

DEPARTEMENT VAN LANDBOUW EN VISSCHERIJ  
DIRECTIE VAN DEN LANDBOUW  
VERSLAGEN VAN LANDBOUWKUNDIGE  
ONDERZOEKINGEN — No. 49 (16) A

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION  
EN BODEMKUNDIG INSTITUUT  
TE GRONINGEN

**BIJDRAGEN TOT DE KENNIS  
VAN EENIGE NATUURKUNDIGE  
GROOTHEDEN VAN DEN GROND**

No. 8. DE BODEMGESTELDHEID VAN DE VEENKOLONIËN;  
DE DOORLATENDHEID VAN DE WATERVOERENDE LAAG TOT  
MAXIMAAL 20 M ONDER HET MAAIVELD, EN DE DAARUIT  
AF TE LEIDEN ALGEMEENE CONCLUSIES MET BETREKKING  
TOT DE ONTWATERING VAN DE VEENKOLONIËN

DOOR

**DR. S. B. HOOGHOUDT**



RIJKSUITGEVERIJ  
DIENST VAN DE  
NEDERLANDSCHE  
STAATSCOURANT

**1-9-4-3**

'S-GRAVENHAGE - ALGEMEENE LANDSDRUKKERIJ

**Prijs f 3,00\***

## INHOUD

	Blz.
<b>HOOFDSTUK I</b>	
Inleiding . . . . .	725
Doel van het onderzoek; indeeling van de publicatie . . . . .	725
<b>HOOFDSTUK II</b>	
Enkele inleidende opmerkingen; de geologische bouw en de ontstaanswijze van den ondergrond der Groninger en Drentsche Veenkoloniën; enkele beschouwingen over de granulaire samenstelling en de doorlatendheid van de aangeboorde geologische formaties met uitzondering van het veen . . . . .	732
§ 1. Enkele inleidende opmerkingen . . . . .	732
§ 2. De geologische bouw en de ontstaanswijze van den ondergrond der Groninger en Drentsche Veenkoloniën . . . . .	732
§ 3. Enkele beschouwingen over de granulaire samenstelling en de doorlatendheid van de aangeboorde geologische formaties met uitzondering van het veen . . . . .	737
<i>a.</i> Algemeene opmerkingen . . . . .	737
<i>b.</i> Het aantal grondmonsters van iedere aangeboorde geologische formatie en het daarin bepaalde koolzure kalkgehalte . . . . .	739
<i>c.</i> Het humusgehalte . . . . .	740
<i>d.</i> Het gehalte aan afslibbaar (slibgehalte) . . . . .	742
<i>e.</i> Het U-cijfer (soortelijk oppervlak) . . . . .	743
<i>f.</i> De doorlatendheid van de geologische formaties; wordt de afsluiting van de watervoerende laag van onderen al dan niet door de geologische formatie aangegeven . . . . .	746
<i>g.</i> Samenvatting . . . . .	747
<b>HOOFDSTUK III</b>	
De resultaten van het bodemkundig onderzoek . . . . .	748
§ 1. Algemeene opmerking; beschrijving van de plekken, waar de bpringen hebben plaats gevonden . . . . .	748
§ 2. De granulaire samenstelling van de lagen tot omstreeks 1 m onder het maaiveld (tot en met I 4 v) . . . . .	749
§ 3. De resultaten van de doorlatendheidsmetingen . . . . .	750
<i>a.</i> Bespreking van de vraag, waarom de lagen tot 10—20 m en soms zelfs nog tot grootere diepte van belang zijn voor de waterhuishouding van de beschouwde gronden . . . . .	750
<i>b.</i> De wijze van bepaling van den doorlaatfactor; de berekening van den gemiddelden doorlaatfactor van de watervoerende laag . . . . .	751

## HOOFDSTUK IV

Practische toepassingen . . . . .	763
§ 1. Inleiding . . . . .	763
§ 2. Bespreking van het geval, dat geen slecht doorlatende laag in de veenlaag noch in het bovenste gedeelte van de daaronder voorkomende zandlaag (oerlaag) optreedt, dan wel, dat deze slecht doorlatende laag door een omzetting van het perceel wordt gebroken en derhalve als niet meer aanwezig mag worden beschouwd. Het peil in de wijk en de slooten wordt gelijk of vrijwel gelijk verondersteld . . . . .	764
a. Berekening van de maximaal optredende grondwaterstanden (in het winterhalfjaar); wanneer mogen deze maximale grondwaterstanden in verband met een voldoende ontwatering als voldoende diep onder het maaiveld worden opgevat; de invloed van den waterstand in de wijk en in de slooten en de invloed van de omstandigheid, of deze wijk en slooten voldoende schoon zijn, op den grondwaterstand; de invloed van een ongelijke hoogteligging van het maaiveld . . . . .	764
1. Eukele inleidende opmerkingen . . . . .	764
2. Berekening van den maximaal optredenden grondwaterstand in de gegeven omstandigheden . . . . .	766
3. De invloed van den waterstand in de wijk en in de slooten op den grondwaterstand . . . . .	770
4. De invloed van de omstandigheid, of de wijk en de slooten al dan niet voldoende schoon zijn op den grondwaterstand en dus op de ontwatering. . . . .	771
5. De invloed van een ongelijke hoogteligging van het maaiveld . . . . .	773
b. Bespreking van de beteekenis van de drainage in de verschillende gebieden, waarin het geheele gebied van de Veenkoloniale gronden is onderverdeeld; berekening van den (eventueelen) benoodigden drainafstand . . . . .	774
c. Wanneer kunnen de perceelsscheidingslooten zonder meer worden gedicht en wanneer moeten hierin drainreeksen worden gelegd of moet het perceel althans worden gedraïneerd . . . . .	781
§ 3. Bespreking van het geval, dat, hetzij in de veenlaag, hetzij in de bovenste zandlaag onder het veen, slecht doorlatende lagen voorkomen . . . . .	783
A. Overlast van water . . . . .	783
a. Inleiding . . . . .	783

<i>b.</i>	Het perceel behoeft niet te worden omgezet, de sleufmethode kan worden toegepast. . . . .	793
<i>c.</i>	Het perceel moet waarschijnlijk worden omgezet. . . . .	798
<b>B.</b>	Te kort aan water (last van verdroging) . . . . .	808
<i>a.</i>	De hinder van droogte ontstaat door het voorkomen van een oerlaag vlak of althans dicht onder de bouwvoor . . . . .	808
<i>b.</i>	Het voorkomen van een spalterveenlaag vlak onder of althans dicht onder de bouwvoor. . . . .	810
<i>c.</i>	Het ontbreken van een veenlaag onder de bouwvoor en het voorkomen van diepe grondwaterstanden in droge perioden . . . . .	811
§ 4.	Bespreking van de gevolgen van het geheel of gedeeltelijk dempen van wijken op de ontwatering en de te nemen maatregelen, indien daardoor de ontwatering onvoldoende wordt . . . . .	811
<i>a.</i>	Overzicht . . . . .	811
<i>b.</i>	Samenvatting . . . . .	830
§ 5.	Enkele beschouwingen over kwel; bespreking van den z.g. doorslag en van de middelen om de invloed daarvan op den grondwaterstand in het aangrenzende land op te heffen . . . . .	834
<i>a.</i>	Algemeen overzicht . . . . .	834
<i>b.</i>	Bespreking van den z.g. doorslag . . . . .	842
1.	Algemeene bespreking van dezen doorslag . . . . .	842
2.	Berekening van den doorslag al of niet samen met den overtolligen neerslag. . . . .	852
<i>a.</i>	Eenige algemeene beschouwingen . . . . .	852
<i>β.</i>	Berekening voor het geval, dat geen overtollige neerslag moet worden afgevoerd. . . . .	860
<i>γ.</i>	Berekening voor het geval, dat bovendien overtollige neerslag moet worden afgevoerd. . . . .	862

## HOOFDSTUK V

Samenvatting . . . . .	871
------------------------	-----

De tabellen 1—1 tot en met 1—36, 2, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 32 bevinden zich achter in den tekst.

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT  
TE GRONINGEN

BIJDRAGEN TOT DE KENNIS VAN EENIGE NATUUR  
KUNDIGE GROOTHEDEN VAN DEN GROND

No. 8. DE BODEMGESTELDHEID VAN DE VEENKOLONIEN; DE  
DOORLATENDHEID VAN DE WATERVOERENDE LAAG TOT MAXI-  
MAAL 20 M ONDER HET MAAIVELD, EN DE DAARUIT AF TE LEIDEN  
ALGEMEENE CONCLUSIES MET BETREKKING TOT DE ONTWATE-  
RING VAN DE VEENKOLONIEN

DOOR

Dr. S. B. HOOGHOUTD

(Ingezonden 1 Juni 1943)

HOOFDSTUK I

Inleiding

*Doel van het onderzoek; indeeling van de publicatie*

Alvorens het doel van dit onderzoek nader aan te geven, lijkt het mij gewenscht eerst uiteen te zetten, wat de aanleiding tot de uitvoering van dit onderzoek is geweest; temeer aangezien hieruit direct het doel van dit onderzoek blijkt.

Onderzoekingen over de waterhuishouding op eenige bedrijven in de Veenkoloniën en de daarbij verkregen algemeene resultaten gaven den Rijkslandbouwconsulent te Veendam aanleiding om op 5 September 1938 eene bespreking te beleggen met den Cultuurconsulent voor Groningen en Drenthe, het Bodemkundig Instituut en het Rijkslandbouwproefstation, beide te Groningen en den Cultuurchef van de Proefboerderij te Borgercompagnie, ten einde tot een meer systematisch onderzoek te geraken, waarvoor de omgezette en de niet-omgezette perceelen van de Proefboerderij hem een geschikt object leken. Als gevolg van die bespreking werd door het Bodemkundig Instituut te Groningen een onderzoek ingesteld naar de waterhuishouding van den grond op perceel 11 (destijds niet omgezet) en op perceel 12 (wel omgezet) van genoemde Proefboerderij. Aangezien het van te voren duidelijk was, dat op beide perceelen (slecht doorlatende lagen kwamen, op beide perceelen noch in de veenlaag noch in het bovenste gedeelte van de daaronderliggende zandlaag voor) deze waterhuishouding vrijwel, zoo niet geheel, bepaald werd door den stand van het phreatisch vlak (= grondwaterspiegel) onder het maaiveld, bepaalde dit onderzoek zich tot het geregeld nagaan van den grondwaterstand onder het maaiveld in een aantal grondwaterstandsbuizen en van den water-

stand in de aangrenzende wijk en scheisloot, terwijl verder een diepboring werd verricht om de opbouw van het bodemprofiel en de doorlatendheid daarvan te leeren kennen. De dikte en de doorlatendheid van het bodemprofiel tot de eerste slecht doorlatende laag (hier op omstreeks 13 m onder het maaiveld te stellen) beheerscht immers met den waterstand in de wijk en scheisloot, met den onderlingen afstand van de wijk én de scheisloot en met de afmetingen daaryan onder den waterspiegel in de eerste plaats de ligging van het phreatisch vlak onder het maaiveld<sup>1)</sup>.

De resultaten van dit onderzoek bleken het bovenstaande niet alleen te bevestigen, maar bovendien volgde hieruit de mogelijkheid, op grond van den opbouw en de doorlatendheid van het bodemprofiel en van de afmetingen en den onderlingen afstand van de wijk en de scheisloot, de resultaten van dit onderzoek van te voren vast te stellen. Deze resultaten waren de volgende: 2)

- a. Op de genoemde perceelen wordt de grondwaterstand in hoofdzaak bepaald door den waterstand in de wijk en de scheisloot. Voldoend diepe waterstanden hierin beteekenen dus tevens voldoende diepe grondwaterstanden.
- b. De waterhuishouding van beide perceelen was vrijwel, zoo niet geheel, gelijk.
- c. De waterhuishouding van den grond is dus door de omzetting van perceel 12 — gesteld althans, dat de opbouw en de samenstelling van de laag tot ruim 1 m diepte hier vóór de omzetting gelijk was aan die van perceel 11 (waarschijnlijk was dit het geval) — niet gewijzigd, zoodat de omzetting van het perceel voor een verbetering van de waterhuishouding van dit perceel niet noodig geweest was. In vele andere gevallen echter, zooals voor het doorbreken van ondoorlatende lagen, het verdikken van de bouwvoor, enz., kan het aanbeveling verdienen de grond tot de benoodigde diepte om te zetten, waarop in hoofdstuk IV wordt teruggekomen.
- d. De perceelsscheidingsloot tusschen deze perceelen (scheidingsloten liggen op de Proefboerderij op 140 m onderlingen afstand) kan hier zonder bezwaar en zonder verdere drainage worden gedicht.

Deze resultaten waren op grond van den opbouw, van de doorlatendheid van het bodemprofiel en van de afmetingen van de wijk en slooten van te voren vast te stellen, aangezien hieruit het maximale verschil tusschen den grondwaterstand midden op het perceel en den waterstand in de wijk en de slooten was af te leiden. Dit verschil bleek slechts klein te kunnen zijn, hetgeen door de rechtstreeks uitgevoerde metingen werd bevestigd.

Nu zal het duidelijk zijn dat, ook indien slecht doorlatende lagen — bijv. overlagen of spalterveenlagen — in het profiel tot ruim 1 m diepte voorkomen, het effect van de omzetting van het perceel veel beter beoordeeld kan worden,

<sup>1)</sup> S. B. HOOGHOUT. Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond. N<sup>o</sup>. 7 „Algemeene beschouwingen van het probleem van de detailontwatering en de infiltratie door middel van parallel loopende drains, greppels, slooten en kanalen”. Verslag. Landb. Onderzoek. 46 (14) B 515—707 (1940).

<sup>2)</sup> S. B. HOOGHOUT. Verslag van enkele onderzoekingen naar de waterhuishouding op een niet- en wel-omgezot perceel van de Proefboerderij te Bergercompagnie in de maanden September 1938 tot Maart 1939 (gestencild) 1939; zie ook de in noot 1 genoemde literatuur, blz. 630 en 631 resp. 636 t/m 639.

indien de opbouw en de doorlatendheid van het bodemprofiel tot een voldoende diepte bekend zijn, terwijl tevens is aan te geven, of nog nà de omzetting een drainage van het perceel al dan niet noodig is, nog afgezien van die gevallen, waarbij een omzetting niet noodig is en andere maatregelen een voldoende ontwatering (waterhuishouding) kunnen geven. Hierbij kan worden opgemerkt, dat somtijds het perceel ook om een andere reden dan voor de verbetering van de ontwatering wordt omgezet. Deze laatste gevallen blijven hier echter buiten beschouwing. Ook het effect van het dempen van wijken (op het oogenblik nog van minder belang, maar wellicht in de toekomst belangrijk; het effect van het dempen van perceelsscheidingsloten is reeds genoemd) kan op deze wijze van te voren worden aangegeven, zoodat eveneens de eventueele, verder te nemen, maatregelen overzien kunnen worden, voordat dergelijke werkzaamheden worden uitgevoerd. Ook de invloed van den toestand, waarin de wijk en de slooten verkeerren (al of niet vervuild), evenals van den waterstand daarin en vooral van de beheersching daarvan, kunnen daardoor worden nagegaan of althans (vervuiling wijk en slooten) worden geschat. Dit geldt ook voor de mate van den doorslag vanuit kanalen, enz. met een hooger peil dan de omgeving en den invloed daarvan op den grondwaterstand in de aangrenzende gronden. Vermoedelijk zal dit onderzoek tevens voldoende zijn, om in de meeste gevallen kwelberekeningen op te zetten voor waterschappen, waarin een lager peil, bijv. in de scheisloten, wordt aangehouden, zij het dan ook, dat hier ook de opbouw en de doorlatendheid van het bodemprofiel tot een veel grootere diepte van belang is of kan zijn.

Uit het bovenstaande zal gebleken zijn, dat het doel van dit onderzoek is geweest, door het verrichten van een voldoende aantal diepboringen tot een voldoende diepte, gegevens te verzamelen over den opbouw en de doorlatendheid van dit bodemprofiel tot een zoo groot mogelijke diepte. Voor het geven van adviezen in de practijk zal het dan alleen nog noodig zijn een aantal boringen tot even in de zandlaag te verrichten, en enkele gegevens over de wijk en de slooten en de daarin optredende waterstanden te verzamelen. Het eerst genoemde onderzoek kan, gezien het feit, dat hiervoor hoogstens tot een diepte van 150 cm geboord behoef te worden, eenvoudig genoemd worden. Dit gedeelte van het onderzoek kon niet in dit onderzoek worden opgenomen, aangezien juist de samenstelling van het bodemprofiel tot deze diepte van perceel tot perceel en soms zelfs van plek tot plek op hetzelfde perceel sterk kan wisselen (hetgeen voor de dieper gelegen lagen niet het geval is). Ook de laatst genoemde gegevens kunnen, voor zooverre deze niet in hoofdstuk IV (zie hieronder) genoemd worden, door eenvoudige metingen, enz. verkregen worden.

- De resultaten van het bovengenoemde onderzoek op de Proefboerderij te Borgercompagnie waren de aanleiding tot eenige besprekingen van de Heeren SNEEUW, DR. IR. MANSHOLT, beide voornoemd, IR. BONTEKOE, thans cultuurconsulent voor de provincie Drenthe (destijds adjunct-cultuurconsulent) en van den schrijver dezes (namens het Bodemkundig Instituut) met het Dagelijksch Bestuur van den Veenkolonialen Boerenbond om de mogelijkheid van een dergelijk onderzoek voor het geheele gebied van de Veenkolonien na te gaan, dat zich dan echter, zooals boven is aangegeven, kon beperken tot het verrichten van een voldoende aantal diepboringen tot een voldoende diepte.

Het Dagelijksch Bestuur van den Veenkolonialen Boerenbond verklaarde zich daarbij bereid de kosten van dit onderzoek te dragen, nadat schrijver van dit rapport namens den Heer Dr. D. J. HISSINK (toentertijd directeur van het Bodemkundig Instituut) had medegedeeld, dat geen kosten voor grondonderzoek en voor de samenstelling van het rapport in rekening zouden worden gebracht. Genoemd Bestuur behield zich daarbij de vrijheid voor subsidie aan te vragen bij enkele instellingen, die dit onderzoek mogelijkerwijze zouden willen steunen, evenals verder bij den Inspecteur voor de Werkverruiming in de provincie Groningen, den Heer A. KWAST, en bij den waarnemenden Inspecteur voor de werkverruiming in de provincie Drenthe, den Heer P. J. STRAATSMA, subsidie aan te vragen in de loonkosten van de, voor dit onderzoek, benodigde arbeiders. Zoowel de Heer A. KWAST als later, toen de onderzoekingen op Drentsch gebied moesten worden uitgevoerd, ook de Heer STRAATSMA, hebben direct hun medewerking toegezegd en daaraan is het mede te danken, dat bedoelde subsidies werden verleend. Mede namens het Dagelijksch Bestuur van den Veenkolonialen Boerenbond wordt hierbij dan ook gaarne daarvoor en voor de aangename samenwerking tijdens de uitvoering van het onderzoek dank gebracht. Ditzelfde geldt ook voor de Besturen van het „Fonds ten behoeve van de Landbouw” en van het „Kammingafonds” voor de verleende subsidies. Tenslotte zij hier nog vermeld, dat ook de Cultuurtechnische Dienst bereid werd gevonden een subsidie te verlenen mits een klein, tusschengelegen, gedeelte — niet behoorende tot het gebied, waar de leden van den Veenkolonialen Boerenbond in hoofdzaak zijn gevestigd — in het onderzoek werd betrokken, welk gedeelte dan ook in het onderzoek is opgenomen. Den Directeur van den Cultuurtechnischen Dienst, den Heer Ir. F. P. MESU, wordt hiervoor dan ook gaarne dank gebracht.

In een rede voor het Hoofdbestuur van den Veenkolonialen Boerenbond op 14 Juli 1939 <sup>3)</sup> gaf schrijver een overzicht van de waterhuishouding van de Veenkoloniale gronden en de middelen om hierin zoo noodig verbetering te brengen, waarin tevens nog eens het belang van dit onderzoek werd bepleit. Op deze vergadering werd de toezegging van het Dagelijksch Bestuur, voor de uitvoering van genoemd onderzoek financiële medewerking te verlenen, goedgekeurd.

In samenwerking met het Dagelijksch Bestuur van den Veenkolonialen Boerenbond werden daarna de perceelen uitgezocht, waar de diepboringen zouden worden verricht. Voor deze medewerking, en dit geldt vooral ook den Heer BLAAKMEER, assistent-secretaris van den Veenkolonialen Boerenbond, evenals voor de medewerking van de betreffende landbouwers onderzochten, wordt hier gaarne onze dank gebracht.

De onderzoekingen te velde vonden plaats van 2 October tot 27 November 1939 (met een korte onderbreking) onder leiding van den veldassistent den Heer T. B. VAN DIJK, en daarna van 29 November tot 23 December, van 26 Februari tot 29 April 1940 en tenslotte — voor enkele aanvullende boringen — van 11 Maart tot 26 Maart 1942 onder leiding van den veldassistent den Heer H. J. ENGELKES; het onderzoek van de, tijdens de diepboringen genomen,

<sup>3)</sup> S. B. HOOGHOUDT. De waterhuishouding van de Veenkoloniale gronden en de middelen om hierin zoo noodig verbetering te brengen. Lezing voor het Hoofdbestuur van den Veenkolonialen Boerenbond op 14 Juli 1939 te Veendam (gestencild) 1939.



grondmonsters op het laboratorium kwam in Mei 1941 gereed. Hierbij kan worden opgemerkt, dat in de periode van 23 December 1939 tot 26 Februari 1940 tijdens de vorst, en eenigen tijd daarna, geen diepboringen zijn uitgevoerd.

Nu is voor dit onderzoek ook de geologische opbouw van het bodemprofiel niet zonder belang. Het heeft ons dan ook verheugd, dat de afdeling „Geologische Kaart” van de Geologische Stichting bereid werd gevonden een geologische beschrijving van het onderzochte gebied aan de hand van eigen gegevens en van de door ons verrichte diepboringen te geven tot een zoo groote diepte, als voor dit onderzoek van belang is en met de beschikbare gegevens mogelijk bleek. Deze geologische beschrijving van de hand van DR. J. F. STEENHUIS, tevens geologisch adviseur van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, waarvoor wij gaarne onzen dank betuigen, is als § 2 van hoofdstuk II ongewijzigd aan dit rapport toegevoegd. In § 3 van dit hoofdstuk zullen nog enkele aanvullingen worden gegeven en zal verder worden nagegaan welke conclusies uit de, in § 2 gegeven, geologische beschrijving zijn te trekken.

In hoofdstuk III zullen dan de resultaten van het verrichte onderzoek worden besproken. Tenslotte zullen in hoofdstuk IV nog diverse gevallen worden behandeld als voorbeeld van de wijze waarop men van de hier verzamelde gegevens bij het geven van adviezen gebruik kan maken. Deze voorbeelden zijn meestal niet aan de practijk ontleend; bovendien zijn zij niet volledig, in zoverre niet van alle gevallen, waarbij met voordeel van de hier verzamelde gegevens gebruik kan worden gemaakt, voorbeelden zullen worden behandeld. Hoofdstuk IV bevat tenslotte ook nog enkele algemeene beschouwingen; zoo o.a. over den invloed van het dempen van wijken op de ontwatering; verder over den doorslag, waarvoor ook een eenvoudige berekening met behulp van een hulptabel werd aangegeven.

Bij het bovenstaande kan worden opgemerkt, dat het oorspronkelijk in de bedoeling heeft gelegen ook een waterstaatkundig overzicht van dit gebied in deze mededeeling op te nemen, waarvoor DR. IR. MANSHOLT zich bereid had verklaard te zullen zorgen. Aangezien hiervoor inlichtingen bij de Besturen van de Waterschappen verzameld moeten worden, evenals diverse benooidigde gegevens ter plaatse moeten worden nagegaan, welke inlichtingen en gegevens in verband met de grootte van het te beschouwen gebied en in verband met de geringe vervoersmogelijkheden in de huidige omstandigheden onmogelijk verzameld kunnen worden, of dit, althans een te langen tijd in beslag neemt, werd er van afgezien dit overzicht in deze mededeeling op te nemen. Dit neemt niet weg, dat het in de bedoeling ligt dit overzicht te gelegener tijd alsnog samen te stellen.

Ofschoon hierop in hoofdstuk III nader zal worden teruggekomen, kan hier, mede in verband met hoofdstuk II, worden opgemerkt, dat in het geheel op 72 plekken — meestal tot 10 en gedeeltelijk ook tot 20 m diepte — de opbouw en de doorlatendheid van het bodemprofiel zijn nagegaan. Op 6 plekken werden de diepboringen nog eens herhaald, echter nu tot 20 m diepte; deze plekken zijn genoemd 1a, 4a, 13a, 21a, 27a en Na; zij vallen vrijwel samen met de plekken 1, 4, 13, 21, 27 resp. N. Op de bijgevoegde kaarten zijn de plekken, waar diepboringen zijn uitgevoerd, aangegeven. Hierbij kan worden opgemerkt, dat de gegevens van de boringen R, S, T, U, V en W aan reeds

vroeger uitgevoerde onderzoeken zijn ontleend. Al deze plekken zijn, zooals uit het voorgaande reeds gebleken zal zijn, of aangegeven met een nummer, of met een letter.

In verband met hoofdstuk II moge hier verder het volgende worden opgemerkt:

Tijdens de boringen werden monsters genomen, die op het laboratorium werden geanalyseerd. De resultaten daarvan zijn in de tabellen I weergegeven. In de eerste kolom is het nummer van de boring en de naam van den eigenaar of grondgebruiker van *het perceel* waarop geboord werd, aangegeven. In de 2de kolom is de laag in 'em onder het maaiveld vermeld, waarvan monsters werden genomen; de 3de kolom bevat het monsternummer van het Bodemkundig Instituut (B-nummer); in de 4de kolom is een korte beschrijving van het grondmonster opgenomen. De 5de kolom bevat het geologisch symbool, welk symbool dus aangeeft tot welke geologische formatie de betreffende laag behoort. Deze symbolen werden ons vanwege de Geologische Stichting na toezending van de boorstaten en van de kaarten, waarop de boorplekken waren aangegeven, medegegeven.

Hierbij kan worden opgemerkt, dat deze symbolen de volgende beteekenissen hebben. De omschrijving daarvan is of aan de Geologische Kaart van Nederland van het betreffende gebied ontleend of werd ons vanwege genoemde Geologische Stichting toegezonden.

- I 4v. *Hoogveen*. Oorspronkelijke dikte in het algemeen meer dan 20 dm. Door afgraving en ontginning is de dikte thans meestal veel geringer.
- I 6v. *Moerasveen*. Meer of minder zandig; dikte wisselend, plaatselijk geheel of gedeeltelijk afgegraven.
- II 8. *Postglaciale dalopvulling of laagterras*. Gelaagde fijne zanden; plaatselijk ook met kleilagen of zeer dunne laagjes iets grover zand. Soms ook met snoertjes van iets grover zand met eenig zeer fijn grind en plaatselijk afwisselend lagen en laagjes met fijn verdeelde plantaardige bestanddeelen. Overwegend is dit laagterras opgebouwd uit middelfijne tot matig fijne zanden.
- II 8'. Zoogenaamde „*Eemvorming*”. Fijne tot zeer fijne, slibhoudende zanden en kleilagen met tamelijk arme mariene schelpenfauna, waarin *Cardium edule* sterk overheerscht. Overwegend is deze Eemvorming opgebouwd uit zeer fijne tot middelfijne, slibhoudende zanden.
- II 4. *Fluvioglaciaal dek*. Fijne tot middelkorrelige zanden, soms met noordelijk moreenegruis. Dikte meer dan 20 dm. Overwegend is dit fluvioglaciaal dek uit middel fijne tot matig grove zanden opgebouwd.
- II 3. *Grondmoreene*. Meer of minder zandige en verweerde keileem, meer of minder rijk aan noordelijke erratica. Het gehalte aan grover moreenegruis en keien wisselt sterk. De grondmoreene bestaat soms grotendeels uit zeer fijn zand met fijn en grof moreenegruis en dunne leemlaagjes dooreengekneed.

II 3'. (*Praemorenale*) *Fluvioglaciale zanden onder de grondmoreene*. Overwegend fijne tot zeer fijne zanden met kleilagen en dikkere kleilagen, plaatselijk ook grover zand en fijn en grof grind (noordelijk, zuidelijk en oostelijk rolsteenmateriaal) bevattend. Aan den oostelijken rand van den Hondsrug ten Oosten van Emmen komen deze grovere zanden met grindnesten en grovere grindsnoeren aan de oppervlakte. Soms zijn deze zanden bedekt met onduidelijke overblijfselen van grondmoreene en bestaan zij uit fijne en grove discordant afgezette zandlagen met grof rolsteenmateriaal. Overwegend behooren deze fluvio-glaciale zanden tot het zeer fijne tot middel fijne type.

Kolom 6 van de tabellen I bevat de pH (zuurgraad); kolom 7 het A-cijfer (= vochtgehalte per 100 gram droge stof); kolom 8 het gehalte aan koolzure kalk ( $\text{CaCO}_3$ ); kolom 9 het gehalte aan humus (organische stof); kolom 10 het gehalte aan afslibbaar (slibgehalte), d.i. het gehalte aan minerale deeltjes met een diameter gelijk aan of kleiner dan  $16\mu$  (= 0,016 mm) en kolom 11 het gehalte aan zand; d.i. het gehalte aan minerale deeltjes met een diameter van  $16-2000\mu$  (= 0,016—2 mm). De gehalten aan  $\text{CaCO}_3$ , humus, afslibbaar en zand zijn aangegeven in procenten op droge stof (= bij  $105^\circ\text{C}$  gedroogden grond). In kolom 12 is het U-cijfer (soortelijk oppervlak) aangegeven (4 en 5). Dit U-cijfer drukt de fijnheid van de zandfractie in één cijfer uit. Hierbij kan worden opgemerkt 6), dat zandgronden met een U-cijfer van 5—10 uiterst grof, van 10—20 zeer grof, van 20—30 middelgrof, van 30—50 matig grof, van 50—80 matig fijn, van 80—120 middel fijn, van 120—160 zeer fijn en groter dan 160 (theoretisch tot 625) uiterst fijn worden genoemd. In kolom 13 is het porienvolume aangegeven, zooals dit uit het vochteijfer (A-cijfer) berekend kan worden, indien wordt aangenomen dat zich hierin geen lucht meer bevindt. Kolom 14 bevat het porienvolume, zooals dat tijdens de doorlatendheids bepalingen in het laboratorium werd aangetroffen. Kolom 15 bevat den doorlaatfactor 7) (volgens de wet van Darcy) in meters per 24 uur en bij een temperatuur van het grondwater van  $13^\circ\text{C}$  en bij een porienvolume, zooals bij de bepalingen van de doorlatendheid in het laboratorium werd aangetroffen. De factoren  $\frac{d}{k}$  en  $k \times d$  hebben betrekking op de berekening van den gemiddelden doorlaatfactor, waarvoor naar de in noot 1) genoemde literatuur (blz. 589 e.v.) kan worden verwezen.

4) S. B. HOOGHOUDT. Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond N°. 3 „Bepaling van het uitwendige oppervlak van het minerale gronddeeltjescomplex”. Verslag. Landb. Onderz. 41, B, 589-615 (1935).

5) S. B. HOOGHOUDT. Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond, N°. 5. „De werkzame korreldoorsnede, het specifieke aantal en de gemiddelde korreldoorsnede.” Verslag. Landb. Onderz. 43, (1) B, 1-11 (1937).

6) Zie de Normaalbladen: N 209, 210 en 213.

7) S. B. HOOGHOUDT. Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond. N°. 2. „De doorlatendheid, de maximale capillaire stijghoogte, de hoeveelheid hangwater, de grootheid van Porchet en het specifieke oppervlak. De methoden ter bepaling van deze grootheden en hun onderling verband. Verslag. Landb. Onderz. 40, B 215—345, (1934).

## HOOFDSTUK II

**Enkele inleidende opmerkingen; de geologische bouw en de ontstaanswijze van den ondergrond der Groninger en Drentsche Veenkolonien; enkele beschouwingen over de granulaire samenstelling en de doorlatendheid van de aangeboorde geologische formaties met uitzondering van het veen**

§ 1. *Enkele inleidende opmerkingen*

In hoofdstuk I werd reeds opgemerkt, dat de boorplekken zijn aangegeven op de bijgevoegde kaart No. 1. Het leek ons van belang hierop tevens den geologischen opbouw van de bovenste grondlaag aan te geven. Deze geologische opbouw werd overgenomen van de Geologische Kaart van Nederland. Het kaartblad 7 (Groningen), kwartblad IV en blad 13 (Boertange) zijn echter nog niet uitgekomen. De directeur van de Geologische Stichting, afdeling Geologische Kaart, was echter zoo welwillend ons copieën van deze nog niet gedrukte bladen te doen toekomen, waarvoor wij gaarne onzen dank betuigen. Aangezien het niet wel mogelijk is deze kaart in kleurendruk uit te geven, werd van een verschillende arceering gebruik gemaakt. De verklaring van de diverse soorten van arceering is op de kaart aangegeven, waarnaar verwezen mag worden.

Hieronder § 2 volgt nu de „Geologische bouw en de ontstaanswijze van den ondergrond der Groninger en Drentsche Veenkolonien van de hand van DR. J. F. STEENHUIS, geologisch adviseur van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening <sup>\*)</sup>).

§ 2. *De geologische bouw en de ontstaanswijze van den ondergrond der Groninger en Drentsche Veenkolonien*

De Veenkolonien zijn uit een uitgebreid veengebied ontstaan. De geographische grenzen ervan vallen niet geheel samen met die van het juist bedoelde veen. Dit laatste toch heeft als oostgrens het laagterras van de Eems, die derhalve op Duitsch gebied is gelegen. In het Zuiden vond het veen een natuurlijk afsluiting door het laagterras van de Overijsselsche Vecht, eveneens beoosten de landgrens. Afgezien van het optreden van het laagterraslandschap der Overijsselsche Vecht in het uiterste Zuidwesten, vormde het glaciale landschap van zuidoostelijk en oostelijk Drenthe voor de uitbreiding van het veen in westelijke richting een natuurlijk obstakel.

Het veen werd derhalve in westelijke richting begrensd door den Hondsrug, welke heuvelrug onder het veen wegduikt, terwijl het glaciale pleistoceen op een enkel plekje opduikt, d.w.z. vrij van veen is gebleven. Beoosten Borger vangt een tweede rug aan, die ongeveer evenwijdig aan en ten oosten van den Hondsrug verloopt. Deze rug, die hier en daar zoo laag is, dat de vorming van het veenlandschap mogelijk was, is ingedeeld bij het laagterras, d.i. de jongpleistocene dalopvulling. De eigenlijke Veenkolonien worden door dezen rug in het Westen begrensd en niet door den Hondsrug, die van het laagterras door moerasveen is gescheiden. Dit laagterras is tot voorbij Kropswolde

<sup>\*)</sup> Voor de medewerking, welke in dezen van den Directeur van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening werd ondervonden, wordt hier gaarne onze dank gebracht.

aanwezig. Het moerasveen is, verder naar het Zuiden dan het laagterras reikt, onmiddellijk langs het hoogveen te onderscheiden en is nog verder te vervolgen, in het Oosten grenzende aan een uitgestrekt laagveengebied, dat op zijn beurt grenst aan het hoogveengebied, welks afgraving aan de Veenkoloniën het aanzijn gaf. Tusschen moerasveen en laagveen is langs de Hunze klei afgezet; tusschen laagveen en hoogveen vindt men opduikingen van het laagterras (Hoogezand, Sappemeer, Muntendam, Meeden); het laagveen omsluit het glaciële gebied van Duurswold (Slochteren, Schildwolde, Hellum, Siddeburen), het hoogveen grenst aan den glaciëlen rug Zuidbroek—Uiterburen—Noordbroek en aan het glaciële landschap van Oldambt. Het geheel van glaciëlaal- en laagterraslandschap, van moerasveen, laagveen en hoogveen grenst aan en duikt weg onder de jonge zeelei van de Groninger Waddenzee en den Dollard.

Tusschen het hoogveen — dat zich gedeeltelijk op Duitsch, gedeeltelijk op Nederlandsch gebied bevindt — en de huidige Veenkoloniën is een uitgestrekt zandig terrein, dat van Wedde via Vriescheloo en Bellingwold over de grens tot het laagterras te vervolgen is, doch overigens geheel vrij in het hoogveengebied — gelijk dat vroeger bestond — gelegen was en zich in zuidelijke richting tot voorbij Ter Apel uitstrekt. Grootendeels behoort het thans tot het laagterrasgebied, voor een klein gedeelte nog tot het glaciële landschap.

Uit het bovenstaande blijkt reeds, dat het oorspronkelijk veengebied zeer uitgestrekt was. Bovendien was het nog uitgestrekter dan geschetst is, aangezien het zeker in zuidelijker en vermoedelijk ook in westelijke richting verder te vervolgen is geweest en nog heden ten dagen is na te sporen.

De Veenkoloniën ontstonden luttele honderden jaren geleden. Bij den aanvang van haar ontstaan had de kleiafzetting in het Noorden reeds haar beslag gekregen.

Het laagveengebied van Duurswold werd er, evenmin als het moerasveen, bijgerekend. Zoo werd de noordgrens gelijk de westgrens op natuurlijke wijze bepaald. Een oostgrens werd in het zandige terrein tusschen Blijham en Ter Apel gevonden, zoodat het veen ten Oosten hiervan buiten de Veenkoloniën bleef. Verder naar het Zuiden vormt de landsgrens de oostgrens der Drenthsche Veenkoloniën, en eindelijk het laagterras van de Vecht en het glaciële gebied van Z.O. Drenthe.

De morphologie van het glaciële landschap bepaalde de uitbreiding van het veengebied in eerste, die van het laagterrasgebied in tweede instantie. D.w.z. indien dit laatste niet tot ontwikkeling was gekomen, zoo zou het veen zoowel in horizontale richting uitgebreider als in verticale dikker zijn geweest, dan uiteindelijk het geval was. Of m.a.w. en de morphologie van het glaciële landschap en de verdoezeling hiervan door de laagterrasafzettingen en de zelfstandige vormingen hiervan werden de factoren, die voor de uitbreiding van het veen in horizontale en in verticale richting beslissend waren. Aangezien de morphologie van het glaciëlaal mede bepaald werd door die van het „praeglaciëlaal” d.w.z. door die van het gebied vóór de ijsbedekking en vóór de afzetting van het praemorenaal, alsmede vóór een interstadiale uitschuring, die hieraan voorafging, zal het morphologisch uitgangspunt zijn de beschrijving van het landschap na de afzetting van het hoogterras van Rijn en Maas tijdens het Rissglaciëlaal.

Alvorens hiertoe over te gaan, moge steller dezès enkele woorden wijden aan den bouw en de ontstaanswijze van het besproken gebied vóór de afzetting van het hoogterras.

Door de onderzoekingen van de Rijksopsporing van Delfstoffen is komen vast te staan, dat het krijt, speciaal het boven-krijt, is aangeboord en wel in den ondergrond van De Scheere, gemeente Coevorden, en van Zuid-Barge, gemeente Emmen, op resp. ca. 307 en ruim 405 m — N.A.P. Deze krijtafzettingen zijn vaste gesteenten, die in zeewater zijn afgezet. Zij worden door tertiaire lagen bedekt, die eveneens marien zijn, doch grootendeels nog tot de losse gesteenten (klei en zand) behooren. Van nog drie andere plaatsen uit den ondergrond der Veenkoloniën en haar naaste omgeving kennen wij de bovenste lagen van het Tertiair n.l. van Noordlaren (Gr.), de Punt (Gr.) en van Beerta, en wel op ruim 175, 175 en 200 m — N.A.P. In het kort komt de geologische geschiedenis op het volgende neer:

Het uitgebreide veengebied, waaruit de Veenkoloniën ontstonden, is van het einde van het boven-krijt tot het mioceen een onderdeel van de bovenretaceïsche, paleogene en oud-neogene zee ter plaatse. De zeebodem kwam in het Zuiden in miocenen tijd, die in het Noorden tijdens het onderplioceen droog te liggen. Deze zeebodem dan werd mogelijk reeds in den pliocenen tijd, zeker tijdens het oudpleistoceen, door sedimenten bedekt, die door rivieren werden aangevoerd en ook in zoetwater, hetzij stroomend dan wel stilstaand, tot bezinking kwamen. Hier en daar werd de gelegenheid geschapen, dat veen ontstond. De voormalige zeebodem helt thans duidelijk van Z naar N af: De Scheere 89, Zuid Barge 77, Noordlaren en de Punt 175, Beerta ruim 200 m — N.A.P. De jongere fluviatiele en terrestrische, pliocene en oudpleistocene sedimenten worden bedekt door de grove, grindrijke zanden van het hoogterras. Ook deze hellen van Z naar N af, n.l. van ca. 20 tot ca. 80 m — N.A.P. De dikte van het fluviatiele plioceen — indien aanwezig — en pleistoceen (praerissien) zal in het N derhalve maximaal ca. 120 m bedragen, in het Z aanmerkelijk minder. Het is grootendeels uit zand opgebouwd, welks korrelgrootte tusschen zeer grof en uiterst fijn is gelegen en verder uit meer of minder zandige tot vette leem en klei en hier en daar uit veen. De bouw is sterk wisselend: typisch lenticulair, zoowel in groote trekken als gedetailleerd. Wij nemen aan, dat in den aanvang van den Riss-ijstijd dit lagenpakket met zijn helling van Z naar N en ook van O naar W, dus met een strokking ongeveer van ZW naar NO of van ZZW naar NNO, overstromend is door rivierwater uit het Zuiden en Oosten. Dit rivierwater deponeerde in hoofdzak grofzandige, grindrijke afzettingen, die een gemiddelde dikte van 30 m zullen hebben gehad.

De diluviaal-stratigrafen zijn er toe overgegaan, den Riss-ijstijd in twee koudere perioden (Riss I en Riss II) te verdeelen, welke door een warmer interstadiaal gescheiden zijn. Dit Riss-interstadiaal is voor den ondergrond van Nederland van groote beteekenis geweest. Reeds lang was bekend, dat tusschen het hoogterras en de grondmoreene van het voormalige Scandinavische landijs, dus tusschen ons Riss I en Riss II, een pakket aanwezig is, dat grootendeels uit fijnere sedimenten, t.w. klei (potklei), leem en meer of minder fijne, glimmer- en slibrijke, grindvrije zanden bestaat, waarnaast veen

— soms over een groote uitgestrektheid op een constant niveau — en grovere, grindhoudende zanden optreden. Dit lagen-pakket, op de nieuwe geologische kaart aangeduid met het symbool II 3', en als praemorenaal fluvioglaciaal onderscheiden, en ook wel „neutrale ruimte” genoemd, is het Riss-interstadaal. Is dus het voorkomen zelve reeds belangrijk, van belang is verder de ligging van het benedenvlak. Dit is n.l. veelvuldig veel dieper gelegen dan volgens de te verwachten ligging van het hoogterras het geval behoorde te zijn. In die gevallen ontbreekt het hoogterras geheel of gedeeltelijk, terwijl bij het geheel ontbreken het praerissien aangesneden en ten deele verdwenen kan zijn. M.a.w. aan de afzetting van het interstadaal ging een erosieve periode vooraf, waardoor het hoogterras gedeeltelijk of geheel en het praerissien gedeeltelijk kan zijn verdwenen. Waar het hoogterras niet meer aanwezig is ontbreekt tevens een uit geologisch oogpunt voor wateronttrekking in aanmerking komend niveau. Is het interstadaal ergens tevens geheel uit fijnere sedimenten opgebouwd en zijn in het praerissien evenmin grovere zanden aanwezig zoo is de ondergrond van deze plaats voor wateronttrekking ongeschikt en leveren boringen naar water geen resultaat of wel „mislukken” deze, gelijk de term in de boortechneek heet. Het zwak hellende, grofzandige, grindrijke terrein, dat zwak van ZW naar NO helde en tot ca. 50 m — N.A.P. of tot nog grootere diepte daalde, werd derhalve door geulen doorsneden. Na deze insnijding van het landschap volgde een opvulling der geulen en een bedekking door het praemorenaal fluvioglaciaal van het geheele gebied. Nadat het laatste smeltwater door de ijzige koude was bevroren en de aanvoer van zand en slib geheel was opgehouden, volgde de ijsbedekking. Toen de omstandigheden weder gunstig waren voor het afsmelten van het ijs, bleef de grondmoreene of het oudere fluvioglaciaal achter en werden opnieuw smeltwaterafzettingen gedeponceerd.

Wanneer men het bovenvlak van het praemorenaal, d.i. het ondervlak der grondmoreene of van het glaciaal niveau, in teekening brengt, zoo blijkt, dat een onregelmatig relief wordt verkregen: de hoogste punten van het glaciaal landschap liggen boven 10 m + N.A.P., terwijl het glaciaal niveau tot 60 m — N.A.P. in het Hunzedal daalt. Binnen het gebied der Veenkoloniën niet alleen, doch ook binnen dat der uitgebreide veenbedekking is het glaciaal niveau op sterk wisselende diepte gelegen. Vanaf de randen van het glaciaal landschap, gelijk dit thans is gegeven door den Hondsrug, het Oldambt, den rug van Slochteren en omgeving Onstwedde enz., duikt het niveau meestal sterk naar beneden. Het overstromingsgebied van het smeltwater van het landijs wordt dus gevormd door de uitgebreide vlakte tusschen de onderdeelen van het glaciaal landschap. Slechts uiterst zelden steekt dit uit het veen uit (o.a. Hasseberg bij Ter Apel). Het veengebied heeft sindsdien slechts ophooging gekend. Deze vond tegen het einde van het Rissglaciaal plaats door de zanden van het fluvioglaciaal dek, die meestal middel- tot matig grof van korrel zijn en noordelijk grind bevatten.

De ondergrond der Veenkoloniën en van het veengebied in het algemeen bestaat wel overal uit deze fluvioglaciaal zanden. Men kan ze tot het glaciaal landschap vervolgen, dat door materiaal van denzelfden ouderdom bedekt wordt. Toen het mildere klimaat van het Riss-Würm-interglaciaal zijn invloed deed gelden, was het gebied in zijn geheel tot een niveau opgehoogd, dat

geheel of nagenoeg geheel boven 30 m — N.A.P. was gelegen. Het diepste gedeelte bleef ten Oosten van den Hondsrug bestaan. Dit gedeelte werd tijdens het Riss-Würm-interglaciaal door het water van de Eemzee overstroomd, waardoor wegens de afzetting van zeeklei en zeezand verdere ophooging volgde. De niveaoverschillen van het uitgestrekte gebied verdwenen meer en meer. Uiteindelijk bleef een laagte bestaan, welker diepste gedeelten op ca. 30 m — N.A.P. waren gelegen.

Ook het Würm-glaciaal was gunstig voor afzetting en wel voornamelijk van zand. De jong-pleistocene dalopvulling omzoomt groote gedeelten van het glaciële landschap en bedekt het lager gelegen gedeelte van het fluvioglaciaal. De dikte van het laagterras is maximaal e.a. 30 m. Het nam vele oneffenheden van het gebied weg. Toen de ontwikkeling voltooid was, bleef een landschap over met zwakke verheffingen op uitgestrekte zandige vlakten.

Van waar komt al dit zand, welks dikte op ca. 10 m en meer is te schatten en welks horizontale uitgebreidheid vele honderden vierkante kilometers bedraagt.

De meest plausible voorstelling is deze, dat wij te maken hebben èn met materiaal, dat uit het fluvioglaciële dek en de grondmoreene is uitgeblazen en uitgespoeld èn met materiaal, dat van grooteren afstand afkomstig is en door den wind werd verplaatst. Het horizontaal gelaagd zijn der dalopvulling wijst op de geringe veranderlijkheid, dus op de standvastigheid der krachten, die het zand aanvoerden en bewogen. Mag de aanvoer derhalve een tweeledigen grond hebben gehad, de secundaire voortbeweging vond plaats in het stroomgebied der talrijke kleine rivieren. Hierdoor werd uiteindelijk een uitgestrekt overstromingsgebied gevormd, dat door ruggen en ruggetjes, door groote onregelmatige gelobde vlakten, door kopjes meer en meer de uitwendige gedaante verkreeg, die wij thans kennen, of m.a.w. een waterreservoir werd verkregen in plaats van een zandreservoir. De omstandigheden waren derhalve zeer gunstig voor de vorming van een drassig of vochtig tot waterrijk terrein: de natuurlijke helling was van te geringe beteekenis, dat hierbinnen waterloopen van eenige capaciteit ontstaan konden. Daarbij kwam toen de klimatologische verandering, die veenvorming bevorderde. De plantenoverblijfselen werden niet weggevoerd, doch bleven liggen en gaven aanleiding tot het ontstaan van veen als gesteente. Hier en daar slaagden kleine waterloopen erin, het veengebied te verlaten en in de zandige terreinen zich met de stroompjes daar te vereenigen. Het waterreservoir nam als zoodanig in beteekenis toe. Dit duurde eenige duizenden van jaren. Het veen kroop op tegen de zandruggen en overdekte vele der kopjes en andere plaatselijke terreinverheffingen. IJzerbacteriën zorgden hier en daar voor de vorming van de ijzerverbindingen, waaruit aan de lucht het ijzeroer ontstaat.

Het zeewater maakte in het Noorden en Noordoosten een einde aan het veenlandschap; dit werd overstroomd en met zeeklei bedekt. Bij de grenzen zal het water verzout zijn, zoodat daardoor een einde aan de vegetatie van het veen gemaakt werd. Het was de mensch die hieraan als zoodanig een einde maakte; de veenkoloniën als sociaal begrip ontstonden.

Tenslotte dient nog de wateronttrekking te worden besproken. Deze kan op groote schaal slechts aan drie niveau's plaats vinden, nl. uit de grovere



lagen van het Praerissien, uit het hoogterras en uit het fluvioglaciaal, ter plaatse der oergeul van de Hunze.

Boven is uiteengezet, dat in de interstadialen tijd van het Riss-glaciaal hier en daar het hoogterras verdwenen is. Daar waar dit het geval is, blijft één mogelijkheid slechts over. Scheidende lagenpakketten of zones van den grootsten weerstand worden geleverd door den grondmoreene, door leem- en kleilagen van het Praemorenale Fluvioglaciaal — w.o. potklei, die soms eenige tientallen meters dik kan zijn en zich over grooten afstand van eenige kilometers kan laten vervolgen —, van het postmorenale Fluvioglaciaal en van de Eemlagen <sup>9)</sup>.

### § 3. *Enkele beschouwingen over de granulaire samenstelling en de doorlatendheid van de aangeboorde geologische formatie's met uitzondering van het veen*

#### a. Algemeene opmerking

Is in de vorige paragraaf dus een algemeen geologisch overzicht gegeven, dan zullen we nu nagaan welke de granulaire samenstelling van de aangeboorde geologische formaties (tot hoogstens  $\pm 20$  m onder het maaiveld) is en vooral dus of er eenig verband bestaat tusschen deze geologische formatie eenerzijds en de granulaire samenstelling anderzijds. Is dit laatste het geval, dan is de geologische opbouw (dus tot de aangeboorde diepte) tevens van belang voor de waterhuishouding van de beschouwde gronden (in groot verband gezien; vooral echter ook ten opzichte van de ontwatering) en zal het aanbeveling verdienen dezen geologischen opbouw meer in bijzonderheden te leeren kennen. Bestaat echter geen of hoogstens slechts een zwak verband tusschen de geologische formatie eenerzijds en de granulaire samenstelling (en doorlatendheid) anderzijds, dan kan ons deze geologische opbouw voor het doel, waarvoor dit onderzoek werd opgezet, verder onverschillig laten. In dat laatste geval is het gewenscht zoo noodig uit de boorstaten van andere dan door ons verrichte boringen na te gaan, waar de bovenkant van de slecht doorlatende laag gelegen is, die dus de watervoerende laag naar onderen afsluit <sup>10)</sup>.

