

NOTA 1149

november 1979

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ALTERRA

Wageningen Universiteit & Research cent
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

OPZET EN UITVOERING VAN EEN VOORONDERZOEK (MAART 1979)

NAAR OPPERVLAKKIGE AFSTROMING OP LAGE ZANDGROND

ing. H.P. Oosterom

18-70



Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Theorie over stroming en oppervlakte-afvoer	2
2. BESCHRIJVING VAN HET PROEFOBJECT	5
2.1. Ligging en inrichting van het proefobject	5
2.2. Bodemprofiel	6
2.3. Bodemvruchtbaarheid	7
2.4. Hoogteligging	8
2.4.1. Plasvorming	10
2.5. Waterhuishouding	13
2.5.1. Doorlatendheid van de bovengrond	13
2.5.2. Doorlatendheid van de ondergrond	14
2.5.3. Ontwateringsfunctie van de Barneveldse Beek	16
2.5.4. Afmetingen van de afvoersloten	17
3. UITVOERING VAN DE BEREKENINGSPROEF	19
3.1. Technische aspecten	19
3.1.1. Het waterwinpunt	19
3.1.2. Pomp	19
3.1.3. Leidingen	19
3.1.4. Sproeiers	19
3.1.5. Drukverliezen	21
3.1.6. Capaciteit	22
3.1.7. Neerslagverdeling	23
3.2. Waterbalans	23
3.2.1. Oppervlakte-afvoer	24
3.2.2. Basisafvoer	25

	blz.	
3.2.3. Vochtverandering in de bodem	26	
3.2.4. Berging op het maaiveld	27	
3.2.5. Neerslag op open water	28	
3.2.6. Beregeningsverliezen	28	*
3.3. Fosfaatbalans	29	
3.3.1. Neerslag op open water	29	-
3.3.2. Inspoeling via het grondwater	29	
3.3.3. Aanvoer via oppervlakte-afvoer	30	
3.3.4. Fosfaatberging in het slootwater	31	
4. OVERIGE WAARNEMINGEN	32	
5. NABESCHOUWING	34	
6. SAMENVATTING	35	
LITERATUUR	36	
BIJLAGEN		

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING

Door de ontwikkelingen in de land- en tuinbouw is de stikstofbehoefte en het fosfaataanbod de laatste decennia sterk toegenomen. Mede hierdoor kan de bodem afhankelijk van het bodemtype in samenhang met de waterhuishouding en het bodemgebruik een belasting vormen voor de oppervlaktewateren. Bestrijding van de eutrofie van het oppervlaktewater richt zich met name op het terugdringen van het mineraalaanbod van één of meerdere vervuilingsbronnen door de belasting te beperken. Het Indicatief Meerjaren Programma (IMP; MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1974) stelt als voorlopige grenswaarden voor stikstof en fosfaat: nitraat 4 g N.l^{-1} , ammonium als Kjeld.-N 3 mg.l^{-1} en totaal-fosfaat $0,3 \text{ g P.l}^{-1}$. Voor een goed waterkwaliteitsbeheer is kennis omtrent de bijdrage van de verschillende vervuilingsbronnen een eerste vereiste. Door een stoffenbalans voor het oppervlaktewater samen te stellen kan inzicht worden verkregen omtrent de belangrijke en minder belangrijke bronnen. Ervaringen hebben geleerd, dat de stikstofbelasting van oppervlaktewater in zandgebieden voor een belangrijk deel afkomstig is van de landbouw, terwijl de toevoer van fosfaat van geringe betekenis is (STEENVOORDEN en OOSTEROM, 1979). Een mogelijke bijdrage van fosfaat kan eventueel geleverd worden vanuit landbouwgebieden met een lage natuurlijke belasting, waar incidenteel sprake is van oppervlakte-afvoer. Deze wijze van afvoer treedt op ten gevolge van een zeer slechte doorlatendheid van de bovengrond of ten gevolge van een gering waterbergend vermogen in het profiel. In beide gevallen zal bij een zekere overschrijding van de neerslagintensiteit en regenduur plasvorming optreden met als gevolg bovengrondse afstroming naar het open water. Onderzoek naar het voorkomen van en de omstandigheden waaronder deze afvoer en de daarmee gepaard gaande verontreiniging zich voordoen, verdient dan ook aanbeveling. Het Landbouwschap heeft

adressen ter beschikking gesteld van bedrijven in de Gelderse Vallei, die over een regeninstallatie beschikken, waarvan voor het onderzoek eventueel gebruik gemaakt zou kunnen worden. Uit deze adressen is een bedrijf gekozen, gelegen op lage zandgronden langs de Barneveldse Beek, waar een proefveld is ingericht. Het weidebedrijf ter grootte van 18 ha en 50 melkkoeien behoort toe aan de heer W.B.M. Tolboom te Achterveld.

In deze nota zal allereerst enige theorie behandeld worden omtrent stroming over een hydraulisch ruwe wand. Vervolgens de beschrijving van het proefobject en tenslotte de behandeling van de resultaten van de beregeningsproef op 8 maart 1979.

1.1. Theorie over stroming en oppervlakte-afvoer

De formule van De Chézy leent zich goed om afvoerberekeningen uit te voeren (NORTIER en VAN DER VELDE, 1963). Deze formule luidt:

$$v = C\sqrt{RS} \quad (1)$$

waarin: v = gemiddelde snelheid ($m.s^{-1}$)
 C = coëfficiënt van De Chézy ($m^{\frac{1}{2}}.s^{-1}$)
 R = hydraulische straal (m)
 S = verhang

De C-waarde is een maat voor de wandruwheid. Voor een hydraulisch ruwe wand kan deze worden berekend uit de volgende formule:

$$C = 18 \log \frac{12R}{k} \quad (2)$$

waarin k de hoogte (m) van de oneffenheid is. We gaan er van uit dat het grasland een ideaal vlak is, waarop de oneffenheid veroorzaakt wordt door bodem en gras. Het vlak heeft een constante helling in de richting van de sloot. Het gras heeft een zodanige lengte, dat het steeds boven de waterlaag uit zal komen. De oneffenheid, veroorzaakt door het gras, is dan gelijk aan de waterlaag d . De hydraulische straal is eveneens gelijk aan d , omdat er sprake is van een breed wateroppervlak. Na substitutie in (2) en (1) ontstaat de formule:

$$v = 18 \log 12\sqrt{RS}$$

of

$$v = 19,43 \times d^{\frac{1}{2}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

Door verschillende waarden voor d en S in te vullen kan de snelheid berekend worden en vervolgens de bijbehorende regenintensiteit of

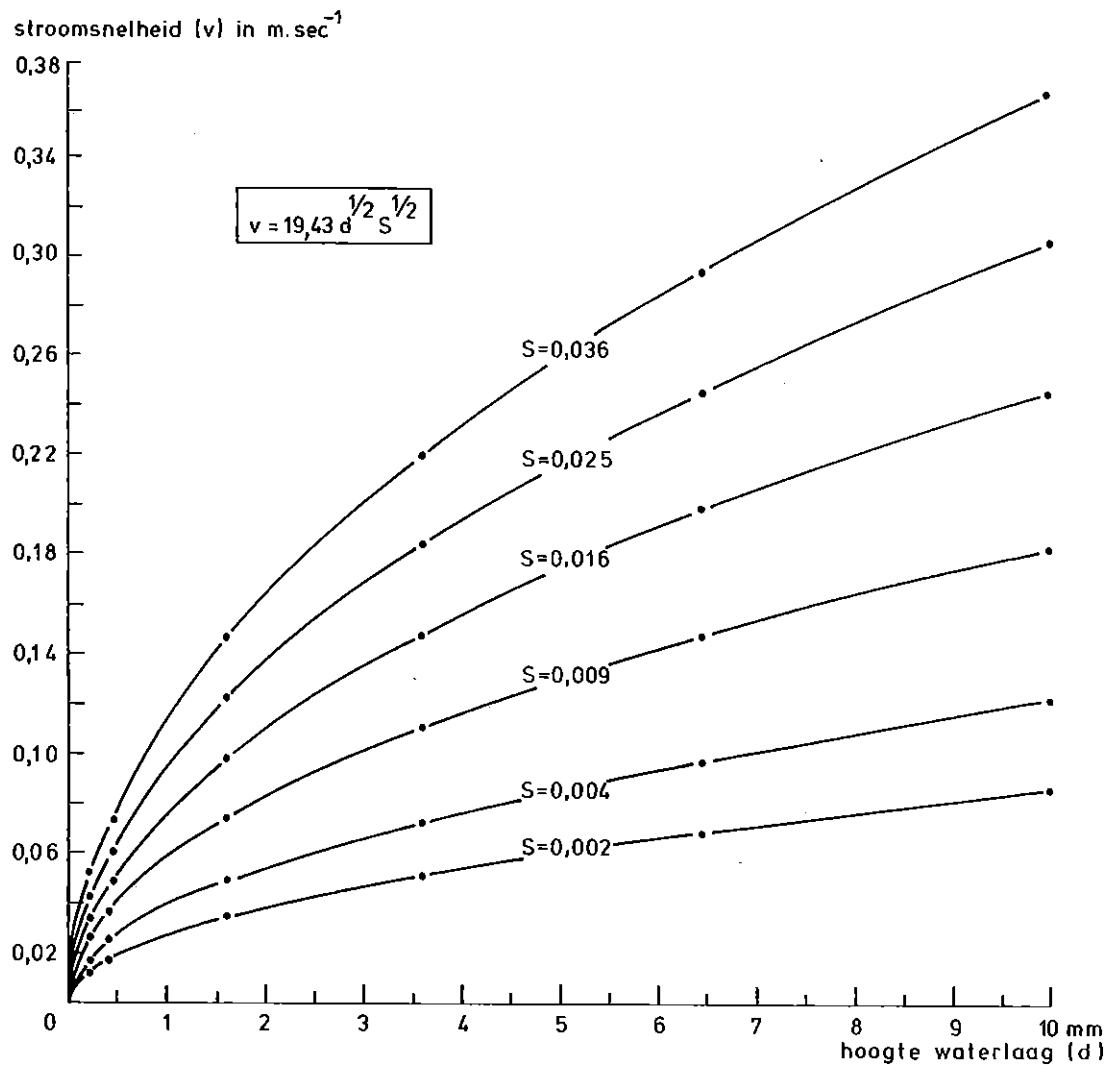


Fig. 1. Verband tussen stroomsnelheid en oppervlakkig afstromende waterhoeveelheden bij verschillend verhang volgens de formule $v = 19,43.d^{\frac{1}{2}}.S^{\frac{1}{2}}$

afvoer Q ($m^3 \cdot s^{-1}$), die gelijk is aan $v \times A$ ($m \cdot s^{-1} \times m^2$). In Fig. 1 is voor verschillende waarden van S bij een bepaalde waterlaag de stroomsnelheid af te lezen. De uiterste waarde voor de terreinhelling is ontleend aan het onderzoek van OTTO (1959). Hieruit blijkt dat in de Gelderse Vallei binnen perceelsgrenzen de terreinhelling voor 80% kleiner is dan 1% en dat slechts 2% van de oppervlakte een helling vertoont groter dan 3%. Deze laatste worden veelal aangetroffen bij de overgang van grasland naar bouwland. Bij algehele egalisatie was het uit landbouwkundig oogpunt gebruikelijk dat het maaiveld horizontaal of onder een helling van hoogstens 1 à 2‰ gelegd werd. De hellingen in dit gebied hebben voor Nederlandse omstandigheden hoge waarden.

Zoals uit voornoemde figuur blijkt is de afstromingssnelheid sterk afhankelijk van het verhang. Naarmate echter de stroomsnelheid toeneemt zal eveneens de kans op erosie toenemen. Een hulpmiddel bij de beoordeling omtrent de kans op erosie van de bodem geeft de diagram van Hjulström (Fig. 2). Deze figuur laat zien dat stroomsnelheden lager dan $20 \text{ cm} \cdot s^{-1}$ de bodem niet aantasten. Uit het volgende rekenvoorbeeld zal blijken onder welke extreme omstandigheden voor Nederland erosie kan optreden. Volgens de formule is bij een verhang van 0,03 en een stroomsnelheid van $0,2 \text{ m} \cdot s^{-1}$ de waterhoogte 3,5 mm. De hoeveelheid

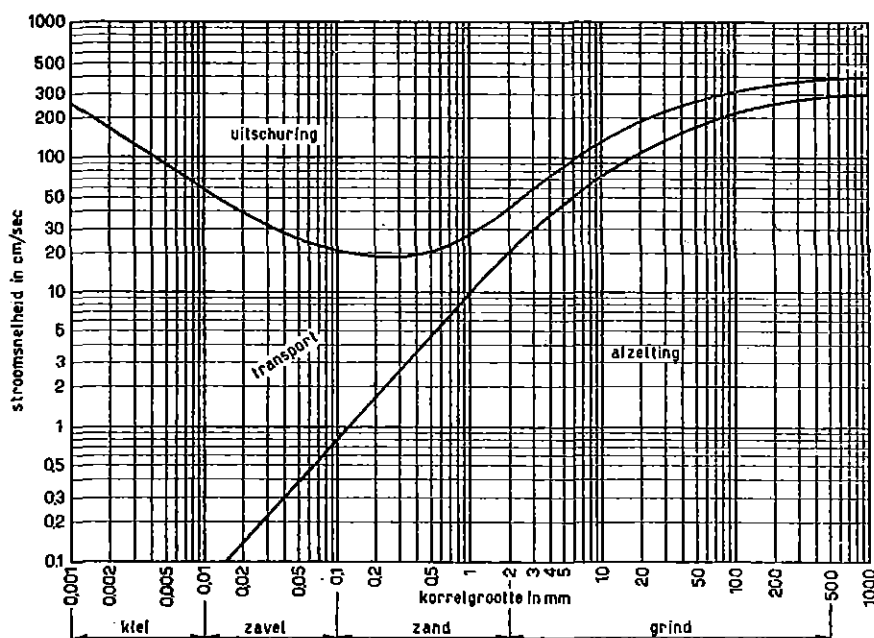


Fig. 2. Invloed van de stroomsnelheid op het bodemmateriaal volgens Hjulström (NORTIER en VAN DER VELDE, 1963)

een keuze gemaakt moest worden omtrent de grootte van het te beregenen oppervlak. Met behulp van de aanwezige regeninstallatie van het instituut bleek het mogelijk te zijn een vierkant van 80 x 80 m te beregenen. Door de gunstige afmetingen van de percelen (80 m breed en 160 m lang) met als perceelsscheiding een sloot kan een te beregenen oppervlak zodanig worden gekozen, dat aan weerszijde van de sloot een oppervlak van 40 x 80 m komt te liggen. Het te beregenen oppervlak zal in het vervolg van dit verhaal aangeduid worden met beregeningseenheid. De oppervlakte-afvoer, afkomstig van een beregeningseenheid, kan afgeleid worden uit de slootafvoer door tijdens de beregening de overstorthoogte te registreren bij de aangebrachte meetstuw (type Thomson). Een tweede mogelijkheid is het meten van de afvoer van een in het talud aangebrachte goot (zie Fig. 11). De grondwaterstand wordt continu geregistreerd met behulp van zelfregistrerende meters, die op een afstand van 20 m uit de sloot zijn geplaatst. Voor de meting van het vochtgehalte bevinden zich in de nabijheid van de grondwaterstandsmeters γ -buizen (Fig. 3).

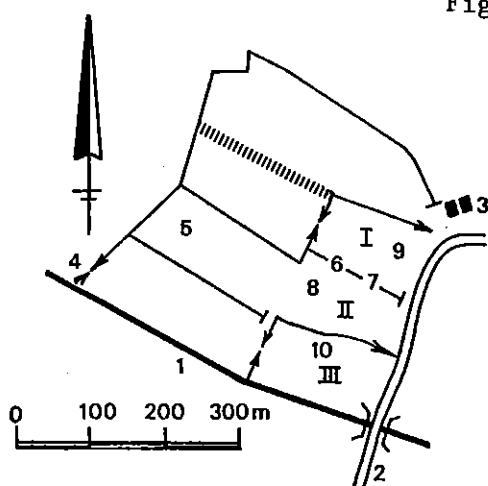


Fig. 3. Situering van de onderzoekspercelen

- I,II,III aanduiding perceel
 1 Barneveldse Beek
 2 bedrijfsweg
 3 bedrijfsgebouwen
 4 duiker
 5 kavelsloten
 6 meetstuw A
 7 meetstuw B
 8 grondwaterstandsmeter 1
 9 grondwaterstandsmeter 2
 10 grondwaterstandsmeter 3
 (tot 1-3-1979)

2.2. Bodemprofiel

In bijlage 1 staan 2 standaardprofielen die representatief geacht mogen worden voor het merendeel van de lage zandgronden. Het profiel op het proefobject zou hiermee enige gelijkenis moeten vertonen, ware het niet dat in de vijftiger jaren de percelen gediepploegd en geëgaliseerd werden. Door deze grondverbeteringswerken is het profiel tot

een diepte van 40 à 60 cm verstoord. Ten behoeve van de vochtmeting is door FONCK (1978) op verschillende diepten het organisch stofgehalte bepaald (Tabel 1), waaruit blijkt dat het profiel onderin soms humeuzer is dan in de zode. Bij het plaatsen van grondwaterstandsbuizen bleek eveneens deze heterogeniteit.

