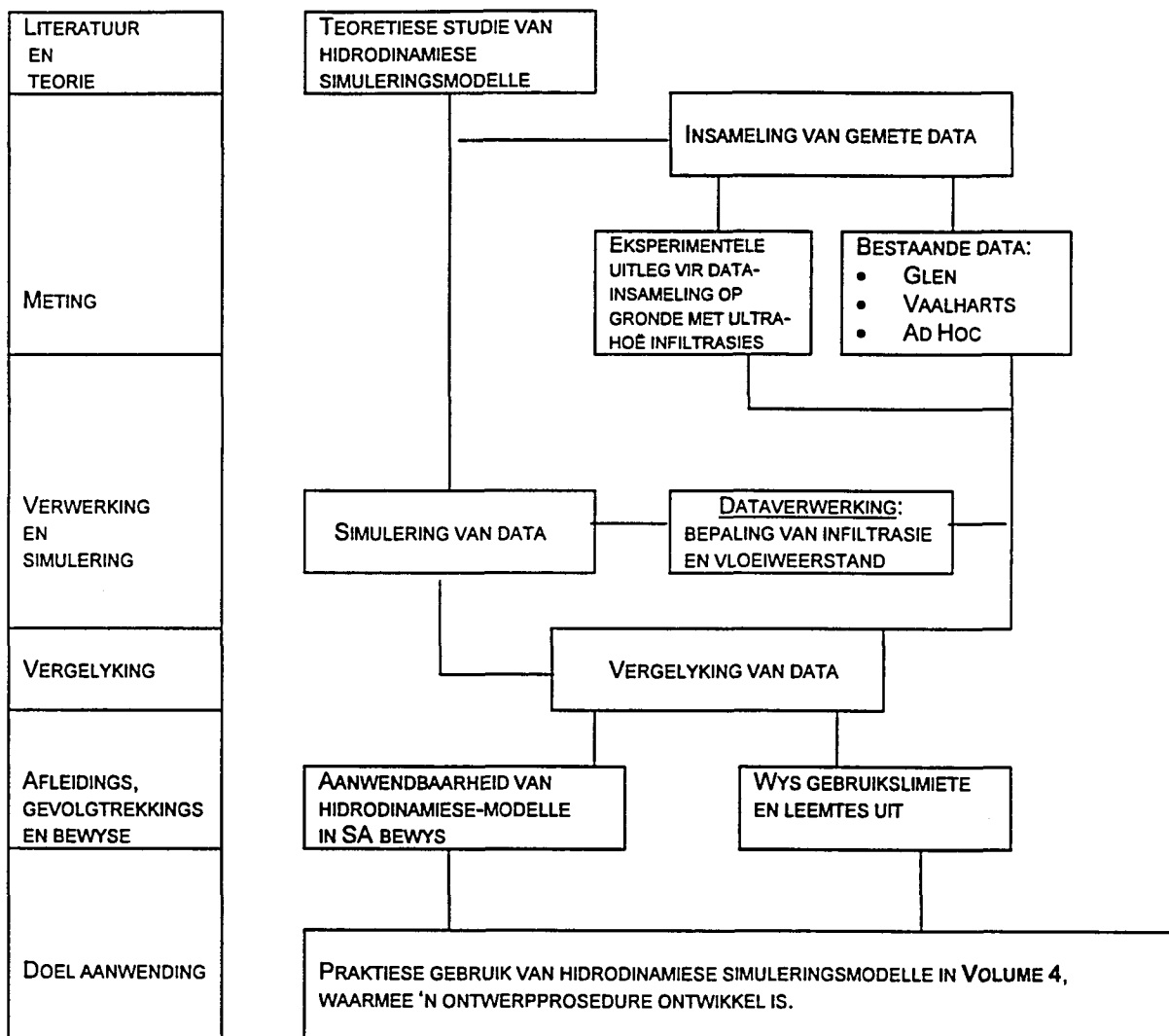
HOOFSTUK 3

METODIEK WAT GEBRUIK IS

3.1 INLEIDING EN STUDIE-ONTWERP

Ten einde die navorsingsdoelwitte soos gestel in paragraaf 1.6 te kan bereik, is die navorsing soos volg gestruktureer, naamlik:

STUDIE-ONTWERP VOLUME III



Figuur 3.1 Skematiese voorstelling van die studie-ontwerp wat vir Volume 3 gebruik is

3.2 SIMULERINGSMODELLE WAT EVALUEER IS

1. Strelkoff (1985)

Die Borderflow-simuleringsmodel van Strelkoff (1985).

2. Walker (1989)

Die Sirmod-program van Walker (1989).

3.3 DATAVERSAMELING

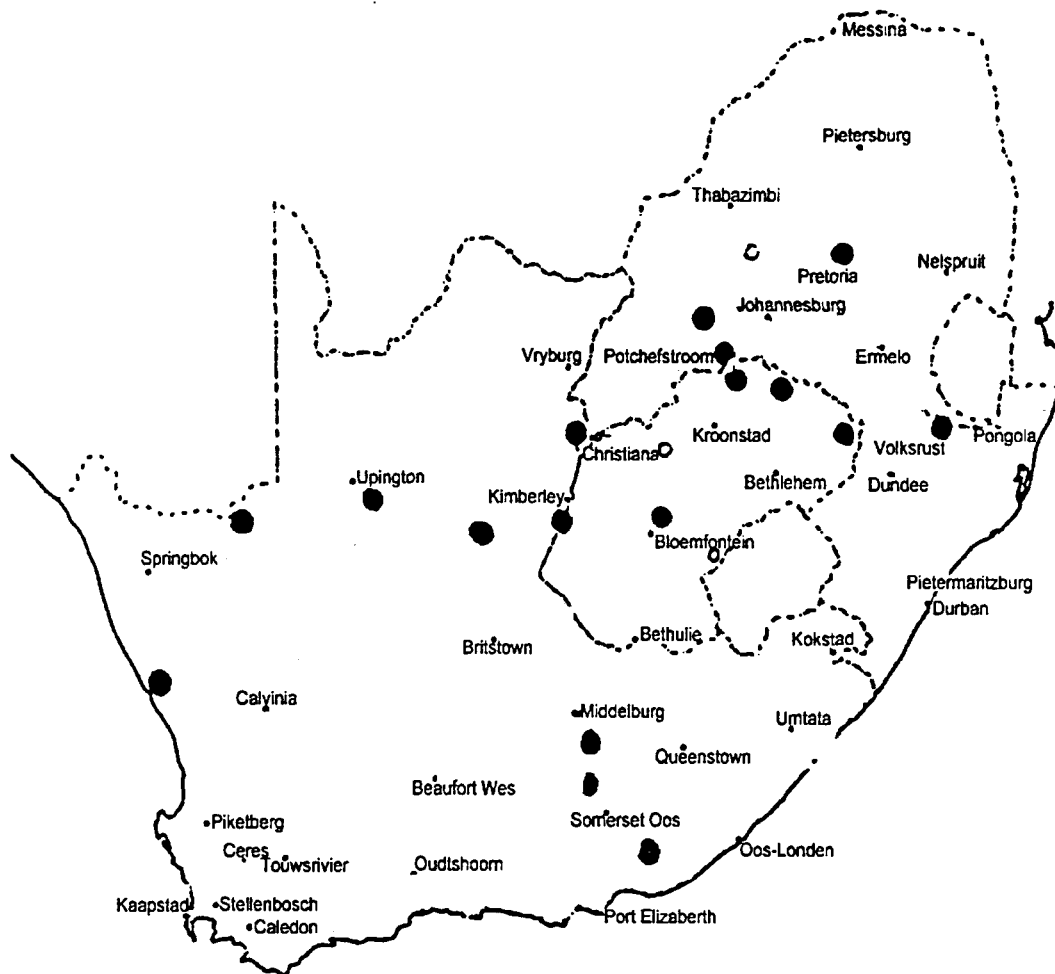
Verteenwoordigende data is plaaslik versamel met die doel om die gebruik van die simuleringsmodelle onder Suid-Afrikaanse toestande te toets. Dieselfde data word ook, waar toepaslik, vir kritiese evaluering van die ontwerpprosedures gebruik.

Eerstens is bestaande data ontleed. Die verskillende lokaliteite in Suid-Afrika waar reeds data versamel is, word in Figuur 3.2 aangedui. Vanuit hierdie figuur is dit duidelik dat in Suid-Afrika, oor 'n baie wye gebied, reeds navorsing op vloedbesproeiing gedoen is.

Op van die lokaliteite is die data onvolledig ingesamel en is daardie data onbruikbaar om die simuleringsmodelle, die ontwerpprosedures en ander komponente daarvan, teen te evalueer.

Soos in **Volume 2** (paragraaf 2.4.4.2) aangedui, verskil Suid-Afrikaanse gronde se infiltrasie-eienskappe aansienlik van dié in die VSA, waar die simuleringsmodelle oorspronklik ontwikkel is. In Suid-Afrika is die algemene infiltrasietempos veel hoër as in die VSA. Die behoefte het gevolglik ontstaan om die simuleringsmodelle buite die gespesifiseerde infiltrasiegebied (soos geldend vir VSA-toestande) aan te wend. Metings moes dus ook op gronde met 'n

ultrahoë infiltrasietempo in Suid-Afrika uitgevoer word om 'n verteenwoordigende bevestiging van die simuleringsmodelle vir plaaslike toestande te verkry.



Figuur 3.2: Plekke in die RSA waar vloedbesproeiingsdata reeds versamel is

3.4 DIE METODE WAT ONTWIKKEL IS OM SIMULERINGSMODELLE AAN GEMETE DATA TE TOETS

3.4.1 Beredenering van beginsels:

Omdat simuleringsmodelle die operateur toelaat om kombinasies van insette by dieselfde toediening na willekeur te kies, en daarmee dieselfde eindresultaat in terme van besproeiingsdoeltreffendheid te kan bereik, is dit noodsaaklik om nie

net die eindresultaat van die simulering met die gemete data te vergelyk nie.

Soos beskryf in **Volume 2** (paragraaf 2.3.3.5), bestaan daar meetbare fases tydens besproeiing. Deur die fases presies te meet wanneer stroomgrootte, vloediepte en afloop bepaal word, kan die resultaat wat aan die beginsels van massa- en energiebehoud voldoen, gekwantifiseer word. Net so kan dieselfde data tydens 'n simulering gegenereer word. Die simuleringprosedure moet weer eens, soos in die praktyk, ook die beginsels van massa- en energiebehoud gelyktydig en op dieselfde wyse bevredig. Deur aan hierdie beginsels te voldoen, word die potensiële kombinasies tydens die vergelyking van 'n simulering met gemete data, verminder. Volgens Katapodes (1990) en Katapodes *et al.*, (1990) is die bepaling van infiltrasie die grootste beperkende faktor in die gebruik van wiskundige modelle. Hierdie outeurs beskryf 'n tegniek, wat deur hulle ontwikkel is, waarmee die waardes vir infiltrasie en vloe weerstand, deur 'n kombinasie van praktiese metings en iteratiewe analise, bepaal kan word. Volgens hierdie outeurs kan daar egter nog op hierdie tegniek verbeter word.

'n Metode, soortgelyk aan dié van Katapodes *et al.* (1990), is deur die navorser ontwikkel. In hierdie metode word ook gebruik gemaak word van 'n kleinste kwadratepassing waarmee infiltrasie- en vloe weerstandsparameters gekwantifiseer kan word. Hierdie metode is ontwikkel om die probleem rondom die objektiewe bepaling van infiltrasie aan te spreek. Die ontwikkeling van die metode het nie deel gevorm het die Waternavorsingskommissie se huidige projek nie, en is daar derhalwe nie begroot ten opsigte van tyd en fondse nie. Die navorser het egter die beginsel waaruit die metode ontwikkel is, evalueer en betroubare resultate is gevind. 'n Sigblad rekenaarprogram is gedeeltelik ontwikkel waarmee 'n sogenaamde *eksponensiële verspreidingsindeks* bereken word en in 'n tabel weergegee word (kyk Tabela 3.2 en 3.3 asook voorstelling in Figuur 3.3). Die navorser het bevind dat dit tans die beste metode beskikbaar is waarmee betroubare infiltrasie- en vloe weerstandswaardes bepaal kan word.

Om die potensiële aantal kombinasies wat tydens simulering gebruik kan word verder te verminder, kan aanvullingsdoeltreffendhede tydens besproeiing en simulering so hoog as moontlik gekies word (tussen 98 en 100%). Om die verspreiding van water met behulp van vorderings- en afdrogingsdata te korreleer

(kyk paragraaf 3.4.2), word enkele faktore telkens ge-isoleer. Deur al die data te korreleer kan die korrekte waardes vir al die betrokke faktore bepaal word.

3.4.2 Voorbeeld van prosedure gevolg:

1. Perseelseleksie

Die besproeiingsperseel waarop die data ingesamel gaan word, word volgens sekere voorafbepaalde doelwitte geselekteer. Die infiltrasietempo, beddinghelling en -lengte word so gekies dat hierdie doelwitte bereik kan word. Hierdie doelwitte kan onder andere insluit: besproeiing waar afdrogingsfronte parallel behoort te wees, beddings sonder afloop of beddings met lang storingstye.

2. Metings:

- * 'n Infiltrasietempo word staties met behulp van die dubbelring-metode uitgevoer.
- * Metings word gedoen om volume- en energiebalans te kwantifiseer deur byvoorbeeld stroomgrootte (Q), afsnytyd (T_{co}), vorderings- en afdrogingskrommes, oppervlakstoringe en afloop te bepaal. Oppervlakstoring word bepaal deur die vloediepte te meet en te herlei na die volume water wat bo-op die grond gestoor word.
- * Vloediepte en/of volumevloetempo word by voorafgekoese tye bepaal. Vloediepte word byvoorbeeld by elke meetstasie op minuut tydsintervalle bepaal.

3. Verwerking van gemete data:

A. Die dinamiese infiltrasietempo word bepaal deur:

- * Volume besproei = $Q \times T_{co}$ - Afloop
- * Kontaktye word vir elke meetstasie bepaal, soos aangedui in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Voorbeeld van kontaktye

LENGTE	VORDERINGSFRONT	AFDROGINGSFRONT	NETTO KONTAKTYD
0	0	12.58	12.58
20	1.66	13.83	12.17
40	4.71	15.16	10.45
60	6.26	16.5	10.24
80	8.38	16.83	8.45
100	9.83	18.5	8.67

- * 'n Eksponensiële verspreidingsindeks word bereken. Voorbeeld van so 'n passing word in Tabel 3.2 getoon. Die term *eksponensiële verspreidingsindeks* verwys na die gebruik van die term " t^a " in die Kostiakov-infiltrasiefunksie $Z=kt^a$ [of soos gebruik deur die navorser en ander outeurs (SCS, 1983; van Heerden, 1987) $Z=aT^b$].

Tabel 3.2 Voorbeeld van die berekende eksponensiële verspreidingsindeks vir infiltrasie en vloeiweerstand

BEPALING VAN VERSPREIDINGS INDEKS													Getal lesings = 13
LENGTE	KONTAK-TYD	TOEDIENING MM											
	Gemeet	Waarde van b:											
		1	.9	.8	.75	.7	.65	.6	.5	.4	.3	.2	.1
3	39.5	40	27	19	16	13	11	9	6	4	3	2	1
13	39.5	40	27	19	16	13	11	9	6	4	3	2	1
23	39.58	40	27	19	16	13	11	9	6	4	3	2	1
33	39.28	39	27	19	16	13	11	9	6	4	3	2	1
43	38.17	38	27	18	15	13	11	9	6	4	3	2	1
53	38.08	38	26	18	15	13	11	9	6	4	3	2	1
63	39.03	39	27	19	15	13	11	9	6	4	3	2	1
73	39.48	39	27	19	15	13	11	9	6	4	3	2	1
83	39.35	39	27	19	15	13	11	9	6	4	3	2	1
93	37.42	37	26	18	15	13	11	9	6	4	3	2	1
103	37.2	37	26	18	15	13	10	9	6	4	3	2	1
113	36.4	36	25	18	15	12	10	9	6	4	3	2	1
123	38.42	38	27	19	15	13	11	9	6	4	3	2	1
GEMIDDELD	36	36	25	17	14	12	10	8	6	4	3	2	1

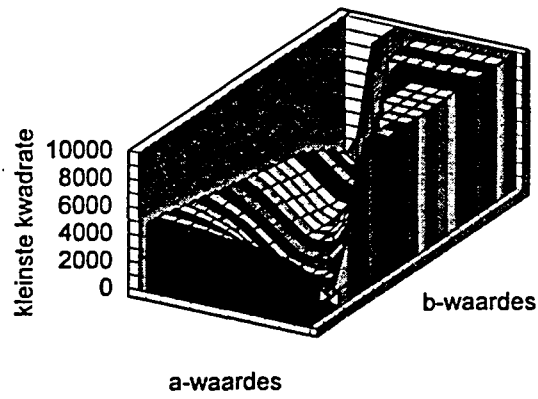
- * Die waarde van a in die Kostiakov-vergelyking $Z=aT^b$ word daarna gepas aan die berekende eksponensiële verspreidingsindeks. Die som van die kleinste kwadrate word deur middel van die gemiddelde toediening bereken. 'n Voorbeeld hiervan word in Tabel 3.3 getoon en skematies voorgestel in

Figuur 3.3. (** Z = kummulatiewe infiltrasie; a&b = konstantes; T = tyd).

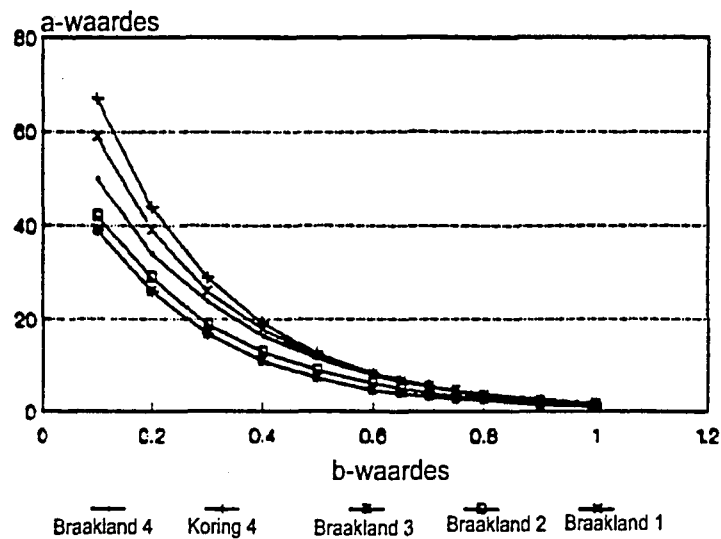
Tabel 3.3 Voorbeeld van die kleinste kwadratevergelyking

a waar- des	b- WAARDES											
	1	.9	.8	.75	.7	.65	.6	.5	.4	.3	.2	.1
60	4267530	1993380	917890	618205	413625	274480	180271	74481	28107	8950	1928	76
35	1381647	630398	280112	184072	119403	76175	47550	1679	4649	654	16	602
25	671234	299010	127973	81880	51308	31270	18346	5220	806	4	537	1431
21	458099	200664	83592	52437	32005	18815	10487	2432	156	171	951	1862
18	324884	139732	56485	34642	20503	11539	6025	1032	0	457	1338	2222
15	214501	89796	34674	20523	11551	6033	2792	223	130	880	1792	2614
14	182780	75594	28580	16633	9134	4590	1987	84	236	1051	1958	2752
13	153596	62614	23075	13151	7001	3345	1319	12	375	1238	2131	2893
12	126949	50856	18158	10078	5150	2296	787	5	544	1439	2312	3038
11	102838	40319	13830	7413	3584	1444	392	64	746	1657	2500	3186
10	81265	31005	10090	5157	2300	789	133	189	979	1889	2695	3338
9	62228	22911	6938	3309	1300	330	11	379	1244	2137	2898	3494
8	45728	16040	4375	1869	583	68	25	636	1540	2400	3108	3653
7	31764	10390	2400	838	150	3	176	958	1868	2678	3325	3815
6	20338	5963	1014	215	0	134	463	1345	2228	2971	3550	3981
5	11448	2756	216	0	134	462	886	1799	2620	3280	3782	4151
4	5095	772	6	194	550	987	1446	2318	3043	3604	4021	4324
3	1279	9	385	796	1251	1708	2143	2903	3498	3943	4268	4501
2	0	469	1352	1806	2234	2626	2976	3553	3984	4297	4522	4681
1	1258	2149	2908	3225	3501	3741	3946	4270	4502	4667	4783	4865
.5	2838	3448	3906	4087	4241	4372	4482	4653	4773	4858	4917	4958

- * Die infiltrasieparameters by die kleinste som van kwadrate word telkens as die mees geskikte geselekteer. Die resultate word in Figuur 3.3 voorgestel. Uit hierdie figuur kan die "vallei van minima" vir die infiltrasieparameters waargeneem word.
- * Die infiltrasieparameters vir die spesifieke besproeiing kan nou grafies voorgestel word soos aangetoon in Figuur 3.4.



Figuur 3.3 Som van die kleinste kwadrate soos voorgestel deur die “vallei van minima”

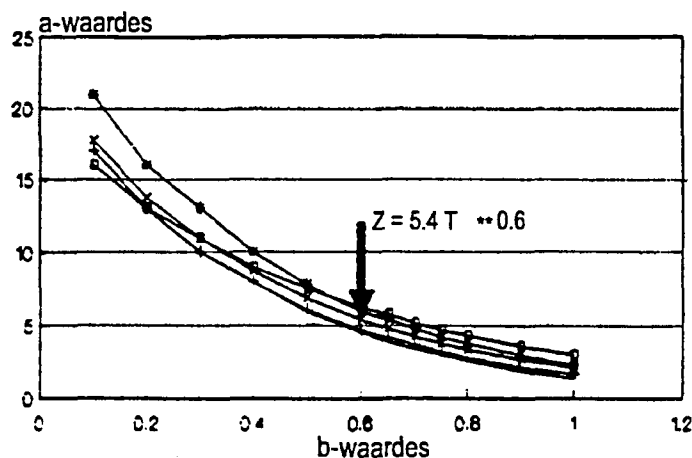


Figuur 3.4 Grafiese voorstelling van die potensiële infiltrasieparameters geldend vir ‘n spesifieke besproeiing op braakgrond sowel as op koring. [Data vir voorbeeld verwerk vanaf data te Alice deur Russel, (1982)].

Uit data van die Waternavorsingskommissie se projek deur Russel (1982), het die outeur die krommes gestip soos weergegee in

Figuur 3.4. Dit is egter onmoontlik om vanaf die krommes te besluit wat die ideale infiltrasieparameters sou wees.

- * 'n Finale seleksie van die mees geskikte infiltrasieparameters word nou gedoen deur die resessietyd met elke stel potensiële infiltrasie- parameters te korreleer. Dit geskied ook by wyse van 'n vergelyking van die kleinste som van kwadrate en word met behulp van pyle op 'n stel krommes soortgelyk aan dié van Figuur 3.4 aangetoon.



Figuur 3.5 'n Voorstelling van die finaal geselekteerde infiltrasieparameters vir voortjiesproeiing soos gedoen met die metode wat deur die navorser ontwikkel is. (Data wat in hierdie voorstelling gebruik is, is afkomstig vanaf Vaalharts, Perseel BX21).

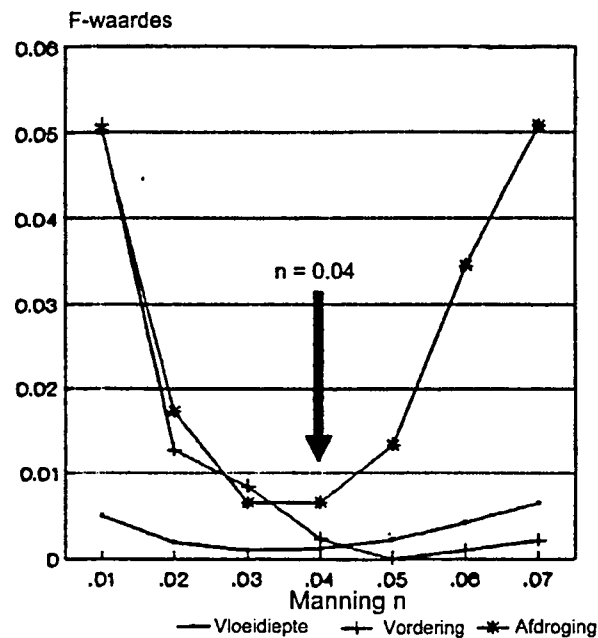
B. Die bepaling van Manning se n- waarde (die vloeiweerstand).

Manning se n-waarde word bepaal deur die simuleringsmodel vir verskeie n-waardes te aktiveer. Die kwadrate van die afwyking tussen gemete en voorspelde data (F-waardes) word telkens bepaal vir:

- * Vloediepte
- * Vorderingsfrontkrommes, en

* Afdrogingsfrontkrommes

Die waardes (soos in Figuur 3.6 aangedui) word gestip, en die waarde van Manning-n by die kleinste som van kwadrate word as die mees geskikte oplossing gekies. In Figuur 3.6 word die mees geskikte gemiddelde waarde vir Manning-n (0.04) aangetoon.



Figuur 3.6 Voorstelling van die mees geskikte waarde vir vloeiweerstand (Manning-n) (Data wat hier uitgebeeld word is afkomstig uit data deur die navorser, tydens die Waternavorsingskommissi se huidige projek, op ultrahoë-infiltrasiegronde versamel).

Let daarop dat die n-waarde vir afdroging (soos in Figuur 3.6 uitgebeeld) soms aansienlik kleiner is as tydens die beweging van die vorderingsfront. Dit word toegeskryf aan die eroderende eienskappe van die stroom water wat toegedien is.

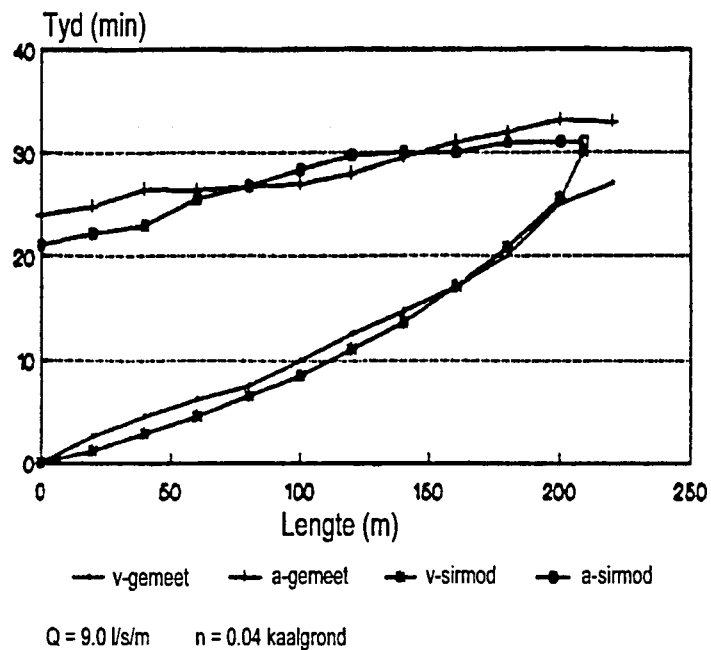
C. Simulering van die besproeiing

Dieselfde besproeiing as dié wat fisies gemeet is, word vervolgens met behulp van die infiltrasiewaardes (soos bepaal in A) en die vloeiweerstand

(soos bepaal in B), gesimuleer.