Hieronder zal nu besproken worden, in hoeverre het  $\text{CaCO}_3$ -, het humus-, het slibgehalte, het soortelijk oppervlak en daarmee dus tevens de doorlaatfactor samenhangt met de aangeboorde geologische formatie.

Hierbij wordt eraan herinnerd, dat de daarvoor benodigde gegevens zijn aangegeven in de tabellen I (voor de beteekenis der geologische symbolen; zie hoofdstuk I), waaraan dus de hieronder te bespreken gegevens zijn ontleend. Hierbij kan worden opgemerkt, dat, afgezien van de lagen tot  $\pm 1$  m onder het maaiveld, van de dieper gelegen lagen telkens van iedere laag van 1 m dikte een gemiddeld monster is genomen, tenzij lagen van een andere geaardheid optreden, waarvoor verder naar de tabellen I wordt verwezen.

<sup>9)</sup> Het is wellicht niet ondienstig hierbij op te merken, dat zowel de wateronttrekking als de scheidende lagenpakketten bedoeld zijn ten opzichte van de wateronttrekking in boorputten, zooals deze ten behoeve van de drinkwaterleiding en dergelijke geschiedt. Voor het onderzoek, dat in deze publicatie is beschreven, moeten andere maatstaven worden aangelegd (opmerking van schrijver).

<sup>10)</sup> Hierbij is afgezien van kwelvraagstukken, waarbij ook de eventueel onder de genoemde slecht doorlatende laag optredende, goed tot zeer goed doorlatende laag van belang is, of althans kan zijn.

In de tabel 2 zijn voor alle verrichte boringen, de geologische formatie, de ligging van deze formatie in m onder het maaiveld ter plaatse van deze boringen en het aantal monsters uit deze formatie aangegeven. Alvorens de bedoelde granulaire samenstelling van deze geologische formaties te bespreken willen we aan de hand van tabel 2 nog eens nagaan, hoe de opbouw van het aangeboorde profiel is; dit dus ter verduidelijking van § 2 van dit hoofdstuk.

Uit tabel 2 blijkt nu het volgende:

Zien we af van de veenlaag (I 4 v), dan blijkt vrijwel overal in het beschouwde gebied (dus ongeveer omgrensd door de buitenste boringen) onder het veen eerst het laagterras (II 8) te zijn aangeboord. Een uitzondering hierop vormen de boringen Q, P en O in het noordelijkste gedeelte in de buurt van Slochteren en Schildwolde. Hier treedt onder de veenlaag direct het fluvioglaciaal dek (II 4) op. Ter plaatse van deze drie boringen werd onder dit fluvioglaciaal dek de grondmoreene (II 3) bereikt, terwijl bij boring O ook de, onder de grondmoreene optredende, „Fluvioglaciaal zanden onder de grondmoreene (II 3')” werden aangeboord. Een verdere uitzondering vormen in het uiterste Zuiden de boringen 54 en 58, gelegen tusschen omstreeks Nieuw-Amsterdam en Klazienaveen en ten Zuiden van Nieuw Dordrecht. Hier treedt bij boring 54 onder de veenlaag direct de grondmoreene en daaronder de „fluvioglaciaal zanden onder de grondmoreene” op, terwijl bij boring 58 onder de veenlaag eerst het fluvioglaciaal dek, daaronder de grondmoreene en daaronder de „fluvioglaciaal zanden onder de grondmoreene” werden aangetroffen. In het geheele tusschenliggende gebied werd dus onder de veenlaag eerst het laagterras (II 8) aangeboord.

Het bovengenoemde laagterras heeft een wisselende dikte en wel bleek, dat van de 51 boringen tot  $\pm 10$  m onder het maaiveld, (waar dus dit laagterras werd aangetroffen,) op 49 plekken dit laagterras niet werd doorboord; hier reikt dit laagterras dus tot meer dan 10 m onder het maaiveld. Op 2 plekken n.l. F en G in de buurt van Sellingen eindigde het laagterras op resp. 8 en 2 m onder het maaiveld. Van de 22 boringen dieper dan 10 m (tot hoogstens 20 m) onder het maaiveld werd op 4 plekken het laagterras niet doorboord. De boring M was echter slechts tot 12 m onder het maaiveld voortgezet; de overige tot  $\pm 20$  m. Op deze laatste plekken n.l. Na, 11 en 32 reikt het laagterras dus tot meer dan 20 m onder het maaiveld ter plaatse. Op de overige boorplekken (18 stuks) werden de, onder het laagterras liggende, lagen aangeboord. Hieruit volgt dus, dat als regel het laagterras dieper reikt dan tot 10 m, anderzijds zich echter ook slechts zelden dieper dan tot 20 m onder het maaiveld voortzet.

Op de bovengenoemde 18 plekken (tot  $\pm 20$  m) en op de plekken F en G (tot  $\pm 10$  m) werd het laagterras dus doorboord. Alleen bij de boorplekken K en J ten N en NO van het Zuidlaarder Meer werd de zoogenaamde „Eemvorming” (II 8') aangeboord; echter niet doorboord. Op de overige plekken werd onder het laagterras eerst het fluvioglaciaal dek aangetroffen, behalve op plek E in de buurt van Sellingen, waar onder het laagterras direct de „fluvioglaciaal zanden onder de grondmoreene” (II 3') werden aangetroffen, welke zanden hier niet werden doorboord. Op de resterende plekken (totaal dus nog 17) treedt onder het laagterras eerst het fluvioglaciaal dek op. Dit laatste werd in 16 gevallen niet doorboord, op één boorplek (F) werd echter

niet dieper dan tot 10 m onder het maaiveld geboord en op een andere plek (No. 26) niet dieper dan tot 13 m onder het maaiveld. Als regel reikt het fluvioglaciale dek, indien het aanwezig is, dus tot meer dan 20 m onder het maaiveld.

Tenslotte werden op twee plekken (B en G ten Z van Boertange) het fluvioglaciale dek doorboord en wel blijkt de onderkant van dit fluvioglaciale dek resp. op 16 en 7 m onder het maaiveld te liggen. Bij boorplek B werd onder het fluvioglaciale dek direct de „fluvioglaciale zanden onder de grondmoreene” (II 3') aangetroffen, die niet doorboord werden. Bij boorplek G werd onder het fluvioglaciale dek de grondmoreene (II 3) aangeboord, die op de boordiepte (echter slechts 10 m) niet werd doorboord. Vatten we het geheel samen, dan blijkt, afgezien van kleine afwijkende gebiedjes in het uiterste Noorden (boring Q, O en P), in het Noord-westen (boring K en J), in het Oosten (boring E, B en G) en in het Zuiden (boring 54 en 58), onder de veenlaag eerst het laagterras (II 8) op te treden tot een diepte, die als regel meer dan 10 en minder dan 20 m onder het maaiveld bedraagt. De daaronder liggende lagen werden als regel dus niet aangeboord; zie ook § 2 van dit hoofdstuk.

b. Het aantal grondmonsters van iedere aangeboorde geologische formatie en het daarin bepaalde koolzure kalkgehalte

In tabel 3 zijn nu van alle bemonsterde lagen van het laagterras (II 8), van de Eemvorming (II 8'), van het fluvioglaciale dek (II 4), van de grondmoreene (II 3) en van de „fluvioglaciale zanden onder de grondmoreene” (II 3') het aantal monsters en het percentage met bepaalde  $\text{CaCO}_3$ -gehalten aangegeven. Tevens zijn deze koolzure kalkgehalten nog onderverdeeld in aantal en in percentage van het aantal onderzochte monsters van de betreffende formatie, waarvoor verder nog naar tabel 3 verwezen kan worden.

TABEL 3

$\text{CaCO}_3$ in % op droge stof	Geologische formatie									
	II 8 Laagterras		II 8' Eemvorming		II 4 Fluvioglaciaal dek		II 3 Grond- moreene		II 3' Fluvioglaciaal zand onder grondmoreene	
	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal	%
0	798	94,2	0	0,0	66	65,3	6	42,9	37	94,9
0,1—1,0	40	4,7	1	11,1	24	23,7	1	7,1	2	5,1
1,1—2,0	1	0,1	1	11,1	2	2,0	3	21,4	0	0,0
2,1—3,0	2	0,2	1	11,1	2	2,0	1	7,1	0	0,0
3,1—4,0	1	0,1	3	33,3	5	5,0	0	0,0	0	0,0
4,1—5,0	3	0,4	2	22,2	2	2,0	0	0,0	0	0,0
5,1—6,0	0	0,0	1	11,1	0	0,0	2	14,3	0	0,0
6,1—7,0	0	0,0	—	0,0	0	0,0	1	7,1	0	0,0
7,1—8,0	2	0,2	—	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Totaal . . .	847	99,9	9	99,9	101	100,0	14	99,9	39	100,0

Uit tabel 3 blijkt, dat men alleen van de „Eemvorming” (II 8') kan zeggen, dat hierin overal  $\text{CaCO}_3$  aanwezig is. Het aantal monsters is echter zoo gering, dat hieruit niet kan worden afgeleid, of dit toeval dan wel steeds het geval is. Van de overige (bemonsterde) geologische formaties geldt algemeen, dat soms wel, soms geen  $\text{CaCO}_3$  werd aangetroffen. Het al of niet aanwezig zijn van koolzure kalk vormt dus geen karakteristiek herkenningsteeken of omgekeerd zegt de geologische formatie niets (niet iets met zekerheid) over het koolzure kalk-gehalte. Wel blijkt rond 94 % van de monsters uit het laagterras (II 8) geen koolzure kalk te bevatten. Van het fluvioglaciaal dek heeft rond 65 % van de monsters geen koolzure kalk, van de grondmoreene rond 43 % en van de „fluvioglaciaale zanden onder de grondmoreene” weer rond 95 %. Hieruit volgt dus, dat het aangeboorde laagterras verreweg voor het grootste gedeelte vrij is van  $\text{CaCO}_3$ , hetgeen ook geldt voor de „fluvioglaciaale zanden onder de grondmoreene” (II 3'). Het aangeboorde fluvioglaciaale dek is grootendeels vrij van  $\text{CaCO}_3$  en de grondmoreene (II 3) voor de kleinste helft.

Het  $\text{CaCO}_3$ -, het humus-, het slibgehalte en het U-cijfer van de zandfractie bepalen wel in hoofdzaak de hier beschouwde physische eigenschappen van deze gronden (voornamelijk de doorlatendheid; ook de korrelvorm is hierop van invloed, maar deze is niet verder nagegaan). We moeten hier dus constateeren, dat de geologische formatie genoemd physisch gedrag ten opzichte van het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte niet met zekerheid bepaalt, zij het dan ook voor het laagterras (II 8) en de „fluvioglaciaale zanden onder de grondmoreene” nog het meest bevredigend (men denke er wel om, dat tot het laagterras ook kleilagen behooren; zie onder sub d).

In tabel 4 zijn tenslotte nog de boringen met de aangeboorde lagen aangegeven, waarin  $\text{CaCO}_3$  werd aangetroffen. Hieruit blijkt, dat groote samenhangende gebieden, waar overal  $\text{CaCO}_3$ , vanaf een zekere diepte en tot eventueel een zekere diepte, werd aangetroffen, niet optreden; wel zijn hier en daar kleinere gebiedjes te onderscheiden, zooals bijv. ter plaatse van de boringen 46, 47, 48, 49 en 50. De diepte, waar de grond  $\text{CaCO}_3$  begint te bevatten, is echter weer vrij sterk uiteenlopend (dit laatste althans ten opzichte van het maaiveld).

Ten slotte kan nog worden opgemerkt, dat uit tabel 4 verder nog volgt, dat van alle boringen de grond  $\text{CaCO}_3$  begint te bevatten bij 1 boring op 1 m onder het maaiveld; bij 1 op 3 m; bij 1 op 4 m; bij 2 op 5 m; bij 1 op 6 m; bij 2 op 7 m; bij 6 op 8,5 à 9 m; bij 1 op 10 m en bij 4 van 12 tot 18 m onder het maaiveld; bij de overige boringen waren bij de boordiepte nog geen koolzure kalk bevattende grondlagen aangeboord.

### c. Het humusgehalte

In de eerste plaats zullen we weer nagaan, wat het humusgehalte van de betreffende geologische formaties is, waarvoor naar tabel 5 verwezen wordt.

TABEL 5

Humus in % op droge stof	Geologische formatie									
	II 8 Laagterras		II 8' Eemvorming		II 4 Fluvioglaciaal dek		II 3 Grond- moreene		II 3' Fluvioglaciaal zand onder grondmoreene	
	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal	%
0— 1,0	745	88,0	9	100,0	85	84,1	9	64,3	36	92,3
1,1— 2,0	35	4,1	—	—	15	14,9	2	14,3	1	2,6
2,1— 3,0	24	2,8	—	—	—	—	1	7,1	—	—
3,1— 4,0	16	1,9	—	—	1	1,0	—	—	—	—
4,1— 5,0	10	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—
5,1— 6,0	5	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
6,1— 7,0	2	0,2	—	—	—	—	2	14,3	—	—
7,1— 8,0	5	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
8,1— 9,0	1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
9,1— 10,0	1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
> 10,0	3	0,4	—	—	—	—	—	—	2	5,1
Totaal . . .	847	100,0	9	100,0	101	100,0	14	100,0	39	100,0

Uit tabel 5 blijkt, dat alleen de monsters uit de Eemvorming (II 8') alle een humusgehalte onder 1 % bezitten. Het aantal monsters is echter te gering om uit te maken of dit regel dan wel toeval is. Voor alle andere formaties blijkt wel *meestal* het humusgehalte zeer klein te zijn; uitzonderingen komen echter voor. Hieruit volgt — afgezien dus mogelijk van de Eemvorming —, dat ook het humusgehalte geen specifiek herkenningsteeken van deze formaties is, of omgekeerd de geologische formatie niets (niet iets met zekerheid) zegt over het humusgehalte. Wel blijkt dat 88 % van de monsters uit het laagterras een humusgehalte onder 1,0 % bezit. Dergelijke percentages treden ook bij het fluvioglaciaal dek en de „fluvioglaciaale zanden onder de grondmoreene” op; voor de grondmoreene is dit percentage kleiner (64 %); het aantal onderzochte monsters is echter slechts gering. De geologische formatie — de Eemvorming dus mogelijk uitgezonderd —, bepaalt dus het, in sub *b* bedoelde fysisch gedrag (vooral de doorlatendheid) ten opzichte van het humusgehalte niet met zekerheid, zij het dan ook, dat we wel kunnen zeggen, dat de formaties II 8, II 4 en II 3' (voor zooverre het aantal monsters althans voldoende is; hierover bestaat bij II 4 en II 3' geen zekerheid) voor verreweg het grootste gedeelte bestaan uit practisch humusvrije tot humusarme zandgronden. Voor de formaties II 3 en II 8' is het aantal monsters te gering om hierover een oordeel uit te spreken.

In tabel 6 werd tenslotte nog een overzicht gegeven van het humusgehalte van de aangeboorde lagen op meer dan 1 m onder het maaiveld van de boorplekken en van de lagen, waar dit gehalte werd aangetroffen. Uit deze tabel blijkt, dat op 56 boorplekken geen lagen werden aangetroffen met meer dan 1,0 % humus, terwijl op nog 7 boringen lagen werden aangeboord met hoogstens 2,0 % humus en nog 5 boringen met lagen met hoogstens 3,0 %. Op verreweg

het grootste gedeelte van de boorplekken, nl. 68 van de 78 werden slechts lagen aangeboord, die vrijwel humusvrij of hoogstens humusarm zijn. De 10 boringen (zie tabel 6), waarbij humusrijkere tot humusrijke tot zelfs humeuze lagen werden aangeboord, blijken wel vaak, echter niet steeds aan de randen van het beschouwde gebied te liggen, terwijl omgekeerd niet alle aan de randen van dit gebied liggende boringen deze afwijkingen vertoonen.

#### d. Het gehalte aan afslibbaar (slibgehalte)

Ook nu zullen we in de eerste plaats nagaan hoe het slibgehalte van de diverse geologische formaties is, waarvoor naar tabel 7 verwezen wordt.

Alvorens op de resultaten in te gaan, moet worden opgemerkt, dat de doorlatendheid van gronden reeds door een slibgehalte van meer dan  $\pm 2,5\%$  wordt beïnvloed (zie de in noot 7 genoemde literatuur, blz 312), terwijl de doorlatendheid van den grond met een toenemend slibgehalte (althans eerst) zeer snel daalt. Zoodra echter een structuur (micro of macro) kan optreden, wordt de doorlatendheid in eerste instantie resp. geheel door deze structuur bepaald. Een micro-structuur kan bij gronden met omstreeks 5 of meer % slib beginnen op te treden resp. optreden; bij een oplopend slibgehalte is ook een macrostructuur reeds spoedig mogelijk.

TABEL 7

Slib in % op droge stof	Geologische formatie									
	II 8 Laagterras		II 8' Eemvorming		II 4 Fluvioglaciaal dek		II 3 <sup>1)</sup> Grond- moreene		II 3' Fluvioglaciaal zand onder grondmoreene	
	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal	%
0—1,0	59	7,0	—	—	35	34,6	—	—	22	56,4
1,1—2,0	297	35,1	—	—	23	22,8	—	—	6	15,4
2,1—3,0	316	37,3	—	—	15	14,9	1	7,1	5	12,8
3,1—4,0	101	11,9	2	22,2	9	8,9	3	21,4	2	5,1
4,1—5,0	22	2,6	—	—	7	6,9	1	7,1	1	2,6
5,1—6,0	17	2,0	—	—	3	3,0	1	7,1	1	2,6
6,1—7,0	7	0,8	—	—	2	2,0	—	—	1	2,6
7,1—8,0	5	0,6	—	—	—	—	—	—	1	2,6
8,1—9,0	5	0,6	1	11,1	—	—	1	7,1	—	—
9,1—10,0	—	—	—	—	1	1,0	—	—	—	—
10,0—20,0	7	0,8	6	66,7	4	3,9	3	21,4	—	—
20,0—40,0	5	0,6	—	—	1	1,0	—	—	—	—
40,0—60,0	6	0,7	—	—	—	—	2	14,3	—	—
< 60,0	—	—	—	—	—	—	2	14,3	—	—
Totaal . . .	847	100,0	9	100,0	101	100,0	14	99,8	39	100,0

<sup>1)</sup> De mengmonsters van II 3 en II 4 werden niet in aanmerking genomen.

Het voorgaande in aanmerking nemende, blijkt uit tabel 7, dat ook het slibgehalte geen specifiek herkenningsteeken van deze formatie is of omgekeerd de geologische formatie niets (niet iets met zekerheid) zegt over het

kleigehalte. In de formatie II 8, II 4 en II 3' komen naast weinig slibhoudende ook sterk slibhoudende gronden voor en in II 8 en II 4 daarnaast zelfs kleigronden (meer dan 10 % klei) tot zelfs zware kleigronden (II 8). De formaties II 8' en II 3 bevatten weliswaar geen weinig slibhoudende gronden (minder dan 2 % slib) — voorzoverre het aantal monsters althans een beoordeeling toelaat —, maar wel matig slibhoudende gronden (2—5 %) naast kleigronden tot zelfs zeer zware kleigronden (II 3). Anderzijds blijkt, dat de „fluvioglaciale zanden onder de grondmoreene” ook werkelijk zandgronden zijn, in zoverre zij minder dan 10 % slib bevatten.

De geologische formatie bepaalt dus het, in sub *b* bedoelde, physische gedrag (vooral de doorlatendheid) ten opzichte van het slibgehalte niet alleen niet met zekerheid, maar bepaalt het zelfs in het geheel niet<sup>11)</sup>.

In tabel 8 is ten slotte van de verrichte boringen een overzicht gegeven van de aldaar aangetroffen slibgehalten in lagen op meer dan 1 m onder het maaiveld. Hieruit blijkt, dat op 4 boorplekken alleen lagen met hoogstens 2,5 % slib zijn aangeboord. Op 22 andere boorplekken was het maximale slibgehalte, dat aangetroffen werd, 3 % (dit geldt ook voor boring B tot 11 m onder het maaiveld); op 11 andere boorplekken was dit gehalte hoogstens 3,5 % (dit geldt ook voor boring 4a tot 14 m en voor boring 19 tot 18 m onder het maaiveld). Verder werden op nog 7 andere boorplekken hoogstens lagen met 3,9 % slib aangetroffen, hetgeen ook nog voor 5 boorplekken geldt tot 10 à 18 m onder het maaiveld. Op 78—44 = 34 boorplekken werden tenslotte lagen met 4,0 of meer procenten slib aangetroffen. Deze werden in tabel 8 nog onderverdeeld in boringen tot 10 m en tot meer dan 10 m (maximaal 20 m), waarvoor verder naar tabel 8 mag worden verwezen. Deze laatste boringen blijken in hoofdzaak — echter niet geheel — in den rand van het beschouwde gebied te liggen; zoo komen op de boorplekken in den rand van het beschouwde gebied ook verschillende gevallen voor, waar geen lagen met meer dan hoogstens 3,9 % slib werden aangeboord.

#### e. Het U-cijfer (soortelijk oppervlak)

In tabel 9 is het verband aangegeven tusschen het U-cijfer en de geologische formatie. Dit is in zoverre interessant, aangezien bij de geologische kaart vaak iets over de grofheid resp. de fijnheid van de geologische formatie is opgemerkt. Zoo werd ons bij de formatie II 8, II 8', II 4, II 3 en II 3' hierover vanwege den Directeur van den Geologischen Dienst, afdeling Geologische Kaart, in het algemeen resp. de volgende grofheid of fijnheid opgegeven, n.l.: middelfijne tot matig fijne zanden (II 8); zeer fijne tot middelfijne, slibhoudende zanden (II 8'); middelfijne tot matig grove zanden, meer of minder met grind (II 4); sterk leemige afzetting, tenzij geheel uitgespoeld (steenpakking; II 3) en zeer fijne tot middelfijne zanden, meer of minder slibhoudend, met inschakeling van kleilagen en dikkere kleilagen (II 3')<sup>12)</sup>. Hierbij kan nog worden opgemerkt, dat de zandfracties (deeltjes van 16—2000 $\mu$  = 0,016 — 2,0 mm),

<sup>11)</sup> Men denke erom, dat behalve het slibgehalte ook nog een zeker humusgehalte en soms een zeker koolzure kalkgehalte aanwezig is, die beide ook de doorlatendheid beïnvloeden (zie noot 7, blz. 312).

<sup>12)</sup> De nadruk werd er daarbij opgelegd, dat dit het gemiddelde karakter is, hetgeen beteekent, dat plaatselijk de korrelgrootte daarvan naar grover en naar fijner kan afwijken.

of bij gronden met minder dan 10 % slib (zandgronden) ook de zandgronden zelf, met een U-cijfer van 5—10 uiterst grof; 10—20 zeer grof; 20—30 middel grof; 30—50 matig grof; 50—80 matig fijn; 80—120 middel fijn; 120—160 zeer fijn; en grooter dan 160 uiterst fijn genoemd worden (zie hoofdstuk I, en de in noot 5 en 6 genoemde literatuur):

TABEL 9

U-cijfer	Geologische formatie									
	II 8 Laagterras		II 8' Eemvorming		II 4 <sup>1)</sup> Fluvioglaciaal dek		II 3 Grondmoreene		II 3' Fluvioglaciaal zand onder grondmoreene	
	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal	%
21—30	0	0,0	—	—	2	2,0	—	—	—	—
31—40	0	0,0	—	—	7	6,9	—	—	—	—
41—50	0	0,0	—	—	19	18,8	—	—	—	—
51—60	23	2,7	—	—	24	23,8	—	—	4	10,3
61—70	67	7,9	—	—	8	7,9	—	—	3	7,7
71—80	98	11,6	—	—	10	9,9	2	16,7	5	12,8
81—90	219	25,9	—	—	5	5,0	3	25,0	7	17,9
91—100	306	36,1	—	—	6	5,9	2	16,7	12	30,8
101—110	78	9,2	2	22,2	2	2,0	1	8,3	6	15,4
111—120	19	2,3	2	22,2	3	3,0	—	—	2	5,1
121—130	13	1,6	2	22,2	3	3,0	—	—	—	—
131—140	0	0,0	1	11,1	2	2,0	1	8,3	—	—
141—150	3	0,4	1	11,1	1	1,0	—	—	—	—
151—160	8	0,9	1	11,1	4	4,0	1	8,3	—	—
161—170	1	0,1	—	—	2	2,0	1	8,3	—	—
171—180	2	0,2	—	—	3	—	—	—	—	—
181—190	1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
191—200	0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
201—210	1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
211—220	1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
221—230	2	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—
231—240	1	0,1	—	—	—	—	1	8,3	—	—
241—250	0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
251—260	0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
261—270	0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
271—280	0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
281—290	2	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—
291—300	2	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Totaal . . .	847	99,9	9	99,9	101	100,2	12	99,9	39	100,0
20—30	0	0,0	0	0,0	2	2,0	0	0,0	0	0,0
30—50	0	0,0	0	0,0	26	25,7	0	0,0	0	0,0
50—80	188	22,2	0	0,0	42	41,6	2	16,7	12	30,8
80—120	622	73,5	4	44,4	16	15,8	6	50,0	27	69,2
120—160	24	2,8	5	55,6	15	14,9	2	16,7	0	0,0
> 160	13	1,5	0	0,0	0	0,0	2	16,7	0	0,0

<sup>1)</sup> Van 2 monsters werd geen U-cijfer bepaald. De mengmonsters van II 3 + II 4 werden niet in aanmerking genomen.

Opmerking: De voor de betreffende fractie karakteristieke cijfers zijn vet gedrukt.



Uit tabel 9 blijkt nu in de eerste plaats, dat II 8 in hoofdzaak bestaat uit middel tot matig fijne zanden; ook zeer fijne tot uiterst fijne zanden of zandfractie's (van de kleigronden) komen echter voor. Voor zooverre over II 8' een oordeel kan worden uitgesproken — het aantal monsters is veel te gering om hierover een vaststaand oordeel uit te spreken —, blijken deze gronden zeer fijn tot middelfijn te zijn. De formatie II 4 bestaat in hoofdzaak uit matig fijne tot matig grove zanden (resp. uit gronden met deze zandfracties); ook middelgrove, middelfijne, zeer fijne en uiterst fijne gronden komen voor. Het beschikbare aantal monsters van II 3 is weer te gering om een vaststaand oordeel uit te spreken; voorzooverre deze formatie is aangeboord bestaat zij uit matig fijne resp. middelfijne, zeer fijne tot uiterst fijne zandgronden resp. gronden met deze zandfracties. Tenslotte blijkt II 3' uit middel tot matig fijne zanden te bestaan. In 't algemeen blijken de, door den Geologischen Dienst, afdeling Geologische Kaart, aan deze formatie gegeven, omschrijvingen voor de fijnheid van deze gronden juist te zijn. Dit neemt niet weg, dat de onderzochte geologische formaties somtijds ook de fijnheid van het zand (het U-cijfer) op een onvoldoende wijze vastleggen, wat betreft het genoemde physisch gedrag (doorlatendheid) van deze gronden, zij het dan ook, dat sommige formaties (II 8' en II 3') een relatief weinig varierende fijnheid lijken te bezitten. Over de fijnheid van den grond geven deze geologische formaties dan ook meer informatie dan over de zoo juist besproken eigenschappen, afgezien dan van de formatie II 4 en in mindere mate II 8, waar de fijnheid wel zeer verschillend kan zijn.

In verband met het bovenstaande kan men zich afvragen, of de gemiddelde fijnheid van de geheele formaties resp. van deze formaties, voor zooverre zij zijn aangeboord ter plaatse van de boorplekken, een nog niet bevredigender resultaat zullen opleveren. In tabel 10 zijn daarom voor de diverse boorplekken het gemiddelde U-cijfer van de betreffende formatie aangegeven, waarbij de U-cijfers van de gronden met meer dan 10 % slib al dan niet werden weggelaten (zie tabel 10 en de noten onderaan deze tabel). Een overzicht daarvan is gegeven in tabel 11, echter alleen van de gronden met minder dan 10 % slib of dus van de eigenlijke zandgronden, aangezien het U-cijfer voor zandgronden belangrijker is dan voor kleigrond (= gronden met meer dan 10 % slib).

Uit tabel 11 blijkt nu, dat van de 67 boringen, waar het laagterras werd aangeboord (II 8), het gemiddelde U-cijfer van deze formatie ter plaatse van deze boringen varieert tusschen 71 en 105. Deze verschillen in de gemiddelde fijnheid zijn dus reeds veel kleiner dan die in de diverse bemonsterde lagen afzonderlijk. Als zoodanig beschouwd behooren zij vrijwel geheel in de middelfijne groep. Het verschil in slib-, humus- en  $\text{CaCO}_3$ -gehalte maakt echter, dat men aan de wetenschap, dat genoemde lagen tot het laagterras behooren, voor de schatting van de doorlatendheid — dus indien deze niet bepaald wordt — weinig heeft.

De formatie II 8' (Eemvorming) is slechts op twee boorplekken aange troffen. De gemiddelde U-cijfers van deze formatie (voor zooverre aangeboord) bedragen 115 en 148; in het eerste geval had geen der aangeboorde lagen meer dan 10 % slib; in het andere geval daarentegen alle aangeboorde lagen. Ofschoon de U-cijfers niet zooveel verschillen, maakt hier het slibgehalte,

dat men aan de wetenschap, dat deze laag tot de Eemvorming behoort, voor de schatting van de doorlatendheid weinig heeft.

De formatie II 4 (fluvioglaciaal dek) werd op 16 plekken aangeboord; 1 plek (zie tabel) werd echter niet in aanmerking genomen, aangezien de genomen monsters uit een menglaag stamden. Het gemiddelde U-cijfer van de aangeboorde formatie blijft echter zeer verschillend en loopt uiteen van 40 tot 158. Reeds afgezien van het verschil in slib-, humus- en  $\text{CaCO}_3$ -gehalte maken de verschillen in U-cijfers reeds, dat men weinig nut heeft van het feit, dat men weet, dat de betreffende lagen tot de formatie II 4 behooren.

De formatie II 3 (grondmoreene) werd op 6 plaatsen aangeboord; de resultaten op 1 plek (zie tabel 11) werden echter buiten beschouwing gelaten; op 2 boorplekken bevat deze formatie geen slibgehalten hooger dan 10 %; de gemiddelde U-cijfers loopen daarbij echter zeer uiteen nl. van 96 tot 200. Bij één boring werden alleen lagen met meer dan 10 % slib aangetroffen, die meerendeels zoo zwaar waren dat geen U-cijfers van de zandfracties meer bepaald werden. Bij een andere boring werden eveneens alleen lagen met meer dan 10 % slib aangetroffen; het gemiddelde U-cijfer van de zandfracties was ter plaatse van deze boring 122. Tenslotte werden bij 1 boring zoowel lagen met meer als met minder dan 10 % slib aangeboord. Zonder weglating van de lagen met meer dan 10 % slib is het gemiddelde U-cijfer van de zandfracties nog iets kleiner, dan wanneer deze lagen wel worden weggelaten nl. resp. 86 en 89. Deze formatie kan dus zoowel een uiterst kleine doorlatendheid bezitten als een doorlatendheid, die voor dit onderzoek zeker van belang is (boring 54).

De formatie II 3' (fluvioglaciale zanden onder de grondmoreene) is op 5 boorplekken aangeboord. De gemiddelde U-cijfers variëren van 68 tot 106.

f. De doorlatendheid van de geologische formatie; wordt de afsluiting van de watervoerende laag van onderen al dan niet door de geologische formatie aangegeven

We zouden ons nu kunnen afvragen, wat de doorlaatfactoren van de afzonderlijke lagen en wat de gemiddelde doorlaatfactoren van de onderzochte formaties (eventueel tot zoover deze zijn bemonsterd) zijn. De eerste vraag zal in het volgende hoofdstuk behandeld worden. De laatste vraag moet helaas op deze wijze beantwoord worden, dat lagen met meer dan 10 % slib in elk geval slecht doorlatend zijn, waardoor het tevens onmogelijk wordt, of het althans practisch geen nut heeft, gemiddelde doorlaatfactoren van deze formaties uit de doorlaatfactoren van de afzonderlijk bemonsterde lagen te berekenen. Afgezien van het feit, dat de onderzochte geologische formaties geen of althans onvoldoende inlichtingen geven over het  $\text{CaCO}_3$ -, het humus-, het slib-gehalte en gedeeltelijk ook over het U-cijfer, is het zeker beslissend voor het nut van de kennis van den geologischen opbouw van het profiel, of deze laatste opbouw althans in staat is de onderkant van de watervoerende laag aan te geven (kwelvraagstukken blijven buiten beschouwing). In tabel 12 is daarom voor iedere boorplek de onderkant van deze watervoerende laag aangegeven, zooals deze uit de doorlatendheidsbepalingen blijkt (zie hoofdstuk III), terwijl hierin tevens is aangegeven, of deze onderkant samenvalt met den bovenkant van een geologische formatie dan wel hier midden in ligt.

Uit tabel 12 blijkt, dat in 55 gevallen de onderkant van de watervoerende laag (= bovenkant slecht doorlatende laag) nog niet was bereikt. Dit was wel het geval in 78—55 = 23 gevallen. Van deze 23 gevallen viel slechts in twee gevallen de onderkant van de watervoerende laag samen met den bovenkant van een geologische formatie, welke formatie bij boring 25 het fluvio-glaciaal dek (II 4) en bij boring G de grondmoreene was (II 3). In 21 gevallen lag deze onderkant van de watervoerende laag dus midden in een geologische formatie en wel 14 keer midden in het laagterras (II 8), 5 keer in het fluvio-glaciaal dek (II 4), 1 keer in de grondmoreene en 1 keer in de „fluvioglaciaale zanden onder de grondmoreene”.

*Uit het bovenstaande, mede in verband met het voorgaande volgt dan ook, dat voor het beoogde doel de kennis van den geologischen opbouw van geen of althans van slechts weinig belang is.* Feitelijk wil dit slechts zeggen, dat de poging om deze kennis van den geologischen opbouw voor iets anders te gebruiken, dan waarvoor het dienen moet, mislukt is. Van veel grooter belang dan de geologische opbouw is voor ons doel de opbouw van het profiel naar de fijnheid van het zand, naar het slibgehalte, naar het humusgehalte en in mindere mate ook naar het koolzure kalkgehalte. Het lijkt mij gewenscht dit laatste nog eens met nadruk vast te stellen. De dwarsprofielen, zooals deze nu op de bladen van de Geologische Kaart van Nederland zijn aangegeven, verliezen hierdoor hun doel voor alle vraagstukken, die in verband staan met de intensiteit van de strooming van het water in het bodemprofiel. Weliswaar geldt de hierboven getrokken conclusie slechts voor het onderzochte gebied en voor de geologische formaties, voorzooverre zij bemonsterd zijn; het lijkt mij echter waarschijnlijk, dat deze conclusie algemeen geldt, al bestaan sommige, hier niet aangeboorde, formaties ook grootendeels uit grove zanden en al zijn deze dus in 't algemeen goed tot zeer goed doorlatend. In elk geval moet aan profielteekeningen, waarop het U-cijfer, het slib- het humus- en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte is aangegeven, een veel en veel grootere waarde worden toegekend. Mocht men er ooit toekomen om naast de reeds uitgegeven geologische kaart nog een groot aantal dwarsprofielen aan te geven (bijv. van West naar Oost op regelmatige afstanden), dan verdient het mijns inziens aanbeveling om naast den geologischen opbouw op deze profielen ook aan te geven het U-cijfer, het slib-, het humus- en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte.

#### g. Samenvatting

Vatten we het geheel samen dan blijkt het volgende:

Het laagterras blijkt hoofdzakelijk te bestaan uit koolzure kalkvrije, zeer humusarme, weinig tot matig slibhoudende, middel tot matig fijne zanden. Er komen echter ook lagen in voor, die koolzure kalkrijk, humeus, slibrijk (kleigrond) en (of) uiterst fijn zijn.

De Eemvorming bestaat hoofdzakelijk uit sterk slibhoudende zandgronden tot lichte kleigronden (één en ander echter voorzooverre hier monsters zijn genomen; dit aantal is veel te gering om een voldoende vaststaand oordeel uit te spreken). Ook matig slibhoudende gronden komen voor. Verder bevat een formatie steeds een zeker  $\text{CaCO}_3$ -gehalte, is zeer humusarm terwijl de zandfractie middelfijn tot zeer fijn is.

Het *fluvioglaciale dek* bestaat in hoofdzaak uit koolzure kalkvrije tot koolzure kalkarme, zeer humusarme, weinig tot matig slibhoudende, matig fijne tot matig grove zandgronden. Hierin komen echter ook lichte kleigronden voor, resp. gronden met 4 à 5 %  $\text{CaCO}_3$ , met 3—4 % humus en die hetzij middelgrof dan wel juist zeer fijn zijn.

De *grondmoreene* — voorzooverre bemonsterd; het aantal monsters is gering — bestaat of uit leemgronden of uit matig slibhoudende tot sterk slibhoudende gronden. Deze gronden zijn voor een belangrijk gedeelte koolzure kalkvrij en meestal zeer humusarm tot humusarm; zij bezitten een matig fijne tot uiterst fijne zandfractie. Ook nu komen hierin echter koolzure kalkrijke, humusrijke lagen voor, terwijl het slibgehalte en de fijnheid van de zandfractie, zooals reeds is opgemerkt, tamelijk sterk tot sterk uiteen kunnen loopen.

De „*fluvioglaciale zanden onder de grondmoreene*” zijn hoofdzakelijk weinig slibhoudende, koolzure kalkvrije, zeer humusarme, middel tot matig fijne zanden. Hierin komen echter ook sterk slibhoudende, humeuze en (of) althans iets  $\text{CaCO}_3$ -houdende gronden voor.

Uit het bovenstaande volgt, dat de geologische formatie wel iets over de fijnheid, het slib-, het humus- en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte in den grond zegt, echter in een onvoldoende mate, hetgeen vooral ook blijkt uit het feit, dat de onderkant van de watervoerende laag, voor zooverre deze bepaald kon worden, slechts zeer zelden samenvalt met den bovenkant van een geologische formatie, maar hier meestal middenin blijkt te liggen. Voor het beoogde doel (waterhuishouding; vooral ontwatering) is dan óók de kennis van den geologischen opbouw in het bodemprofiel van weinig waarde; van veel grooter belang is de opbouw van het bodemprofiel naar de fijnheid van den grond, en naar het slib-, het humus- en het koolzure kalkgehalte.

### HOOFSTUK III

#### De resultaten van het bodemkundig onderzoek

##### § 1 *Algemeene opmerking; beschrijving van de plekken, waar de boringen hebben plaats gevonden*

De resultaten van het bodemkundig onderzoek wat betreft de samenstelling van de lagen onder het maaiveld vanaf de veenlaag (van de laag I 4v), zijn reeds met uitzondering van de doorlatendheid in het vorige hoofdstuk II, § 3, besproken, waarnaar verwezen kan worden. De resultaten van het onderzoek van de laag onder het maaiveld tot en met I 4v (tot  $\pm 1$  m onder het maaiveld) zullen in § 2 behandeld worden; in § 3 volgen dan de resultaten van de doorlatendheidsmetingen.

De plaatsen, waar de boringen zijn verricht, zijn op de bijgevoegde kaart aangegeven; de plekken van de boringen Na, 1a, 4a, 13a, 21a en 27a zijn vrijwel gelijk aan de plekken N, 1, 4, 13, 21 en 27. Alle boorplekken werden nauwkeurig op topografische kaarten op een schaal van 1 : 50 000 ingeteekend. De bijgevoegde kaart is een verkleining (schaal 1 :  $\pm 150$  000) van een zorgvuldig van deze topografische kaarten op gelijke schaal (dus 1 : 50 000) overgenomen kaart. Door de afstanden van iedere boorplek tot het, op de bijgevoegde kaart

aangegeven, kwadraatnet van lijnen (deze lijnen zijn van de topografische kaarten 1 : 50 000 overgenomen en gelijk genummerd) te meten, kan men deze ligging op iedere topografische kaart op een schaal 1 : 50 000 weer terugvinden. Ter orientatie zijn de belangrijkste kanalen, plaatsnamen en spoorlijnen overgenomen; voor verdere bijzonderheden moet naar de betreffende topografische kaarten verwezen worden. Afgezien van de onmogelijkheid om een kaart op een schaal 1 : 50 000 van het geheele onderzochte gebied aan deze publicatie toe te voegen, ondervindt men mijns inziens weinig last van deze kleinere schaal, terwijl het geheel daardoor aan overzichtelijkheid wint. Tenslotte zijn in tabel 13 de namen en de woonplaatsen van de grondeigenaars resp. grondgebruikers aangegeven, op wier percellen de boringen hebben plaats gevonden, waarnaar verwezen mag worden.

§ 2. *De granulair samenvestelling van de lagen tot omstreeks 1 m onder het maaiveld (tot en met I 4v)*

*Reeds in hoofdstuk I werd opgemerkt, dat juist de opbouw en de samenstelling van het profiel tot omstreeks 1 m diepte zeer wisselend kan zijn. Verder kunnen op naast elkaar gelegen percellen op het eene perceel wel en op het andere perceel weer geen oerlagen voorkomen. De diepteligging van deze oerlaag onder het maaiveld evenals de dikte daarvan op hetzelfde perceel kunnen eveneens aan sterke variaties onderhevig zijn. Ook de dikte van de veenlaag en de samenstelling daarvan kan sterk wisselen. Het zal dan ook altijd noodig blijven in ieder voorkomend geval de samenstelling en de opbouw van het profiel tot omstreeks 1 m diepte (tot op het losse zand) door afboren van het perceel na te gaan. Dit neemt niet weg, dat, gezien het regelmatige net van boringen, toch wel iets uit de samenstelling van deze laag op de diverse boorplekken is af te leiden. Voor zooverre het de bouwvoor en mogelijk ook de daarop volgende laag betreft, moge worden opgemerkt, dat hierover veel gedetailleerder gegevens bestaan bij het Bedrijfs-laboratorium voor Grondonderzoek te Groningen. Dit laatste en het geringe belang van de dikte en samenstelling van de bouwvoor voor dit onderzoek hebben ons dan ook de overtuiging gegeven, dat hier een bespreking van de samenstelling van de bouwvoor achterwege kan blijven. Wel is interessant eens na te gaan op welke diepte de onderkant van de veenlaag<sup>13)</sup> op de diverse plekken onder het maaiveld ligt. Hierdoor krijgt men natuurlijk slechts een uiterst ruw inzicht in deze kwestie (de in cultuurbrenging van de eigenlijke veenkoloniale gronden na de afturving is sterk verschillend geweest, waardoor het aantal verrichte boringen ook hiervoor veel en veel te klein is; dit neemt niet weg, dat toch eens nagegaan kan worden of er van een algemeene verandering hierin van Noord naar Zuid gesproken kan worden). De onderkant van deze veenlaag onder het maaiveld (evenals de dikte van de bouwvoor) is in tabel 14 aangegeven. De boringen werden daarbij tot 5 groepen vereenigd: een en ander tamelijk willekeurig en in elk geval zonder rekening te houden met den ouderdom van dezen grond (voor zooverre deze tot de veenkoloniale gronden gerekend moeten worden). Deze 5 groepen schuiven echter wel van Noord naar Zuid op.*

<sup>13)</sup> Onder veen wordt een grond verstaan met 30 of meer % humus (organische stof).

Houdt men nu rekening met het feit, dat niet alle boorplekken liggen op de eigenlijke veenkoloniale gronden, dan blijkt uit tabel 14 toch wel, dat de dikte van de veenlaag zeer verschillend is. In groep I komen — ook binnen het eigenlijke veenkoloniale gebied — plekken voor, waar onder de bouwvoor geen veenlaag meer aanwezig is; voor zooverre deze wel aanwezig is, schommelt de ligging van den onderkant van deze laag tusschen 35—100 cm onder het maaiveld. In groep II komen 2 plekken voor waar onder de bouwvoor geen veenlaag voorkomt; voor zooverre deze wel aanwezig is varieert de ligging van den onderkant daarvan van 20 tot 110 cm onder het maaiveld. Ook in Groep III komt op 1 plek geen veenlaag onder de bouwvoor voor, terwijl, indien deze wel aanwezig is, de diepteligging schommelt tusschen 24 en 140 cm en op 1 plek zelfs tot 330 cm onder het maaiveld reikt. In groep IV komen verschillende boorplekken voor, waar onder de bouwvoor geen veen voorkomt (gedeelteeljk liggen deze dan ook op zandgronden); voor zooverre wel een veenlaag voorkomt varieert de ligging van den onderkant van de veenlaag van 17 tot 104 cm (Bij boorplek E bestaat de bouwvoor uit veen). Ten slotte varieert bij groep V de diepteligging van den onderkant van de veenlaag van 30 tot 112 cm onder het maaiveld; bij boorplek 45 bestaat de bouwvoor uit veen.

Uit het bovenstaande volgt wel, dat de dikte van de veenlaag onder de bouwvoor zeer verschillend is. Veel regelmaat valt hierin niet te ontdekken, aangezien dikkere en dunnere veenlagen overal voorkomen, waarmee hier kan worden volstaan.

Ofschoon zoo hier en daar wel eens een oerlaag is aangeboord, zal mede in verband met de groote verschillen, die hierin, ook op korten afstand, kunnen voorkomen, hierop niet nader worden ingegaan.

Wat de samenstelling van deze veenlaag aangaat, kan worden opgemerkt dat deze, wat kleur en samenstelling betreft, zeer verschillend is. Zoowel veenlagen met zeer weinig als met een aanmerkelijk slibgehalte komen voor, terwijl ook het humusgehalte (organische stof) uiteenloopt. Hiervoor moge echter naar de tabellen 1 worden verwezen.

### § 3. *De resultaten van de doorlatendheidsmetingen*

a. Bespreking van de vraag, waarom de lagen tot 10 à 20 m en soms zelfs nog tot grootere diepte van belang zijn voor de waterhuishouding van de beschouwde gronden.

Alvorens de resultaten van de doorlatendheidsmetingen te bespreken, zij nog eens in het kort aangegeven, waarom het voor de waterhuishouding van de beschouwde gronden van belang is de doorlatendheid van den grond tot 10, tot 20 m en soms zelfs nog tot een grootere diepte te kennen.

In het kort komt dit hier op neer, dat de waterhuishouding van den grond voor een belangrijk gedeelte bepaald wordt door de ligging van het phreatisch vlak (= grondwaterspiegel) onder het maaiveld. Voor een goede ontwatering is het bijv. noodig, dat dit phreatisch vlak niet hooger dan tot een bepaalde, maximale hoogte onder het maaiveld oploopt. Wordt deze ligging onder het maaiveld minder diep, dan wordt het land nat, drassig enz. waardoor men

niet meer van een goede ontwatering mag spreken<sup>14)</sup>. Deze hoogteligging van het phreatisch vlak, hangt nu behalve van andere factoren, vooral van de snelheid af, waarmede (bij ontwatering) de overtollige neerslag (of bij kwel: de overtollige neerslag + het kwelwater) naar drainreeksen, greppels, slooten, wijken en kanalen wordt afgevoerd. Deze snelheid wordt nu voor een belangrijk gedeelte bepaald door de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag, waaronder de laag verstaan wordt, waardoorheen het water vloeit bij den afvoer van het overtollige water naar deze ontwateringssystemen en waaruit blijkt, dat de dikte daarvan dus van belang is voor de snelheid van den afvoer van dit overtollige water. Deze laag wordt van onderen afgesloten door een slecht doorlatende laag, waarin men de strooming van het water mag verwaarloozen.

In de in noot 1 genoemde literatuur heb ik uitvoerig nagegaan hoe de overtollige neerslag, die tusschen de bovengenoemde ontwateringssystemen valt, naar deze wordt afgevoerd; tot hoe diep deze neerslag in den grond doordringt, en hoe de benoodigde berekeningen kunnen worden uitgevoerd. Hier moge nog worden opgemerkt, dat deze overtollige neerslag onder overigens gelijke omstandigheden des te gemakkelijker naar de bovengenoemde ontwateringssystemen afvloeit (dus des te dieper grondwaterstanden zullen optreden), naarmate deze watervoerende laag dikker is, tenzij deze laag in verband met den afstand van de ontwateringssystemen zoo dik is, dat een grootere dikte geen invloed meer uitoefent. Dit laatste treedt op als deze dikte zowat gelijk wordt aan een vierde van den afstand der ontwateringssystemen. Overigens kan ook verwezen worden naar hoofdstuk IV en de daarin opgenomen figuren.

*b.* De wijze van bepaling van den doorlaatfactor; de berekening van den gemiddelden doorlaatfactor van de watervoerende laag.

De doorlaatfactoren van de diverse, bemonsterde lagen werden in de genomen grondmonsters in het laboratorium bepaald op een wijze, zooals deze in de, in noot 7 genoemde, literatuur is aangegeven. Uit deze literatuur blijkt tevens, dat de doorlaatfactor afhangt van het porienvolume en de temperatuur van het grondwater (feitelijk van de viscositeit van het grondwater). Aangezien zoowel dit porienvolume als de temperatuur van het grondwater tijdens de bepaling in het laboratorium anders is (wat betreft het porienvolume; anders kan zijn) dan in de natuurlijke ligging het geval is, is in het algemeen dus een omrekening noodig van den doorlaatfactor, zooals deze tijdens de bepaling in het laboratorium gemeten is, op den doorlaatfactor, zooals hij in de natuurlijke omstandigheden zal zijn, waarvoor eveneens naar de, in noot 7 genoemde, literatuur wordt verwezen. Voor de temperatuur van het grondwater op de hier beschouwde diepten kan volgens opgedane ervaringen zoo omstreeks 13°C worden aangehouden, waarop deze doorlaat-

<sup>14)</sup> Hierbij moet worden opgemerkt, dat gevallen voorkomen, waarbij ondanks een voldoende diepen grondwaterstand toch de ontwatering ten eenen male onvoldoende is. In dit geval komt echter op geringe diepte onder het maaiveld een zoo slecht doorlatende laag voor, dat de regen deze laag niet snel genoeg in verticale richting kan passeeren. Het regenwater blijft dan in plassen op het land staan, waardoor de ontwatering dus onvoldoende is (zie verder hoofdstuk IV, en de in noot 1, 3 en 23 genoemde literatuur).

factoren dan ook zijn omgerekend. Voor de hooger gelegen lagen is in den winter deze temperatuur lager en wel gemiddeld  $5^{\circ}\text{C}$ . Wat het porienvolume van zandgronden betreft, kan worden opgemerkt, dat deze — op niet te geringe diepte althans — als regel tussehen 0,30 en 0,35 à 0,375 volumegeedeelte van den grond ligt; althans bij gronden van een niet te groote fijnheid of met niet te hooge slib- of humusgehalten. Hierop bestaan uitzonderingen. Een rechtstreeksche bepaling van het porienvolume kan alleen geschieden in ongeroerde grondmonsters. Aangezien van een gewone pulsboor gebruik gemaakt werd, werden dus geen ongeroerde monsters genomen en kon het porienvolume dus niet rechtstreeks bepaald worden. Een tweede methode om het porienvolume te leeren kennen is dit te berekenen uit het A-cijfer (vochtgehalte) onder de toelaatbare veronderstelling, dat de grond geen lucht meer bevat. Deze methode werd hier toegepast; zij is echter slechts bruikbaar als de grond niet met water wordt gemengd<sup>15)</sup>, hetgeen hier echter meer of minder het geval zal resp. kan geweest zijn. Een derde methode is eenvoudig deze, dat de porienvolumina gelijk gesteld worden aan die, welke tijdens de doorlatendheidsmetingen in het laboratorium werden bepaald en die zoo ongeveer de kleinste porienvolumina aangeven, die deze gronden, (zandgronden) onder niet te groote drukken innemen. Deze methode werd hier toegepast, aangezien het verschil tussehen deze porienvolumina en zooals deze in de natuurlijke omstandigheden optreden, waarschijnlijk slechts gering zal zijn. De doorlaatfactoren zooals deze in het laboratorium werden bepaald, werden dan ook alleen op een temperatuur van  $13^{\circ}\text{C}$  van het grondwater omgerekend.