Tabel 1. Organische stofgehalten (gew. %) in de bodem op verschillende diepten

Plek nr.	Diepte (cm -maaiveld)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	4,4	3,2	7,0	6,5	1,7	1,0	1,3	1,0	1,7
2	4,2	2,5	2,5	1,8	0,6	0,6	0,6	0,6	1,3
3	4,4	4,0	3,3	2,7	2,8	3,0	2,6	1,2	0,7

2.3. Bodemvruchtbaarheid

In Tabel 2 staan de resultaten vermeld van het bodemonderzoek, verricht in Oosterbeek bij het Laboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek.

Tabel 2. Bodemanalyses van de diepte 0-5 cm

Datum	Per- ceel	Analyses									
		pH- KCl	Org.stof (humus) %	Fosfor-P ₂ O ₅		Kali-K ₂ O		Natron Na ₂ O Na-HCl	Magnesia MgO-NaCl	Koper Cu- HNO ₃	Cobalt Co- Azijnz.
				Pw- ge- tal	P-AL	K- ge- tal	K- HCl				
23/12/76	I	5,4	6,7	-	40	32	23	6	263	5,9	
17/08/79	II	5,7	6,1	-	21	32	22	4	263	5,9	
23/12/76	III	5,2	6,0	-	45	31	20	6	229	7,5	0,50

opgegeven gehalte P-AL, K-HCl en Na-HCl in mg/100 gram, MgO-NaCl, Cu, Co en B in mg/kg, Pw-getal in mg/liter

Alle percelen liggen in grasland. Naast de noodzakelijke stikstofbemesting (circa 450 kg N.ha⁻¹.jaar⁻¹) worden geen kunstmeststoffen toegediend. De overige mineralen worden toegevoerd via de drijfmest. Per ha wordt jaarlijks circa 30 ton RDM uitgereden met een droge stofgehalte van circa 10% en mineraal samenstelling: 6,7 ‰ tot N, waarvan 45% in minerale vorm, 1,6 ‰ P₂O₅, 7,2 ‰ K₂O en 6,3 ‰ Cl. De voedingstoestand van de bodem is over het algemeen voldoende tot ruim voldoende.

Het achterste gedeelte van de percelen I en II, waar op 8 maart de proef is uitgevoerd (berekeningseenheid A), heeft tijdens de wintermaanden 2 x 20 ton RDM ontvangen (op 12/2/79 en 26/2/79). Het voorste gedeelte dat buiten het beregeningsoppervlak bleef, heeft geen drijfmest ontvangen. Van zowel het bemeste als onbemeste oppervlak zijn op 5/3/79 bodemonsters genomen van de laag 0-5 cm en 5-20 cm. In Tabel 3 staan hiervan de fosfaatgehalten vermeld.

Tabel 3. Fosfaatgehalten in de bodem van zowel het bemeste (40 ton RDM) als onbemeste oppervlak op twee diepten (5/3/79)

Diepte cm	Perceelsnr.	Bemest		Onbemest	
		Pw-getal	tot.-P.geh.	Pw-getal	tot.-P.geh.
0- 5	I	46	0,14	33	0,09
	II	50	0,13	38	0,12
5-25	I	25	0,09	20	0,08
	II	17	0,08	15	0,08

2.4. H o o g t e l i g g i n g

Om een beeld te krijgen van de hoogteligging van het maaiveld is een denkbeeldig vierkanten net gelegd over het perceel met afmetingen van 5 x 5 m, uitgaande van het midden van de sloot. Op de snijpunten van de lijnen, die met behulp van een meetband, piketten en jalons zijn bepaald, is de hoogte ingemeten. Van de gemeten hoogten, vermeld in bijlagen 2 tot en met 4, zijn voor de 3 berekeningseenheden de hoogten op een bepaalde afstand van de sloot gemiddeld, waardoor een

indruk ontstaat over het hoogteverloop van het maaiveld (Tabel 4).

Tabel 4. Gemiddelde hoogtecijfers (m +NAP) van het maaiveld van de drie berekeningseenheden (zie Fig. 3) op verschillende afstanden van de sloot

	Afstand tot midden sloot m	Gemiddelde hoogten (m +NAP)		
		eenheid A	eenheid B	eenheid C
noordzijde	35	3,77	3,84	3,62
	30	3,71	3,80	3,59
	25	3,69	3,75	3,54
	20	3,65	3,70	3,52
	15	3,62	3,68	3,47
	10	3,59	3,65	3,41
	5	3,53	3,56	3,35
Slootkant		-	-	3,23
Slootbodem		2,72	2,76	2,53
Slootkant		-	-	3,20
zuidzijde	5	3,45	3,51	3,36
	10	3,49	3,53	3,44
	15	3,52	3,57	3,48
	20	3,55	3,60	3,53
	25	3,58	3,63	3,55
	30	3,62	3,64	3,56
	35	3,64	3,66	3,54
	40	3,63	3,64	3,52

Het maaiveld van de percelen op dit bedrijf is rond afgewerkt, waardoor de helling in het midden 1 à 2 cm per 5 m bedraagt en langs de sloot niet groter wordt dan 10 cm per 5 m. Het maaiveld langs de sloot ligt 20 tot 40 cm lager dan in het midden van het perceel. Het aanbrengen van de tonrondte heeft plaats gevonden tijdens de reeds genoemde grondverbeteringswerkzaamheden. Deze afwerking werd alleen uitgevoerd als daarom verzocht werd. De gebruikelijke methode bij algehele egalisatie bestond uit een verhang van ten hoogste 10 à 20 cm per 100 m.

0,5 cm per m. 10 cm / 20 m

40 cm
20 m

2.4.1. Plasvorming

Met behulp van de hoogtemeting zou het eveneens mogelijk moeten zijn een schatting te maken van de hoeveelheid water, die theoretisch in de lage delen blijft staan. Elk gemeten punt wordt daarom beschouwd als de gemiddelde hoogte van 25 m^2 . Wanneer blijkt dat de 4 aangrenzende punten hoger liggen, dan hebben we te doen met een laagte, waarvan de diepte bepaald wordt door het aangrenzende laagste punt. Op basis van deze veronderstelling kan het water eventueel zigzaggend de sloot bereiken. De berging in het maaiveld, die op deze wijze berekend wordt, duiden we aan met 'minimale' maaiveldsberging, in tegenstelling tot de 'maximale' maaiveldsberging, waarbij er vanuit gegaan is, dat afstroming slechts alleen plaatsvindt in de richting van de sloot. De kans dat een laagte wordt berekend neemt nu toe. Voor de drie berekeningseenheden is over een oppervlak van $0,3 \text{ ha}$ de 'minimale' maaiveldsberging berekend, aangevuld met de 'maximale' voor berekeningseenheid A (Fig. 4). De 'minimale' berging bedraagt gemiddeld over een berekeningseenheid $0,9$ tot $1,7 \text{ mm}$. De 'maximale' berging, berekend voor eenheid A, ligt 100 à 150% hoger dan de 'minimale'. In Fig. 5 en 6

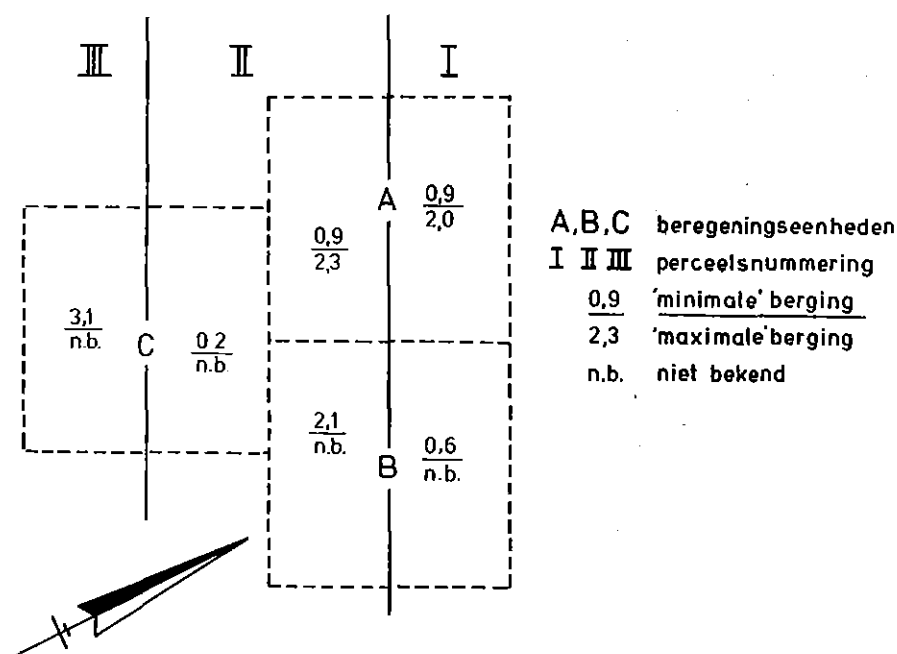


Fig. 4. Berekeningseenheden ($80 \times 80 \text{ m}$) met daarin vermeld de berging (mm) door plasvorming, berekend uit de hoogten van het vierkantennet $5 \times 5 \text{ m}$

• 22 •	• • • • •	• • • • •
• • • • •	• • • • •	• • • • • 46 23 •
21 • 6 •	• • • • •	• • • • • 32 •
40 5 • • • •	• • • • •	• • • • •
35 • • • • •	• • • • •	• • • • •
• 12 • • 8 • •	• • • • •	• • • • • 6 •
• • • • 29 • •	• • • • •	• • • • • 40 •
• • • • •	• • • • •	• • • • • 42 •
• • 27 • • 7 • •	• • • • •	• • • • • 2 • • 7 •
• • • • •	• • • • •	• • • • •
• • • • 10 • • •	• • • • •	• • • • • 21 • •
26 • • • • •	• • • • •	• • • • • 3 • • •
• • • • •	• • • • •	• • • • • 3 • • •
• • • • •	• • • • •	• • • • • 18 • • •
2 • • 27 • • •	• • • • •	• • • • •
• • • • •	• • • • •	• • • • •

11

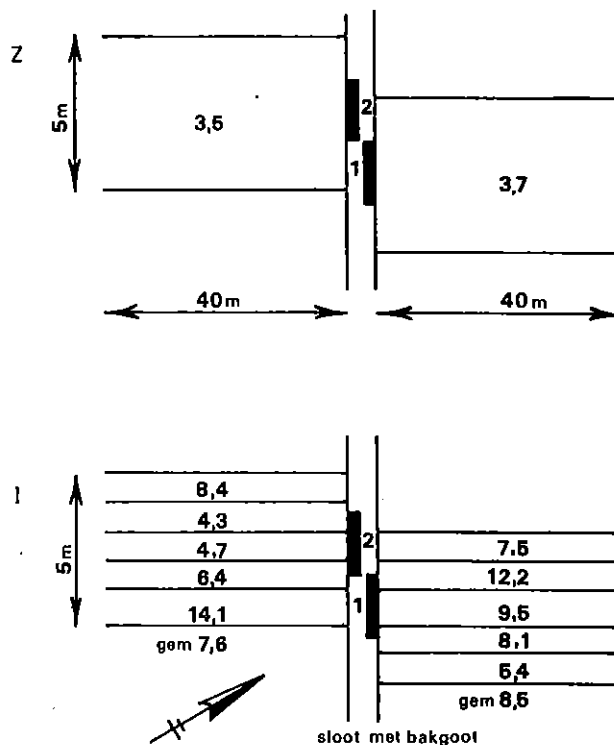


Fig. 7. 'Minimale' berging' (Z) en 'maximale' berging (I) in mm door plasvorming, berekend uit de hoogtemeting van het vierkanten-net 1 x 1 m in een strook (5 x ca. 40 m) loodrecht op de sloot (zie ook bijlage 6)

van perceel A (zie Fig. 5). De hoogten op afstanden van circa 1 m zijn ingemeten en staan vermeld in bijlage 5. De gemiddelde waterdiepte voor een oppervlak van circa 1 m² is berekend en staat vermeld in bijlage 6. Hieruit blijkt, in overeenstemming met de praktijk, dat plassen binnen 5 à 10 m uit de sloot niet noemenswaard voorkomen. Volgens deze methode ligt de 'maximale' berging eveneens circa 100% hoger dan de 'minimale' (Fig. 7). De uitkomsten van 2 benaderingsmethoden, berekend voor eenheid A, zijn samengevat in Tabel 5.

Tabel 5. 'Minimale' en 'maximale' berging (mm) in het maaiveld, berekend uit de hoogten die ingemeten zijn met behulp van een vierkantennet van 5 x 5 m en 1 x 1 m

Oppervlak/aantal meetpunten	Berging in het maaiveld (mm)	
	minimaal	maximaal
0,6 ha/256 (5 x 5 m)	0,9	2,1
400 m ² /482 (1 x 1 m)	3,6	8,0

Een hoogtemeting op kleine schaal geeft duidelijk betere informatie over eventuele bergingsmogelijkheden in het maaiveld. Mogelijk moet men nog gedetailleerder te werk gaan door binnen 1 m^2 op de een of andere wijze de oneffenheden te meten, die het gevolg zijn van de indruk van koepoten, trekkersporen en dergelijke. Met name onder natte omstandigheden ontstaan gaten van wel 10 cm diepte. Ten aanzien van de grote watervlakten tijdens de proef kan nog opgemerkt worden dat het zinvol lijkt om deze in kaart te brengen en vast te leggen met behulp van een waterpasinstrument met horizontale hoekmeting.

2.5. Waterhuishouding

2.5.1. Doorlatendheid van de bovengrond

Op 8 en 10 augustus 1978 is onder droge omstandigheden op een willekeurige plaats van perceel I en II de indringingsweerstand bepaald. Drie cylinders (l = 15 cm, $\emptyset$ = 12 cm) werden in driehoeksvorm 10 cm de grond in geslagen. De cylinders werden gevuld met water, waarna de daling van de waterspiegel met tussenpozen gemeten werd. De grond rondom de cylinders werd eveneens vochtig gehouden. Naarmate de tijd verstreek, ging de indringing steeds trager verlopen. De daling is enkele uren achtereen gemeten (bijlage 7). Per plaats liep de snelheid sterk uiteen (Tabel 6). Het grondwater bevond zich op circa 0,90 cm -maaiveld.

Tabel 6. Indringingssnelheid (mm.uur^{-1}) op willekeurige plaatsen van het maaiveld (8 en 10 augustus 1978)

Plek	v (mm.uur^{-1})			
	cylinder 1	cylinder 2	cylinder 3	gemiddeld
I	16	16	4	12
II	80	104	110	98

Door het heterogene poriënstelsel van de bodem kan men grote verschillen verwachten. De cijfers laten zien dat de bovengrond onder dergelijke omstandigheden het water vrij goed doorlaat.

2.5.2. Doorlatendheid van de ondergrond

De horizontale doorlatendheid van de laag onder de wortelzone is berekend uit de stijgsnelheid van het water in een boorgat, waarin een sterk geperforeerde pvc-buis, voorzien van filterkous, geplaatst is. De metingen zijn op verschillende plaatsen uitgevoerd bij een waterstand van circa 90 cm -mv. Bij deze berekening is de methode gevolgd zoals die beschreven is door VAN BEERS (1958). De resultaten staan vermeld in Tabel 7.