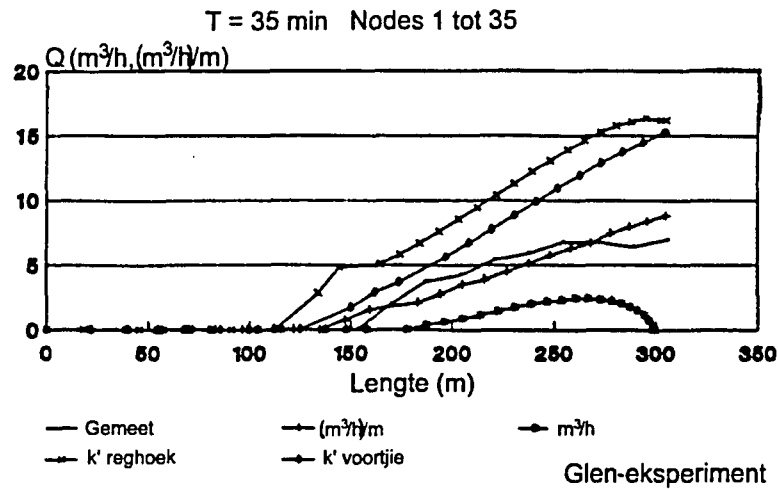
D. Vergelyking tussen gemete en gesimuleerde data

- * Die resultate van die vorderings- en afdrogingsfrontkrommes wat by die spesifieke vloeiweerstand gesimuleer is, kan nou met die gemete data vergelyk word (kyk Figuur 3.7).



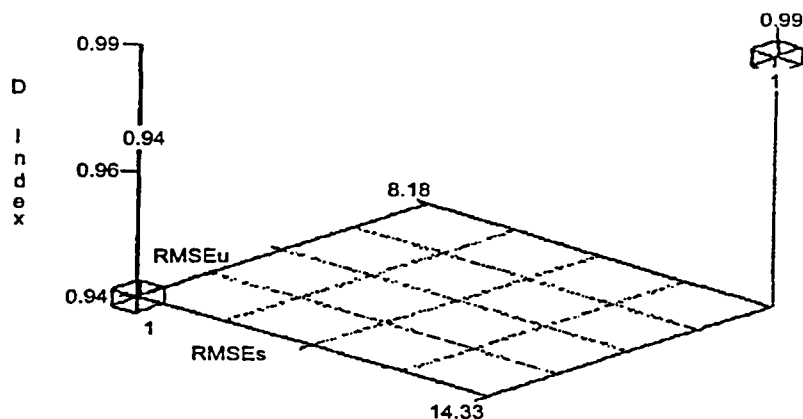
Figuur 3.7 'n Voorstelling van gemete (v)vorderings- en (a)afdrogingsfronte wat vergelyk word met gesimuleerde (v)vorderings- en (a)afdrogingsfronte (met die SIRMOD-simuleringsmodel). Data wat hier voorgestel word is afkomstig uit data deur die navorser vesamel op ultrahoë-infiltrasiegronde tydens die huidige projek van die Waternavorsingskommissie.

- * Die vloediepte of stroomgrootte word, net soos hierbo, by elke meetstasie vergelyk. Dit word in Figuur 3.8 grafies as 'n funksie van stroomgrootte voorgestel.



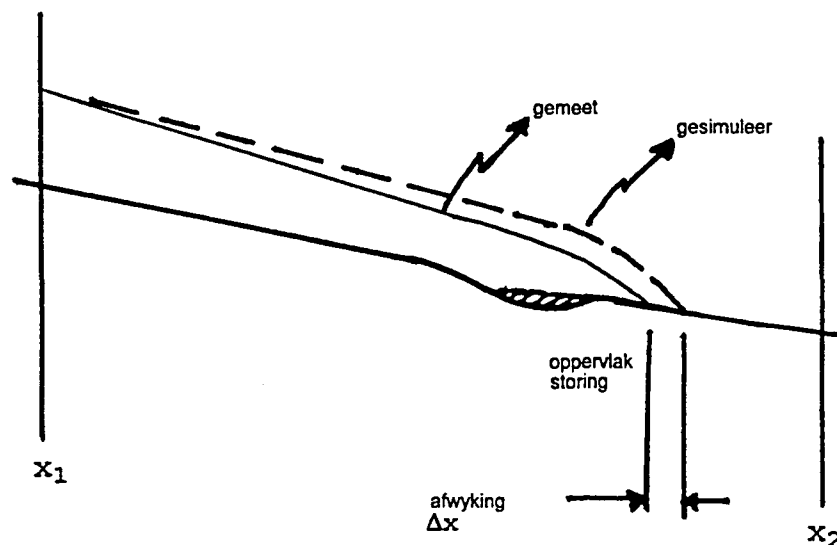
Figuur 3.8 'n Voorstelling van die vloediepte / stroomgrootte tussen gemete en gesimuleerde data. (Die data wat hier uitgebeeld word is afkomstig uit die Glen-eksperiment [Kruger, 1886]. 'n Verduideliking vir die legende word gevind in Hoofstuk 4; paragraaf 4.2.3 waar die verskillende simuleringsmodelle wat gebruik is, bespreek word).

- * Resultate word nou statisties met mekaar vergelyk deur gebruik te maak van 'n geskikte pakket wat spesifiek vir die statistiese ontleding van simuleringsmodelresultate ontwikkel is (soos die pakket van Wilmot, 1982). Figuur 3.9 toon 'n tipiese statistiese vergelyking van sulke resultate.



Figuur 3.9 'n Voorstelling van die statistiese vergelyking van gesimuleerde en gemete resultate. (Data wat hier voorgestel word is dié wat ingesamel is op perseel 6A4 te Vaalharts).

Die resultate word vervolgens ontleed deurdat afwykings tussen gesimuleerde en gemete data verklaar word in terme van onder andere, die massa- en energiebehoudbeginsels wat in Hoofstuk 2 beskryf is. In Figuur 3.10 word 'n afwyking tussen gesimuleerde en gemete resultate vir vloeddiepte aangetoon. Dit beteken dus dat die hidrouliese gradiënte, asook oppervlakstoring by die nodepunte in 'n afstand/tydvlak by verskillende meetstasies verskil. Die infiltrasie en tempo van die vorderings- en afdrogingsfronte word gevolglik beïnvloed.



Figuur 3.10 'n Grafiese voorstelling van die afwykings wat voorkom tussen gemete en gesimuleerde data wat aan die hand van massa- en energiebehoudbeginsels verklaar kan word.

- * Sekere gevolgtrekkings kan op grond van die resultate gemaak word, en die geldigheid van die simuleringsmodel kan onder die bepaalde omstandighede beoordeel word.

HOOFSTUK 4

BEVESTIGING VAN SIMULERINGSMODELLE AAN DIE HAND VAN DIE “GLEN-EKSPERIMENT”

4.1 INLEIDING

Die “Glen-eksperiment” is reeds in 1983 deur die navorser tydens die ontwikkeling van die Afdrogingsfront-gradiëntmodel uitgevoer (Kruger, 1986). Hierdie data is van so 'n aard dat dit met vrug vir die evaluering van simuleringsmodelle vir voortjebesproeiing gebruik kon word.

Vervolgens word 'n bespreking gegee van die spesifieke metodes vir dataversameling, verwerking en vergelyking van resultate wat gevolg is. Resultate wat met die bepaling van infiltrasie-eienskappe en vloeiweerstand volgens die metode soos bespreek in paragraaf 3.4.2 verkry is, word ook verstrek. 'n Volledige bespreking van die resultate van die vergelyking tussen gemete en gesimuleerde data word daarna verskaf.

'n Gedetailleerde bespreking van die “Glen-eksperiment” word gedoen om die tegniek wat deurgaans gevolg is om alle data mee te vergelyk, toe te lig. Hierdie selfde tegniek is gebruik om die data wat in die datastelle in Bylae A weergegee word, te verwerk. Hierdie metode is aangewend word om gevolgtrekkings oor die geldigheid van die simuleringsmodelle se datavoorspellingswaarde te maak.

4.2 METODE WAT GEVOLG IS

4.2.1 Insameling van data

Lokalisiteit

Die eksperiment is uitgevoer op die laerliggende vloedbesproeiingslande van die Landboukollege te Glen.

Grond

Die gronde is van die Valsrivier-vorm. Dit is homogeen van aard. Die tekstuur daarvan is nie ontleed nie.

Gewasse

Geen gewas is vir die doeleindes van die "Glen-eksperiment" verbou nie. Die grond was kaal, omgeploeg met enkele mieliestoppels van die vorige oes daarop.

Uitleg

Die perseel was goed afgewerk met 'n homogene helling van 1/300. Die voortjielengte kon tot 350 meter gekies word.

Metings

Die infiltrasievermoë van die voortjies is met behulp van 'n dubbelring gemeet. Dinamiese invloei-uitvloeimetings is met behulp van twee ge-ykte verdronke V-kerwe gedoen. Hierdie V-kerwe is spesiaal vervaardig en gekalibreer.

Meetstasies is op 17 meter intervalle langs die voortjie opgerig. Die 17 meter intervalle is gekies vanweë die beperkte aantal studente wat met die metings gehelp het (Figuur 4.1).



Figuur 4.1 Studente besig om vloedieptes by die verskillende meetstasies tydens die "Glen-eksperiment" te bepaal.

By elke meetstasie is die voortjieprofiel bepaal. Vloediepte is telkens op een minuut intervale deur die studente op 'n gestandaardiseerde wyse bepaal. 'n Toeter is geblaas om die tyd aan te dui wanneer die metings moes plaasvind. Vorderings- en afdrogingsfronte is uit die metings bepaal.

Vloeimeting

Vloeimeting is met behulp van die verdronke V-kerwe op een minuut intervale geneem.

Watervoorsiening

Water is vanuit 'n hoofkanaal met behulp van hewelpype aan die persele voorsien. 'n Konstante stroom van $\pm 60 \text{ (m}^3/\text{h)/m}$ is gehandhaaf. Oppervlakstoring voor die V-kerwe het die grootte van die inlaatstroom effens beïnvloed.

4.2.2 Verwerking van data

Die oorspronklike resultate is verwerk om sodoende die afdrogingsfrontgradiënt-model (Kruger 1986) te kon ontwikkel.

Vir die doeleindes van die Waternavorsingskommissie se vloedbesproeiingsprojek, waarin simuleringsmodelle getoets is, is die resultate herverwerk. Hierdie data is by uitstek geskik om die voortjiesubroetine van die Sirmod- simuleringsmodel (Walker, 1989) te toets, aangesien alle massa- en energiebehoudkomponente by elke meetstasie gemeet is.

4.2.3 Vergelyking tussen gesimuleerde en gemete vordering- en afdrogingsfrontkrommes

Die Sirmod-simuleringsmodel (Walker, 1989) beskik ook oor 'n voortjie simuleringsubroetine. Die Borderflow- simuleringsmodel (Strelkoff, 1985) beskik slegs oor 'n simuleringsopsie vir beddingbesproeiing. Kruger (1989) het laasgenoemde opsie vir beddingsbesproeiingsimulering aangepas vir voortjies.

Sederdien het Kruger ook die voortjiesubroetine van Walker (1989) met goeie resultate aangepas.

Die twee simuleringsmodelle is met behulp van die volgende simuleringsmetodes aan die hand van die gemete resultate evalueer:

Vir die simulering van beddingbesproeiing:

1. Borderflow (Strelkoff, 1985).
2. Sirmod se beddingsubroetine (Walker, 1989).

Vir die simulering van voortjiebesproeiing:

Vier simuleringsmetodes is gebruik waarteen voortjiebesproeiing evalueer is, naamlik:

1. “Sirmod”-voortjiesubroetine (Walker, 1989):

Stroomgrootte wat werklik gemeet is word saam met die geometrie van 'n hiperboliese of trapesoïdale voortjie ingelees. Die eenhede waarin stroomgrootte weergegee word in hierdie simuleringsmodel, is m^3/h . Omdat al vier die simuleringsmodelle telkens met die gemete data op een grafiek vergelyk word, word daar, om verwarring te voorkom, in alle verdere datavergelykende grafieke (Figure 4.3 tot 4.15g) na hierdie simuleringsmodel verwys as: m^3/h .

2. “Sirmod”-aangepaste-beddingmetode (Kruger, 1989):

Die stroomgrootte word aangepas om die voortjie as 'n een meter wye bedding te beskou.

DUS IS:

$$Q_u = \frac{Q_{\text{gemeet}}}{P_{\text{gemeet}}}$$

Infiltrasie word per benatte oppervlak gemeet en, soos in die geval van beddingbesproeiing, ingelees. Die eenhede waarin stroomgrootte in hierdie simuleringsmodel weergegee word, is $(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}$. Omdat al vier die simuleringsmodelle telkens met die gemete data op een grafiek vergelyk word, word daar, om verwarring te voorkom, in alle verdere datavergelykende grafieke (Figure 4.3 tot 4.15g) na hierdie simuleringsmodel verwys as: $(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}$.

3. “Sirmod” -voortjie en aangepaste-infiltrasie: (Walker, 1989 en aangepas deur Kruger)

Die stroomgrootte, soos werklik gemeet, word saam met die geometrie van 'n hiperboliese of trapesoïdale voortjie ingelees. Infiltrasie word per eenheidswydte aangepas deur:

$$I_u = I_{\text{gemeet}} \times P_{\text{gemeet}}$$

Omdat al vier die simuleringsmodelle telkens met die gemete data op een grafiek vergelyk word, word daar, om verwarring te voorkom, in alle verdere datavergelykende grafieke (Figure 4.3 tot 4.15g) na hierdie simuleringsmodel verwys as: k'voortjie.

4. “Sirmod”-bedding met aangepaste-infiltrasie: (Walker, 1989 en aangepas deur Kruger)

Die werklik gemete stroomgrootte word ingelees op 'n bedding van een meter wydte. Infiltrasie word verlaag deur dit per eenheidswydte aan te pas:

$$I_u = I_{\text{gemeet}} \times P_{\text{gemeet}}$$

(waar P_{gemeet} = benatte omtrek van die voortjie)

Omdat al vier die simuleringsmodelle telkens met die gemete data op een grafiek vergelyk word, word daar, om verwarring te voorkom, in alle verdere datavergelykende grafieke (Figure 4.3 tot 4.15g) na hierdie simuleringsmodel verwys as: k'reghoek.

4.3 RESULTATE VAN DIE “GLEN-EKSPERIMENT”

Infiltrasietempo is deurgaans bereken volgens die metode wat in paragraaf 3.4.2 beskryf word. Die resultaat van hierdie berekening is:

Berekende infiltrasietempo: $Z(\text{mm}) = 0.0051 T_k(\text{min})^{0.73}$

Vloeiweerstand is deurgaans bereken volgens die metode wat beskryf is in paragraaf 3.4.2. Die resultaat van hierdie berekening is:

Berekende vloeiweerstand: Manning-n = 0.05

Hierdie waardes is gebruik in die simulering van data. Die "Glen-eksperiment" se gemete data (so ook al die ander data soos weergegee in Bylae A en B) is volgens die onderstaande vier stappe met die vier genoemde simuleringstegnieke (kyk paragraaf 4.2.3) vergelyk.

Stap een : Die gemete data van die afdrogings-en vorderingsfronte word bestudeer vir eksperimentele foute.

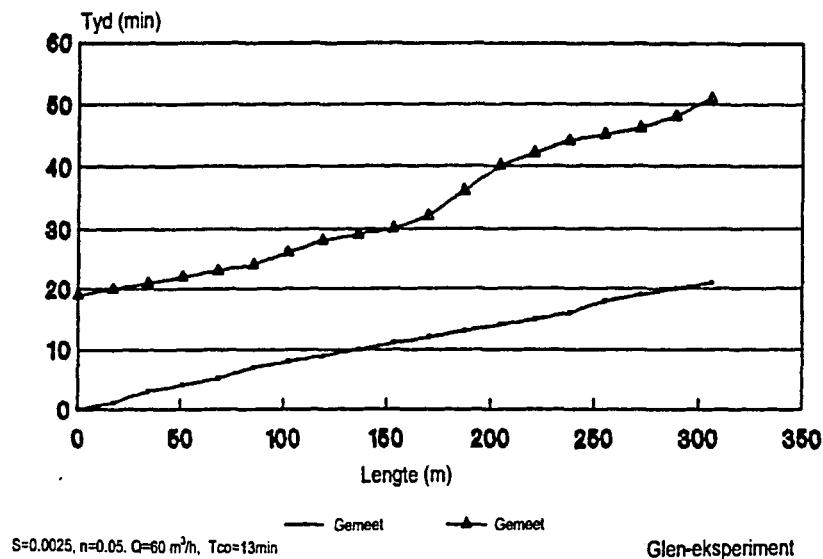
Stap twee: Twee van die simuleringmodelle naamlik: Die Sirmod-voortjiesubroetine (m^3/h) die Sirmod-aangepastebedding-metode $[(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}]$ word met die gemete data vergelyk.

Stap drie: Daarna word die twee simuleringmetodes waar infiltrasie deur Kruger aangepas is naamlik Sirmod-voortjie (k'voortjie) en aangepaste-infiltrasietegnieke (k'reghoek), met die gemete data vergelyk.

Stap vier: Al vier die simuleringstegnieke word gesamentlik met die gemete data vergelyk.

4.3.1 Evaluering van die gemete data

In Figuur 4.2 word die gemete vorderings- en afdrogingsfrontkrommes aangetoon. Eksperimentele foute kan die verklaring bied vir die variasies wat in die resultate voorkom. (Soos reeds vermeld is 17 studente gebruik om lesings by elk van die 17 meetstasies te neem.) Die metings is telkens gedoen sodra 'n toeter geblaas is.



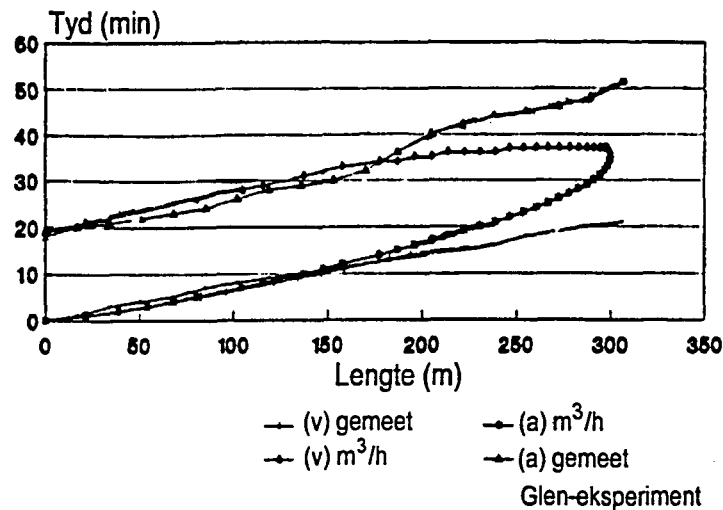
Figuur 4.2 Gemete vorderings- en afdrogingsfrontresultate van die “Glen-eksperiment”

4.3.2 Vergelyking tussen die gemete en die voorspelde data met behulp van die Sirmod-voortjiesubroetine (m^3/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode $[(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}]$

4.3.2.1 Voorspelling met behulp van die Sirmod-voortjiesubroetine (m^3/h) ten opsigte van die vorderings-en afdrogingsfronte.

Die gemete stroomgrootte in die voortjie se vloeiweerstand, infiltrasie en ander insette is in die Sirmod-simuleringsmodel ingelees. Die voortjieprofiel is as “parabolies” gekies en die waardes van die profiel-geometrie is ingelees.

Die simulering is uitgevoer en die waardes is teenoor die gemete data gestip (Figuur 4.3).



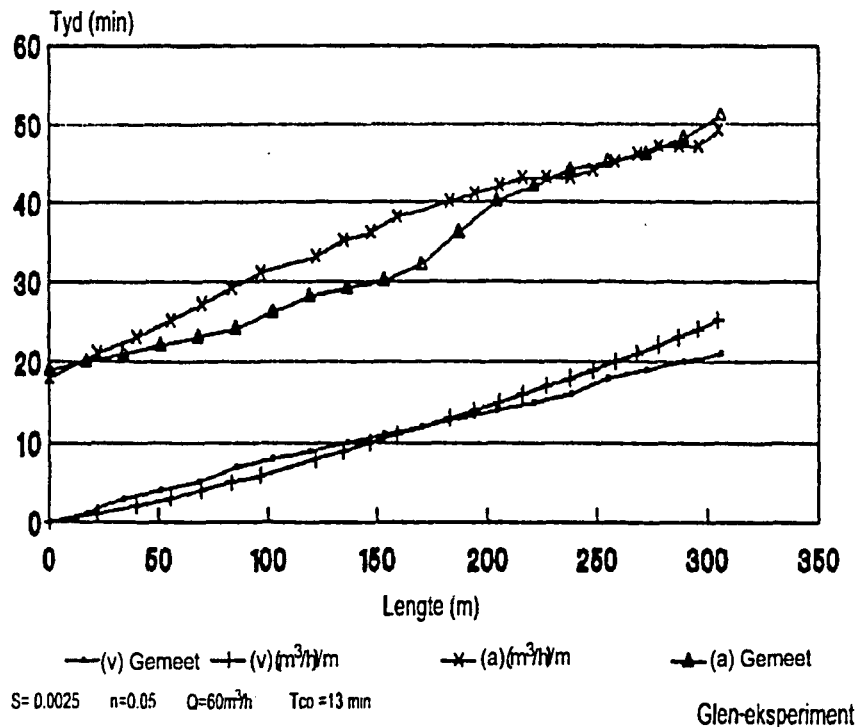
Figuur 4.3 Gemete (v)vorderings- en (a)afdrogingsfront resultate van die “Glen-eksperiment” gestip teenoor die voorspelde resultate met die Sirmod-voortjiesubroetine (m^3/h).

Dit is duidelik dat die Sirmod-voortjiesubroetine afwyk van die gemete data. Die voorspelde vorderingsfront is te stadig terwyl die ware vorderingsfront vinniger plaasvind. In paragraaf 4.3.3.3 word hierdie waarneming verder in terme van vloediepte ondersoek.

4.3.2.2 Voorspelling met behulp van die Sirmod-aangepaste-bedding metode [$(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}$] ten opsigte van die vorderings- en afdrogingsfronte.

Deur die voortjie as ‘n klein bedding te beskou, kan die simulering met behulp van ‘n bedding-subroetine uitgevoer word (Kruger, 1989).

Gemete waardes is weereens ingelees soos in die vorige punt beskryf en die simulering is gedoen. Die resultate word in Figuur 4.4 weergegee.



Figuur 4.4 Vergelyking tussen gemete en voorspelde data met behulp van die Sirmod-aangepaste-beddingmetode $[(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}]$ vir (v)vorderings- en (a)afdrogingsfronte vir die “Glen-eksperiment”

’n Goeie verband is tussen die gemete en gesimuleerde data verkry (Figuur 4.4).

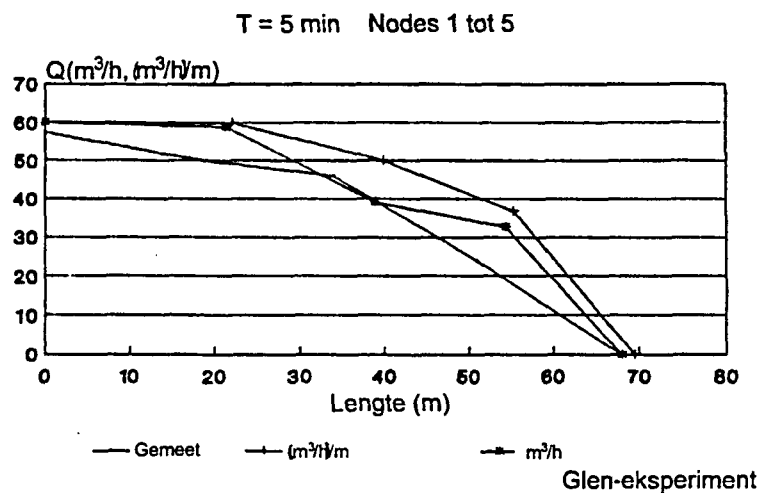
4.3.2.3 Bespreking van die gemete en gesimuleerde resultate wat verkry is [voortjiesubroetine (m^3/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) ten opsigte van vloediepte en stroomgrootte.

Die ontleding van vloediepte by voortjiesbesproeiing moet in ’n drie-dimensionele vlak geskied om voorsiening vir die profiel van die besproeiings-voortjie te maak. Dit is gevolglik makliker om die stroomgrootte (waar vloediepte reeds in drie-dimensies verreken is) te vergelyk. Gemete vloedieptes word gevolglik omgerekend na stroomgrootte (by elke meetstasie en tydsinterval) met behulp van ’n Manning-verband (die voortjie-profiel en Manning- n is reeds bekend).

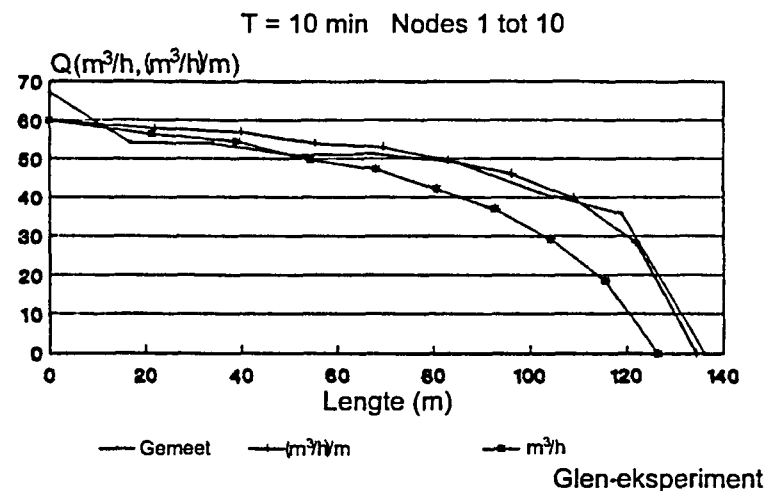
Die resultate waarin stroomgrootte vergelyk word, word in Figuur 4.5 weergegee. Die waardes van stroomgrootte is elke vyf minute teenoor afstand gestip.

Telkens is elke node waar daar vloeï was of reeds voorgekom het, ook gestip. Hierdie gemete data word teenoor die gesimuleerde data in figure 4.5 tot 4.11 voorgestel.

Figuur 4.5 toon 'n effens kleiner gemete stroomgrootte teenoor die voorspelde stroomgrootte van beide simulerings. Die kleiner gemete waarde kan waarskynlik toegeskryf word aan die fisiese tyd wat dit neem om die stroom op volsterkte te kry.