In de tabellen No. I, kolommen 14 en 15 zijn — voor zooverre A-cijfers bepaald zijn — resp. de porienvolumina aangegeven, zooals deze uit de A-cijfers (kolom 7) berekend zijn en zooals deze tijdens de bepalingen in het laboratorium zijn waargenomen. Bij een vergelijking van de beide cijfers blijken de cijfers van kolom 15, zooals verwacht kon worden (zie hier voor) in het algemeen de laagste te zijn. Aangezien deze laatste de betrouwbaarste zijn — de onderlinge verschillen zijn soms ook zeer gering — zijn deze laatste aangehouden en zijn, zooals reeds is opgemerkt de, in het laboratorium bepaalde, doorlaatfactoren alleen op de temperatuur van het grondwater van  $13^{\circ}\text{C}$  omgerekend. Deze laatste cijfers zijn in kolom 17 weergegeven. Om ten slotte aan te geven in hoeverre de *gemiddelde* porienvolumina van de geheele laag, waarvan de doorlaatfactoren bepaald zijn, verschillen, wanneer deze uit de A-cijfers werden berekend dan wel in het laboratorium tijdens de doorlatendheidsmetingen werden bepaald, zijn voor de diverse boringen deze gemiddelde porienvolumina met de lagen, waarvoor zij gelden, aangegeven in tabel 15. Uit deze tabel volgt, dat gemiddeld genomen voor de geheele laag ter plaatse van deze boringen de, uit de A-cijfers berekende, porienvolumina grooter zijn, dan die, welke tijdens de doorlatendheidsmetingen in het laboratorium werden bepaald. Dit komt ook duidelijk tot uiting; als we het gemiddelde van alle boringen berekenen. Dit gemiddelde, uit het A-cijfer berekende, porienvolume is 0,348 en het porienvolume, dat tijdens de doorlatendheidsmetingen werd bepaald, 0,318. Tevens volgt echter hieruit, dat het verschil tussehen deze cijfers niet groot is. Het grootste verschil werd aangetroffen bij boring 58 nl. 0,077. Van

<sup>15)</sup> Bij grovere gronden (kleine capillariteitsgetallen) kan tijdens het ophalen van den puls water uit den grond sijpelen, waardoor iets lage porienvolumina berekend worden.



alle boringen (de boringen S, T, U, V, W blijven buiten beschouwing; zie onder aan tabel 15) blijkt, dat bij 20 van de 73 boringen = 27 % een verschil in  $p$  optreedt van 0—0,010; 8 van 0,011—0,020 = 11 %; 10 van 0,021—0,030 = 14 %; 13 van 0,031—0,040 = 19 %; 6 van 0,041—0,050 = 8 %; 7 van 0,051—0,060 = 9 %; 6 van 0,061—0,070 = 8 %; en 3 van 0,071—0,077 = 4 %. Van 71 % is dus het verschil hoogstens 0,040. Hieruit volgt dus nog eens, dat in het algemeen dit verschil gering is.

Verder blijkt uit de tabellen 1, dat van sommige lagen geen doorlaatfactoren zijn bepaald. Dit zijn de lagen met dergelijk hooge slibgehalten (en, of humusgehalten), dat het geen zin heeft hierin deze doorlaatfactoren te bepalen (in verband met structuur). Voor zooverre deze lagen dieper in het profiel liggen, is deze doorlaatfactor in elk geval gering en kunnen deze lagen als behoorend tot de slecht doorlatende lagen worden opgevat. De bovenste laag daarvan vormt dan tevens den onderkant van de watervoerende laag. Als voorbeeld beschouwen we bijv. eens boring 5. Hier komt op 9,00—10,00 m onder het maaiveld een laag voor met een doorlaatfactor van slechts 0,15 m per 24 uur, welke doorlaatfactor veel kleiner is dan van de daarboven liggende lagen. De onderkant van de watervoerende laag ligt hier dan ook op 9 m onder het maaiveld (de dieper gelegen lagen zijn waarschijnlijk nog veel slechter doorlatend; zoo ligt bij boring 6 de onderkant van de watervoerende laag op 8,00 m onder het maaiveld, enz.).

Van de bovenste lagen blijven de bouwvoor en de daaronder voorkomende veenlagen of lagen met een te hoog kleigehalte buiten beschouwing. Bij boring 5 dus de lagen tot 65 cm onder het maaiveld en bij boring 6 tot 45 cm onder het maaiveld, enz. Hierbij kan worden opgemerkt, dat voor ons doel de doorlatendheid van deze bovenste laag van weinig belang is. Immers is deze te slecht doorlatend, zooals kan voorkomen bij het optreden van slecht doorlatende oer- en veenlagen (als bijv. bij de aanwezigheid van spalterveen), dan moeten bijzondere maatregelen genomen worden als bijv. een omzetting van het perceel, waarbij deze lagen verbroken worden enz., waarna deze doorlatendheid dan weer voldoende groot is om verder verwaarloosd te mogen worden. De dikte van deze bovenste laag ten opzichte van de dikte van het daaronder gelegen gedeelte van de watervoerende laag is immers slechts gering; alleen in een enkel geval gaat dit niet op, maar dit geval (boring P) is hier van zoo weinig belang, dat hiermede verder geen rekening zal worden gehouden.

Nu is het natuurlijk noodzakelijk een gemiddelde doorlaatfactor te berekenen. De wijze, waarop dit dient te geschieden, is in de, in noot 1 genoemde, literatuur blz. 589—592 uitvoerig aangegeven; waarnaar wordt verwezen. Hier kan worden volstaan met op te merken, dat de gemiddelde doorlaatfactor berekend wordt uit den gemiddelden doorlaatfactor  $k_{gv}$  voor een verticale strooming en uit een gemiddelden doorlaatfactor  $k_{gh}$  voor een horizontale strooming. Indien deze twee laatste doorlaatfactoren weinig onderling verschillen, wordt voor de werkelijke gemiddelde doorlaatfactor ( $k_{gw}$ ) eenvoudig het gemiddelde genomen van  $k_{gv}$  en  $k_{gh}$ . Zijn deze verschillen grooter (meer dan 5 à 10 % van het gemiddelde), dan wordt, — in verband met het feit, dat de stroombanen in horizontale richting in elk geval veel langer zijn dan die in vertikale richting, daarentegen de stroombanen in de drains, greppels, slooten, wijken en kanalen moeten uitmonden (ontwatering) resp. beginnen

(infiltratie), — de gemiddelde doorlaatfactor berekend uit:  $k_{gw} = (2k_{gh} + k_{gv})$ :  
 3. Deze gemiddelde doorlaatfactor wordt aldus zeker niet te hoog berekend, eerder ligt deze aan den te lagen kant, hetgeen voor het geven van adviezen op grond van deze cijfers een voordeel beteekent, aangezien deze adviezen ook om genoemde reden aan den veiligen kant blijven, hetgeen m.i. verlangd moet worden<sup>16)</sup>.

Alvorens op deze gemiddelde doorlaatfactoren ( $k_{gw}$ -cijfers) verder in te gaan, moet nog het volgende worden opgemerkt:

Het aantal lagen (monsters), waarvan de doorlaatfactor bepaald moest worden, was zoo groot, dat het ondoenlijk was in alle monsters van deze lagen ieder voor zich dezen doorlaatfactor te bepalen. Er moesten dus mengmonsters worden gemaakt uit verschillende monsters (gelijke gewichtshoeveelheden). Daartoe werden telkens monsters bijeengezoekt, die zeer weinig onderling verschillen in het U-cijfer en in het slib-, humus- en  $\text{CaCO}_3$ -gehalte (met den korrelvorm werd dus geen rekening gehouden); hierbij bleven enkele monsters over, die met geen ander monster te combineeren waren en waarin dan ook afzonderlijk de doorlaatfactor werd bepaald. Als voorbeeld geef ik hier de samenstelling van enkele mengmonsters (Zie tabel 16).

TABEL 16

*Voorbeeld van de samenstelling van enkele mengmonsters*

Monster N <sup>o</sup> . (B-Nummer)	U-cijfer	Procenten op droge stof			Mengmonster N <sup>o</sup> . (gelijke num- mers vormen 1 mengmon- ster)
		$\text{CaCO}_3$	Humus	Slib	
18535 . . . . .	28	0	0,2	0,4	1
18536 . . . . .	27	0	0,2	0,3	1
19816 . . . . .	39	0,3	0,2	1,3	2
19917 . . . . .	39	0	0,3	0,3	2
19918 . . . . .	38	0	0,2	0,6	2
20576 . . . . .	43	0,1	0,3	0,4	3
20542 . . . . .	43	0	0,3	0,6	3
19916 . . . . .	43	0	0,3	0,4	3
19815 . . . . .	45	0,7	0,4	2,4	4
18537 . . . . .	46	0	0,2	0,6	5
19952 . . . . .	46	0	0,3	1,1	5
19954 . . . . .	46	0	0,3	1,0	5
20578 . . . . .	47	0	0,4	0,6	6
20575 . . . . .	47	0,2	0,2	0,5	6
enz.	enz.	enz.	enz.	enz.	enz.

Ondanks het feit, dat de granulaire samenstelling van de afzonderlijke monsters, waaruit één mengmonster bestaat, weinig verschilt (zie tabel 16) blijft het gewenscht na te gaan — mede in verband met de eventueele

<sup>16)</sup> Hier wordt dus met opzet van formule 95b in de, in noot I genoemde publicatie afgeweken, aangezien deze doorlaateijfers voor alle ontwateringssystemen — dus op alle mogelijke afstanden — gebruikt moeten worden.

verschillen in den korrelvorm, die verwaarloosd worden<sup>17)</sup> —, hoe groot de fouten zijn, die hierdoor gemaakt kunnen worden. Om hiervan een indruk te verkrijgen zijn voor de boringen 4 en 4a, 13 en 13a, 21 en 21a ook in alle monsters afzonderlijk de doorlaatfactoren bepaald, waarbij volstaan werd met de laag tot 10 m onder het maaiveld. Aangezien de boringen, 4a, 13a en 21a op vrijwel dezelfde plekken werden uitgevoerd als resp. de boringen 4, 13 en 21 zijn de resultaten daarvan ook in een ander gezicht interessant (zie hieronder). Zoowel deze doorlaatfactoren (en natuurlijk de gemiddelde factoren), als de doorlaatfactoren, waarbij mengmonsters werden gebruikt, zijn in tabel 17 aangegeven. Aangezien de porienvolumina natuurlijk tijdens de nieuwe bepalingen niet gelijk waren aan die in de mengmonsters, kunnen ook om deze reden de doorlaatfactoren verschillend zijn. Daar ook deze laatste verschillen hun invloed doen gelden op de te maken fout, leek het mij gewenscht de doorlaatfactoren op de, tijdens de doorlatendheidsmetingen verkregen, porienvolumina, zooals deze zoowel bij de bepalingen in de afzonderlijke monsters als in de mengmonsters verkregen waren, om te rekenen. Om deze reden zijn in tabel 17 ook deze porienvolumina aangegeven.

Uit tabel 17 blijkt, dat de porienvolumina weinig verschillend zijn. Gemiddelde porienvolumina van de geheele onderzochte laag tot 10 m onder het maaiveld zijn voor de mengmonsters en voor de afzonderlijke monsters ter plaatse van de boring 4 resp. 0,306 en 0,291; ter plaatse van boring 13 resp. 0,319 en 0,313; ter plaatse van boring 4a resp. 0,315 en 0,321; ter plaatse van boring 13a resp. 0,337 en 0,329; ter plaatse van boring 21 resp. 0,326 en 0,330 en ter plaatse van boring 21a resp. 0,329 en 0,312. Hieruit volgt tevens, dat de optredende verschillen in de gemiddelde doorlaatfactoren niet of nauwelijks te wijten zijn aan verschillen in het porienvolume.

Wat de doorlaatfactoren zelf betreft, blijkt, dat inderdaad verschillen optreden. Van de in totaal onderzochte, 61 lagen zijn deze verschillen als volgt verdeeld (zie tabel 18):

TABEL 18

Verschil in de doorlaatfactoren	Aantal malen		Verschil in de doorlaatfactoren	Aantal malen	
	aantal	%		aantal	%
0—0,1 . . . . .	19	31,2	1,0—1,1 . . . . .	3	4,9
0,1—0,2 . . . . .	5	8,2	1,1—1,2 . . . . .	3	4,9
0,2—0,3 . . . . .	3	4,9	1,2—1,3 . . . . .	2	3,3
0,3—0,4 . . . . .	6	9,8	1,3—1,4 . . . . .	0	0,0
0,4—0,5 . . . . .	4	6,6	1,4—1,5 . . . . .	1	1,6
0,5—0,6 . . . . .	2	3,3	1,5—1,6 . . . . .	0	0,0
0,6—0,7 . . . . .	5	8,2	↓ ↓	↓	↓
0,7—0,8 . . . . .	1	1,6			
0,8—0,9 . . . . .	1	1,6	2,1—2,2 . . . . .	0	0,0
0,9—1,0 . . . . .	2	3,3	2,2—2,3 . . . . .	2	3,3
			2,3—2,4 . . . . .	1	1,6
			2,4—2,5 . . . . .	1	1,6

<sup>17)</sup> De doorlatendheid van een zandgrond hangt ook van den korrelvorm af; zie de in noot 7 genoemde literatuur.

In verband met de grootte van de doorlaatfactoren is een verschil van 0,5 zeker niet groot en tot 1,0 nog niet als ernstig te beschouwen. Dit wil zeggen dat 61 % van de verschillen niet groot en rond 79 % van deze verschillen niet groot tot nog niet ernstig kunnen worden genoemd. Men vergete immers niet, dat de gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag berekend wordt uit de doorlaatfactoren van de afzonderlijk bemonsterde lagen. In rond 21 % van deze gevallen is dit verschil groter tot veel te groot. Hieruit volgt dan ook, dat, indien eenigszins mogelijk, het aanbeveling verdient om de doorlaatfactoren in alle lagen afzonderlijk te bepalen en mengmonsters te ontgaan. Hier was dit laatste echter — gezien het groote aantal monsters — onvermijdelijk.

Het bovenstaande wil echter nog niet zeggen, dat het toepassen van mengmonsters ontoelaatbaar is; het wil alleen aangeven, dat men nauwkeuriger gegevens verkrijgt, als men de doorlaatfactoren rechtstreeks in alle monsters bepaald. Van belang zijn hier immers niet de doorlaatfactoren van de afzonderlijk bemonsterde lagen, maar van de geheele watervoerende laag; de verschillen blijken in de 6 onderzochte gevallen betrekkelijk klein te zijn. De gemiddelde doorlaatfactor berekend uit de doorlaatfactoren, waarvan bij de bepaling van mengmonsters gebruik werd gemaakt, is voor boring 4 2,0 en deze doorlaatfactor berekend uit de doorlaatfactoren, die telkens in de afzonderlijke monsters bepaald werden, 2,2 m per 24 uur; deze cijfers voor de andere 5 onderzochte boringen zijn resp.: boring 4a resp. 3.1 en 2.3; boring 13 resp. 1,4 en 2,1; boring 13a resp. 3,3 en 3,0; boring 21 resp. 1,7 en 2,0 en boring 21a resp. 3.5 en 3,4 m per 24 uur. De fouten berekend in procenten op den gemiddelden doorlaatfactor, zooals deze uit de doorlaatfactoren berekend is, die in de afzonderlijke monsters werden bepaald, zijn resp.: boring 4 9 %, boring 4a 35 %; boring 13 33 %; boring 13a 10 %; boring 21 15 %; boring 21a 3 %. Ofschoon deze fouten soms niet onbelangrijk zijn, zijn zij hier toelaatbaar, aangezien men ook om andere redenen geen grootere nauwkeurigheid van den gemiddelden doorlaatfactor mag verwachten.

Deze redenen zijn de volgende:

(1) De gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag geldt in feite slechts voor de boorplek. Men kan zich nu afvragen, of deze doorlaatfactor tevens geldt voor de watervoerende laag in den naasten omtrek van deze boring, of dat deze factor inderdaad slechts geldt ter plaatse van deze boorplek en dus op eenigen afstand — bijv. slechts enkele meters — een merkbaar anderen doorlaatfactor kan optreden. Deze kwestie is van belang om de volgende reden: Zooals uit de bijgevoegde kaart blijkt, liggen de boorplekken meer of minder in de hoekpunten van vierkanten. Geldt nu de gemiddelde doorlaatfactor voor de watervoerende laag rondom de boorplek, dan zal men voor een punt binnen 4 boorpunten gelegen de gemiddelde doorlaatfactor niet zonder meer als een gemiddelde van deze ter plaatse van de 4 boringen mogen opvatten. Men zal dan rekening dienen te houden met de ligging van dit punt, aangezien het dan van belang is, of het bedoelde punt al dan niet dicht bij één der 4 boorpunten ligt. Geldt echter de gemiddelde doorlaatfactor voor de watervoerende laag alleen ter plaats van de boorplek en kan deze doorlaatfactor dus op een gering aantal meters van de boorplek een andere zijn, dan neemt men eenvoudig het gemiddelde van de 4 doorlaat-

factoren, zooals deze ter plaatse van de 4 boringen bepaald zijn, indien men althans nog niet de *gemiddelde* doorlaatfactor van de watervoerende laag voor een veel grooter gebied berekend.

Om een inzicht in bovengenoemde kwestie te verkrijgen, zijn op 6 plaatsen in hetzelfde of in het naastgelegen perceel de boringen herhaald, zij het nu dan ook tot 20 m, om tevens de ligging van den onderkant van de watervoerende laag ter plaatse vast te stellen. Tot 10 m onder het maaiveld kunnen deze gem. doorlaatfactoren dus vergeleken worden. Deze boorplekken zijn N en Na; 1 en 1a, 4 en 4a, 13 en 13a, 21 en 21a, 27 en 27a. Bovendien zijn in drie gevallen — nl. 4 en 4a, 13 en 13a, 21 en 21a — de gemiddelde doorlaatfactoren berekend uit doorlaatfactoren, die zoowel bepaald zijn in mengmonsters als uit doorlaatfactoren, die steeds in de oorspronkelijke monsters werden bepaald. De resultaten daarvan zijn in tabel 19 aangegeven.

TABEL 19

N <sup>o</sup> . Boring	Doorlaatfactor in m per 24 uur (mengmonsters)	Doorlaatfactor in m per 24 uur (afzonderlijke monsters)	N <sup>o</sup> . Boring	Doorlaatfactor in m per 24 uur (mengmonsters)	Doorlaatfactor in m per 24 uur (afzonderlijke monsters)
N	2,0	—	Na	2,6	—
1	2,3	—	1a	3,3	—
4	2,0	2,2	4a	2,4	2,3
13	1,4	2,1	13a	3,3	3,0
21	1,7	2,0	21a	3,5	3,4
27	2,1	—	27a	2,6	—

Uit tabel 19 volgt, dat de verschillen tusschen de gemiddelde doorlaatfactoren ter plaatse van N en Na, 1 en 1a, enz., waarbij van mengmonsters is gebruik gemaakt — dit is bij alle boringen het geval geweest, afgezien van de boringen 4, 4a; 13, 13a; en 21, 21a waar ook de gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag is berekend uit doorlaatfactoren, die in de afzonderlijke monsters waren bepaald —, variëren van 0,5 tot maximaal 1,9. Hieruit kan dus de conclusie worden getrokken, dat we aan verschillen tusschen gemiddelde doorlaatfactoren op twee naast elkaar gelegen plekken ter grootte van 1,9 m per 24 uur of minder, geen andere beteekenis mogen hechten dan als zeer plaatselijke afwijkingen; mogelijk kunnen deze verschillen nog grooter zijn ook al zijn deze niet waargenomen. Uit tabel 19 blijkt echter verder, dat de verschillen, indien deze gemiddelde doorlaatfactoren berekend zijn uit doorlaatfactoren, die in de afzonderlijke monsters werden bepaald, kleiner zijn. Tusschen 4 en 4a; 13 en 13a; en 21 en 21a treden dan resp. verschillen op van 0,1, 0,9 en 1,4 m per 24 uur en indien van mengmonsters gebruik wordt gemaakt resp. van 1,1; 1,9 en 1,8. Ook hieruit volgt, dat men mooiere resultaten zou hebben verkregen indien alle doorlaatfactoren slechts in afzonderlijke monsters waren bepaald. Verder volgt hieruit, dat men doorlaatfactoren met onderlinge verschillen, die niet boven 1,9 uitkomen, mag middelen, waarop onder zal worden teruggekomen.

(2). De meeste boringen gaan slechts tot 10 m onder het maaiveld. Indien de onderkant van de watervoerende laag op meer dan 10 m onder het maaiveld ligt, daarentegen uit de tot grootere diepte aangeboorde lagen blijkt, dat de gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag op meer dan 10 m onder het maaiveld anders is (bijv. groter) dan deze gemiddelde doorlaatfactor tot 10 m onder het maaiveld bedraagt, dan zal deze laatste dus voor de 10 m boringen een correctie moeten ondergaan, waardoor deze geldig wordt voor de geheele watervoerende laag.

Om in het bovenstaande een inzicht te verkrijgen, zijn in tabel 20 de gemiddelde doorlaatfactoren van de watervoerende lagen tot 10 m, resp. eventueel tot de boordiepte en van 10 m tot de boordiepte onder het maaiveld aangegeven. In tabel 21 vergelijken we alleen de doorlaatfactoren van de watervoerende laag tot 10 m en van 10 m tot de boordiepte resp. tot den onderkant van de watervoerende laag resp. van de geheele watervoerende laag ter plaatse van die boringen, waar dus tot meer dan 10 m diepte werd geboord, tenzij natuurlijk de onderkant van de watervoerende laag op hoogstens 10 m onder het maaiveld optreedt.

TABEL 21

Bo- ring	Laag in m o.m.	k	Laag in m o.m.	k	Laag in m o.m.	k	Bo- ring	Laag in m o.m.	k	Laag in m o.m.	k	Laag in m o.m.	k
M	3-10	1,4	10-12	5,5	3-12	1,9	26	1-10	1,9	10-13	4,4	1-13	2,8
Na	0,7-10	2,6	10-20	4,9	0,7-20	3,1	27a	0,9-10	2,6	10-20	7,0	0,9-20	4,8
1a	0,6-10	3,3	10-17	5,9	0,6-17	4,6	32	0,7-10	2,0	10-20	3,2	0,7-20	2,6
4a	1-10	2,4	10-14	5,1	1,0-14	3,1	E	1-10	2,2	10-20	4,5	1-20	3,3
9	0,5-10	2,7	10-17	2,1	0,5-17	2,5	35	1-10	1,8	10-20	2,8	1-20	2,6
11	0,8-10	1,4	10-13	0,8	0,8-13	1,2	37	0,9-10	1,4	10-20	5,2	0,9-20	3,5
13a	0,3-10	3,3	10-17	8,1	0,3-17	5,3	42	1-10	1,4	10-20	2,9	1-20	2,2
19	0,2-10	2,6	10-20	6,0	0,2-20	4,8	46	1-10	2,0	10-20	3,7	1-20	3,1
21a	0,6-10	3,5	10-20	4,9	0,6-20	4,5	48	0,6-10	2,0	10-20	4,7	0,6-20	3,5
							54	0,7-10	1,8	10-20	3,2	0,7-20	2,8

Uit tabel 21 volgt, dat inderdaad het gedeelte van de watervoerende laag, dat op meer dan 10 m onder het maaiveld ligt, vrijwel steeds beter doorlatend is, dan het gedeelte tot 10 m onder het maaiveld. Er zijn slechts twee uitzonderingen nl. ter plaatse van de boorplekken 9 en 11. Gaan we nu eens na hoeveel de gemiddelde doorlaatfactor van het gedeelte van de watervoerende laag tot 10 m onder het maaiveld kleiner is dan de doorlaatfactor van de geheele watervoerende laag resp. tot de boordiepte in die gevallen, waarbij de onderkant van de watervoerende laag nog niet is bereikt, dan spreekt het wel vanzelf, dat rekening moet worden gehouden met de ligging van deze ondoorlatende laag. Het blijkt nu, dat ten Zuiden van de West-Oost lijn, die midden tusschen de raaien door de boorplekken 10, 11, 12, 13, 14, 15, resp. 16, 17, 18, 19, 20 en 21 en W loopt, de onderkant van de watervoerende laag op hoogstens 10 m onder het maaiveld ligt, of op meer dan 20 m (de overgangen die natuurlijk bestaan, zijn niet aangeboord). Ten Noorden van deze

West-Oost lijn is deze diepteligging kleiner dan 20 m, met uitzondering ter plaatse van de boring N (Na) en mogelijk van M. Van alle boringen, ten zuiden van de West-Oost lijn, waar de onderkant van de watervoerende laag dieper dan 10 m en waarschijnlijk dus dieper dan 20 m onder het maaiveld ligt (zie hieronder), kunnen de gemiddelde doorlaatfactoren van de watervoerende laag ter plaatse van de boringen tot 10 m vergroot worden met het gemiddelde van het verschil van de  $k$ -waarden voor de watervoerende laag tot 10 m resp. tot 20 m onder het maaiveld (zie tabel 21; dus het gemiddelde verschil van deze  $k$ -cijfers voor de boringen 19, 21a, 27a, 32, E, 35, 37, 42, 46, 48 en 54; boring 26 gaat slechts tot 13 m en blijft verder buiten beschouwing). Dit gemiddelde verschil bedraagt  $14,0 : 11 = 1,3$ . De gemiddelde  $k$ -waarden van de watervoerende laag ter plaatse van de boringen tot 10 m diepte, waarbij kan worden aangenomen, dat de onderkant van de watervoerende laag op meer dan 20 m onder het maaiveld ligt, zullen dan ook met 1,3 m per 24 uur worden vergroot.

Laten we de boringen M en N buiten beschouwing (bij M komt nog een leemlaag voor op 2—3 m onder het maaiveld), dan is voor alle boringen ten Noorden van de genoemde West-Oost lijn (dus voor de boringen 1a, 4a, 9, 11 en 13) dit gemiddelde verschil tusschen den gemiddelden doorlaatfactor van de watervoerende laag tot 10 m en voor de geheele watervoerende laag 0,7 m per 24 uur; terwijl er verder geen samenhang blijkt te bestaan tusschen de diepteligging van den onderkant van deze watervoerende laag en dit verschil. Alle gemiddelde doorlaatfactoren van de boringen tot 10 m diepte zullen hier dan ook met 0,7 m per 24 uur verhoogd worden. Voor de boring Na zal de bepaalde doorlaatfactor van de watervoerende laag tot 20 m natuurlijk worden aangehouden; voor boring M zal echter worden aangenomen, dat de lagen van 12—20 m onder het maaiveld denzelfden gemiddelden doorlaatfactor behouden als de laag van 10—12 m onder het maaiveld. De gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag tot 20 m onder het maaiveld wordt hier dan 2,9 m per 24 uur.

Verder spreekt het wel vanzelf, dat op die plekken, waar de gemiddelde doorlaatfactor van de geheele watervoerende laag resp. van de watervoerende laag tot 20 m werd bepaald, deze doorlaatfactor niet gewijzigd zal worden. Deze gecorrigeerde doorlaatfactoren met die, welke ongewijzigd zijn gebleven, zijn nu in tabel 22 aangegeven.

Uit tabel 22 en uit het feit, dat de gemiddelde doorlaatfactor van het gedeelte van de watervoerende laag onder 10 m onder het maaiveld groter is dan tot 10 m onder het maaiveld, volgt, dat bij het berekenen van de gemiddelde doorlaatfactoren van grotere gebieden (in elk geval toelaatbaar als geen grōotere verschillen dan 1,9 m per 24 uur in den doorlaatfactor optreden; zie hiervoor) dus rekening moet worden gehouden met de diepteligging van dezen onderkant van de watervoerende laag. Om dat na te gaan zijn op bijgaand kaartje (No. 2) de boorplekken en de onderkant van de watervoerende laag aangegeven, waarbij het teeken „>” wil zeggen, dat op de aangegeven diepte de onderkant nog niet werd bereikt; tevens zijn hierop de gecorrigeerde (met de ongewijzigd gebleven) doorlaatfactoren aangegeven.

Uit dit kaartje No. 2 blijkt wel, dat het onmogelijk is nauwkeurig aan te geven, waar de grenslijn ligt tusschen het gebied, waarin de onderkant van

de watervoerende laag op minder dan 10 m; van 10—15 m; van 15—20 m en op meer dan 20 m onder het maaiveld ligt. Deze grenslijnen zijn echter zoo getrokken, dat de gebieden met telkens de ondiepste ligging van den onderkant van de watervoerende laag zoo groot mogelijk worden zonder echter in overdrijving te vervallen, waardoor de adviezen, die op deze gegevens steunen, aan den veiligen kant blijven.

Uit het kaartje (No. 2) blijkt nu het volgende:

Het gebied, waar de onderkant van de watervoerende laag op minder dan 10 m onder het maaiveld voorkomt, ligt alleen aan den rand van het beschouwde gebied. In het Zuidelijk gedeelte ten Zuiden van de West-Oost lijn midden tusschen de raaien, waarop eenerszijds de boringen 10, 11, 12, 13, 14 en 15 en anderzijds de boringen 17, 18, 19, 20 en 21 en W liggen<sup>18)</sup>, blijkt in alle andere gevallen de onderkant van de watervoerende laag op meer dan 20 m onder het maaiveld te liggen.

Natuurlijk moet er een overgang zijn van het gebied, waar deze onderkant van de watervoerende laag ligt op minder dan 10 m en op meer dan 20 m onder het maaiveld. Dit overgangsgebied is echter zeer smal. Bij het geven van adviezen in deze grensgebieden moet men daar mede rekening houden, hetgeen op deze manier mogelijk is, dat men zoowel rekening houdt met een gemiddelde ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 12½ (gem. van 10—15), op 17½ (gem. van 15—20) en op 25 m (dit laatste zal — zie hieronder — voor het gebied worden aangenomen, waar de onderkant van de watervoerende laag op meer dan 20 m onder het maaiveld ligt).

Ten Noorden van de genoemde West-Oost lijn komen, behalve gebieden, waar de onderkant van de watervoerende laag op minder dan 10 m onder het maaiveld ligt, ook gebieden voor, waar deze onderkant op 10—15 m (gem. 12½ m), op 15—20 m (gem. 17½ m) en op meer dan 20 m (25 m) ligt. Ook hier treden overgangsgebieden op (zie boven), die echter eveneens slechts smal zijn, behalve mogelijk daar, waar twee opeenvolgende gebieden elkaar raken en waar deze overgangen dus meer geleidelijk zullen optreden.

Gaan we nu eens na, hoe de doorlaatfactoren binnen de genoemde gebieden varieeren dan blijkt het volgende:

(1) *Het gebied, waar de onderkant van de watervoerende laag op hoogstens 10 m onder het maaiveld voorkomt.*

Hierbinnen liggen de boringen: Q, P; K, J, T, 5, 6, 10, 16, 17, 18, 23; 15; 25, 28; B, G; 38; 50; 58<sup>19)</sup>. De (gecorrigeerde) doorlaatfactoren<sup>20)</sup> zijn in dezelfde volgorde resp.: 0,7, 1,3; 0,8, 2,0, 1,0, 1,5, 1,7, 1,4, 1,5, 1,2, 1,5, 1,8; 1,5; 2,2, 2,1; 2,5, 3,8; 1,5; 1,8; 0,4. Van dit gebied kunnen we het gebied, waarbinnen de boringen Q en P liggen, voorloopig verwaarloozen aangezien dit een zeer afwijkend gedeelte vormt (de onderkant van de watervoerende laag ligt hier op minder dan 5 m onder het maaiveld)<sup>21)</sup>.

<sup>18)</sup> Deze lijn zal in het vervolg kortweg als West-Oost-lijn worden aangehaald.

<sup>19)</sup> Het „;“-teeken, scheidt afzonderlijke gebieden.

<sup>20)</sup> Hieronder worden verder alleen de gecorrigeerde of ongewijzigd gebleven doorlaatfactoren bedoeld.

<sup>21)</sup> Bij boring P kan echter de grond op meer dan 1 m onder het maaiveld niet als geheel ondoorlatend worden opgevat.



Verder is ook het gebied, waarbinnen boring 58 ligt, voor ons van weinig belang. Wil men van dit laatste gedeelte meer weten, dan dienen hier een veel grooter aantal boringen te worden uitgevoerd dan nu zijn verricht. In het resteerende gebied komt, behalve het gebied, waarbinnen de boringen 25, 28, B en G liggen, de doorlaatfactor vrijwel nooit beneden 1,0 en boven 2,0 m per 24 uur. Hier kunnen we dus zeer goed een gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag berekenen. Deze blijkt te zijn 1,5 m per 24 uur. Voor het gebied waarbinnen de boringen 25 en 28 liggen kan de gemiddelde doorlaatfactor op 2,2 m per 24 uur worden gesteld, en voor het gebied, waarbinnen de boringen B en G liggen op 3,2 m per 24 uur. Voor het gebied waarbinnen de boringen Q en P liggen, kan ten slotte als gemiddelde doorlaatfactor 1,0 m per 24 uur worden aangehouden, terwijl het gebied waarin boring 58 ligt, beter als onvoldoende onderzocht kan worden opgevat.

(2) *Het gebied, waarbinnen de onderkant van de watervoerende laag op 10 tot 15 m (gemiddeld 12½ m) onder het maaiveld zal worden aangehouden.*

Hierbinnen (één samenhangend gebied) liggen de boringen 2, 3, 4, 4a, U, S, R, 11 en 12 met doorlaatfactoren van resp. 2,6, 2,5, 2,7, 3,1, 1,6, 1,9, 3,5, 1,2 en 2,3 m per 24 uur. Het grootste verschil tusschen deze doorlaatfactoren bedraagt 1,9, zoodat (zie hiervoor) we ook voor dit gebied een gemiddelde doorlaatfactor berekenen kunnen. Een samenhangend gedeelte met kleinere resp. met grootere doorlaatfactoren bestaat niet; deze cijfers liggen nl. verspreid. De gemiddelde doorlaatfactor is op 2,4 m per 24 uur te stellen.

(3) *Het gebied, waarbinnen de onderkant van de watervoerende laag op 15—20 m (gemiddeld 17½) onder het maaiveld zal worden aangehouden.*

Hierin zijn 2 samenhangende gedeelten te onderscheiden, nl. een gedeelte waarbinnen de boringen 0, L, 1 en 1a liggen met doorlaatfactoren van resp. 3,3, 2,9, 3,0 en 4,6 en een ander gedeelte, waarbinnen de boringen 8, 9, 13, 13a en 14 liggen met doorlaatfactoren van resp.: 2,5, 2,5, 2,1, 5,3 en 2,0 m per 24 uur. Gezien het feit, dat de gecorrigeerde doorlaatfactoren van de vlak bij elkaar gelegen boringen 13 en 13a zelfs 3,2 verschillen, kunnen van beide gebieden gemiddelde doorlaatfactoren worden berekend. Deze zijn resp. 3,5 en 2,9 m per 24 uur.

(4) *Het gebied, waarbinnen de onderkant van de watervoerende laag op meer dan 20 m onder het maaiveld ligt.*

Waar deze onderkant precies ligt, is onbekend. Aangenomen zal worden — en hierbij blijven we aan den veiligen kant —, dat de onderkant van de watervoerende laag hier ligt op 25 m onder het maaiveld.

Dit gebied wordt in een klein gedeelte, waarin de boringen M, N en Na liggen met doorlaatfactoren van resp. 2,9, 2,7 en 3,1 of gemiddeld 2,9 m per 24 uur, en een groot samenhangend gedeelte ten zuiden van de West-Oosé lijn (afgezien van de gebieden, waar de onderkant van de watervoerende laag op minder dan of hoogstens 10 m onder het maaiveld ligt) verdeeld. In dit laatste gedeelte liggen de boringen 19, 20, 21, 21a, W, 24, 26, 27, 27a, 29, 30, 31, 32, A, V, 34, C, D, E, F, 35, 36, 37, H, 39, 40, I, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, en 54. De doorlaatfactoren hiervoor zijn resp.: 4,8, 3,1, 3,0,

worden en het toch gewenscht is hiervan een voorbeeld te behandelen, zal noodgedwongen een denkbeeldig geval worden gekozen. Verder is dit onderzoek in de eerste plaats voor de Veenkoloniale gronden en de daar heerschende omstandigheden bedoeld; gevallen die daar niet voorkomen, maar mogelijk in de aangrenzende gedeelten, waarin ook boorpunten liggen, wel, zullen niet worden besproken. Ten slotte kan nog worden opgemerkt, dat de volgorde der gevallen, — ook blijkende uit de opschriften van de paragrafen — zoo is gekozen, dat de eenvoudigste gevallen het eerst worden behandeld. De daar toegepaste methoden van berekening zijn soms ook voor ingewikkelder gevallen te gebruiken resp. moeten ook bij ingewikkelder gevallen worden gebruikt; voor zooverre dit laatste het geval is, zal geen uitvoerige behandeling daarvan meer plaats vinden, maar naar het desbetreffende voorgaande geval worden verwezen.

§ 2. *Bespreking van het geval, dat geen slecht doorlatende laag in de veenlaag noch in het bovenste gedeelte van de daaronder voorkomende zandlaag (oerlaag) optreedt dan wel, dat deze slecht doorlatende laag door een omzetting van het perceel wordt gebroken en derhalve als niet meer aanwezig mag worden beschouwd. Het peil in de wijk en de slooten wordt gelijk of vrijwel gelijk verondersteld*

a. Berekening van de maximaal optredende grondwaterstanden (in het winter halfjaar); wanneer mogen deze maximale grondwaterstanden in verband met een voldoende ontwatering als voldoende diep onder het maaiveld worden opgevat; de invloed van de waterstand in de wijk en in de slooten en de invloed van de omstandigheid, of deze wijk en slooten voldoende schoon zijn, op den grondwaterstand; de invloed van een ongelijke hoogteligging van het maaiveld.

#### 1. *Enkele inleidende opmerkingen*

In de eerste plaats kan worden opgemerkt, dat het er natuurlijk niets toe doet, of geen slecht doorlatende laag in de veenlaag of in het bovenste gedeelte van de zandlaag (oerlaag) voorkomt dan wel deze laag toch door een omzetting van het perceel, die in dit geval <sup>22)</sup> dus onvermijdelijk is, wordt verbroken; in het laatste geval kan men aannemen, dat deze slecht doorlatende laag niet meer bestaat. Omzetting van het perceel is, afgezien van verder noodige maatregelen noodzakelijk, indien deze laag hoog in het profiel ligt (bijv. vlak onder de bouwvoor) en zeer slecht doorlatend is (zie in dit verband ook § 3, sub A, a). Voor het nagaan van de eventueel verder noodige maatregelen om een voldoende ontwatering te verkrijgen (zie sub b) kan dan worden aangenomen, dat bedoelde slecht doorlatende laag niet meer bestaat.

In de tweede plaats zal worden aangenomen, dat het peil in de wijk en in de slooten gelijk of vrijwel gelijk is; bijv. niet meer verschilt dan hoogstens 10 tot 20 cm, zoodat nog wel een gemiddeld peil hiervoor is aan te nemen. Dit zijn in het algemeen dus gebieden met een natuurlijke loozing.

<sup>22)</sup> Lang niet altijd is de omzetting noodzakelijk; zoo bijv. niet als een slecht doorlatende laag in het profiel eerst op ruim 1 m onder het maaiveld voorkomt en de bovenliggende laag voldoende doorlatend is. Wel zijn dan andere maatregelen noodig; zie § 3, A, b van dit hoofdstuk.

Verder zal als bekend worden verondersteld, dat bij afvoer van (overtollig) regenwater naar drains, slooten, wijken enz. de grondwaterspiegel (phreatisch vlak) in het tusschengelegen land een bollen vorm heeft. Dit geval treedt dus op, indien overtollige neerslag gevormd wordt (voornamelijk in het winterhalfjaar), d.w.z., waarbij de neerslag grooter is dan de verdamping (het eventuele waterverbruik van de planten inbegrepen) vermeerderd met een hoeveelheid water, die in den grond of door de gronddeeltjes wordt vastgehouden (zie de, in noot 1 genoemde literatuur)<sup>23)</sup>. Met dit geval heeft men bij de ontwatering te maken. Bij optreden van doorslag (ondiepe kwel) en van diepe kwel moet de hoeveelheid kwelwater bij de hoeveelheid neerslag worden opgeteld.

In het geval, dat water uit drains, slooten, wijken enz., naar het tusschengelegen land vloeit (voornamelijk in het zomerhalfjaar) spreekt men van infiltratie en heeft de grondwaterspiegel een hollen vorm. Dit geval treedt op (kan optreden)<sup>24)</sup>, als de verdamping (het waterverbruik door de planten inbegrepen) grooter is dan de hoeveelheid neerslag verminderd met de hoeveelheid water, die in den grond of door de gronddeeltjes wordt vastgehouden. Treedt bovendien nog wegzakking van water op, dat elders weer opkwelt, dan moet deze laatste hoeveelheid bij de verdamping worden opgeteld.

In het eerste geval (ontwatering; dus een teveel aan water) vloeit het teveel aan water uit den grond naar de ontwateringssystemen (drains, slooten, wijken enz.) af. In het tweede geval (infiltratie; dus een tekort aan water), vloeit het tekort aan water uit de infiltratie-systemen (drains, slooten, wijken, enz.; deze laatste systemen zijn 's zomers vaak infiltratiesystemen en 's winters ontwateringssystemen) naar het tusschengelegen land. Hierbij moge worden opgemerkt, dat *in dit geval* onder „het teveel” resp. „het tekort” aan water verstaan wordt de hoeveelheid, die in *de gegeven omstandigheden* naar de ontwateringssystemen resp. uit de infiltratiesystemen vloeit, en dus niet de hoeveelheid regen, die uit een landbouwkundig oogpunt beschouwd, moet worden afgevoerd om een goede ontwatering te kunnen verkrijgen resp. de hoeveelheid water, die uit de infiltratiesystemen in den grond moet vloeien om de watervoorziening voldoende te doen zijn. *In het vervolg* — infiltratie is voor de Veenkoloniën niet van belang of althans zijn mij geen gevallen bekend, waaruit dit belang blijkt — zal dit echter wel het geval zijn, tenzij uitdrukkelijk anders is opgemerkt. We zullen dus hier onder het „teveel aan water” den neerslag verstaan, die afgevoerd moet worden om een goede ontwatering mogelijk te maken.

Uit den aard der zaak is daarbij voor het verkrijgen van een voldoende

<sup>23)</sup> Zie ook: S. B. HOOGHOUT. Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond. N<sup>o</sup>. 6 „Bepaling van de Doorlatendheid in gronden van de tweede soort; theorie en toepassingen van de kwantitatieve strooming van het water in ondiep gelegen grondlagen, vooral in verband met ontwaterings- en infiltratievraagstukken” Verslag. Landb. Onderz. 43 (13) B, 461—676 (1937).

<sup>24)</sup> Bij zeer diepe grondwaterstanden, zoodat het geheele wortelstelsel van de cultuurplanten zich in de hangwaterzone (dit is de zone boven het capillair oppervlak) bevindt, of althans zoo hoog boven den grondwaterspiegel aanwezig is, dat aanvulling van het verbruikte water door capillaire opstijging niet of althans slechts zeer langzaam mogelijk is, en verder geen infiltratie optreedt, ligt de grondwaterspiegel horizontaal en evenhoog als de waterspiegel in de open watergangen, tenzij kwel of wegzakking van water naar elders optreedt.

ontwatering niet alleen de hoeveelheid water, maar ook de snelheid, waarmee dit teveel aan water wordt afgevoerd, van belang. In de in noot 1 genoemde publicatie is nu waarschijnlijk gemaakt, dat deze hoeveelheid (bouwland) — zij geldt vermoedelijk ook voor Veenkoloniale gronden — op 5 mm per 24 uur kan worden gesteld.

In verband met het bovenstaande kan verder worden opgemerkt, dat bij dezen afvoer van overtolligen neerslag de grondwaterspiegel niet hooger dan tot een bepaalde waarde mag oploopen, behalve tijdens of vlak na ongemeen hooge neerslagen en dan bovendien nog slechts voor een korten tijd (zie de in noot 1 en 23 genoemde literatuur). Voor kleigronden kan deze grondwaterstand voorloopig en in afwachting van de resultaten van de daarover te verrichten proefnemingen <sup>26)</sup> op 50 cm onder het maaiveld worden gesteld. Voor Veenkoloniale gronden lijkt deze eisch te streng. Uit de resultaten van een, samen met Ir. BONTEKOE, opgezet onderzoek op een perceel van den Heer SMOOK te Nieuw-Buinen (zie hiervoor § 3, sub b), waarvan de resultaten door Ir. BONTEKOE <sup>26)</sup> gepubliceerd werden, blijkt, dat een maximale grondwaterstand van 40 cm en mogelijk zelfs van 35 cm onder het maaiveld in het winterhalfjaar nog als toelaatbaar mag worden beschouwd. Uit den aard der zaak staat dit laatste niet vast; het is te wenschen, dat ook op Veenkoloniale gronden een dergelijk proefveld aangelegd wordt als nu op kleigrond is aangelegd op de proefboerderij te Nieuw-Beerta (landbouwgewassen) en in den proefpolder te Geestmer-Ambacht (tuinbouwgewassen); zie ook noot 25. In afwachting van dergelijke proefnemingen lijkt het mij toelaatbaar de maximale grondwaterstand (in het winterhalfjaar) op 40 cm onder het maaiveld te stellen <sup>27)</sup>.

## 2. *Berekening van den maximaal optredenden grondwaterstand in de gegeven omstandigheden*

We zullen nu aan de hand van een voorbeeld de berekening van den maximalen grondwaterstand (dus bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag in 24 uur) duidelijk maken. Uit de resultaten van deze berekening volgt tevens, of in de gegeven omstandigheden dit perceel als al dan niet voldoende ontwaterd mag worden beschouwd, d.w.z. of deze maximale grondwaterstand al dan niet hooger dan tot 40 cm onder het maaiveld oploopt. Nu is in § 1 reeds opgemerkt, dat het de bedoeling is zooveel mogelijk die gevallen als voorbeeld te behandelen, waarin de resultaten van de genomen maatregelen of reeds (voldoende) vaststaan, of in de naaste toekomst (voldoende) vast zullen komen te staan. Daarom leek het mij aangewezen, hier nog eens het onderzoek op perceel 11 en 12 van de Proefboerderij te Borgerecompagnie te

<sup>26)</sup> Op twee groote proefvelden op kleigronden, nl. één op de Proefboerderij te Nieuw-Beerta (Gr.) en één in den proefpolder in het Geestmer-Ambacht (N.H.), zullen in vakke<sup>n</sup> met verschillend diepe, constante grondwaterstanden de groei, de ontwikkeling, de opbrengsten en de kwaliteit van de diverse gewassen, evenals de bedrijfszekerheid, worden vergeleken.

<sup>26)</sup> F. BONTEKOE. Een ontwateringsproef in de Veenkoloniën; Drentsch Landbouwblad, Jaargang 25, 40, 3, 2 October 1941. Voor den opzet van deze proef zie: S. B. HOOGHOUDT. Resultaten van de onderzoekingen op enkele plaatsen in de Veenkoloniën en de daarop te baseeren adviezen (gestencild) 1939.

<sup>27)</sup> In de, in noot 26 genoemde, literatuur van schrijver werd rekening gehouden met een maximalen grondwaterstand van 50 cm onder het maaiveld.

bespreken, ook al is dit geval reeds besproken in de, in noot 1. genoemde, literatuur.

In hoofdstuk I werd reeds niteengezet, waarom het onderzoek op perceel 11 en 12 van de Proefboerderij te Borgercompagnie werd ingesteld en wat de resultaten van dit onderzoek waren. Hier kunnen we ons dan ook bepalen met aan te toonen, hoe deze resultaten ook van te voren aangegeven hadden kunnen worden, hetgeen overigens ook geschied is. Het zal immers duidelijk zijn, dat, als we de maximale grondwaterstand berekenen, zooals deze zal optreden bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur (grootere afvoeren komen slechts zelden voor en kunnen worden verwaarloosd), we tevens kunnen zeggen, of de ontwatering in de gegeven omstandigheden al of niet voldoende is. Aangezien het peil in de wintermaanden, in de wijk, in de scheisloot en in de perceelsscheidingssloten niet bekend was, zijn we alleen in staat geweest te berekenen, hoeveel de maximale grondwaterstand midden op het perceel (hoogste ligging van den grondwaterspiegel op het perceel) bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag (feitelijk bij een iets hooger en overtolligen neerslag; zie hieronder) hooger zal zijn dan de waterspiegel in de wijk, in de scheisloot en in de perceelsscheidingssloten. Ofschoon het peil in de wijk eenerzijds en in de scheisloot en in de perceelsscheidingssloten anderzijds niet geheel dezelfde is (zie de, in noot 2 genoemde, literatuur) bleek later tijdens de waarnemingen van dit peil dit verschil slechts klein te zijn, zoodat we kunnen aannemen, dat dit (gemiddelde) peil zoowel in de wijk als in de scheisloot en in de perceelsscheidingssloten optreedt <sup>23</sup>).

Bij deze berekening zullen we verder gebruik maken van de nieuwste gegevens (boring R werd op perceel 11 uitgevoerd); zie hoofdstuk III, § 3, b, waaruit blijkt, dat het perceel in een gebied ligt, waar de onderkant der watervoerende laag op (gemiddeld) 12,5 m onder het maaiveld kan worden aangenomen, terwijl de gemiddelde doorlaatfactor der watervoerende laag op 2,4 m per 24 uur kan worden gesteld. Hierbij kan worden opgemerkt, dat nu ook in andere gevallen de onderkant van de watervoerende laag en de doorlaatfactor daarvan bekend is. Wat in deze laatste gevallen niet bekend is, is de opbouw van het profiel tot en met de zandlaag en het feit of hierin al dan niet slecht doorlatende lagen voorkomen. Dit moet door afboren van het perceel op een voldoende aantal plekken tot ruim 1 m diepte (tot even in de zandlaag) worden nagegaan, hetgeen op perceel 11 en 12 natuurlijk ook is geschied. Hierbij bleek (perceel 11; perceel 12 laten we hier buiten beschouwing), dat een veenlaag tot ongeveer 1 m onder het maaiveld voorkwam. In de daaronder liggende zandlaag trad geen slecht doorlatende laag (oerlaag) op, hetgeen evenmin in de veenlaag het geval was.