Tabel 7. Horizontale doorlatendheid (m.etm^{-1}) van de bodem onder de wortelzone op willekeurige plaatsen van perceel I en II (8/8/79)

Plaats	H (cm)	y (cm)	$\Delta y/\Delta t$ (cm.s^{-1})	k (m.etm^{-1})
1	46	24,8	0,08	1,5
2	48	24,7	0,17	2,4
herhaling 2	48	22,2	0,22	3,5
3	49	25,0	0,10	1,4
4	40	24,0	0,17	2,5
herhaling 4	40	25,9	0,15	2,0
5	57	31,3	0,12	1,4

H = diepte boorgat onder freatisch vlak

y = gemiddelde afstand van freatisch vlak tot waterspiegel in de buis

Zowel tussen de plaatsen onderling als tussen de herhalingen zijn verschillen aanwezig. Men kan stellen dat de gemiddelde doorlatendheid op deze diepte een waarde heeft van circa 2 m.etm^{-1} . Een waarde die gegeven wordt aan dekzand, dat uit matig fijn zand bestaat.

De doorlatendheid op grotere diepte kan afgeleid worden uit de relatie slootafvoer en de opbolling van de grondwaterspiegel (Fig. 8). Eind mei 1979 is vrij frequent de overstorthoogte van meetstuw A en B gemeten, waaruit de afvoer berekend is in mm. Het niveauverschil tussen het grondwater ter plaatse van de zelfregistrerende grondwaterstandsmeter en het slootpeil is gerelateerd aan de afvoer.

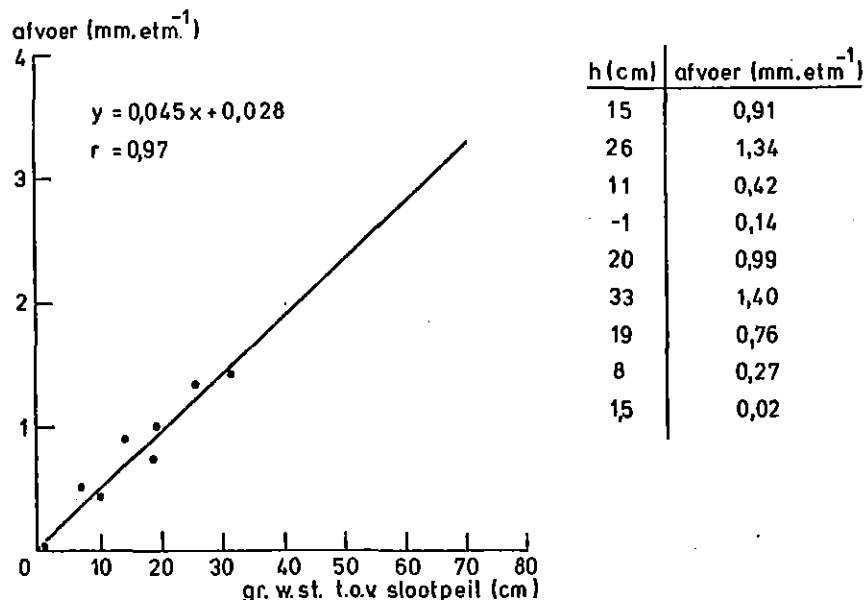


Fig. 8. Relatie tussen de grondwaterstand (20 m uit de sloot) en de afvoer (mm.etm⁻¹) van de sloot

Hooghoudt heeft een formule ontwikkeld om o.a. met behulp van doorlaatfactoren drainafstanden te berekenen. Het omgekeerde zal dan ook mogelijk moeten zijn. De formule luidt:

$$L^2 = \frac{8 k_o d m + 4 k_b m^2}{s}$$

L = slootafstand (m) = 80 m

k_o = doorlaatfactor ondergrond (m.etm⁻¹)

k_b = doorlaatfactor bovengrond (m.etm⁻¹) = 2 m.etm⁻¹

m = opbolling (m)

s = afvoer (m.etm⁻¹)

d = dikte equivalentlaag (m)

De dikte van de equivalentlaag is nauwkeurig te berekenen uit de stromingsformules, samengesteld door WESSELING (1964):

$$d = \frac{L}{8F}$$

waarin $F = f_h + f_r$; f_h = stromingsfactor voor horizontale stroming

f_r = stromingsfactor voor radiale stroming

Vervolgens is $f_h = \frac{(L - 1,4D)^2}{8DL}$ en $f_r = \frac{1}{\pi} \ln \frac{0,7D}{r}$

D is de afstand tot de ondoorlatende laag. Uit gegevens van een diepe boring (bijlage 8) is gebleken dat deze zich op circa 13 m -mv bevindt. De straal r van het slootprofiel is vastgesteld op 0,4 m (zie par. 2.5.4). Hieruit volgt dat de equivalentlaag een waarde heeft van 6,9 m. In de formule van Hooghoudt blijft k_o nu als onbekende factor over, zodat voor deze factor na substitutie een waarde van 0,4 à 0,5 m.etm⁻¹ gevonden wordt. Een waarde, die gegeven wordt aan uiterst fijn zand.

2.5.3. Ontwateringsfunctie van de Barneveldse Beek

De Barneveldse Beek heeft ter plaatse van het onderzoeksobject zowel een zomer- als een winterpeil, waarvan de drempelhoogte respectievelijk op 2,49 m +NAP en 1,59 m +NAP ligt. In de wintermaanden kan het drukverschil, veroorzaakt door hoge grondwaterstand en laag beekpeil, een waarde hebben van 2,00 m. Door dit niveauverschil zal de beek voor aangrenzende percelen zeer zeker een ontwateringsfunctie hebben. De grootte hiervan kan benaderd worden met behulp van de formule van Hooghoudt (zie par. 2.5.2). Uitgaande van een opbolling van 2,00 m en een dikte van de equivalentlaag van 10,5 m kan de afvoer voor het perceel langs de beek geschat worden op circa 9 mm.etm⁻¹. Voor de percelen verder van de beek af gelegen geldt (volgens de formule van Hooghoudt) dat de afvoer omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de afstand. Voor de beregeningsobjecten A en B betekent dit dat de extra-afvoer ten gevolge van de drainerende werking van de beek in de winterperiode circa 1 mm.etm⁻¹ kan bedragen. Uit de grondwaterstanden blijkt eveneens dat het freatisch vlak in de wintermaanden afhelt naar de beek. Met name bij lage grondwaterstanden, waarbij geen afvoer via de sloten plaatsvindt, is de helling duidelijk aanwezig (Tabel 8).

Tabel 8. Grondwaterstand (m +NAP) op verschillende afstanden van de beek tijdens de winterperiode

Datum:	30/1/79	19/2/79
Afstand tot beek:		
60 m (maaiveld 3,58 m +NAP)	2,53	2,52
140 m (maaiveld 3,53 m +NAP)	2,72	2,97
180 m (maaiveld 3,69 m +NAP)	2,97	3,09

2.5.4. Afmetingen van de afvoersloten

De waterafvoer van de graslanden in de Gelderse Vallei geschiedt veelal door een stelsel van sloten of greppels, waarvan de inhoud volgens het onderzoek van OTTO (1959) niet groter is dan $1 \text{ à } 2 \text{ m}^3$ per strekkende meter. De gemiddelde slootlengte is berekend op circa $200 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$. De norm, waaraan de sloot om technische redenen moest voldoen was: bodembreedte van 50 cm, diepte van 80 cm en een sloottalud van 1:1. De sloten op het onderzoeksobject zullen ook volgens deze norm gegraven of verbeterd zijn. Door begroeiing en inzakken van het talud kan regelmatig onderhoud niet achterwege blijven om een afvoer van overtollig water mogelijk te maken. In Fig. 9 staat de dwarsdoorsnede weergegeven, nadat de sloot in het najaar van 1978 opgeschoond is door een loonwerker. Uit het dwarsprofiel is de natte doorsnede berekend bij de verschillende slootpeilen. Het hoogteverloop van de slootbodem, gelegen tussen perceel I, II en III staat vermeld in bijlage 9 en is voor de berekeningseenheden uitgezet in Fig. 10. De gemiddelde waterdiepte en watervolume bij een waterstand op kruinhoogte is voor de verschillende 'stuwpannen':

A: 11,7 cm en $3,4 \text{ m}^3$

B: 12,9 cm en $4,9 \text{ m}^3$

C: 13,3 cm en $8,5 \text{ m}^3$

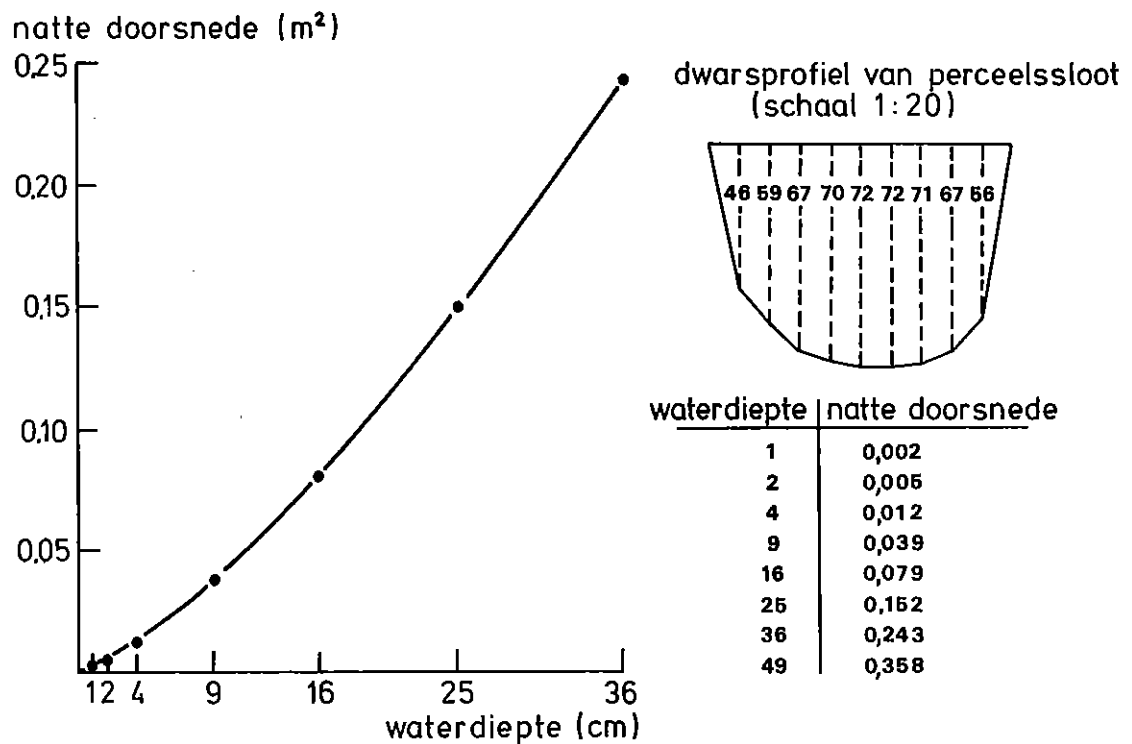


Fig. 9. Dwarsprofiel en natte doorsnede van de perceelssloot bij verschillende waterstanden

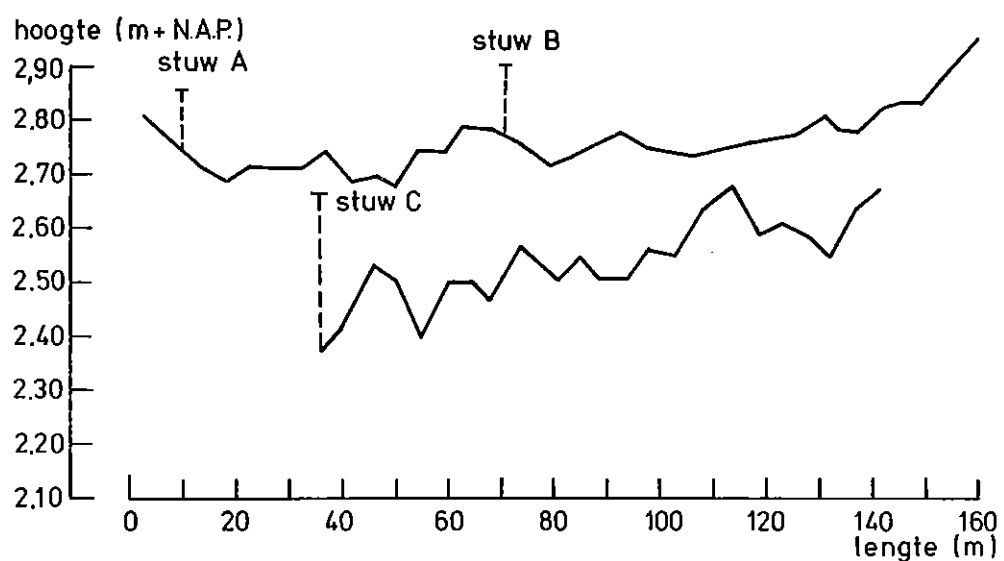


Fig. 10. Lengteprofiel van de slootbodembodem van de 3 berekeningseenheden

3. UITVOERING VAN DE BEREKENINGSPROEF

3.1. Technische aspecten

3.1.1. Het waterwinpunt

Bij de opzet van de proef was besloten om met fosfaatarm water te beregenen. Geologisch onderzoek toonde aan dat in dit gebied op een diepte van 50 tot 100 m een watervoerend pakket aanwezig is, dat voor dit doel voldoende water van de gewenste kwaliteit kan leveren. Door omstandigheden was het niet mogelijk om in maart uit deze laag voldoende water te onttrekken, waardoor (alsnog) besloten werd om te beregenen met water uit de Barneveldse Beek, waarin fosfaatgehalten voorkomen van 1 à 2 mg P.l⁻¹. Uit de incidentele bemonstering tijdens de wintermaanden was reeds duidelijk geworden dat fosfaatgehalten in het oppervlakkig afstromende water na drijfmestgiftten hoge waarden kunnen hebben (zie hoofdstuk 4).

3.1.2. Pomp

De pomp, aangedreven door de aftakas van de trekker, heeft bij een vrije opvoerhoogte een capaciteit van circa 40 m³.h⁻¹ en kan een druk leveren van 6 atmosfeer. Aan de lage kant van stuw A is eveneens een pomp geplaatst met dezelfde capaciteit (Fig. 11) om het afgevoerde water weg te pompen, waardoor een vrije overstort mogelijk was.

3.1.3. Leidingen

Om de afstand tussen de beek en de beregeningseenheid te overbruggen, is 252 m snelkoppelingsbuis in eenheden van 6 m uitgelegd. Over een lengte van 60 m met $\varnothing$ 89 mm bevond zich op elke buis een zelfsluitend ventiel. Op de laatste 7 buizen met $\varnothing$ 70 mm bevond zich eveneens een zelfsluitend ventiel (Fig. 11). Het statief met daarop de sproeier is met de leiding verbonden door middel van 50 m slang 3/4".