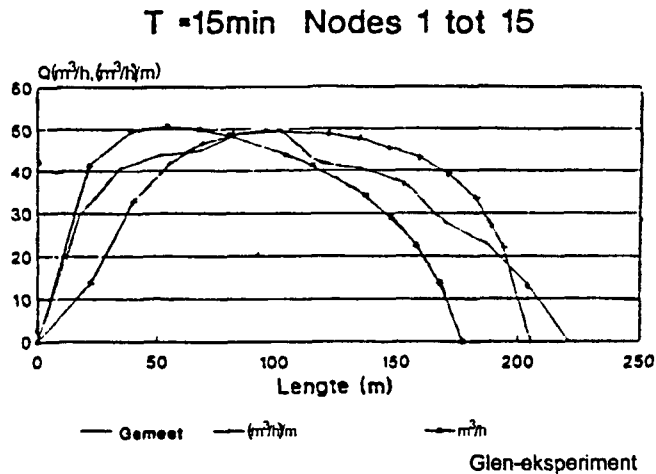


Figuur 4.5 Stroomgrootte teenoor beddinglengte vir vyf minuut tydintervalle en nodes 1 tot 5 [voortjiesubroetine=(m³/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode=(m³/h)/m]



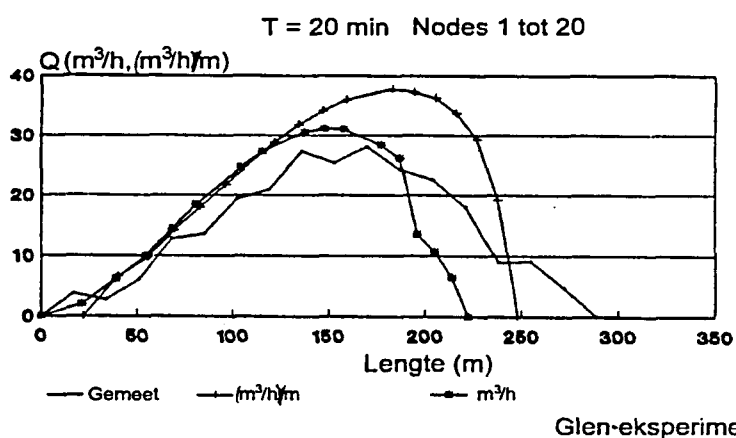
Figuur 4.6 Stroomgrootte teenoor tyd. Tyd = 10 minute; nodes 1 tot 10 word getoon [voortjiesubroetine=(m³/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode=(m³/h)/m].

Figuur 4.6 toon dat die vorderingsfront na 10 minute tot ± 136 meter gevorder het. Beide die simulering-tegnieke lewer op hierdie tydstip goeie modellering hoewel die Sirmod-voortjiesubroetine 'n effense stadiger vorderingsfront as die gemete data toon.



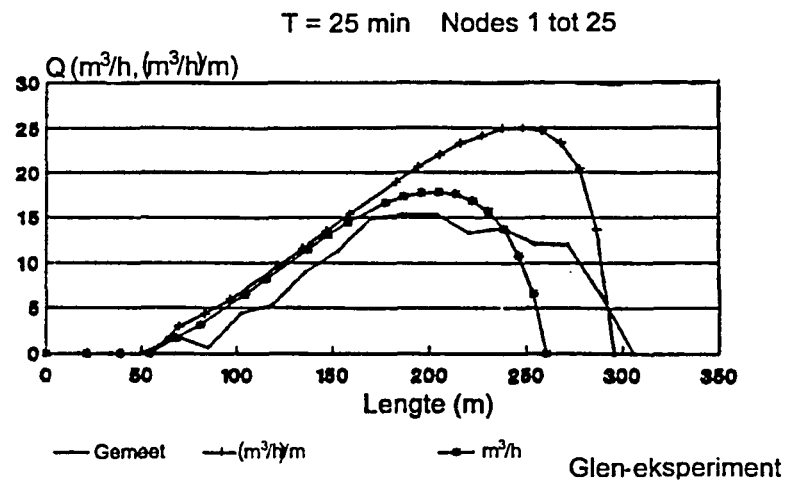
Figuur 4.7 Stroomgrootte teenoor lengte. Tyd = 15 minute. Afsnytyd 13 minute. [voortjiesubroetine= (m^3/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$].

Die wegdreineringsfase ($Q=0$ by $L=0$) is in proses en word in Figuur 4.7 getoon. Die Sirmod-voortjiesubroetine voorspel die wegdreinerings beter as die Sirmod-aangepaste-beddingmetode, terwyl laasgenoemde metode die vorderingsfront beter voorspel.



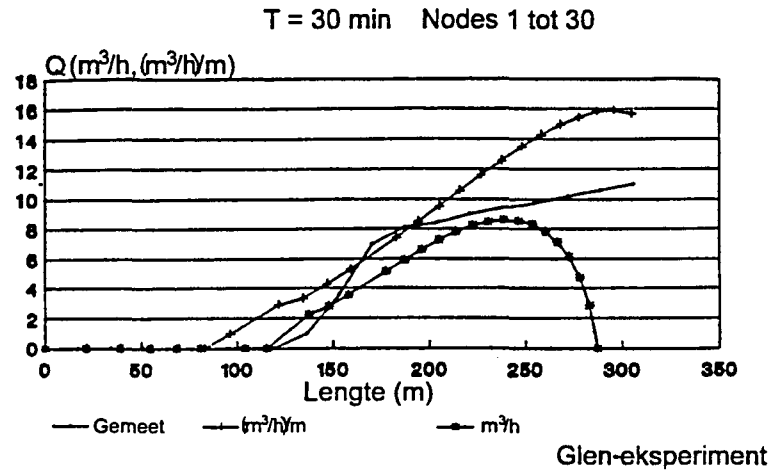
Figuur 4.8 Stroomgrootte teenoor lengte. Tyd=20 minute. Begin van resessiefase[voortjiesubroetine= (m^3/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$].

In Figuur 4.8 word aangetoon dat die wegdreineringsfase pas voltooi is en dat die resessiefase begin het. Aanvanklik word die resessiefase met beide simulering-metodes goed gemodelleer. Die vorderingsfront word hier weereens beter voorspel deur die Sirmod-aangepaste-beddingmetode. Die bestaan van 'n dinamiese golfprofiel wat teen die bedding afbeweeg is baie duidelik sigbaar tussen $L=0$ en $L=270$ meter.



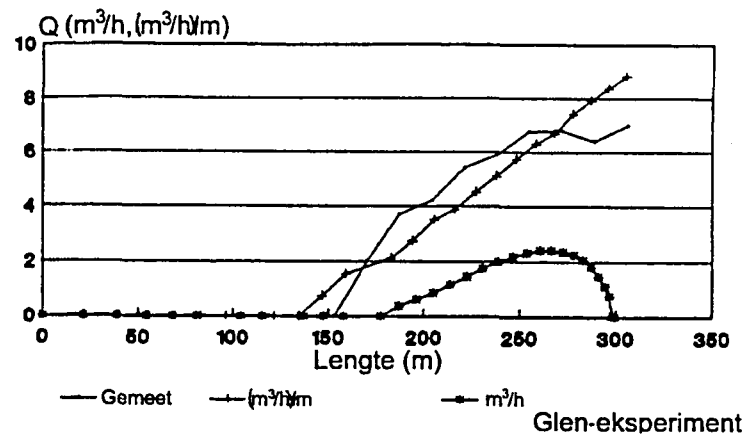
Figuur 4.9 Stroomgrootte teenoor lengte. Tyd=25 minute. Nodes 1 tot 25 word getoon [voortjiesubroetine= (m^3/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$].

Vanuit Figuur 4.9 blyk dit dat beide die simuleringmetodes die afdrogingstempo effektief voorspel, hoewel die vorderingstempo beter deur die Sirmod-aangepaste-beddingmetode van Kruger (1989) voorspel word. Die uitermate hoë voorspelde stroomgrootte van laasgenoemde metode wat tussen lengtes van 200 en 270 meter voorgekom het, kan gedeeltelik verklaar word deur die omrekening van vloediepte na stroomgrootte. Hierdie berekeninge word beïnvloed weens die feit dat die geometrie van voortjies van dié van beddings verskil. Weens die paraboliese aard van die voortjie, sal 'n klein meetfout 'n groot afwyking in die stroomgrootte veroorsaak.



Figuur 4.10 Stroomgrootte teenoor lengte. Tyd=30minute. Eindpunt van bedding is reeds bereik deur gemete data [voortjiesubroetine= (m^3/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$].

Figuur 4.10 toon dat beide simuleringmetodes die stroomgrootte tydens afdroging goed voorspel. Die tempo van die afdrogingsfront in die geval van die voortjiesubroetine(m^3/h) neem egter te vinnig af.



Figuur 4.11 Die laaste helfte van afdroging. Die vergelyking tussen stroomgrootte en lengte word vertoon Tyd=35 minute [voortjiesubroetine= (m^3/h) en die Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$].

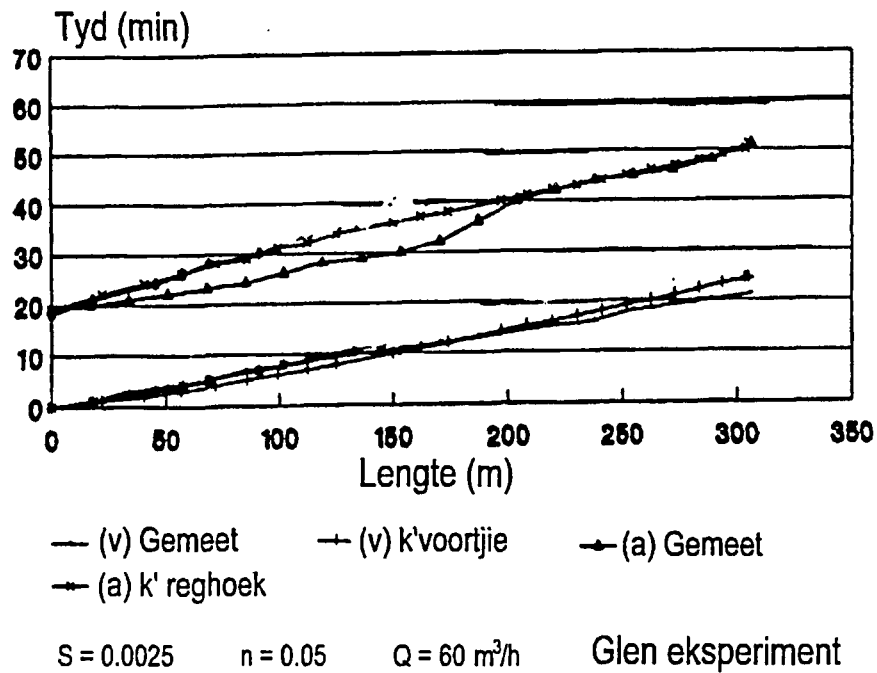
Uit Figuur 4.11 is dit duidelik dat die Sirmod-voortjiesubroetine 'n swakker simulering vir beide afdrogings- en vorderingsfronte lewer. Te min water is aan die onderpunt van die voortjie beskikbaar. Die Sirmod-aangepaste-bedding metode lewer steeds goeie voorspelde waardes teenoor die werklike gemete waardes.

4.3.3 Vergelyking tussen gemete en voorspelde data met behulp van die infiltrasie-aangepaste simulering-modelle

4.3.3.1 Voorspelling met behulp van Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasie (k'voortjie) ten opsigte van vorderings- en afdrogingsfronte

Die gemete stroomgrootte in die voortjie, vloe weerstand en ander insette word in die Sirmod-program ingelees. ***Die infiltrasie-waarde word aangepas sodat dit geldig is vir 'n eenheidswydte van 'n voortjie.*** In die Sirmod-handleiding word hierdie waarde aangepas vir rywydte en dus die hele oppervlak van die land. So 'n aanpassing is onder Suid-Afrikaanse toestande ongeldig omdat rywydtes nie gestandaardiseer is nie. Rywydtes wissel van gewas tot gewas en van streek tot streek. (Byvoorbeeld 0,75 meter vir bone, 0,9 tot 2 meter vir mielies, 1,2 tot 1,5 meter vir suikerriet, 1,5 tot 2,4 meter vir tamaties en rissies.)

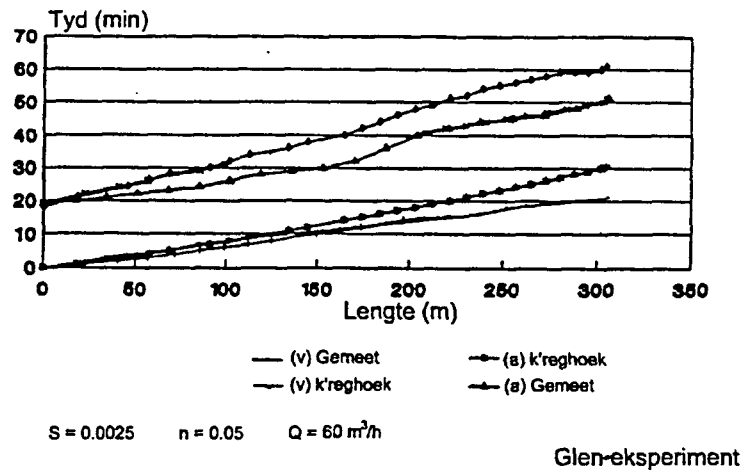
In Figuur 4.12 word die gesimuleerde teenoor die gemete data vir die vorderings- en afdrogingsfronte vir die "Glen-eksperiment" aangedui. Daar is 'n betreklik goeie korrelasie tussen die voorspelde en gemete resultate vir beide vorderings- en afdrogingsfronte.



Figuur 4.12 Waargenome (v)vorderings- en (a)afdrogingsfrontdata asook voorspelde data volgens die Sirmod-voortjie en aangepaste infiltrasiemetode (k'voortjie).

4.3.3.2 Voorspelling met behulp van die Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasie (k'reghoek) ten opsigte van die vordering- en afdrogingsfronte.

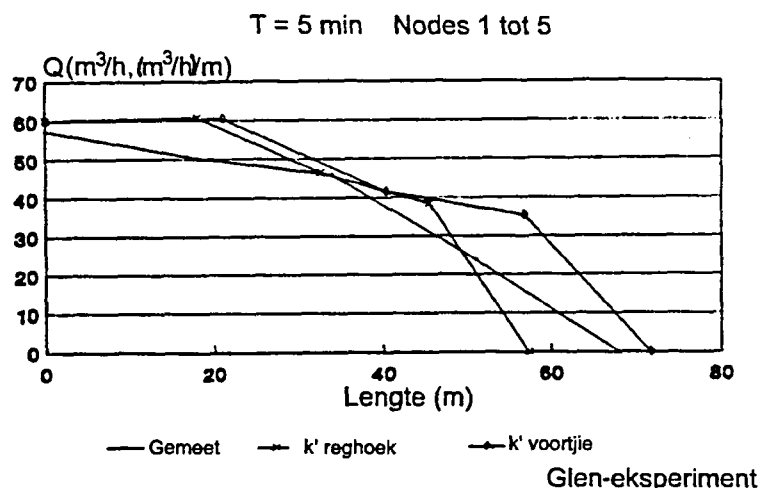
Dit word aanvaar dat die gemete stroomgrootte in 'n bedding met eenheidswydte en 'n aangepaste infiltrasietempo voortbeweeg. Die vloe weerstand en ander insette word soos voorheen ingelees. Die gemete teenoor die gesimuleerde data word in Figuur 4.13 aangetoon. Beide die gesimuleerde vorderings- en afdrogingsfronte beweeg stadiger as die gemete waardes. Alhoewel die kontaktyd en dus ook die toediening min beïnvloed word, word die gemete data swak voorspel.



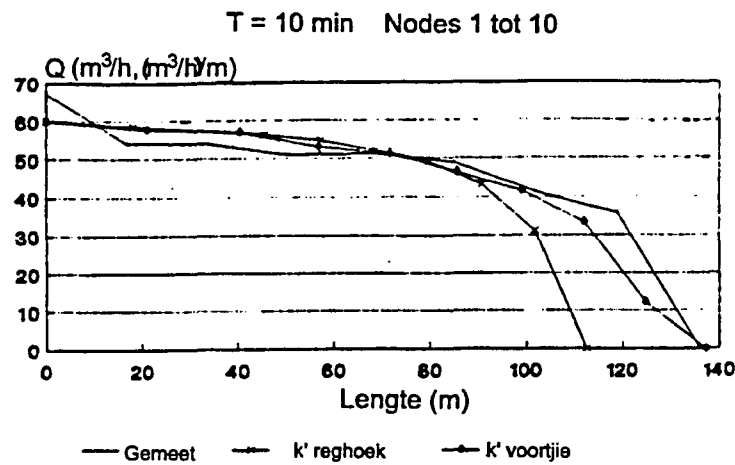
Figuur 4.13 Gemete en voorspelde (v)vorderings- en (a)afdrogingsfronte met behulp van die Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode (k'reghoek).

4.3.3.3 Bespreking van gemete en voorspelde resultate met behulp van infiltrasie- aangepaste simuleringsmodelle ten opsigte van vloedidpte en stroomgrootte.

Die verskille of ooreenkomste tussen die werklike gemete en gesimuleerde data kan duidelik onderskei word op die grafiese voorstellings (Figure 4.14a-4.14g) wat hierna volg. Aangesien die data op dieselfde wyse hanteer en die resultate in dieselfde volgorde weergegee word soos uiteengesit in paragrawe 4.3.3.1 en 4.3.3.2, volg daar nie verder 'n bespreking nie.

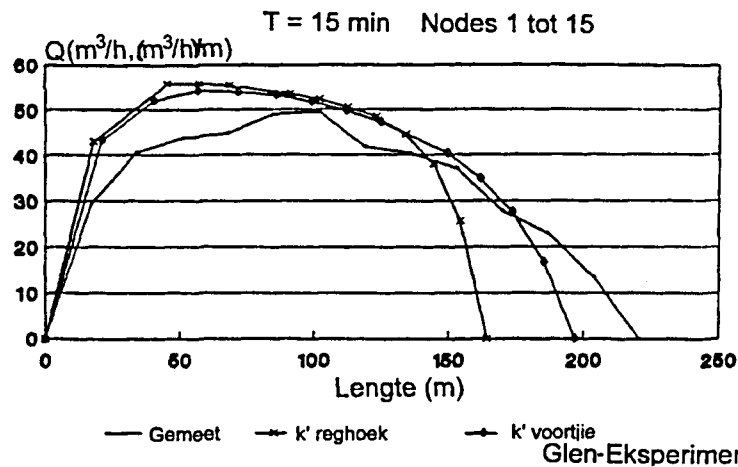


Figuur 4.14(a) Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode (k'reghoek). Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode (k'voortjie).



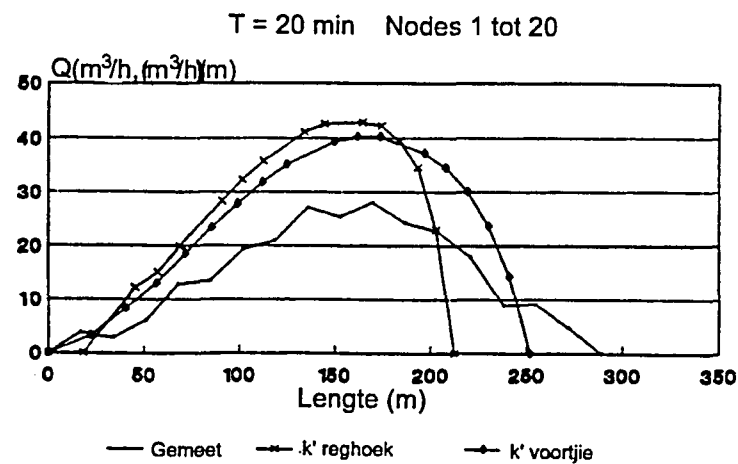
Figuur 4.14(b)

Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode=(k' reghoek).
 Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= (k' voortjie).



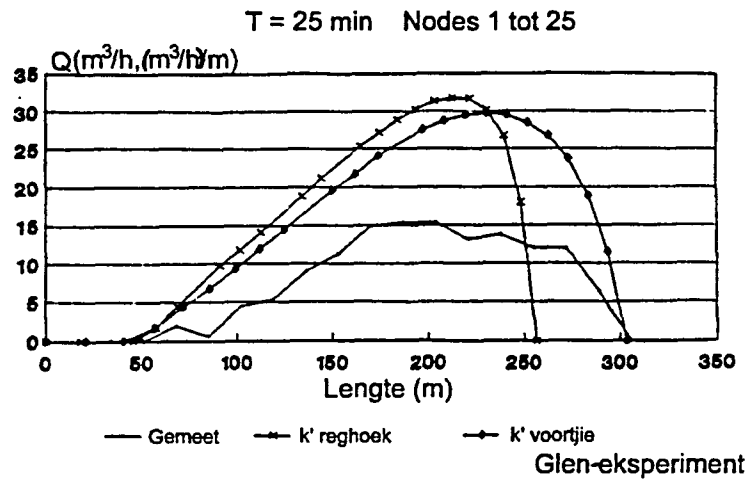
Figuur 4.14(c)

Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode=(k' reghoek).
 Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= (k' voortjie).



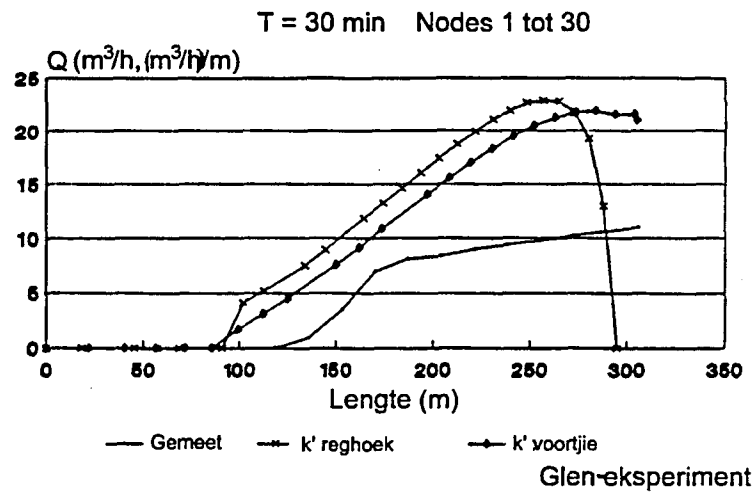
Figuur 4.14(d)

Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode=(k' reghoek).
 Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= (k' voortjie).



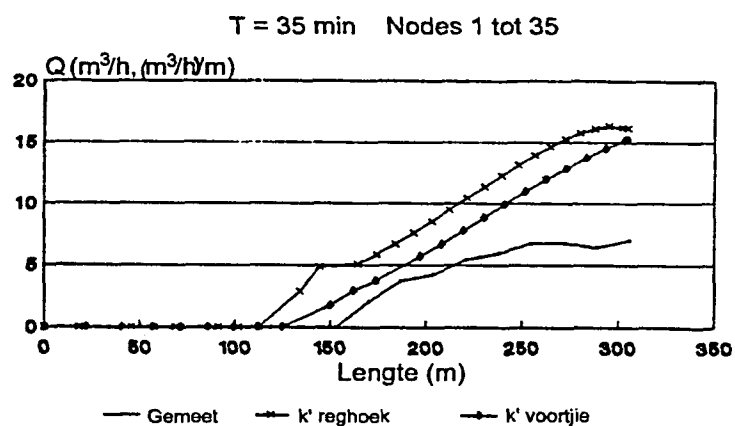
Figuur 4.14(e)

**Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode=(k'reghoek).
Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= (k'voortjie).**



Figuur 4.14 (f)

**Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode=(k'reghoek).
Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= (k'voortjie).**

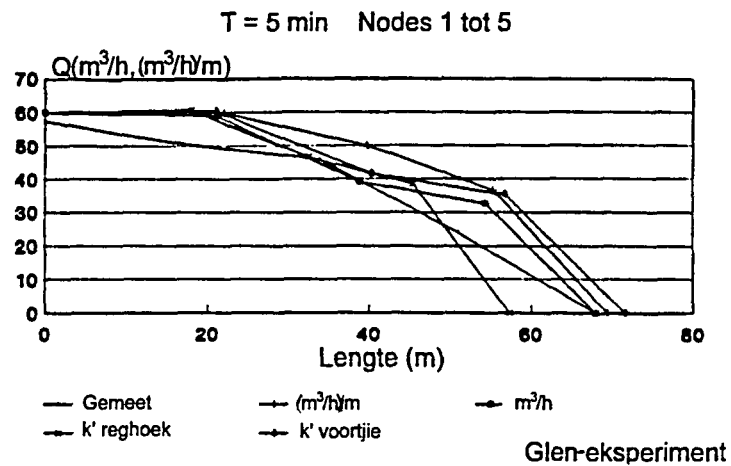


Figuur 4.14 (a)-(g)

**Die gemete vloediepte en stroomgroottes teenoor die
gesimuleerde data met die infiltrasie- aangepaste
simuleringsmodelle tydens die "Glen-eksperiment".**

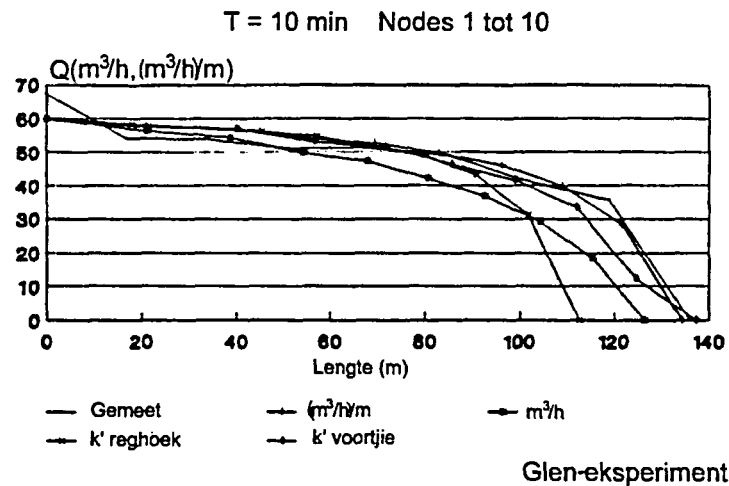
4.3.3.4 Vergelyking tussen gemete en voorspelde data vir al vier die simuleringsmetodes

Vervolgens word al vier simuleringsmetodes vergelyk. Die vloeidieptes, soos deur stroomgrootte verteenwoordig, word gestip teenoor lengte by bepaalde nodes of tydsintervalle. Vergelyking tussen gemete en voorspelde data, word voorgestel in die opvolgende figure.