Voor de ontwatering van het perceel (voor de snelheid van den afvoer van den overtolligen neerslag) is de natte omtrek van de wijk, van de scheisloot en de perceelsscheidingssloten van belang (zie de, in noot 1 genoemde, literatuur). Onder den natten omtrek wordt de omtrek van de wijk, sloten enz. verstaan onder den waterspiegel (dus onder het te beschouwen peil; in het algemeen het hoogst voorkomende peil of het normale peil — meest voor-

<sup>23</sup>) In dergelijke gevallen wordt dus met het gemiddelde peil rekening gehouden, tenzij dit verschil groot is, waarop niet verder zal worden ingegaan.

komende peil — in het winterhalfjaar, zie onder sub 3); de waterspiegel zelf wordt dus niet meegeerekend. Van de hieronder volgende berekeningen rekenen we deze natte omtrek (0) om op de straal  $r_0$  van een halve cirkel van dezelfde lengte als deze natte omtrek (dus  $0 = \pi r_0$ ). Deze natte omtrek moet dus worden bepaald of althans zoo nauwkeurig mogelijk worden geschat. De  $r_0$ -waarde van de wijk bleek rond 1,6 m te zijn en van de scheisloot en van de perceelsscheidingssloten steeds rond 0,65 m. Verder kan nog worden opgemerkt, dat de wijk en de scheisloot langs de lengterichting van het perceel rond 80 m uit elkaar lagen en de perceelsscheidingssloten langs de breedterichting van het perceel 140 m.

De berekening van den maximaal optredenden grondwaterstand in het winterhalfjaar (dus bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur — feitelijk iets hooger; zie hieronder <sup>29)</sup> — (korte perioden tijdens of na ongewoon hooge neerslagen worden buiten beschouwing gelaten) is nu als volgt:

De dikte van de watervoerende laag kan op rond 12,5 — 1 (vanaf onderkant veenlaag) = 11,5 m worden aangenomen. Gezien deze dikte kan het gedeelte van de watervoerende laag boven den waterstand in de wijk en in de sloten verwaarloosd worden <sup>30)</sup>. In dit geval kan de vergelijking 117 (zie de in noot 1 genoemde publicatie) worden toegepast, welke vergelijking luidt:

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2}$$

Hierin stelt  $s$  de hoeveelheid overtolligen neerslag per 24 uur voor (hier dus 5 mm = 0,005 m per 24 uur <sup>31)</sup>;  $k$  is de doorlaatfactor (hier dus 2,4 m per 24 uur <sup>32)</sup>;  $m_0$  is het verschil in meters tusschen den grondwaterspiegel midden op het perceel en den waterstand in de wijk en sloten (deze factor is dus onbekend en moet dus worden berekend);  $l$  is de afstand in meters van de wijk en de scheisloot (van hart tot hart) <sup>33)</sup> of van de perceelsscheidingssloten, terwijl  $d$  een factor is, die afhangt van de dikte van de watervoerende laag (hier 11,5 m) en van den afstand van de beschouwde ontwaterings-systemen. Deze factor moet uit de tabellen 5 achterin de, in noot 1 genoemde, publicatie worden afgeleid; in deze tabellen is de  $d$ -waarde aangegeven.

<sup>29)</sup> Desgewenscht kan men den maximalen grondwaterstand ook bij een afvoer van precies 5 mm berekenen; zie § 4, a, gebied A<sub>3</sub>. Ditzelfde geldt ook nog voor enkele verder hieronder te behandelen gevallen.

<sup>30)</sup> De watervoerende laag wordt namelijk aan de bovenzijde door het phreatisch vlak (grondwaterspiegel); de capillaire laag kan hier zeker worden verwaarloosd) begroond en aan de onderzijde door den bovenkant van de slecht doorlatende laag, die hier dus gemiddeld op 12,5 m onder het maaiveld kan worden aangenomen.

<sup>31)</sup>  $s$  en  $k$  worden in m per 24 uur aangegeven;  $l$  in meters.

<sup>32)</sup> Bij de analoge berekeningen in de, in noot 1 genoemde publicatie, blz. 636—639, werd voor  $k = 2,7$  m per 24 uur aangenomen en voor de dikte van de watervoerende laag 12 m. Hier zullen we ons aan de gemiddelde waarden houden, die aan het slot van hoofdstuk III zijn aangegeven, aangezien dit geval als voorbeeld voor nieuwe dergelijke gevallen is bedoeld en het bovendien niet onmogelijk, zoo niet waarschijnlijk is, dat de waarde van  $k = 2,4$  m per 24 uur beter is. Hetzelfde geldt voor de dikte van de watervoerende laag.

<sup>33)</sup> Tenzij uitdrukkelijk anders is vermeld, wordt in het vervolg steeds de afstand van hart tot hart bedoeld.

We berekenen nu eerst  $m_0$ , voor het geval 2 wijken ( $r_0 = 1,6$  m) op rond 80 m onderlingen afstand aanwezig zijn. Uit tabel 5—23 en 5—24, waaruit  $d$  bij  $H = 11,5$  m en  $r_0 = 1,6$  m door intrapolatie gevonden moet worden, blijkt, dat  $d = 9,24$  of, dus

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} \text{ of } 0,005 = \frac{8 \cdot 2,4 \cdot 9,24 \cdot m_0}{(80)^2} \text{ of } m_0 = \text{rond } 0,18 \text{ m} = 18 \text{ cm.}$$

Waren twee scheisloten (met  $r_0 = 0,65$  m) op rond 80 m onderlingen afstand aanwezig, dan is  $d$  (zie de tabellen 5—17 en 5—18, waartusschen geïntropeerd moet worden;  $H = 11,5$ ) gelijk aan 7,28 of dus

$$0,005 = \frac{8 \cdot 2,4 \cdot 7,28 \cdot m_0}{(80)^2} = 0,23 \text{ m} = 23 \text{ cm.}$$

Aangezien in werkelijkheid langs de eene zijde een wijk en langs de andere zijde een scheisloot voorkomt, zal  $m_0$  in werkelijkheid bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur op  $(18 + 23) : 2 =$  rond 20 cm kunnen worden gesteld.

Het betreffende perceel wordt aan de korte zijden bovendien nog begrensd door perceelsscheidingssloten op een afstand van 140 m en met een  $r_0$ -waarde van 0,65 m, waarheen ook nog overtollige neerslag wordt afgevoerd. Ofschoon deze waterbeweging niet onafhankelijk is van die naar de wijk en de scheisloot, kan dit hier in eerste instantie toch wel worden aangenomen. Bij een grondwaterstand in het midden van het perceel van 20 cm boven het waterpeil in deze slooten ( $m_0 = 0,20$ ) wordt nog een hoeveelheid water daarheen afgevoerd, die met dezelfde vergelijking kan worden berekend. De factor  $d$  wordt ook nu ( $r_0 = 0,65$  m) uit de tabellen 5—17 en 5—18 afgeleid en bedraagt nu ( $l = 140$  m;  $H = 11,5$  m) 8,65, zoodat

$$s = \frac{8 \cdot 2,4 \cdot 8,65 \cdot 0,20}{(140)^2} = 0,0017 \text{ m} = 1,7 \text{ mm per } 24 \text{ uur.}$$

In werkelijkheid zullen echter, zooals reeds is medegedeeld, de stroomingen naar de drie slooten en de wijk elkaar beïnvloeden, hetgeen op deze wijze globaal in rekening is te brengen, dat voor de afvloeiing van water naar de perceelsscheidingssloten de waarde van  $m_0$  de helft kleiner moet worden genomen (tusschen wijk en scheisloot immers verandert  $m_0$  van 0 tot 20 cm, zoodat de afvoer naar deze slooten op rond 0,9 mm per 24 uur kan worden aangenomen). In totaal zal dus bij een afvoer van  $5 + 0,9 =$  rond 6 mm per 24 uur de grondwaterstand midden op het perceel niet hooger oploopen dan tot 20 cm boven den waterstand in de wijk en in de slooten. Aangezien een afvoer van overtollig regenwater van 5 mm per 24 uur niet vaak en van 6 mm per 24 uur slechts zelden zal voorkomen, was dus te voorspellen, dat de grondwaterstand midden op het betreffende perceel minder dan tot 20 cm boven den waterstand in de wijk en de slooten zal oploopen, terwijl gewoonlijk — de overtollige neerslag is immers meestal veel kleiner — dit verschil veel geringer zal zijn. Door metingen van den waterstand in de wijk en in de slooten en van den grondwaterstand (zie de, in noot 1 en 2 genoemde literatuur) werd

dit gecontroleerd (half September 1938 tot 1 Maart 1939), waarbij inderdaad bleek, dat de grondwaterstand midden op de perceelen niet hooger dan hoogstens rond 17 cm boven den waterstand in de wijk en slooten heeft gestaan en dit verschil meestal veel kleiner is geweest.

3: *De invloed van den waterstand in de wijk en in de slooten op den grondwaterstand*

Uit het feit dat  $m_0$  in het, in sub 2 besproken, geval hoogstens 20 cm zal zijn, of dus, dat de grondwaterstand midden in het perceel hoogstens 20 cm boven den waterstand in de wijk en in de slooten zal staan, kan men nog niet afleiden, of de ontwatering al of niet voldoende is. Blijkbaar hangt dit af van den waterstand in de wijk en in de slooten onder het maaiveld: Is deze waterstand voldoende laag dan is deze ontwatering voldoende en is deze te hoog dan is de ontwatering onvoldoende. Houden we er nu aan vast (zie hiervoor), dat de grond voldoende ontwaterd is, als (in het winterhalfjaar) de grondwaterstand niet hooger oploopt dan tot 40 cm onder het maaiveld (deze eisch is waarschijnlijk eerder te streng dan niet streng genoeg; zie hiervoor) dan blijft dus de ontwatering steeds voldoende als de waterstand in de wijk en in de slooten niet hooger oploopt dan in dit geval tot  $40 + 20 = 60$  cm onder het maaiveld. Hierbij is dus aangenomen, dat het perceel een vlakke ligging heeft.

Uit de, in sub 2 genoemde, waarnemingen is echter gebleken, dat de waterstand in de wijk en in de slooten veel hooger tot zelfs waarschijnlijk ongeveer gelijk aan het maaiveld is geweest. Uit het bovenstaande volgt dan ook, dat al den tijd, dat het peil hooger dan 60 cm onder het maaiveld in regenrijke perioden (dus met een afvoer van 5 mm per 24 uur) is geweest, de ontwatering onvoldoende is geweest. In drogere perioden — dus bij geringere afvoeren — mag het peil nog iets hooger oploopen, echter in geen geval hooger dan tot 40 cm onder het maaiveld. Het bovenstaande beteekent desondanks dat (voor dit perceel) het peil in de wijk en in de slooten niet hooger dan tot 60 cm onder het maaiveld mag oploopen, wil men ook bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur van een voldoende ontwatering verzekerd zijn.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat de ontwatering op perceel 11 niet altijd voldoende is geweest en dat de oorzaak gezocht moet worden in een onvoldoende beheersching van het peil in de wijk en in de slooten. Verbetering van de ontwatering is hier *zelfs alleen* te verkrijgen door een betere beheersching van dit peil. Met drainage kan men immers alleen bereiken, dat het verschil tusschen den grondwaterstand eenerzijds en den wijk- en slootwaterstand anderzijds (dus de factor  $m_0$ ) kleiner wordt<sup>34</sup>). Dit verschil (maximaal aangenomen verschil is rond 17 cm en berekend 20 cm; *gewoonlijk* is dit verschil *echter veel geringer*) is hier echter reeds zoo gering, dat drainage hier geen zin heeft. Drainage is alleen van belang als genoemd verschil (dus  $m_0$ ), voordat

---

<sup>34</sup>) Door drainage kan men immers hoogstens bereiken, dat dit verschil practisch nul wordt, echter nooit, dat de grondwaterstand (in tijden met overtolligen neerslag) onder het peil in de wijk of slooten komt te liggen, hetgeen hier ten overvloede nog eens mag worden opgemerkt.



de drainreeksen gelegd zijn, veel grooter is en dus met een niet te enge drainage (te dure drainage) dit verschil aanmerkelijk kan worden verkleind. In dit laatste geval is het mogelijk, dat in de eigenlijke wintermaanden het polderpeil te hoog oploopt, dat hieraan verder om welke reden dan ook niets te doen is, maar dat in het najaar en vooral vanaf het vroege voorjaar dit peil weer voldoende laag is. Drainage heeft in dit geval wel zin, aangezien er dan voor gezorgd kan worden, dat in het najaar en vooral vanaf het vroege voorjaar een voldoende diepe grondwaterstand optreedt en dus de ontwatering voldoende is. De draindiepte wordt dan bepaald door het hoogste peil, of, als deze slechts zelden optreedt, door het meest voorkomende peil in die perioden<sup>35)</sup>. Men beseffe echter wel, dat men in die periode(n), waarin het peil in de wijk en in de slooten te hoog oploopt, de ontwatering door de drainage niet kan verbeteren; zij blijft dus in die periode(n) onvoldoende.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat *de eerste maatregel voor het verkrijgen van een voldoende ontwatering van de Veenkoloniale gronden moet zijn het aanhouden van een voldoende diep peil in wijk en slooten en een goede beheersching van dit peil (geringe schommelingen om dit gemiddelde peil)*. Bij handhaving van het tegenwoordige kanaalpeil zal dit in sommige gevallen door tijdelijke of permanente afsluiting van de wijk van het kanaal moeten worden bereikt.

Met het voorgaande heb ik echter niet willen aangeven, dat een „zoo diep mogelijk peil in wijk en slooten als maar bereikbaar is” het beste is. *In tegenstelling daarmede, meen ik, dat naast een hoogst toelaatbaar peil eveneens een diepst toelaatbaar peil voor de Veenkoloniale gronden geldt*, zij het dan ook, dat dit diepst toelaatbaar peil meer in het zomerhalfjaar dan in het winterhalfjaar van belang is. Wordt dit peil immers te diep, dan bestaat de kans, dat de veenlaag onder de bouwvoor in tijden met een groot waterverbruik te veel uitdroogt, hetgeen in elk geval vermeden dient te worden, aangezien sterk ingedroogd veen zich (soms) moeilijk laat bevochtigen en bovendien andere onaangename eigenschappen kan verkrijgen. Tot hoe diep dit peil mag dalen hangt af van de dikte van de veenlaag en de fijnheid (de maximale capillaire stijghoogte) van de daaronder liggende zandlaag. Aangezien dit peil slechts zoo diep mag zijn, dat het vochtgehalte van de veenlaag door capillaire opstijging van water voldoende blijft. *Dit diepste peil zal mijns inziens — dus afhankelijk van de omstandigheden — zoo ongeveer mogen schommelen tusschen 90 tot 120 cm onder het maaiveld.*

4. *De invloed van de omstandigheid, of de wijk en de slooten al dan niet voldoende schoon zijn, op den grondwaterstand en dus op de ontwatering*

Het lijkt mij in dit verband gewenscht eens te wijzen op den invloed van de omstandigheid, of de wijk en de slooten al dan niet voldoende schoon zijn, op den grondwaterstand en dus op de ontwatering. Zooals we zullen zien, loont het de moeite hieraan in de Veenkoloniën de noodige aandacht te

<sup>35)</sup> Is het peil in het geheele winterhalfjaar voldoende laag, dan wordt de draindiepte bepaald door het hoogste peil in deze periode, of als deze slechts zelden optreedt, door het meest voorkomende peil in dit winterhalfjaar. In dit geval is natuurlijk steeds de ontwatering door drainage afdoende te verbeteren, gesteld natuurlijk, dat de ontwatering onvoldoende is.

besteden. In sommige gedeelten gelijken de wijken op moddersloten en soms zijn zij half dichtgegroeid, terwijl ook de sloten lang niet altijd in een goeden staat verkeerden. Men moet wel bedenken, dat de wijk een natten omtrek heeft, die meestal veel grooter is dan van de sloten, waardoor de wijk in de gegeven omstandigheden het belangrijkste ontwateringssysteem is, waarmede anderszijds ook niet gezegd wil zijn, dat deze wijken altijd noodzakelijk zijn voor een goede ontwatering (zie § 4).

Om nu de invloed van een vuile wijk en sloten — dus met een modderlaag op de bodem en langs de zijanten — op den grondwaterstand en dus op de ontwatering duidelijk te maken, denken we eerst de wijk en de sloten van binnen (bijv. vanaf het maaiveld) bekleed met een laag beton, waardoor dus geen druppel water heendringt. Het zal nu voor een ieder wel duidelijk zijn, dat de ontwatering in dit geval zeer slecht moet zijn, aangezien de grondwaterstand tot boven het maaiveld moet oploopen, d.w.z. het water over den grond heen moet loopen, om in genoemd geval in de wijk en de sloten te kunnen komen. Een laag modder in de wijk en sloten heeft nu eenzelfde werking, alleen in een belangrijk geringere mate, in zoverre hierdoor nog wel water kan passeeren. Als men nu bedenkt, dat het water, dat in de wijk en de sloten komt, de natte omtrek daarvan en daarna de modderlaag zal moeten passeeren, zal het duidelijk zijn, dat de modderlaag een extra weerstand beteekent, die het overtollige regenwater bij zijn strooming uit het laad tot in de wijk en in de sloten ondervindt en welke extra weerstand niet of nauwelijks in een behoorlijk schoongemaakte wijk en sloten optreedt.

De weerstand, die het water bij bovengenoemde strooming door den grond en door de modderlaag tot in de wijk en sloten (extra weerstand) ondervindt, moet door een kracht overwonnen worden, welke kracht door het verschil in den grondwaterstand midden op het perceel en den waterstand in de wijk en de sloten moet worden geleverd. Om nu eenzelfde hoeveelheid neerslag per etmaal af te voeren, moet dit drukverschil — dus bij een vuile wijk en vuile sloten — grooter tot veel grooter zijn — afhankelijk van de doorlatendheid en de dikte van de modderlaag — dan in het geval de wijk en de sloten behoorlijk schoon zijn. Dit wil dus zeggen, dat in overigens gelijke omstandigheden de grondwaterstand, indien de wijk en de sloten vuil zijn, hooger zal oploopen dan in het geval deze wijk en sloten behoorlijk schoon zijn. Loopt de grondwaterstand in het eerste geval (vuile wijk en sloten) hooger op dan tot 40 cm onder het maaiveld, terwijl dit bij voldoende schoone wijk en sloten niet het geval is, dan is de ontwatering onvoldoende, hetgeen in genoemd geval dus alleen geweten moet worden aan het feit, dat de wijk en de sloten vuil zijn. *Dit wil dus eenerzijds zeggen, dat, als de ontwatering onvoldoende is, mede in de eerste plaats, voordat andere maatregelen worden getroffen, deze wijk en sloten schoongemaakt moeten worden, omdat alleen daardoor — zelfs als er een oerlaag aanwezig is, die dan echter niet dik en niet te slecht doorlatend mag zijn — de ontwatering in een voldoende mate kan worden verbeterd* <sup>36)</sup>. Ook in geval nog andere maatregelen genomen moeten worden, moet hieraan in elk geval de noodige aandacht worden besteed.

<sup>36)</sup> Voor zoverre dit de wijk betreft, moet natuurlijk rekening worden gehouden met hetgeen in § 4 van dit hoofdstuk is medegedeeld.

Anderzijds wil dit ook weer niet zeggen, dat aan dit schoonhouden van de wijk en de slooten overdreven eischen moeten worden gesteld. Zoolang immers de ontwatering voldoende is, beteekent dit, dat de wijk en de slooten nog niet zoo vuil zijn, dat men er hinder — *wat betreft de ontwatering* — van ondervindt; ook dan late men het echter niet te ver komen. Nogmaals wil ik echter herhalen, dat, als de ontwatering onvoldoende is, ofschoon het peil in de wijk en in de slooten diep genoeg is, in elk geval wijk en slooten moeten worden schoongemaakt, indien deze vuil zijn. Dit schoonmaken dient verder zoo te worden uitgevoerd; dat zoo mogelijk alle slik, vergane plantendeelen, enz. verwijderd worden en de bodem en wanden onder den waterspiegel dus weer uit zuiver zand bestaan; een en ander natuurlijk voor zooverre de zij-kanten daardoor niet afschuiven.

##### 5. *De invloed van een ongelijke ligging van het maaiveld*

Ten slotte moge hier nog de invloed van een ongelijke hoogteligging van het maaiveld (= aardoppervlak) besproken worden. Heeft het maaiveld een ongelijke ligging — bijv. plaatselijk 30 em lager dan elders —, dan beteekent dit, dat op de laaggelegen plekken de grondwaterstand rond evenveel oms minder diep onder het maaiveld op overeenkomstig ten opzichte van de wijk en de slooten gelegen plekken ligt dan elders, indien althans in het bodem-profiel ter plaatse van deze lage gedeelten geen slecht doorlatende laag voorkomt (zie hieronder). Is nu overal de grondwaterstand elders in het winter-halfjaar bijv. maximaal 40 em onder het maaiveld, zoodat in dit gedeelte de ontwatering voldoende is, dan is de grondwaterstand in het laaggelegen gedeelte 40—30 = 10 em onder het maaiveld of dus veel te hoog, zoodat hier de ontwatering onvoldoende is. Een verbetering kan men hierin brengen door in het laaggelegen gedeelte de grondwaterstand dieper onder het maaiveld te brengen, hetgeen op twee wijzen kan geschieden. De eerste, en waarschijnlijk veelal de beste methode is de lage gedeelten op te hoogen (door egalisatie als elders het land hoog genoeg boven het peil in de wijk en in de slooten en met name boven den grondwaterspiegel is gelegen, of door ophoogen met grond van elders, indien dit niet het geval is; het spreekt wel van zelf, dat de bouwvoor daarbij weer boven op moet komen te liggen). Een tweede methode, bestaat in het plaatselijk verlagen van den grondwaterspiegel, zooals dit door drainage mogelijk is, indien althans het peil in de wijk of in de slooten, waarin de betreffende drainreeks(en) uitmondt(en) daartoe laag genoeg is, d.w.z. 60 em of meer onder maaiveld, en vooral de grondwaterspiegel midden op het perceel voldoende boven het peil in de wijk en de slooten ligt, dat een voldoende verlaging van den grondwaterspiegel door drainage mogelijk is. In verband met het feit, dat deze drainreeks(en), die dus in dit lage gedeelte ligt (liggen), een plaatselijke verlaging in den grondwaterspiegel te weeg brengt(en), vloeit veel water vanuit het aanliggende gedeelte toe, waardoor de drainreeks(en) veel meer dan den overtolligen neerslag moet(en) afvoeren, die op dit lage gedeelte valt. Is dit lage gedeelte dan ook niet erg smal, dan is het aan te raden aan weerszijden van dit lage gedeelte en juist bij het begin ervan een drainreeks te leggen. Mijns inziens verdient echter de eerste methode de voorkeur, vooral ook, aangezien daardoor tevens andere nadeelen, die een ongelijke ligging van het maaiveld oplevert, worden opgeheven.

Het kan natuurlijk ook voorkomen, dat onder het lage gedeelte een slecht doorlatende laag optreedt, die elders niet voorkomt, waardoor het zelfs mogelijk wordt, dat in het lage gedeelte de grondwaterspiegel hooger ligt dan elders in het perceel (de verklaring is analoog aan die van het optreden van hooge grondwaterstanden, indien in het profiel een slecht doorlatende laag — bijv. een oerlaag — voorkomt, waarvoor korthedshalve naar § 3 verwezen mag worden). Dit geval kan optreden, indien het lage gedeelte ligt ter plaatse van een vroegere sloot, welke sloot met materiaal is opgevuld (vooral organisch materiaal), dat tot een koek samen is geklonken. Is dit het geval, — en dit is door afboren vrij eenvoudig na te gaan —, dan is het aan te raden deze slecht doorlatende laag door omzetten van het lage gedeelte te verbreken, waarna dit gedeelte verder kan worden opgehoogd. Ter aanvulling van deze opmerking, moge hier worden opgemerkt, dat het beste materiaal voor de opvulling van een sloot, die gedempt moet worden, zuiver zand is. Deze sloot kan zonder bezwaar met dit zand door aanplempen tot een zekere hoogte gevuld worden. Hierop brengt men dus zoo mogelijk een veenlaag en hierop de bouwvoor. Is geen veen aanwezig, dan verdient het aanbeveling, de laatste 50 cm met dalgrond (dus met de bouwvoor van elders) aan te vullen, in verband met den last van droogte, die zonder veenlaag en met een dunne bouwvoor uit dalgrond in dit gedeelte kan optreden, indien het peil in de wijk en slooten in droge perioden in de zomermaanden te diep mocht zijn. Of deze laatst genoemde last van droogte optreedt, hangt echter ook af van de samenstelling van de bouwvoor en van het zand, waarmede (in dit geval) de sloot tot onder de bouwvoor is opgevuld, waardoor voor ieder geval, de diepte tot waar het peil in de wijk en de slooten (en daarmede de grondwaterstand) mag dalen, voordat last van droogte zal optreden, verschillend zal zijn. Een algemeen advies is dan ook niet te geven; mijn bedoeling is slechts geweest hierop de aandacht te vestigen.

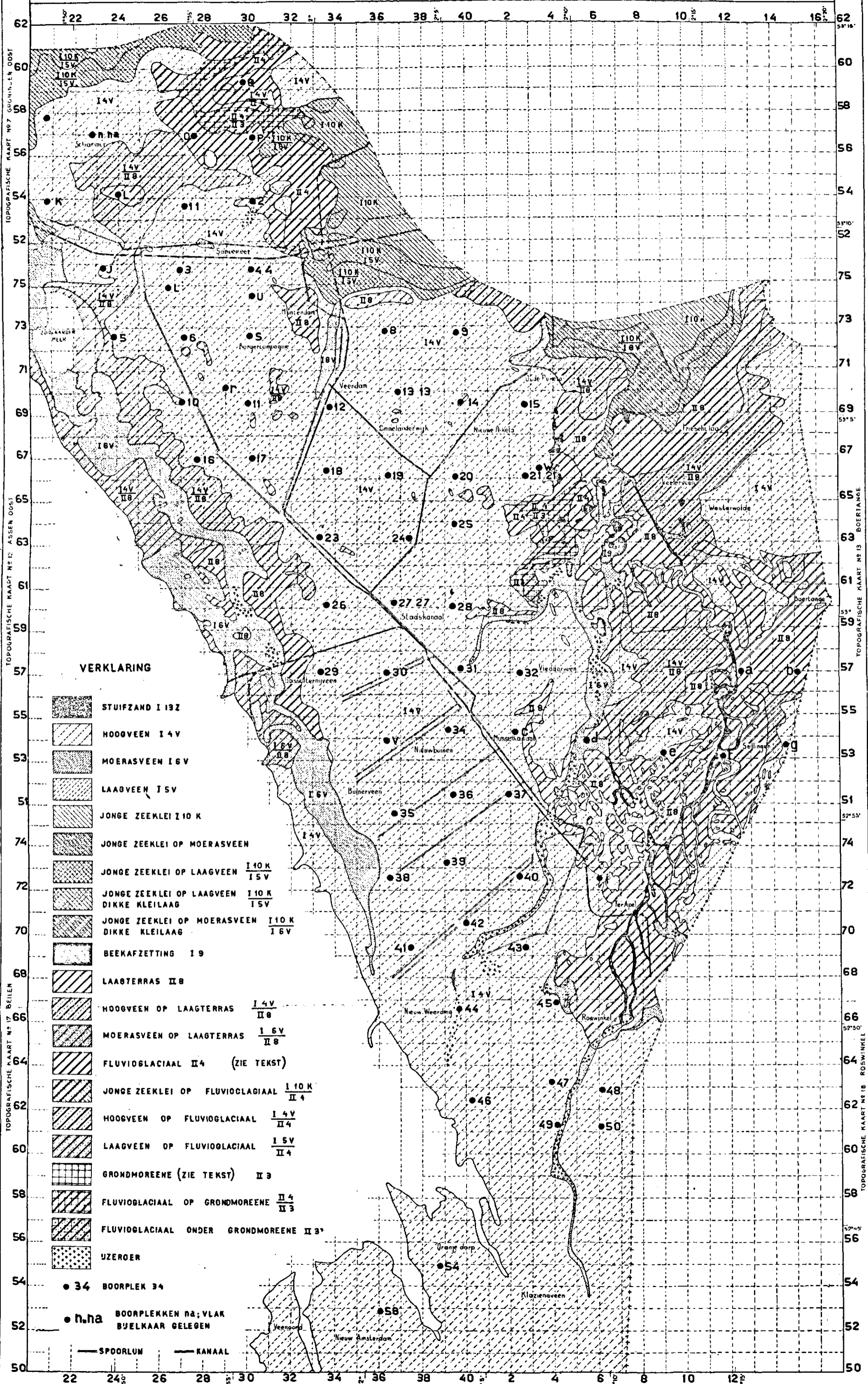
Ten slotte moge in verband met het bovenstaande nog worden opgemerkt, dat zg. „natte plekken”, behalve op de laaggelegen plekken, ook elders kunnen optreden. Op veenkoloniale gronden wil dit zeggen, dat, ter plaatse een slecht doorlatende laag voorkomt, of deze laatste laag aldaar relatief veel hooger ligt dan elders. Bij een zeer hooge ligging van deze slecht doorlatende laag (bijv. een oerlaag vlak onder de bouwvoor) moet deze doorbroken worden, terwijl bij een wat dieper liggen van deze laag een andere methode kan worden toegepast (het graven van sleuven en het zoo noodig leggen van drainreeksen, indien deze natte plekken althans niet te klein zijn, aangezien anders beter overal deze oerlaag kan worden gebroken), waarvoor echter naar § 3 van dit hoofdstuk en sub *b* van deze paragraaf wordt verwezen.

*b.* Bespreking van de beteekenis van de drainage in de verschillende gebieden, waarin het geheele gebied van de Veenkoloniale gronden is onderverdeeld; berekening van den (eventueelen) benodigden drainafstand.

In het in sub *a* behandelde geval was drainage niet alleen onnoodig, maar kon deze bovendien geen verbetering brengen. We zullen ons nu eens afvragen of er gedeelten in de Veenkoloniale gronden, waartoe we ons beperken, zijn

# GEOLOGISCHE KAART VAN DE VEENKOLONIËN EN NAASTE OMGEVING MET BOORPUNTEN EN KWADRAATNET

KAART 1



### VERKLARING

- STUIFZAND I 132
- HOOGVEEN I 4V
- MOERASVEEN I 6V
- LAAGVEEN I 5V
- JONGE ZEELEI I 10 K
- JONGE ZEELEI OP MOERASVEEN
- JONGE ZEELEI OP LAAGVEEN I 10 K I 5V
- JONGE ZEELEI OP LAAGVEEN  
DIKKE KLEILAAG I 10 K I 5V
- JONGE ZEELEI OP MOERASVEEN I 10 K I 6V
- DIKKE KLEILAAG I 10 K I 6V
- BEEKAFZETTING I 9
- LAAGTERRAS II 8
- HOOGVEEN OP LAAGTERRAS I 4V II 8
- MOERASVEEN OP LAAGTERRAS I 6V II 8
- FLUVIOGLACIAAL II 4 (ZIE TEKST)
- JONGE ZEELEI OP FLUVIOGLACIAAL I 10 K II 4
- HOOGVEEN OP FLUVIOGLACIAAL I 4V II 4
- LAAGVEEN OP FLUVIOGLACIAAL I 5V II 4
- GRONDMOREENE (ZIE TEKST) II 3
- FLUVIOGLACIAAL OP GRONDMOREENE II 4 II 3
- FLUVIOGLACIAAL ONDER GRONDMOREENE II 3
- UZEROER
- 34 BOORPLEK 34
- n.n.a. BOORPLEKKEN n.n.a.; VLAK  
BUELKAAR GELEGEN
- SPOORLIJN
- KANAAL

TOPOGRAFISCHE KAART NO 7 GORINCHEN OOST  
 TOPOGRAFISCHE KAART NO 12 ASSEN OOST  
 TOPOGRAFISCHE KAART NO 13 BOERTANGE  
 TOPOGRAFISCHE KAART NO 17 BEIJEN  
 TOPOGRAFISCHE KAART NO 18 ROSWINKEL

aan te wijzen, waarin de drainage in de huidige omstandigheden met voordeel kan worden toegepast.

Zooals in sub *a* is gebleken, moet het peil in de wijk en de slooten daarvoor niet alleen voldoende laag zijn, maar moet dit peil ook voldoende beheerscht kunnen worden. Hier zullen we steeds aannemen, dat dit laatste het geval is en dat in het winterhalfjaar het peil niet hoger oploopt dan een bepaald verder hieronder te noemen diepte. Tevens zal hier worden aangenomen, dat het maaiveld als horizontaal mag worden opgevat en de wijk en de slooten behoorlijk schoon zijn <sup>37</sup>).

Een algemeene beschouwing hierover is immers mogelijk geworden, aangezien we het onderzochte gebied hebben kunnen onderverdeelen in een aantal gebieden (zie aan het slot van hoofdstuk III en kaartje No. 3), waarin eenzelfde ligging van den onderkant van de watervoerende laag en eenzelfde gemiddelde doorlaatfactor van deze watervoerende laag kunnen worden aangehouden. Uitdrukkelijk kan echter worden opgemerkt, dat de hiervoor afgeleide beschouwingen slechts *algemeen, d.w.z. voor verreweg de meeste perceelen binnen deze gebieden gelden*. De mogelijkheid bestaat, en het is zelfs niet onwaarschijnlijk, dat *plaatselijk* (dus ook voor een gebied ter grootte van een perceel) de doorlaatfactor van de watervoerende laag kleiner dan de kleinste hieronder verder te beschouwen waarde is. Om deze reden kan — voor zoverre hiernaar niet nog een onderzoek zal worden ingesteld —, op die perceelen bijv. drainage nog wel van belang zijn, (voor zoverre geen wijken meer aanwezig zijn, wordt naar § 4 verwezen) terwijl in het algemeen op de perceelen gelegen binnen het betreffende gedeelte geen drainage noodig is. Van veel belang zijn dergelijke afwijkende gevallen niet. *Hierop zal (in het algemeen) niet worden teruggekomen.*

Verder kan rekening worden gehouden met de omstandigheid, dat vrijwel overal in de Veenkoloniën de breedte van de perceelen rond 80 m bedraagt, hetgeen dus wil zeggen, dat vrijwel overal de wijk en de scheisloot 80 m uit elkaar liggen. De breedte van de wijken en slooten op den waterspiegel en de verdere afmetingen onder den waterspiegel of dus de  $r_0$ -waarden daarvan zijn echter in de verschillende gedeelten van de Veenkoloniën nogal verschillend. Er zal daarom met verschillende  $r_0$ -waarden rekening worden gehouden. Ten slotte zal naast den gemiddelden doorlaatfactor van de watervoerende laag, zooals deze voor de verschillende afdelingen, waarin wij het gheele onderzochte gebied hebben onderverdeeld (zie aan het slot van hoofdstuk III en hieronder), bovendien ook met een lageren doorlaatfactor als de bovengenoemde, gemiddelde, doorlaatfactor rekening worden gehouden. In verband met het bovenstaande kan ten slotte nog worden opgemerkt, dat de  $r_0$ -waarde van de wijk langs perceel 11 van de proefboerderij te Borgercompagnie op 1,6 m is gesteld. In alle andere gevallen, waarbij de natte omtrek mij bekend is, werd slechts in één geval een kleinere waarde gevonden, nl. 1,4 m. De grootste waarde was ongeveer 3 m. In verband hiermee lijkt het mij voldoende voor  $r_0$  de waarden 1,5; 2,25 en 3 m aan te nemen. Verder was de  $r_0$ -waarde van de slooten langs perceel 11 van de Proefboerderij te Borger Compagnie

---

<sup>37)</sup> Dit alles zal in het vervolg steeds worden aangenomen, tenzij uitdrukkelijk anders is opgemerkt, waarop niet zal worden teruggekomen.

0,65 m. Elders werden echter wel eens lagere waarden waargenomen, nl. voor de scheisloot 0,25 m en voor de perceelsscheidingsloten 0,20 m, terwijl de grootste waarde, die voor de scheisloot gevonden was, 0,75 bedroeg. In verband hiermee kunnen we volstaan met voor de scheisloot en de perceelsscheidingsloten telkens  $r_0$ -waarden van 0,25, 0,50 en 0,75 m aan te nemen. Ten slotte is hiervoor reeds opgemerkt, dat we behalve met den gemiddelden doorlaatfactor, ook rekening zullen houden, met een kleineren en indien noodig ook met een grooteren doorlaatfactor van de watervoerende laag in de gebieden, waarin wij het onderzochte gebied hebben ingedeeld. Hierbij zullen we rekening houden met een lagere resp. hooger doorlaatfactor, die  $2 \times$  de middelbare fout van het gemiddelde<sup>38)</sup> van dezen gemiddelden doorlaatfactor afwijkt, aangezien de kans, dat nog kleinere resp. nog grootere doorlaatfactoren voorkomen, wel heel gering is. Bij deze beschouwing laten we dan die gebieden, waarin slechts een zeer klein aantal boorpunten ligt en die verder hier niet van belang zijn, buiten beschouwing.

Onder verwijzing naar het slot van Hoofdstuk III en naar het kaartje No. 3 geven we hier nog eens een overzicht van de gebieden waarin we het geheele gebied van de Veenkoloniën verdeeld hebben met de benodigde gegevens en de middelbare fout van den gemiddelden doorlaatfactor, behalve van die gebieden, die we voor deze en verder hieronder nog te bespreken vraagpunten zullen verwaarloozen, doordat zij of te klein (gebied  $A_2$ ) zijn of niet op Veenkoloniale grond liggen ( $A_1$ ,  $A_4$  en  $D_1$ ); alleen voor het gebied  $A_3$  en trouwens ook voor  $D_1$ , ook al zullen we dit gebied hier verder verwaarloozen, is deze middelbare fout geschat, aangezien hierin slechts 2 resp. 3 boorplekken liggen.

(1) *Gebied met den onderkant van de watervoerende laag op hoogstens 10 m onder het maaiveld.*

- a. Gebied  $A_1$  met de boorplekken P en Q; gemiddelde doorlaatfactor 1 m per 24 uur. Dit gebied zal verder niet in aanmerking worden genomen.
- b. Gebied  $A_2$  met boring 58; wordt verder niet in aanmerking genomen.
- c. Gebied  $A_3$  met boring 25 en 28; gemiddelde doorlaatfactor 2,2 m per 24 uur. De ligging van den onderkant van de watervoerende laag schommelt tusschen rond 7 en 10 m onder het maaiveld. Voor zooverre noodig zal ook nog rekening worden gehouden met de doorlaatfactoren 2,0 en 2,4 m per 24 uur<sup>39)</sup>.
- d. Gebied  $A_4$  met boring A en G; gemiddelde doorlaatfactor 3,2 m per 24 uur. De ligging van den onderkant van de watervoerende laag schommelt tusschen 7 en 10 m onder het maaiveld. Dit gebied wordt verder niet in aanmerking genomen.
- e. Gebied  $A_5$  met de boringen K, J, T, 5, 6, 10, 17, 18, 23, 15, 38 en 50; gemiddelde doorlaatfactor 1,5 m per 24 uur. De ligging van den onderkant van den watervoerende laag schommelt tusschen 4 en 10 m onder het maaiveld.

<sup>38)</sup> Berekend volgens de formule: *m. f.* van het gemiddelde =  $\sqrt{\frac{\Delta^2}{n(n-1)}}$

<sup>39)</sup> Gezien het geringe aantal boorplekken, kan deze middelbare fout niet berekend worden.

Aangezien 4 en 6 m telkens slechts 1 maal is aangetroffen en deze plekken wel aan de uiterste grens van het onderzochte gebied liggen, zal verder rekening worden gehouden met een ligging van 7 tot 10 m onder het maaiveld. Middelbare fout van den gemiddelden doorlaatfactor is 0,09.

(2) *Gebied met den onderkant van de watervoerende laag op 10 tot 15 m (gem. 12,5 m) onder het maaiveld*

In dit gebied B liggen de boringen 2, 3, 4, 4a, U, S, R, 11 en 12; gemiddelde doorlaatfactor 2,4 m per 24 uur. Middelbare fout van den gemiddelden doorlaatfactor 0,24.

(3) *Gebied met den onderkant van de watervoerende laag op 15—20 m (gem. 17,5 m) onder het maaiveld.*

- a. Gebied C<sub>1</sub> met de boringen O, L, 1 en 1a; gemiddelde doorlaatfactor 3,5 m per 24 uur. Middelbare fout van den gemiddelden doorlaatfactor 0,39.
- b. Gebied C<sub>2</sub> met de boringen 8, 9, 13, 13a en 14; gemiddelde doorlaatfactor 2,9 m per 24 uur. Middelbare fout van den gemiddelden doorlaatfactor 0,61.

(4). *Gebied met den onderkant van de watervoerende laag op meer dan 20 m (aangenomen zal worden op 25 m) onder het maaiveld.*

- a. Gebied D<sub>1</sub> met de boringen M, N en Na; gemiddelde doorlaatfactor 2,9 m per 24 uur. Dit gebied zal verder niet in aanmerking worden genomen.
- b. Gebied D<sub>2</sub> met de resteerende boringen; gemiddelde doorlaatfactor 3,3 m per 24 uur. Middelbare fout van den gemiddelden doorlaatfactor 0,13.

Voor de drainage zijn door de relatief geringe onderlinge afstanden de bovenste lagen van het meeste belang. Daarom werd de gemiddelde doorlaatfactor van de zandlaag tot 5 m onder het maaiveld nog eens opnieuw voor alle boringen berekend, waarbij dus eerst de gemiddelde doorlaatfactoren in de horizontale en in de verticale richting werden berekend en hieruit weer op dezelfde wijze, als dit voor de geheele afgeboorde zandlagen is geschied, de werkelijke doorlaatfactoren. Voor de belangrijkste van de gebieden, waarin we het gebied van de Veenkoloniën verdeeld hebben, werd nu weer de gemiddelde doorlaatfactor berekend. Deze gemiddelde doorlaatfactor, die dus alleen voor de berekening van den drainafstand is bedoeld, is voor gebied A<sub>3</sub> 1,6; voor gebied A<sub>5</sub> 1,5; voor gebied B 2,1; voor gebied C<sub>1</sub> 2,1; voor gebied C<sub>2</sub> 1,7; voor gebied D<sub>1</sub> 1,1 en voor gebied D<sub>2</sub> 2,0 m per 24 uur. Deze gemiddelde cijfers werden voor ieder gebied telkens uit de werkelijke doorlaatfactoren van dezelfde boringen berekend als voor de berekening van de hiervoor genoemde gemiddelde doorlaatfactoren zijn gebruikt.

We zullen nu nagaan of drainage al dan niet in de verschillende gebieden moet worden toegepast om een goede ontwatering te kunnen verkrijgen. Hierbij laten we die gevallen buiten beschouwing, waarbij het peil in de wijk veel hoger ligt dan in de scheisloot of zelfs hoger ligt dan het aangrenzende land. Voor deze laatste gevallen wordt naar § 5 van dit hoofdstuk verwezen. Voorzoverre deze wijken tengevolge van het daarin aanwezige hooge peil



niet meer van belang zijn voor de ontwatering, wordt tevens verwezen naar § 4 van dit hoofdstuk.

Uit § 2 volgt, dat het daarvoor voldoende is, de  $m_0$ -waarde (= verschil in de hoogteligging van den grondwaterspiegel midden op het perceel en den waterstand in de wijk en in de slooten) bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur te berekenen, waarbij we de invloed van de perceels-scheidings-slooten kunnen verwaarloosen. De afstand van de wijk en de scheisloot kan daarbij steeds op 80 m worden aangehouden; de  $r_0$ -waarden van de wijk en de scheisloot evenals de doorlaatfactoren en de ligging van den onderkant van de watervoerende laag voor de verschillende gebieden moeten daarbij op de aangegeven wijze variëren. De berekening van  $m_0$  geschiedt weer met de

$$\text{formule: } s = \frac{8 \cdot k \cdot d \cdot m_0}{l^2}$$

Hieronder zullen alleen de resultaten van de berekeningen worden aangegeven, aangezien de berekeningswijze dezelfde is, als reeds met een voorbeeld in § 2, sub a 2 is verduidelijkt en waarnaar verder kan worden verwezen.

De gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag in het gebied  $A_3$  is 2,2 m per 24 uur; er zal verder nog rekening worden gehouden met een doorlaatfactor van 2,0 en 2,4 m per 24 uur. De onderkant van de watervoerende laag schommelt tusschen 7 en 10 m onder het maaiveld; rekening zal worden gehouden met een ligging van dezen onderkant van 7 en van 10 m onder het maaiveld. Als  $r_0$ -waarden van de wijk zal 1,5; 2,25 en 3,0 m worden aangehouden en voor de scheisloot van 0,25; 0,50 en 0,75 m. Verder zal een onderlingen afstand van 80 m van de wijk en de scheisloot in aanmerking worden genomen <sup>40)</sup>. De  $m_0$ -waarden, die in al die gevallen zullen optreden, zijn in tabel 23 aangegeven, waarin echter tevens de  $m_0$ -waarden voor die waarden van den doorlaatfactor en van de ligging van de ondoorlatende laag zijn aangegeven, die ook voor de andere gebieden van belang zijn. Voor de berekening van H (= dikte van de watervoerende laag) is de ligging van den onderkant van de watervoerende laag onder het maaiveld met 1 m verminderd. De dikte van de bouwvoor + veenlaag is dus gemiddeld op rond 1 m gesteld. Deze  $m_0$ -waarden zijn echter alleen berekend in die gevallen, waarbij deze waarde grooter is dan 0,30 m, aangezien bij kleinere  $m_0$ -waarde drainage in geen geval meer zin heeft. Men vergeete immers niet, dat meestal  $m_0$  veel kleiner is dan berekend is, aangezien de afvoer van den overtolligen neerslag meestal veel kleiner is dan 5 mm per 24 uur. Bovendien kan drainage (dus tijdens afvoer van water) den grondwaterspiegel theoretisch hoogstens gelijk maken aan het peil in de wijk en de slooten; practisch zal men steeds een zeker verschil moeten toelaten, waarbij nog afgezien is van de wenschelijkheid, dat de drains als regel boven het peil in de wijk en de slooten moeten liggen, waarin zij uitmonden, terwijl bovendien deze drains nog een zekere helling moeten hebben. Dit alles wil dan ook zeggen, dat door drainage in de gevallen, waarbij  $m_0 = 0,30$  m (maximale

<sup>40)</sup> Indien in een enkel geval deze afstand eens grooter is dan 80 m — bijv. 100 m — moet daarvoor deze  $m_0$ -waarde alsnog worden berekend; dit is hier verder nagelaten, aangezien deze gevallen weinig voorkomen.

grondwaterspiegel 30 cm boven het peil in de wijk en de slooten) de grondwaterspiegel hoogstens een 10 cm kan worden verlaagd, terwijl als  $m_0$  = kleiner dan 30 cm deze verlaging nog kleiner en in tijden van geringeren afvoer bovendien nog geringer is. Een praktisch niet te verwaarloozen verlaging van den grondwaterstand is in de genoemde gevallen door drainage dan ook niet te verkrijgen, waardoor de drainage in die gevallen dan ook van geen betekenis is.

Uit tabel 23 blijkt nu, dat voor gebied  $A_3$  in het ongunstigste geval ( $r_0$ -wijk is 1,50;  $r_0$ -scheisloot 0,25; ligging van den onderkant van de watervoerende laag 7 m onder het maaiveld)  $m_0 = 0,40$  m. In hetzelfde geval maar bij een ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 10 m onder het maaiveld is  $m_0$  0,30 m. Bij den gemiddelden doorlaatfactor (2,2 m per 24 uur) en bij  $r_0$ -wijk van 1,50 m en bij een  $r_0$ -scheisloot van 0,25 m is  $m_0$  0,36 m. Is het peil in de wijk en in de scheisloot  $0,40 + 0,40 = 0,80$  m onder het maaiveld, dan blijkt, dat zelfs in het ongunstigste geval de ontwatering voldoende is. Is dit peil 0,70 m onder het maaiveld, dan stijgt de grondwaterspiegel tot 0,30 m onder het maaiveld. Nu is echter nog geen rekening gehouden met perceelsscheidingssloten, die hier over het algemeen ook aanwezig zullen zijn. Hieruit volgt dan ook, dat, als het peil in de wijk en slooten in het winterhalfjaar 70 cm of meer onder het maaiveld blijft, in gebied  $A_3$  drainage onnoodig is en dus van geen betekenis is. Vermoedelijk zal over het algemeen bij een waterstand in de wijk en slooten van 60 cm onder maaiveld deze drainage nog meestal niet noodig zijn, aangezien immers alleen in de ongunstigste omstandigheden  $m_0$  tot 0,40 m oploopt en dus meestal ook bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur kleiner zal zijn. Loopt het peil in de wijk en de slooten nog hoger op, dan zal in de ongunstigste omstandigheden (kleine natte omtrek van de wijk; kleine natte omtrek van de scheisloot) drainage van nut kunnen zijn, indien althans dit hoge peil slechts korten tijd optreedt en meestal lager is, waardoor de drainreeksen dus bijv. op 70 of 80 cm of nog dieper onder het maaiveld kunnen worden gelegd. Deze omstandigheden komen mogelijk in het geheel niet voor en zijn in elk geval weinig talrijk, zoodat we dus tot de conclusie kunnen komen, dat in het gebied  $A_3$ , de drainage in het algemeen geen betekenis heeft. Voor zooverre hier in een enkel geval de onderlinge afstand van de wijk en de scheisloot groter is dan 80 m (bijv. 100 m) moet dit afzonderlijk worden nagegaan.

Beschouwen we nu van het gebied  $A_6$ , dan blijkt, dat zelfs bij den gemiddelden doorlaatfactor (1,5 m per 24 uur), bij een  $r_0$ -waarde van de wijk van 2,25 m, van de scheisloot van 0,50 m en bij de ligging van den onderkant van de watervoerende laag van 7 m onder het maaiveld  $m_0 = 0,49$  m en van 10 m 0,37 m. Bij een kleineren doorlaatfactor en een geringere afmeting van de wijk en de scheisloot, die in dat gebied zeker mogelijk zijn, zijn de  $m_0$ -waarden hoger en deze kan in het ongunstigste geval (onderkant van de watervoerende laag echter op 7 m onder het maaiveld) zelfs oplopen tot ruim 60 cm. Soms zal deze onderkant van de watervoerende laag op een nog geringere diepte (bijv. 6 m en nog minder) onder het maaiveld voorkomen en  $m_0$  dus nog hoger zijn.

In dit gebied kan drainage zeker van belang zijn en is zij soms zelfs noodzakelijk om een behoorlijke ontwatering te verkrijgen. Bij een waterstand in

de wijk en in de slooten dieper dan 100 cm onder het maaiveld, verliest echter ook hier de drainage geheel zijn beteekenis, aangezien, zelfs in het allerngunstigste geval, de grondwaterspiegel hoogstens tot rond  $100 - 60 = 40$  cm onder het maaiveld zal oploopen en deze ligging bovendien nog iets lager is, indien perceelsscheidingsloten aanwezig zijn. Dit laatste maakt tevens, dat ook bij een iets hooger peil — tusschen 90 en 100 cm onder het maaiveld — drainage geen zin meer heeft, terwijl een peil van 90 cm reeds voldoende is, indien men tevreden is met een peil van hoogstens 30 cm onder het maaiveld. In andere, iets gunstiger gevallen (kleinere  $m_0$ -waarden) is deze drainage bij een peil van 80 cm onder het maaiveld of nog iets hooger echter ook weer niet noodig. Geval voor geval moet hier dus afzonderlijk beoordeeld worden. Zoo is het zelfs waarschijnlijk, dat in dit gebied percelen voorkomen met een onvoldoende ontwatering, ook al bedraagt het peil in het winterhalfjaar 80 cm onder het maaiveld en natuurlijk vooral als dit peil iets hooger is (bijv. 70 cm), echter geen oerlagen voorkomen, de afmetingen van wijk en scheisloot gering zijn (deze worden hier als voldoende schoon opgevat) en de ligging van den onderkant van de watervoerende laag 7 m of nog iets dieper — echter geen 10 m — onder het maaiveld<sup>41)</sup> bedraagt. Hier is drainage dan zelfs noodzakelijk om de ontwatering afdoende te verbeteren; gesteld althans, dat de beheersching van het peil voldoende is (zie hiervoor). Overigens blijkt uit tabel 23, dat de invloed van de beschouwde afmetingen van de wijk en scheisloot onder de gegeven omstandigheden niet alleen niet groot, maar meestal zelfs te verwaarloozen is<sup>42)</sup>.