3.1.4. Sproeiers

Het type sproeier en het verband, waarin de sproeiers geplaatst worden, bepalen grotendeels de beregeningsintensiteit. Bij de berekening is gebruik gemaakt van het type ZB 22. De regenintensiteit van één sproeier is circa 2,2 mm en benadert daarmee de natuurlijke neer-

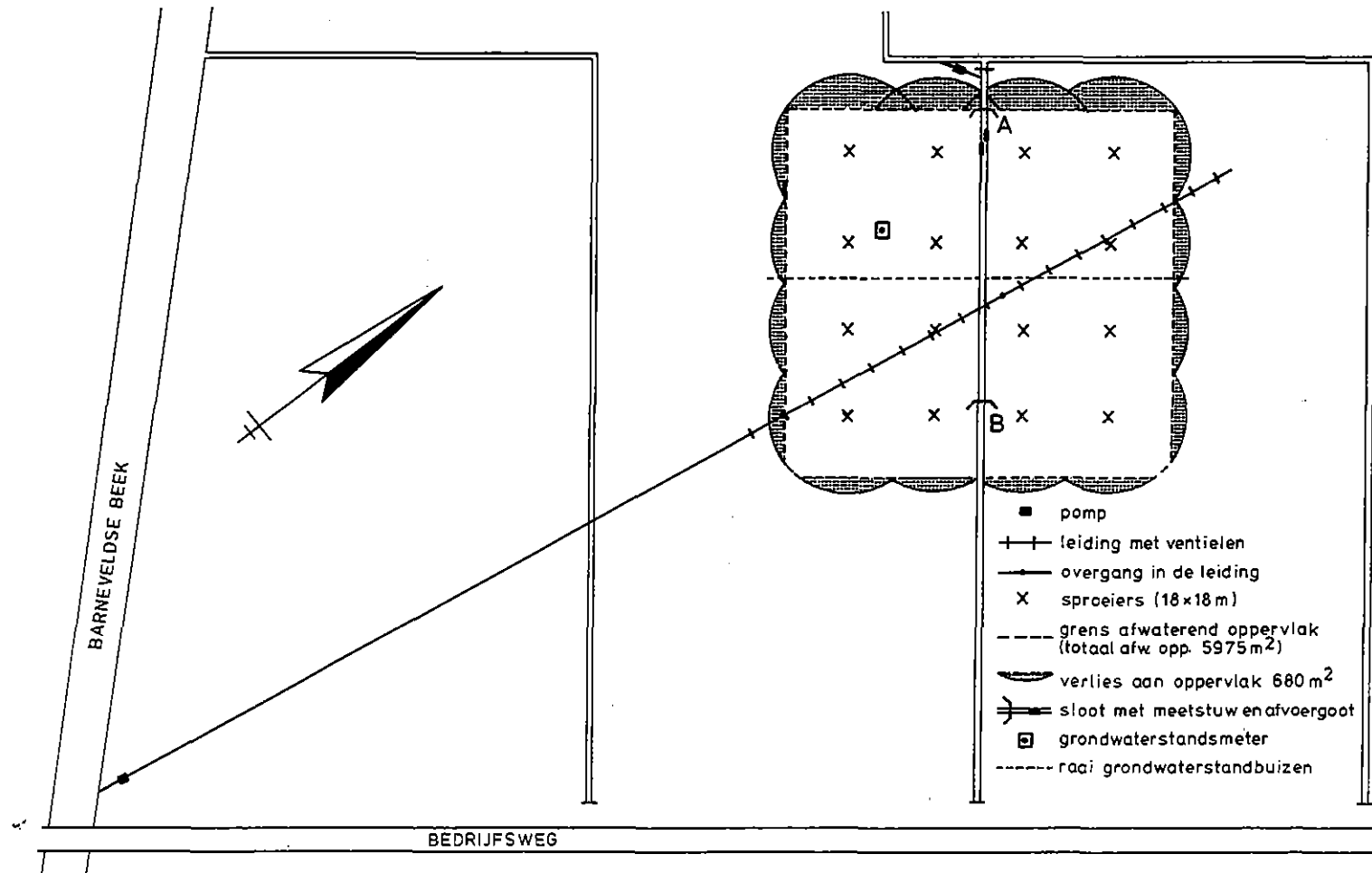


Fig. 11. Opstelling tijdens de beregeningsproef op 8 maart 1979

slag, die in Nederland meestal niet meer dan 2 à 3 mm per uur is. De sproeiers zijn opgesteld in vierkantsverband 18 x 18 m, waardoor de overlapping bijna 100% is. Door de druk op de sproeier te meten kan vervolgens de watergift, genoemd in Tabel 9, afgelezen worden.

Tabel 9. Relatie tussen de druk op de sproeier van het type ZB 22 met een sproei-opening van 5,2 mm en het waterverbruik (Perrot)

Druk op de sproeier (atm)	Werp-wijde (m)	Debiet (m ³ .h ⁻¹)	Regenintensiteit bij vierkantsverband 18x18 m (mm.h ⁻¹)
3,0	16,0	1,8	5,6
3,5	16,4	1,9	5,9
4,0	16,8	2,02	6,2
4,5	17,2	2,16	6,7
5,0	17,5	2,26	7,0

3.1.5. Drukverliezen

Drukverliezen in de leidingen zijn te berekenen uit nomogrammen, waarbij het debiet door een bepaalde buisdiameter uitgezet is tegen het theoretisch verlies. Tijdens de proef is de druk met behulp van een met glycerine gevulde manometer op verschillende plaatsen gemeten, zodat eveneens de werkelijke verliezen bekend zijn. In Tabel 10 zijn deze naast elkaar weergegeven.

Tabel 10. Theoretisch en werkelijk drukverlies (atm) tijdens de beregeningsproef

Traject:	Berekend	Gemeten
Aanvoerleiding (140 m, Ø 89 mm)	0,29	4,8-4,2 = 0,6
Leiding v ₁ tot v ₁₆ [*]	0,09	4,2-4,0 = 0,2
50 m slang 3/4" (Perrot)	1,0	4,1-2,6 = 1,5
Totaal drukverlies	1,38 atm	2,3 atm

^{*}v = ventiel op de leiding

De werkelijke verliezen zijn circa 70% hoger dan de berekende, mogelijk het gevolg van veroudering en slijtage van het materiaal. Voor de druk op de sproeiers bleef hierdoor slechts 2,6 atm over. Bij deze druk geeft de fabrikant geen garantie voor een goed beregeningspatroon (zie Tabel 9). Op basis van visuele beoordeling was het sproei-patroon nog redelijk te noemen.

3.1.6. Capaciteit

De opgebrachte hoeveelheid water wordt afgeleid van de druk op de sproeier. Uitgaande van de gegevens in Tabel 9 zijn de grootheden herleid voor een druk van 2,6 atmosfeer:

straal : 15,7 m
 debiet : $1,74 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
 regenintensiteit (verband 18 x 18): $5,4 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$
 capaciteit pompinstallatie : $27,9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Deze grootheden vormen het uitgangspunt bij verdere berekeningen.

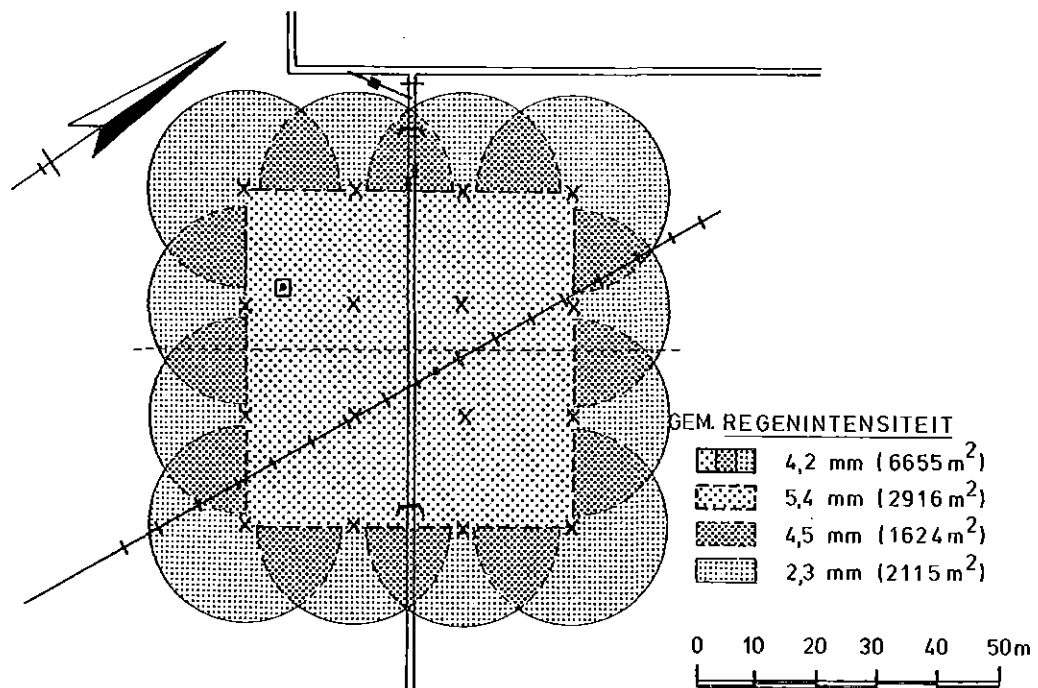


Fig. 12. Neerslagverdeling bij een sproeierintensiteit van 2,3 mm in opstellingsverband 18 x 18 m en een druk op de sproeier van 2,6 atmosfeer

3.1.7. Neerslagverdeling

Bij het beregeningsoppervlak hebben we te maken met een gedeelte binnen het opstellingsverband ($54 \times 54 \text{ m}^2$) en de grensstrook, waar de regenintensiteit gaandeweg lager ligt. Binnen het vierkantsverband is de verdeling optimaal. Het totale oppervlak dat tijdens de proef beregend is, heeft een grootte van 6655 m^2 . Bij een gegeven pompcapaciteit en regenintensiteit binnen het vierkantsverband kan de gemiddelde gift voor de segmenten in de grensstrook worden benaderd. In Fig. 12 staan deze intensiteiten weergegeven.

3.2. Waterbalans

Voor het beregende oppervlak is het mogelijk een waterbalans op te stellen over een periode van 24 uur. Gedurende dit tijdvak is 7 uur beregend met een totale hoeveelheid van 195 m^3 . Het tijdvak begint om 7.50 op 8 maart 1979, een uur voordat de berekening van start ging. De factoren, die van invloed geweest zijn op de afvoer binnen de berekeningseenheid staan vermeld in Tabel 11. Het theoretisch afwaterend oppervlak is berekend op 5975 m^2 .

Tabel 11. Waterbalans van de berekeningseenheid gedurende één etmaal

		m^3	%	mm
Oppervlakte-afvoer	85,8	71,0	(44) 57	12
(Basis afvoer		16,7	(10) 9	3
<i>Correctie</i> Vochtverandering in de bodem	35,9	(6,2) 33	(4) 17	(1) 5
Berging op het maaiveld	? <i>Rest</i>	65,7 <i>afvoer</i>	(41) 38	(11) 6
Berging in de sloot	0,5	0,5	<1	-
Neerslag op open water	2,1	2,1	(2) 1	-
Totale afvoer + berging		(162,2) 109	100 100	(27) 31
Totaal beregend	194,6	194,6	120	-

Tijdens een regenbui wordt de grootte van de oppervlakte-afvoer bepaald door de mogelijkheid van waterberging in en op de bodem. Uitgaande van de resultaten van de proef zou in de wintermaanden een bui

*Tijdens de beregning is door de bodem ca. 5 mm ^{afvoer} opgenomen
hetgeen blijkt uit de berekening van februari 1980.*

van 10 mm, die 1 x in de 3 dagen voorkomt, geen noemenswaardige oppervlakte-afvoer veroorzaken.

In de volgende hoofdstukken zullen de berekeningswijzen van de verschillende vormen, waaruit de afvoer en berging zijn samengesteld, aan de orde komen.

3.2.1. Oppervlakte-afvoer

In bijlage 10 is de oppervlakte-afvoer berekend uit de slootafvoer volgens de vergelijking:

$$R = S - B - N + \Delta V$$

waarin: R = oppervlakte-afvoer

S = slootafvoer

B = basisafvoer

N = neerslag op open water

ΔV = verandering van het watervolume in de sloot

De oppervlakte-afvoer kan eveneens afgeleid worden uit de gemeten afvoeren van de in het talud aangebrachte goten (bijlage 11). Het bijbehorend theoretisch afwaterend oppervlak is gelijk gesteld aan de lengte van de goten (1,80 m) vermenigvuldigd met de helft van het perceel (40 m). De totale oppervlakte-afvoer, omgerekend naar liters per m², is voor de verschillende meetwijzen als volgt:

goot noordzijde: 9,1 mm

goot zuidzijde : 7,2 mm

sloot : 11,9 mm

Achteraf blijkt de plaats van de goten slecht gekozen (zie Fig. 10 en 11). De neerslag op het afwateringsgebied van goten is niet representatief voor het gehele oppervlak. Uit Fig. 11 kan men afleiden dat de intensiteit circa 15% lager ligt. Een andere storende factor is de wind geweest. In de namiddag nam de wind uit westelijke richting toe, waardoor het afwaterend oppervlak van de goten nog minder water toebedeeld kreeg. De gootafvoeren beginnen dan ook reeds tijdens de berekening af te nemen (Fig. 13). Het afvoerproces, berekend uit de slootafvoer geeft een vrij redelijke kromme te zien. Het eerste deel

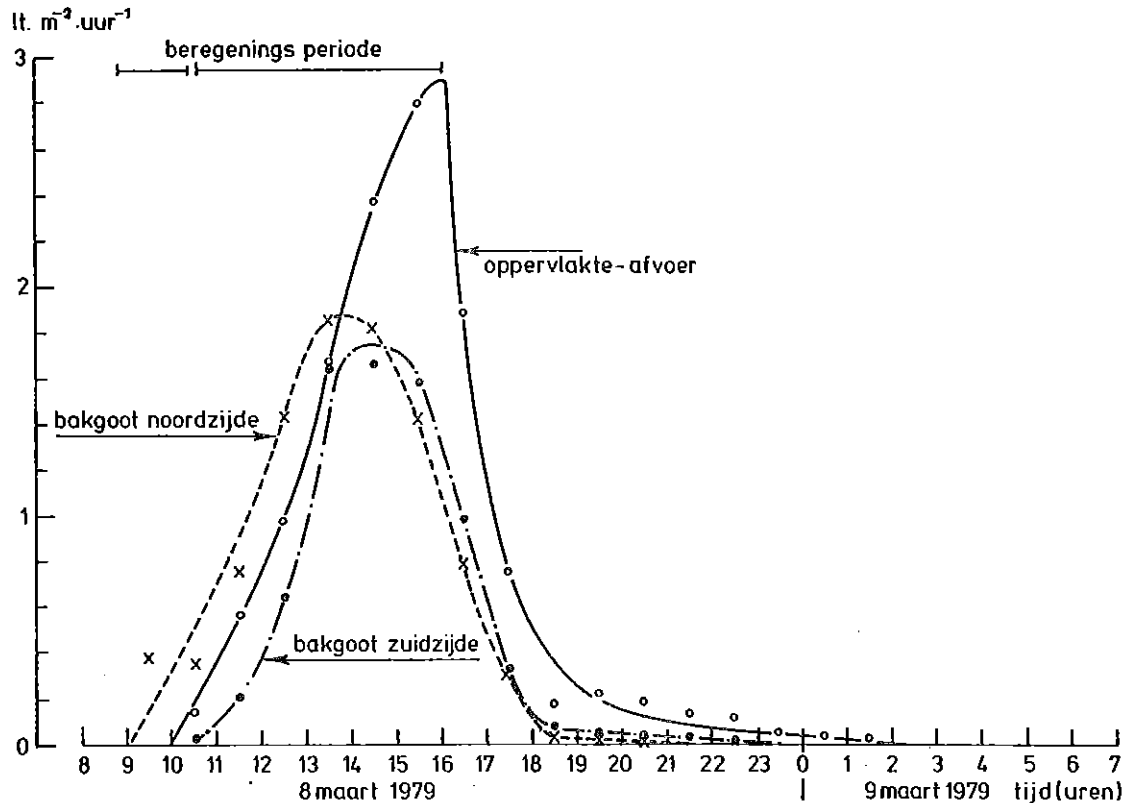


Fig. 13. Oppervlakte-afvoer ($\text{lt. m}^{-2} \cdot \text{uur}^{-1}$), berekend uit de slootafvoer en de afvoer van twee taludgoten

neemt vrijwel recht evenredig toe met de tijd. Tijdens het eerste uur van de berekening vindt er, volgens de berekening, geen oppervlakte-afvoer plaats. De verhoogde slootafvoer is dan geheel toe te schrijven aan de neerslag, die rechtstreeks in de sloot valt. Het moment, waarop het water oppervlakkig af gaat stromen, is afhankelijk van de berging in het profiel en op het maaiveld. Naarmate de afstand tot de sloot groter wordt, neemt de berging toe (par. 2.2.1). Nadat de berekening gestopt is, neemt de oppervlakte-afvoer zeer snel af.

3.2.2. Basisafvoer

De basisafvoer uit het perceel wordt bepaald door de grondwaterstand binnen het perceel en het slootpeil. In par. 2.5.2 is de relatie

vastgelegd tussen de grondwaterstand (20 m uit de sloot) en de afvoer. Uit deze relatie is de basisafvoer berekend tijdens de beregeningsproef (Tabel 12).

Tabel 12. Grondwaterstand en grondwaterafvoer naar de sloot tijdens de beregeningsproef

Tijdstip	Grwst.-b.k.b. (cm)	Overstorthoogte (cm)	Afvoer (mm.etm ⁻¹)
8.00 (8/3/79)	40	2,9	1,33
9.45	37,5	3,5	1,40
11.45	30	6,0	1,63
13.45	25	7,0	1,82
15.40	24	10,9	1,72
9.45 (9/3//79)	24	3,2	2,05

bovenkant buis: 3,606 m +NAP
 kruinhoogte stuw: 2,891 m +NAP

De afvoer vanuit het perceel wordt grotendeels gevoed door de neerslag. De kwelintensiteit in deze hoek van de Gelderse Vallei is zeer gering (STEENVOORDEN, 1979). Naast afvoer naar de sloot vindt er ook een constante stroming plaats naar de Barneveldse Beek. Tijdens de proef is deze geschat op circa 0,9 mm.etm⁻¹. De wegzijging naar de sloot en de beek vormen tenslotte de basisafvoer, ter grootte van 2,8 mm per etmaal.