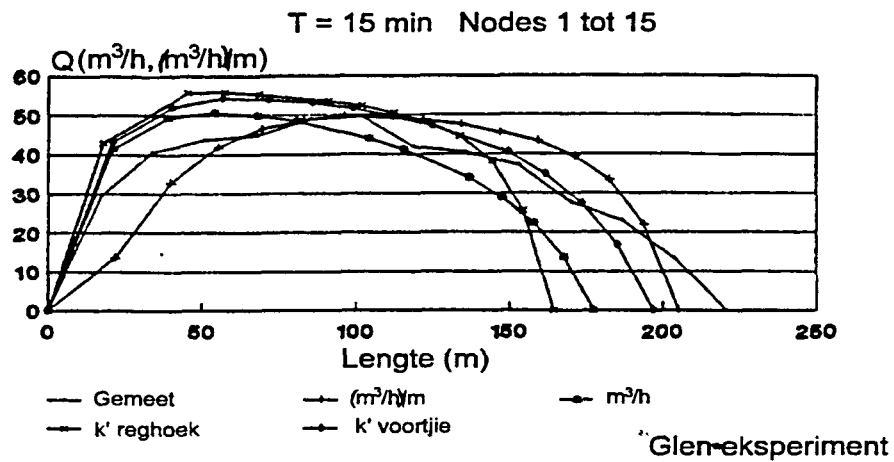
Figuur 4.15 (a)

voortjiesubroetine= (m^3/h)
 Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$.
 Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ reghoek})$.
 Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ voortjie})$.



Figuur 4.15 (b)

voortjiesubroetine= (m^3/h)
 Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$.
 Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ reghoek})$.
 Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ voortjie})$.



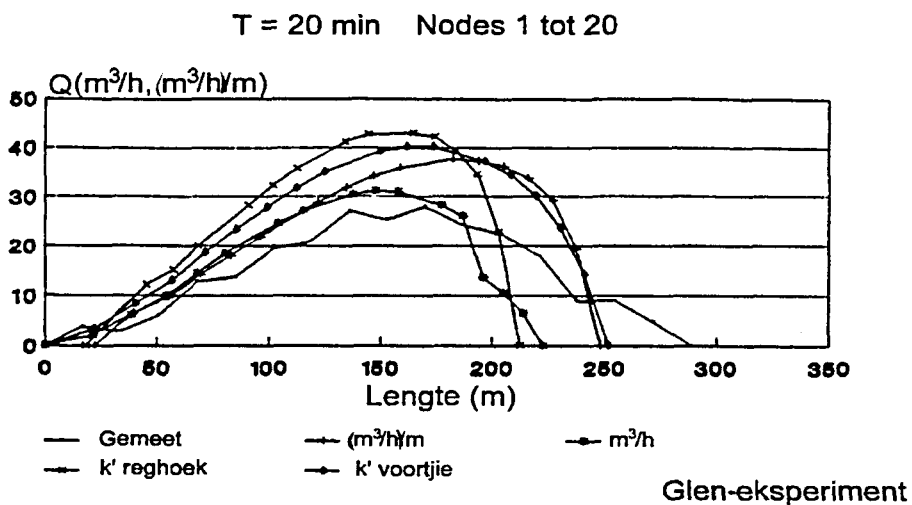
Figuur 4.15 (c)

voortjiesubroetine= (m^3/h)

Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$.

Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ reghoek})$.

Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ voortjie})$.



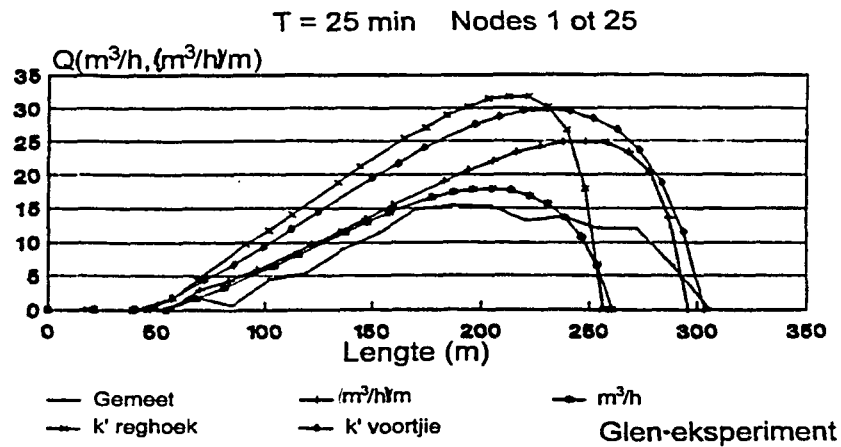
Figuur 4.15 (d)

voortjiesubroetine= (m^3/h)

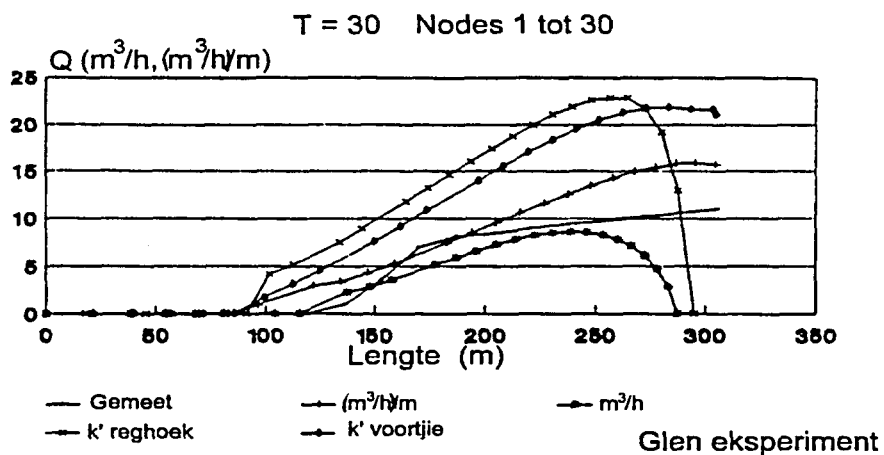
Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$.

Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ reghoek})$.

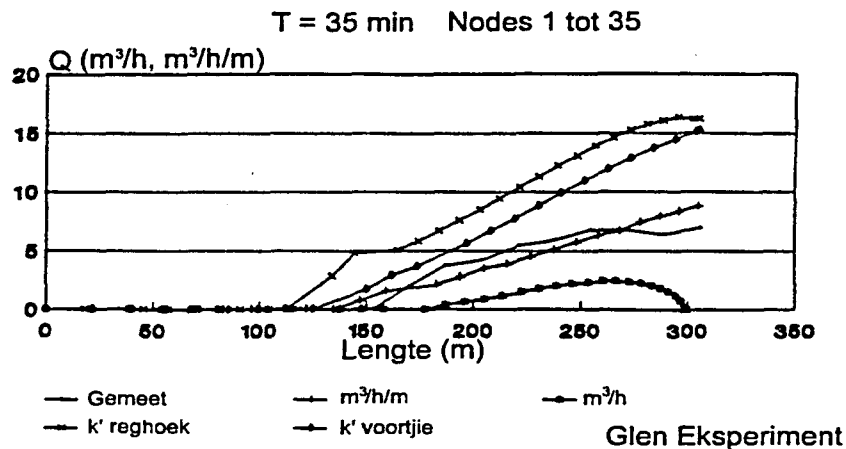
Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ voortjie})$.



Figuur 4.15 (e) voortjiesubroetine= (m^3/h)
 Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$.
 Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ reghoek})$.
 Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ voortjie})$.



Figuur 4.15 (f) voortjiesubroetine= (m^3/h)
 Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$.
 Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ reghoek})$.
 Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ voortjie})$.



Figuur 4.15 (a)-(g) Die gemete vloediepte en stroomgroottes teenoor die gesimuleerde data van al vier simulering-metodes vir die "Glen-eksperiment"

voortjiesubroetine= (m^3/h)
 Sirmod-aangepaste-beddingmetode= $(m^3/h)/m$.
 Sirmod-bedding met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ reghoek})$.
 Sirmod-voortjie met aangepaste infiltrasiemetode= $(k' \text{ voortjie})$.

Die volgende blyk uit Figure 4.15a tot 4.15g:

- * Die vier simulering-metodes voorspel deurgaans 'n vinniger aanvanklike vorderingstempo en 'n groter volume water wat in die voortjie gestoor word (kyk Figure 4.15a en b). Die tendens kom voor aangesien die volle stroom onmiddellik in die voortjie ingelaat word tydens simulering. In die praktyk het dit nie so plaasgevind nie, aangesien van hewelpype gebruik gemaak is.
- * Die Sirmod-voortjiesubroetine (m^3/h) lewer oor die algemeen die swakste voorspelling vir beide vorderings- en afdrogingskrommes. Die vorderings- en afdrogingsfronte neig om te gou te staak (Figuur 4.15g), aangesien te veel water in die eerste gedeelte van die voortjie infiltreer. Die infiltrasie eienskappe word om een of ander rede telkens verkeerd verreken. Hierdie tendens van wanvoorspelling neem toe hoe hoër die infiltrasietempo's word (Kyk Bylae A en B; Datastelle vir gronde met ultra-hoë infiltrasietempo).
- * Die Sirmod-aangepaste-beddingmetode [$(m^3/h)/m$] lewer deurgaans die beste resultate vir die voorspelling van vloediepte en stroomgrootte. Die voorspelde vorderings- en afdrogingsfronte met hierdie metode stem ook die

beste ooreen met die gemete data.

4.3.4 Statistiese vergelyking

Wanneer al die data ontleed en soos hierbo voorgestel is, kan dit statisties met mekaar vergelyk word. 'n Datastel soos hiernaas aangetoon word vir elke simuleringsmodel *versus* gemete data opgestel. Die statistiese vergelyking geskied analoog aan die metode soos beskryf deur Willmott (1982). 'n Indeks van ooreenkoms (D-indeks) en sistemiese vierkantswortel van die kwadraatfout (RMSE) word telkens aangedui. (Verwys ook na Figuur 3.9 en die datastelle in Bylae A en B).

4.4 GEVOLGTREKKING

Die volgende gevolgtrekking word uit die resultate van die Glen-eksperiment gemaak:

- * Die voortjiesubroetine (m^3/h) van die Sirmod-program die swakste korrelasie met gemete data.
- * Die Sirmod-voortjiesubroetine (k'voortjie) met 'n aangepaste infiltrasietempo, lewer 'n aanvaarbare korrelasie met gemete data.
- * Wanneer die voortjie as 'n klein bedding beskou word en die stroomgrootte aangepas word vir 'n eenheidswydte, word die beste korrelasie verkry (die Sirmod-aangepaste-beddingmetode $[(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}]$).

HOOFSTUK 5

RESULTATE, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS VANAF DIE DATA WAT IN DIE DATASTELLE VERTOON WORD

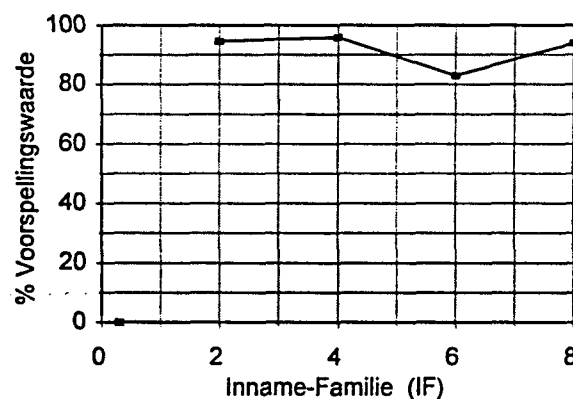
5.1 INLEIDING

Al die data in die datasetelle (waarvan voorbeelde in Bylae A en B gegee word) is verwerk volgens die tegniek wat beskryf is in die voorafgaande Hoofstukke 3 en 4. Ten einde duplisering te vermei, word slegs die klaar verwerkte resultate in datasetelle aangetoon (Bylae A en B).

5.2 RESULTATE

5.2.1 Beddingbesproeiing

Die resultate (Bylae A en B) toon dat beide die simuleringsmodelle wat gebruik is, beddingbesproeiing goed simuleer. In die geval van die Borderflow-simuleringsmodel (Strelkoff, 1985) is daar egter telkens geen oplossing vir bepaalde simuleringsprobleme gevind nie. Figuur 5.1 dui die voorspellingsindeks tussen die gemete- en gesimuleerde data, op verskillende inname families in Suid-Afrika, vir beddingbesproeiing aan.



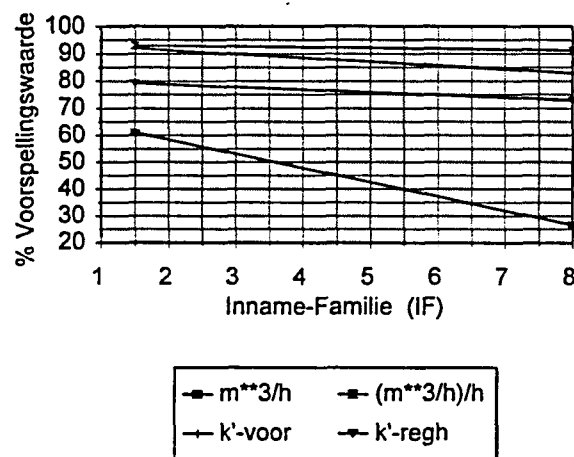
Figuur 5.1 Die gemiddelde voorspellingswaarde soos verkry met die Sirmod-simuleringsmodel vir beddings

Soos reeds in die vorige volumes aangedui, is die rykwydte van infiltrasiegroepe vir Suid-Afrikaanse toestande, veel wyer as in die VSA. Deur 'n voorspellingsindeks vir infiltrasiegroepe daar te stel, kan bepaal word of die simuleringsmodel ook met sukses by Suid-Afrikaanse gronde met ultrahoë infiltrasietempo's gebruik kan word.

Vanuit die resultate (Bylae A) is dit duidelik dat die beddingbesproeiingsubroetine van die Sirmod-simuleringsmodel (Walker, 1989) met 'n 80-90% vertroue in die simulering van beddingbesproeiingsepisodes aangewend kan word.

5.2.2 Voortjiebesproeiing

Die resultate wat in Bylae B vertoon word, toon dat die verskillende metodes waarmee voortjiebesproeiing gesimuleer kan word, wisselend mate van sukses lewer. Figuur 5.2 toon aan dat die Sirmod-model se voortjiesubroetine (m^3/h) misleidende resultate kan lewer.



Figuur 5.2 Die tendens van die gemiddelde voorspellingswaardes verkry deur die Sirmod-simuleringsmodel op vier metodes aangewend is vir voortjiebesproeiing

5.3 GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS

5.3.1 Beddingbesproeiing

Beddingbesproeiing word oor die algemeen goed deur beide simuleringsmodelle voorspel. 'n Voorspellingswaarde van tussen 80% en 99% word verkry (Bylae A). Die Sirmod-simuleringsmodel van Walker (1989) word egter aanbeveel weens die gemak waarmee oplossings bereik word (Figuur 5.1).

5.3.2 Voortjiebesproeiing

- Resultate verkry met die Sirmod-simuleringsmodel se voortjiesubroetine (m^3/h) van Walker (1989) het aan die lig gebring dat misleidende resultate verkry kan word aangesien die infiltrasieparameters subjektief deur die gebruiker aangepas moet word. 'n Voorspellingswaarde van tussen 1.6% tot 85% word verkry.
- Wanneer hierdie model aangepas word deur dit as 'n klein bedding te beskou en die stroomgrootte aan te pas by eenheidswydte om vir die benatte oppervlak voorsiening te maak (beskryf deur Kruger, 1989), word goeie resultate verkry soos aangetoon in Figuur 5.2 [$(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}$]. 'n Voorspellingswaarde van tussen 78% en 99% word verkry. Die infiltrasie word objektief bepaal soos in **Volume 3**, (paragraaf 3.4) beskryf word.
- Die ander twee metodes (waar infiltrasie vir benatte oppervlak aangepas word) lewer effens swakker resultate soos aangetoon in Figuur 5.2 en word dus nie aanbeveel nie. 'n Voorspellingswaarde van tussen 75% en 92% word verkry deur die Sirmod-voortjie en aangepaste-infiltrasiemetode (k'voortjie) te gebruik. Die Sirmod-bedding met aangepaste-infiltrasie (k'reghoek) lewer resultate van tussen 65% en 90%.

Die implikasie van die resultate is dat 'n ontwerpprosedure vir beddings met 'n aangepaste stroomgrootte ook vir die ontwerp van voortjiebesproeiing in die RSA gebruik kan word.

LITERATUURLYS

- BADENHORST, J.W., 1973. Die afsnykoeffisiënt vir die ontwerp van vloedbesproeiingsbeddings. *Landbou-ingenieurswese in Suid-Afrika*, 7(1):46-55.
- BASSETT, D.L., FRANGMEIER, D.D. & STRELKOFF, T., 1980. Hydraulics of surface irrigation. In JENSEN, M.E., (Ed)., *Design and operation of farm irrigation systems*, Chapter 12. ASAE Monograph 3, St. Joseph, Michigan. p447-498.
- CHEN, C.L., 1970. Surface irrigation using kinematic-wave method. *ASCE J. Irrig. Drain. Div.*, 96(1):39-46.
- CHOW, V., 1959. *Open channel hydraulics*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- CLEMMENS, A.J., 1979 . Verification of the Zero-Inertia Model for surface irrigation. *Trans. ASAE*, 22(6):1306-1309.
- DU RAND, D.J., KRUGER, G.H.J. & VAN RENSBURG, B.D.J., 1985. *Finale verslag projek OVH 77*. Dept van Landbou en Watervoorsiening, Pretoria, Suid-Afrika.
- FRANGMEIER, D.D., & STRELKOFF, T., 1979. Mathematical models and border irrigation design. *Trans. ASAE*, 22(1):93-99.
- HAIE, N., 1984. *Hydrodynamic simulation of continuous and surged surface flow*. Department of Agriculture and Irrigation Engineering, Utah State University, Logan, Utah.
- JENSEN, M.E., (Ed). 1980. *Design and operation of farm irrigation systems*. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Michigan. USA.
- KATAPODES, N.D., 1990. Observability of surface irrigation advance. *ASCE J. Irrig. Drain Eng.*, 116(5):697-713.
- KATAPODES, N.D. & TANG JYH-HAW., 1990. Self-adaptive control of surface irrigation advance. *ASCE J. Irrig. Drain Eng.*, 116(5):656-675.
- KATAPODES, N.D., TANG JYH-HAW, CLEMMENS, J., 1990(a). Estimation of surface irrigation parameters. *ASCE J. Irrig. Drain Eng.*, 116(5):676-695.

- KRUGER, G.H.J., 1986. Furrow irrigation. *Proceedings of the International Symposium on Agricultural engineering*. Januarie, Pretoria. CIGR, section 1:1.125-1.134.
- KRUGER, G.H.J., 1989. Hidrodinamiese ontwerp van vloedbesproeiing stelsels. *Landbou Ingenieurswese in Suid Afrika*, 21(1):137-144.
- MERRIAM, J.L., 1978. Border-strip irrigation design- procritical approach from a theoretical basis. *ASAE. Summer meeting*. Utah State University. USA.
- MAHESHWARI, B.L., McMAHAN, T.A. & TURNER A.K., 1989. Field application of border irrigation models. In Dodd & Grace (eds). *Land and water use*. Balkema, Rotterdam. p653-661.
- RUSSEL, D.A., 1982. *Determination of soil properties related to irrigation and drainage*. Department of Soil Science. University of Fort Hare, Alice, South Africa.
- SMITH, R.E., 1972. Border irrigation advance and ephemeral flood waves. *ASCE J. Irrig. Drain. Div.*, 98(IR2):289-305.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1983. Furrow irrigation. In USDA *National Engineering Handbook*. Chapter 5, Section 15. United States Dept. Agric. Washington. DC.
- STRELKOFF, T. & KATAPODES, N.D., 1977. Border irrigation hydraulics with Zero-Inertia. *ASCE J. Irrig. Drain. Div.* 103(IR3):325-342.
- WALKER, W.R., 1989. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. *FAO irrigation and drainage paper 45*. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome. 135p.
- WALKER, W.R., & SKOGERBOE, G.V., 1987. *Surface irrigation: theory and practice*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- WALKER, W.R., 1991. *Personal communication*. Head of Department, State University, Logan, Utah.

WILLMOTT, C.J., 1982. Some comments on the evaluation of model performance.
Bulletin of the American Meteorological Society., 63(11):1309-1313.

SIMULERINGSMODELLE

STRELKOFF, T., 1985. BRDRFLW: A mathematical model of border irrigation. United States Department of Agriculture, Phoenix, Arisona.

WALKER, W.R., 1987; 1989. SIRMOD : Surface irrigation simulation software. Utah State University, Logan, Utah.

BYLAE A

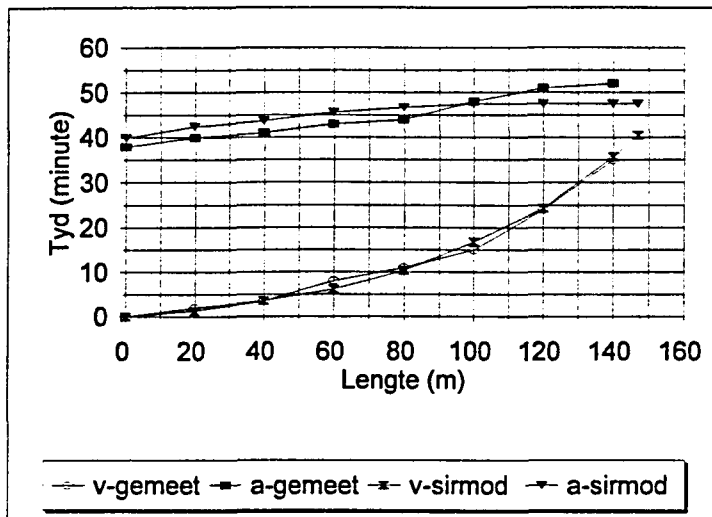
DATASTELLE VAN GESIMULEERDE BEDDINGBESPROEIING

DATASTEL

NAAM: Frankfort- Beddings

DOEL: * Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 3.5	Sirmod:		k = 0.006	a = 0.7
s = 0.0089 (.09 +.012 + .0057)						
q = (4.4 l/s)/m Tco=38min n = 0.02 proefbedding						
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	38	0	39.9	
2	20	2	40	1.3	42.4	
3	40	3.5	41	3.6	43.7	
4	60	8	43	6.2	45.6	
5	80	11	44	10.3	46.7	
6	100	15	48	16.8	47.5	
7	120	24	51	24.3	47.5	
8	140	35	52	35.7	47.5	
9	147			40.5	47.5	
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				94.28%	98.73%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.00	2.82	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 94.28% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 98.73% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

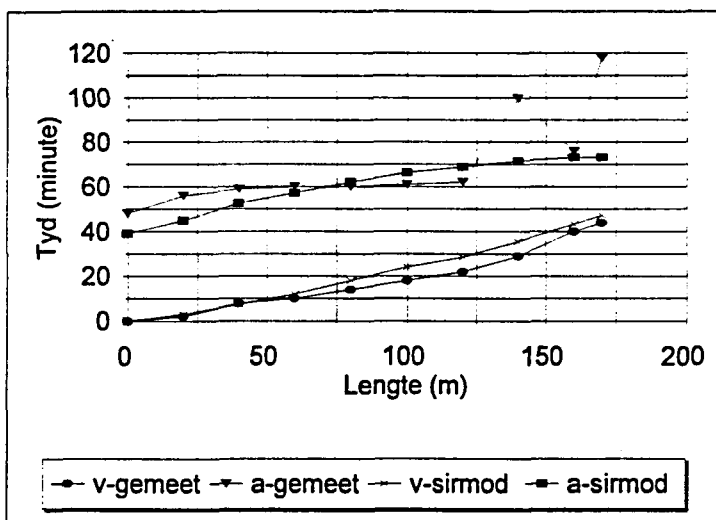
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval.

DATASTEL

NAAM: Katot 1 Beddings

DOEL: * Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 6.0	Sirmod:	k = .0066	a = .74
s = 0.0079					
q = 9.72 l/s/m		n = .24 wingerdblare & -lote			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	48	0	39.1
2	20	2	56	3	45
3	40	8	59	7.5	52.5
4	60	10	60	12	57.1
5	80	14	60	18	62
6	100	18	61	24	66.3
7	120	22	62	28.5	68.8
8	140	29	100	35.7	71.47
9	160	40	76	43.4	73.18
10	170	44	118	47.3	73.18
11	175				
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				80.57%	85.14%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				4.08	17.78

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 80.57% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 85.14% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed ten spyte van die variasie in gemete waardes.

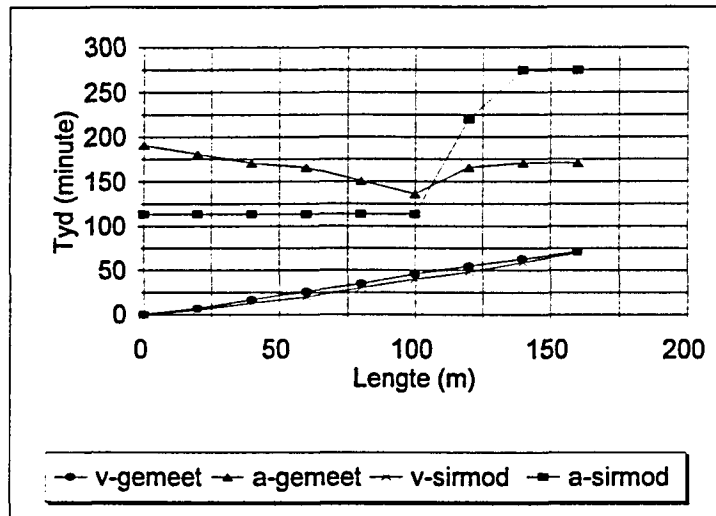
DATASTEL

NAAM: Retreat 1 Bedding (T. Prinsloo)

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 1.5	Sirmod:	k = .007	a = .6
s = 0.001					
q = 6.3 l/s		n = 0.29 Digte ongelyk lusern			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	191	0	113.6
2	20	7	181	5	113.6
3	40	17	171	13	113.6
4	60	26	166	20	113.6
5	80	35	151	30	113.6
6	100	46	136	40	113.6
7	120	55	166	48	220
8	140	63	171	59	274.8
9	160	71	171	70	274.8
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings-waarde D-indeks				86.33%	80.37%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				4.51	69.07

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 86.33% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 80.37% korrelasie met die gemete data. Swak afgewerking verklaar afwyking tydens afdroging.

GEVOLGTREKKING:

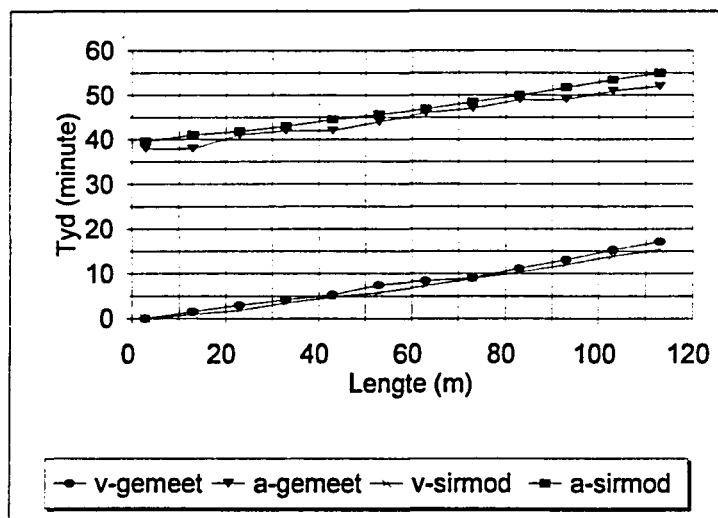
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval. Die bedding was swak afgewerk en die waarneming van die afdrogingsfront was gevolglik subjektief.