Voor gebied  $A_2$  kunnen we concluderen, dat drainage hier soms toegepast moet worden om een behoorlijke ontwatering te verkrijgen, indien het peil althans in de wintermaanden tot 80 cm of hooger (echter niet hooger dan tot omstreeks 50 cm<sup>43)</sup> onder het maaiveld oploopt. In andere gunstiger gevallen (met een dikkere, en beter doorlatende watervoerende laag) is drainage weer niet noodig. Drainage heeft in het geheel geen beteekenis meer, indien het peil in het winterhalfjaar in wijk en scheisloot 90 cm en vooral nog iets dieper onder het maaiveld blijft.

Voor alle andere gebieden ( $B$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  en  $D_2$ ) blijkt uit tabel 23, dat drainage geen zin heeft, aangezien  $m_0$  onder, en zelfs belangrijk onder 0,30 m blijft.

Samenvattend blijkt dus, dat van het onderzochte gebied alleen voor het gebied  $A_2$  de drainage van belang kan zijn; zij het ook, dat ook hier in veel gevallen geen drainage noodig is. In gebied  $A_3$  kan mogelijk in een hoogst enkel geval drainage van beteekenis zijn. In alle andere gebieden — dit is dus verreweg het grootste gedeelte van het beschouwde gebied van de Veenkolonien — is drainage onnoodig. Het bovenstaande geldt voor een afstand van de wijk en scheisloot van 80 m; is deze afstand in een enkel geval belangrijk grooter (bijv. 100 m), dan moet voor dit geval  $m_0$  opnieuw worden berekend, waarmede verder geen rekening zal worden gehouden.

<sup>41)</sup> Dergelijke gevallen zijn ons uit de practijk echter niet met zekerheid bekend.

<sup>42)</sup> Men denke erom, dat dit alleen geldt onder de gegeven omstandigheden en bij de gegeven uitersten in de afmetingen van de wijk en de scheisloot onder den waterspiegel.

<sup>43)</sup> Loopt het peil in de wijk en de scheisloot hooger op dan tot omstreeks 50 cm, dan is door drainage (op niet al te kleine afstanden) in die periode de grondwaterstand niet meer voldoende te verlagen. Wel is dat natuurlijk mogelijk in voorafgaande of daarop volgende perioden, indien daarin genoemd peil lager is.

Bij het bovenstaande moet echter worden opgemerkt, dat dit alleen geldt voor de gewone ontwatering en indien dus een wijk en scheisloot op rond 80 m onderlingen afstand aanwezig zijn. Indien de wijk is gedempt, wordt het bovenstaande mogelijk anders (zie § 4 van dit hoofdstuk), terwijl ook bij doorslag (ondiepe kwel) drainage ook in andere gebieden als  $A_3$  en  $A_5$  van belang kan zijn (zie § 5).

Ten slotte kan nog worden opgemerkt, dat de berekening van den eventueel benodigden drainafstand op een wijze dient te geschieden als in § 3, bij één geval (zie § 3, A, c) is aangegeven. Om niet in herhaling te vervallen moge hiernaar kortheidshalve worden verwezen, aangezien deze berekening — dus voor de gewone ontwatering (gevallen van doorslag blijven buiten beschouwing) — steeds op dezelfde wijze geschiedt.

c. Wanneer kunnen de perceelsscheidingsloten zonder meer worden gedicht en wanneer moeten hierin drainreeksen worden gelegd, of moet het perceel althans worden gedraineerd?

Bij de behandeling van het geval „Perceel II Proefboerderij Borgercompagnie” (zie sub a) is gebleken, dat de invloed van de perceelsscheidingsloten op de ontwatering (op den afvoer van den overtolligen neerslag) veel kleiner is dan van de wijk en de scheisloot. Voor verreweg het grootste gedeelte schuilt de oorzaak, in den veel kleineren onderlingen afstand van de wijk en de scheisloot dan van de perceelsscheidingsloten. Ruwweg kan men zeggen, dat de afvoer van den overtolligen neerslag per tijdseenheid naar de wijk en de scheisloot zich verhoudt tot den afvoer naar de perceelsscheidingsloten als het kwadraat van deze onderlinge afstanden. Hiernit volgt, dat, aangezien de onderlinge afstand van de perceelsscheidingsloten altijd veel grooter is dan van de wijk en de scheisloot, de invloed van de perceelsscheidingsloten gering is. In die gevallen (in sub b behandeld), waarin de drainage van geen of althans van practisch geen beteekenis is (alle gebieden behalve  $A_5$ ), kunnen de perceelsscheidingsloten zonder meer worden gedicht, aangezien hier immers zelfs in het geheel geen rekening met deze perceelsscheidingsloten is gehouden. Ook in een gedeelte van het gebied  $A_3$  is dit mogelijk; regel is dit echter niet.

In alle gevallen, waarin drainage noodig is, kunnen de perceelsscheidingsloten verder alleen worden gedicht, als het terrein tevens gedraineerd wordt op afstanden, zooals deze in ieder bijzonder geval noodig zijn. Het is daarbij niet noodzakelijk en mogelijk zelfs niet wenschelijk, dat drains (bijv. 2 drainreeksen aan weerszijden) in de dichtgemaakte slooten worden gelegd, aangezien zonder drains in deze slooten er beter voor gezorgd kan worden, dat de opvulling van deze slooten zoodanig geschiedt, dat hier geen laagten in het land ontstaan (over de wijze van opvulling werd reeds een opmerking gemaakt, waarnaar verder kan worden verwezen). De wijze van berekening van den, in genoemde gevallen benodigden, drainafstand is volkomen analoog aan die van het laatste denkbeeldige geval, dat in § 3, sub A, c is behandeld, waarnaar verwezen kan worden; met deze uitzondering echter, dat hier uiteraard alleen de invloed van de wijk en de scheisloot in rekening moet worden gebracht.

Verder moet de draindiepte natuurlijk in ieder voorkomend geval aan het plaatselijk peil in de wijk en de scheisloot worden aangepast.

Het bovenstaandé geldt dus, in het geval een wijk en een scheisloot aanwezig zijn en hierin in het winterhalfjaar het peil niet hoger oploopt dan tot hoogstens omstreeks 60 à 70 cm onder het maaiveld, afgezien dan van de gebieden  $A_3$  en  $A_5$ , waarin de maximale waterstand in de wijk en de slooten slechts zoo hoog mag zijn, dat geen drainage noodig is. Bij een hooger peil kan men deze slooten natuurlijk ook wel dichtmaken; behoudens enkele gevallen in de gebieden  $A_3$  en  $A_5$ <sup>44)</sup> (zie hiervoor) wordt daardoor de ontwatering immers niet merkbaar slechter. Was deze ontwatering hier tengevolge van een te hoog peil in de wijk en de scheisloot immers onvoldoende, dan blijft deze na de dichting van de slooten ook onvoldoende, terwijl er van verslechtering van den toestand practisch niet gesproken kan worden. Een voldoende ontwatering verkrijgt men hier pas na een voldoende diep en goed beheerscht peil, waarop dus de al- of niet-aanwezigheid van perceelsscheidings-slooten geen of althans practisch geen invloed uitoefent.

Het bovenstaande wordt echter geheel anders, of kan althans geheel anders worden, als de wijk wordt gedempt. Hiervoor wordt echter naar § 4 verwezen. Komen in de veenlaag of in de bovenste zandlaag slecht doorlatende lagen voor, dan blijft het bovenstaande gelden. Om in dat geval een behoorlijke ontwatering te verkrijgen, moeten de in § 3 besproken maatregelen worden genomen; het al of niet voorkomen van perceelsscheidings-slooten heeft, behalve voor sommige gedeelten van de gebieden  $A_3$  en  $A_5$ , hierop verder geen of practisch geen invloed. Indien verder het peil in de wijk belangrijk hooger is dan in de slooten, moet rekening worden gehouden, met hetgeen hierover in § 5 zal worden opgemerkt.

Alleen, indien het land grenzend aan de scheisloot relatief laag ligt ten opzichte van het verder hiervan afgelegen land, kunnen deze perceelsscheidings-slooten niet zonder meer gedicht worden. Deze bijzondere gevallen kunnen hier echter niet verder besproken worden.

*Samengevat blijkt dus, dat in verreweg het grootste gedeelte van de Veenkolonien (de gebieden B,  $C_1$ ,  $C_2$  en  $D_2$ ) de perceelsscheidings-slooten zonder meer kunnen worden gedempt. In een enkel geval in het gebied  $A_3$  en in verschillende gevallen in het gebied  $A_5$  is dit niet mogelijk, maar zal men hierin drainreeksen moeten leggen. Deze worden waarschijnlijk het beste niet in de oude slooten gelegd, maar elders in het perceel op den benodigden afstand, waardoor de slooten zelf beter zoo gevuld kunnen worden, dat hier geen laagten in het perceel ontstaan.*

---

<sup>44)</sup> Namelijk in die gevallen, waar de, weliswaar geringe, afvoer van overtolligen neerslag naar de perceelsscheidings-slooten toch maakt, dat de grondwaterspiegel nog juist voldoende diep blijft. Uit den aard der zaak zal dit alleen het geval kunnen zijn bij relatief kleine onderlinge afstanden van de perceelsscheidings-slooten.

§ 3. *Bespreking van het geval, dat hetzij in de veenlaag, hetzij in de bovenste zandlaag onder het veen, slecht doorlatende lagen voorkomen*

A. *Overlast van water*

a. *Inleiding*

Indien overlast van water in de Veenkoloniën optreedt zijn de oorzaken daarvan de volgende:

- a. Het peil in de wijk, scheisloot en perceelsscheidingsloten is te hoog.
- b. Het peil in de scheisloot en in de perceelsscheidingsloten is weliswaar voldoende diep; in de wijk (voor zooverre zij in open verbinding staat met het kanaal) is dit peil te hoog tot veel te hoog, waardoor doorslag optreedt.
- c. Er treedt een slecht doorlatende oerlaag in de zandlaag vlak onder de veenlaag resp. onder de bouwvoor op. Het geval, dat in de veenlaag een slecht doorlatende laag voorkomt, is ook mogelijk (zie sub B). De behandeling van dit laatste geval is gelijk aan het geval dat een oerlaag voorkomt, zoodat dit niet verder behandeld zal worden.

De in sub *a* genoemde oorzaak is reeds besproken; een voldoende ontwatering is alleen mogelijk bij een voldoende diep en een behoorlijk beheerscht peil. Het in sub *b* bedoelde geval zal in § 5 besproken worden, waarnaar kan worden verwezen. Hier zullen we het in sub *c* bedoelde geval bespreken, waarbij we als slecht doorlatende laag alleen een oerlaag zullen beschouwen, aangezien deze meestal den overlast van water veroorzaakt.

We zullen eerst beginnen met duidelijk te maken, waarom een oerlaag aanleiding kan geven tot overlast van water in het winterhalfjaar en door welke maatregelen men dezen overlast kan doen verdwijnen.

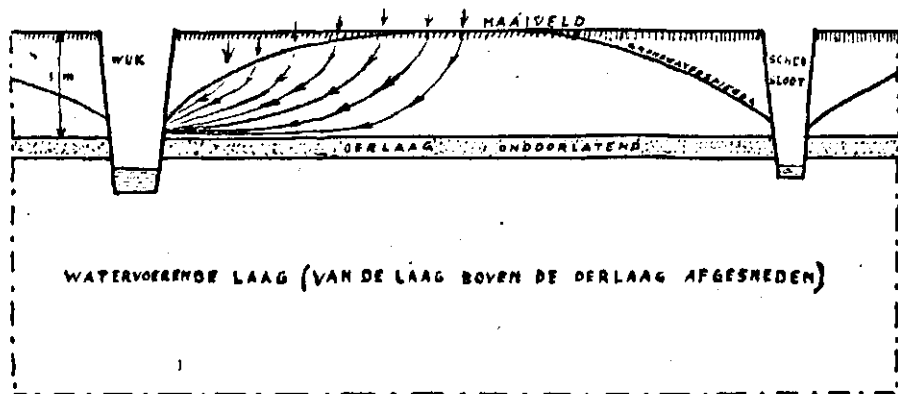
Indien een oerlaag voorkomt, komt deze op zeer verschillende diepten onder het maaiveld voor, nl. vanaf vlak onder de bouwvoor tot op meer dan 1 m diepte daaronder; ook de dikte van deze laag is verschillend. Zij bevindt zich steeds in de zandlaag onder de veenlaag (meestal vlak hieronder) resp. onder de bouwvoor, indien geen veenlaag in het bodemprofiel voorkomt. De bovenkant van deze oerlaag kan dus op een zeer verschillende diepte onder het maaiveld beginnen, nl. op omstreeks 25 cm tot op ruim 1 m diepte; de onderkant van deze laag ligt, — afhankelijk van de dikte van deze laag — van 0,30 tot 1,20 m of soms nog iets dieper onder het maaiveld. De grootste diepteligging van den bovenkant van de oerlaag is dus ruim 1 m onder het maaiveld<sup>45)</sup>.

Ofschoon de diepteligging van deze oerlaag in hetzelfde perceel uitermate kan verschillen (zie bijv. het perceel Smook; sub *b*), zullen we voor het duidelijk maken van de oorzaak van den overlast van water, indien in het bodemprofiel een oerlaag optreedt, eenvoudigheidshalve veronderstellen, dat deze laag in een vlak perceel overal op dezelfde diepte voorkomt; dat deze laag volkomen ondoorlatend<sup>46)</sup> is; dat het peil en de beheersching daarvan in de wijk en

<sup>45)</sup> Soms komen twee oerlagen boven elkaar voor.

<sup>46)</sup> In de practijk noemt men vaak een laag ondoorlatend, die dit niet is, maar natuurlijk wel slecht doorlatend is. Hier wordt echter een werkelijk voor water ondoordringbare laag bedoeld.

slooten voldoende diep resp. voldoende is en tenslotte dat drainage, indien deze oerlaag niet aanwezig ware, niet noodig zou zijn. Figuur 1 geeft van dit geval een loodrechte doorsnede; bij het bezichtigen daarvan bedenke men wel, dat duidelijkshalve de schaal in de horizontale richting veel kleiner is dan in de verticale richting en dat de wijk en de scheisloot te groot zijn geteekend.



Figuur 1.

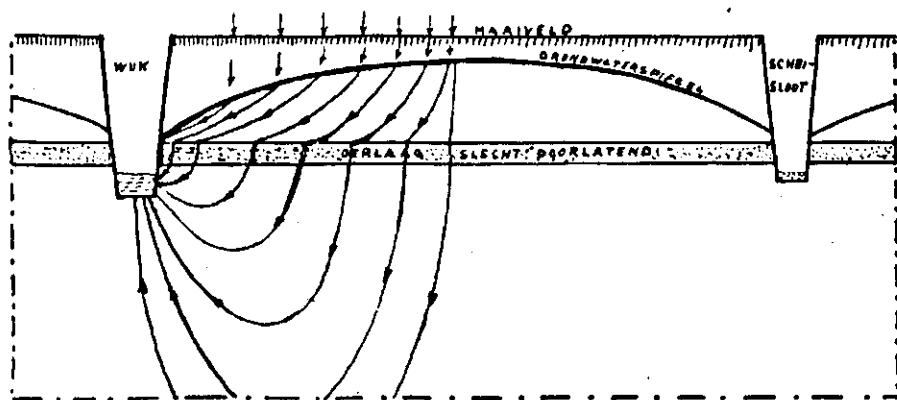
Is deze oerlaag ondoorlatend, dan zal de overtollige neerslag alleen door de grondlaag *boven* deze oerlaag naar de wijk en de scheisloot kunnen afstromen. Ofschoon deze laag onder het maaiveld tot den bovenkant van de oerlaag wel behoorlijk doorlatend zal zijn (*k* vermoedelijk van 0,25 tot hoogstens 2 à 3 m per 24 uur), is deze doorlatendheid echter zeker niet groter dan die van de daaronder voorkomende zandlaag. Het is duidelijk, dat, zelfs als de bovenkant van de oerlaag op 1 m of ruim 1 m onder het maaiveld ligt, de watervoerende laag zich in dit geval beperkt tot de laag vanaf hoogstens het maaiveld tot aan den bovenkant van de oerlaag. Deze laag is mede gezien den grooten afstand van de wijk en de scheisloot (80 m) zoo gering, dat berekening waarlijk niet meer noodig is om in te zien, dat in dit geval de grondwaterstand in natte perioden tot het maaiveld en nog daarboven zal oploopen, hetgeen beteekent, dat ook water (*in dit geval*) over den grond naar de wijk en de scheisloot zal afvloeien.

Een dergelijk geval echter, als boven is beschreven, komt niet voor, in zoverre de oerlaag wel slecht doorlatend echter niet ondoorlatend is <sup>46a)</sup> Het is dan ook steeds zoo, dat slechts een zeker gedeelte van den overtolligen neerslag in de laag boven de oerlaag naar de wijk en de scheisloot vloeit (zie figuur 2; onder den slootbodem komt geen oerlaag voor) <sup>47)</sup>; een ander gedeelte passeert echter deze oerlaag (natuurlijk in verticale richting volgens de wet

<sup>46a)</sup> In een dikke harde oerplaat werden in het laboratorium nog doorlaatfactoren van 0,03 tot 0,14 m per 24 uur bepaald; zie van schrijver: Verslag van het bodemkundig onderzoek van het bestaande vloeiveld te Ede, en het nieuw te maken vloeiveld te Bennekom, 1939, blz. 22 en 23 (gecyclostyleerd).

<sup>47)</sup> Voor de wijze, waarop het overtollige water naar de wijk en scheisloot stroomt (stroombanen); zie de in noot 1 genoemde publicatie. Een aantal uit de hand geteekende stroombanen zijn echter in de figuren 1 en 2 aangegeven.

van den geringsten weerstand) en komt dus in de daaronder liggende dikke zandlaag terecht, waardoor het gemakkelijk naar de wijk en de scheisloot kan afvloeien (meestal is immers geen drainage noodig, zie § 2). Het gedeelte van den overtolligen neerslag, dat de oerlaag passeert, is natuurlijk des te grooter, naarmate de oerlaag minder slecht doorlatend is, en zoo kan het voorkomen, dat dit gedeelte zoo groot is, dat de ontwatering ondanks de aanwezigheid van deze oerlaag toch voldoende is. In het laatste geval merkt de betreffende landbouwer niets van deze oerlaag, die hem dan ook verder onverschillig kan laten, tenzij deze zoo hoog ligt, dat in den zomer last van verdroging optreedt; zie onder sub B. Een oerlaag kan dus een slechte ontwatering beteekenen, maar behoeft dit niet steeds te doen.



Figuur 2.

Is nu echter de doorlatendheid van deze oerlaag zoo gering, dat een te klein gedeelte deze oerlaag kan passeeren en dus een te groot gedeelte in de laag boven deze oerlaag naar de wijk en de scheisloot moet afvloeien (ook de dikte en de doorlatendheid van deze laag is van beteekenis), dan zal de grondwaterstand in natte perioden te hoog oploopen en de ontwatering dus onvoldoende zijn.

Vragen we ons nu af, hoe deze ontwatering verbeterd kan worden, dan zal het duidelijk zijn, dat dit bereikt kan worden door het contact tusschen de boven de oerlaag gelegen laag en de dikke, doorlatende zandlaag onder deze oerlaag weer volledig of althans in een voldoende mate te herstellen, waardoor tevens de, onder deze oerlaag gelegen, dikke zandlaag weer de watervoerende laag wordt voor den afvoer van *allen* overtolligen neerslag. Dit contact kan op twee wijzen hersteld worden.

- a. Door deze oerlaag *overal* te breken of dus door het geheele perceel om te zetten tot even onder deze oerlaag <sup>48)</sup>.
- b. Door deze oerlaag *plaatselijk* te breken; dus door alleen in slouven op bepaalde onderlinge afstanden de oerlaag te breken en deze slouven dan weer met den vergraven grond te vullen <sup>48)</sup>.

<sup>48)</sup> Het is duidelijk, dat bij deze omzetting de bouwvoor weer bovenop moet komen te liggen en dat de volgorde der lagen hieronder ook de beste uit meer zuiver landbouwkundig oogpunt moet zijn, waarop niet verder wordt ingegaan.



De onder sub *a* genoemde methode (in het vervolg „diepspit-methode” genoemd) is zeker de beste, echter ook verreweg de duurste. Deze methode behoeft bovendien niet altijd te worden gevolgd, aangezien naar een *voldoende* ontwatering moet worden gestreefd en *een overdadig goede ontwatering* geen zin heeft en dus niet rendabel is.

Alvorens nader in te gaan op de vraag, wanneer de onder sub *a* genoemde methode *moet worden toegepast*, resp. wanneer met de, in sub *b* genoemde, methode *kan worden volstaan*, willen we opmerken, dat de heromzetting van het perceel met een daaraan verbonden egalisatie van het terrein a priori niet altijd goede resultaten behoeft te geven. Om goede resultaten te kunnen geven is een voldoende diep peil in de wijk en in de scheisloot (en in de perceels-scheidingssloten) en een goede beheersching van dit peil noodzakelijk. Loopt dit peil te hoog op, dan kan men het perceel zooveel verbeteren als men wil; de ontwatering en daarmee de algemeene toestand blijft in de periode, waarin genoemd peil te hoog oploopt, onvoldoende en *alleen peilverlaging en (of) een voldoende beheersching van dit peil is in staat hierin verbetering te brengen*. Ook door een egalisatie, die steeds bij een omzetting van een perceel wordt verricht, kan de toestand in het algemeen verslechteren. Is immers het peil hoog, maar de ligging van het maaiveld ongelijk, dan kunnen de hooger gelegen gedeelten nog voldoende hoog boven het peil in de wijk en de slooten en, wat belangrijk is, tevens hoog genoeg boven den grondwaterspiegel liggen om hier de ontwatering behoorlijk tot vrij behoorlijk te doen zijn. Wordt nu een dergelijk perceel geëgaliseerd, dan worden wel is waar de lage gedeelten opgehoogd, echter de hooggelegen gedeelten verlaagd, (tenzij grond van elders is aangevoerd), waardoor de gemiddelde ligging van het maaiveld boven het peil in de wijk en de slooten wel is waar gelijk blijft, deze gemiddelde ligging zoo weinig boven het peil uitkomt, dat nu *overal* overlast van water optreedt. Ten opzichte van den vroegeren toestand, waarbij gedeelten grooten overlast, andere gedeelten mogelijk zelfs geen overlast van water ondervonden en dus voldoende ontwaterd waren, staat de nieuwe toestand, waarbij *overal* last van water wordt ondervonden, zij het dan ook minder erg als vroeger op de natste plekken. Het is duidelijk, dat het daarbij mogelijk moet zijn, dat de nieuwe toestand gemiddeld genomen slechter is dan de oude toestand. Iets dergelijks kan optreden, als het perceel voor de egalisatie rond ligt, daarentegen na de egalisatie horizontaal ligt.

Een tweede oorzaak van het verkrijgen van onvoldoende resultaten van een omzetting en een egalisatie van het perceel — ook als het peil in de wijk en de sloot voldoende diep en de beheersching daarvan voldoende is —, kan gevormd worden door het feit, dat de wijk, de scheisloot en de perceels-scheidingssloten onvoldoende zijn om bij het gegeven peil de grondwaterstand in het perceel voldoende laag te houden. Uit § 2 is gebleken, dat dit in een hoogst enkel geval mogelijk is in gebied  $A_3$  en verder waarschijnlijk in een niet onbelangrijk hooger percentage zal voorkomen in gebied  $A_6$ . Goede resultaten van de omzetting en van de egalisatie van het perceel zullen in deze gevallen echter direct verkregen worden, indien deze perceelen worden gedraineerd. In sub *c* zal aan een geval worden duidelijk gemaakt op welke wijze de dan benodigde drainafstand kan worden berekend, waarnaar kan worden verwezen.

We kunnen nu eens nagaan, wanneer de onder sub *b* genoemde methode

(toepassing van sleuven; deze methode zal in het vervolg „sleuf-methode” genoemd worden) *moet resp. kan* worden toegepast.

Indien de doorlatendheid van de oerlaag en de daarboven gelegen laag dezelfde is, zal de diepspitsmethode des te eerder *moeten* worden toegepast, naarmate de oerlaag dichter onder de bouwvoor ligt. Een grootere doorlatendheid van de oerlaag en, zij het ook in iets mindere mate, van de daarbovenliggende laag kan echter maken, dat ook bij hooger liggende oerlagen toch de sleufmethode kan worden toegepast, zij het dan ook, dat de betreffende sleuven op een relatief kleineren afstand gegraven moeten worden. Dit neemt niet weg, dat, als de oerlaag vlak onder de bouwvoor ligt, de kans, dat de sleufmethode goede resultaten geeft, klein is, nog afgezien van het feit, dat dit perceel voor een geheele omzetting niet tot een groote diepte behoeft te worden omgezet en bovendien bij toepassing van de sleufmethode hier een kleine sleuvenafstand moet worden gebruikt<sup>49)</sup>. De sleufmethode zal dus in de eerste plaats kunnen worden toegepast, indien de oerlaag vrij diep tot diep onder het maaiveld ligt (de omzetting van het geheele perceel is in deze gevallen ook weer veel kostbaarder dan bij een ondiep liggende oerlaag) en bovendien niet al te dik of (en) niet al te verkit of dus niet al te slecht doorlatend is. Precies uit te maken wanneer de diepspitsmethode moet worden toegepast resp. wanneer de sleufmethode nog juist kan worden toegepast om voldoende goede resultaten te verkrijgen is helaas niet mogelijk, aangezien het praktisch gesproken ondoenlijk is zoowel de doorlatendheid van de oerlaag als de doorlatendheid van de daarbovenliggende laag te bepalen. Deze doorlaatafactoren zijn nog wel te schatten, maar deze schatting is hoogstens een ruwe benadering. Daarom is het ook verheugend, dat in samenwerking met den Cultuureconsulent van de Provincie Groningen, den Heer DR. IR. D. R. MANSHOLT, en van de Provincie Drenthe, den Heer IR. F. BONTKOE, een viertal proefnemingen zijn opgezet om dit nader te onderzoeken. Tot heden zijn hiertoe slechts twee proefobjecten uitgevoerd, terwijl de andere twee voorloopig zijn blijven liggen<sup>49a)</sup>. De twee eerste en een van de beide laatste objecten zullen in sub *b* en *c* worden behandeld. Om misverstand te voorkomen stel ik er prijs op uitdrukkelijk vast te stellen, dat deze 4 gevallen *proefnemingen* zijn. Dit wil zeggen, dat er zoowel gevallen bij zijn (zie sub *b*), waarbij van te voren wel te voorspellen was, dat de sleufmethode goede resultaten zal geven (en in het onderzochte geval trouwens ook gegeven heeft), als gevallen, waarbij dit onzeker is of zelfs waar het niet onwaarschijnlijk is, dat de sleufmethode onvoldoende resultaten zal geven. Ook deze gevallen zijn echter noodig om uit te maken, wanneer de sleufmethode nog kan worden toegepast resp. wanneer de diepspitsmethode moet worden aangewend resp. veiligheidshalve moet worden aangeraden de diepspitsmethode te gebruiken. Tot heden staat echter helaas alleen vast, dat de sleufmethode met goede resultaten kan worden toegepast, als de oerlaag tamelijk diep onder het maaiveld ligt (zie sub *b*); over de grens, waarbij dus juist de diepspitsmethode (omzetting geheele perceel) moet worden toegepast (en de sleufmethode dus juist onvoldoende resultaten zal geven) om een voldoende ontwatering te verkrijgen, is echter nog niets

<sup>49)</sup> Is deze oerlaag bovendien dik, dan is zij waarschijnlijk tevens zoo slecht doorlatend, dat toch een omzetting van het geheele perceel moet plaats vinden.

<sup>49a)</sup> Sedert zijn alle 4 objecten uitgevoerd.

met zekerheid mede te deelen en de resultaten voor de andere proefnemingen (zie sub *c*) zullen dan ook moeten worden afgewacht, alvorens hierover meer te zeggen zal zijn. Ook over den benoodigden sleufafstand, die om dezelfde redenen niet te berekenen is, zijn nog onvoldoende gegevens verzameld; men zie ook sub *b* en hieronder.

Alvorens nu de hierboven genoemde gevallen te behandelen, willen we eerst nog duidelijk maken, waarom het graven van sleuven in sommige gevallen een voldoende ontwatering moet geven. Dit geval, nl. waarbij de oerlaag behoorlijk diep ligt — om de gedachten te bepalen bijv. rond 1 m —, is weergegeven in figuur 3, waar een verticale doorsnede van dit geval is geteekend. Hierbij is tevens verondersteld, dat de oerlaag nog een zekere doorlatendheid bezit. De wijze, waarop het water hier naar de wijk en de slooten vloeit, is hierin aangeduid door enkele van de banen (stroombanen) in te teekenen, waarlangs het overtollige regenwater zich naar de wijk en scheisloot begeeft <sup>50</sup>). Deze sleuven zijn resp. zullen steeds loodrecht de wijk en de scheisloot worden gegraven. Aangezien er in principe niets verandert, indien deze sleuven evenwijdig aan de wijk en de scheisloot worden gegraven, en de strooming van het water dan gemakkelijker in een teekening is aan te geven, is dit laatste geval hier aangehouden. Duidelijkheidshalve zijn verder slechts twee sleuven geteekend; in werkelijkheid zijn dit natuurlijk meer, terwijl verder eenvoudigheidshalve is aangenomen, dat de oerlaag overal even dik is en overal even diep onder het maaiveld ligt. De ligging van het phreatisch vlak kan nu verschillend zijn; zoowel bijv. de getrokken als de gestippelde lijn zijn mogelijk. De eersteligging zal optreden, als de watervoerende laag zoodik en zoo doorlatend is en de sleuven een zoodanige breedte hebben (zie hieronder), dat midden op het perceel de grondwaterspiegel *in de sleuven* (gebroken oerlaag) tot even boven den bovenrand van de oerlaag oploopt (dit vlak kan ter plaatse ook nog wel lager liggen), terwijl het gestippelde phreatisch vlak zal optreden als de dikte en doorlatendheid van de watervoerende laag onder de oerlaag en de breedte van de sleuven minder groot zijn, zoodat het phreatisch vlak in de sleuven (gebroken oerlaag) tot belangrijk boven de oerlaag zal stijgen.

We zullen nu eens nagaan, wat de breedte van deze sleuven moet zijn. In de weer dichtgemaakte sleuven is de doorlatendheid minstens 0,25 m en waarschijnlijk 0,5 of meer m per 24 uur. Een onderlinge sleufafstand van 20 m is vermoedelijk wel de grootste afstand, die zal kunnen worden toegepast. Ter plaatse van de sleuf en per strekkende meter sleuf, zal, indien de oerlaag ondoorlatend is (in werkelijkheid is dit dus niet het geval en passeert een meer of minder groot deel van den overtolligen neerslag de oerlaag in verticale richting), hoogstens  $20 \times 0,005 = 0,100 \text{ m}^3$  per 24 uur deze sleuf moeten passeeren. Deze hoeveelheid zal echter nooit optreden, aangezien tengevolge van het feit, dat de oerlaag niet ondoorlatend is, maar meer of minder doorlatend is, deze hoeveelheid in werkelijkheid veel kleiner zal zijn en zeker op  $\frac{2}{3}$  daarvan of op rond  $0,067 \text{ m}^3$  per 24 uur kan worden gesteld. Neemt men de breedte van de sleuf op 0,50 m en de dikte van de oerlaag op 40 cm (dat

<sup>50</sup>) Hierin is dus een voldoende diep en voldoende beheerscht peil aangenomen, terwijl tevens is verondersteld, dat de dikte en de doorlatendheid van de zandlaag onder de oerlaag groot genoeg is om drainage in elk geval onnoodig te maken, indien de oerlaag niet aanwezig zou zijn.

is reeds een groote dikte meestal is deze laag dunner), dan is hiervoor een verhang in het water noodig (wet van DARCY toepassen; zie de in noot 1 genoemde literatuur) van  $Q' = k.F. \frac{h}{d}$  of  $h = \frac{Q' \cdot d}{k \cdot F}$ . Hierin is  $Q' = 0,067 \text{ m}^3$  per 24 uur;  $k$  is de doorlaatfactor (hier op 0,25 m per 24 uur gesteld);  $F$  is de doorsnede (hier per strekkende meter  $0,5 \text{ m}^2$ ),  $h$  is het drukverschil in het water aan weerszijden van de oerlaag en  $d$  de dikte in de oerlaag (hier 0,4 m).

Het drukverschil  $h$  is dus te stellen op:  $h = \frac{0,067 \cdot 0,40}{0,25 \cdot 0,50} = \pm 0,2 \text{ m}$  of

20 cm. In dit (vrijwel uiterste) geval zou dus ter plaatse van de sleuven meer midden op het perceel en bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur de grondwaterspiegel 0,2 m — het verschil van de ligging van den grondwaterspiegel en den waterspiegel in de wijk en in de scheisloot, welk verschil op zichzelf noodig is om het water door de watervoerende laag onder de oerlaag naar de wijk en de scheisloot te doen stroomen buiten beschouwing gelaten — boven den waterspiegel in de wijk en de slooten liggen. Aangezien hier is verondersteld, dat geen drainage noodig is, (indien geen oerlaag aanwezig zou zijn), is dit laatste verschil (benoedigde drukverschil) omstreeks gelijk aan of kleiner dan 0,30 m, zoodat in totaal het verschil in den grondwaterstand ter plaatse van deze sleuven en den waterstand in de wijk en scheisloot maximaal  $\pm 50 \text{ cm}$  bedraagt, hetgeen overigens vrij groot is.

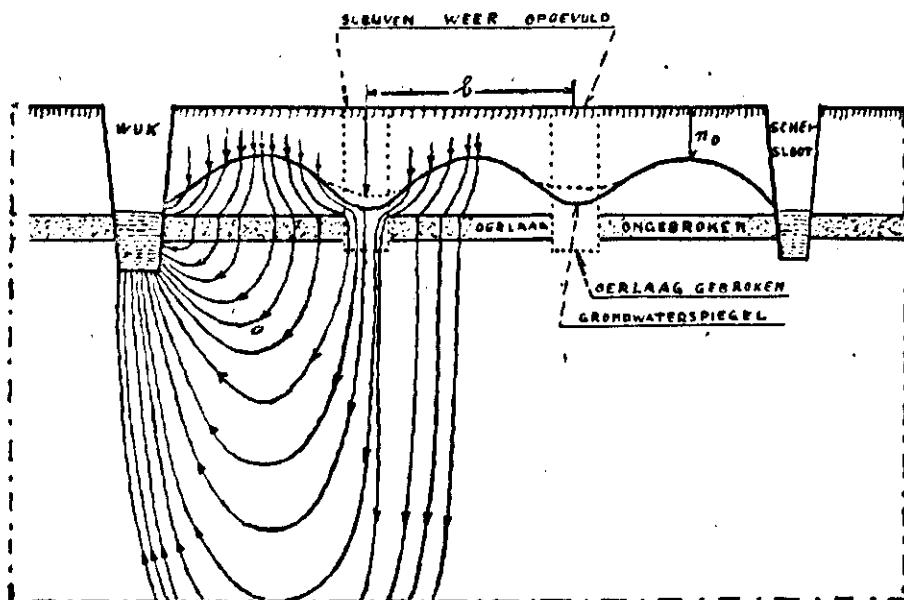
Gewoonlijk is echter de doorlatendheid van den grond in de sleuf grooter dan 0,25 m per 24 uur (bijv. 0,5 m), is verder de oerlaag dunner en wordt een kleinere sleufafstand toegepast, waardoor het drukverschil noodig om het water door de sleuf over de dikte van de oerlaag ter weerszijden van deze sleuf (nauwste doorgang) te doen stroomen, veel kleiner en vaak te verwaarloozen klein zal zijn. Tenzij bij groote sleufafstanden, kan men dan ook met een breedte van deze sleuven van  $\pm 50 \text{ cm}$  (beter echter 60 cm) volstaan. Bij grootere sleufafstanden van 15 en meer meters zal in het algemeen de oerlaag beter doorlatend zijn, waardoor een grooter deel van den overtolligen neerslag deze laag passeert en dus minder door de sleuf moet vloeien, waardoor ook hier vermoedelijk wel met een sleufbreedte van 60 cm kan worden volstaan. Dit neemt niet weg dat het veiliger is de sleufbreedte in deze gevallen grooter en bijv. 1 m te maken.

Uit het voorgaande volgt tevens, dat, als de sleufbreedte eens wat klein in verband met de omstandigheden is uitgevallen, de mogelijkheid bestaat, dat de grondwaterstand te hoog oploopt, ook indien de sleufafstand overigens goed is gekozen. De waarschijnlijkheid, dat iets dergelijks zal optreden, is niet groot, indien de sleufbreedte niet kleiner dan 60 cm wordt genomen en men bij grootere sleufafstanden of (en) bij oerlagen van grootere dikte dan 40 cm deze sleufbreedte vergroot tot 75 à 100 cm.

Uit figuur 3 volgt nu, dat het hoogteverschil tusschen den grondwaterstand ter plaatse van de sleuven meer midden op het perceel gelegen en den waterstand in de wijk en de slooten de som is van het drukverschil noodig om het water door de watervoerende laag naar de wijk te doen vloeien ( $m_0$  uit

de formule  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$ ;  $s$  is hoeveelheid overtollige neerslag in m per 24 uur,

$k$  de doorlaatfactor in m per 24 uur,  $d$  een factor — zie hiervoor —,  $l$  de onderlinge afstand van de wijk en de scheisloot in meters en  $m_0$  het bedoelde drukverschil in meters) en het drukverschil vlak boven en onder de oerlaag ter weerszijden van dezen sleuf (=  $h$  uit de formule  $Q' = k \cdot F \cdot \frac{h}{d_{\text{oerlaag}}}$ ;  $Q'$  = hoeveelheid overtollige neerslag, die de oerlaag *niet* passeert, in m per 24 uur;  $k$  de doorlaatfactor van den grond in de drainsleuf,  $F$  de doorsnede van de sleuf per strekkende m in  $m^2$ ,  $d_{\text{oerlaag}}$  de dikte van de oerlaag ter plaatse van deze sleuven in m en  $h$  het bedoelde drukverschil in m<sup>51</sup>). Midden tusschen deze sleuven is deze grondwaterstand nog hoger en wel is het verschil in ligging van den grondwaterspiegel midden tusschen deze sleuven en ter



Figuur 3

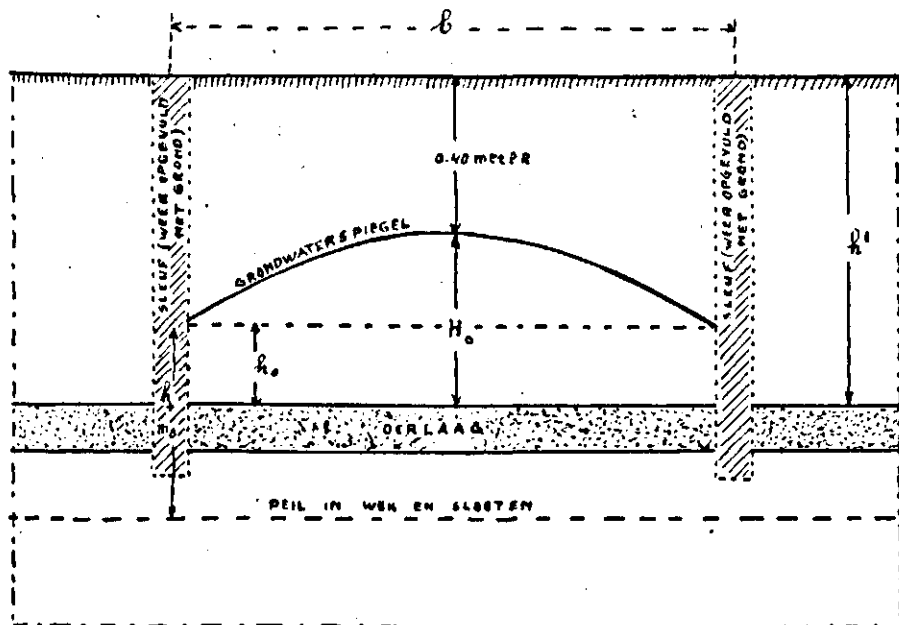
plaatse van deze sleuven noodig om het overtollige regenwater, dat tusschen deze sleuven valt en *niet* door de oerlaag naar diepere lagen afzakt, naar deze sleuven te doen stroomen (=  $H_0 - h_0$  uit de formule  $s' = \frac{4k(H_0^2 - h_0^2)}{l^2}$ <sup>52</sup>), hierin is  $s'$  de hoeveelheid overtollig regenwater per 24 uur, die *niet* de oerlaag passeert;  $k$  is de doorlaatfactor in meters per 24 uur van de laag *boven*

<sup>51</sup>) Dit drukverschil  $h$  vervalt als de grondwaterspiegel ter plaatse van de sleuven onder de oerlaag ligt. In dat geval is  $h_0$  in de formule  $s' = \frac{4k(H_0^2 - h_0^2)}{l^2}$  praktisch gelijk nul.

<sup>52</sup>) In de, in noot 1 genoemde publicatie, is voor  $H_0$  en  $h_0$  resp.  $m_0$  en  $n$  geschreven. Om geen verwarring te veroorzaken zijn hier de letters  $H_0$  en  $h_0$  gebruikt. Verder is deze formule hier slechts bij benadering juist, hetgeen echter voldoende is.

de oerlaag,  $H_0$  en  $h_0$  de ligging van den grondwaterspiegel midden tusschen de sleuven resp. ter plaatse der sleuven in meters boven den bovenkant van de oerlaag, en  $l$  de sleufafstand in meters. In figuur 4 is een en ander nog eens met een voorbeeld verduidelijkt.

Nu is de factor  $h$  niet te berekenen, aangezien zowel  $k$  als  $Q'$  in de formule  $Q' = k \cdot F \cdot \frac{h}{d_{\text{oerlaag}}}$  onbekend zijn. In het voorgaande hebben we echter aangetoond, dat deze factor hoogstens slechts zeer zelden 0,2 m of meer zal bedragen. In verreweg de meeste gevallen en vooral bij een juiste keuze van



Figuur 4.

de breedte van de sleuven zal  $h$  niet meer dan 0,05 à 0,10 m bedragen. De factor  $m_0$  is met behulp van de formule  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$  wel te berekenen (voor de berekeningswijze zie § 2); hierbij wordt de berekening dus uitgevoerd, alsof er geen oerlaag aanwezig is. De factor  $h_0$  is daarmee bekend, zij het dan ook gedeeltelijk door schatting (zie figuur 4), aangezien de ligging van den bovenkant van de oerlaag onder het maaiveld bekend is. Ook de factor  $H_0$  is bekend, aangezien we immers aangenomen hebben, dat geen overlast van water optreedt, indien bij een totalen afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur naar de wijk en de slooten de grondwaterstand niet hoger dan tot 40 cm onder het maaiveld mag oploopen. Aangezien de diepteligging van den bovenkant van de oerlaag onder het maaiveld ( $h'$ ) bekend is, is daarmee (zie figuur 4) ook  $H_0$  bekend. We kunnen dus met behulp van de formule  $s' =$

$\frac{4k(H_0^2 - h_0^2)}{l^2}$ ,  $l$  (= onderlinge afstand van de sleuven) berekenen, indien de

doorlaatfactor  $k$  van de laag boven de oerlaag en de hoeveelheid overtollige neerslag, die in de laag boven de oerlaag naar de sleuven moet worden afgevoerd, bekend is. Geen van deze beide factoren is echter bekend. De doorlaatfactor  $k$  zou desnoods, door in natte perioden met de boorgatenmethode<sup>53)</sup> metingen te verrichten, nog wel te bepalen zijn; de hoeveelheid overtollige neerslag, die door de laag boven de oerlaag naar de sleuven af moet vloeien, is echter onbekend en is ook niet te bepalen. Hierdoor is het niet mogelijk de benodigde sleufafstand te berekenen, maar moet deze door proefnemingen — dus op perceelen met een oerlaag op verschillende diepten en van (zoo mogelijk) verschillende dikte en hardheid (verkitheid) of dus van een verschillende doorlatendheid<sup>54)</sup> — worden vastgesteld.

Om toch eenigszins de benodigde sleufafstanden aan te geven, zullen we eens eenige schattingen maken:

Stel eens dat in een speciaal geval  $m_0 = 0,25$  m (dus bij een afvoer van 5 mm per 24 uur) en  $h = 0,05$  m. Is het peil in de wijk en de slooten 0,80 m onder het maaiveld en ligt de bovenkant van de oerlaag 1,00 m onder het maaiveld, dan is dus  $h_0 = 1,00 - \{0,80 - (0,25 + 0,05)\} = 0,50$  m en  $H_0 = 1,00 - 0,40 = 0,60$  m. Is  $s' = 0,0025$  m per 24 uur, en  $k = 0,5$  m per 24 uur, dan is dus  $0,0025 = \frac{4 \times 0,5 (0,36 - 0,25)}{l^2}$  of  $l = \pm 9,5$  m.

In het bovenstaande geval zal dus de benodigde sleufafstand rond 10 m kunnen bedragen. Het is duidelijk, dat, als de hoeveelheid water  $s'$ , die maximaal door de laag boven de oerlaag naar de sleuven moet afvloeien, kleiner is dan 0,0025 m per 24 uur (kleiner dan 2,5 mm per 24 uur), de sleufafstand grooter kan worden. Is  $s'$  bijv. slechts 0,0015 m per 24 uur, dan kan de benodigde sleufafstand in het bovengenoemde geval 12 m bedragen, enz.

Nu is de veronderstelling, dat de bovenkant van de oerlaag op 1 m onder het maaiveld ligt, reeds gunstig. Om nu na te gaan, wat zoo ongeveer de grootste toe te passen sleufafstand zal zijn, zullen we echter aannemen, dat deze bovenkant 1,1 m onder het maaiveld ligt. Verder zal de doorlatendheid van de laag boven de oerlaag zelden grooter zijn dan 1 m per 24 uur, welke doorlaatfactor (1 m per 24 uur) we hier zullen aanhouden. Een peil van 80 cm onder het maaiveld in natte perioden (bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag naar de wijk en de slooten) is reeds gunstig; een peil van 100 cm = 1 m onder het maaiveld is zeer gunstig, welk laatste peil we hier zullen aanhouden. Stellen we nu verder  $m_0$  op 0,15 m (in gebied  $D_2$ ) en  $h = 0,05$  m, dan is, als  $s' = 0,0025$  m per 24 uur, de benodigde sleufafstand  $\pm 25$  m. Is  $s' = 0,0015$  m per 24 uur dan is de benodigde sleufafstand  $\pm 33$  m. Een grootere sleufafstand komt zeker niet voor, aangezien de betreffende landbouwer

<sup>53)</sup> S. B. HOOGHOUDT. Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond, N<sup>o</sup>. 4 „Bepaling van den doorlaatfactor van den grond met behulp van pompproeven (z.g. boorgatenmethode)”, Verslag. Landb. Onderz. 42 (13) B. 449—541 (1936).

<sup>54)</sup> Hierdoor wordt inimmers voornamelijk bepaald, welk gedeelte van den overtolligen neerslag door de oerlaag heenzakt en welk gedeelte zijdelings naar de sleuven door den grond boven de oerlaag moet worden afgevoerd.

dan niet meer zal klagen over overlast van water. Klachten over overlast van water worden immers pas dan geuit, wanneer water op het land komt te staan of in het voorjaar het land erg lang nat blijft. De bovengenoemde omstandigheden zijn, indien geklaagd wordt over overlast van water, dan ook zeker meestijds veel ongunstiger dan hierboven is aangenomen, waarom naar mijn meening de benodigde sleufafstand waarschijnlijk zal liggen tusschen 5 m (minimale afstand; bij nog kleinere onderlinge afstanden kan men beter het geheele perceel omzetten) en 20 m, welke maximale afstand men mijns inziens bij de toepassing van de sleufmethode in de practijk (dus in gunstige omstandigheden) wel kan aanhouden. Vergelijk in dit opzicht ook de resultaten van een proefneming op een perceel van den Heer SMOOK te Nieuw-Buinen (zie sub b); de omstandigheden zijn hier al tamelijk gunstig tot gunstig.

b. Het perceel behoeft niet te worden omgezet, de sleufmethode kan worden toegepast.

Zooals uit het voorgaande blijkt, is de kans, dat het perceel niet behoeft te worden omgezet maar met de sleufmethode kan worden volstaan om een voldoende ontwatering te krijgen, des te grooter, naarmate de bovenkant van de oerlaag dieper onder het maaiveld ligt, naarmate deze oerlaag beter doorlatend is, (dus dunner en minder hard en verkit is)<sup>55</sup> en naarmate de laag boven deze oerlaag beter doorlatend is. Zooals reeds is opgemerkt zijn de grenzen niet bekend, waarbij de sleufmethode juist onvoldoende resultaten zal geven en dus het perceel omgezet moet worden, aangezien in het algemeen noch de doorlatendheid van de oerlaag, noch die van de laag boven de oerlaag bekend is, of m.a.w. niet bekend is welk gedeelte van den overtolligen neerslag door de oerlaag heenrakt en welk gedeelte in de laag boven de oerlaag naar de sleuven afvloeit. Hierdoor is ten eerste de grens niet bekend, wanneer de sleufmethode juist onvoldoende resultaten geeft en het perceel moet worden omgezet, terwijl ten tweede de benodigde sleufafstand niet berekend kan worden. Hierbij kan worden opgemerkt, dat een kleinere sleufafstand dan 5 m practisch niet veel waarde meer heeft, aangezien men, als nog kleinere sleufafstanden noodig zijn om voldoende resultaten te verkrijgen, beter het geheele perceel kan omzetten.

Om dus het bovenstaande na te gaan, zijn proefnemingen noodzakelijk. In overleg met de Cultuurconsulenten in de provincies Groningen en Drenthe, de Heeren DR. IR. D. R. MANSHOLT en IR. F. BONTEKOE, werden, zooals reeds eerder werd opgemerkt, een aantal proefnemingen opgezet, waarbij op een aantal perceelen, waarin zich op meer of minder groote diepte onder het maaiveld oerlagen bevinden, de sleufmethode zal worden of reeds is toegepast. In één geval, nl. op een perceel van den Heer J. H. SMOOK te Nieuw-Buinen, was te verwachten, dat de sleufmethode voldoende resultaten zou geven. Aangezien op dit perceel de sleuven in het voorjaar van 1940 gereed kwamen, de resultaten daarvan voldoende bekend zijn en hieruit in overeenstemming met de verwachtingen is gebleken, dat de sleufmethode voldoende

<sup>55</sup>) Waarschijnlijk zal immers de doorlatendheid van de oerlaag kleiner zijn, naarmate deze harder en meer verkit is. De hoeveelheid water, die door de oerlaag heenrakt, is verder des te grooter naarmate deze oerlaag dunner is.



resultaten heeft gegeven, moge dit perceel hier als voorbeeld in deze paragraaf behandeld worden.