3.2.3. Vochtverandering in de bodem

Tijdens de berekening is om de 2 uur het vochtgehalte in het profiel gemeten met behulp van de gammatransmissiemethode (FONCK, 1979). Zoals uit de waarnemingen blijkt, valt er geen duidelijke vochttoename te constateren, hoewel de grondwaterstand niet onaanzienlijk stijgt (Tabel 13). De maximale vochtberging wordt tijdens het stijgende grondwater blijikbaar niet optimaal benut. Het poriënvolume onder het frea-tisch vlak wordt blijikbaar nooit geheel met water gevuld. Het kan echter ook zijn dat het berekende poriënvolume niet met de werkelijkheid overeenkomt.

Tabel 13. Vochtmeting in het profiel tijdens de proef (FONCK, 1979)

Tijdstip	Grond- water- stand (cm-mv)	Vochtgehalte (vol.%)				
		10 cm -mv	20 cm -mv	30 cm -mv	40 cm -mv	50 cm -mv
15.00 (9/3/79)	34	41,8	39,5	53,3	50,6	39,7
9.45 (8/3/79)	30,5	41,0	39,0	50,9	51,0	39,7
11.45	23	41,2	38,6	51,8	52,6	39,7
13.45	18	40,3	38,5	51,4	51,1	39,7
15.45	17	40,4	36,7	50,9	49,5	39,7
9.45	17	40,1	35,5	49,7	51,0	39,7
Poriënvolume (ge- roerde monsters)		43,4	44,1	56,3	51,2	41,4
Org. stof gehalte (%)		4,4	3,2	7,0	6,5	1,7

Om meer inzicht te krijgen in het vochtverloop zijn op een later tijdstip ongeroerde monsters gestoken op 3 plaatsen rondom het meetpunt. Uit de pF-waarden van deze monsters volgt dat bij een grondwaterstijging, zoals die heeft plaatsgevonden tijdens de proef, de vochtberging circa 1 mm zou kunnen bedragen (bijlage 12).

In bijlage 13 staat het grondwaterstandsverloop vermeld, gemeten in de buizen van de raai loodrecht op de sloot. Ook hieruit blijkt dat de grondwaterstand niet tot boven het maaiveld uitkomt, ondanks de aanwezige plassen en het optreden van oppervlakte-afvoer.

3.2.4. Berging op het maaiveld

De waterberging op het maaiveld is moeilijk op directe wijze te bepalen. De plassen zijn grillig van omvang en ongelijk van diepte. Uit de afvoerberekeningen (bijlage 10) kan afgeleid worden dat de oppervlakte-afvoer eerst na 1 uur en 20 minuten op gang komt. Dit betekent dat op het gedeelte met de hoogste neerslagintensiteit reeds 7,2 mm water is gevallen. Een geringe hoeveelheid hiervan zal bijgedragen hebben tot verhoging van het vochtgehalte in de bodem. Het overige

deel (circa 6 mm) moet nog op het maaiveld aanwezig zijn. Volgens de hoogtemeting (bijlagen 5 en 6) is met name de berging in een smalle strook ter breedte van enkele meters langs de sloot minimaal, zodat hier theoretisch de eerste oppervlakte-afvoer zal plaatsvinden. Op dat moment moet er reeds 6 mm geborgen zijn in kleine oneffenheden, die via de hoogtemetingen niet bepaald kunnen worden. Uit de gedetailleerde hoogtemeting volgt, dat de 'maximale' berging op deze wijze berekend gemiddeld 8,0 mm is. Het is aannemelijk dat de werkelijke berging groter zal zijn en op basis van het voorgaande een waarde ter grootte van 14 mm zal benaderen. Hoe groot de berging aan het eind van de beregeningsperiode is kan niet met zekerheid worden gezegd. De oppervlakte-afvoer heeft nog niet zijn hoogste waarde bereikt. In elk geval mag worden aangenomen dat de grootte van de berging tijdens de proef zal liggen tussen de 8 en 14 mm. Door gebrek aan betere informatie is voor de berging 11 mm aangenomen. In de toekomst zal hieraan de nodige aandacht moeten worden besteed om tot een zo goed mogelijke schatting van deze factor te komen.

3.2.5. Neerslag op open water

Een zeer geringe hoeveelheid van het beregende water komt in de sloot terecht. Reeds is er op gewezen dat deze hoeveelheid in het begin een duidelijk verhoogde slootafvoer tot gevolg heeft. De neerslagintensiteit boven de sloot is gemiddeld 5,0 mm per uur en de breedte van het wateroppervlak varieert van 70 tot 90 cm.

3.2.6. Beregeningsverliezen

In de waterbalans (Tabel 11) kan slechts 83% van de beregende hoeveelheid teruggevonden worden. Het andere deel moet aangemerkt worden als verlies, hetgeen neerkomt op 5,5 mm. De verliezen zullen grotendeels veroorzaakt worden door het zijdelings afstromen. Dit is duidelijk geconstateerd. En vermoedelijk zal een gedeelte (<3 mm) aanwezig kunnen zijn als berging op het maaiveld ten gevolge van een foutieve schatting van de berging. Minder aannemelijk lijkt het dat een gedeelte van de genoemde berging aangemerkt moet worden als verlies.

3.3. F o s f a a t b a l a n s

De fosfaatbalans is nauw gekoppeld aan de waterbalans van de beregeningseenheid, genoemd in Tabel 11. De aanvoer van fosfaat via neerslag, grondwater en oppervlakte-afvoer geeft een belasting voor het oppervlaktewater, die tijdens de periode van 24 uur voor 99% veroorzaakt wordt door de oppervlakte-afvoer (Tabel 14).

Tabel 14. Totaal-fosfaatbelasting van het slootwater ten gevolge van een beregeningsgift van circa 27 mm

	g.P.etm ⁻¹	mg P.l ⁻¹
Neerslag op open water	2	1,10*
Inspoeling vanuit het grondwater	1	0,07
Oppervlakkig afgevoerd	377	5,31
Fosfaatberging in het oppervlaktewater	0	-

*water komt uit Barneveldse Beek

Vervolgens zal voor elke fosfaatbron een korte toelichting worden gegeven van de berekeningswijze van de bijdrage via de diverse bronnen.

3.3.1. Neerslag op open water

Het beregeningswater is opgepompt uit de Barneveldse Beek, een gedeelte van de neerslag komt direct in de sloot terecht en geeft op deze wijze ondanks de hoge P-concentratie slechts een geringe belasting aan het oppervlaktewater. Hoewel in het eerste uur geen runoff plaatsvindt, is de stijging van het fosfaatgehalte groter dan op basis van de neerslag verwacht zou worden. Mogelijk spoelt er fosfaat van het talud af (bijlage 14).

3.3.2. Inspoeling via het grondwater

Voor bepaling van het fosfaatgehalte in het grondwater zijn een aantal buizen geplaatst, te weten aan weerszijden van de sloot 2 buizen met een filter op 10 tot 50 cm -mv en 50 tot 100 cm -mv. Ook is er een buis geplaatst onder de slootbodem met een filterlengte van 5

tot 50 cm onder de bodem. Op 19 december 1978 is een bemonstering uitgevoerd. De bemonstering is herhaald tijdens de proef, waaruit blijkt dat er vermoedelijk een verloop in het fosfaatgehalte geweest is (Tabel 15). In het slootwater is in de maanden oktober-november een lager fosfaatgehalte gemeten evenals in het grondwater. In de balans is de lage concentratie ingevoerd.

Tabel 15. Fosfaatgehalten in het grondwater op verschillende diepten bij de sloot

Bemonsteringsdatum	19/12/78	8/3/79
Grondwaterstand (cm -mv)	38	18
Totaal fosfaatgehalten (mg P.l ⁻¹)		
- filter 10-50 cm -mv	0,06	0,63
- filter 50-100 cm -mv	0,05	0,16
- filter 5-50 cm onder slootbodem	0,08	0,19

3.3.3. Aanvoer via oppervlakte-afvoer

In bijlage 14 is de fosfaataanvoer berekend, die via oppervlakkige afstroming in het open water belandt. Met behulp van het berekende debiet in bijlage 13 kan het tot-P-gehalte berekend worden. Het op deze wijze berekende fosfaatgehalte wordt beïnvloed door onnauwkeurigheden in de waterbalans, met name in de bergingsverandering, nadat de berekening gestopt is (bijlage 10). In Fig. 14 staan de fosfaatgehalten weergegeven afkomstig van het afgevoerde water uit de bakgoten en het afgestroomde water naar de sloot. De tendens is aanwezig dat het gehalte reeds begint te dalen voordat de berekening gestopt is. De reden hiervoor ligt niet duidelijk vast. Verschillen in het verloop van de verschillende meetwijzen zijn duidelijk waarneembaar. De lage gehalten in de bakgoten bij de aanvang en de hogere gehalten na afloop van de berekening kunnen veroorzaakt worden door de berging. Met deze bergingsverandering is geen rekening gehouden, aangezien dit uit de proef niet te berekenen is. Bij herhaling van de proef zal men de goten zodanig moeten veranderen, dat er geen water in blijft staan, zodat de berging minimaal is. De totale fosfaatafvoer

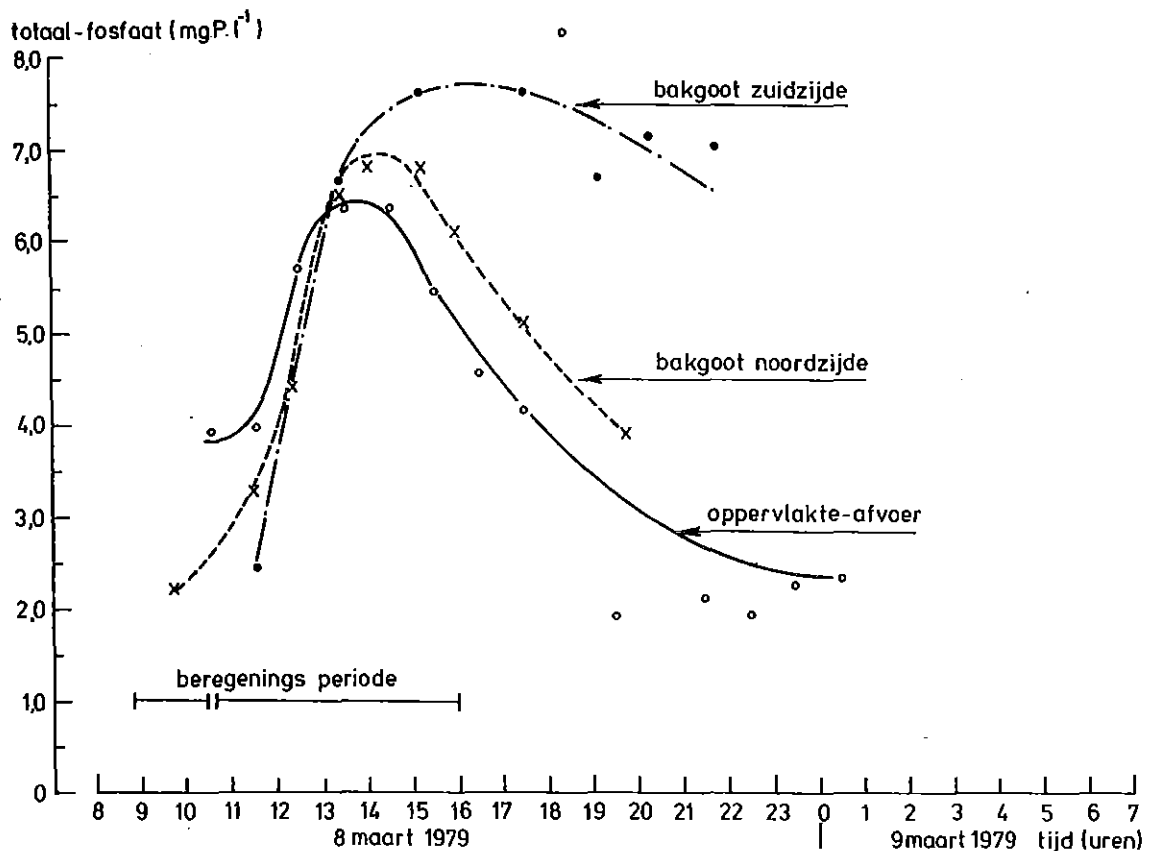


Fig. 14. P-gehalten (mg P.l^{-1}) in het oppervlakkig afgevoerde water

veroorzaakt door afstroming is voor de verschillende meetwijzen als

volgt: goot noordzijde: 52 mg P/m^2

goot zuidzijde: 48 mg P/m^2

afstroming naar de sloot: 63 mg P/m^2

De fosfaatafvoer via de sloot ligt op een hoger niveau dan van de goten. In par. 3.2.1 is reeds gewezen op het lagere debiet van de meetgoten. Afhankelijk van het debiet is het gemiddelde fosfaatgehalte voor het afstromende water naar de goten en sloot respectievelijk 5,7; 6,7 en 5,3 mg P.l^{-1} . Hierbij moet men in ogenschouw nemen dat het beregeningswater reeds 1,1 mg P.l^{-1} bevatte.

3.3.4. Fosfaatberging in het slootwater

Zoals reeds genoemd biedt het verloop van de fosfaatberging enige problemen. Over de periode van 24 uur is er een gering tekort berekend,

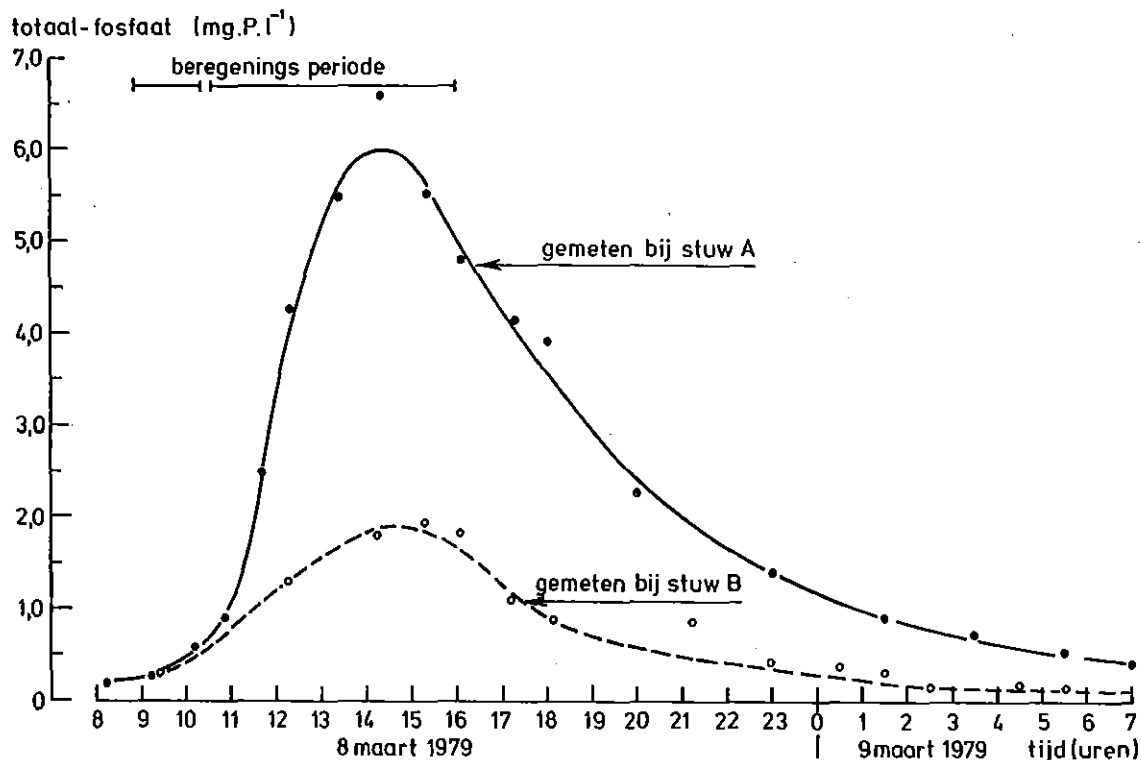


Fig. 15. P-gehalten (mg P.l⁻¹) in het slootwater gemeten op het begin- en eindpunt

hoewel logischer wijs een geringe hoeveelheid over moest zijn (bijlage 14). Het verschil is echter van dien aard dat het niet storend werkt op de fosfaatbalans, het is nagenoeg nihil. Om de totale hoeveelheid fosfaat te berekenen, die op een bepaald moment aanwezig is in het slootwater, moet men uitgaan van het watervolume en het gemiddelde gehalte. Hiervoor zijn de gehalten op 2 punten gemiddeld, te weten het gehalte aan het begin en aan het eind van de sloot. Het verloop van de gehalten op deze punten staat weergegeven in Fig. 15. De fosfaatberging in het bodemslib blijft echter buiten beschouwing.