DATASTEL

NAAM: Russel 1 Beddings

DOEL: * Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 3.0	Sirmod:		k =0.0027 a =0.9
s = 0.008					
q = 7.93 l/s/m		n = 0.04 braak grond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	3	0	38	0.1	39.6
2	13	1.5	38	0.9	41
3	23	2.97	41	1.85	41.8
4	33	4.22	42	3.5	43
5	43	5.33	42	4.8	44.5
6	53	7.42	44	5.8	45.7
7	63	8.47	46	7.3	46.9
8	73	9.02	47	8.9	48.5
9	83	11.15	49	10.3	50
10	93	13.08	49	12	51.7
11	103	15.3	51	13.9	53.5
12	113	17.1	52	15.3	55
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				85.23%	96.06%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.06	2.02

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 85.23% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 96.06% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

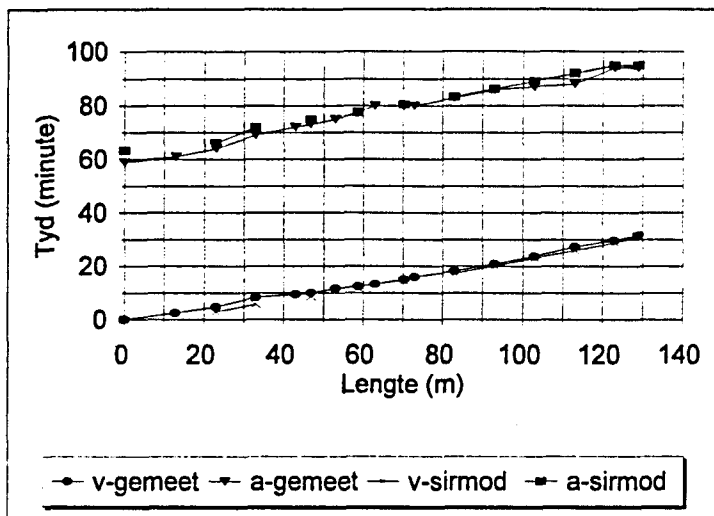
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed.

DATASTEL

NAAM: Russel 2 Beddings (koring)

DOEL: * Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 2.0	Sirmod:		k = .0084	a = .6
s = 0.008						
q = 6.88 l/s/m			n = 0.14 koring			
		Tyd In minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	59	0	63.3	
3	13	2.5	61			
5	23	4.8	64	2.9	66.1	
6	33	8.42	69	5.8	71.9	
8	43	9.43	72			
9	46.8	10	73	8.6	74.8	
10	53	11.58	75			
11	58.8	12.4	77.5	11.5	77.6	
12	63	13.28	80			
13	70.4	15	80	14.4	80.5	
14	73	15.92	80			
16	83	18.22	83	17.3	83.4	
18	93	20.92	86	20.1	86.3	
20	103	23.78	87	23	89.1	
22	113	27.33	88	25.9	92	
24	123	29.75	94	28.8	94.9	
25	129	31.67	94	31.1	94.9	
Voorspellingswaarde D-indeks				94.52%	99.26%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.26	2.18	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 94.52% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 99.26% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

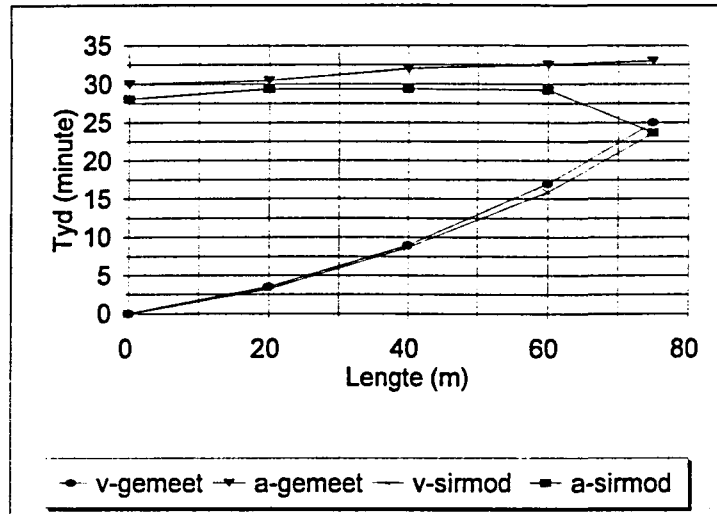
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 1a

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vorderings- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.001					
q= 10 l/s/m		n = 0.15 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	30	0	28.1
2	20	3.5	30.5	3.2	29.4
3	40	9	32	8.7	29.4
4	60	17	32.5	15.9	29.3
5	75	25	33	23.6	23.7
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				95.20%	86.10%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.82	4.65

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 95.2% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 86.1% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die vorderingsfront baie goed in die bogenoemde geval. Die afdrogingsfront word redelik goed gesimuleer.

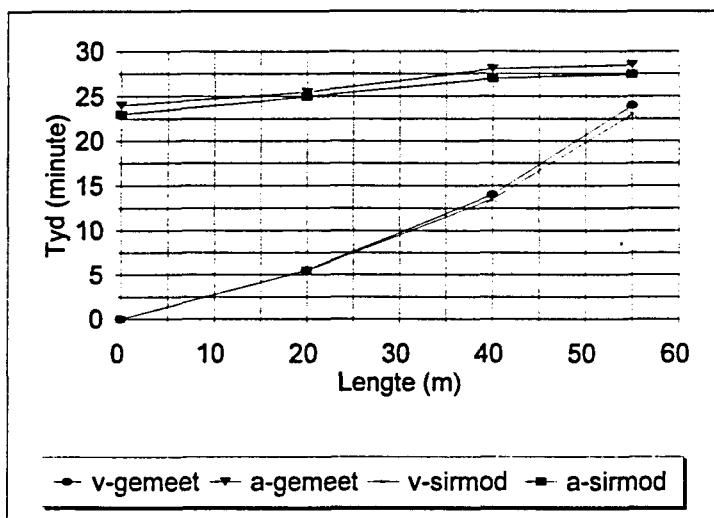
DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 1b

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingfronte dus afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.001						
q = 7.5 l/s/m			n = 0.15 koring			
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	24	0	23	
2	20	5.5	25.5	5.5	25	
3	40	14	28	13.5	27	
4	55	24	28.5	23	27.5	
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				98.07%	96.58%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.56	0.90	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 98.07% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 96.58% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

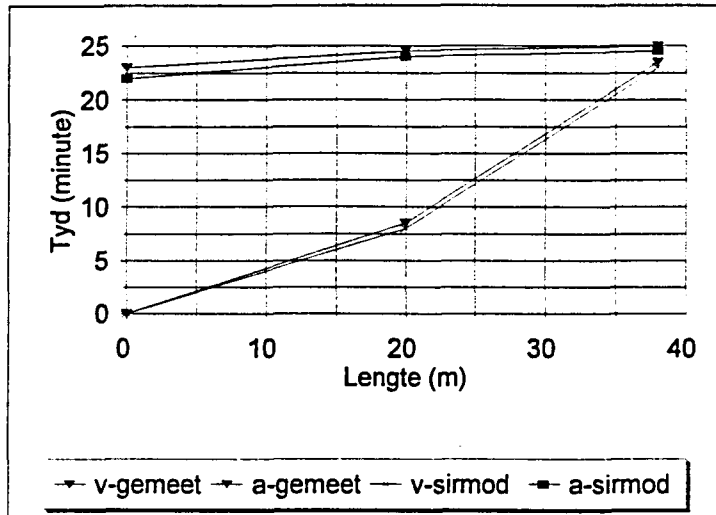
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 1c

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.001						
q = 5.5 l/s/m		n = 0.15 koring				
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	23	0	22	
2	20	8.5	24.5	8	24	
3	38	23.5	25	23	24.5	
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				97.33%	97.11%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.41	0.71	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 97.33% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 97.11% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

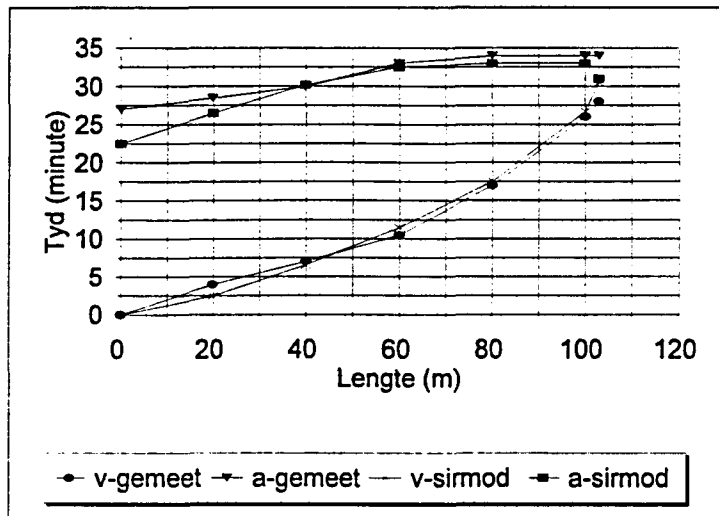
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 2

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.003						
q= 12.5 l/s/m			n = 0.15 koring			
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	27	0	22.5	
2	20	4	28.5	2.5	26.5	
3	40	7	30	6.5	30.2	
4	60	10.5	33	11.5	32.5	
5	80	17	34	17.5	33	
6	100	26	34	26.7	33	
7	103	28	34	30.5	31	
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				95.79%		95.07%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.22		2.25

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 95.79% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 95.07% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

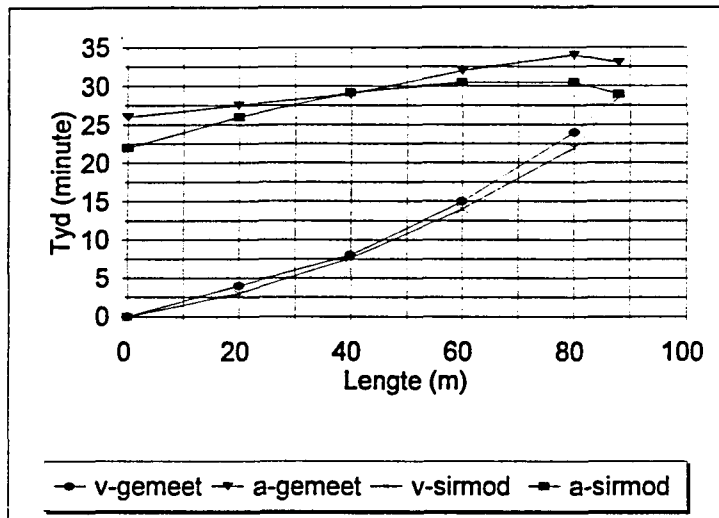
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 3

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.003					
q = 10.0 l/s/m			n = 0.15 koring		
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	26	0	22
2	20	4	27.5	3	26
3	40	8	29	7.6	29.2
4	60	15	32	14	30.5
5	80	24	34	22	30.5
6	88	29	33	28.5	29
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				92.21%	91.09%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.03	2.85

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 92.21% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 91.09% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

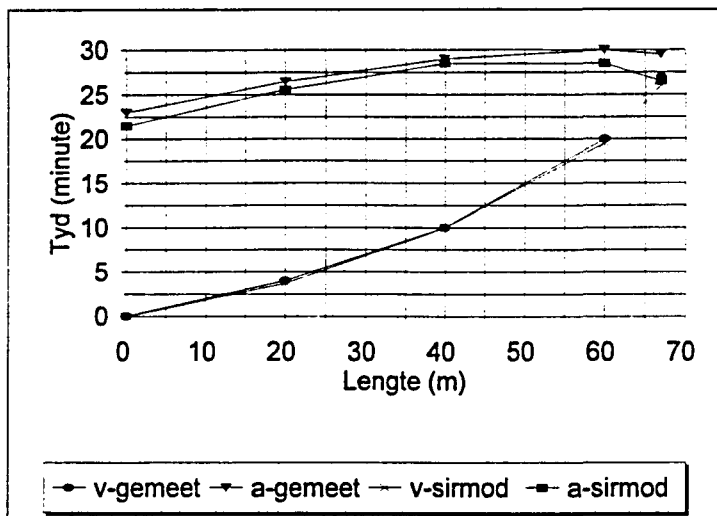
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulasiresultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 4

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.003					
q = 7.5 l/s/m		n = 0.15 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	23	0	21.5
2	20	4	26.5	3.7	25.6
3	40	10	29	10	28.5
4	60	20	30	19.5	28.5
5	67	27	29.5	26	26.5
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				97.26%	94.23%
Sisterniese gem.afwyking RSME (minute)				0.52	1.71

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 97.26% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 94.23% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

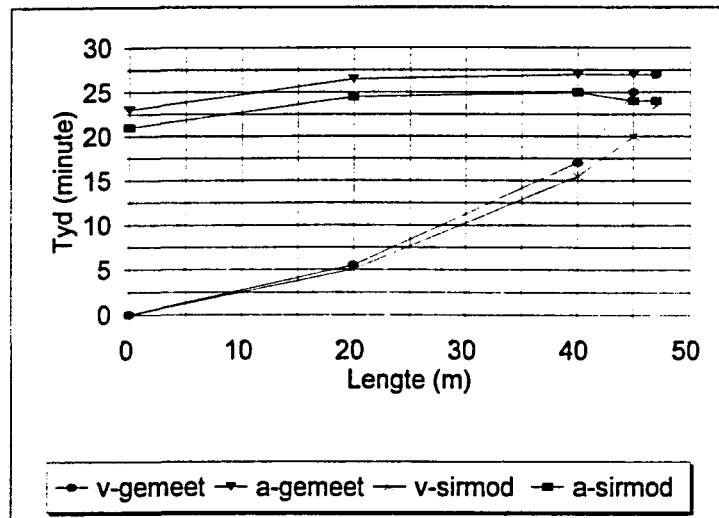
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulasiresultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 5

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.003					
q = 5 l/s/m		n = 0.15 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	23	0	21
2	20	5.5	26.5	5	24.5
3	40	17	27	15.5	25
4	45	25	27	20	24
5	47	27	27	23.5	24
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				92.42%	92.36%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				2.82	2.45

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 92.42% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 92.36% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

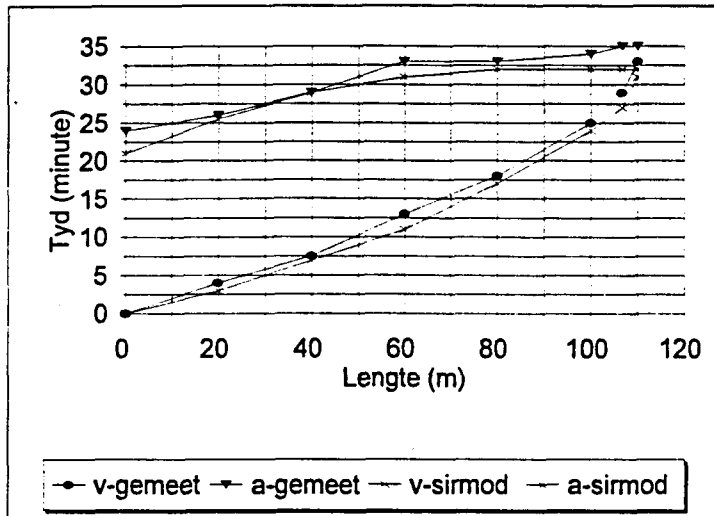
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulasiresultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 6

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.004					
q = 12.5 l/s/m		n = 0.15 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	24	0	21
2	20	4	26	3	25.5
3	40	7.5	29	6.9	29
4	60	13	33	11	31
5	80	18	33	17	32
6	100	25	34	24	32
7	106.7	29	35	27	32
8	110	33	35	31	32
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				93.95%	97.16%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.39	2.13

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.95% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 97.16% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

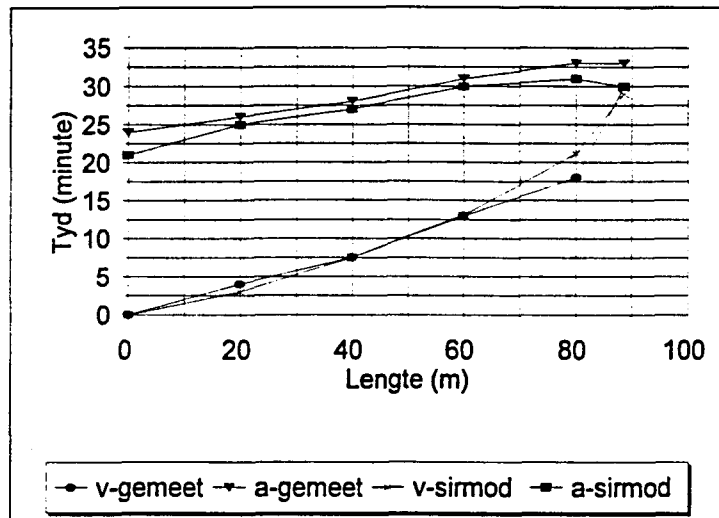
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulasiresultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 7

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.004					
q = 10.0 l/s/m		n = 0.15 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	24	0	21
2	20	4	26	3	25
3	40	7.5	28	7.5	27
4	60	13	31	13.1	30
5	80	18	33	21.2	31
6	88.6	30	33	29	30
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				98.37%	93.04%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.43	2.04

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 98.37% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.04% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

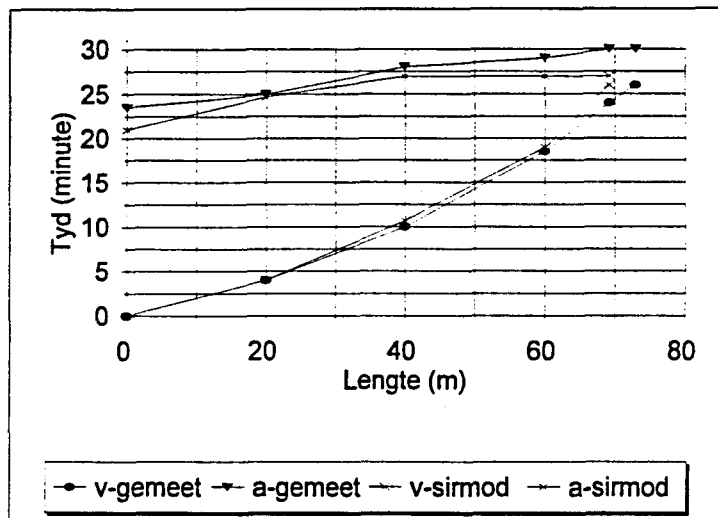
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 8

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.004						
q = 7.5 l/s/m			n = 0.15 koring			
		Tyd In minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	23.5	0	21	
2	20	4	25	4	24.7	
3	40	10	28	10.7	27	
4	60	18.5	29	19	27	
5	69.2	24	30	26	27	
6	73	26	30			
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				96.39%		92.93%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.97		13.57

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 96.39% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 92.93% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

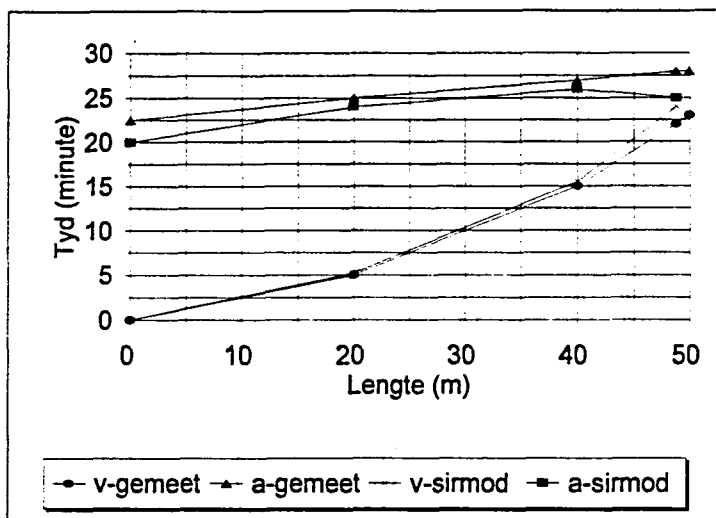
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed .

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 9

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.004						
q = 5 l/s/m			n = 0.15 koring			
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	22.5	0	20	
2	20	5	25	5.2	24	
3	40	15	27	15.5	26	
4	48.8	22	28	24	25	
5	50	23	28			
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				95.89%	91.87%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.04	14.15	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 95.89% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 91.87% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed.

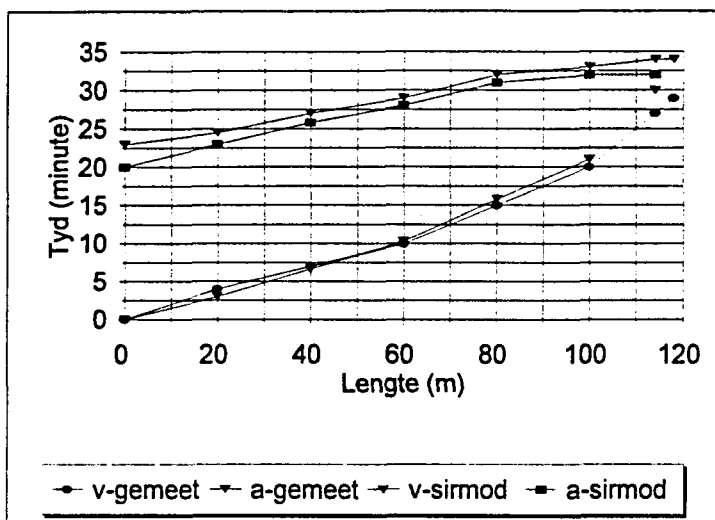
DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 10

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.004					
q = 12.5 l/s/m		n = 0.145 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	23	0	20
2	20	4	24.5	3	23
3	40	7	27	6.6	25.8
4	60	10	29	10.3	28
5	80	15	32	15.8	31
6	100	20	33	21	32
7	114.1	27	34	30	32
8	118	29	34		
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				84.82%	93.95%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				11.04	12.96

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 84.82% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.95% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die vorderingsfront goed en die afdrogingsfront baie goed.

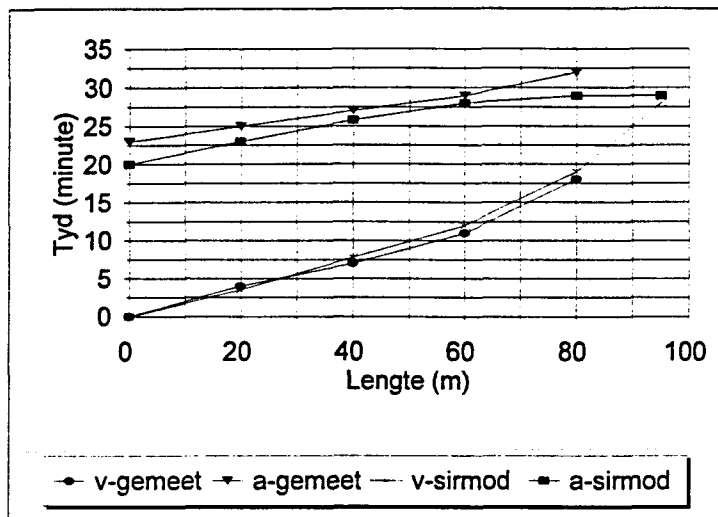
DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 11

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.004					
q = 10.0 l/s/m			n = 0.145 koring		
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	23	0	20
2	20	4	25	3.5	23
3	40	7	27	7.8	25.8
4	60	11	29	12	28
5	80	18	32	19	29
6	95			28	29
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				97.28%	88.45%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				12.55	13.16

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 97.28% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 88.45% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

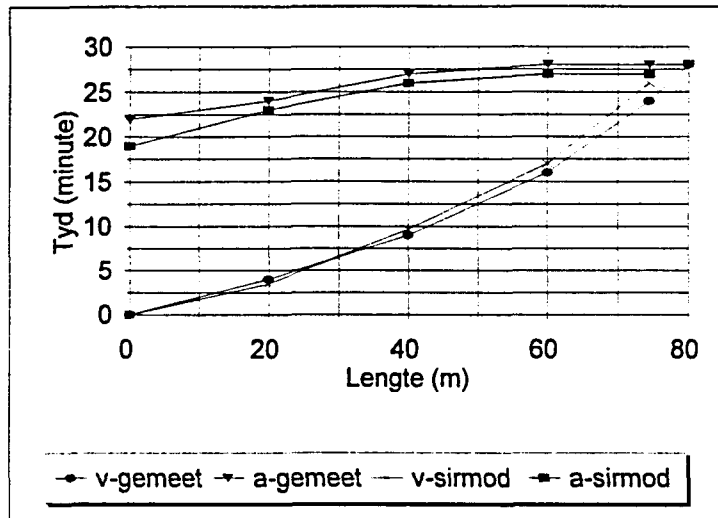
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 12

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.004						
q = 7.5 l/s/m			n = 0.145 koring			
		Tyd In minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	22	0	19	
2	20	4	24	3.5	23	
3	40	9	27	9.7	26	
4	60	16	28	17	27	
5	74.5	24	28	26	27	
6	80	28	28			
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				81.97%	93.72%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				12.57	12.63	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 81.97% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.72% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die vorderingsfront goed en die afdrogingsfront baie goed.