Alvorens hierop in te gaan willen we nog even in het kort aangeven, wanneer drainage noodig is.

Door drainage is rechtstreeks alleen de grondwaterstand boven de sleuven te veranderen, ofschoon met een daling van dezen grondwaterstand ook de grondwaterstand midden tusschen de sleuven zal dalen.

*Ligt nu de bovenkant van de oerlaag hetzij onder het peil in de wijk en in de slooten*, hetzij zoo weinig erboven, dat bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag (hierop moet worden gerekend) de grondwaterstand boven den boven-

kant van de oerlaag ligt, dan is dus het drukverschil  $h$  (uit  $Q' = k \cdot F \cdot \frac{h}{d_{\text{oerlaag}}}$ ) noodig om het water door de sleuf te laten passeeren. Dit drukverschil  $h$  is door drainage *niet* te verlagen; alleen  $m_0$  (uit  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$ ) is door drainage

te verkleinen. Hieruit volgt dan ook, dat drainage in het algemeen alleen noodig is, indien deze ook toegepast zou moeten worden, indien geen oerlaag in het profiel aanwezig is, of deze in zijn geheel gebroken is. Uit § 2, sub *b* kan dus worden afgeleid, wanneer drainage moet worden toegepast, waarnaar kan worden verwezen (zie echter ook sub *c* en hieronder).

*Ligt de oerlaag in haar geheel boven den grondwaterspiegel ter plaatse van de sleuven*, dan behoeft dit drukverschil uit den aard der zaak niet in rekening te worden gebracht.

Drainage kan echter zin hebben, ook als het niet noodig zou zijn te dreineeren, indien deze oerlaag niet aanwezig zou zijn (zie hiervoor). Dit laatste geval treedt namelijk dan op, indien tengevolge van deze drainage de grondwaterspiegel ter plaatse van de sleuven en meer midden op het perceel onder de oerlaag komt te liggen, terwijl dit zonder drainage niet het geval is, aangezien daardoor het drukverschil  $h$  vervalt en bovendien  $m_0$  verlaagd wordt. Het behoeft geen betoog, dat dit laatste geval niet vaak zal optreden; de mogelijkheid, dat het optreedt bestaat zeker, waarom het dan ook genoemd is.

Komen we nu terug op de proefneming op het perceel No. B 4888 en 4889 van den Heer J. H. SMOOK te Nieuw-Buinen <sup>56)</sup> dan kan hierover het volgende worden medegedeeld:

Door afboren van het perceel kwam vast te staan, dat onder de bouwvoor tot 90 à 110 cm onder het maaiveld veen voorkomt. Hieronder werd een oerlaag van 5 tot 15 cm dikte aangetroffen op een diepte van rond 110 tot 130 cm onder het maaiveld <sup>57)</sup>. Hieronder komt dus een dikke zandlaag voor, waarvan (zie hoofdstuk III) de dikte op  $25 - 1,3 =$  rond 24 m en de doorlaatfactor op 3,3 m per 24 uur kan worden gesteld (het perceel ligt precies bij

<sup>56)</sup> De resultaten van deze proefnemingen zijn vastgelegd in een artikel van F. BONTERKOE; zie de in noot 26, genoemde literatuur.

<sup>57)</sup> Tijdens het graven van de sleuven is gebleken, dat hier en daar deze oerlaag dikker was; op één plek bleek zij vlak onder het maaiveld voor te komen, hetgeen tijdens het afboren in het perceel niet werd waargenomen. In het algemeen was echter de dikte en de ligging van deze oerlaag in overeenstemming met de resultaten van de afboring van het perceel.

boring V of dus binnen gebied  $D_2$  <sup>58)</sup>. Het peil in de wijk en slooten loopt in de wintermaanden niet hooger op dan tot 80 cm onder het gemiddelde maaiveld <sup>59)</sup>. Dit maaiveld ligt over het algemeen vrij vlak; met enkele iets lager gelegen plekken werd geen rekening gehouden, tenzij hier grondwaterstands-buizen voor de controle van de optredende grondwaterstanden waren geplaatst (zie hieronder). De lengte van dit perceel is rond 210 m en de breedte 77 m of van hart scheisloot tot hart wijk dus rond 80 m. De natte omtrek van de scheisloot is op 0,8 m ( $r_0 = 0,25$  m), van de perceelsscheidings-slooten op 0,65 m ( $r_0 = 0,2$  m) <sup>60)</sup> en van de wijk op 10 m ( $r_0 = 3,2$  m) te stellen.

We zullen nu eerst de hoogteligging van den grondwaterspiegel midden op het perceel berekenen, indien er geen oorlaag was. Hiertoe gebruiken we de formule  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$ .

Verwaarloozen we voorloopig de perceelsscheidings-slooten en nemen we aan, dat twee wijken met een  $r_0$ -waarde van 3,2 m op 80 m onderlingen afstand aanwezig waren, dan is ( $s = 0,005$  m per 24 uur;  $H$  is 24 m en dus  $d = 15,1$ ; zie § 2, sub *b* van dit hoofdstuk)  $0,005 = \frac{8 \cdot 3,3 \cdot 15,1}{80^2}$  of  $m_0 = 0,08$  m.

Waren alleen twee scheislooten met een  $r_0$ -waarde van 0,25 m aanwezig, dan was ( $d = 6,77$ );  $0,005 = \frac{8 \cdot 3,3 \cdot 6,77 \cdot m_0}{80^2}$  of  $m_0 = 0,18$  m. Aangezien in werkelijkheid een wijk en een scheisloot op 77 m onderlingen afstand voorkomen, is dus  $m_0$  bij benadering in werkelijkheid  $(0,08 + 0,18) : 2 = 0,13$  m.

Nu komen er bovendien nog perceelsscheidings-slooten met een  $r_0$ -waarde van 0,20 m en op een afstand van 210 m voor. Zooals reeds eerder is opgemerkt, (zie § 2, sub *b*) kan voor de berekening voorloopig worden aangenomen, dat de strooming naar deze perceelsscheidings-slooten niet beïnvloed wordt door de strooming naar de wijk en de scheisloot. Voor  $m_0 = 0,13$  m wordt naar deze perceelsscheidings-slooten een hoeveelheid water afgevoerd, die gelijk is aan ( $d = 11,9$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} = \frac{8 \cdot 3,3 \cdot 11,9 \cdot 0,13}{210^2} = 0,0009 \text{ m} = 0,9 \text{ mm per 24 uur.}$$

In werkelijkheid beïnvloeden de strooming van het overtollige regenwater naar de wijk en de scheisloot en naar de twee perceelsscheidings-slooten elkaar wel, hetgeen op deze wijze in rekening kan worden gebracht, dat voor deze berekening  $m_0$  de helft kleiner wordt genomen of dus naar de scheislooten

<sup>58)</sup> Op dit perceel — dus vóór de uitvoering van de, in deze publicatie besproken diepboringen — werd een boring tot 10 m diepte uitgevoerd. (Boring V). In het, in noot 26 genoemde, rapport van schrijver, word bij het opstellen van deze proefneming met de gegevens van deze diepboring rekening gehouden; hier zullen we dit niet doen, maar ons houden aan de verkregen resultaten van alle verrichte diepboringen, aangezien de daaruit afgeleide resultaten uit den aard der zaak juist zijn.

<sup>59)</sup> Het peil in de wijk en de schei- en de perceelsscheidings-slooten is niet geheel gelijk; het verschil bleek echter tijdens de controle daarvan in den winter en in het voorjaar van 1940—1941 gering te zijn, waarom een gemiddeld peil tot hoogstens 80 cm onder het maaiveld kan worden aangehouden.

<sup>60)</sup> Deze slooten staan meestals droog. Bij een afvoer van 5 mm regen en een peil van 80 cm onder het maaiveld bevatte zij echter nog iets water.

slechts rond 0,5 mm overtollige neerslag per 24 uur afvloeit. In totaal wordt dus bij een  $m_0$ -waarde van 0,13 m naar de wijk, de scheisloot en de beide perceelsscheidingsloten r6nd 5,5 mm water afgevoerd. Hieruit volgt dus tevens, dat drainage niet noodig is.

Op dit perceel werden nu sleuven (loodrecht de wijk en de scheisloot) gegraven op 10 en  $11\frac{2}{3}$  m onderlingen afstand. Zooals reeds werd opgemerkt, is de benodigde sleuvenafstand niet te berekenen, maar moet deze door rechtstreeksche proefnemingen worden nagegaan, waarvoor dan ook twee afstanden werden gekozen <sup>61)</sup>. Op grond van een schatting van de doorlatendheid van de oerlaag en van de daarboven gelegen laag werd verwacht, dat 10 m hier in elk geval voldoende zou zijn. Deze sleuven hadden een breedte van 60 cm; zij werden gegraven tot even onder de oerlaag, waarna zij weer met de uitgegraven grond werden gevuld. De grondwaterstand in de sleuven

zal dus indien  $h$  (uit de formule  $Q' = k \cdot F \cdot \frac{h}{d_{\text{oerlaag}}}$ ) 0,10 m bedraagt, hoogstens  $0,13 + 0,10 = 0,23$  boven het peil in de wijk en in de slooten kunnen oplopen of dus hoogstens tot  $0,80 - 0,23 = 0,57$  m onder het maaiveld. Is echter  $h = 0,20$  m, wat niet onmogelijk is, dan is de te verwachten grondwaterstand in de sleuven hoogstens 0,47 m onder het maaiveld. Midden tusschen de sleuven zal de grondwaterstand verder hooger oplopen dan ter plaatse van deze sleuven.

Nu werd bij den aanleg van het proefveld  $h$  vrij laag, de doorlatendheid van de oerlaag en van de daarbovenliggende laag verder zoo hoog geschat, dat verwacht werd, dat de grondwaterstand bij een sleuf-afstand van 10 m niet hooger op zou loopen dan tot 50 cm onder het maaiveld.

Aangezien ons bij de opstelling van het proefplan alleen de resultaten van de boring V ter beschikking stonden, waaruit geen andere conclusie was te trekken, dan dat bovendien nog een drainage noodig zou zijn op  $\pm 40$  m onderlingen afstand (draindiepte  $\pm 80$  cm, zie het, in noot 26 genoemde, rapport van schrijver), werden drainreeksen op een diepte van 90—100 cm onder het maaiveld op ongeveer dezen afstand gelegd. De drainreeksen werden in enkele van de gegraven sleuven gelegd; zij monden op de scheisloot uit en hellen vanaf de weg tot de scheisloot (totaal  $\pm 10$  cm op 77 m).

Het effect <sup>62)</sup> van het graven van de sleuven en het leggen van de drains bleek dadelijk na het beëindigen van het werk uitermate gunstig, terwijl in het winterhalfjaar 1940—1941 het perceel vrijwel nergens wateroverlast heeft gehad (zie ook hieronder). De bouwvoor had een goede structuur en was nagenoeg nimmer zoo nat, dat de grond niet bewerkt kon worden. De eigenaar was dan ook van oordeel, dat dit perceel, hetwelk tevoren het natste perceel van de boerderij was, thans één der droogste was geworden. Terwijl op aangrenzende perceelen meerdere keeren plassen voorkwamen, is op dit perceel geen water waargenomen. Uiteraard moeten dan ook de grondwaterstanden, die tevoren bijna tot het maaiveld opliepen, aanzienlijk zijn gedaald. Ook het feit, dat de Heer Smook de sleuvenmethode op meerdere van zijn perceelen

<sup>61)</sup> De oorspronkelijke bedoeling om afstanden van 10 en  $13\frac{1}{3}$  m met elkaar te vergelijken, is in verband met de afmetingen van het perceel en de herhalingen verandord in 10 en  $11\frac{2}{3}$  m.

<sup>62)</sup> Overgenomen uit het artikel van Ir. F. BONTKOE, zie noot 26.

voor de verbetering van de ontwatering is gaan toepassen, pleit voor de goede en voldoende werking van deze methode ten opzichte van deze ontwatering.

Ter controle van bovengenoemde grondwaterstanden zijn in den winter van 1940 op 1941 grondwaterstandsmetingen verricht met behulp van grondwaterstandsbuizen. Ofschoon tengevolge van den strengen winter de metingen soms moeilijkheden hebben opgeleverd en de waterbeweging in den grond ook onregelmatigheden vertoonde, zijn toch voldoende gegevens verkregen om enkele conclusies te trekken.

In verband met de variaties in de ligging van het maaiveld zijn de waargenomen grondwaterstanden berekend onder de ligging van het gemiddelde maaiveld. De grondwaterstandsmetingen werden midden op het perceel *in het midden* tusschen de omgewerkte sleuven verricht. Aangezien er op het perceel vijf drainreeksen zijn gelegd, vond een deel der grondwaterstandsmetingen dus in de nabijheid van de drainbuizen plaats. Hierdoor kon dus worden nagegaan of de drains een diepere ontwatering hebben gegeven dan de sleuven. In de omgewerkte sleuven en dus ook vlak naast de drains zijn echter geen waarnemingen gedaan in verband met de noodzakelijkheid de metingen zoo eenvoudig mogelijk te houden. Wel werd met behulp van peilschalen het peil in de wijk en in de scheisloot waargenomen.

De resultaten van de grondwaterstandswaarnemingen zijn bijeengevoegd in tabel 24, die een globaal overzicht daarvan geeft.

Bij de bestudeering van deze cijfers blijkt, dat niet in alle gevallen is voldaan aan den oorspronkelijk gestelden eisch, dat de grondwaterstand niet hooger dan tot 50 cm onder het maaiveld oploopt. Hieruit volgt, dat de doorlatendheid van de oerlaag resp. van de veenlaag boven de oerlaag iets te hoog is geschat. Verder is in een regenperiode gebleken, dat een klein gedeelte van het perceel zeer nat was en een zeer hoogen grondwaterstand had. Tijdens de afboring van het perceel is op dit gedeelte toevalligerwijze geen boring verricht. Later is evenwel komen vast te staan, dat hier de oerlaag plaatselijk veel hooger ligt dan elders (wel een fraai voorbeeld van de soms zeer sterk wisselende ligging van de oerlaag), waardoor de relatief hooge grondwaterstanden op deze afwijkende plek worden verklaard <sup>63)</sup>. Verder zal de stijging van den grondwaterstand tusschen 17 Februari en 3 Maart beïnvloed zijn door het feit, dat de vorst nog niet uit den grond verdwenen was.

Bij het bovenstaande moet echter worden opgemerkt, dat de eisch, dat de grondwaterstand niet tot boven 50 cm onder het maaiveld (vooral op Veenkoloniale gronden) mag oploopen, nog niet door rechtstreeksche onderzoekingen is gestaafd.

Het is dus best mogelijk en zelfs waarschijnlijk (zie hiervoor), dat voor Veenkoloniale gronden als eisch kan worden gesteld, dat in het algemeen de grondwaterstand niet hooger dan tot 40 cm onder het maaiveld mag oploopen. Het is immers gebleken dat op dit proefperceel de waterhuishouding zoo gunstig is geworden, dat de practijk hiermede ruim tevreden is.

---

<sup>63)</sup> Was deze plek tijdens de afboring van het perceel wel opgemerkt, dan was deze plek in haar geheel omgezet. Overigens is dit een aanwijzing dat bij hoog liggende oerlagen de sleufmethode minder goede resultaten zal geven; althans bij de sleufastanden, zooals deze hier werden toegepast.

Voorloopig kan dus worden geconcludeerd, dat de resultaten van deze proef zeer gunstig zijn. Een vergelijking van de cijfers in de tweede en in de derde kolom van tabel 24 leert verder, dat de gemiddelde grondwaterstand in de nabijheid van de drains (nl. in het midden tusschen de omgezette sleuf, waarin de drain ligt en de eerstvolgende omgezette sleuf; dus op 5 tot rond 6 m uit de drains) vrijwel even hoog is dan verder van de drains verwijderd. Hieruit valt dus af te leiden dat de drains <sup>64)</sup> overbodig zijn geweest en dat met de omgezette sleuven alleen had kunnen worden volstaan in overeenstemming dus met hetgeen in verband met de dikte en doorlatendheid van de watervoerende laag (zie hierboven) kon worden verwacht.

De gemiddelde grondwaterstand tusschen de sleuven op 10 m afstand bleek ongeveer gelijk te zijn aan dien tusschen de sleuven op  $11\frac{2}{3}$  m en wel ruim 50 cm beneden het maaiveld. Hieruit blijkt dus, dat op dit proefperceel met een sleuvenafstand van  $11\frac{2}{3}$  m (en mogelijk met een nog iets grooteren afstand) volstaan had kunnen worden.

Het belangrijkste resultaat van deze proef is de conclusie, dat de waterhuishouding van perceelen in de Veenkoloniën — en waarschijnlijk ook elders, waarin een meer of minder slecht doorlatende laag boven een dikke laag, behoorlijk doorlatende zandgrond voorkomt — door de boven omschreven maatregelen aanzienlijk kan worden verbeterd; een en ander voorzooverre deze meer of minder slecht doorlatende lagen niet direct onder de bouwvoor liggen (zie ook sub c).

#### c. Het perceel moet waarschijnlijk worden omgezet

Hieronder zullen nu twee perceelen besproken worden, waarop het eveneens de bedoeling is proefnemingen met de sleuvenmethode te nemen. Dit zijn een perceel van den Heer P. PANMAN te Tripscompagnie en een perceel van den Heer R. SMIT te Kalkwijk <sup>65)</sup>. Op het eerstgenoemde perceel zijn in het voorjaar van 1942 de sleuven gegraven en de drains gelegd; op het laatstgenoemde perceel is dit nog niet het geval. <sup>66)</sup> Dit laatste perceel zal echter wel besproken worden, aangezien hier drainage noodzakelijk is en met dit voorbeeld dus tevens kan worden aangetoond hoe deze benodigde drainafstand moet worden berekend.

Alvorens de bovengenoemde gevallen te bespreken, wil ik echter opmerken, dat het ten eerste niet vaststaat, dat de sleuvmethode hier onvoldoende resultaten zal geven, zij het dan ook, dat dit voor beide perceelen wel waarschijnlijk is.

In de tweede plaats betreft het hier proefnemingen met het doel uit te maken, wanneer de sleuvmethode nog voldoende resultaten zal geven resp. wanneer het perceel in zijn geheel moet worden omgezet.

<sup>64)</sup> Er moet een verschil optreden tusschen de grondwaterstand boven de drains en in de sleuven tusschen twee drainreeksen, waarbij in de eerste sleuf vanaf de drainreeks een iets lagere grondwaterstand zal optreden dan in de volgende. Is dit verschil en daarmee de geheele verlaging van dezen grondwaterstand gering, dan zal dit eveneens het geval zijn met de grondwaterstanden tusschen de sleuven, hetgeen dus hier is opgetreden.

<sup>65)</sup> Zie ook voor deze perceelen het, in noot 26 genoemde rapport van schrijver.

<sup>66)</sup> Dit perceel evenals een perceel van den Heer HUISMAN, Borgercompagnie zijn inmiddels eveneens van sleuven en drains voorzien.

1. Het perceel van den Heer P. PANMAN te Tripscompagnie.

Bespreken we nu eerst het perceel van den Heer P. PANMAN te Tripscompagnie, dan kan worden opgemerkt, dat de boring U op dit perceel werd verricht. Van de resultaten van deze boring zal geen gebruik worden gemaakt, aangezien we sedert het verrichten van de, in deze publicatie besproken, diepboringen veel beter over de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag zijn ingelicht dan uit boring U is af te leiden. Uit het kaartje No. 3 blijkt, dat dit perceel ligt in het gebied B. De bovenkant van de ondoorlatende laag ligt dus op 10—15 of gemiddeld op 12,5 onder het maaiveld; de doorlaatfactor van de watervoerende laag is 2,4 m per 24 uur. De dikte van de watervoerende laag kan hier op rond 12 m worden gesteld, aangezien de veenlaag hier zeer dun is.

Blijkens de afboring van het perceel op diverse plaatsen blijkt, dat een niet erg harde oerlaag werd aangetroffen van 30 à 40 tot 55 à 75 cm onder het maaiveld, die dus overal op dezelfde diepte onder het maaiveld schijnt voor te komen. Hierbij moet worden opgemerkt, dat in droge perioden alle oerlagen meer of minder hard zijn, tenzij deze oerlagen zoo diep onder het maaiveld liggen, dat deze lagen niet kunnen uitdrogen. Naarmate in natte perioden de oerlaag harder of dus meer verkit is, zal de doorlatendheid geringer zijn. Op enkele plekken komt soms onder de oerlaag een laagje leemig zand voor. Voorzoverre deze bij het graven der sleuven zal worden aangetroffen, zal deze laag met de bouwvoor worden vermengd. Tenslotte zullen de slooten, voorzoverre zij vuil zijn, worden schoongemaakt.

De lengte van het perceel is 223 m en de breedte 73 m, of van hart sloot tot hart wijk rond 75 m. De natte omtrek<sup>66)</sup> van de perceelsscheidingslooten is sterk verschillend. Hier kon, gezien de groote onderlinge afstand van de slooten, worden aangenomen, dat zij beide een gelijken natten omtrek van ruim 2 m ( $r_0 = 0,65$  m) hebben. De scheisloot heeft een natten omtrek van 2,4 m ( $r_0 = 0,75$  m). De natte omtrek van de wijk bedraagt 7,5 m ( $r_0 = 2,4$  m).

Ook nu zullen we berekenen, wat het verschil tusschen den grondwaterpiegel midden op het perceel en den waterspiegel in de wijk en de slooten zou zijn, indien geen oerlaag aanwezig ware, of deze in haar geheel gebroken zou zijn.

Bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur en indien alleen 2 wijken ( $r_0 = 2,4$  m) op 75 m onderlingen afstand aanwezig waren, is  $m_0$  ( $d = 10,7$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2}, \text{ of } 0,005 = \frac{8 \cdot 2,4 \cdot 10,7 \cdot m_0}{71^2}, \text{ of } m_0 = 0,14 \text{ m.}$$

Zijn alleen twee scheislooten ( $r_0 = 0,75$  m) op 71 m onderlingen afstand aanwezig, dan is  $m_0$  ( $d = 7,52$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2}, \text{ of } 0,005 = \frac{8 \cdot 2,4 \cdot 7,52 \cdot m_0}{73^2}, \text{ of } m_0 = 0,19 \text{ m.}$$

Aangezien in werkelijkheid zoowel een wijk als een scheisloot voorkomen, is  $m_0$  globaal te stellen op  $(0,14 + 0,19) : 2 = 0,17$  m.

<sup>66)</sup> Deze natte omtrek en de natte omtrek van de wijk en de scheisloot gelden bij het normale winterpeil.

Behalve de bovengenoemde wijk en scheisloot komen ook nog twee perceels-scheidings-sloten ( $r_0 = 0,65$  m) voor op een onderlingen afstand van 223 m. Nemen we voorloopig aan, dat de waterbeweging naar deze sloten onafhankelijk is van die naar de wijk en de scheisloot, dan wordt naar deze sloot bij  $m_0 = 0,17$  m een hoeveelheid water afgevoerd van ( $d = 9,9$ ):

$$s = \frac{8kd m_0}{l^2} = \frac{8 \cdot 2,4 \cdot 9,9 \cdot 0,17}{223^2} = 0,0006 \text{ m} = 0,6 \text{ mm per 24 uur.}$$

Aangezien de strooming van het water naar de perceelsscheidings-sloten niet onafhankelijk is van die naar de wijk en de scheisloot, moeten we dit in aanmerking nemen, hetgeen globaal kan geschieden, door de hoeveelheid water, die naar de perceelsscheidings-sloten vloeit, de helft kleiner te nemen ( $m_0$  de helft kleiner nemen). In totaal zal dus bij  $m_0 = 0,17$  m (de grondwaterstand midden op het perceel is 0,17 m = 17 cm hooger dan de waterspiegel in de wijk en de scheisloot) de totale afvoer 5,3 mm per 24 uur bedragen.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat drainage hier niet noodig <sup>67)</sup> is; verder is  $m_0$  zoo klein dat door drainage niet bereikt kan worden, dat de grondwaterstand onder den onderkant van de oerlaag komt te liggen, indien dit nog niet het geval mocht zijn, aangezien  $m_0$  door drainage practisch gesproken niet meer verlaagd kan worden.

Uit een waterpassing van het perceel blijkt verder, dat het maaiveld meestal 47 tot 70 cm boven het normale winterpeil in de wijk ligt (dit peil werd ons door den Heer PANMAN zoo goed mogelijk aangewezen). Hieruit volgt, dat de grondwaterstand ook na het graven en weer dichten van de sleuven hooger moet zijn dan bovengenoemd peil. Verder blijkt, dat bij dit peil, en indien *geen* oerlaag aanwezig was, de ontwatering, indien dezelfde maatstaf als bij het perceel van den Heer SMOOK te Nieuw-Buinen mag worden aangelegd, nog iets onvoldoende tot voldoende zou zijn. Nu de sleufmethode zal worden toegepast en de grondwaterstand midden tusschen de sleuven hooger zal staan dan ter plaatse van de sleuven, zal de ontwatering bij genoemd peil op de laagste gedeelten waarschijnlijk wel een verbetering ondergaan echter waarschijnlijk niet geheel voldoende zijn; op de hoogere gedeelten zal dit wel het geval zijn. Een en ander geldt echter slechts als de doorlatendheid van de oerlaag meevalt, aangezien de oerlaag ondiep is gelegen en op 30 à 40 cm onder het maaiveld begint en door de daarboven gelegen laag dus slechts een gering gedeelte van den overtolligen neerslag mag worden afgevoerd, willen hier niet te hooge grondwaterstanden voorkomen. Aangezien het echter het waarschijnlijkste is, dat ook deze oerlaag toch nog zoo slecht doorlatend is, dat een belangrijk gedeelte over de oerlaag naar de sleuven moet vloeien om hierin weg te zakken, is het het waarschijnlijkste, dat de sleuvenmethode in dit geval onvoldoende resultaten zal geven. Zelfs lijkt mij dit het waarschijnlijkste op de hoogst gelegen gedeelten van het perceel, voorzover deze meer midden op het perceel liggen. Zooals reeds is opgemerkt, kan een en ander meevallen en moeten de resultaten van de proefnemingen worden afgewerkt.

---

<sup>67)</sup> Uit de resultaten van de boring U alleen — zie de in noot 26 genoemde literatuur — was geen andere conclusie te trekken, dat drainage noodig was; dit laatste is dus niet juist geweest en zal dus ook uit de resultaten van de controlemetingen wel blijken.

In zeer natte perioden en bij sneeuw en vorst kan het peil van de wijk nog een 35 cm hooger oplopen. Ofschoon het normale winterpeil naar mijn meening reeds te hoog is, is dit zeker het geval als het peil nog 35 cm oploopt en dus op  $\pm 10$  tot 35 cm onder het maaiveld ligt. Aangezien de grondwaterstand in het perceel nog hooger is dan het peil in de wijk en in de slooten, zal het duidelijk zijn, dat in die perioden door geen enkele maatregel de grondwaterstand zoover verlaagd kan worden, dat de ontwatering voldoende wordt. De eenige maatregel, die in de eerste plaats noodig is om een voldoende ontwatering te kunnen verkrijgen is een betere beheersching van het peil in de wijk en de slooten, waardoor dit *nooit* hooger op kan loopen dan tot (hoogstens) het bovengenoemde normale winterpeil, dat op zichzelf reeds aan den hoogen kant is. In de perioden met een peil in de wijk en de slooten van 10 tot 25 cm onder het maaiveld blijft de ontwatering dus ten enen male onvoldoende. In de andere perioden, waarin het normale winterpeil optreedt, kan de ontwatering na het graven en weer dichten van de sleuven voldoende zijn (één en ander dus afhankelijk van de doorlatendheid van de oerlaag).

Ofschoon dus, zooals we reeds gezien hebben, in dit perceel geen drains gelegd behoeven te worden, zijn deze hier wel gelegd en wel op 20 m onderlingen afstand. Deze drainage werd oorspronkelijk in het proefplan opgenomen, omdat uit de boring U, die tijdens het opstellen van het proefplan alleen ter beschikking was, geen andere conclusie kon (mocht) worden getrokken dan dat deze drainage noodig was om een behoorlijke ontwatering te verkrijgen. Ofschoon na het verrichten van de, in deze publicatie besproken, diepboringen is gebleken, dat drainage niet noodig is, zijn deze drainreeksen toch gehandhaafd, aangezien het aanbeveling verdient ook hier nog eens aan te toonen, dat deze drainage hier gemist kan worden.

Uit het voorgaande zal het verder duidelijk zijn geworden, dat op dit perceel alleen kleine sleufafstanden gebruikt kunnen worden, aangezien de oerlaag hier op 30 à 40 cm onder het maaiveld begint. Op dit perceel zijn dan ook sleuven op 5 en  $6\frac{2}{3}$  m onderlingen afstand loodrecht de wijk en de scheidslot gegraven; ook de drains liggen dus loodrecht de wijk. De sleuven, die tot even onder de oerlaag zijn gegraven, werden daarna weer met den uitgegraven grond opgevuld. De breedte van de sleuven zal 60 of mogelijk 50 cm hebben bedragen; terwijl in enkele van deze sleuven drainreeksen zijn gelegd.

Ofschoon de last van droogte in sub II van deze paragraaf zal worden behandeld, kan hier worden opgemerkt, dat mocht op dit perceel last van droogte optreden, deze last van droogte na het graven en weer dichten van de sleuven vrijwel onverminderd zal blijven bestaan, aangezien immers tusschen de sleuven — of dus op het grootste gedeelte van het perceel — de oerlaag onaangetaast blijft; boven de sleuven zal deze eventueele last van droogte echter zijn opgeheven (zie ook sub II van deze paragraaf). Het lijkt mij gewenscht hierop de aandacht gevestigd te houden.

Na het gereedkomen van dit rapport bezocht ik dit proefveld op 28 Juli 1942. Hierbij bleek nog het volgende:

Het proefveld is gedeeltelijk in 1941 en gedeeltelijk na de vorst in het voorjaar van 1942 gereed gekomen. Op het eerstgenoemde gedeelte werd tijdens den opdooi geen overlast van water ondervonden. Aangezien dit ook



op andere, niet-omgezette perceelen het geval was, waren hieruit geen conclusies te trekken.

De opkomst en groei van de aardappelen in de droge periode bleek boven de sleuven veel beter te zijn dan tusschen de sleuven. Tusschen de sleuven treedt dus de bovengenoemde last van droogte op. Overigens is mogelijk het verschil in groei ook te wijten aan een structuurverbetering van den grond in de sleuf.

Ten tijde van mijn bezoek was er geen verschil meer te zien, terwijl ook geen waarneembaar verschil in de kwaliteit en kwantiteit tijdens het rooien van de aardappelen viel op te merken, wel bevinden zich de aardappelknollen ter plaatse van de sleuven veel dieper onder het maaiveld dan tusschen de sleuven. De Heer PANMAN was echter van meening, dat, had de droogteperiode zich langer voortgezet, er een belangrijk verschil in den groei en de opbrengst van de aardappelen ter plaatse van de sleuven en tusschen de sleuven zou zijn blijven bestaan. Ten opzichte van den last van droogte heeft een geheele omzetting van het perceel dus voordeelen ten opzichte van de sleuvenmethode. Opgemerkt kan nog worden, dat het peil in de wijk iets is verlaagd en dat noch de scheisloot noch de wijk zijn schoongemaakt.

Op 17 Februari 1943 bezocht ik nogmaals dit proefveld. Het proefveld was toen droog en stevig. De ontwatering was trouwens den geheelen tijd uitstekend geweest. De sleuvenmethode heeft hier dus de ontwatering in een voldoende mate verbeterd. Ook uit het feit, dat sinds den aanleg van dit proefveld in de omgeving deze sleuvenmethode voor de verbetering van de ontwatering steeds meer en met succes wordt toegepast, blijkt het nuttig effect van deze methode ten opzichte van de verbetering van de ontwatering. Voorzoverre hierover een oordeel is uit te spreken (grondwaterstanden werden niet bepaald) lijkt in overeenstemming met de verwachting de drainage overbodig. Het bovenstaande neemt niet weg, dat den Heer PANMAN van oordeel bleef, dat ten opzichte van den hinder van droogte in de droge perioden in het zomerhalfjaar de geheele omzetting van het betreffende perceel beter was geweest. In droge perioden in het komende zomerhalfjaar zal dit proefveld dan ook nog eens bezocht worden om dezen last van droogte na te gaan.

## 2. Het perceel van den Heer R. SMIT te Kalkwijk

Ofschoon op dit perceel nog niet tot de uitvoering van een proefneming met de sleuvenmethode werd overgegaan, wil ik ook dit perceel behandelen, aangezien, zooals reeds is opgemerkt, hier naast de sleuvenmethode bovendien drainage zal worden toegepast. <sup>67a)</sup>

Dit perceel (sectie B 650), waarop boring T is gelegen, ligt binnen het gebied A<sub>5</sub>, d.w.z. in het gebied, waar de bovenkant van de slecht doorlatende laag, die de watervoerende laag van onderen afsluit, op minder dan 10 m onder het maaiveld voorkomt. Aangezien op plek T hiervoor 9 m werd waargenomen en in deze diepteligging op korten afstand (binnen gebied A<sub>5</sub>) geen groote wijzigingen kunnen worden verwacht, kan worden aangenomen, dat onder dit perceel de slecht doorlatende laag begint op 9 m onder het maaiveld. De dikte van de watervoerende laag zal hier dan ook op 8 m worden gesteld. Als doorlaatfactor voor dit gebied zal echter de gemiddelde waarde

<sup>67a)</sup> Dit proefveld is inmiddels ook aangelegd. Eind 1943 bleek ook hier de ontwatering voldoende te zijn.

voor het geheele gebied  $A_5$  worden aangehouden of zal deze dus op 1,5 m per 24 uur worden gesteld.

Dit perceel werd op enkele punten tot ruim 1 m diepte afgeboord. Hieruit bleek dat er een oerlaag op 17 à 33 tot 40 à 75 cm onder het maaiveld voorkomt, terwijl soms hieronder nog een tweede oerlaag is aangetroffen (bij de diepboring T). De eerstgenoemde oerlaag was nergens erg hard; de tweede (op 95—115 cm onder het maaiveld) daarentegen wel. Een veenlaag is hier onder de bouwvoor niet of nauwelijks aangetroffen.

De natte omtrek van de wijk is op het winterpeil  $\pm 3,5$  m ( $r_0 = 1,4$  m). Deze wijk was, althans tijdens de afboring van het perceel, zeer vervuild; zij zal, indien de proef wordt genomen, over de lengte van het perceel in elk geval zorgvuldig worden schoongemaakt<sup>68)</sup>. De scheisloot heeft bij dit peil een natten omtrek van 1,7 m ( $r_0 = 0,5$ m), terwijl de perceelsscheidingssloten bij genoemd peil een gemiddelden natten omtrek hebben van 1,35 m ( $r_0 = 0,4$  m). De lengte van dit perceel is verder 130 m en de breedte van hart scheisloot tot hart wijk rond 70 m.

Evenals dit bij het perceel van den Heer PAXMAN is geschied, zullen we eerst weer berekenen, hoeveel de grondwaterspiegel midden op het perceel boven het peil in de wijk ligt, indien geen oerlaag aanwezig zou zijn en de afvoer van overtolligen neerslag 5 mm per 24 uur bedraagt.

Zijn alleen twee wijken ( $r_0 = 1,4$  m) op 70 m onderlingen afstand aanwezig, dan is ( $d = 7,13$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} \text{ of } 0,005 = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 7,13 \cdot m_0}{70^2} \text{ of } m_0 = 0,29 \text{ m.}$$

Zijn alleen twee scheisloten ( $r_0 = 0,5$ ) op 70 m onderlingen afstand aanwezig, dan is ( $d = 5,62$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} \text{ of } 0,005 = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 5,62 \cdot m_0}{70^2} \text{ of } m_0 = 0,36 \text{ m.}$$

Aangezien in werkelijkheid een wijk en een scheisloot op 70 m onderlingen afstand voorkomen, is  $m_0$  in werkelijkheid globaal  $(0,29 + 0,36) : 2 = 0,33$  m.

Nu komen op 130 m onderlingen afstand ook nog twee perceelsscheidingssloten voor ( $r_0 = 0,4$  m). Nemen we eerst aan, dat de strooming van water naar deze perceelsscheidingssloten onafhankelijk is van de strooming naar de wijk en de scheisloot, dan wordt naar de perceelsscheidingssloten nog een hoeveelheid water bij  $m_0 = 0,33$  m afgevoerd, die gelijk is aan ( $d = 6,34$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} \text{ of } s = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 6,34 \cdot 0,33}{130^2} = 0,0015 \text{ m} = 1,5 \text{ mm per 24 uur.}$$

Aangezien de strooming van het water naar de wijk en de scheisloot de strooming naar de perceelsscheidingssloten beïnvloedt, moet deze laatste in rekening worden gebracht, hetgeen globaal kan geschieden door voor deze berekening  $m_0$  de helft kleiner te nemen<sup>69)</sup>, waardoor bij een  $m_0$ -waarde van 0,33 m rond 5,8 mm overtollige neerslag naar de wijk en de sloten afvloeit.

<sup>68)</sup> Hier zal verder worden aangenomen dat de wijk schoongemaakt is.

<sup>69)</sup> Alleen voor de strooming van het overtollige regenwater naar de perceelsscheidingssloten is deze waarde de helft kleiner genomen om dezen invloed van de strooming van het water naar de wijk en de scheisloot tot uiting te brengen.

Deze  $m_0$ -waarde (= verschil van den grondwaterspiegel midden op het perceel en den waterstand in de wijk en de slooten) is groot genoeg, dat drainage hier zin heeft, indien het peil in de wijk en de slooten in het winterhalfjaar of (en) de hoogteligging van de oerlaag hiertoe aanleiding geeft.

Uit een waterpassing van het terrein is nu gebleken, dat het maaiveld gewoonlijk 63 tot 102 cm boven het winterpeil in de wijk ligt <sup>70)</sup>. Hieruit volgt, dat ware geen oerlaag aanwezig, de ontwatering even onvoldoende tot meer dan voldoende zou zijn (Men denke erom, dat deze conclusie *alleen* geldt, indien de wijk op een voldoende wijze is schoongemaakt). Om deze reden is dus nauwelijks een drainage noodig <sup>71)</sup>. Iets anders is, dat, aangezien de oerlaag op 17 à 33 tot 40 à 75 cm onder het maaiveld ligt, door de verlaging van den grondwaterspiegel tengevolge van een drainage er in elk geval voor gezorgd kan worden, dat de grondwaterspiegel onder den bovenkant van de oerlaag komt te liggen, hetgeen dus een voordeel beteekent. Nu zijn we wat de drainafstand betreft hier echter gebonden aan den afstand der sleuven, aangezien deze sleufmethode ook hier zal worden toegepast. De sleufafstand op dit perceel kan, gezien de ondiepe ligging van de oerlaag, slechts klein zijn (ongeveer 5 m).

Verder is de draindiepte van belang. Aangenomen zal worden, dat deze 80—90 cm <sup>72)</sup> (helling 10 cm) onder het gemiddelde maaiveld is, of dat de as van de drainreeks 0 tot 10 of gemiddeld 5 cm = 0,05 m onder het winterpeil ligt. Is nu verder het verschil in den grondwaterstand midden tusschen de drains en boven de drains maximaal 0,15 m (dus bij een afvoer van overtolligen neerslag naar de drains, de wijk en de slooten van *samen* 5,7 mm per 24 uur), dan ligt gemiddeld genomen de grondwaterspiegel meer midden op het perceel  $0,15 : 2 = 0,075$  m boven het peil in de wijk en de slooten. Is dit verschil 0,33 m dan vloeit 5,8 mm per 24 uur naar de wijk en de slooten af; in dit geval dus  $(0,075 : 0,33) \times 5,8 = 1,3$  mm per 24 uur. Houden we dus vast aan den eisch, dat een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag bij genoemd verschil in den grondwaterspiegel midden tusschen en boven de drains voldoende is, dan moet door de drains dus nog  $5 - 1,3 = 3,7$  mm per 24 uur worden afgevoerd.

De waterlaag boven de drains is, bij genoemd winterpeil in de wijk en de slooten en bij genoemden afvoer van overtolligen neerslag, dus 5 cm = 0,05 m (=  $h_0$  in de onderstaande formule). Midden tusschen de drains is de grondwaterstand  $0,05 + 0,15 = 0,20$  m boven het vlak door de drains (=  $H_0$  in de onderstaande formule). De berekening van den benoodigden drainafstand kan geschieden met behulp van de formule (zie formule 115, b, in de, in noot 1 genoemde publicatie, blz. 616) <sup>73)</sup>:

$$l = \frac{8kd (H_0 - h_0) + 4k (H_0^2 - h_0^2)}{s}$$

<sup>70)</sup> Dit peil werd ons zoo goed mogelijk door den Heer SMIT aangewezen.

<sup>71)</sup> De mogelijkheid bestaat natuurlijk, dat de doorlatendheid van de watervoerende laag onder dit perceel gemiddeld genomen iets kleiner is. Het is echter onwaarschijnlijk, dat deze waarde kleiner is dan 1,4 m per 24 uur en in dat geval is  $m_0 = 0,35$  m en de hoeveelheid water, die naar de wijk en de slooten vloeit, 5,7 mm per 24 uur.

<sup>72)</sup> Bij een iets lager peil in het voorjaar liggen de drains dan boven het peil in de wijk en de slooten.

<sup>73)</sup> Om verwarring te voorkomen zijn hierdoor de letters  $H_0$  en  $h_0$  in plaats van  $m_0$  en  $n$  gebruikt, zooals deze in formule 115b voorkomen.

waarin  $k$  de doorlaatfactor van den grond (1,0 m per 24 uur)<sup>74)</sup>,  $s$  de door de drains af te voeren hoeveelheid water (hier 3,4 mm = 0,0034 m per 24 uur) en  $d$  een factor is, die aan de tabel 5—2 ( $r_0 = 0,04$  m) in de, in noot 1 genoemde, literatuur moet worden ontleend. Aangezien in dat geval de drainafstand kleiner is dan 30 m en de ligging van de slecht doorlatende laag 9 m onder het maaiveld of dus rond 8 m onder de drains bedraagt, kan voor deze strooming worden aangenomen, dat de grond onder de drains tot oneindige diepte doorlatend blijft. Nemen we aan, dat de drainafstand 20 m is, dan is  $d = 1,55$  en dus

$$l = \sqrt{\frac{8 \cdot 1,0 \cdot 1,55 (0,20 - 0,05) + 4 \cdot 1,0 (0,20^2 - 0,05^2)}{0,0034}} \text{ of } l = 22 \text{ m.}$$

$l$  is dus grooter dan 20 m, zooals verondersteld was voor de afleiding van  $d$  uit tabel 5—2. We moeten dus de berekening herhalen en veronderstellen nu, dat de drainafstand 25 m is, dan is  $d = 1,86$  en  $l$ , volgens dezelfde formule rekend,  $26\frac{1}{2}$  m. Ook deze veronderstelling is nog niet geheel juist. Veronderstellen we, dat de drainafstand  $27\frac{1}{2}$  m is, dan is de berekende drainafstand ook  $27\frac{1}{2}$  m ( $d = 2,01$ ). De drainafstand is gelijk aan den afstand, die bij de afleiding van  $d$  uit tabel 5—2 was aangenomen, zoodat  $27\frac{1}{2}$  m de gevraagde drainafstand is.

Aangezien we nu behalve een sleufafstand van 5 m ook een anderen sleufafstand willen toepassen, is hiervoor het beste  $8\frac{1}{3}$  m te kiezen; de drainreeksen kunnen dan telkens in een sleuf gelegd worden, indien voor den drainafstand 25 m werd aangehouden.

Evenals bij het hierboven besproken perceel van den Heer PANMAN<sup>74a)</sup> te Tripscompagnie, is ook hier — in verband met de hooge ligging van de oerlaag in het bodemprofiel — niet uit te maken of de bovengenoemde maatregelen (sleuven en drains) voldoende zullen zijn om een voldoende ontwatering te geven. Ook hier zal dit in de eerste plaats afhangen van de doorlatendheid van de oerlaag. Indien deze laatste meevalt, zal de sleuvenmethode voldoende resultaten geven. Niet ontkend kan echter worden, dat de waarschijnlijkheid groot is, dat de sleuvenmethode hier onvoldoende resultaten zal geven; men bedenke echter, dat het hier een proefneming geldt en geen advies. Overigens heeft het pas zin de proef op dit perceel uit te voeren, indien de proef op het perceel van den Heer PANMAN te Tripscompagnie bevredigende resultaten heeft gegeven, in zooverre dus de sleuven een voldoende ontwatering hebben gegeven, aangezien op dit perceel de toestand waarschijnlijk gunstiger is dan op het perceel van den Heer Smit. Ten opzichte van den eventueelen last van droogte kunnen dezelfde opmerkingen worden gemaakt als voor het perceel van den Heer PANMAN, waarnaar verwezen wordt.

In verband met het bovenstaande is het wellicht van belang op te merken dat aan den anderen kant van de wijk een perceel ligt van den Heer CREMER, dat tot 80 cm diepte is omgezet. Het resultaat van deze omzetting is voorzooverre mij bekend, onbevredigend. Bij een waterpassing van een plek, waar het gewas

<sup>74)</sup> Bij drainage is de doorlatendheid van de bovenste lagen het belangrijkste. Veiligheidshalve stellen we deze iets lager dan de gemiddelde doorlatendheid van de geheele watervoerende laag en wel op 1 m per 24 uur, aangezien deze drainafstand desondanks groot blijft.

<sup>74a)</sup> Inmiddels is echter reeds gebleken, dat de getroffen maatregelen op het perceel van den Heer PANMAN de ontwatering op een voldoende wijze heeft verbeterd.

sterk onder den invloed van te hooge grondwaterstanden heeft geleden, bleek deze 60 cm boven het winterpeil in de wijk te liggen. Een oerlaag is natuurlijk niet meer aanwezig, zooals ook uit een boring bleek.

Uit het voorgaande blijkt, dat op deze plek de grondwaterstand tot minder dan 30 om onder het maaiveld zal oploopen, zoodat reeds om deze reden de grondwaterstand te hoog zal zijn. Er komt echter bij, dat de wijk erg vuil was <sup>76)</sup> en hierin veel slib aanwezig was, waardoor de grondwaterstand zeker hooger oploopt, dan het geval zou zijn, indien de wijk voldoende schoon is. Een schoonmaken van de wijk zal hier de ontwatering zeker niet onbelangrijk verbeteren (ook dicht bij de wijk komt namelijk een natte plek voor), een drainage lijkt mij hier echter bovendien noodzakelijk om den grondwaterstand voldoende laag te houden. Natuurlijk kan men hier de wijk ook dempen of terugbrengen tot de afmetingen van een scheisloot. Voor de dan te nemen maatregelen wordt naar § 4 van dit hoofdstuk verwezen.

De berekening van den benoodigden drainafstand, zooals deze voor een perceel moet geschieden, waarin geen oerlaag aanwezig is, resp. waarin deze in haar geheel is gebroken, is echter anders dan in het geval van het perceel van den Heer SMIT, waarbij de sleuvenmethode is toegepast. Om deze methode van berekening duidelijk te maken, zullen we een denkbeeldig geval behandelen, dat echter in werkelijkheid zeker in gebied A<sub>5</sub> kan voorkomen.

Hier toe nemen we aan, dat op een perceel, waarin geen oerlaag (meer) aanwezig is, de onderlinge afstand van de wijk en de scheisloot 80 m bedraagt en van de perceelsscheidingssloten 200 m. De  $r_0$ -waarde van de wijk, van de scheisloot en de van perceelsscheidingssloten zijn resp. (als bij het perceel van den Heer SMIT) 1,4; 0,5 en 0,4 m. Ook de ligging van den onderkant van de watervoerende laag wordt op 9 m onder het maaiveld gesteld, zoodat de dikte van de watervoerende laag op 8 m kan worden aangehouden. Dit perceel ligt binnen het gebied A<sub>5</sub>, zoodat de gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag op 1,5 m per 24 uur kan worden gesteld. Verder zullen we aannemen, dat in meer natte perioden in den winter het peil in de wijk en de sloten 60 cm onder het maaiveld bedraagt, daarentegen in drogere perioden en in het voorjaar  $\pm$  90 cm onder het maaiveld. De draandiepte kan dus 80—90 cm (10 cm helling) of gemiddeld 85 cm onder het maaiveld bedragen, waarop hieronder niet zal worden teruggekomen. Ook nu berekenen we weer de  $m_0$ -waarde voor een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur.

Zijn alleen 2 wijken ( $r_0 = 1,4$  m) op 80 m onderlingen afstand aanwezig dan is ( $d = 7,26$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} \text{ of } 0,005 = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 7,26 \cdot m_0}{80^2}, \text{ of } m_0 = 0,37 \text{ m.}$$

Zijn alleen twee scheisloten ( $r_0 = 0,5$  m) op 80 m onderlingen afstand aanwezig dan is ( $d = 5,85$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} \text{ of } 0,005 = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 5,85 \cdot m_0}{80^2}, \text{ of } m_0 = 0,46 \text{ m.}$$

Aangezien in werkelijkheid een wijk en een scheisloot op 80 m onderlingen afstand voorkomt, is  $m_0$  in werkelijkheid globaal op  $(0,37 + 0,46): 2 = 0,42$  m

<sup>76)</sup> Tijdens de afboring van het perceel van den Heer SMIT worden deze waarnemingen verricht.

te stellen. Hierbij moge nogmaals in herinnering worden gebracht, dat  $m_0$  het verschil in den grondwaterstand midden op het perceel en den waterspiegel in de wijk en de slooten voorstelt.