4. OVERIGE WAARNEMINGEN

Voordat de beregeningsproef op 8 maart 1979 uitgevoerd werd, is reeds getracht om enig inzicht te krijgen op de gevolgen van oppervlak-

te afvoer voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Enkele malen is er sprake geweest van oppervlakte-afvoer bij bevroren of half bevroren bodem. Om het afvoerpatroon van oppervlakte-afvoer vast te leggen is zeer complex. De volgende tabel laat zien dat de gehalten in het afstromende water, dat druppelsgewijs of als een dun straaltje in de sloot komt onder schijnbaar dezelfde omstandigheden, sterk kunnen verschillen.

Tabel 16. Gehalten in oppervlakkig afstromend water op percelen langs de Barneveldse Beek tijdens lichte dooi

Bemonsteringstijdstip	2/2/79				12/2/79	
Perceelscode*	FR	AR	ER	DR	(12.00) AR	(18.00) AR
Analyses						
tot.-P (mg P.l ⁻¹)	0,13	0,46	1,2	15,2	26,4	10,6
tot.-N (mg N.l ⁻¹)	2,3	3,5	4,6	30,3	610	280
K (mg.l ⁻¹)	-	-	-	-	1150	500
COD (mg O ₂ .l ⁻¹)	25	25	25	445	6830	2790
Cl (mg.l ⁻¹)	1	1	1	9	470	232
EC (µmho.cm ⁻¹ , 25°C)	30	43	75	276	6650	3431
Fosfor in bodem (P-Al-getal)	18	40	31	35	-	-

*perceel FR: in november 1978 gediepploegd, ingezaaid en bemest (500 kg 18 + 7 + 7 + 7)

AR: op 12/2/79 20 ton RDM ontvangen om 10.00 v.m.

ER: half december 1978 20 ton RDM uitgereden

DR: 20 ton RDM uitgereden op 17 januari 1979

De weerssituatie voorafgaande aan of tijdens de bemonstering vraagt wel om de nodige uitleg. In de nacht voorafgaande aan de bemonstering van 2/2/79 was er 20 mm regen gevallen. De bodem was aanvanke-lijk bevroren en het ijs lag in de sloot. Ten gevolge van de hoge grondwaterstand onder deze omstandigheden zal van de neerslag 10 à 15 mm oppervlakkig zijn afgevoerd. De oppervlakte-afvoer op 12/2/79 was niet het gevolg van neerslag, maar van het smelten van bevroren sneeuw en ijs bij een temperatuur van 3°C in het middaguur. In de ochtenduren is drijfmest uitgereden, waarbij circa 5 m uit de sloot is gebleven.

Enige tijd later werd geconstateerd dat er afstroming plaatsvond. Over het hele etmaal gezien zal de oppervlakte-afvoer slechts 4 tot 8% van de totale etmaal-afvoer hebben bedragen. Uit deze incidentele metingen blijkt wel dat indien na het uitrijden van drijfmest op deze gronden een regenperiode volgt, de belasting van het open water als gevolg van hoge gehalten in het oppervlakkig afstromende water aanzienlijk kan zijn.

5. NABESCHOUWING

Bij herhaling van de proef zal men het volgende in acht moeten nemen:

- De sproeieropstelling in het verband 12 x 18 of 12 x 12, waarbij de sproeiers rechtstreeks op de leiding geplaatst zijn, geeft binnen het verband een intensiteit van respectievelijk 8,1 en 12,2 mm per uur in plaats van 5,4 mm. Hierdoor ontstaat sneller een evenwichtssituatie in de afvoer. Het beregeningsoppervlak is ingekrompen, waardoor de verliezen naar de buitenzijde van het perceel beperkt blijven. De bemonstering zal aan de grotere intensiteit moeten worden aangepast.
- (De constructie van) De bakgoten, waarmee plaatselijk het afstromende water in opgevangen wordt, moet zodanig geconstrueerd worden dat de berging minimaal is en dat er (van bovenaf) geen neerslag in kan vallen. Een wijze waarop de afvoer continu kan worden opgemeten dient nader onderzocht te worden. Ook de plaats waar de goten geplaatst worden dient met overleg te worden gekozen.
- Een onzekere factor in de waterbalans naast de verliezen is de grootte van de maaiveldsberging. De gevolgde methoden om deze factor te bepalen, zoals in deze nota beschreven, geven slechts een beperkt inzicht. Om een statistische betrouwbaarheid in te bouwen zou men een aantal willekeurige oppervlakken ter grootte van 1 m^2 reeds van te voren vast moeten leggen om hierin na afloop van de berekening de waterberging te meten. Grote waterplassen zouden met behulp van waterpassing en hoekaflezing gekarteerd kunnen worden.

6. SAMENVATTING

Enkele graslandpercelen langs de Barneveldse Beek in de gemeente Achterveld zijn ingericht om de oppervlakkige afstroming en daarmee de afspoeling van voedingsstoffen tijdens neerslagperioden te bestuderen. Om het afvoerpatroon en de afvoer van voedingsstoffen vast te kunnen stellen is besloten om op kunstmatige wijze circa 0,6 ha te beregenen met fosfaatarm water. Op het bedrijf zijn de te beregenen oppervlakken zodanig geprojecteerd dat de perceelssloot er midden door loopt. De slootafvoer wordt gemeten door middel van de meetstuw. Op 8 maart is een eerste berekening uitgevoerd op een bemest oppervlak ($40 \text{ ton RDM.ha}^{-1}$), waarbij door gebrek aan beter, gebruik gemaakt is van beekwater, dat een tot.-P-gehalte had van $1,1 \text{ mg P.l}^{-1}$. Uit eerdere waarnemingen was reeds gebleken dat oppervlakkig afgevoerd water van bemeste graslandpercelen hoge concentraties aan fosfaat kunnen geven (Tabel 16). Op 8 maart is gedurende 7 uur in totaal 195 m^3 beregend op 0,6 ha ofwel 32,5 mm. De slootafvoer is gedurende 24 uur geregistreerd, terwijl elk uur een watermonster genomen is. Op twee plaatsen in de sloot was een bakgoot geplaatst, die door middel van een vleugel* in het talud was gestoken. In de goten werd het oppervlakkig afstromend water opgevangen. De afvoer werd 1 x per uur gemeten, waarbij tevens een monster werd genomen. Tijdens de proef zijn ook vochtmetingen uitgevoerd (FONCK, 1979) en grondwaterstanden gemeten. Van het beregende oppervlak is een waterbalans opgesteld over een periode van 24 uur (Tabel 11). Hieruit blijkt dat 12 mm van de 'neerslag' over het maaiveld naar de sloot is gestroomd. De basisafvoer oftewel de grondwatervoeding bedroeg circa 3 mm. Een groot gedeelte is op het maaiveld blijven staan of is naar het aangrenzende oppervlak gestroomd. Tesaamen bedragen deze posten circa 18 mm, waarvan 8 tot 14 mm als berging op het maaiveld aanwezig is. Het overige deel moet als verliespost worden aangemerkt. Ondanks dat de grondwaterstand tijdens de proef niet onaanzienlijk stijgt, is de berging in de bodem zeer gering.

De fosfaatbelasting van het slootwater (Tabel 14) tijdens de proef is voor 99% veroorzaakt door oppervlakkige afstroming. Per eenheid afwaterend oppervlak is dit circa $0,64 \text{ kg P.ha}^{-1}$, waarbij in ogenschouw moet worden genomen, dat beregend is met water waarin $1,1 \text{ mg P.l}^{-1}$

*20 cm breed

voorkwam. Indien de concentratie van het beregeningswater in mindering wordt gebracht dan resteert een belasting van $0,50 \text{ kg P.ha}^{-1}$.

LITERATUUR

- BEERS, W.F.J. VAN. 1963. The augerhole method. ILRI Bulletin no. 1. Wageningen.
- FONCK, H. 1979. Vochtmetingen ten behoeve van de proefafstroming Achterveld (niet gepubliceerd).
- MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT. 1975. De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater. Indicatief Meerjarenprogramma 1975-1979. 's-Gravenhage.
- NORTIER, I.W. en H. VAN DER VELDE. 1963. Hydraulica voor waterbouwkundigen. Leerboek voor de HTS, 2e druk. Technische Uitgeverij H. Stam NV. Haarlem.
- OTTO, W.M. 1959. Grondverbetering op lage zandgronden. Verslag Landbouwk. Onderz. 65.2. Pudoc, Wageningen.
- PERROT. 1976. Eigenschappen van de regensproeier type ZB. Ede.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. en H.P. OOSTEROM. 1979. Fosfaat- en stikstofbalansen voor oppervlaktewater in polders en beekgebieden. H₂O 12.2.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. 1979. Persoonlijke mededeling.
- WESSELING, J. 1964. A comparison of steady state drainspacing formulas of Hooghoudt and Kirkham in connection with design practice. Tech. Bull. ICW 34.

Bijlage 1. Enkele standaardprofielen voor lage zandgrond (naar OTTO, 1959)

Lage bruine gleygrond – vochttrap 7

Diepte in cm-m.v.	Horizont	Beschrijving	Humus %	Textuur			pH KCl
				< 2 μ	< 50 μ	M 50	
0-23	Aplg	Donkerbruin, 10 YR 2.5/2 humeus zwak leemhoudend fijn zand met matig veel duidelijke roestvlekken	4,5	5	15	105/150	4,6
23-32	Ap2g	Mengsel van Aplg en Alg	3,5	4	16	id.	4,2
32-57	Alg	Donker grijsbruin, 10 YR 3.5/2, humeus zwak leemhoudend fijn zand met veel uitgesproken roestvlekken	2,4	3	12	id.	4,0
57-61	ACg	Mengsel van Alg en Cl, lg	2,0	2,5	8	id.	–
61-74	Cl, lg	Lichtgrijs, 1.25 Y 7/2, fijn zand met veel uitgesproken roestvlekken	0,5	2,5	7	id.	5,5
74-112	Cl, 2g	Lichtgrijs, 2.5 Y 7.5/3, fijn zand met weinig onduidelijke roestvlekken	0,5	2,5	7	id.	–
112+	G	Lichtgrijs 2.5 Y 7.5/2, fijn zand	–	2	6	id.	–

Het gehalte < 50 μ is in de A-laag bij deze gronden nooit minder dan 10% en zelden méér dan 25%. Men treft behalve de fijnzandige profielen met een mediaan M 50 van 100–150 μ eveneens zéér fijnzandige profielen aan met een M 50 van 75–105 μ . De A-horizont kan ook wel dunner zijn (30 à 40 cm).
Waterhuishouding: Vochttrap 7. Hoogste wintergrondwaterstand $\pm$ 15 cm – mv.
Gemiddelde zomergrondwaterstand $\pm$ 85 cm – mv. Fluctuatie $\pm$ 100 cm.

Lage zwarte gleygrond – vochttrap 8

Diepte in cm-m.v.	Horizont	Beschrijving	Humus %	Textuur			pH KCl
				< 2 μ	< 50 μ	M 50	
0-13	Al, lg	Zwart, 10 YR 2.5/1, humeus zwak leemhoudend fijn zand met matig veel duidelijke kleine roestvlekjes en roest langs wortelkanalen	9,3	6	18	105/150	4,8
13-41	Al, 2g	Donker zwartgrijs, 10 YR 3/1.5, humeus leemhoudend fijn zand met roest als in Al, lg	6,4	11	25	id.	4,3
41-54	Al, 3g	Donkergrijze, 10 YR 4/1, zwak humeuze sterk zandige leem	2,5	13	35	id.	4,2
54-61	Cl, lg	Lichtgrijs, 2.5 Y 7/2, fijn zand met matig veel onduidelijke grote roestvlekken	0,6	1,5	6	id.	4,4
61-75	Cl, 2g	Idem met weinig onduidelijke grote roestvlekken	0,3	1,5	4	id.	4,6
75+	G	Lichtgrijs, 2.5 Y 7/2, fijn zand	–	–	–	–	–

De Al-laag is op deze lage plekken geheel sterk leemhoudend (17,5–32,5% < 50 μ). De mediaan M 50 is ook hier steeds 105–150 μ , soms ook wel lager (75–105 μ).

Bij zeer lage plaatsen komt op de overgang van A naar C-horizont vaak een leemlaag voor zoals in dit profiel (32,5–50% < 50 μ). Het humusgehalte in deze profielen is soms aanzienlijk hoger dan in dit profiel, vaak loopt het op tot 15% of hoger, waardoor een „venige zandgrond” of zelfs een „veengrond” ontstaat. *Waterhuishouding:* vochttrap 8. Hoogste wintergrondwaterstand $\pm$ 0 cm – mv.
Gemiddelde zomergrondwaterstand $\pm$ 55 cm – mv. Fluctuatie $\pm$ 80 cm.

Bijlage 2. NAP-hoogten (mm +NAP) van het maaiveld van berekeningseenheid
A, gemeten met behulp van vierkantennet 5 x 5 m en met als
grondslag het midden van de sloot

Afstand tot midden sloot	zuidzijde								noordzijde							
	40 m.	35 m.	30 m.	25 m.	20 m.	15 m.	10 m.	5 m.	5 m.	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.
	3490	3553	3597	3543	3505	3483	3438	3413	3497	3443	3529	3592	3583	3621	3741	3753
	3576	3543	3565	3559	3533	3495	3447	3443	3452	3547	3579	3549	3635	3687	3729	3782
	3615	3603	3601	3573	3498	3495	3453	3395	3467	3552	3577	3620	3747	3701	3725	3787
	3598	3619	3513	3519	3515	3497	3439	3395	3489	3561	3587	3629	3652	3729	3697	3783
	3558	3593	3598	3538	3488	3493	3423	3413	3509	3565	3670	3682	3707	3704	3736	3765
	3603	3638	3626	3538	<u>3530</u>	3483	3460	3428	3537	3577	3607	3640	3656	3701	3715	3768
	3663	3651	3673	3559	3547	3555	3483	3438	3533	3587	3606	3624	3657	3703	3804	3756
	3648	3648	3630	3590	3557	3586	3539	3490	3507	3575	3614	3645	3647	3727	3687	3764
	-	-	-	-	-	-	-	-	3505	3582	3607	3665	3674	3709	3777	3762
	3675	3679	3640	3601	3573	3533	3513	3475	3556	3618	3628	3679	3684	3747	3705	3767
	3671	3655	3608	3635	3583	3505	3512	3481	3575	3621	3627	3671	3669	3672	3716	3709
	3688	3674	3645	3639	3607	3554	3541	3502	3567	3607	3663	3683	3717	3727	3734	3761
	3663	3659	3655	3593	3603	3533	3499	3476	3553	3631	3652	3701	3719	3750	3729	3795
	3623	3653	3617	3580	3563	3527	3493	3472	3581	3664	3691	3699	3739	3736	3750	3759
	3635	3656	3657	3600	3573	3545	3493	3481	3547	3629	3677	3709	3740	3737	3753	3787
	3657	3657	3677	3635	3590	3504	3473	3464	3537	3581	3653	3666	3725	3707	3741	3815
	3627	3675	3651	3536	3563	3527	3440	3436	3564	3627	3679	3697	3715	3721	3795	3797

gemiddelde hoogte van de slootbodem: 2.721 m.+ N.A.P.

hoogte van de meetstuw: 2.978 m.+ N.A.P.