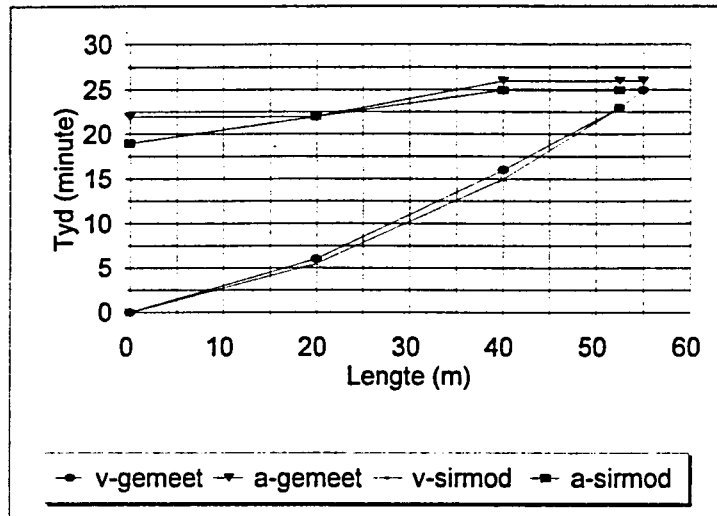
DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 13

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.004					
q = 5.0 l/s/m		n = 0.145 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	22	0	19
2	20	6	22	5.5	22
3	40	16	26	15	25
4	52.5	23	26	23	25
5	55	25	26		
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				96.35%	94.05%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.56	1.66

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 96.35% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 94.05% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

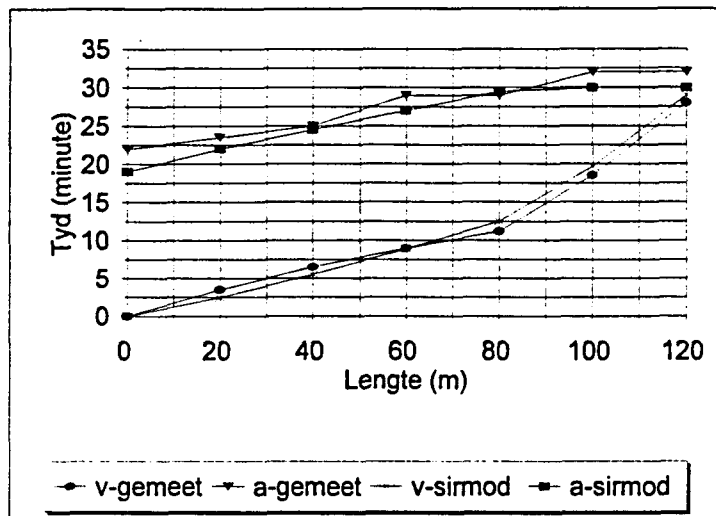
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 14

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0083					
q = 12.5 l/s/m			n = 0.14 koring		
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	22	0	19
2	20	3.5	23.5	2.5	22
3	40	6.5	25	5.5	24.5
4	60	9	29	8.9	27
5	80	11.2	29	12.5	29.5
6	100	18.5	32	19.7	30
7	120	28	32	29	30
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				96.66%	93.76%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.94	1.84

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 96.66% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.76% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

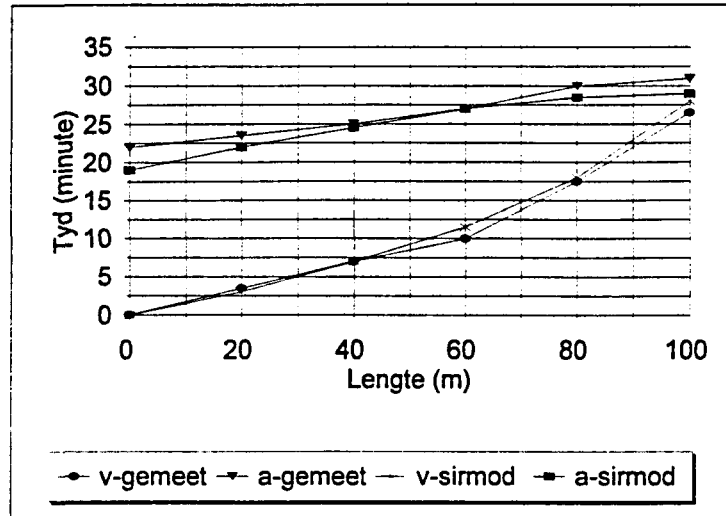
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 15

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie: IF = 8.0		Sirmod: k = .014		a = .7	
s = 0.0083					
q = 10.0 l/s/m		n = 0.14 koring			
		Tyd In minute			
Pt	Bedding lengte(m)	vordering v-gemeet	afdroging a-gemeet	vordering v-sirmod	afdroging a-sirmod
1	0	0	22	0	19
2	20	3.5	23.5	3	22
3	40	7	25	7	24.5
4	60	10	27	11.5	27
5	80	17.5	30	18	28.5
6	100	26.5	31	28	29
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				98.46%	93.87%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.91	1.72

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 98.46% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.87% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

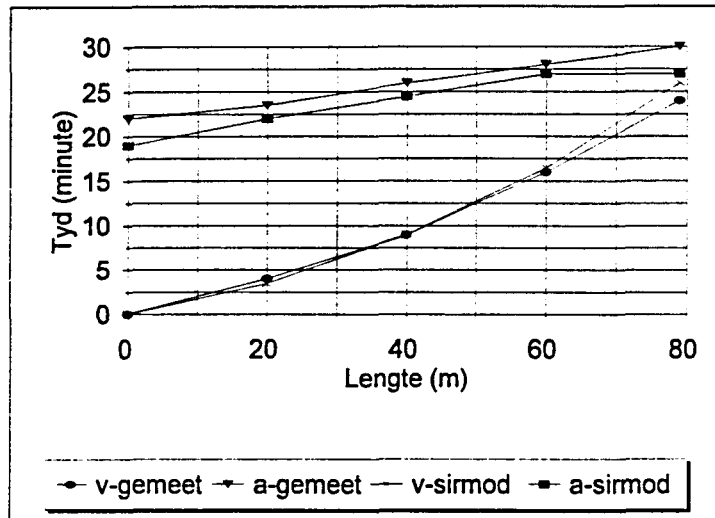
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 16

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0083					
q = 7.5 l/s/m		n = 0.14 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	22	0	19
2	20	4	23.5	3.5	22
3	40	9	26	9	24.5
4	60	16	28	16.5	27
5	79	24	30	26	27
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				99.79%	91.29%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.95	2.17

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 99.79% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 91.29% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

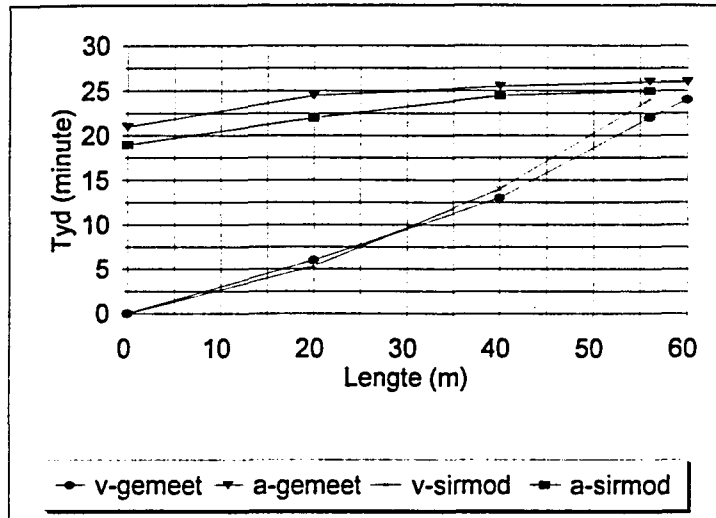
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 17

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0083					
q = 5.0 l/s/m		n = 0.14 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	21	0	19
2	20	6	24.5	5.3	22
3	40	13	25.5	14	24.5
4	56	22	26	24	25
5	60	24	26		
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				98.72%	92.51%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				12.06	13.12

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 98.72% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 92.51% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

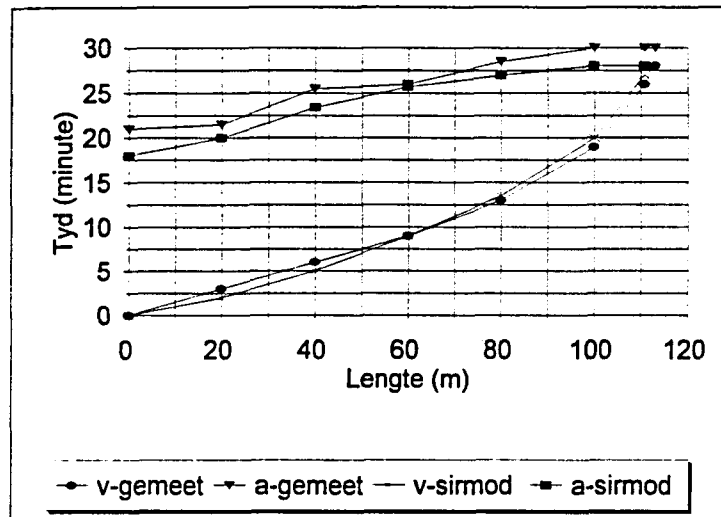
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 18

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.01					
q = 12.5 l/s/m		n = 0.13 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding lengte(m)	vordering v-gemeet	afdroging a-gemeet	vordering v-sirmod	afdroging a-sirmod
1	0	0	21	0	18
2	20	3	21.5	2	20
3	40	6	25.5	5	23.4
4	60	9	26	9	25.7
5	80	13	28.5	13.5	27
6	100	19	30	20	28
7	110.8	26	30	27	28
8	113	28	30		
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				94.71%	92.26%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.78	11.50

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 94.71% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 92.26% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

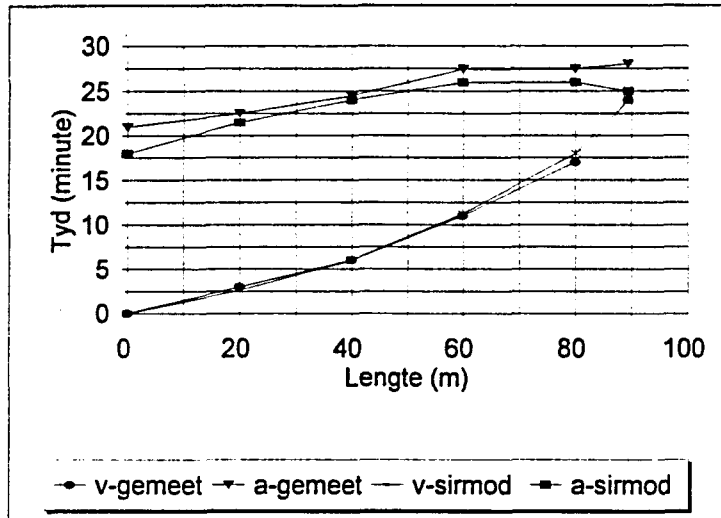
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 19

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.01						
q = 10.0 l/s/m			n = 0.13 koring			
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	21	0	18	
2	20	3	22.5	2.6	21.5	
3	40	6	24.5	6	24	
4	60	11	27.5	11.2	26	
5	80	17	27.5	18	26	
6	89.4	24	28	24	25	
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				99.06%		94.18%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.45		1.99

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 99.06% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 94.18% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

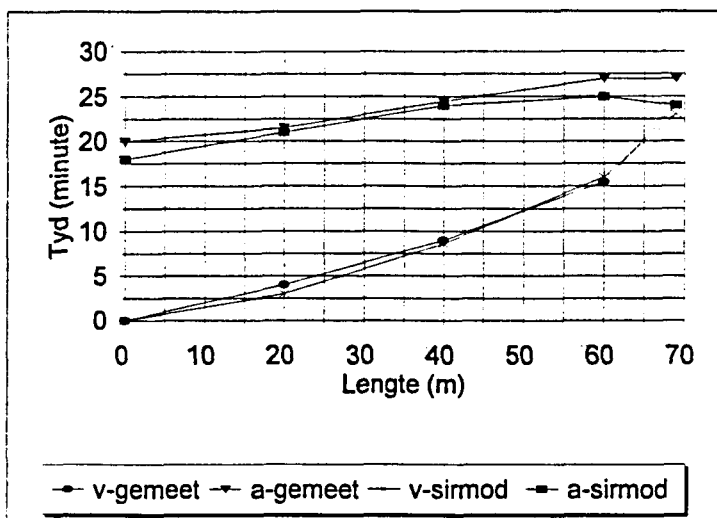
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 20

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.01						
q = 7.5 l/s/m		n = 0.13 koring				
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	20	0	18	
2	20	4	21.5	3	21	
3	40	9	24.5	8.6	24	
4	60	15.5	27	16	25	
5	69	24	27	23	24	
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				93.92%	92.78%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.69	1.87	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.92% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 92.78% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

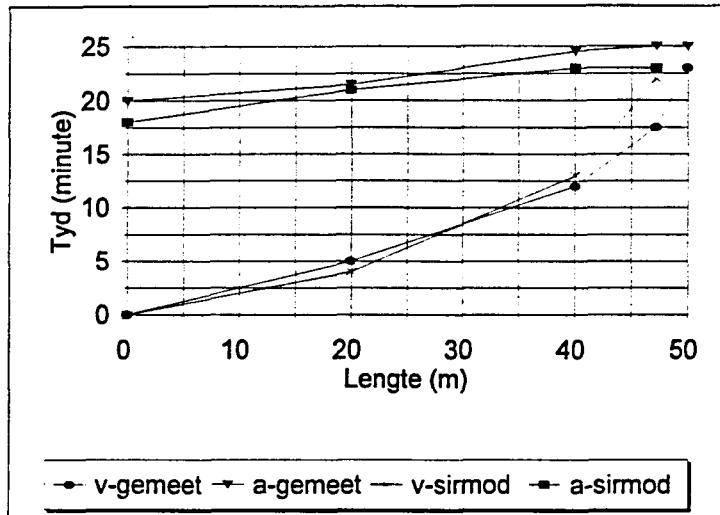
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 21

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.01					
q = 5.0 l/s/m		n = 0.13 koring			
		Tyd In minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	20	0	18
2	20	5	21.5	4	21
3	40	12	24.5	13	23
4	47.2	17.5	25	22	23
5	50	23	25		
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				96.49%	92.82%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				11.74	12.60

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 96.49% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 92.82% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

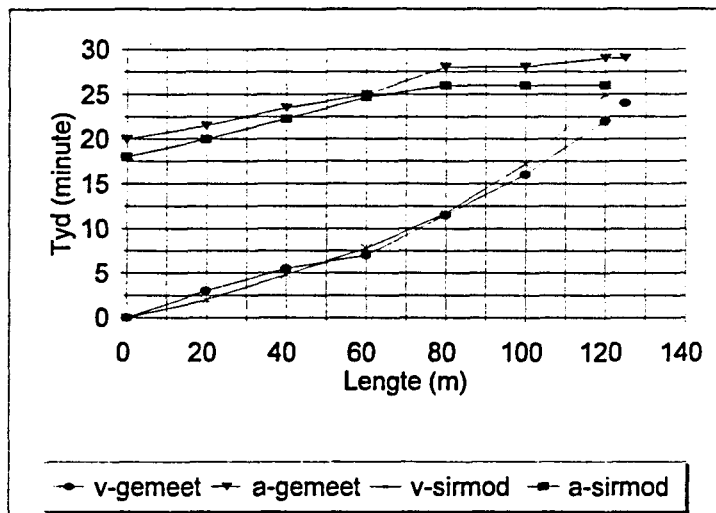
DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 22

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0125					
q = 12.5 l/s/m		n = 0.11 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	20	0	18
2	20	3	21.5	2	20
3	40	5.5	23.5	4.8	22.3
4	60	7	25	7.8	24.7
5	80	11.5	28	11.7	26
6	100	16	28	17.2	26
7	120	22	29	25	26
8	125	24	29		
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				98.32%	92.55%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.34	11.12

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 98.32% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 92.55% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

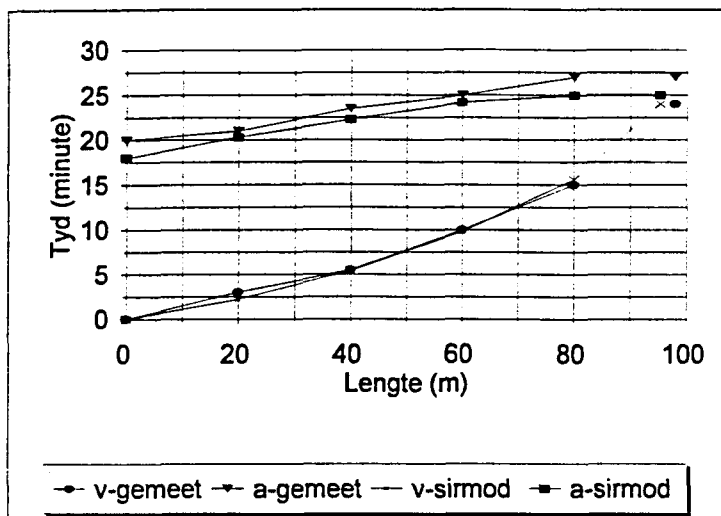
DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 23

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0125						
q = 10.0 l/s/m			n = 0.11 koring			
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	20	0	18	
2	20	3	21	2.2	20.3	
3	40	5.5	23.5	5.4	22.3	
4	60	10	25	9.8	24.2	
5	80	15	27	15.6	25	
6	95.3			24	25	
7	98	24	27			
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				94.70%	93.75%	
Sisterniese gem.afwyking RSME (minute)				15.19	16.52	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 94.70% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.75% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

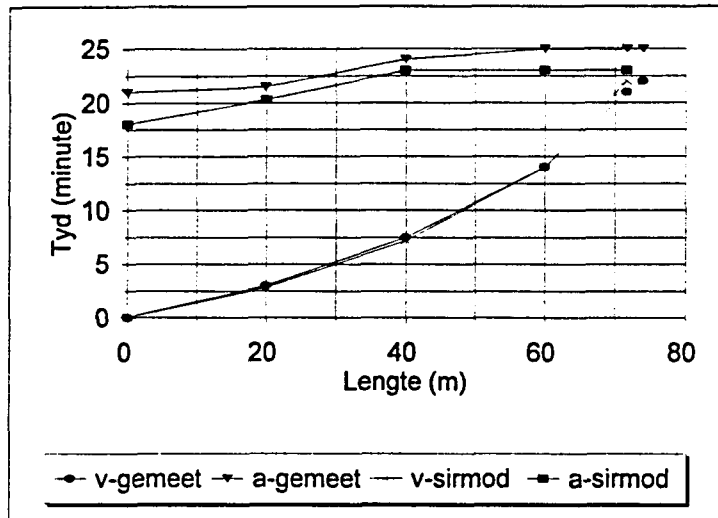
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 24

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0125						
q = 7.5 l/s/m			n = 0.11 koring			
		Tyd In minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	21	0	18	
2	20	3	21.5	2.8	20.3	
3	40	7.5	24	7.2	23	
4	60	14	25	14	23	
5	71.7	21	25	22	23	
6	74	22	25			
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				98.82%	91.14%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				9.85	11.35	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 98.82% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 91.14% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

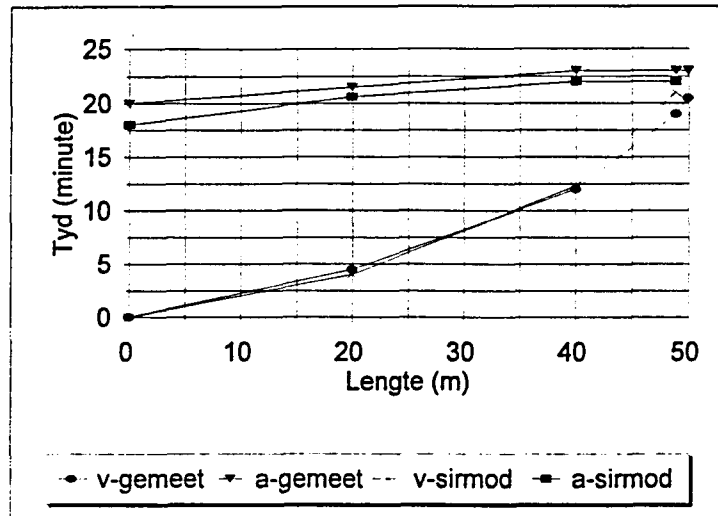
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 25

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0125					
q = 5.0 l/s/m		n = 0.11 koring			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	20	0	18
2	20	4.5	21.5	4	20.6
3	40	12	23	12.3	22
4	48.9	19	23	21	22
5	50	20.5	23		
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				99.52%	93.86%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.04	11.57

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 99.52% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.86% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

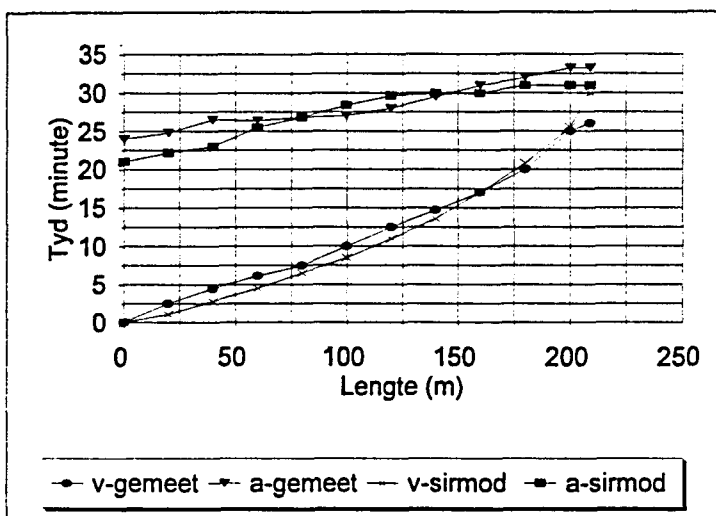
DATASTEL

NAAM: Verkocht Kaal Bedding 26

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0125						
q = 9.0l/s/m			n = 0.04 kaalgrond			
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	24	0	21	
2	20	2.5	24.8	1.1	22.2	
3	40	4.5	26.5	2.8	23	
4	60	6.1	26.4	4.5	25.5	
5	80	7.5	26.8	6.5	26.8	
6	100	10	27	8.5	28.4	
7	120	12.5	28	11	29.7	
8	140	14.7	29.5	13.6	30	
9	160	17	31	17	30	
10	180	20	32	20.8	31	
11	200	25	33.2	25.5	31	
12	209	26	33.2	30	31	
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				87.80%		95.57%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.61		1.95

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 87.80% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 95.57% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

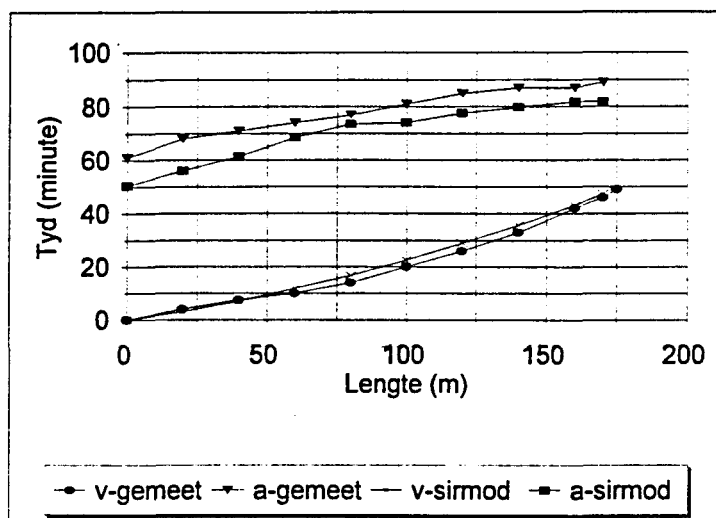
DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 27

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.006						
q = 10.4 l/s/m			n = 0.19 koring dig			
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	61	0	50.4	
2	20	4	68	3	56	
3	40	7.5	71	7	61.3	
4	60	10	74	11.8	68.5	
5	80	14	77	16.8	73.5	
6	100	20	81	22.5	74	
7	120	26	85	29	77.7	
8	140	33	87	35.7	79.8	
9	160	42	87	43	81.9	
10	170	46	89	47.3	81.9	
11	175	49	90			
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				95.62%		88.62%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.94		7.90

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 95.62% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 88.62% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

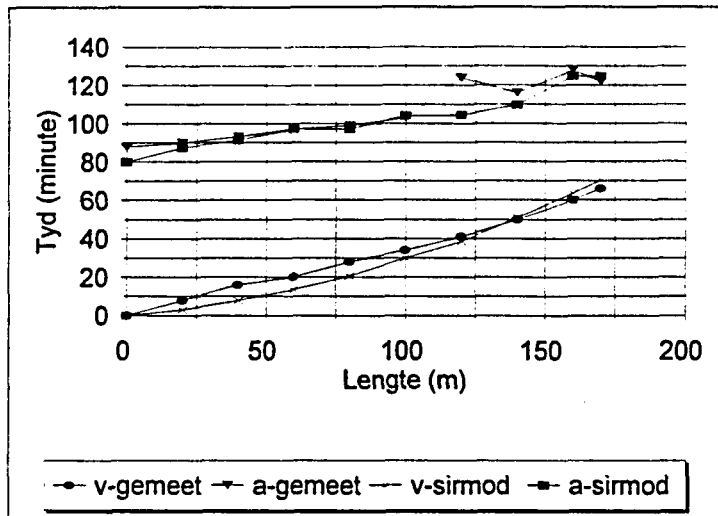
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: Verkocht Bedding 28

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vorderings- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0013						
q = 10.0 l/s/m			n = 0.15 koring			
			Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging	
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod	
1	0	0	88	0	79.9	
2	20	8	90	3	87.4	
3	40	16	93	8	91.3	
4	60	20	97	13.5	97.1	
5	80	28	99	20.5	97.1	
6	100	34	103	30	104	
7	120	41	124	38.5	104.4	
8	140	50	116	51	109.7	
9	160	60	128	63.5	124.8	
10	170	66	122	70.4	124.8	
11	175					
12						
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				82.49%	95.93%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				4.92	7.22	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 82.49% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 95.93% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

BYLAE B

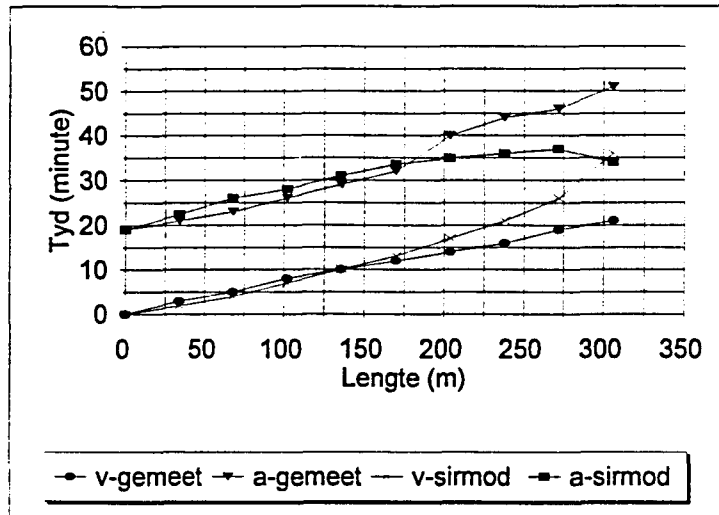
DATASTELLE VAN GESIMULEERDE VOORTJIEBESPROEING

DATASTEL

NAAM: Glen eksperiment

DOEL: * Toets simulering met Sirmod-model vir voortjies.
"Sirmod voortjie" -subroetine (m**3/h)

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 2.0	Sirmod:	k = .0051	a = .73
S = 0.001					
q= 12.5 l/s/m			n = 0.05 kaal grond		
		Tyd In minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	19	0	19
2	34	3	21	1.9	22.5
3	68	5	23	4	26
4	102	8	26	7	28
5	136	10	29	10	31
6	170	12	32	13.2	33.6
7	204	14	40	17	35
8	238	16	44	21	36
9	272	19	46	26	37
10	306	21	51	36	34
11					
12					
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				86.96%	87.57%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				11.76	16.41

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiebesproeiingsubroetine toon 'n 86.96% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiebesproeiingsubroetine toon 'n 87.57% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die voortjiebesproeiing goed indien die voortjiesubroetine gebruik word. Die resultaat is geldig vir 'n 2.0 IF grond.