Op 200 m onderlingen afstand zijn bovendien nog 2 perceelsscheidings-sloten ( $r_0 = 0,4$  m) aanwezig. Nemen we voorloopig aan, dat de strooming van het water naar deze slooten onafhankelijk is van die naar de wijk en de scheisloot, dan wordt bij een  $m_0$ -waarde van 0,42 m nog een hoeveelheid water naar deze slooten afgevoerd, die gelijk is aan ( $d = 6,87$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 6,87 \cdot 0,42}{200^2} = 0,0009 \text{ m} = 0,9 \text{ mm per 24 uur.}$$

Aangezien in werkelijkheid de bovengenoemde stroomingen niet onafhankelijk van elkaar zijn, moet dit in rekening worden gebracht, hetgeen globaal kan geschieden door voor de strooming van het water naar de perceelsscheidings-sloten  $m_0$  de helft kleiner te nemen. Bij een  $m_0$ -waarde van 0,42 m wordt in totaal naar de wijk, de scheisloot en de perceelsscheidings-sloten rond 5,5 mm per 24 uur afgevoerd. Aangezien het peil in de wijk en de slooten 60 cm onder het maaiveld is, loopt in natte perioden de grondwaterstand tot  $60 - 42 = 18$  cm onder het maaiveld op, waaruit volgt, dat in deze perioden de ontwatering onvoldoende is. Door drainage is ook in deze perioden een voldoende ontwatering te verkrijgen, waarbij we zullen veronderstellen, dat de grondwaterstand bij een totalen afvoer van 5 mm overtolligen neerslag (naar de wijk, naar de slooten en naar de drains) de grondwaterstand niet hooger dan tot 40 cm onder het maaiveld mag oploopen. Aangezien het peil in nattere perioden 60 cm onder het maaiveld bedraagt en de gemiddelde drandiepte 85 cm onder het maaiveld is, is dus  $h_0$  (= hoogte grondwaterspiegel ter plaatse van de drains boven de as door de drains; zie ook blz. 791 van deze mededeeling)  $0,85 - 0,60 = 0,25$  m;  $H_0$  (grondwaterspiegel midden tusschen de drains boven het vlak door de drains) is gelijk  $0,85 - 0,40 = 0,45$  m. Gemiddeld genomen ligt de grondwaterspiegel dus  $(0,45 + 0,25) : 2 = 0,35$  m boven de gemiddelde ligging van de drainreeksen. Daar de drainreeksen gemiddeld  $0,85 - 0,60 = 0,25$  m onder het peil in de wijk en de slooten liggen, ligt de grondwaterstand dus 10 cm boven het peil in de wijk en in de slooten. De afvoer van overtolligen neerslag naar de wijk en de slooten bedraagt bij dezen gemiddelden grondwaterstand (meer midden op het perceel) dus  $\frac{0,10}{0,42} \cdot 5,5 = 1,3$  mm per 24 uur. Door de drains moet dus nog  $5 - 1,3 = 3,7$  mm per 24 uur worden afgevoerd. De berekening van den benodigden drainafstand geschiedt weer met de reeds genoemde formule (zie ook blz. 804 van deze mededeeling):

$$l = \sqrt{\frac{8kd(H_0 - h_0) + 4k(H_0^2 - h_0^2)}{s}}$$

De waarde van de factor  $d$  moet weer worden afgeleid, uit de tabel 5—2 uit de, in noot 1 genoemde publicatie. Verder zal, ofschoon  $k$  (doorlaatfactor) voor de geheele watervoerende laag gemiddeld 1,5 m per 24 uur bedraagt, de  $k$ -waarde hier op 1,0 m per 24 uur worden gesteld, aangezien voor de drainafstand (ten opzichte van den onderlingen afstand van de wijk en de scheisloot

relatief klein) de doorlatendheid van de bovenste lagen het belangrijkste is en er een algemeene neiging is (zie hoofdstuk III), dat gemiddeld genomen de doorlatendheid naar diepere lagen toeneemt. Deze verlaging van de doorlatendheid is hier in elk geval toelaatbaar, aangezien ook nu in een perceel slechts enkele drainreeksen noodig zijn en het dus hoogstens om één drainreeks extra kan gaan <sup>76)</sup>.

Uit de bovenstaande formule blijkt, dat als  $l = 30$  m,  $d = 2,15$ :

$$l = \sqrt{\frac{8 \cdot 1 \cdot 2,15 (0,45 - 0,25) + 4 \cdot 1 (0,45^2 - 0,25^2)}{0,0037}} = 33 \text{ m.}$$

Aangezien bij de afleiding van den factor  $d$  uit tabel 5—2 voor  $l = 30$  m is aangenomen, moet de berekening worden herhaald (zie ook de, in noot 1 genoemde, literatuur). Stellen we nu  $l$  op 34 m dan is  $d = 2,38$  of

$$l = \sqrt{\frac{8 \cdot 1 \cdot 2,38 (0,45 - 0,25) + 4 \cdot 1 (0,45^2 - 0,25^2)}{0,0037}} = 34 \text{ m.}$$

Deze waarde is in overeenstemming met den drainafstand, die bij de afleiding van den factor is aangenomen, zoodat de benodigde drainafstand 34 m bedraagt. Aangezien het perceel 200 m lang is en de drains hier — mede in verband met de afmetingen en de diepte van de perceelsscheidingssloten — waarschijnlijk het beste in de wijk of de scheisloot kunnen uitmonden, zijn dus  $\frac{200}{34} - 1 = 5$  drainreeksen noodig, waarbij de onderlinge afstand  $33\frac{1}{3}$  m bedraagt.

#### B. Te-kort aan water (last van verdroging)

Ofschoon dit onderwerp feitelijk niet in deze publicatie thuis behoort, willen we hierover toch iets opmerken. Last van droogte (in droge perioden in het zomerhalfjaar) in de Veenkoloniën kan op drie wijzen ontstaan nl. door:

- a. Het voorkomen van een oerlaag vlak of althans dicht onder de bouwvoor.
- b. Het voorkomen van een spalterveenlaag vlak onder of althans dicht onder de bouwvoor.
- c. Het ontbreken van een veenlaag onder de bouwvoor en het voorkomen van diepe grondwaterstanden in droge perioden.

Hieronder zullen deze mogelijkheden kort besproken worden met de middelen om hierin verbetering te brengen.

- a. De hinder van droogte ontstaat door het voorkomen van een oerlaag vlak of althans dicht onder den bouwvoor.

Reeds bij de bespreking van het perceel van den Heer PANMAN te Trips-

---

<sup>76)</sup> Is deze doorlaatfactor 1,5 m per 24 uur, dan is de benodigde drainafstand niet 34 m, maar rond 45 m. Het aantal benodigde drainreeksen  $\frac{200}{45} - 1 = 4$  drainreeksen met een onderlingen afstand van 40 m (bij 3 reeksen is de afstand 50 m en is deze afstand dus te groot). In § 4, sub a, blz. 819 (zie ook blz. 777) is aangetoond, dat in het gebied A<sub>3</sub> ook voor de drainage gemiddeld genomen wel een gemiddelde doorlaatfactor van 1,5 m per 24 uur mag worden aangehouden. Worden dan ook 5 drainreeksen gelegd, dan is men aan den veiligen kant.

compagnie en van den Heer SMIT te Kalkwijk werd er op gewezen, dat op deze perceelen in het zomerhalfjaar in droge perioden last van droogte kan optreden. Op het perceel van den Heer PANMAN is dit inderdaad het geval; voor het perceel van den Heer SMIT is dit niet verder nagegaan. Op de boerderij van den Heer PANMAN, Ommelanderwijk, Gemeente Veendam, trad naar den Heer PANMAN voornoemd ons mededeelde deze last van droogte in droge perioden vooral op die plekken op, waar een oerlaag vlak onder de bouwvoor of althans dicht onder de bouwvoor voorkwam. Nadat hier de oerlaag was gebroken (zie ook § 4), is de hinder van droogte veel geringer geworden, ofschoon zij nog steeds bestaat. Hierbij kan nog worden opgemerkt, dat de bouwvoor volgens den Heer PANMAN voornoemd 8—12 % humus bevat, terwijl onder de bouwvoor geen of practisch geen veenlaag voorkomt, of deze althans zeer dun is. Over den verderen opbouw van het profiel en met name over de, in het zomerhalfjaar in droge perioden optredende, grondwaterstanden onder het maaiveld en over de fijnheid van den zandgrond tot ruim 1 m onder het maaiveld zijn geen gegevens beschikbaar.

De verklaring van de bovengenoemde feiten is de volgende:

Komt vlak of althans dicht onder de bouwvoor een oerlaag voor, dan verhindert deze oerlaag practisch gesproken de capillaire opstijging van water vanuit den grondwaterspiegel, gesteld althans dat deze hoog genoeg ligt om zonder aanwezigheid van de oerlaag een voldoende capillaire opstijging van water mogelijk te maken. De oorzaak daarvan schuilt in de zeer slechte doorlatendheid van de oerlaag in droge perioden van zich naar boven bewegend grondwater, nu alleen de fijne poriën gevuld zijn met water. De planten moeten dus leven op de hoeveelheid water, die in de lagen boven de oerlaag beschikbaar is, aangezien de plantenwortels naar alle waarschijnlijkheid deze oerlaag niet doordringen of althans slechts in een, voor de watervoorziening te verwaarloozen, mate. Bestaat deze laag boven de oerlaag alleen uit een bouwvoor met een niet te hoog humusgehalte, terwijl hieronder slechts een zeer dunne veenlaag optreedt en dus onder de bouwvoor en boven de oerlaag hoogstens nog een tamelijk dunne zandlaag eventueel met een dun veenlaagje voorkomt, dan is het begrijpelijk, dat deze lagen onvoldoende water kunnen vasthouden om de planten in droge perioden van voldoende water te voorzien; er zal dus last van droogte optreden. Uit het voorgaande volgt verder, dat deze hinder van droogte des te geringer is, naarmate de oerlaag dieper onder het maaiveld voorkomt, de veenlaag onder de bouwvoor dikker en het humusgehalte van de bouwvoor hooger is.

Wordt nu deze oerlaag gebroken, dan worden hiermede twee dingen bereikt, nl. (1), dat de diepte van de beworteling dieper kan worden en (2) dat de capillaire opstijging van water mogelijk wordt. Dit laatste is echter alleen mogelijk als de hoofdwortelmasse zich in een laag bevindt, die niet te hoog boven den grondwaterspiegel in droge perioden in den zomer ligt, of dus als deze laatste grondwaterspiegel niet te diep onder het maaiveld voorkomt <sup>77</sup>).

<sup>77</sup>) De snelheid van de capillaire opstijging neemt in een bepaalde laag des te meer af, naarmate de grondwaterspiegel dieper onder deze laag ligt. Ligt deze laag te hoog boven den grondwaterspiegel, dan is — ook als het capillariteitsgetal (capillaire hanghoogte) van de tusschengelegen lagen voldoende groot is, zoodat de eerstgenoemde laag onder het capillaire oppervlak ligt — deze snelheid te verwaarloozen gering.



Aangezien de hoeveelheid water, die een grond boven het capillair oppervlak kan vasthouden, ook afhangt van het slibgehalte, van het humusgehalte en van de fijnheid van den zandgrond, volgt hier dus uit, dat na verbreking van de oerlaag de hinder van droogte des te geringer wordt, naarmate de bouwvoor en de daaronder gelegen lagen meer humus (en slib) bevatten en de grondwaterstand in droge perioden in den zomer hooger is. Vooral het al- of niet-voorkomen van een veenlaag onder de bouwvoor is hier dus van belang.

Op de bovengenoemde boerderij van den Heer PANMAN is na de verbreking van de oerlaag de hinder van droogte op de plekken, waar de oerlaag oorspronkelijk dicht onder de bouwvoor lag, wel is waar sterk afgenomen; verdwenen is hij echter niet. Aangezien de bouwvoor betrekkelijk weinig humus bevat en hieronder geen veenlaag voorkomt, is het begrijpelijk, dat als de grondwaterstand in droge perioden in het zomerhalfjaar te diep is, waarover verder geen gegevens beschikbaar zijn, hier last van droogte optreedt. Anderzijds is niet bekend in welke mate hier na het verbreken van de oerlaag nog verdroging optreedt. Zou men deze geheel willen opheffen dan is het voldoende niet te laat in het voorjaar — bijv. omstreeks 1 Mei, afhankelijk van de weersgesteldheid — het peil in de scheisloten op te voeren. Na den oogst moet dit peil dan weer tot het gewone peil worden teruggebracht. Met deze suggestie moge hier worden volstaan; de vraag of deze maatregel hier noodig is, blijft buiten beschouwing, aangezien mij de mate, waarin nog last van droogte wordt ondervonden, niet bekend is en dus niet de schade beoordeeld kan worden die in droge perioden in het zomerhalfjaar optreedt.

b. Het voorkomen van een spalterveenlaag vlak onder of althans dicht onder de bouwvoor.

Ook door het voorkomen van een spalterveenlaag vlak onder of althans dicht onder de bouwvoor kan hinder van droogte optreden. De verklaring daarvan is precies dezelfde, als wanneer een oerlaag vlak onder of althans dicht onder de bouwvoor optreedt, waarvoor dus naar sub *a* verwezen kan worden. Evenals de oerlaag heeft ook een spalterveenlaag in het zomerhalfjaar (en voor een capillaire opstijging van water) een geringe doorlatendheid. Ook hier kan door verbreking van deze spalterveenlaag de hinder van droogte opgeheven resp. althans sterk worden verminderd.

Een voorbeeld daarvan levert het perceel van den Heer J. BRUININGA te Borgerecompagnie. Hier komt op de eene helft nog een spalterveenlaag vrijwel vlak onder de bouwvoor voor, terwijl op de andere helft deze spalterveenlaag reeds een 10 tot 15-tal jaren geleden door een omzetting tot 40 à 50 cm onder het maaiveld werd verbroken. Op de eerste helft van het perceel treedt in droge perioden in het zomerhalfjaar last van droogte op, hetgeen niet het geval is op die helft van het perceel, waar de spalterveenlaag werd gebroken en vermengd werd met den onderliggenden grond.

Verder treedt op de eerstgenoemde helft (dus met de spalterveenlaag) in den zomer meer hinder van droogte op, dan in den winter overlant van water wordt ondervonden. Dit lijkt op het eerste gezicht tegenstrijdig, maar is het echter niet. In tijden van overtolligen neerslag zal immers het overtollige water ook door grootere poriën (door scheuren enz.) in de spalterveenlaag

naar beneden zakken, waarin (te kleine capilariteitsgetallen) in den zomer in droge perioden geen water capillair kan opstijgen, doordat zich hierin geen water bevindt. De doorlatendheid voor water van deze laag in neergaande richting is (in tijden met overtolligen neerslag) dus grooter en mogelijk zelfs veel grooter dan de doorlatendheid van water in opgaande richting (in tijden met een tekort aan water), waardoor dus op eenvoudige wijze verklaard wordt, waarom de hinder van droogte in droge perioden grooter kan zijn dan de overlast van water in natte perioden en zelfs, zooals op dit perceel, practisch geen overlast van water in natte perioden in het winterhalfjaar wordt ondervonden.

c. Het ontbreken van een veenlaag onder de bouwvoor en het voorkomen van diepe grondwaterstanden in droge perioden.

Ook door het ontbreken van een veenlaag onder de bouwvoor en het voorkomen van diepe grondwaterstanden in droge perioden in het zomerhalfjaar kan hinder van droogte optreden. Aangezien deze hinder van droogte in sub a reeds besproken is, moge daarnaar worden verwezen.

§ 4. *Bespreking van de gevolgen van het geheel of gedeeltelijk dempen van wijken op de ontwatering en de te nemen maatregelen, indien daardoor de ontwatering onvoldoende wordt*

a. Overzicht

Het dempen van de wijken en de daarbij naar voren komende problemen zijn in de Veenkoloniën zeker nog niet actueel. De mogelijkheid bestaat dat nog vele tientallen jaren verlopen moeten, voordat hiertoe meer in het groot wordt overgegaan, indien men althans hiertoe ooit overgaat. Men vergete immers de beteekenis van deze wijken voor het vervoer van oogstproducten (vooral aardappelen) niet. Anderzijds hebben zoo hier en daar in de Veenkoloniën de wijken hun beteekenis voor het vervoer van deze oogstproducten verloren, hetgeen blijkt uit hun verwaarloosden toestand, uit het feit, dat zij definitief van het kanaal zijn afgesloten en uit het feit, dat zoo hier en daar in de Veenkoloniën deze wijken reeds worden gedempt. Dempen van de wijk heeft dit aantrekkelijke, dat hierdoor vrij veel land kan worden gewonnen en verder het onderhoud van wijken en van eventueel daaroverliggende bruggen kan vervallen. Een bezwaar vormen de kosten en de moeilijkheid om den voor de demping geschikten grond te verkrijgen. Deze laatste zal in het algemeen slechts dan ter beschikking zijn als de hooger gelegen gedeelten (z.g. „zandkoppen”) kunnen worden afgegraven of beter nog de diverse perceelen verbeterd kunnen worden op een wijze, zooals dit bijv. op de boerderij van den Heer PANMAN, Ommelanderwijk, Gemeente Veendam heeft plaats gevonden (zie hieronder). Dit is dus vooral dan mogelijk, indien de veenlaag onder de bouwvoor overal of althans gedeeltelijk dun is. Een dergelijke verbetering beteekent in dit geval echter tevens een zekere verlaging van het maaiveld,

hetgeen alleen toelaatbaar is, indien het peil in den winter in de scheislotten voldoende diep onder het nieuwe maaiveld blijft. Overigens zal hierop niet verder worden ingegaan; ook is het niet de bedoeling hier een bepaald standpunt, nl. pro of contra, in te nemen. Hier zullen we alleen nagaan, wat de gevolgen ten opzichte van de ontwatering zijn, indien deze wijken geheel of gedeeltelijk worden gedempt en, mocht de ontwatering door het dempen van deze wijken onvoldoende worden, welke maatregelen men dan kan (moet) nemen om de ontwatering weer voldoende te maken.

In de eerste plaats zullen we dan het geval behandelen, dat de wijk geheel gedempt wordt en hierop bijv. een (land)weg wordt aangelegd. Alvorens nu meer in het algemeen na te gaan, in welke gebieden van de Veenkoloniën men dit al of niet kan doen, zonder dat de ontwatering onvoldoende wordt, willen we hier eerst een praktisch voorbeeld behandelen om aan te toonen, dat de, in de practijk verkregen ervaring in overeenstemming is met hetgeen hierover uit de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag en de verdere factoren kan worden afgeleid. Dit lijkt mij van belang, aangezien uit de laatstgenoemde gegevens voor alle deelen in de Veenkoloniën met voldoende nauwkeurigheid de gevolgen van de demping van de wijk kan worden voorzien en dus ook van te voren de noodige maatregelen kunnen worden aangegeven om deze ontwatering eventueel weer voldoende te maken, indien de volledige demping van deze wijken deze onvoldoende zou doen worden. Hierdoor wordt teleurstelling voorkomen en tevens het verkrijgen van een behoorlijk overzicht van de kosten van een en ander mogelijk.

Het bedoelde voorbeeld betreft de boerderij van den Heer PANMAN, Ommelanderswijk, Gemeente Veendam.

Alvorens dit voorbeeld te bespreken, stel ik er prijs op mede te deelen, dat mij op de hieronder te noemen voorbeelden voor de demping van de wijken attent werd gemaakt door den Inspecteur voor de Werkverruiming in de Provincie Groningen, den Heer Ir. H. BURGMANS. Door zijn medewerking en die van de Heeren TUINHOF, gemeente-architect van de gemeente Nieuwe-Pekela en van ROZEN, hoofdopzichter van de Heide Mij. te Winschoten werden mij verschillende gevallen ter kennis gebracht, terwijl enkele gevallen samen werden bezocht, waarvoor ik hier gaarne mijn erkentelijkheid en mijn dank tot uitdrukking wil brengen.

Behalve het boven reeds genoemde geval van de boerderij van den Heer PANMAN, waarop hieronder zal worden teruggekomen, werden mij nog de volgende gevallen genoemd, waarbij de wijk werd gedempt en waarvan ook een enkel geval werd bezocht. Soms werd deze wijk daarbij geheel gedempt en werd op de gedempte wijk een landweg aangelegd, soms werd op de plaats van de gedempte wijk een nieuwe scheisloot gegraven, die echter in de hierondergenoemde gevallen, voor zooverre zij aanwezig is, in eerste plaats bedoeld is als scheiding en niet of hoogstens in geringe mate voor de ontwatering (de afmetingen van deze sloot zijn relatief klein). In deze gevallen werd meestal de benodigde zandgrond verkregen door afgraving van hooge gedeelten (z.g. zandkoppen); een verwijdering van oerlagen, waar deze voorkomen, werd in deze gevallen niet of meestal niet nagestreefd. Deze gevallen, waarvan de ligging op kaartje 3 door de overeenkomstige letters is aangegeven, waarmede zij ook hieronder zullen worden aangeduid, zullen verder niet besproken worden,

gezien het feit, dat het behouden blijven van de perceelsscheidingsloten en het niet overal verwijderen van de oerlaag complicaties beteekenen, in zooverre hier zonder verdere detailgegevens niet (met zekerheid) is na te gaan, of de hier verkregen ervaring (de ontwatering is in den nieuwen toestand meestal voldoende)<sup>78)</sup> in overeenstemming is met de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag (zie ook hieronder). Deze gevallen zijn:

- a. De z.g. Bakker en Dijkhuizerwijk.
- b. De z.g. Tjabbes—Horlingswijk.
- d. Een gedeelte van de wijk langs de boerderij van den Heer MR. VENEMA, Stadskanaal.
- e. De z.g. Roomsche wijk.

Voor de ligging van deze gevallen wordt naar Kaartje No. 3 verwezen.

Een mooi voorbeeld voor ons doel vormt de boerderij van den Heer PANMAN, Ommelandervijk, Gemeente Veendam (geval c). De oorspronkelijk aanwezige wijk (en dit geldt ook voor de gevallen a, b en e; voor geval d is mij dit niet bekend) was totaal vervuild (vrijwel dicht gegroeid) en zoowel voor de scheepvaart (meestal afgesloten van het kanaal) als voor de ontwatering van geen nut meer<sup>79)</sup>. Deze wijk werd hierbij gedempt door zand, dat onder de bouwvoor van de aanliggende perceelen was weggegraven. Het geheele land werd daarbij tegelijkertijd geëgaliseerd, met dien verstande echter, dat in het midden tusschen de scheisloten (dus waar de wijk oorspronkelijk was gelegen en waar nu de weg ligt) het maaiveld  $\pm 30$  cm hooger ligt dan bij de scheisloten, die een onderlingen afstand hebben van rond 165 m. Hierbij werden alle perceelsscheidingsloten gedicht, terwijl oerlagen voor zooverre aanwezig, werden gebroken. De bouwvoor bevat volgens den Heer PANMAN 8—12 % humus, terwijl onder de bouwvoor geen veenlaag of hoogstens slechts een dunne veenlaag voorkomt. 's Zomers in droge perioden hebben deze gronden last van droogte, welke last van droogte in den vroegeren toestand echter erger was tengevolge van de soms zeer hoog liggende oerlagen (zie hiervoor § 3 sub II). De totale lengte van deze plaats is 1100 m; drainage wordt niet toegepast.

De ontwatering in het winterhalfjaar is uitstekend. Het peil in de scheisloten ligt in den winter ongeveer 60 à 70 cm onder het maaiveld ter plaatse van de scheisloten of dus 90 à 100 cm onder het maaiveld bij den weg (gedempte wijk). De natte omtrek van de scheisloten bij het aangegeven peil bleek  $\pm 1,5$  m bij een waterdiepte van 60 cm ( $r_0$ -waarde 0,5 m) te zijn.

Blijkens kaartje No. 3 ligt dit geval (c) op de grens van de gebieden D<sub>2</sub> en C<sub>2</sub> of dus op de grens van de gebieden, waarin de onderkant van de watervoerende laag op meer dan 20 m (aangenomen is 25 m) resp. op 15—20 m onder het maaiveld ligt. Voor dit geval (c) kan de onderkant van de water-

<sup>78)</sup> In enkele gevallen schijnt hier toch wel water op het land voor te komen, hetgeen echter ook door het voorkomen van oerlagen verklaard kan worden.

<sup>79)</sup> Voor zooverre wijken in de nabijheid van de onder a, b, c en e genoemde gevallen in September—December wel in open verbinding met het kanaal staan, worden deze gedurende de rest van het jaar van het kanaal (hierin is het peil hoog) afgedamd.

voerende laag op omstreeks 20 m onder het maaiveld worden aangehouden <sup>80)</sup>, waarbij de dikte van de watervoerende laag (H) eveneens op rond 20 m kan worden gesteld. De doorlaatfactor van deze watervoerende laag kan op het gemiddelde van die van gebied D<sub>2</sub> en C<sub>2</sub> of dus (3,3 + 2,9) : 2 = 3,1 m per 24 uur worden aangehouden.

Voor de berekening van de hoogst optredende grondwaterstanden kan — er komen geen perceelsscheidingsloten voor — volstaan worden met de berekening van  $m_0$  bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur. Deze blijkt te zijn ( $d = 11,5$ ):

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2}, \text{ of } 0,005 = \frac{8 \cdot 3,1 \cdot 11,5 \cdot m_0}{165^2}, \text{ of } m_0 = 0,48 \text{ m.}$$

Aangezien in het midden bij den landweg het maaiveld 90 tot 100 cm boven het peil in de scheisloten ligt, loopt hier de grondwaterstand dus maximaal tot 90 à 100—48 = 42 à 52 cm onder het maaiveld op. *Hieruit volgt dus, dat de ontwatering voldoende moet zijn, hetgeen dus in overeenstemming is met de ervaring* <sup>81)</sup>.

Alvorens hiervan af te stappen kan worden opgemerkt, dat deze iets bolle ligging van het perceel tusschen de scheisloten voor de ontwatering (ligging van den grondwaterspiegel onder het maaiveld) gunstig is. Voor den hinder van droogte is deze ligging minder geschikt, en heeft een vlakke ligging voordeelen. De grondwaterspiegel tusschen de scheisloten is dan of horizontaal (de slooten staan in de zomer droog) of iets hol, echter in geen geval bol, waardoor de grondwaterspiegel midden op het perceel dus verhoudingsgewijze veel dieper onder het maaiveld staat dan bij de scheisloten.

We willen nu in het algemeen nagaan, welke de gevolgen voor de diverse gebieden zijn, indien alle wijken en alle perceelsscheidingsloten worden gedempt. We volstaan hierbij met de gebieden A<sub>3</sub>, A<sub>5</sub>, B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> en D<sub>2</sub>. Aangenomen zal worden, dat de onderlinge afstand van de scheisloten rond 160 m bedraagt en dat de  $r_0$ -waarde van de scheisloten 0,50 en 0,75 m is <sup>82)</sup>. Evenals bij het nagaan van het nut (van de noodzakelijkheid) van drainage (zie tabel 23 en § 2 sub b) zullen verder voor ieder gebied 3 doorlaatfactoren worden toegepast, waarvan de uitersten slechts zelden zullen voorkomen, terwijl de middelste de gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag aangeeft. Tenslotte zal met 2 of 3 liggingen van den onderkant van de watervoerende laag rekening worden gehouden. Voor de berekening van  $m_0$ , waarmede we hier kunnen volstaan, zal verder de dikte van de watervoerende laag 1 m minder worden genomen dan de diepteligging van den onderkant

<sup>80)</sup> Dit geldt ook voor de gevallen a en b; het geval d ligt in gebied D<sub>2</sub> en het geval e in gebied C<sub>2</sub>.

<sup>81)</sup> Dichter bij de scheisloten ligt het maaiveld minder hoog boven het peil in de scheisloten, maar ligt ook de grondwaterspiegel lager. Deze laatste heeft immers een bollen vorm in de periode van het optreden van overtolligen neerslag. In tabel 23 is ook nog rekening gehouden met een  $r_0$ -waarde van 0.25.

<sup>82)</sup> Het veronderstellen van een kleinere  $r_0$ -waarde dan 0,50 m lijkt mij niet nodig, aangezien, indien de wijk wordt gedempt, de scheisloten dan zoo nodig wel zooveel zullen worden verbreed en verdiept, mede in verband met den afvoer van het overtollige regenwater in de slooten zelf, dat deze  $r_0$ -waarden minimaal 0,5 m zullen bedragen.

van de watervoerende laag in meters onder het maaiveld bedraagt, terwijl verder met een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur rekening zal worden gehouden. De berekening kan ook nu weer geschieden met behulp van de formule:

$$s = \frac{8kdm_0}{l^2} \text{ of } 0,005 = \frac{8kdm_0}{160^2}, \text{ of } m_0 = \frac{128}{8kd} = \frac{16}{kd} \text{ meter.}$$

De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in tabel 25.

De grondwaterstand in natte perioden in het winterhalfjaar, bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur, ligt dus midden tusschen de scheisloten  $h - m_0$  meter onder het maaiveld, indien  $h$  de ligging van het peil in de scheisloten bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur onder het maaiveld midden tusschen deze sloten voorstelt. Dit peil zal in de Veenkoloniën slechts zelden in genoemde perioden meer dan 1 m onder het maaiveld bedragen, waaruit, in verband met de grootte van de  $m_0$ -waarde in sommige gebieden, volgt, dat volledige demping van de wijk en van alle perceelsscheidingssloten zonder verdere maatregelen te nemen in die gebieden ten eenen male ontoelaatbaar is. In andere gebieden hangt het daarentegen van dit peil af, of, ook na de demping van de wijk en alle perceelsscheidingssloten en zonder verdere maatregelen te nemen, een voldoende ontwatering zal worden verkregen.

We zullen nu in de afzonderlijke gebieden nagaan, wat het effect van het dempen van de wijk en van alle perceelsscheidingssloten is en welke maatregelen genomen kunnen worden om de ontwatering, mocht deze onvoldoende zijn geworden, weer voldoende te maken.

### Gebied $A_3$

Uit tabel 25 blijkt, dat bij den gemiddelden doorlaatfactor van de watervoerende laag (2,2 m per 24 uur) en bij een  $r_0$ -waarde van de scheisloten van 0,5 m de  $m_0$ -waarden resp. 1,34 en 0,99 m zijn, indien de ouderkant van de watervoerende laag resp. 7 en 10 m onder het maaiveld ligt. Is de doorlaatfactor van de watervoerende laag 2,0 m per 24 uur (dit komt slechts zelden voor), dan zijn deze  $m_0$ -waarden resp. 1,48 en 1,09 m per 24 uur. Aangezien het peil in de scheisloten in het geheele gebied van de Veenkoloniën waarschijnlijk in natte perioden in het winterhalfjaar (afvoer overtolligen neerslag 5 mm per 24 uur) wel hoogst zelden op meer dan 100 cm onder het maaiveld zal liggen, volgt uit het bovenstaande, dat het in het gebied  $A_3$  niet geoorloofd is de wijken en de perceelsscheidingssloten geheel te dempen zonder verdere maatregelen te nemen. Men kan zich nu afvragen, welke maatregelen genomen kunnen worden om deze ontwatering te verbeteren, resp. voldoende te maken. Deze zijn:

- (1) De wijk terugbrengen tot de afmetingen van een scheisloot <sup>83)</sup>.
- (2) De wijk geheel of gedeeltelijk dempen (in het laatste geval tot er een sloot met de afmetingen van een scheisloot overblijft) met behoud echter van de perceelsscheidingssloten.

<sup>83)</sup> Men vatte dit niet letterlijk op. In de practijk zal men eerst de wijk geheel dempen en hier dan weer een sloot graven.

(3) De wijk en de perceelsscheidingsloten geheel dempen; de gronden echter draineeren <sup>84)</sup>.

Het effect van de onder sub 1, 2 en 3 genoemde maatregelen zal natuurlijk afhangen van het peil in de wijk en de slooten. Hier zal volstaan worden met twee gevallen (het werkelijk in A<sub>3</sub> aanwezige peil is mij niet bekend; hier gaat het bovendien slechts om een indruk te krijgen, van de maatregelen die mogelijk zijn) <sup>85)</sup>, nl. dat het peil in de wijk en de kavelsloten bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag 60 en 80 cm onder het maaiveld is. In beide gevallen zal worden aangenomen, dat in het voorjaar het peil zoo diep is, dat de draindiepte 80—90 cm (10 cm helling) of gemiddeld 85 cm onder het maaiveld kan bedragen.

In het gebied A<sub>3</sub> kan men nu alle perceelsscheidingsloten gedempt en de wijk teruggebracht denken tot de afmetingen van een scheisloot ( $r_0 = 0,50$  of  $r_0 = 0,75$ ). De  $m_0$ -waarden worden weer uitgerekend met behulp van de formule  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$  of ( $l = 80$  m en  $s = 0,005$  m per 24 uur)  $m_0 = \frac{4,00}{kd}$  (Men denke erom, dat  $d$  een andere waarde heeft dan bij slootafstanden van 160 m).

In tabel 26 zijn deze  $m_0$ -waarden aangegeven.

TABEL 26

Gebied A<sub>3</sub>; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 7 en 10 m onder maaiveld.

Afstand van de scheisloten: 80 m.			
Doorlaatfactor van de watervoerende laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden onderkant waterv. laag op:	
		7 m. o. m.	10 m. o. m.
2,0 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,41	0,32
	0,75	0,38	0,30
2,2 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,37	0,30
	0,75	0,35	0,27
2,4 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,34	0,27
	0,75	0,32	0,25

Uit tabel 26 volgt, dat, als genoemd peil 80 cm onder het maaiveld bedraagt, zelfs in het ongunstigste en zelden voorkomende geval ( $k = 2,0$  m per 24 uur en  $r_0 = 0,50$  m) toch een voldoende ontwatering zal worden verkregen (hoogste

<sup>84)</sup> Men kan natuurlijk ook nog de wijk dempen tot een sloot van de afmetingen van een scheisloot overblijft en dan draineeren, voorzoverre dit laatste noodig is om de ontwatering voldoende te doen zijn. Dit zal niet verder worden nagegaan.

<sup>85)</sup> Mocht in gebied A<sub>3</sub> de wijken werkelijk eens worden gedempt, dan moet het effect van deze, onder sub 1, 2 en 3 genoemde, maatregelen aan de hand van plaatselijke gegevens (peil, enz.) opnieuw worden berekend.

grondwaterstand  $80 - 41 = 39$  cm onder het maaiveld). Is dit peil echter 60 cm onder het maaiveld, dan blijkt de ontwatering niet voldoende te zijn, althans wanneer we eraan vasthouden, dat de grondwaterstand — behoudens in korte perioden gedurende of vlak na ongewoon hooge neerslagen — niet hooger dan tot 40 cm onder het maaiveld mag oploopen. Bij een gemiddelden doorlaatfactor van 2,2 m per 24 uur en een  $r_0$ -waarde van de scheisloten van 0,50 m zijn de  $m_0$ -waarden 0,37 en 0,30 m bij een ligging van den onderkant van de watervoerende laag van resp. 7 en 10 m onder het maaiveld of de grondwaterstanden resp.  $60 - (37 \text{ resp. } 30) = 23 \text{ resp. } 30$  cm onder het maaiveld. De eerste grondwaterstand is te hoog; de laatste grondwaterstand kan door de practijk mogelijk nog wel als voldoende worden beschouwd. Hier zal worden aangenomen, dat dit niet het geval is, en dat de grondwaterstand niet hooger dan tot 40 cm onder het maaiveld mag oploopen om de ontwatering voldoende te doen zijn <sup>86)</sup>. Nu kunnen we deze laatste ontwatering weer in een voldoende mate verbeteren door de perceelen te draineeren. Het komt mij echter voor, dat, indien men toch moet draineeren, men beter de wijk heelemaal kan dempen, tenminste als geen scheisloot voor de scheiding van de perceelen gewenscht is, zoodat we hierop niet verder zullen ingaan. We kunnen ons ook nog afvragen, of de ontwatering in genoemd geval nog voldoende is te maken door de perceelscheidingssloten niet te dempen maar te laten bestaan, zoodat in het laatstgenoemde geval alleen de wijk teruggebracht wordt tot de afmetingen van een scheisloot, daarentegen de perceelscheidingssloten blijven bestaan. In dit geval zal de afstand van de scheisloten altijd relatief gering zijn (80 m) ten opzichte van den afstand van de perceelscheidingssloten, waarvan de afstand zeer verschillend zal zijn, maar waarvan de kleinste afstand wel zoo ongeveer 140 m zal bedragen. De ontwatering wordt door deze perceelscheidingssloten dan ook niet veel verbeterd. Hier zullen we eens nagaan, of de ontwatering voldoende wordt bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag, indien de gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag op 2,2 m per 24 uur wordt aangenomen, de  $r_0$ -waarde van de scheisloten 0,50 m bedraagt (onderlinge afstand 80 m) en verder tevens nog perceelscheidingssloten op 140 m onderlingen afstand ( $r_0 = 0,50$  m) aanwezig zijn, terwijl de onderkant van de watervoerende laag resp. 7 en 10 m onder het maaiveld ligt (H resp. 6 en 9 m). De berekening is daarvan als volgt:

Zooals reeds herhaaldelijk is aangegeven, is de strooming van het water naar de (in dit geval) twee scheisloten en naar de twee perceelscheidingssloten niet onafhankelijk van elkaar. Dit is aldus in rekening gebracht, dat de  $m_0$ -waarde voor de berekening van den overtolligen neerslag, die naar de perceelscheidingssloten wordt afgevoerd de helft kleiner wordt aangenomen dan de  $m_0$ -waarde, zooals deze voor de berekening van den overtolligen neerslag, die naar de scheisloten vloeit, wordt aangehouden.

<sup>86)</sup> Hier ontbreekt het ons dus ook voor de Veenkoloniën — evenals trouwens overal elders — aan een voldoende experimenteel gecontroleerde kennis over den groei, de opbrengst en de kwaliteit van de gewassen en de bedrijfszekerheid eenerzijds en de ligging van den grondwaterspiegel onder het maaiveld anderszijds. Evenals dit op kleigronden wordt onderzocht, ware het gewenscht hierover ook onderzoekingen in de Veenkoloniën aan te zetten op speciaal daarvoor geschikte proefvelden (zie ook noot 25).



Aangezien de totale afvoer 5 mm per 24 uur moet bedragen, is dus bij benadering:

$s = 0,005 = \frac{8kdm_0}{l_1^2} + \frac{8kl \cdot 0,5 m_0}{l_2^2}$ , waarin  $l_1$  de onderlinge afstand der scheisloten (80 m) en  $l_2$  de onderlinge afstand van de perceelsscheidingssloten. (140 m) voorstelt. Ingevuld blijkt dus, dat

$$0,005 = \frac{8 \cdot 2,2 \cdot d \cdot m_0}{80^2} + \frac{8 \cdot 2,2 \cdot d \cdot 0,5 m_0}{140^2}$$

Voor  $H = 6$  m (onderkant van de watervoerende laag 7 m onder het maaiveld) is  $d = 4,93$  (scheisloot) en  $5,34$  (perceelsscheidingssloot) en voor  $H = 9$  m (onderkant van de watervoerende laag 10 m onder het maaiveld) is  $d = 6,21$  (scheisloot) en  $7,17$  (perceelsscheidingssloot). Deze waarden in de bovenstaande vergelijking ingevoerd geven resp.:

$H = 6$  m.

$$0,005 = \frac{17,6 \cdot 4,93 \cdot m_0}{6400} + \frac{17,6 \cdot 5,34 \cdot 0,5 m_0}{19600} \text{ of } m_0 = 0,27 \text{ m}$$

$H = 9$  m.

$$0,005 = \frac{17,6 \cdot 4,93 \cdot m_0}{6400} + \frac{17,6 \cdot 7,17 \cdot 0,5 m_0}{19600} \text{ of } m_0 = 0,21 \text{ m}$$

Tengevolge van de aanwezigheid van de perceelsscheidingssloten ( $r_0 = 0,50$ ) op 140 m onderlingen afstand zijn dus de  $m_0$ -waarden van resp. (zie tabel 26) 0,37 en 0,30 tot 0,27 en 0,21 m teruggelopen, zoodat de hoogste grondwaterstanden nu, bij een peil in de scheisloten van 60 cm onder het maaiveld, tot 0,60 — (0,27 resp. 0,21) = 0,33 resp. 0,39 of dus tot 33 resp. tot 39 cm onder het maaiveld oplopen, d.w.z. dat de grondwaterstanden niet resp. praktisch wel aan de gestelde eischen voldoen.

Zijn de afstanden van de perceelsscheidingssloten grooter dan 140 m dan wordt het effect daarvan kleiner. Uit het bovenstaande blijkt dus, dat door het laten bestaan van de perceelsscheidingssloten, de ontwatering in een onvoldoende tot een juist voldoende mate verbeterd zal worden. Het lijkt mij voor dit gebied dan ook juist — ook om andere redenen is dit wellicht voordeliger (bewerking van het land) — om alle perceelsscheidingssloten evenals de wijk geheel te dempen en de ontwatering van het land weer in orde te brengen door drainage. We zullen ons nu afvragen wat de benodigde drainafstand moet zijn.

Hierboven is reeds opgemerkt, dat de draindiepte bij de uitmonding 90 cm onder het maaiveld kan zijn en voor de helling van de reeksen 10 cm kan worden aangehouden. Aangezien de onderlinge afstand van de scheisloten, waarop de drainreeksen moeten uitmonden, rond 160 m is, en voor de helling — gezien de relatief geringere draindiepte — niet meer dan 10 cm beschikbaar is, kan men de drains het beste vanuit het midden — dus ter plaatse van de oorspronkelijke wijk — naar beide zijden laten hellen, waardoor de gemiddelde draindiepte bij een vlakke ligging van het land 85 cm onder het maaiveld bedraagt <sup>87)</sup>. Voor drainage zijn de doorlaatfactoren van de bovenste lagen

<sup>87)</sup> Het spreekt vanzelf, dat hier geen rekening kan worden gehouden met een ongelijke ligging van het maaiveld, of met het geval, dat het maaiveld bij de oorspronkelijke wijk hooger ligt dan bij de scheisloten. In voorkomende gevallen moeten hiervoor opnieuw berekeningen worden opgezet.

van meer belang — gezien de kleinere onderlinge afstanden — dan voor de afstroming van water naar de wijk en scheisloten resp. naar de scheisloten alleen. Veiligheidshalve stellen we den gemiddelden doorlaatfactor van de bovenste laag dan ook iets lager dan de gemiddelde doorlaatfactor van de geheele zandlaag nl. op 1,5 m per 24 uur. De  $r_0$ -waarde van de scheisloten zal op 0,50 m worden gesteld.

Is het peil in de kavelsloten 60 cm onder het maaiveld, dan is  $h_0 = 0,85 - 0,60 = 0,25$  m. Midden tusschen de drains mag bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur de grondwaterstand niet hooger oplopen dan tot 0,40 m onder het maaiveld, zoodat  $H_0 = 0,85 - 0,40 = 0,45$  m. Voor de afstroming van water naar de scheisloten kan  $m_0$  gesteld worden op de helft van de hoogte van den grondwaterstand midden tusschen de drains boven het slootpeil of dus op  $0,5 (0,60 - 0,40) = 0,10$  m. De hoeveelheid water, die na de drainage nog naar de scheisloten afvloeit is:  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$  <sup>88.</sup>)

Ligt de onderkant van de watervoerende laag op 7 m onder het maaiveld ( $H = 6$  m) dan is  $d = 5,42$  en dus  $s = \frac{8 \cdot 2,2 \cdot 5,42 \cdot 0,10}{160^2} = 0,0004$  m per 24 uur. Door de drains moet dus nog worden afgevoerd:  $0,005 - 0,0004 = 0,0046$  m per 24 uur.

De berekening van den drainafstand geschiedt (zie hiervoor) met de formule:

$l = \sqrt{\frac{8kd(H_0 - h_0) + 4k(H_0^2 - h_0^2)}{s}}$ , waaruit volgt ( $s = 0,0046$  m per 24 uur;  $k = 1,50$  m per 24 uur), dat  $l = 38$  m moet zijn ( $H =$  rond 6 m).

Ligt de onderkant van de watervoerende laag op 10 m onder het maaiveld ( $H = 9$  m) dan is  $d = 7,37$  (voor de berekening van de hoeveelheid water, die naar de scheisloten vloeit) en dus  $s = \frac{8 \cdot 2,2 \cdot 7,37 \cdot 0,10}{160^2} = 0,0005$  m per 24 uur. Door de drains moet dus nog worden afgevoerd  $0,005 - 0,0005 = 0,0045$  m per 24 uur.

De berekening van den benoodigden drainafstand geschiedt met dezelfde formule als boven reeds werd gebruikt. De benoodigde drainafstand blijkt nu 40 m te kunnen bedragen ( $H = 9$  m).

Bedraagt het peil niet 60 maar 80 cm onder het maaiveld, dan is  $h_0 = 0,85 - 0,80 = 0,05$  ( $H_0$  blijft dezelfde). Voor de berekening van de hoeveelheid water, die na de drainage nog naar de scheisloten vloeit, is  $m_0 = 0,5 (0,80 - 0,40) = 0,20$ .

Ligt de onderkant van de watervoerende laag op 7 m onder het maaiveld dan is de hoeveelheid water, die na de drainage nog naar de scheisloten afvloeit ( $d = 5,42$ ) gelijk aan:  $s = \frac{8 \cdot 2,2 \cdot 5,42 \cdot 0,2}{160^2} = 0,0007$  m per 24 uur. Door de drains moet dus nog worden afgevoerd  $0,005 - 0,0007 =$

<sup>88.</sup> Voor de strooming van het water naar de scheisloten wordt natuurlijk de gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag, nl. 2,2 m per 24 uur aangehouden.

0,0043. De benodigde drainafstand ( $H_0 = 0,45$ ;  $h_0 = 0,05$ ) blijkt nu 61 m te kunnen zijn ( $H = 6$  m).

Ligt de onderkant van de watervoerende laag op 10 m onder het maaiveld, dan is de hoeveelheid water, die nu nog naar de scheisloten afvloeit ( $d = 7,37$ ) :  $s = \frac{8 \cdot 2,2 \cdot 7,37 \cdot 0,2}{160^2} = 0,001$  m per 24 uur. Door de drains moet

dus nog worden afgevoerd :  $0,005 - 0,001 = 0,004$  m per 24 uur. De benodigde drainafstand blijkt in dit geval 70 m te moeten bedragen. ( $H = 9$  m).

Vatten we het voorgaande samen, dan blijkt, dat, indien in het gebied  $A_3$  alle perceelsscheidingsloten en de wijken worden gedicht, de ontwatering door drainage weer kan worden verbeterd. Bij een zoodanigen natten omtrek van de scheisloten, dat  $r_0 = 0,50$  m, en rekening houdende met een doorlaatfactor van 1,5 m per 24 uur, kan de drainafstand, indien het peil in de scheisloten in natte perioden in het winterhalfjaar hoogstens 60 cm onder het maaiveld bedraagt, resp. 38 en 40 m bedragen, al naarmate de onderkant van de watervoerende laag 7 dan wel 10 m onder het maaiveld ligt. Is dit peil in de scheisloten hoogstens 80 cm onder het maaiveld, dan kan de drainafstand zelfs resp. 61 en 70 m <sup>89)</sup> bedragen, al naarmate de onderkant van de watervoerende laag 7 dan wel 10 m onder het maaiveld bedraagt. In al deze gevallen is de gemiddelde draindiepte 85 cm onder het maaiveld.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat zelfs bij een hoogste peil in de scheisloten van 60 cm onder het maaiveld nog een drainage op vrij groote afstanden voldoende is om een voldoende ontwatering te geven, terwijl, als dit hoogste peil 80 cm onder het maaiveld bedraagt, zelfs zeer groote drainafstanden voldoende zijn. Hierbij moge nog worden opgemerkt, dat op technische kwesties niet is ingegaan. Men kan zich namelijk afvragen hoe de drainreeksen gelegd moeten worden, nl. zonder voorzorgen of zorgvuldig omgeven door turfmoedu, resp. al of niet op latten, enz. Het komt mij voor, dat mocht ooit drainage voor het bovenaangegeven doel worden toegepast, het noodzakelijk zal zijn na te gaan op welke wijze deze drainreeksen gelegd moeten worden, (dus vooral ook in verband met de kosten daarvoor) opdat zij hun goede werking een langen tijd behouden en met name niet dichtslibben. Het laatste lijkt mij wel het belangrijkste, aangezien de drainreeksen als regel in den zandgrond onder de veenlaag, voor zooverre aanwezig, zullen worden gelegd en dus het dichtslibbingsgevaar niet denkbeeldig is, tenzij meer of minder uitgebreide voorzorgen worden genomen, die mogelijk niet alle noodzakelijk zijn.

### Gebied $A_5$

Evenals voor het gebied  $A_3$  zullen we nagaan, wat in gebied  $A_5$  de gevolgen ten opzichte van de ontwatering zijn, indien de wijken geheel of gedeeltelijk en de perceelsscheidingsloten geheel worden gedicht en welke maatregelen men kan nemen om de ontwatering, indien deze onvoldoende mocht zijn

<sup>89)</sup> Bij deze drainafstanden moeten de drains een iets grootere inwendige doorsnede hebben dan 5 cm.

geworden, weer voldoende te maken. Dit zal tevens het laatste gebied zijn, waarbij wij dit meer algemeen zullen nagaan. In de andere gebieden zullen we alleen het effect van het geheel of gedeeltelijk dempen van de wijk en van de perceelsscheidingsloten nagaan en, mocht de ontwatering daardoor onvoldoende worden, volstaan met kortweg aan te geven, op welke wijze men deze ontwatering weer voldoende kan maken. Dit is des te meer geoorloofd, aangezien in de practijk het aantal voorkomende gevallen grooter zal zijn dan bij de beschouwing van de gebieden  $A_3$  en  $A_5$  in aanmerking zullen worden genomen; overigens ontbreken ook voldoende gegevens over het peil en de peilbeheersching in de scheisloten (wijken) om de hiergegeven beschouwingen iets anders te doen zijn dan een ruwe indruk, van wat de gevolgen voor de ontwatering zullen zijn van een geheele of gedeeltelijke demping van de wijken en van de perceelsscheidingsloten en welke maatregelen men kan of moet nemen, om de ontwatering weer voldoende te doen zijn <sup>90)</sup>. Overigens is het hier voornamelijk de bedoeling geweest aan te toonen, wat het belang in practisch opzicht is van het, reeds in de vorige hoofdstukken beschreven, onderzoek naar de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag in het gebied van de Veenkoloniën.

Worden in het gebied  $A_5$  de wijken en de perceelsscheidingsloten alle geheel gedempt, dan blijkt uit tabel 25, dat de  $m_0$ -waarden, in het geval de doorlaatfactor van de watervoerende laag 1,5 m per 24 uur bedraagt, resp. voor een  $r_0$ -waarde van de scheisloot van 0,50 m 1,97 resp. 1,45 zijn, alnaarmate de onderkant van de watervoerende laag 7 of 10 m onder het maaiveld ligt. Voor een  $r_0$ -waarde van de scheisloot van 0,75 m zijn deze cijfers resp. 1,90 en 1,38 m. Is de doorlaatfactor van de watervoerende laag 1,3 m per 24 uur, dan zijn deze  $m_0$ -waarden nog grooter, terwijl, indien deze doorlaatfactor 1,7 m per 24 uur bedraagt deze  $m_0$ -waarden meer dan 1 m blijven. Gezien het feit, dat het peil in de scheisloten in natte perioden in het winterhalfjaar (afvoer 5 mm overtolligen neerslag) wel nooit dieper dan 1 m onder het maaiveld zal komen te staan, volgt hier dus uit, *dat door het dempen van de wijken en de perceelsscheidingsloten de ontwatering ten eenen male onvoldoende wordt.*

Evenals voor gebied  $A_3$  vragen we ons af, in hoeverre de ontwatering voldoende zal zijn, indien de wijken worden teruggebracht tot scheisloten ( $r_0$ -waarden 0,50 en 0,75) en alle perceelsscheidingsloten worden gedempt. In tabel 27 zijn de  $m_0$ -waarden aangegeven. De berekening daarvan vindt weer plaats met de formule:  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$ , of ( $l = 80$  m en  $s = 0,005$  m per 24 uur);  $m_0 = \frac{4,00}{kd}$

<sup>90)</sup> De mogelijkheid bestaat natuurlijk ook, dat gelijktijdig met het dempen van wijken, indien men hiertoe zou overgaan, tevens het peil en de peilbeheersching in de scheisloten zou worden verbeterd, indien dit noodig en mogelijk mocht zijn, waarmee hier reeds gedeeltelijk rekening is gehouden (hoogste peil 60 cm onder het maaiveld).

TABEL 27

Gebied A<sub>3</sub>; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 7 en 10 m onder maaiveld.

Afstand van de scheisloten: 80 m.