Bijlage 3. NAP-hoogten (mm +NAP) van het maaiveld van berekeningseenheid
B, gemeten met behulp van een vierkantennet van 5 x 5 m en
met als meetkundige grondslag het midden van de sloot

Afstand tot midden sloot	zuidzijde								noordzijde							
	40m.	35m.	30m.	25m.	20m.	15m.	10m.	5m.	5m.	10m.	15m.	20m.	25m.	30m.	35m.	40m.
	3627	3675	3651	3536	3563	3527	3440	3436	3564	3627	3679	3697	3715	3721	3795	3797
	3646	3686	3686	3633	3560	3515	3476	3439	3543	3626	3687	3705	3725	3764	3805	3811
	3633	3663	3635	3604	3573	3554	3480	3491	3594	3664	3681	3694	3715	3739	3808	3817
	3655	3633	3639	3639	3573	3548	3536	3493	3605	3741	3709	3725	3745	3756	3815	3847
	3653	3689	3634	3635	3569	3548	3523	3495	3581	3641	3705	3720	3715	3741	3737	3801
	3642	3655	3604	3621	3600	3582	3536	3522	3572	3626	3668	3710	3727	3741	3769	3797
	3625	3635	3645	3603	3640	3584	3548	3512	3586	3621	3672	3686	3719	3742	3762	3790
	3634	3663	3614	3634	3632	3616	3571	3517	3691	3740	3658	3694	3710	3749	3820	3817
	3639	3662	3620	3645	3629	3605	3574	3550	3512	3591	3672	3698	3724	3755	3791	3860
	3632	3684	3655	3650	3615	3620	3575	3514	3510	3623	3651	3682	3712	3772	3830	3903
	3654	3643	3644	3677	3630	3599	3574	3544	3548	3669	3669	3698	3737	3785	3878	3960
	3670	3674	3657	3661	3640	3623	3549	3524	3554	3685	3696	3733	3799	3779	3838	3926
	3641	3671	3659	3625	3628	3595	3572	3588	3545	3695	3736	3786	3820	3835	3841	3708
	3679	3673	3653	3631	3597	3586	3611	3470	3568	3710	3794	3859	3811	3875	3898	3679
	3641	3632	3626	3631	3635	3623	3621	3520	3644	3696	3907	3860	3851	3820	3946	3910
	3680	3702	3735	3731	3675	3721	3660	3670	3710	3757	3808	3865	3910	3935	3875	3718
	3752	3721	3695	3742	3767	3781	3794	3862	-	-	-	-	-	-	-	-

gemiddelde hoogte van de slootbodem: 2.759 m+N.A.P.

hoogte van de meetstuw: 3.040 M.+N.A.P.

Bijlage 4. NAP-hoogten (mm +NAP) van het maaiveld van beregeningseenheid C, gemeten met behulp van een vierkantennet 5 x 5 m en met als meetkundige basis het midden van de sloot

Afstand tot midden sloot	zuidzijde									noordzijde							
	40m.	35m.	30m.	25m.	20m.	15m.	10m.	5m.	slootk.	slootk.	5m.	10m.	15m.	20m.	25m.	30m.	35m.
	3375	3397	3425	3429	3375	3385	3355	3303	3160	-	-	-	-	-	-	-	-
	3395	3459	3427	3415	3409	3411	3369	3298	3197	3247	3350	3431	3449	3479	3511	3528	3565
	3444	3465	3455	3467	3437	3398	3353	3298	3083	3272	3363	3380	3433	3464	3514	3505	3595
	3480	3421	3485	3471	3452	3407	3360	3323	3173	3252	3335	3379	3444	3495	3519	3588	3636
	3485	3532	3539	3507	3481	3420	3351	3298	3197	3297	3362	3412	3408	3486	3498	3583	3664
	3521	3543	3557	3547	3511	3467	3381	3307	3184	3242	3337	3413	3452	3464	3540	3566	3628
	3542	3542	3581	3563	3525	3522	3395	3321	3139	3193	3309	3393	3419	3463	3504	3571	3643
	3537	3529	3564	3535	3523	3435	3409	3342	3198	3238	3348	3416	3459	3500	3505	3579	3658
	3559	3582	3590	3594	3557	3461	3425	3369	3161	3135	3319	3431	3485	3496	3496	3574	3648
	3559	3565	3601	3531	3541	3485	3459	3359	3209	3170	3323	3389	3473	3489	3493	3569	3635
	3544	3578	3629	3582	3564	3501	3457	3380	3229	3158	3328	3399	3473	3500	3541	3610	3624
	3575	3577	3593	3534	3576	3564	3473	3401	3229	3254	3318	3355	3445	3479	3561	3615	3629
	3576	3589	3592	3579	3571	3535	3553	3393	3238	3229	3293	3419	3464	3514	3564	3613	3627
	3549	3585	3547	3580	3574	3554	3491	3421	3248	3239	3323	3325	3460	3513	3519	3608	3648
	3555	3569	3593	3583	3551	3521	3479	3412	3243	3094	3348	3389	3473	3533	3580	3583	3669
	3549	3573	3595	3581	3570	3544	3500	3419	3274	3100	3330	3403	3495	3584	3575	3601	3633
	3559	3586	3591	3617	3587	3553	3487	3399	3264	3250	3362	342	3508	3576	3571	3615	3648
	3591	3609	3618	3662	3641	3579	3484	3407	3250	3291	3378	3480	3534	3593	3566	3651	3641
	3604	3631	3672	3677	3654	3592	3513	3425	3245	3305	3403	3473	3518	3594	3598	3645	3613
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3378	3424	3501	3561	3593	3621	3632	3397
gemiddelde hoogte van de slootbodem: 2530 mm+N.A.P.																	
hoogte van de bodem van de duiker: 2615 "																	

Bijlage 5. Hoogtemeting (mm +NAP) van de strook (5 x 36 m) boven de bakgoten van be-
rekeningseenheid A (zie Fig. 4 tot en met 7)

bakgoot 1 noordzijde					bakgoot 2 noordzijde				
afstand tot goot (m.)	oost- zijde		midden	west- zijde	afstand tot goot (m.)	west- zijde		midden	oost- zijde
0	-	3093	3098	3104	0	-	3107	3105	3112
0,2	-	3251	3269	3281	0,2	-	3264	3222	3226
1,4	-	3411	3408	3393	1,4	3375	3367	3376	3380
2,5	3454	3442	3443	3440	2,5	3390	3381	3379	3401
4,0	3482	3486	3473	3472	3,3	3415	3412	3401	3405
5,5	3501	3494	3477	3463	4,6	3405	3419	3419	3415
6,5	3534	3538	3500	3495	5,8	3392	3422	3423	3430
7,1	3521	3515	3496	3510	6,5	3444	3431	3428	3432
8,0	3579	3545	3511	3484	7,2	3441	3431	3432	3447
8,8	3574	3559	3535	3521	8,0	3439	3440	3437	3458
9,2	3568	3564	3552	3522	8,6	3455	3454	3453	3462
10,0	3593	3476	3572	3557	9,3	3463	3448	3451	3462
10,4	3584	3556	3572	3560	9,7	3451	3458	3451	3456
11,2	3598	3540	3546	3576	10,5	3454	3465	3468	3471
11,8	3594	3581	3561	3591	11,2	3461	3481	3481	3466
12,4	3600	3572	3575	3588	12,1	3469	3471	3495	3484
13,1	3581	3585	3576	3569	13,0	3483	3477	3493	3475
13,9	3582	3576	3580	3562	13,6	3487	3467	3487	3483
14,3	3598	3579	3582	3579	14,3	3501	3481	3478	3490
15,1	3598	3588	3598	3582	15,4	3489	3492	3497	3514
15,7	3620	3612	3625	3583	15,9	3489	3488	3503	3517
16,4	3606	3623	3620	3612	16,8	3511	3504	3518	3529
17,1	3623	3608	3641	3615	17,7	3500	3515	3515	3518
17,6	3611	3624	3606	3621	18,3	3517	3513	3512	3526
18,1	3618	3612	3614	3660	19,2	3508	3518	3521	3514
18,4	3610	3620	3623	3602	19,9	3517	3518	3512	3520
19,2	3613	3593	3565	3618	20,6	3507	3506	3511	3497
19,4	3622	3594	3588	3603	21,5	3544	3537	3529	3523
20,1	3589	3593	3613	3600	22,2	3562	3544	3529	3543
20,3	3614	3631	3633	3555	23,1	3565	3543	3537	3538
21,2	3658	3623	3589	3590	23,7	3549	3538	3506	3490
22,0	3645	3613	3621	3644	24,8	3617	3559	3548	3516
22,2	3612	3589	3658	3637	25,6	3566	3561	3562	3549
23,0	3644	3643	3669	3638	26,3	3584	3585	3565	3556
23,6	3653	3655	3639	3672	26,8	3577	3576	3557	3544
24,0	3655	3643	3615	3660	27,4	3572	3586	3554	3569
24,9	3647	3646	3638	3643	28,3	3580	3561	3555	3568
25,9	3656	3643	3674	3662	28,9	3598	3589	3585	3584
26,3	3678	3676	3666	3652	29,4	3610	3612	3605	3604
28,0	3702	3672	3666	3648	30,2	3617	3626	3625	3619
28,4	3697	3682	3694	3716	30,9	3608	3623	3652	3629
29,9	3710	3712	3722	3715	31,4	3639	3652	3644	3624
30,4	3730	3747	3742	3727	32,2	3638	3650	3645	3619
31,9	3738	3762	3742	3738	32,7	3644	3666	3647	3635
32,9	3750	3760	3756	3752	33,3	3637	3655	3654	3638
33,4	3762	3752	3730	3716	34,2	3637	3638	3624	3619
34,4	3767	3752	3754	3758	34,8	3656	3656	3636	3621
35,4	3758	3754	3762	3762	35,9	3626	3636	3624	3618
36,4	3737	3710	3707	3727	36,5	3623	3626	3644	3599

Bijlage 6

Bijlage 6. Uit de hoogtemeting (bijl. 5) berekende waterdiepten (mm) van de plassen op het maaiveld bij rechtstreekse afvoer naar de sloot (I) en bij afstroming via de laagten (Z) in een strook van 5 x 40 m, gelegen boven de twee taludgoten

Afstand tot goot (m)	Goot 1 (noord)					Afstand tot goot (m)	Goot 2 (zuid)						
	I			Z			I			Z			
0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,5	-	-	-	9	-	-	-	-	-	7	-	-	-
6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,1	13	23	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
8,0	-	-	-	26	-	-	-	-	-	16	-	-	-
8,8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,0	-	88	-	-	-	-	88	-	-	-	-	-	-
10,4	9	8	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
11,2	-	24	26	-	-	-	24	18	-	-	-	-	-
11,8	4	-	11	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
12,4	-	9	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-
13,1	19	-	-	22	2	1	-	-	7	-	-	-	-
13,9	18	9	-	29	36	-	4	-	14	11	-	-	-
14,3	2	6	-	12	12	-	1	-	-	-	-	-	-
15,1	2	-	-	9	5	-	-	-	-	-	-	-	-
15,7	-	-	-	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-
16,4	14	-	5	-	24	14	-	-	-	14	-	-	-
17,1	-	15	-	-	30	-	15	-	-	20	-	-	-
17,6	12	-	35	-	37	7	-	12	-	27	-	-	-
18,1	5	12	27	-	32	-	6	4	-	22	-	-	-
18,4	13	4	18	58	13	3	-	-	-	3	-	-	-
19,2	10	31	76	42	14	-	9	53	-	4	-	-	-
19,4	1	30	53	57	22	-	9	15	-	12	-	-	-
20,1	34	31	28	60	18	14	10	-	-	8	-	-	-
20,3	9	-	8	105	2	-	-	-	44	-	-	-	-
21,2	-	8	52	70	-	-	8	10	9	-	-	-	-
22,0	13	18	20	16	-	-	8	-	-	-	-	-	-
22,2	46	42	-	23	-	9	32	-	-	-	-	-	-
23,0	14	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23,6	5	-	30	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-
24,0	3	12	54	12	19	-	12	40	-	12	-	-	-
24,9	11	9	31	29	18	8	9	17	12	11	-	-	-
25,9	2	12	-	10	36	-	12	-	-	29	-	-	-
26,3	-	-	8	20	60	-	-	-	3	53	-	-	-
28,0	-	4	8	24	6	-	-	-	7	1	-	-	-
28,4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,9	-	-	-	1	8	-	-	-	-	8	-	-	-
30,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,4	-	10	26	36	-	-	-	16	30	-	-	14	19
34,4	-	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	17
35,4	9	8	-	-	9	-	-	-	-	-	-	2	14
36,4	30	52	55	35	43	17	44	47	27	30	15	12	-

**Bijlage 7. Indringingssnelheden op willekeurige plaatsen van perceel
 I en II**

Plek I				Plek II			
tijdvak	mm daling			tijdvak	mm daling		
	a	b	c		a	b	c
1 uur	21	11	1	5 min.	17	24	16
"	33	18	2	5 min.	12	19	24
"	18	17	5	10 min.	26	27	38
"	18	17	4	15 min.	24	34	35
"	15	15	4	"	25	35	36
"	18	17	5	"	22	32	32
"	19	18	4	"	19	21	21
				"	17	20	24
				"	12	14	17
				$\frac{1}{2}$ uur	31	39	45
				"	40	10	26
				"	-	24	27

Bijlage 8

Bijlage 8. Diepe boring, uitgevoerd op het proefobject te Achterveld
(november 1978)

0	-	0,8	m	leemhoudend zand, lichtbruin
0,8	-	2,0	m	leemhoudend grijs zand met veenlagen
2,0	-	7,5	m	leemachtig fijn grijs zand met een enkel fijn steentje
7,5	-	8,5	m	bruin venig zand
8,5	-	9,5	m	fijn bruin zand
9,5	-	10,0	m	bruin venig zand met laagjes plaatveen
10,0	-	12,5	m	donker bruin zand met houtige veenrestjes
12,5	-	13,0	m	matig grof bruin zand met enkele houtrestjes
13	-	14	m	venig donker bruin zand met laagjes veen
14	-	14,5	m	donkerbruin plaatveen
14,5	-	15,25	m	grijsbruine venige klei, hard
15,25	-	17,75	m	harde grijsblauwe klei
17,75	-	19	m	harde grijsblauwe klei met schelpen
19	-	20,25	m	grijsbruine klei, hard, met weinig schelpjes
20,25	-	21,5	m	grijs zand met veel schelpen
21,5	-	23	m	matig grof grijs zand met grove schelpen
23	-	26	m	matig grof bruin zand
26	-	28	m	grof grijsbruin zand, iets grind
28	-	30	m	grijsbruine klei met dunne laagjes zand en veel grind

Bijlage 9. Hoogteverloop van de slootbodem (m +NAP) gaande van west naar oost

Sloot tussen perceel I en II		Sloot tussen perceel II en III	
afstand	bodemhoogte	afstand	bodemhoogte
0,9	2.801	36,7	2.365
8,3	2.711	40,8	2.414
13,4	2.688	45,7	2.515
18,5	2.714	50,3	2.494
23,0	2.711	55,3	2.389
28,3	2.713	59,9	2.485
32,1	2.741	64,4	2.490
36,8	2.685	68,3	2.457
41,3	2.698	74,6	2.561
45,3	2.679	80,7	2.503
49,7	2.741	85,1	2.543
54,3	2.740	89,5	2.498
58,9	2.786	94,1	2.502
63,8	2.770	98,5	2.545
69,3	2.758	103,1	2.541
74,5	2.718	107,7	2.629
79,4	2.730	114,2	2.666
84,1	2.755	119,2	2.575
87,7	2.725	123,6	2.599
93,1	2.747	128,0	2.583
97,5	2.739	132,7	2.535
102,5	2.784	137,7	2.632
106,7	2.742	140,3	2.662
111,5	2.747		
116,0	2.758		
120,5	2.773		
126,0	2.799		
129,2	2.779		
133,2	2.769		
137,2	2.828		
141,0	2.832		
145,4	2.831		
148,8	2.870		

Bijlage 10. Sloot-, basis- en oppervlakte-afvoer en de verandering van het watervolume in de sloot van uur tot uur over een tijdvak van 24 uur (8 en 9 maart 1979)