Let daarop dat die gesimuleerde besproeiing nie die volle voortjie benat nie.

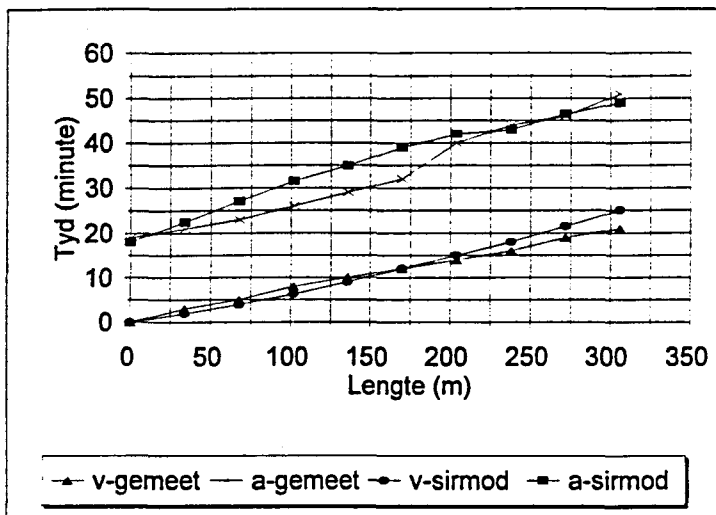
Die resultaat is egter misleidend en die metode word nie in Suid-Afrika aanbeveel nie.

DATASTEL

NAAM: Glen eksperiment

DOEL: * Toets simulering met Sirmod-model vir voortjies soos aangepas deur Kruger (1989).
Sirmod"-aangepaste-beddingmetode ($m^{**3/h}/m$ met $Q=Q$ gemeet/ P gemeet

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 2.0	Sirmod:	k = .0051	a = .73
S = 0.001					
q= 12.5 l/s/m			n = 0.05 kaal grond		
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	19	0	18
2	34	3	21	2	22.5
3	68	5	23	4	27
4	102	8	26	6.3	31.5
5	136	10	29	9	35
6	170	12	32	12	39
7	204	14	40	15	42
8	238	16	44	18	43
9	272	19	46	21.5	46.5
10	306	21	51	25.1	49
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings-waarde D-indeks				96.77%	93.21%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.84	3.79

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 96.77% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 93.21% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die voortjiebesproeiing baie goed indien die voortjie as 'n klein bedding beskou word, met 'n aangepaste stroomgrootte, soos voorgestel deur Kruger (1989).

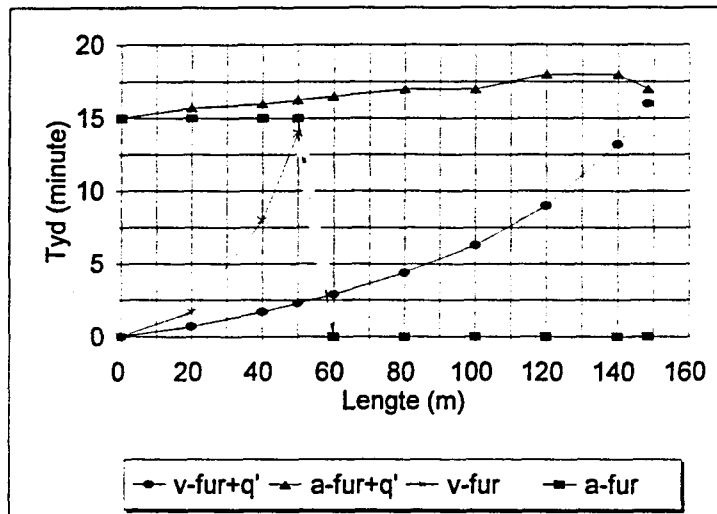
DATASTEL

NAAM: Rissie-1 Vaalharts skuinsepersele Voortjie-hk-1

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.008					
q = 4.17 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding				
	lengte(m)	v-fur+q'	a-fur+q'	v-fur	a-fur
1	0	0	15	0	15
2	20	0.7	15.7	1.7	15
3	40	1.7	16	8	15
4	50	2.3	16.25	14	15
5	60	2.9	16.5	0	0
6	80	4.4	17	0	0
7	100	6.3	17	0	0
8	120	9	18	0	0
9	140	13.2	18	0	0
10	148.5	16	17	0	0
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				57.79%	38.16%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				8.70	13.38

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 57.79% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingssubroetine toon 'n 38.16% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie swak in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

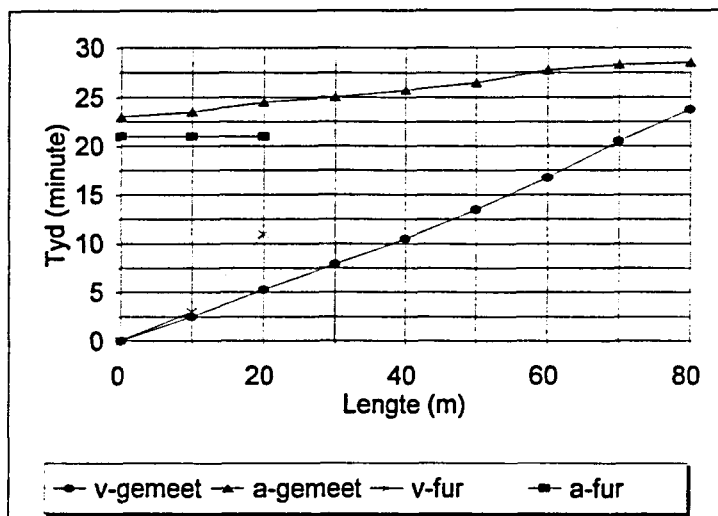
DATASTEL

NAAM: Rissie-1a Vaalharts skuinspersele Voortjie-hk-1

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir voortjies. (m^3/h)

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 1.5	Sirmod:	k = .0054	a = .6
s = 0.0059					
q = 0.583 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding				
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur	a-fur
1	0	0	23	0	21
2	10	2.5	23.5	3	21
3	20	5.25	24.5	11	21
4	30	7.9	25		
5	40	10.5	25.75		
6	50	13.5	26.5		
7	60	16.75	27.75		
8	70	20.5	28.25		
9	80	23.75	28.5		
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				17.47%	36.56%
Sisterniese gem.afwyking RSME (minute)				1.92	22.09

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiebesproeiingsubroetine toon 'n 17.47% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiebesproeiingsubroetine toon 'n 36.56% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie swak in die bogenoemde geval. Gebruik van die voortjiesubroetine word dus nie aanbeveel nie.

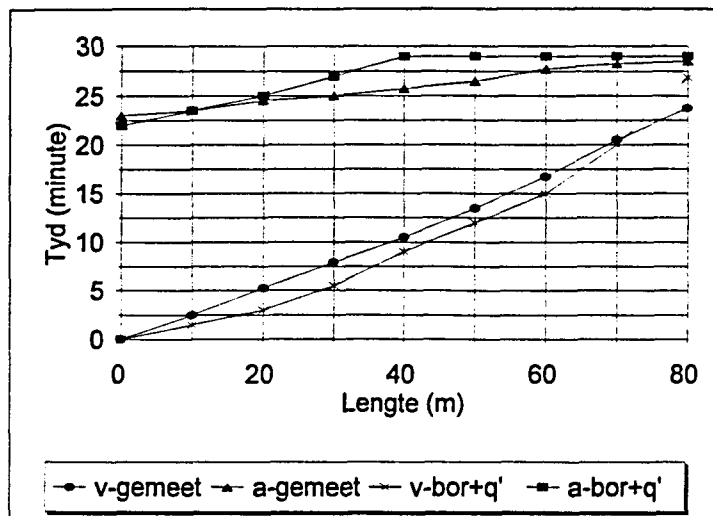
DATASTEL

NAAM: Rissie-1b Vaalharts skuinpersele Voortjie-hk-1

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings, aangepas vir voortjies (Kruger 1989) ($m^{**3}/h/m$)

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 1.5	Sirmod:	k = .0054	a = .6
s = 0.0059					
q = 0.583 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding				
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'
1	0	0	23	0	22
2	10	2.5	23.5	1.5	23.5
3	20	5.25	24.5	3	25
4	30	7.9	25	5.5	27
5	40	10.5	25.75	9	29
6	50	13.5	26.5	12	29
7	60	16.75	27.75	15	29
8	70	20.5	28.25	20	29
9	80	23.75	28.5	26.9	29
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				86.17%	96.35%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.81	1.65

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 86.17% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 96.35% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed indien die voortjie as 'n klein bedding beskou word, met 'n aangepaste stroomgrootte, soos voorgestel deur Kruger (1989).

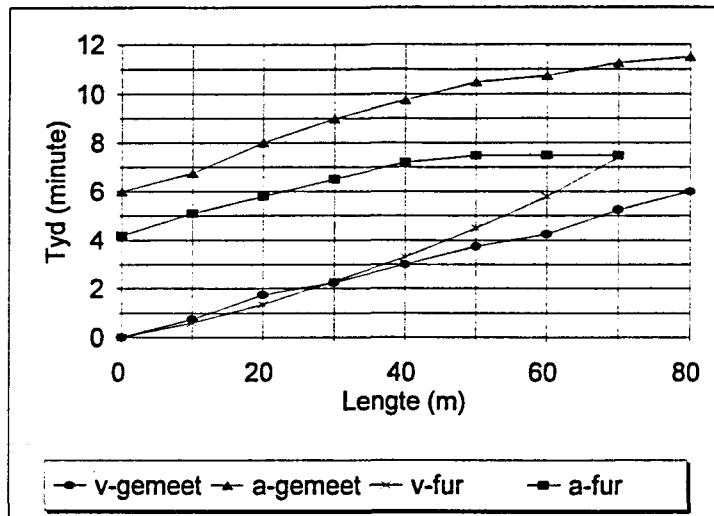
DATASTEL

NAAM: Rissie-4a Vaalharts skuinspersele Voortjie-hk-4

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir voortjies. (m**3/h)

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 1.5	Sirmod:	k = .0054	a = .6
s = 0.0059					
q = 3.89 l/s					
n = 0.03 kaalgrond					
		Tyd in minute			
Pt	Bedding				
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur	a-fur
1	0	0	6	0	4.2
2	10	0.75	6.75	0.6	5.1
3	20	1.75	8	1.35	5.8
4	30	2.25	9	2.3	6.5
5	40	3	9.75	3.3	7.2
6	50	3.75	10.5	4.5	7.5
7	60	4.25	10.75	5.8	7.5
8	70	5.25	11.25	7.4	7.5
9	80	6	11.5		
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				82.18%	56.03%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.93	4.59

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiebesproeiingsubroetine toon 'n 82.18% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiebesproeiingsubroetine toon 'n 56.03% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing swak in die bogenoemde geval.

Gebruik van die voortjiesubroetine word dus nie aanbeveel nie aangesien die prosedure misleidend kan wees.

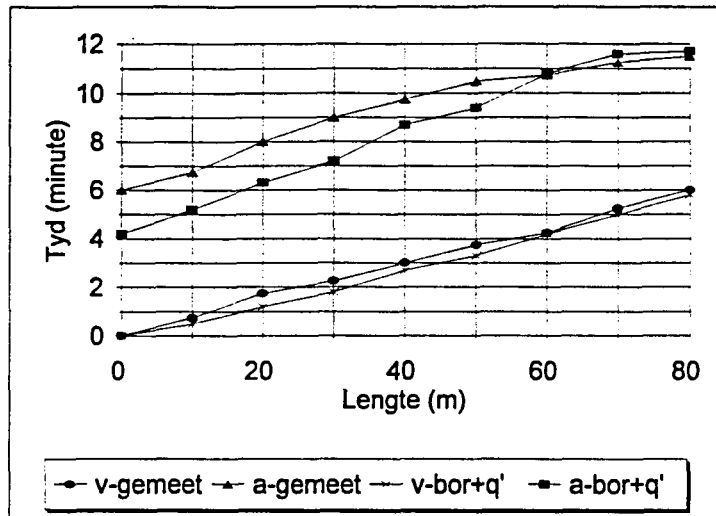
DATASTEL

NAAM: Rissie-4b Vaalharts skuinspersele Voortjie-hk-4

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings, aangepas vir voortjies (Kruger 1989) ($m^3/h/m$)

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 1.5	Sirmod:	k = .0054	a = .6
s = 0.0059					
q = 0.583 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding				
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'
1	0	0	6	0	4.2
2	10	0.75	6.75	0.5	5.2
3	20	1.75	8	1.2	6.3
4	30	2.25	9	1.8	7.2
5	40	3	9.75	2.7	8.7
6	50	3.75	10.5	3.3	9.4
7	60	4.25	10.75	4.2	10.8
8	70	5.25	11.25	5	11.6
9	80	6	11.5	5.8	11.7
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				88.40%	87.70%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.33	1.26

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 88.40% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 87.7% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed indien die voortjie as 'n klein bedding beskou word, met 'n aangepaste stroomgrootte, soos voorgestel deur Kruger (1989).

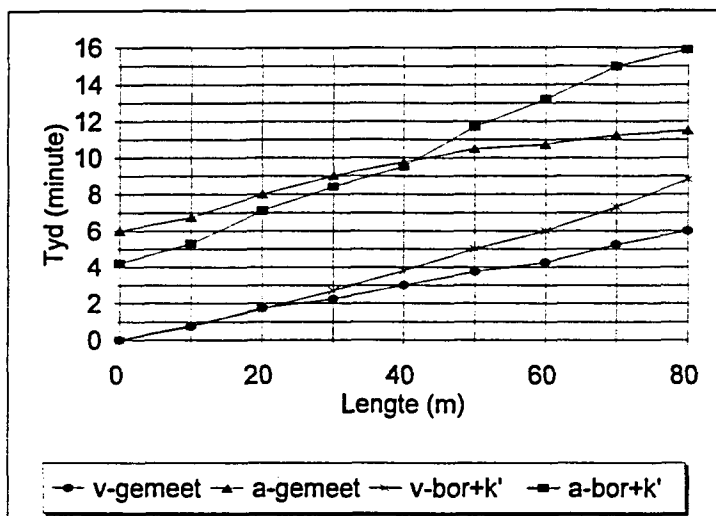
DATASTEL

NAAM: Rissie-4c Vaalharts skuinspersele Voortjie-hk-4

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings, aangepas vir voortjies (Kruger 1989) ($m^3/h/m$)

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 1.5	Sirmod:	k = .0054	a = .6
s = 0.0059					
q = 3.89 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding				
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-bor+k'	a-bor+k'
1	0	0	6	0	4.2
2	10	0.75	6.75	0.8	5.3
3	20	1.75	8	1.7	7.1
4	30	2.25	9	2.7	8.4
5	40	3	9.75	3.8	9.5
6	50	3.75	10.5	5	11.7
7	60	4.25	10.75	6	13.2
8	70	5.25	11.25	7.3	15
9	80	6	11.5	8.8	15.9
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				78.93%	77.90%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.40	2.30

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 78.93% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 77.90% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing redelik indien die voortjie as 'n klein bedding met 'n aangepaste infiltrasie beskou word. Die vorderingsfront beweeg te stadig a.g.v. 'n te klein vloeidiepte wat deur die model bereken word. Infiltrasie vind te stadig plaas en dus word die water nie korrek versprei nie.

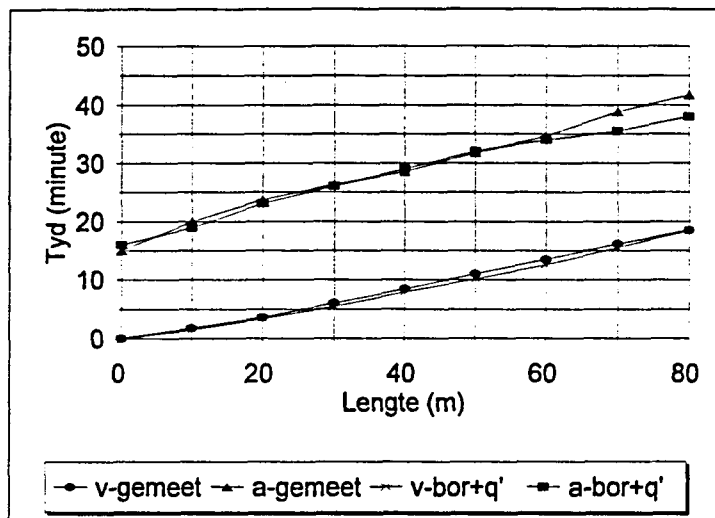
DATASTEL

NAAM: Tamatie-5b Vaalharts skuinspersele Voortjie-hk-5

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings, aangepas vir voortjies (Kruger 1989) ($m^{**3}/h/m$)

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 1.5	Sirmod:	k = .0054	a = .6
s = 0.0059					
q = 1.94 l/s		q'=4.86 l/s n = 0.1 tamatieblare in voortjie			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding				
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'
1	0	0	15	0	16
2	10	1.82	20	1.5	19
3	20	3.62	23.73	3.4	23
4	30	6	26.23	5.4	26
5	40	8.42	28.52	7.9	29
6	50	11.03	31.7	10.1	32
7	60	13.52	34.67	12.6	34
8	70	16.13	38.85	15.5	35.5
9	80	18.57	41.67	18.5	38
10					
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				94.06%	98.06%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.57	1.77

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 94.06% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 98.06% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

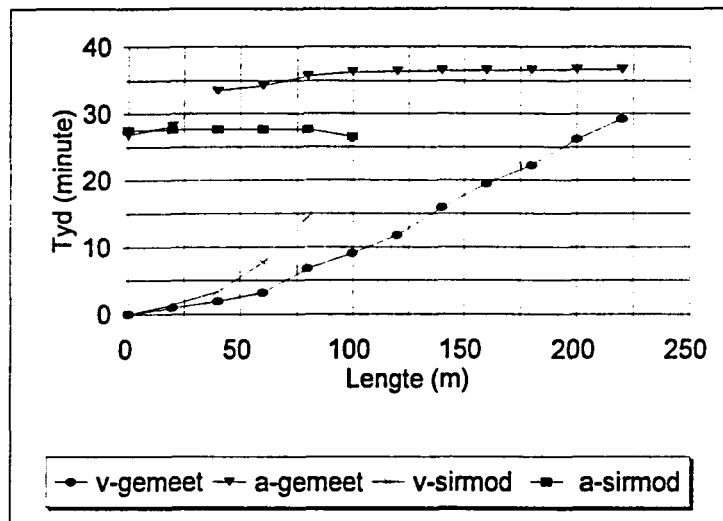
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed indien die voortjie as 'n klein bedding beskou word, met 'n aangepaste stroomgrootte, soos voorgestel deur Kruger (1989).

DATASTEL

NAAM: V-uh-1 Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir voortjies.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0011					
q = 7.5 l/s/m		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-sirmod	a-sirmod
1	0	0	26.8	0	27.5
2	20	0.95	28.17	1.4	27.6
3	40	1.92	33.48	3.3	27.6
4	60	3.17	34.22	7.7	27.6
5	80	6.8	35.68	14.5	27.6
6	100	9.08	36.32	26	26.5
7	120	11.78	36.4		
8	140	15.9	36.45		
9	160	19.46	36.52		
10	180	22.17	36.57		
11	200	26.17	36.65		
12	220	29.22	36.7		
Statistiek					
Voorspellingswaarde D-indeks				1.59%	9.26%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				16.25	26.23

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiesbesproeiingsubroetine toon 'n 1.59% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiesbesproeiingsubroetine toon 'n 9.26% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie swak in die bogenoemde geval. Die gebruik van die voortjiesbesproeiingsubroetine van die Sirmod-model word nie op hoë infiltrasie gronde aanbeveel nie.

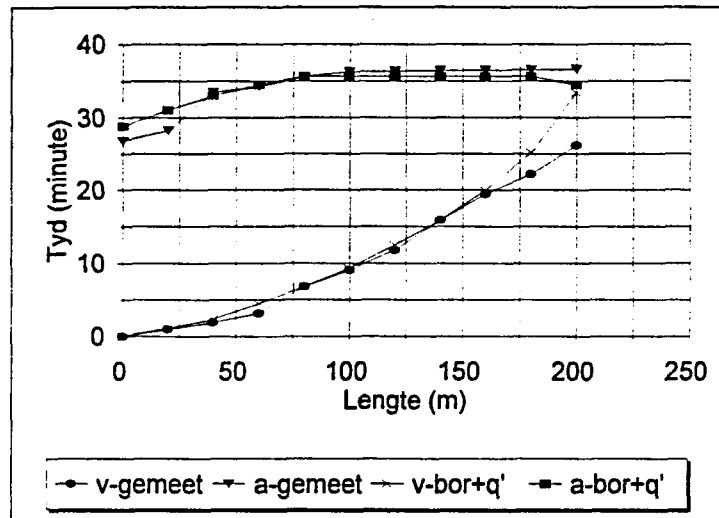
DATASTEL

NAAM: V-uh-2a Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0011						
q = 7.5 l/s/m			n = 0.03 kaalgrond			
Tyd in minute						
Pt	Bedding	vordering	vordering			
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'	
1	0	0	26.8	0	28.8	
2	20	0.95	28.17	1.1	31	
3	40	1.92	33.48	2.4	33	
4	60	3.17	34.22	4.5	34.5	
5	80	6.8	35.68	6.8	35.7	
6	100	9.08	36.32	9.3	35.7	
7	120	11.78	36.4	12.5	35.7	
8	140	15.9	36.45	15.9	35.7	
9	160	19.46	36.52	20	35.7	
10	180	22.17	36.57	25.2	35.7	
11	200	26.17	36.65	33.4	34.5	
12	207					
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				87.70%	99.88%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				2.42	1.34	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 87.70% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 99.88% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

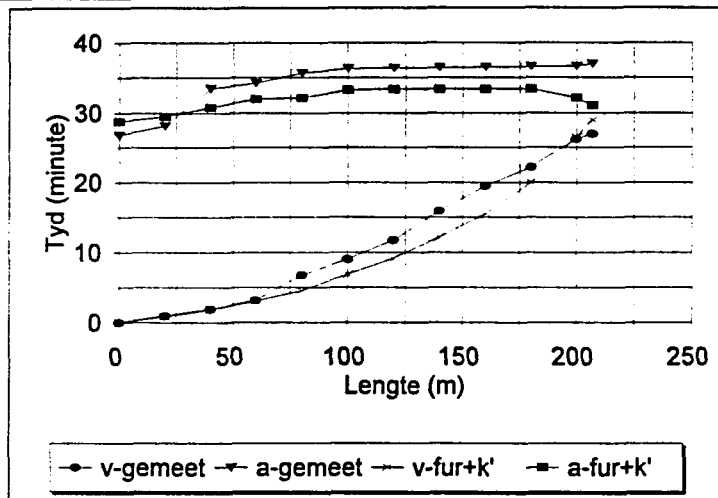
DATASTEL

NAAM: V-uh-2c Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir voortjies met aangepaste infiltrasie.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0011						
q = 7.5 l/s/m		n = 0.03 kaalgrond				
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	vordering			
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+k'	a-fur+k'	
1	0	0	26.8	0	28.8	
2	20	0.95	28.17	0.9	29.5	
3	40	1.92	33.48	1.9	30.8	
4	60	3.17	34.22	3.1	32	
5	80	6.8	35.68	4.6	32.2	
6	100	9.08	36.32	6.9	33.3	
7	120	11.78	36.4	9.2	33.4	
8	140	15.9	36.45	12.2	33.4	
9	160	19.46	36.52	15.5	33.4	
10	180	22.17	36.57	20	33.4	
11	200	26.17	36.65	26.5	32.2	
12	207	27	37	29	31.1	
Statistiek						
Voorspellingswaarde D-indeks				89.04%	91.91%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				2.13	3.47	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die sirmod-model se voortjiesbesproeiingsubroetine met aangepaste infiltrasie, toon 'n 89.32% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die sirmod-model se voortjiesbesproeiingsubroetine met aangepaste infiltrasie, toon 'n 91.91% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval waar die infiltrasie aangepas is per eenheidswydte.

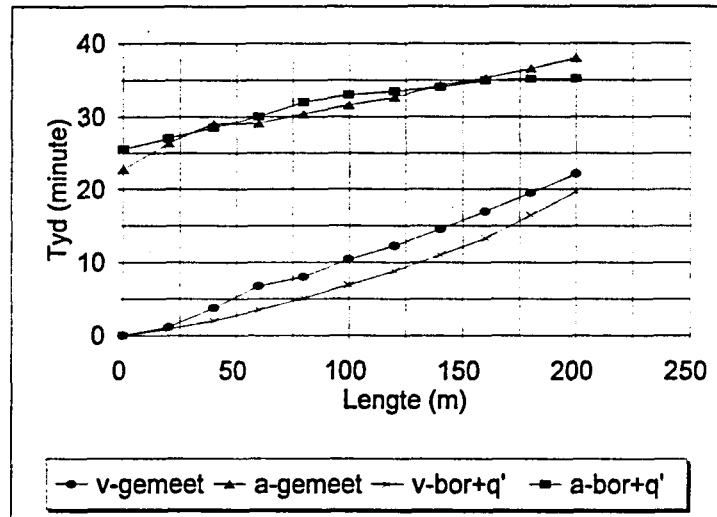
DATASTEL

NAAM: V-uh-3a Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie.

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings, soos deur Kruger (1989) vir voortjies aangepas.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0027					
q = 8.06 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'
1	0	0	22.77	0	25.5
2	20	1.12	26.33	0.9	27
3	40	3.8	29.05	2	28.5
4	60	6.77	29.05	3.5	30
5	80	8	30.38	5.1	32
6	100	10.43	31.6	6.9	33
7	120	12.27	32.66	8.8	33.5
8	140	14.57	34.32	11	34.1
9	160	17	35.27	13.3	35
10	180	19.48	36.6	16.5	35.2
11	200	22.13	38	19.7	35.2
12	207				
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				73.98%	98.83%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				2.83	1.49

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 73.98% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 98.83% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval waar die voortjie as 'n klein bedding beskou word, met 'n stroomgrootte wat by eenheidswydte aangepas is.