Tijdvak	Over- stort- hoogte cm	Slootafvoer			Volumeverandering in sloot			Basisafvoer			N op open water m ³	Oppervlak- vlag- kige afvoer m ³
		l/min	m ³	P-geh. mg P.l ⁻¹	ΔV(A) m ³	ΔV(B) m ³	ΔV m ³	vak A m ³	vak B m ³	totaal m ³		
7.50- 8.50	2,9	11,5	0,68	0,20	0	0	0	0,34	0,34	0,68	-	-
8.50- 9.50	3,1	13,6	0,81	0,32	0,07	0	0,07	0,34	0,34	0,68	0,3	-0,1
9.50-11.00	3,8	22,7	1,59	0,71	0,25	0,10	0,35	0,43	0,40	0,83	0,3	0,81
11.00-12.00	5,3	52,4	3,14	2,24	1,10	0,15	1,25	0,39	0,34	0,73	0,3	3,36
12.00-13.00	6,5	87,6	5,26	4,32	0,61	0,99	1,60	0,42	0,34	0,76	0,3	5,80
13.00-14.00	8,2	157,4	9,44	5,64	0,85	0,73	1,58	0,45	0,34	0,79	0,3	9,93
14.00-15.00	9,7	240,3	14,42	5,94	0,76	0,12	0,88	0,44	0,34	0,78	0,3	14,22
15.00-16.00	10,2	272,8	16,37	5,29	0,25	0	0,25	0,43	0,34	0,77	0,3	15,55
16.00-17.00	9,2	210,3	12,62	4,58	-0,51	-0,08	-0,59	0,45	0,34	0,79	-	11,24
17.00-18.00	7,1	109,5	6,57	4,09	-1,05	-0,16	-1,21	0,48	0,34	0,82	-	4,54
18.00-19.00	5,8	65,8	3,95	3,49	-0,66	-1,40	-2,06	0,50	0,34	0,84	-	1,05
19.00-20.00	5,0	45,2	2,71	2,69	-0,40	-0,18	-0,58	0,51	0,34	0,85	-	1,28
20.00-21.00	4,6	36,7	2,20	2,18	-0,20	-0,04	-0,24	0,51	0,34	0,85	-	1,11
21.00-22.00	4,3	30,9	1,86	1,84	-0,15	-0,04	-0,19	0,52	0,34	0,86	-	0,81
22.00-23.00	4,1	27,4	1,65	1,54	-0,07	-0,04	-0,11	0,52	0,34	0,86	-	0,68
23.00-00.00	3,8	22,7	1,36	1,31	-0,11	-0,04	-0,15	0,53	0,34	0,87	-	0,34
0.00- 1.00	3,6	19,8	1,19	1,14	-0,07	-0,04	-0,11	0,53	0,34	0,87	-	0,21
1.00- 2.00	3,4	17,1	1,03	0,99	-0,07	0	-0,07	0,53	0,34	0,87	-	0,09
2.00- 3.00	3,3	15,9	0,95	0,87	-0,03	0	-0,03	0,53	0,34	0,87	-	0,05
3.00- 4.00	3,2	14,7	0,88	0,68	-0,04	0	-0,04	0,53	0,34	0,87	-	-0,03
4.00- 5.00	3,2	14,7	0,88	0,85	0	0	-	0,53	0,34	0,87	-	0,01
5.00- 6.00	3,2	14,7	0,88	0,52	0	0	-	0,53	0,34	0,87	-	0,01
6.00- 7.00	3,2	14,7	0,88	0,44	0	0	-	0,53	0,34	0,87	-	0,01
7.00- 7.50	3,2	14,7	0,73	0,40	0	0	-	0,43	0,28	0,71	2,1	0,02
Totaal van 24 uur			92,05		0,53	0,07	0,6	11,40	8,16	19,56	2,1	70,99

Bijlage 11. Afvoer ($1.\text{min}^{-1}$) en fosfaatconcentratie (mg P.l^{-1}) van 2 bakgoten, aangebracht in het sloottalud (8 maart 1979)

Tijdstip	Goot noordzijde		Goot zuidzijde	
	afvoer ($1.\text{min}^{-1}$)	tot.-P gehalte (mg P.l^{-1})	afvoer ($1.\text{min}^{-1}$)	tot.-P gehalte (mg P.l^{-1})
9.45	0,340	2,18	-	-
10.55	0,380	-	-	-
11.30	1,147	3,27	0,110	2,40
12.25	1,500	4,36	0,800	-
13.20	2,430	6,55	1,360	6,60
14.00	2,360	6,82	1,860	-
15.10	1,950	6,82	2,160	7,64
16.05	1,340	6,11	1,620	-
17.30	0,051	5,13	0,167	7,64
18.05	0,040	3,98	0,097	-
19.05	0,040	3,11	0,067	6,74
20.15	0,010	3,92	0,045	7,15
21.45	-	-	0,033	7,09

De berging in de goot, voordat er afvoer plaatsvindt, is circa 7,2 liter. De neerslag, die in de goot valt, is circa 1,285 liter per uur. Bij de constructie van de kromme in Fig. 13 is hiermee rekening gehouden.

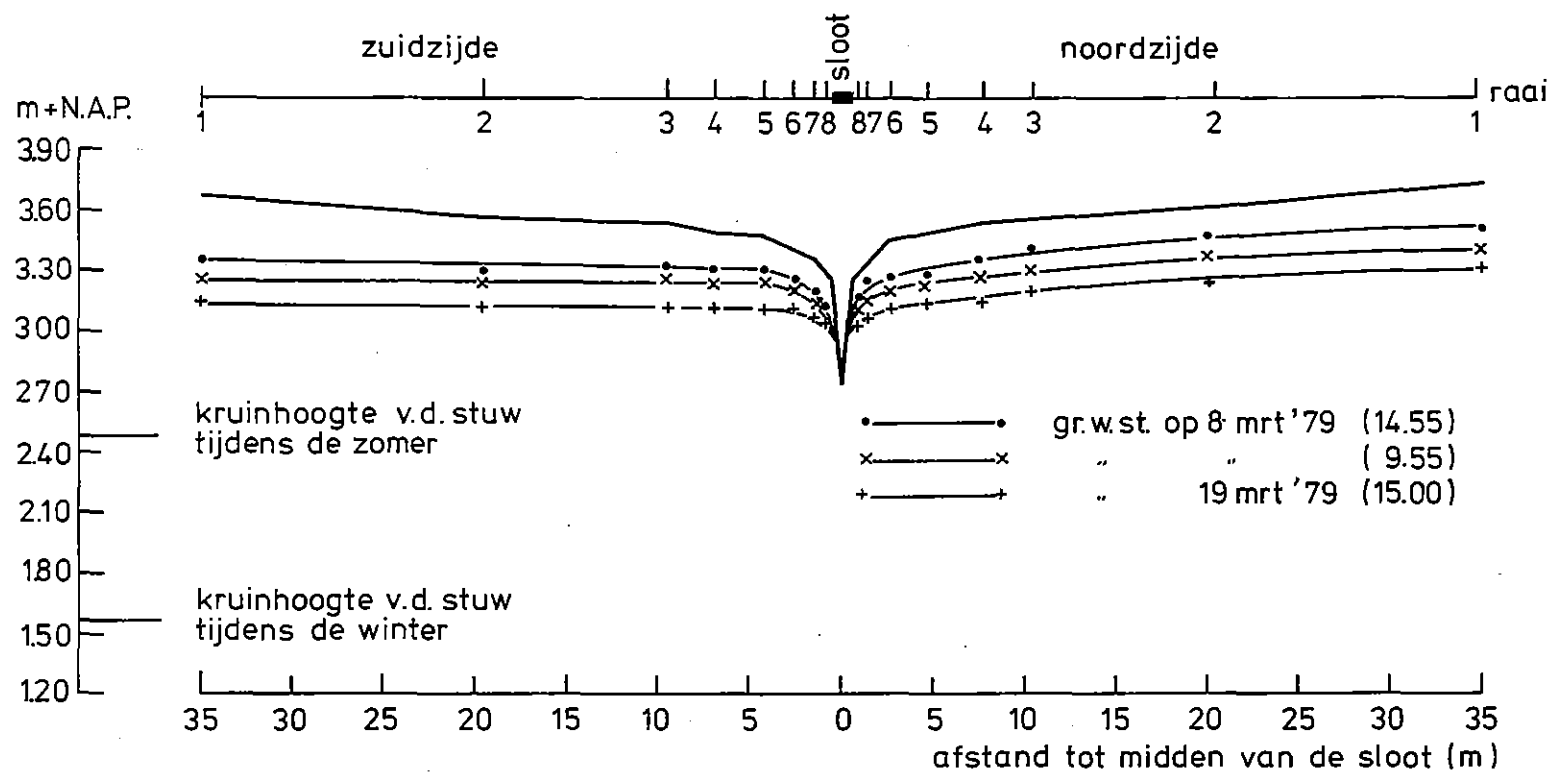
Bijlage 12. Vochtcijfers (vol.%) bij verschillende pF-waarden in ongeroerde monsters (FONCK, 1979)

Diepte	10 cm				20 cm				32 cm				44 cm				55 cm			
Ring nr.	1613	1653	1693	gem.	1604	1607	1616	gem.	1627	1659	1698	gem.	1628	1640	1677	gem.	1667	1619	1676	gem.
pF 'start'	37,7	34,9	32,0	34,9	30,4	28,9	32,3	30,5	38,6	33,4	37,6	36,5	32,6	31,9	34,0	32,8	30,2	28,4	28,7	29,1
0.5	44,6	41,1	36,6	40,8	35,9	34,7	37,2	35,9	44,7	39,1	40,4	41,4	35,9	35,8	37,7	36,5	33,3	33,6	34,5	33,8
1.0	43,8	40,4	36,6	40,3	35,4	34,7	36,8	35,6	43,0	38,3	39,8	40,4	35,0	35,2	36,9	35,7	32,7	32,8	33,6	33,0
1.5	42,8	39,4	36,3	39,5	35,4	34,7	36,6	35,6	41,1	38,2	39,7	39,7	34,3	34,7	36,4	35,1	32,0	32,2	32,9	32,4
1.8	41,0	38,7	35,4	38,4	33,9	32,8	35,3	34,0	39,8	36,1	38,3	38,1	33,1	33,2	35,3	33,9	31,8	31,8	32,5	32,0
2.0	39,0	36,9	33,5	36,5	31,9	30,6	32,9	31,8	38,3	34,4	36,9	36,5	30,5	30,5	33,7	31,6	30,6	29,9	29,7	30,1
2.3	35,1	33,8	29,3	32,7	29,5	27,8	31,1	29,5	33,1	32,0	31,6	32,2	26,6	18,5	25,6	23,6	15,0	15,1	16,8	15,6
2.7	30,4	29,5	22,9	27,6	27,3	25,5	28,4	27,1	29,2	30,6	29,5	29,8	22,0	14,4	23,3	19,9	11,3	10,8	10,8	11,0
vol.gewicht	1,435	1,524	1,594	1,518	1,647	1,653	1,574	1,625	1,478	1,620	1,593	1,564	1,657	1,683	1,600	1,647	1,794	1,802	1,778	1,791

Bijlage 13a. Grondwaterstand (cm -mv) op verschillende tijdstippen van de beregeningsproef

Nr. buis	Afstand tot midden v/d sloot (m)	Hoogte maai- veld (m+NAP)	Grondwaterstand (cm -mv)								
			8/3/79							9/3	19/3
			8.55	9.55	11.00	12.50	15.50	18.50	23.45	7.00	15.00
zuid											
1	35,0	3694	44,5	39,5	31,5	29,5	29,0	31,0	31,0	-	51,5
2	19,6	3579	38,0	33,0	27,5	24,5	23,5	26,0	27,5	26,0	44,0
3	9,5	3560	35,5	28,0	25,5	19,5	18,5	20,5	23,0	22,5	41,5
4	7,0	3515	32,5	26,0	21,0	20,5	13,5	14,5	17,5	-	37,0
5	4,4	3499	31,5	22,5	18,5	16,5	16,5	16,0	20,0	18,5	35,0
6	2,7	3429	25,8	21,3	18,3	15,3	14,8	15,3	17,3	-	30,8
7	1,5	3379	24,7	20,7	18,7	15,2	14,7	16,2	19,2	18,7	28,7
8	1,0	3308	20,8	17,8	13,3	11,3	9,8	15,8	17,8	16,8	23,8
overstorthoogte*			2,9	3,2	4,1	7,7	10,3	5,3	3,7	3,2	2,8
noord											
8	0,9	3301	23,1	18,1	12,6	12,1	11,6	15,1	16,1	16,1	27,1
7	1,4	3361	25,2	17,7	11,7	10,2	10,7	13,2	14,2	15,2	27,2
6	2,6	3481	32,2	25,7	21,2	18,2	18,7	20,2	21,7	22,2	35,7
5	4,5	3507	34,3	26,3	21,3	15,8	16,3	17,8	19,8	20,8	35,3
4	7,7	3557	34,9	25,4	20,9	16,4	17,9	17,9	20,4	-	38,9
3	10,3	3575	32,5	26,0	19,5	15,5	14,5	16,0	18,0	19,5	36,5
2	20,2	3647	35,0	25,5	19,0	13,5	12,5	13,5	17,0	-	40,5
1	34,7	3749	38,0	33,5	27,0	22,0	21,0	21,0	23,0	23,5	42,0
P-10											
-1	20,0	3536	30,0	25,0	23,5	20,5	18,0	17,0	17,0	21,0	35,0

*kruinhoogte: 2.891 m +NAP



Figuur. Verloop van de grondwaterstand in een raai loodrecht op de
 sloot tijdens de berekening op 8/3/79 en op 19/3/79

Bijlage 14. Fosfaatvrachten in sloot-, grond- en oppervlakkig afstromend water van uur tot uur over een tijdvak van 24 uur (8 en 9 maart 1979)

Tijdvak	P-aanvoer		P-berging in sloot- water		Bergingsver- andering	P-aanvoer via oppervlakte- afvoer	
	P-afvoer stuw A	grondwater	neerslag op open water	$m^3 \times \text{gem. P-geh.} =$ g P		g P	mg P.l ⁻¹
7.50- 8.50	0,14	0,05	-	4,69(0,20+0,20)0,5= 0,94	-	-	-
8.50- 9.50	0,26	0,05	0,33	5,58(0,32+0,25)0,5= 1,59	0,65	0,53	-
9.50-11.00	1,13	0,06	0,33	6,99(0,71+0,45)0,5= 4,05	2,46	3,20	3,95
11.00-12.00	7,03	0,05	0,33	6,77(2,24+0,88)0,5=10,56	6,51	13,16	3,92
12.00-13.00	22,72	0,05	0,33	7,46(4,32+1,40)0,5=21,34	10,78	33,12	5,71
13.00-14.00	53,24	0,06	0,33	8,50(5,64+1,73)0,5=31,32	9,98	62,83	6,33
14.00-15.00	85,65	0,06	0,33	9,42(5,94+1,90)0,5=36,93	5,61	90,87	6,39
15.00-16.00	86,60	0,06	0,33	9,73(5,29+1,90)0,5=34,98	-1,95	84,26	5,42
16.00-17.00	57,80	0,06	0,33	9,12(4,58+1,70)0,5=28,64	-6,34	51,40	4,57
17.00-18.00	26,87	0,06	0,33	7,83(4,09+1,20)0,5=20,71	-7,93	18,88	4,16
18.00-19.00	13,79	0,06	0,33	7,01(3,49+0,95)0,5=15,56	-5,15	8,70	8,28
19.00-20.00	7,29	0,06	0,33	6,52(2,69+0,65)0,5=10,89	-4,67	2,56	2,00
20.00-21.00	4,80	0,06	0,33	6,28(2,18+0,55)0,5= 8,57	-2,32	2,42	2,18
21.00-22.00	3,42	0,06	0,33	6,10(1,84+0,45)0,5= 6,98	-1,59	1,77	2,19
22.00-23.00	2,54	0,06	0,33	6,02(1,54+0,40)0,5= 5,84	-1,14	1,34	1,97
23.00- 0.00	1,78	0,06	0,33	5,88(1,31+0,35)0,5= 4,88	-0,96	0,76	2,24
0.00- 1.00	1,36	0,06	0,33	5,80(1,14+0,30)0,5= 4,18	-0,70	0,60	2,86
1.00- 2.00	1,02	0,06	0,33	5,71(0,99+0,26)0,5= 3,56	-0,62	0,34	3,78
2.00- 3.00	0,83	0,06	0,33	5,67(0,87+0,23)0,5= 3,12	-0,44	0,33	6,60
3.00- 4.00	0,60	0,06	0,33	5,63(0,68+0,21)0,5= 2,51	-0,61	-0,07	-
4.00- 5.00	0,60	0,06	0,33	5,63(0,85+0,20)0,5= 2,96	-0,45	0,54	-
5.00- 6.00	0,45	0,06	0,33	5,63(0,52+0,19)0,5= 2,00	-0,96	-0,57	-
6.00- 7.00	0,39	0,06	0,33	5,63(0,44+0,18)0,5= 1,75	-0,25	0,08	-
7.00- 7.50	0,29	0,05	0,33	5,63(0,40+0,18)0,5= 1,63	-0,12	-	-
Totaal	380,60	1,39	2,31		-0,21	377,05	

Gewogen gemiddelde
3,35