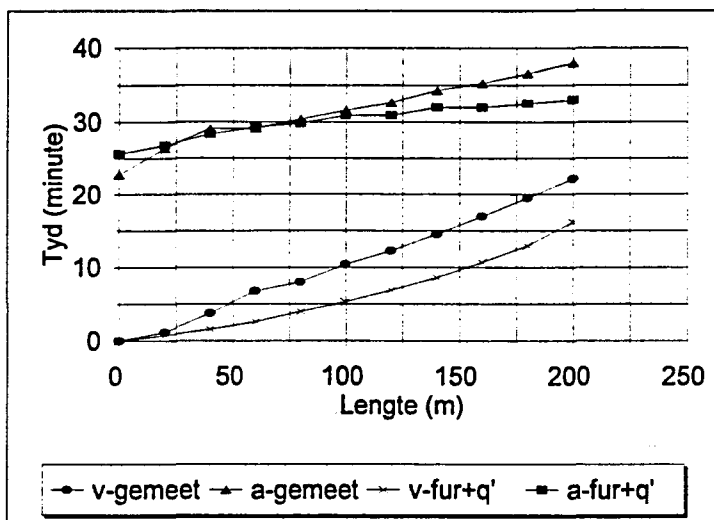
DATASTEL

NAAM: V-uh-3b Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir voortjies, met stroomgrootte aangepas.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0027					
q = 8.06 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	vordering		
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+q'	a-fur+q'
1	0	0	22.77	0	25.6
2	20	1.12	26.33	0.7	26.8
3	40	3.8	29.05	1.6	28.3
4	60	6.77	29.05	2.6	29.3
5	80	8	30.38	4	29.8
6	100	10.43	31.6	5.3	30.9
7	120	12.27	32.66	6.9	30.9
8	140	14.57	34.32	8.6	32
9	160	17	35.27	10.7	32
10	180	19.48	36.6	13	32.5
11	200	22.13	38	16.2	33
12	207				
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				60.18%	95.99%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				4.73	2.53

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiesbesproeiingsubroetine toon 'n 60.18% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiesbesproeiingsubroetine toon 'n 95.99% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing swak in die bogenoemde geval. Die metode word nie aanbeveel nie.

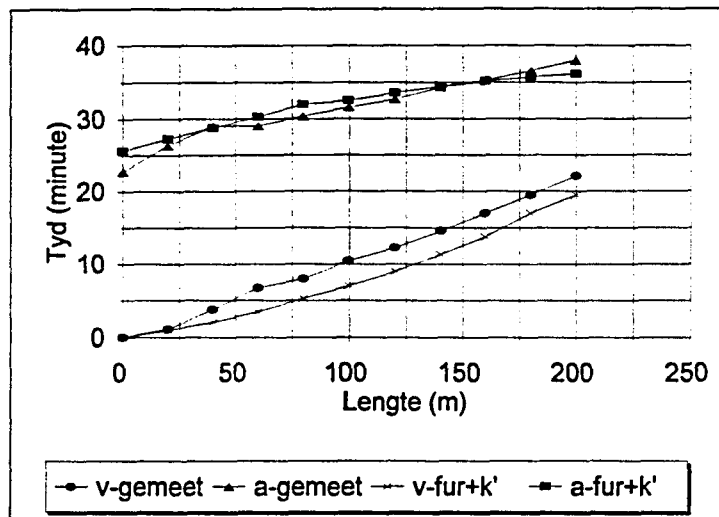
DATASTEL

NAAM: V-uh-3c Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings, met infiltrasie aangepas.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0027					
q = 8.06 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	vordering		
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+k'	a-fur+k'
1	0	0	22.77	0	25.6
2	20	1.12	26.33	1	27.3
3	40	3.8	29.05	2.1	28.8
4	60	6.77	29.05	3.5	30.3
5	80	8	30.38	5.3	32
6	100	10.43	31.6	7	32.5
7	120	12.27	32.66	9	33.6
8	140	14.57	34.32	11.3	34.5
9	160	17	35.27	13.8	35.2
10	180	19.48	36.6	17	35.7
11	200	22.13	38	19.5	36.2
12	207				
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				76.10%	98.06%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				2.65	1.31

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 76.10% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 98.06% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing redelik tot goed in die bogenoemde geval. Die infiltrasie word by die benatte oppervlak aangepas (k'-voortjie).

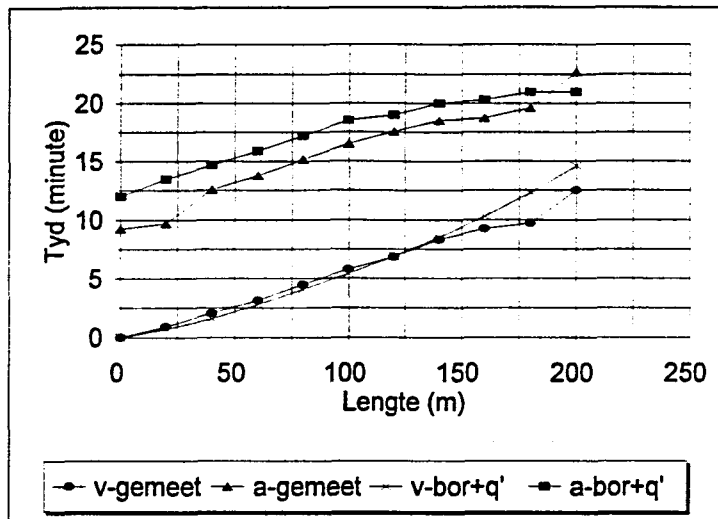
DATASTEL

NAAM: V-uh-4a Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings, soos deur Kruger (1989) vir voortjies aangepas.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.00405					
q = 9.72 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding lengte(m)	vordering v-gemeet	vordering a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'
1	0	0	9.25	0	12
2	20	0.92	9.75	0.7	13.5
3	40	2.08	12.57	1.6	14.7
4	60	3.15	13.78	2.8	15.9
5	80	4.5	15.17	4.1	17.2
6	100	5.8	16.5	5.4	18.5
7	120	6.85	17.58	6.9	19
8	140	8.33	18.52	8.5	20
9	160	9.25	18.73	10.3	20.3
10	180	9.75	19.63	12.3	21
11	200	12.5	22.7	14.6	21
12	207				
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				98.47%	88.89%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.08	2.14

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 98.47% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 88.89% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval waar die voortjie as 'n klein bedding beskou word, met 'n stroomgrootte wat by eenheidswydte aangepas is.

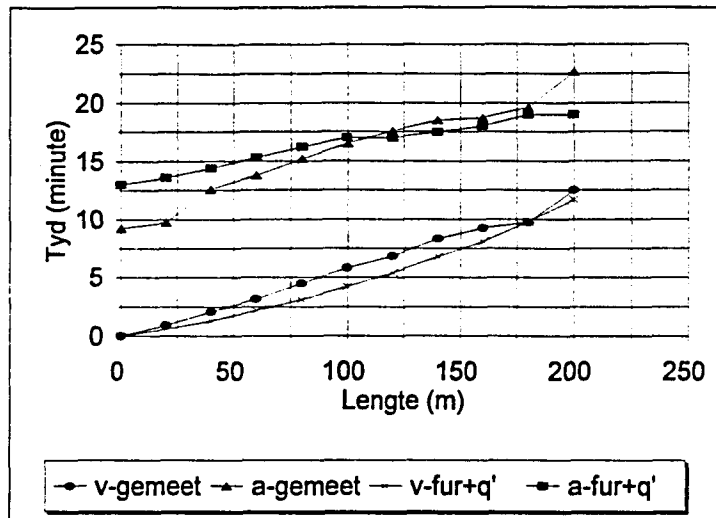
DATASTEL

NAAM: V-uh-4b Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.00405						
q = 9.72 l/s		n = 0.03 kaalgrond				
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	vordering			
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+q'	a-fur+q'	
1	0	0	9.25	0	13	
2	20	0.92	9.75	0.6	13.6	
3	40	2.08	12.57	1.3	14.4	
4	60	3.15	13.78	2.2	15.3	
5	80	4.5	15.17	3.1	16.2	
6	100	5.8	16.5	4.2	17	
7	120	6.85	17.58	5.4	17	
8	140	8.33	18.52	6.8	17.5	
9	160	9.25	18.73	8.1	18	
10	180	9.75	19.63	9.8	19	
11	200	12.5	22.7	11.7	19	
12	207					
Statistiek						
Voorspellings waarde D-indeks				80.09%		95.18%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.07		2.17

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 80.09% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 95.18% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

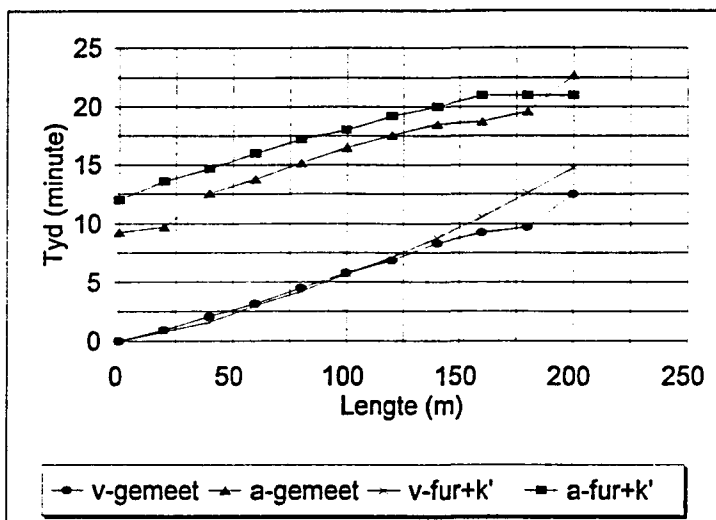
DATASTEL

NAAM: V-uh-4c Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir voortjies, met infiltrasie aangepas.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.00405					
q = 9.72 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	vordering		
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+k'	a-fur+k'
1	0	0	9.25	0	12
2	20	0.92	9.75	0.8	13.6
3	40	2.08	12.57	1.6	14.7
4	60	3.15	13.78	3	16
5	80	4.5	15.17	4.2	17.2
6	100	5.8	16.5	5.7	18
7	120	6.85	17.58	7.1	19.2
8	140	8.33	18.52	8.8	20
9	160	9.25	18.73	10.6	21
10	180	9.75	19.63	12.6	21
11	200	12.5	22.7	14.8	21
12	207				
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				97.98%	88.65%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.20	2.19

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjioebesproeiingsubroetine toon 'n 97.98% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjioebesproeiingsubroetine toon 'n 88.65% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Die infiltrasie word by die benatte oppervlak aangepas (k'-voortjie).

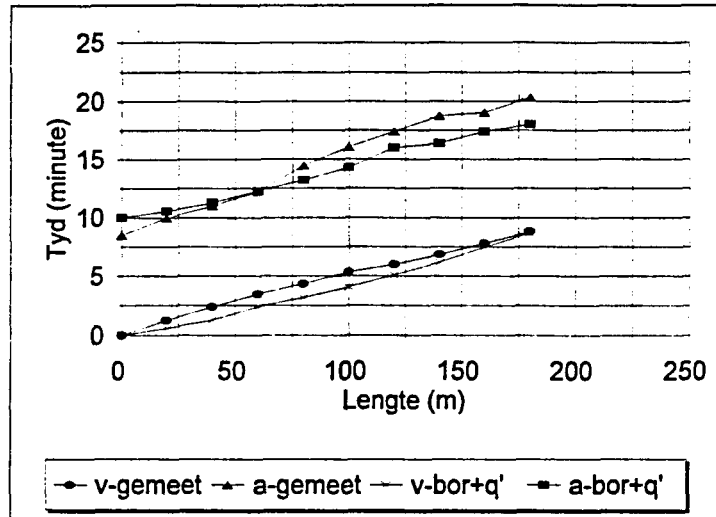
DATASTEL

NAAM: V-uh-5a Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings, soos deur Kruger (1989) vir voortjies aangepas.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0065						
q = 11.1 l/s			n = 0.03 kaalgrond			
			Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	vordering			
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'	
1	0	0	8.5	0	10	
2	20	1.28	10	0.6	10.6	
3	40	2.38	11	1.3	11.3	
4	60	3.47	12.26	2.4	12.3	
5	80	4.37	14.48	3.2	13.2	
6	100	5.35	16.07	4.1	14.3	
7	120	6	17.4	5.1	16	
8	140	6.87	18.76	6.2	16.4	
9	160	7.83	19.03	7.5	17.4	
10	180	8.83	20.33	8.7	18	
11	200					
12	207					
Statistiek						
Voorspellings waarde D-indeks				79.01%		95.61%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.84		1.52

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 79.01% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 95.61% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

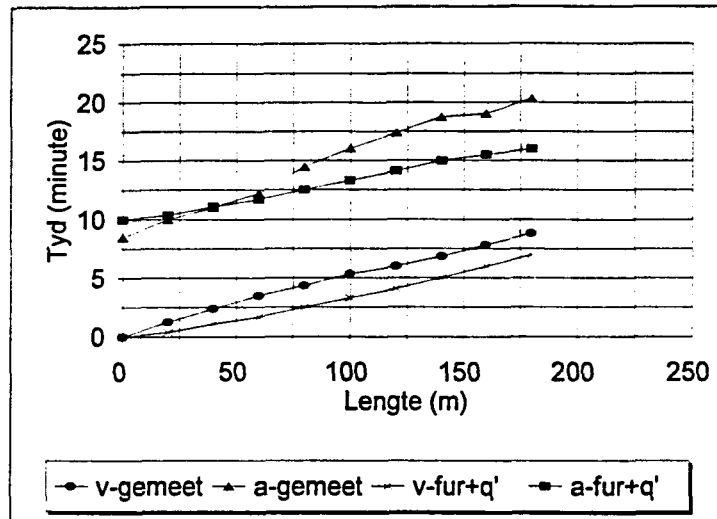
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval waar die voortjie as 'n klein bedding beskou word, met 'n stroomgrootte wat by eenheidswydte aangepas is.

DATASTEL

NAAM: V-uh-5b Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingfronte dus afknyp)
* Toets simulering van Sirmodmodel vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0065						
q = 11.1 l/s			n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	vordering			
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+q'	a-fur+q'	
1	0	0	8.5	0	10	
2	20	1.28	10	0.4	10.4	
3	40	2.38	11	1.1	11.1	
4	60	3.47	12.26	1.7	11.7	
5	80	4.37	14.48	2.5	12.5	
6	100	5.35	16.07	3.3	13.3	
7	120	6	17.4	4.1	14.1	
8	140	6.87	18.76	5	15	
9	160	7.83	19.03	6	15.5	
10	180	8.83	20.33	7	16	
11	200					
12	207					
Statistiek						
Voorspellings waarde D-indeks				64.24%	97.83%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.64	2.66	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsroetine toon 'n 64.24% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsroetine toon 'n 97.83% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

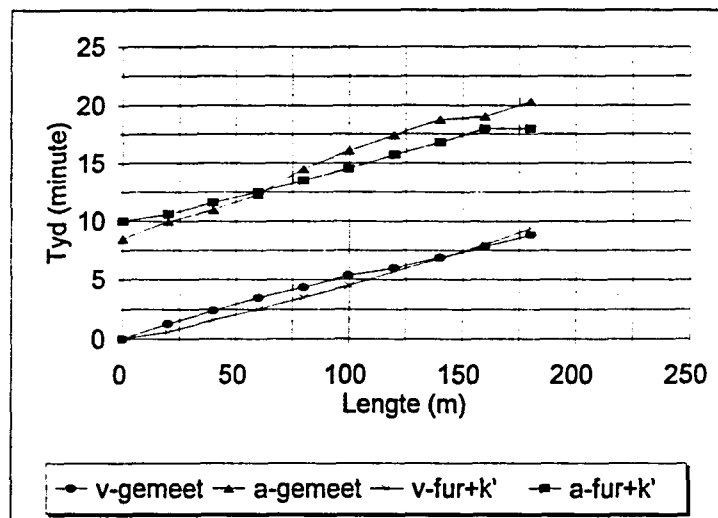
DATASTEL

NAAM: V-uh-5c Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie

* Toets simulering van Sirmod-model vir voortjies, met infiltrasie aangepas.

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0065					
q = 11.1 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	afdroging	vordering	afdroging
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+k'	a-fur+k'
1	0	0	8.5	0	10
2	20	1.28	10	0.6	10.6
3	40	2.38	11	1.6	11.6
4	60	3.47	12.26	2.5	12.5
5	80	4.37	14.48	3.5	13.5
6	100	5.35	16.07	4.5	14.5
7	120	6	17.4	5.7	15.7
8	140	6.87	18.76	6.8	16.8
9	160	7.83	19.03	8	18
10	180	8.83	20.33	9.4	18
11	200				
12	207				
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				85.30%	96.85%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				0.63	1.40

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjie besproeiingsubroetine toon 'n 85.30% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se voortjiebesproeiingsubroetine toon 'n 96.85% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval. Die infiltrasie word by die benatte oppervlak aangepas (k'-voortjie).

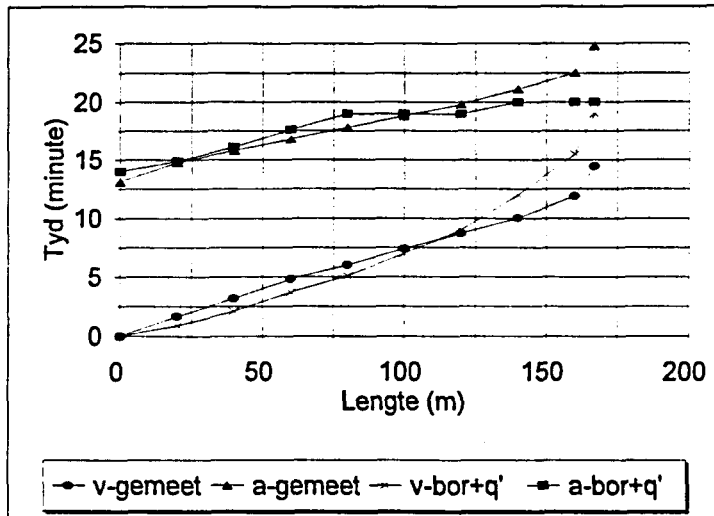
DATASTEL

NAAM: V-uh-6a Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.0065					
q = 5.56 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding lengte(m)	vordering v-gemeet	vordering a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'
1	0	0	13.13	0	14
2	20	1.67	14.8	0.9	14.9
3	40	3.18	15.8	2.1	16.1
4	60	4.83	16.8	3.7	17.6
5	80	6.03	17.8	5.1	19
6	100	7.4	18.8	7	19
7	120	8.72	19.8	9	19
8	140	10.05	21.13	12	20
9	160	11.92	22.53	15.5	20
10	167	14.47	24.8	19	20
11	170				
12	180				
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				95.97%	97.42%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				2.03	1.85

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 95.97% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 97.42% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n norma besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

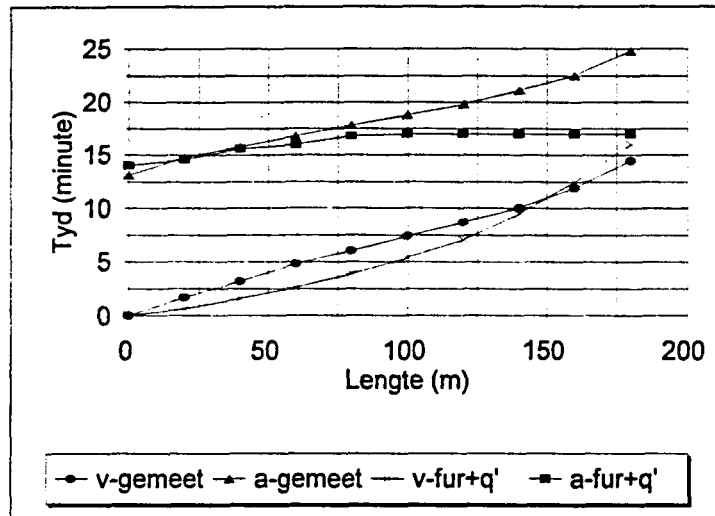
DATASTEL

NAAM: V-uh-6b Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0065						
q = 5.56 l/s			n = 0.03 kaalgrond			
			Tyd in minute			
Pt	Bedding	vordering	vordering			
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+q'	a-fur+q'	
1	0	0	13.13	0	14	
2	20	1.67	14.8	0.6	14.6	
3	40	3.18	15.8	1.6	15.6	
4	60	4.83	16.8	2.6	16	
5	80	6.03	17.8	3.9	16.8	
6	100	7.4	18.8	5.4	17	
7	120	8.72	19.8	7.1	17	
8	140	10.05	21.13	9.5	17	
9	160	11.92	22.53	12.5	17	
10	180	14.47	24.8	16	17	
11						
12						
Statistiek						
Voorspellings waarde D-indeks				76.91%	86.28%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.51	3.49	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 76.91% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 86.28% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulatie resultate nog beter vertoon.

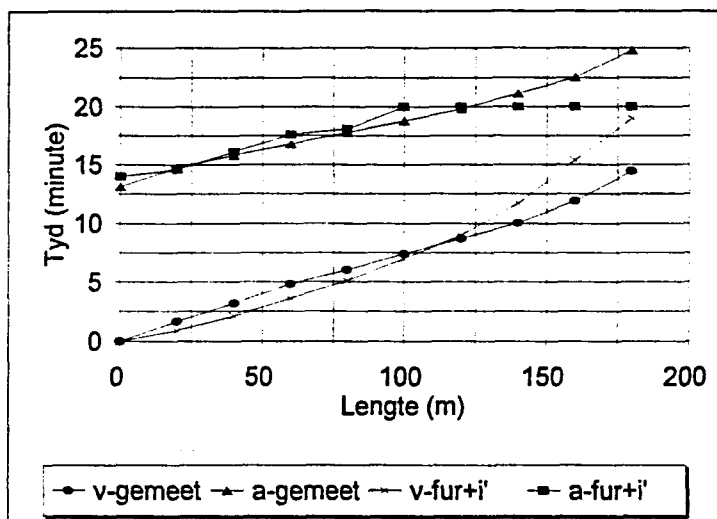
DATASTEL

NAAM: V-uh-6cVoortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)

* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.0065						
q = 5.56 l/s		n = 0.03 kaalgrond				
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	vordering			
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-fur+i'	a-fur+i'	
1	0	0	13.13	0	14	
2	20	1.67	14.8	0.9	14.6	
3	40	3.18	15.8	2.1	16.1	
4	60	4.83	16.8	3.6	17.6	
5	80	6.03	17.8	5.1	18.1	
6	100	7.4	18.8	7	20	
7	120	8.72	19.8	9	20	
8	140	10.05	21.13	11.7	20	
9	160	11.92	22.53	15.4	20	
10	180	14.47	24.8	19	20	
11						
12						
Statistiek						
Voorspellings waarde D-indeks				95.38%	97.76%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.99	1.84	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 95.38% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 97.76% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

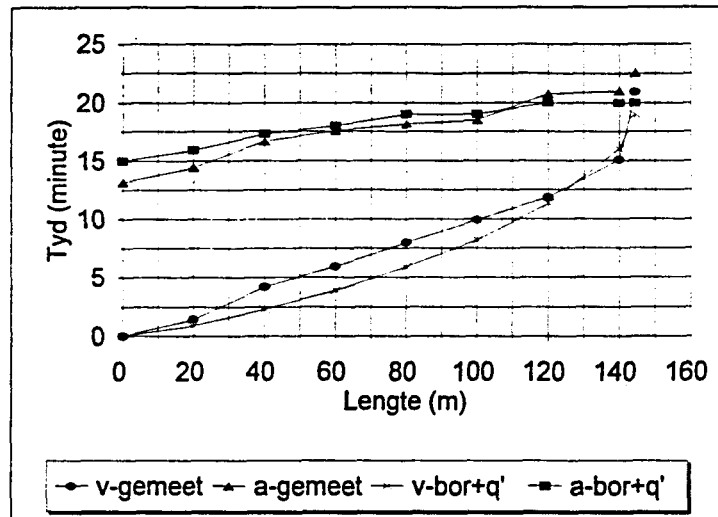
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: V-uh-7a Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:		k = .014	a = .7
s = 0.008						
q = 4.17 l/s		n = 0.03 kaalgrond				
		Tyd in minute				
Pt	Bedding	vordering	vordering			
	lengte(m)	v-gemeet	a-gemeet	v-bor+q'	a-bor+q'	
1	0	0	13.17	0	15	
2	20	1.44	14.42	0.9	15.9	
3	40	4.22	16.67	2.3	17.3	
4	60	5.92	17.59	3.9	18	
5	80	7.97	18.14	5.9	19	
6	100	9.92	18.5	8.2	19	
7	120	11.84	20.75	11.3	20	
8	140	15.09	21.02	16	20	
9	144.5	20.92	22.57	19	20	
10						
11						
12						
Statistiek						
Voorspellings waarde D-indeks				81.32%	98.57%	
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				1.49	1.30	

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 81.32% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetin toon 'n 98.57% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

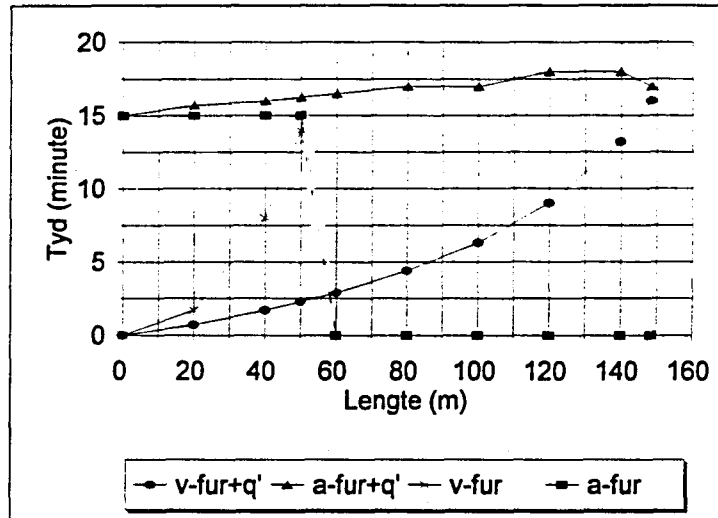
Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing goed in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simulering resultate nog beter vertoon.

DATASTEL

NAAM: V-uh-8 Voortjie

DOEL: * Bepaling van infiltrasie (Laat vordering- en afdrogingsfronte afknyp)
* Toets simulering van Sirmod-model vir beddings

RESULTATE:



Infiltrasie:		IF = 8.0	Sirmod:	k = .014	a = .7
s = 0.008					
q = 4.17 l/s		n = 0.03 kaalgrond			
		Tyd in minute			
Pt	Bedding				
	lengte(m)	v-fur+q'	a-fur+q'	v-fur	a-fur
1	0	0	15	0	15
2	20	0.7	15.7	1.7	15
3	40	1.7	16	8	15
4	50	2.3	16.25	14	15
5	60	2.9	16.5	0	0
6	80	4.4	17	0	0
7	100	6.3	17	0	0
8	120	9	18	0	0
9	140	13.2	18	0	0
10	148.5	16	17	0	0
11					
12					
Statistiek					
Voorspellings waarde D-indeks				57.79%	38.16%
Sistemiese gem.afwyking RSME (minute)				8.70	13.38

Die vorderingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 57.79% korrelasie met die gemete data.

Die afdrogingsfrontkromme soos gesimuleer met behulp van die Sirmod-model se beddingbesproeiingsubroetine toon 'n 38.16% korrelasie met die gemete data.

GEVOLGTREKKING:

Die Sirmod-model (Walker, 1989) simuleer die besproeiing baie swak in die bogenoemde geval. Indien 'n normale besproeiing oor die volle bedding sou plaasvind sal die simuleringsresultate beter vertoon.