Doorlaatfactor van de watervoerende laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden onderk. waterv. laag op:	
		7 m. o. m.	10 m. o. m.
1,3 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,62	0,50
	0,75	0,59	0,46
1,5 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,54	0,43
	0,75	0,51	0,39
1,7 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,48	0,38
	0,75	0,45	0,35

Uit tabel 27 volgt, dat, als het peil in de slooten 80 cm onder het maaiveld ligt, de grondwaterstand in het ongunstigste geval ( $k = 1,3$  m per 24 uur;  $r_0 = 0,50$ )  $80 - 62 = 18$  cm en in het gunstigste geval ( $k = 1,7$  m per 24 uur;  $r_0 = 0,75$ )  $80 - 35 = 45$  cm. onder het maaiveld bedraagt. Dit wil dus zeggen, dat de ontwatering door het verkleinen der afmetingen van de wijk tot die van een scheisloot soms wel en soms niet voldoende zal zijn. Aangezien we kunnen aannemen, dat de watervoerende laag in de meeste gevallen een doorlaatfactor van 1,5 m per 24 uur bezit, blijkt dus, dat voor een  $r_0$ -waarde van 0,50 m de grondwaterstand tot  $80 - (54 \text{ of } 43) = 26$  of  $37$  cm onder het maaiveld zal oploopen; alnaarmate de onderkant van de watervoerende laag 7 dan wel 10 m onder het maaiveld ligt; voor een  $r_0$ -waarde van de slooten van 0,75 m zijn dezelfde cijfers resp.  $80 - (51 \text{ of } 39) = 29$  resp.  $41$  cm. In het algemeen zal dus de ontwatering voldoende zijn, indien de onderkant van de watervoerende laag op 10 m onder het maaiveld ligt en onvoldoende als de onderkant van de watervoerende laag op 7 m onder het maaiveld ligt<sup>91</sup>). De ontwatering is echter zelfs in het gunstige geval onvoldoende, wanneer het peil 60 cm onder het maaiveld bedraagt.

Evenals voor gebied A<sub>3</sub> zouden we nu kunnen nagaan, in hoeverre door het laten bestaan van de perceelsscheidingssloten de ontwatering in een voldoende mate beter zou worden. We hebben er reeds op gewezen, dat het effect van deze slooten niet groot is in verband met den veel grooteren onderlinge afstand van de perceelsscheidingssloten (kleinste onderlinge afstand

<sup>91</sup>) De mogelijkheid bestaat, dat de practijk maximaal oplopende grondwaterstand tot 26 à 29 cm onder het maaiveld nog wel voldoende vindt. Hier moge nog eens worden opgemerkt, dat zal worden aangenomen, dat de grondwaterstand niet hooger dan tot (omstreeks) 40 cm onder het maaiveld mag oploopen.

<sup>92</sup>) Men denke erom, dat voor de wijk een scheisloot in de plaats is gekomen, en de onderlinge afstand dus nu 80 m is.

waarschijnlijk omstreeks 140 m) ten opzichte van dezen afstand van de scheisloten (80 m)<sup>92</sup>). We zullen hierop verder niet ingaan en ons alleen afvragen, hoe groot de drainafstanden zouden moeten zijn bij een gemiddelde draindiepte van 85 cm onder het maaiveld (zie hiervoor), indien alle wijken en scheisloten volledig zouden worden gedempt en het peil in de scheisloten 60 resp. 80 cm onder het maaiveld bedraagt. Bij het nagaan van den gemiddelden doorlaatfactor van de laag tot 3 m onder het maaiveld blijkt deze gemiddeld 1,6 m per 24 uur te bedragen, terwijl de gemiddelde doorlaatfactor van de geheele watervoerende laag zelfs nog iets kleiner, nl. 1,5 m per 24 uur is. We kunnen dus ook voor de drainage zeker aannemen, dat de doorlaatfactor van de geheele watervoerende laag zelfs nog iets kleiner, nl. 1,5 m per 24 uur is.

De berekening van den benodigden drainafstand geschiedt weer met de formule:

$$l = \frac{\sqrt{8kd (H_0 - h_0) + 4k (H_0^2 - h_0^2)}}{s}$$

Bij een peil in de kavelsloten van 0,60 m onder het maaiveld is  $h_0$  dus (0,85—0,60) = 0,25 m en  $H_0$  (0,85—0,40) = 0,45 m. Bij een peil van 80 cm onder het maaiveld zijn deze waarden resp. (0,85—0,80) = 0,05 m en  $H_0$  (0,85—0,40) = 0,45 m.

Bedraagt dit peil 0,60 m onder het maaiveld en ligt de onderkant van de watervoerende laag 7 m onder het maaiveld, dan is de hoeveelheid water, die na de drainage nog naar de scheisloten afvloeit, gelijk aan ( $r_0$  = steeds 0,50;  $d$  is hier 5,42)  $s = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 5,42 \cdot 0,1}{160^2} = 0,0003$  m per 24 uur. Door de drains moet nog worden afgevoerd: 0,005—0,0003 = 0,0047 m per 24 uur. De benodigde drainafstand is 37 m.

Ligt de onderkant van de watervoerende laag op 10 m onder het maaiveld ( $H = 9$  m) dan is  $d = 7,37$  en dus  $s = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 7,37 \cdot 0,10}{160^2} = 0,0003$  m per 24 uur. Door de drains moet nog worden afgevoerd: 0,005—0,0003 = 0,0047 m per 24 uur. De benodigde drainafstand is 40 m.

Bedraagt het peil in de kavelsloten 80 cm onder het maaiveld, dan is, als de onderkant van de watervoerende laag op 7 m onder het maaiveld ligt, de hoeveelheid water, die na de drainage nog naar de scheisloten afvloeit: ( $d = 5,42$ )  $s = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 5,42 \cdot 0,2}{160^2} = 0,0005$  m. Door de drains moet nog worden afgevoerd 0,005—0,0005 = 0,0045 m per 24 uur. De benodigde drainafstand blijkt nu 60 m te kunnen zijn.

Ligt de onderkant van de watervoerende laag 10 m onder het maaiveld ( $H = 9$  m) dan wordt na de drainage nog naar de kavelsloten afgevoerd een hoeveelheid gelijk aan ( $d = 7,37$ ):  $s = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 7,37 \cdot 0,2}{160^2} = 0,0007$  m

per 24 uur. Door de drains moet dus nog worden afgevoerd:  $0,005 - 0,0007 = 0,0043$  m per 24 uur. De benodigde drainafstand blijkt nu 66 m te kunnen bedragen.

Samengevat blijkt dus, dat, indien in het gebied A<sub>5</sub> alle perceelsscheidingsloten en wijken worden gedempt, de ontwatering door drainage weer kan worden verbeterd. Bij een zoodanigen, natten omtrek van de scheisloten, dat  $r_0 = 0,50$  m is en rekening houdende met een doorlaatfactor van 1,5 m per 24 uur, kan de drainafstand, indien het peil in de scheisloten in natte perioden in het winterhalfjaar hoogstens tot 60 cm onder het maaiveld oploopt, resp. 37 en 40 m bedragen, al naarmate de onderkant van de watervoerende laag op 7 dan wel 10 m onder het maaiveld ligt. Is genoemd peil in het winterhalfjaar hoogstens 80 cm onder het maaiveld dan zijn drainafstanden van resp. 60 en 66 m voldoende.

### Gebied B

In het Gebied B ligt de onderkant van de watervoerende laag op 10 tot 15 m onder het maaiveld of gemiddeld 12,5 m. Worden in dit gebied alle wijken en perceelsscheidingsloten gedicht, dan blijkt uit tabel 25, dat de  $m_0$ -waarden, indien de watervoerende laag een doorlaatfactor van 2,4 m per 24 uur heeft, nog zoo hoog te zijn, dat de ontwatering ook bij een peil in de scheisloten van hoogstens 0,80 m onder het maaiveld onvoldoende zal zijn.

Dit laatste is in versterkte mate het geval, indien de watervoerende laag slechts een doorlaatfactor heeft van 1,9 m per 24 uur en dit blijft ook nog het geval, als de watervoerende laag den slechts zelden voorkomenden doorlaatfactor van 2,9 m per 24 uur heeft ( $m_0$  is in het gunstige geval 0,54 m of de grondwaterstand dus  $0,80 - 0,54 = 0,26$  m = 26 cm onder het maaiveld). Ook hieruit volgt, dat bij een peil in de scheisloten van hoogstens 80 cm onder het maaiveld de ontwatering na het dempen van alle wijken en perceelsscheidingsloten onvoldoende zal zijn. Alleen als dit peil tot hoogstens 1,00 m onder het maaiveld oploopt, zal in het meest gunstige, echter zelden voorkomende geval ( $k = 2,9$  m per 24 uur; de ondoorlatende laag ligt minstens  $12\frac{1}{2}$  m onder het maaiveld) de ontwatering voldoende tot practisch voldoende zijn. In het meest voorkomende geval ( $k = 2,4$  m per 24 uur) zal de grondwaterstand nog tot 35 cm of minder onder het maaiveld oploopen, zoodat de ontwatering dan onvoldoende tot nauwelijks voldoende zal zijn.

Zooals reeds is gemerkt, zullen we volstaan met na te gaan, in hoeverre het terugbrengen van de wijk tot de afmetingen van een scheisloot ( $r_0$ -waarden 0,50 en 0,75), wanneer dus alle perceelsscheidingsloten gedempt worden, voldoende is om de ontwatering weer voldoende te doen zijn. De berekening daarvan vindt weer plaats met de formule:  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$  of ( $l = 80$  m en  $s = 0,005$  m per 24 uur)  $m_0 = \frac{4,00}{kd}$ . In tabel 28 zijn de  $m_0$ -waarden aangegeven.

TABEL 28

Gebied B; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 10, 12,5 en 15 m onder maaiveld \*).

Afstand van de scheisloten: 80 m.

Doorlaatfactor van de watervoerende laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden onderkant watervoerende laag op:		
		10 m. o. m.	12,5 m o. m.	15 m o. m.
1,9 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,34	0,31	0,29
	0,75	0,31	0,28	0,26
2,4 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,27	0,24	0,23
	0,75	0,24	0,22	0,21
2,9 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,22	0,20	0,19
	0,75	0,20	0,18	0,17

\*) De H-waarden zijn resp. 9, 11,5 en 14 m.

Uit tabel 28 volgt, dat, indien het peil in de scheisloten hoogstens tot 0,80 m onder het maaiveld oploopt, de ontwatering ook in het ongunstigste geval voldoende blijft (grondwaterstand is maximaal  $0,80 - 0,34 = 0,46$  m onder het maaiveld). Dit blijft practisch gesproken het geval, indien het peil tot hoogstens 0,70 m onder het maaiveld oploopt. Loopt echter het peil tot hoogstens 0,60 m onder het maaiveld op, dan is in het normale geval (doorlaatfactor van de watervoerende laag 2,4 m per 24 uur en de onderkant van de watervoerende laag op 12,5 m onder het maaiveld) de ontwatering nog practisch gesproken voldoende; de grondwaterstand loopt, al naarmate de  $r_0$ -waarde van de scheisloot bedraagt, resp. tot  $0,60 - (0,24 \text{ of } 0,22) = 0,36$  resp.  $0,38$  m onder het maaiveld op. In minder gunstige gevallen (doorlaatfactor 1,9 m onder het maaiveld, resp. onderkant van de watervoerende laag op 10 m onder het maaiveld) is de ontwatering nauwelijks voldoende tot onvoldoende. In deze gevallen kan de ontwatering weer door drainage verbeterd worden.

Bij het bovenstaande merken we op, dat, zou men in het betreffende gebied alle perceelsscheidingssloten willen dempen en de wijken terugbrengen tot de afmetingen van een scheisloot, ons advies zou luiden, dat dit voor het grootste gedeelte van de percelen — zelfs bij een maximaal peil van 0,60 m onder het maaiveld — zonder eenig bezwaar kan geschieden mits men er op rekent, dat in het kleinste gedeelte van de gevallen nog drainage noodig zal blijken te zijn, welke drainage dan pas zou moeten worden aangebracht, wanneer de behoefte daarvan uit praktische ervaring gebleken zou zijn. Of-



schoon dit reeds in het begin van deze paragraaf naar voren is gebracht, moge hier nogmaals worden opgemerkt — en dat geldt voor alle gebieden — dat er op gerekend is, dat alle oerlagen en (of) slecht doorlatende veenlagen volledig zijn gebroken <sup>83</sup>).

### Gebied $C_1$

In het gebied  $C_1$  ligt de onderkant van de watervoerende laag op 15 tot 20 of gemiddeld 17,5 m onder het maaiveld. Worden in dit gebied alle wijken en perceelsscheidingssloten geheel gedempt, dan blijkt uit tabel 25 dat de  $m_0$ -waarden, indien de watervoerende laag een doorlaatfactor van 3,5 m per 24 uur heeft, zoo klein zijn, dat bij een peil tot hoogstens 80 of meer cm onder het maaiveld de ontwatering praktisch voldoende tot voldoende zal zijn. Alleen als de onderkant van de watervoerende laag op 15 m onder het maaiveld begint en de  $r_0$ -waarde van de scheisloot 0,50 m is, loopt de grondwaterstand nog tot  $0,80 - 0,47 = 0,33$  m onder het maaiveld op, hetgeen nog vrij hoog is. Als regel (onderkant watervoerende laag op  $17\frac{1}{2}$  m onder het maaiveld) zal de ontwatering voldoende zijn. In minder gunstige gevallen, die echter niet vaak voorkomen, (doorlaatfactor 2,7 m per 24 uur) zal de ontwatering onvoldoende zijn, doordat de grondwaterstand te hoog oploopt. Indien het peil in de kavelsloten tot 0,60 m onder het maaiveld oploopt, is de ontwatering zelfs in het gunstigste geval onvoldoende. Loopt echter het peil hoogstens tot 1 m onder het maaiveld op, dan is de ontwatering ook in de ongunstigste gevallen voldoende.

Mocht men in dit gebied alle wijken en perceelsscheidingssloten willen dempen, dan zou ons advies luiden, dat dit zonder eenig bezwaar kan geschieden, indien het peil tot hoogstens 1 m onder het maaiveld oploopt. Indien het peil tot 0,90 m resp. tot 0,80 m oploopt, is er een toenemende mogelijkheid, dat er gevallen voorkomen, waar, na de demping van de wijken en de perceelsscheidingssloten, de ontwatering onvoldoende wordt, welke gevallen echter verre in de minderheid zullen blijven. Is men bereid in die gevallen de ontwatering door drainage te verbeteren, dan kunnen dus in het geheele gebied alle wijken en perceelsscheidingssloten worden gedempt. Loopt het peil echter tot hoogstens 60 cm onder het maaiveld op, dan verdient het aanbeveling de afmetingen van de wijken terug te brengen tot de afmetingen van een scheisloot; waarbij ook nu alle perceelsscheidingssloten kunnen worden gedempt. We kunnen namelijk gemakkelijk berekenen, dat in dat geval de  $m_0$ -waarden zoo laag zijn, dat de ontwatering in dat geval voldoende zal zijn. De berekening van de  $m_0$ -waarden vindt weer plaats met de formule:  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$  of ( $l = 80$  m en  $s = 0,005$  m per 24 uur)  $m_0 = \frac{4,00}{kd}$

In tabel 29 zijn de  $m_0$ -waarden aangegeven.

<sup>83</sup>) Indien de oerlaag slechts plaatselijk is gebroken (slouvenmethode), moet hiermede rekening worden gehouden, hetgeen hier dus niet is geschied.

TABEL 29

Gebied  $C_1$ ; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 15, 17,5 en 20 m onder het maaiveld. \*)

Afstand van de scheisloten: 80 m.

Doorlaatfactor van de watervoerende laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden onderkant watervoerende laag op:		
		15 m o. m.	17,5 m o. m.	20 m. o. m.
2,7 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,20	0,19	0,19
	0,75	0,18	0,17	0,17
3,5 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,16	0,15	0,15
	0,75	0,14	0,13	0,13
4,3 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,13	0,12	0,12
	0,75	0,11	0,11	0,11

\*) De H-waarden zijn resp. 14, 16,5 en 19 m.

Aangezien uit tabel 29 volgt, dat in het ongunstigste geval  $m_0$  hoogstens 0,20 m is, loopt dus de grondwaterstand hoogstens tot  $0,60 - 0,20 = 0,40$  m onder het maaiveld op.

### Gebied $C_2$

In het gebied  $C_2$  ligt, evenals in het gebied  $C_1$ , de onderkant van de watervoerende laag op 15 tot 20 of gemiddeld 17,5 m onder het maaiveld. Worden in dit gebied alle wijken en perceelsscheidingsloten geheel gedempt, dan blijkt uit tabel 25, dat de  $m_0$ -waarden, indien de watervoerende laag een doorlaatfactor van 2,9 m per 24 uur bezit, nog zoo hoog zijn, dat de ontwatering ook bij een peil in de kavelsloten tot hoogstens 0,80 m onder het maaiveld onvoldoende wordt. Alleen indien dit peil tot hoogstens 0,90 m onder het maaiveld oploopt zal deze ontwatering voldoende zijn. In het, wel is waar, zelden voorkomende, geval, dat de doorlaatfactor van de watervoerende laag 1,7 m per 24 uur bedraagt, zal de ontwatering, ook indien het peil tot hoogstens 1 m onder het maaiveld oploopt, onvoldoende zijn. Loopt het peil tot 60 cm onder het maaiveld op, dan zal ook in het meest gunstige geval, dat echter zelden voorkomt — nl. dat de doorlaatfactor van de watervoerende laag 4,1 m per 24 uur bedraagt —, de ontwatering onvoldoende blijven.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat, als het peil tot hoogstens 0,9 à 1 m onder het maaiveld oploopt, in het grootste aantal van de gevallen de ontwatering na demping van alle wijken en perceelsscheidingsloten voldoende zal zijn; er zullen echter ook dan nog gevallen kunnen voorkomen, waarin de ontwatering onvoldoende zal zijn. Bij een hooger peil wordt de ontwatering in verreweg de meeste gevallen onvoldoende. Natuurlijk is in deze laatste gevallen ook nu de ontwatering door drainage te verbeteren. Wat geadviseerd

zou kunnen worden, hangt van het peil af. Alvorens hierop verder in te gaan, zullen we eerst eens nagaan, hoe de ontwatering is, indien wel alle perceelscheidingssloten worden gedempt, maar de wijken terteggebracht worden tot de afmetingen van een scheisloot ( $r_0 = 0,50$  of  $0,75$  m). In tabel 30 zijn de  $m_0$ -waarden aangegeven, die ook nu weer met behulp van de formule:

$$m_0 = \frac{4,00}{kd} \quad (\text{uit } s = \frac{8kdm_0}{l^2}) \text{ zijn berekend.}$$

Uit tabel 30 blijkt nu, dat in het meest voorkomende geval (doorlaatfactor van de watervoerende laag is 2,9 m per 24 uur) de ontwatering voldoende is, ook als het peil in de scheisloten maximaal oploopt tot 0,60 m onder het maaiveld. In het slechts zelden voorkomende geval, dat de doorlatendheid van de watervoerende laag slechts 1,7 m per 24 uur bedraagt, is deze ontwatering onvoldoende (grondwaterstand maximaal tot  $0,60 - 0,32 = 0,28$  m onder het maaiveld), zij het dan ook, dat in de praktijk deze ontwatering mogelijk nog wel als voldoende kan worden beschouwd. Mede in verband met het feit, dat deze laatste gevallen niet vaak voorkomen, zou men, als het peil tot minder dan 0,90 m onder het maaiveld oploopt (zie hiervoor), kunnen adviseeren de wijken te dempen tot een sloot met de afmetingen van een scheisloot overblijft. In de enkele gevallen, waarbij de ontwatering nog niet voldoende zou zijn, kan dan de ontwatering verder verbeterd worden door drainage, waarbij de benodigde drainafstanden groot kunnen zijn. Een berekening daarvan zal hier achterwege blijven. Men kan natuurlijk ook de wijken geheel dempen en door drainage de ontwatering zoo noodig verbeteren. Ook de hiervoor benodigde drainafstanden zullen niet verder worden nagegaan.

TABEL 30

Gebied C<sub>2</sub>; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 15, 17,5 en 20 m onder het maaiveld. \*)

Afstand van de scheisloten: 80 m.

Doorlaatfactor van de watervoerende laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden onderkant watervoerende laag op:		
		15 m o. m.	17,5 m o. m.	20 m o. m.
1,7 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,32	0,31	0,30
	0,75	0,29	0,28	0,27
2,9 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,19	0,18	0,18
	0,75	0,17	0,16	0,16
4,1 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,13	0,13	0,12
	0,75	0,12	0,12	0,11

\*) De H-waarden zijn resp. 14, 16,5 en 19 m.

Gebied D<sub>2</sub>

In het gebied D<sub>2</sub> ligt de onderkant van de watervoerende laag op meer dan 20 m onder het maaiveld. Hier zal worden aangenomen, dat deze ligging 20 en 25 m bedraagt.

Worden in dit gebied alle wijken en perceelsscheidingssloten geheel gedempt, dan blijkt uit tabel 25, dat de  $m_0$ -waarden zoo laag zijn, dat, indien het peil in de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 0,80 m onder het maaiveld, de ontwatering in practisch alle gevallen voldoende zal zijn. Loopt dit peil tot hoogstens 0,60 m onder het maaiveld op, dan zal de ontwatering vrijwel overal onvoldoende zijn. Zoodra het peil in de scheisloten hoger oploopt dan tot 0,80 m onder het maaiveld zal de ontwatering des te meer onvoldoende zijn, naarmate dit peil hoger oploopt<sup>94)</sup>. De ontwatering kan natuurlijk in dit laatste geval door drainage worden verbeterd. Uit de verder hieronder te bespreken tabel 31 volgt echter, dat, indien alle perceelsscheidingssloten geheel worden gedempt, echter de wijken teruggebracht worden tot de afmetingen van een scheisloot, de ontwatering — zelfs in het geval dat het peil in de scheisloten tot 0,60 m onder het maaiveld oploopt — weer voldoende zal zijn.

In de tabel 31 zijn weer de  $m_0$ -waarden aangegeven, voor het geval alle perceelsscheidingssloten worden gedempt en de wijken teruggebracht worden tot de afmetingen van een scheisloot ( $r_0 = 0,50$  en  $0,75$  m). De berekening is weer geschied met behulp van de vergelijking:  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$ , of ( $l = 80$  m

$$\text{en } s = 0,005 \text{ m per 24 uur) } m_0 = \frac{4,00}{kd}.$$

Zooals reeds eerder is opgemerkt, volgt uit tabel 31, dat, zelfs indien het peil in de scheisloten tot 60 cm oploopt onder het maaiveld, de ontwatering voldoende zal zijn.

TABEL 31

Gebied D<sub>2</sub>; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 20 en 25 m onder het maaiveld. \*)

Doorlaatfactor van de watervoerende laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden onderk. waterv. laag op:	
		20 m. o. m.	25 m. o. m.
3,0 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,17	0,17
	0,75	0,15	0,15
3,3 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,15	0,15
	0,75	0,14	0,14
3,6 m per 24 uur . . . . .	0,50	0,14	0,14
	0,75	0,13	0,13

\*) De H-waarden zijn resp. 19 en 24 m.

<sup>94)</sup> Hier moge er nog eens aan worden herinnerd, dat hier niet de gevallen beschouwd zijn, waarbij het peil in de scheisloten hoger oploopt dan tot 0,60 m onder het maaiveld.

Zou men in dit gebied dus alle wijken en perceelsscheidings slooten willen dempen dan zou ons advies zijn, dat dit zonder meer mogelijk is, indien het peil in de scheislooten niet hooger oploopt dan tot 0,80 m onder het maaiveld. Loopt het peil hooger op dan tot 0,80 m onder het maaiveld dan kan men de ontwatering door drainage weer voldoende in orde maken, of volstaan met de wijk niet geheel te dempen, maar terug te brengen tot de afmetingen van een scheisloot.

#### b. Samenvatting

Dempt men alle wijken en alle perceelsscheidingslooten, dan blijkt, dat, voorzoverre hierover ervaring bestaat, deze in overeenstemming is (boerderij van den Heer PANMAN, Ommelanderswijk, Gemeente Veendam) resp. voorzoverre dit beoordeeld kan worden in overeenstemming is (alle andere bekende gevallen), met hetgeen op grond van de kennis van de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag verwacht mocht worden. Hieruit volgt tevens, dat op grond van deze, nu bekende, dikte en doorlatendheid van deze watervoerende laag van tevoren aangegeven kan worden, hoe de ontwatering zal zijn, wanneer alle wijken en perceelsscheidingslooten worden gedempt. Verder is gebleken, dat in elk voorkomend geval <sup>95)</sup> deze ontwatering in een voldoende mate is te verbeteren door drainage, waarbij als voorwaarde is gesteld, dat de grondwaterstand niet hooger oploopt dan tot 0,40 m onder het maaiveld bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur, die dus door den grond naar de ontwateringssystemen afvloeit. In verschillende gevallen zal deze ontwatering echter ook voldoende zijn, indien wel alle perceelsscheidingslooten worden gedempt, echter de wijken slechts zoover worden gedempt, dat er slooten met de afmetingen van een scheisloot (en de diepte natuurlijk) overblijven en hierin, zooals vanzelf spreekt, een zelfde peil wordt onderhouden als in de reeds aanwezige scheislooten. Deze laatste oplossing zal vooral in die gevallen aantrekkelijk zijn, waarin ter plaatse van de wijk toch een sloot als scheiding moet worden gegraven. Deze sloot kan men dan evengoed de afmetingen van een scheisloot geven.

Hieronder volgt nu een overzicht van de belangrijkste gebieden, waarin men het geheele gebied van de Veenkoloniën kan onderverdeelen. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat voor een werkelijk gedetailleerd overzicht de benodigde gegevens van het peil en de beheersching van dit peil ten opzichte van het maaiveld in deze afdelingen ontbreken. Hier is het dan ook slechts de bedoeling geweest aan te toonen, hoe het verkregen inzicht in de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag, voor het genoemde doel kan worden toegepast. Dit neemt niet weg, dat door verschillende maximale peilen in deze scheislooten aan te nemen, toch wel een overzicht kan worden verkregen, dat althans in groote lijnen aangeeft, wat het resultaat van het geheel of gedeeltelijk dempen van wijken en van het dempen van alle perceelsscheidingslooten op de ontwatering zal zijn en welke maatregelen genomen kunnen resp. moeten worden om deze ontwatering weer voldoende te doen zijn.

---

<sup>95)</sup> Hierbij is echter aangenomen, dat het peil in de scheislooten in perioden met 5 mm overtolligen neerslag niet hooger oploopt dan tot 60 cm onder het maaiveld.

Voor het gebied  $A_3$  en  $A_5$  blijkt nu, dat, zelfs als het peil in de scheisloten niet hooger oploopt dan tot 1 m onder het maaiveld, de ontwatering ten eenen male onvoldoende zal zijn, indien alle wijken en alle perceelsscheidingsloten geheel worden gedempt. Uit den aard der zaak is dit nog in versterkte mate het geval, indien het peil in de scheisloten hooger oploopt dan tot 1 m onder het maaiveld.

De ontwatering is in het bovengenoemde geval door drainage weer in orde te maken. Loopt het peil niet hooger dan tot 60 cm onder het maaiveld op, dan blijkt zoowel in gebied  $A_3$  als in gebied  $A_5$  de drainafstand 35 tot 40 m te kunnen bedragen, terwijl, als dit peil niet hooger oploopt dan tot 80 cm onder het maaiveld, deze drainafstand zelfs 60 tot 70 m kan zijn. Voor verdere bijzonderheden wordt verwezen naar sub *a* van deze paragraaf. Hierbij kan nog worden opgemerkt, dat de drainreeksen hellend vanuit het midden (dus waar nu nog de wijk ligt) zijn gedacht met een helling van 10 cm (diepteligging 80—90 cm), terwijl verder is aangenomen, dat het peil in het voorjaar zoo laag is, dat de drainreeksen bij de uitmonding in de sloten boven dit peil of vrijwel gelijk met dit peil liggen, dat op omstreeks 90 cm onder het maaiveld is gesteld.

In het gebied  $A_3$  is verder nog nagegaan, dat als de wijken geheel gedempt worden, maar de perceelsscheidingsloten op 140 m onderlingen afstand blijven bestaan, de ontwatering niet voldoende tot nog juist voldoende zal zijn, indien het peil hoogstens tot 60 cm onder het maaiveld oploopt, terwijl de ontwatering des te slechter zal zijn, naarmate de afstand van de perceelsscheidingsloten grooter is dan 140 m. Indien het peil echter niet hooger dan tot 80 cm onder het maaiveld oploopt, is de ontwatering wel voldoende, indien de onderlinge afstand van de perceelsscheidingsloten 140 m is, terwijl dit in steeds mindere mate het geval zal zijn, naarmate de onderlinge afstand van de scheisloten grooter wordt. Vermoedelijk zal men er echter in voorkomende gevallen, ook indien de ontwatering door het laten bestaan van de perceelsscheidingsloten voldoende is, de voorkeur aan geven deze sloten ook te dempen en door drainage deze ontwatering weer in orde te maken, tenzij men, voor zooverre mogelijk, de voorkeur geeft aan de onderstaande methode om de ontwatering weer voldoende te maken. Voor de andere gebieden is deze kwestie (al of niet laten bestaan van de perceelsscheidingsloten) dan ook niet verder nagegaan.

Dempt men alle perceelsscheidingsloten, maar dempt men de wijken slechts zoover, dat er een sloot van de afmetingen van een scheisloot overblijft, dan blijkt, dat, als het peil in de scheisloten (en natuurlijk in de sloot, die in de plaats is gekomen van de wijk; dit geldt ook voor de andere, verder hieronder nog te bespreken gebieden) niet hooger oploopt dan 100 cm onder het maaiveld ( $A_5$ ) de ontwatering voldoende is. Loopt het peil in gebied  $A_3$  niet hooger op dan tot 80 cm onder het maaiveld dan zal wel is waar meestal, echter niet altijd, de ontwatering voldoende zijn. Loopt het peil tot 60 cm onder het maaiveld op, dan zal in het gebied  $A_3$  en  $A_5$  de ontwatering onvoldoende zijn. Voor zooverre deze ontwatering onvoldoende is, kan men deze dan weer verbeteren door drainage. Kan de wijk echter geheel gedempt worden, doordat een scheisloot hier ter plaatse niet wordt gewenscht, dan zal men er waarschijnlijk de voorkeur aan geven de wijk geheel te dempen en de ont-

watering door drainage weer in orde te maken; in het laatste geval is de benoedigde drainafstand kleiner dan wanneer in de plaats van de wijk een sloot met de afmetingen van een scheisloot komt.

Voor gebied B blijkt, dat na de demping van alle wijken en alle perceelsscheidingssloten de ontwatering, zelfs als het peil van de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 1 m onder het maaiveld, meestal onvoldoende tot nauwelijks voldoende zal zijn. De ontwatering zal overal onvoldoende zijn, indien dit peil niet hoger oploopt dan tot 80 cm onder het maaiveld. Evenals voor de gebieden A<sub>3</sub> en A<sub>6</sub> is de ontwatering, indien deze onvoldoende is, weer door drainage in orde te brengen; de benoedigde drainafstand werd niet verder nagegaan.

Na demping van alle perceelsscheidingssloten en na terugbrenging van de afmetingen van de wijk tot die van een scheisloot, blijkt dat, indien het peil in de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 80 cm onder het maaiveld, de ontwatering overal voldoende zal zijn. Dit blijft practisch het geval, wanneer dit peil niet hoger oploopt dan tot 70 cm onder het maaiveld. Loopt het peil tot 60 cm onder het maaiveld op, dan is meestal de ontwatering voldoende tot (mogelijk) even onvoldoende; er zullen dan echter gevallen voorkomen, waarbij de ontwatering onvoldoende zal zijn. In deze laatste gevallen kan de ontwatering door drainage weer in een voldoende mate verbeterd worden, waarmede men dan natuurlijk zal wachten, totdat door practische ervaring gebleken is, dat de ontwatering onvoldoende is en dus drainage moet worden toegepast (Het is immers onbekend, waar deze gevallen binnen gebied B zullen liggen).

Voor gebied C<sub>1</sub> en C<sub>2</sub> blijkt, dan na de demping van alle wijken en alle perceelsscheidingssloten de ontwatering voldoende of althans in vrijwel alle gevallen voldoende is, indien in het gebied C<sub>1</sub> het peil in de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 0,80 m en in het gebied C<sub>2</sub> niet hoger dan tot 0,90 à 1,0 m onder het maaiveld. Loopt het peil in deze gebieden hoger op dan boven is aangegeven, dan wordt de ontwatering des te meer onvoldoende naarmate dit peil hoger is. In deze laatste gevallen kan de ontwatering weer door drainage worden verbeterd; de benoedigde drainafstand werd niet verder nagegaan.

Na demping van alle perceelsscheidingssloten en na terugbrenging van de afmetingen van de wijk tot die van een scheisloot blijkt, dat in gebied C<sub>1</sub>, ook bij een peil van hoogstens 0,60 m onder het maaiveld, steeds en in gebied C<sub>2</sub> bij dit peil vrijwel steeds de ontwatering voldoende zal zijn. In gebied C<sub>2</sub> kunnen bij genoemd peil althans gevallen voorkomen, waarbij de ontwatering onvoldoende is; hier kan de ontwatering, zoodra dit in de practijk is gebleken, alsnog door drainage worden verbeterd.

Voor gebied D<sub>2</sub> blijkt, dat na de demping van alle wijken en alle perceelsscheidingssloten de ontwatering voldoende is, indien het peil in de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 0,80 m onder het maaiveld. Loopt dit peil tot 0,60 m onder het maaiveld op, dan zal de ontwatering vrijwel overal onvoldoende zijn. Voor zooverre de ontwatering onvoldoende is, kan deze uiteraard door drainage verbeterd worden.

• Worden alle perceelsscheidingssloten gedempt, daarentegen de wijken teruggebracht tot de afmetingen van een scheisloot, dan zal overal, ook bij

een peil van hoogstens 0,60 m onder het maaiveld, de ontwatering voldoende zijn.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat in meerdere gevallen, indien de ontwatering onvoldoende wordt na de demping van alle wijken en alle perceelscheidingssloten, door het niet geheel dempen van de wijk — nl. door deze terug te brengen tot de afmetingen van een scheisloot — de ontwatering weer voldoende is te maken. Ook kan men door drainage deze ontwatering in orde brengen. Deze laatste methode moet worden toegepast (in enkele gevallen kan men ook, door de perceelsscheidingssloten te laten bestaan, de ontwatering voldoende maken), indien de wijk wordt vervangen door een sloot van de afmetingen van een scheisloot en de ontwatering desalniettemin onvoldoende zou blijven.

Bij het bovenstaande moet worden opgemerkt, dat er op gerekend is, dat geen slecht doorlatende oerlagen (en, of veenlagen) aanwezig zijn, resp. na demping van alle perceelsscheidingssloten en na een geheele of gedeeltelijke demping van de wijken (in het laatste geval dus tot sloten met afmetingen van een scheisloot overblijven) niet meer aanwezig zijn. Voor zooverre de sleuvenmethode (zie § 3 van dit hoofdstuk) is toegepast om de ontwatering in een voldoende mate te verbeteren — dus indien oerlagen in het bodemprofiel voorkomen — moet hiermede rekening worden gehouden, hetgeen in het bovenstaande niet is geschied.

Ten slotte kan uit het bovenstaande feitelijk ook worden afgeleid aan welke eischen het peil in de wijken en sloten, wat de hoogteligging ten opzichte van het maaiveld en de beheersching daarvan betreft, in de Veenkoloniën moet voldoen. Hierop zal echter verder niet worden ingegaan, aangezien in een en hetzelfde waterschap resp. in een en dezelfde afdeling van de Veenkoloniën, de hoogteligging van het maaiveld voor de diverse perceelen (in m + N.A.P.) niet dezelfde is en hiermede natuurlijk rekening moet worden gehouden. Ook het al- of niet-voorkomen van oerlagen in het bodemprofiel in de diverse perceelen in hetzelfde waterschap resp. in dezelfde afdeling van de Veenkoloniën (zie boven), maken de eischen, waaraan het peil en de beheersching daarvan moet voldoen, verschillend, waarmede ook rekening moet worden gehouden. Ten slotte is, zelfs indien het maaiveld van alle perceelen overal evenhoog ligt en geen oerlagen in het profiel voorkomen, nog onvoldoende bekend tot hoe hoog de grondwaterstand onder het maaiveld mag oploopen (mede in verband met de lengte van de periode, waarover deze grondwaterstanden optreden), zonder dat de ontwatering ten opzichte van den groei en de opbrengst van de gewassen en ten opzichte van de bedrijfszekerheid als onvoldoende moet worden opgevat, zij het dan ook, dat zeer waarschijnlijk deze ontwatering voldoende zal zijn, indien de grondwaterstand niet hooger oploopt dan tot 0,40 m onder het maaiveld bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur <sup>96)</sup>). Zooals reeds werd opgemerkt, zou het alle aanbeveling verdienen ook in de Veenkoloniën hierover onderzoekingen te verrichten (zie noot 86). Eén proefveld zal hier echter waarschijnlijk onvoldoende zijn in verband met de verschillende dikte van de veenlaag; met

<sup>96)</sup> Door hiermede rekening te houden blijft men aan den veiligen kant; de mogelijkheid bestaat echter, dat deze eisch te streng is.



het voorkomen van oerlagen en spalterveenlagen kan daarbij natuurlijk geen rekening worden gehouden.

Het bovenstaande neemt niet weg, dat na de onderzoeken, die in deze publicatie beschreven zijn en na het verrichten van de bovengenoemde onderzoeken betreffende het verband tusschen den grondwaterstand onder het maaiveld eenerzijds en den groei en de opbrengst van de gewassen en de bedrijfszekerheid anderzijds, principieel de mogelijkheid bestaat voor ieder gebied in de Veenkoloniën aan te geven aan welke eischen het peil en de peil-beheersching moet voldoen, zonder dat — en dit is het belangrijkste — hieraan strengere eischen worden gesteld dan inderdaad noodig zijn.

§ 5. *Enkele beschouwingen over kwel; bespreking van den z.g. doorslag en van de middelen om den invloed daarvan op den grondwaterstand in het aangrenzende land op te heffen*

a. Algemeen overzicht

Het in deze publicatie besproken onderzoek naar de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag is ook van belang voor de kwel en verder in het bijzonder voor den z.g. doorslag, die in wezen overeenkomt met de „ondiepe kwel”. Ter inleiding meen ik goed te doen een overzicht te geven van de diverse soorten kwel.

Onder kwel in het algemeen verstaat men zoowel het uittreden aan de oppervlakte of in de watergangen in een beschouwd gebied van een grondwaterstroom onder invloed van een buiten dit gebied aanwezigen, hooger en grondwaterstand, als het daarbij uittredende water (kwelwater). Het kwelwater is dus afkomstig van den neerslag, die buiten het beschouwde gebied (bijv. een waterschap of een polder) is gevallen. Door het gemaal van een polder of een waterschap, waarin kwel optreedt, wordt behalve de overtollige neerslag, die in het betreffende gebied is gevallen, ook nog het kwelwater afgevoerd<sup>97)</sup>.

Deze kwel wordt nu onderverdeeld in twee soorten nl. „dijkskwel” en „bodemkwel”.

Onder „dijkskwel” verstaat men de kwel door een waterkeering (bijv. dijk) op het binnenbeloop of in de nabijheid van den hiel. Onder „bodemkwel” verstaat men de kwel onder een waterkeering door, waarbij het water meer binnenwaarts aan de oppervlakte treedt. Deze bodemkwel wordt daarbij nog weer onderverdeeld in „ondiepe kwel” (feitelijk „ondiepe bodemkwel”) en „diepe kwel” (feitelijk „diepe bodemkwel”).

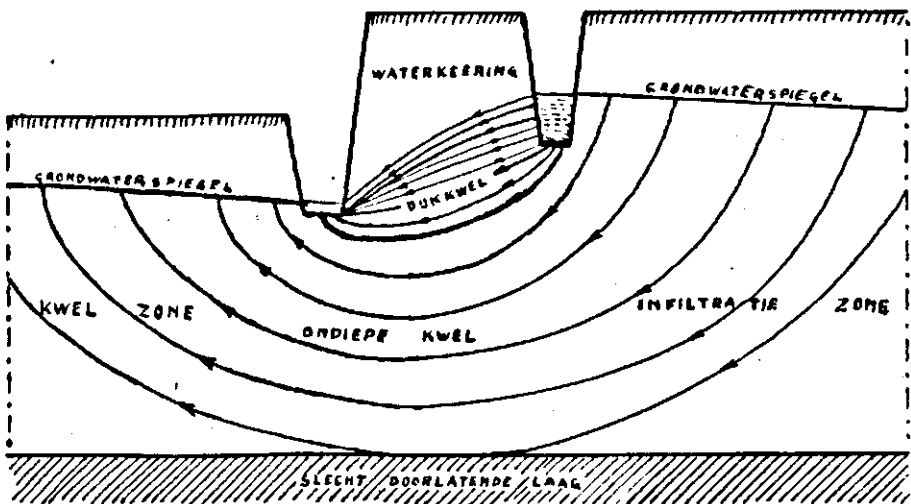
Onder de „ondiepe kwel” wordt verstaan de bodemkwel, waarbij het water zich in de eerste grondwaterverdieping beweegt. Hiermede is de z.g. „doorslag” ten nauwste verwant. Onder de „diepe kwel” wordt verstaan de bodemkwel, waarbij het water zich in hoofdzaak in de tweede en (of) volgende grondwaterverdieping(en) beweegt.

Onder grondwaterverdieping verstaat men boven elkaar liggende, door moeilijk of niet doorlatende lagen van elkaar gescheiden, watervoerende lagen. De eerste verdieping wordt gevormd door de doorlatende laag, waarin zich het phreatisch vlak en het capillair oppervlak bevinden en die van anderen

<sup>97)</sup> Schutwater, enz. blijft hier buiten beschouwing.

door een moeilijk of niet doorlatende laag wordt afgesloten; de volgende verdiepingen worden zoowel van onderen als van boven afgesloten door een moeilijke of niet doorlatende laag. De in deze publicatie besproken z.g. watervoerende laag is dus de eerste grondwaterverdieping <sup>98)</sup>. We zullen deze kwelsoorten nu in het kort bespreken.

Het is duidelijk, dat *dijkskwel* alleen dan belangrijk zal zijn, wanneer de waterkeering scheuren of gangen (bijv. door mollen, ratten) bevat. Zijn deze niet aanwezig, dan is de dijkskwel van weinig of geen belang, zij het dan ook niet geheel te verwaarloozen, als de waterkeering uit zandgrond bestaat. Deze laatste zandgrond zal immers nooit zoo grof en zoo doorlatend zijn, dat deze kwel van belang wordt. Verder is deze dijkskwel natuurlijk evenredig met de lengte van de waterkeering. Drukt men nu de kwel uit in de dikte van een laag water (in mm) over het geheele betreffende waterschap resp. over den geheelen betreffenden polder verdeeld gedacht, die per tijdseenheid (24 uur) doorkweld, dan is dus de dijkskwel des te geringer, naarmate het waterschap of de polder bij hetzelfde oppervlak een kleineren omtrek heeft. Van alle mogelijke figuren heeft de cirkel bij een bepaald oppervlak den kleinsten omtrek, zoodat de dijkskwel, berekend als laag water over het waterschap of over den polder verdeeld gedacht, des te geringer is, naar mate de vorm daarvan meer een cirkel nadert.



Figuur 5

Onder ondiepe kwel verstaat men de bodemkwel onder een waterkeering door, waarbij het water zich in den eersten grondwaterverdieping beweegt. Zij ontstaat, wanneer aan den eenen kant van de waterkeering 'de grondwaterstand hooger is dan aan den anderen kant. In figuur 5<sup>99)</sup> is dit geval

<sup>98)</sup> Komt een oerlaag voor, dan is de laag onder deze oerlaag feitelijk de tweede grondwaterverdieping, terwijl de laag boven de oerlaag de eerste grondwaterverdieping vormt. Hierop zal niet verder worden ingegaan.

<sup>99)</sup> Met het eventueel voorkomen van oerlagen is verder eenvoudigheidshalve geen rekening gehouden.

geteekend; men houde er echter rekening mede, dat duidelijkshalve de schaal in verticale richting veel grooter is genomen dan in de horizontale richting. Het verschil in grondwaterstand ontstaat door een verschillend peil in de slooten aan weerszijden van deze waterkeering; men bedenke echter wel, dat het verschil in grondwaterstand *niet* gelijk behoeft te zijn aan het verschil in polderpeil aan weerszijden van deze waterkeering. In figuur 5 zijn tevens eenige stroombanen aangegeven, d.w.z. enkele lijnen volgens welke waterdeeltjes zich van den eenen kant van de waterkeering onder deze waterkeering door naar den anderen kant bewegen. Deze stroombanen zijn uit de hand geteekend en niet berekend.

Aan den kant, waarvan het water komt, heeft dus infiltratie plaats<sup>100)</sup> d.w.z. water zakt hier weg. Aan den kant, waar het water weer boven komt, treedt kwel op. Hierbij merken we op, dat aan dezen infiltratiekant een deel van den overtolligen neerslag, die hier valt, dus verdwijnt, daarentegen aan den kwelkant de overtollige neerslag, die aan deze zijde valt, met deze kwel wordt vermeerderd. De breedte van de infiltratie- en kwelzone aan weerszijden van de waterkeering is theoretisch oneindig groot, practisch echter — dus waar merkbaar kwel of infiltratie optreedt — slechts iets breeder dan de ligging van den onderkant van de watervoerende laag (= bovenkant van de slecht doorlatende laag) onder de waterkeering bedraagt, indien ten minste door welke omstandigheid dan ook er voor gezorgd wordt, dat aan weerszijden van deze waterkeering de grondwaterspiegel een practisch horizontaal vlak vormt. In de Veenkoloniën is deze strook dus niet veel breeder dan omstreeks 30 à 35 m, indien de onderkant van de watervoerende laag ten minste nergens dieper dan 25 m onder het maaiveld ligt. Is echter aan bovengenoemde voorwaarde ook in practisch opzicht niet voldaan (de grondwaterspiegels zijn hier geen horizontale vlakken), dan strekken deze zones zich tot de eerste of tweede sloot evenwijdig aan de waterkeering uit, afhankelijk van de dikte van de eerste grondwaterverdieping en van den afstand van de eerste sloot tot deze waterkeering.

Zonder berekening zal het duidelijk zijn, dat deze ondiepe kwel des te grooter is, naarmate de doorlatendheid en de dikte van de watervoerende laag (eerste grondwaterverdieping) onder de waterkeering evenals het verschil in grondwaterstand ter weerszijden van deze waterkeering grooter is. Gezien de geringe breedte van de kwelzone en het feit, dat het waterschap of de polder als regel breeder zal zijn dan ongeveer rond 100 m, is ook deze dijkskwel evenredig met den omtrek van het waterschap of van den polder. Berekent men de ondiepe kwel per oppervlakte eenheid (ha) van het waterschap of van den polder<sup>100a)</sup>, dan blijkt — evenals voor de dijkskwel — dat deze ondiepe kwel des te geringer is, naarmate de vorm van het waterschap of van den polder meer den cirkelvorm nadert (grootste inhoud bij kleinste omtrek). Vooral uitsteeksels en instulpingen zijn schadelijk, aangezien het oppervlak

<sup>100)</sup> Soms kan dit aanleiding geven tot verdrogingsverschijnselen aan deze zijde. Vooral indien in het aangelegen waterschap of polder *diepe* kwel optreedt en dus aan de infiltratiezijde veel water over een breede strook infiltreert, kan dit het geval zijn, waarop niet verder zal worden ingegaan.

<sup>100a)</sup> Dit komt voor ons doel op het zelfde neer als wanneer de kwel als een laag water over het geheele waterschap of over den geheelen polder verdeeld wordt gedacht.

van het waterschap of van den polder daardoor vrijwel niet verandert, terwijl de omtrek per oppervlakte-eenheid daardoor sterk toeneemt en daarmede dus de ondiepe kwel per oppervlakte eenheid van het waterschap of van den polder. Het zal dus nu begrijpelijk zijn, hoe buitengewoon onvoordeelig de bemaling is, zooals deze in de Veenkoloniën voorkomt, waarbij de scheislotten worden bemalen, daarentegen de wijken niet, terwijl deze soms zelfs het geheele jaar door (soms ook alleen in de aardappelcampagne) in open verbinding met het kanaal staan, waarin een belangrijk hooger peil optreedt dan in de scheisloot wordt onderhouden of althans getracht wordt te onderhouden. Hier liggen feitelijk twee waterschappen met twee verschillende peilen door elkaar heen en er is nauwelijks een geval denkbaar, waarbij men de ondiepe kwel bij de gegeven dikte en doorlatendheid van de watervoerende laag (hier dus de onderzochte, watervoerende laag d.i. de eerste grondwaterverdieping) sterker zou kunnen opvoeren dan in de Veenkoloniën in het gegeven geval optreedt. Afdammen van de wijk gedurende het grootste gedeelte van het jaar verbetert dit natuurlijk reeds zeer sterk, aangezien in die periode althans de wijk een vrijwel zelfden waterstand zal hebben als de kavelsloten. In de aardappelcampagne, als de dammen uit de wijken zijn verwijderd, tot zolang de wijken weer worden afgedamd, behoudt men deze ondiepe kwel (doorslag). *Verkleining van deze ondiepe kwel (doorslag) is verreweg het beste te verkrijgen door verlagings van het kanaalpeil.* Mochten hierdoor de scheepsvaartbelangen worden geschaad of deze zelfs onmogelijk worden gemaakt en om deze reden deze verlagings niet zonder meer mogelijk zijn, dan is men geneigd zich af te vragen of de landbouwbelangen van de Veenkoloniën bij een voldoende laag en goed beheerscht peil in de kanalen en wijken, welke laatste dan mogelijk nergens meer behoeven te worden afgedamd, niet meer dan voldoende groot zijn om de noodige verbeteringen te rechtvaardigen, indien daarmede een lager peil bereikt zou kunnen worden. Bij nader inzien is het wellicht toch twijfelachtig, of de groote kosten, die daarmede gemoeid zouden gaan, deze landbouwkundige verbeteringen zouden rechtvaardigen.

Tenslotte kan worden opgemerkt, dat voor nadere bijzonderheden over de besproken ondiepe kwel uit de wijken (doorslag) naar sub *b* verwezen kan worden.

Gaan we nu over tot de diepe kwel, dan hebben we reeds opgemerkt, dat hieronder de bodemkwel wordt verstaan, die zich in hoofdzaak door de tweede of volgende grondwaterverdieping(en) beweegt. Zij treedt op, indien aan weerszijden van een dijk of waterkeering de grondwaterstand verschillend hoog is, hetgeen weer een gevolg is van een verschillend peil in de open watergangen. Er werd verder reeds op gewezen, dat dit verschil in hoogteelgging van den grondwaterstand ter weerszijden van den dijk of van de waterkeering volstrekt niet gelijk behoort te zijn aan het peilverschil in de open watergangen en zelfs hiervan belangrijk kan afwijken.

Om het ontstaan van diepe kwel duidelijk te maken, wordt verwezen naar figuur 6. Ook hierin is, evenals in figuur 5, de schaal in verticale richting duidelijksheidhalve veel grooter geteekend dan in horizontale richting, terwijl aan de infiltratiezijde het maaiveld iets hooger is geteekend dan aan de kwelzijde, hoewel dit natuurlijk niet noodzakelijk echter wel meestal het geval is. Ook nu werd aan weerszijden van de waterkeering een sloot geteekend om het peilverschil in de sloten aan te geven. In hoeverre de grondwaterstand vanuit

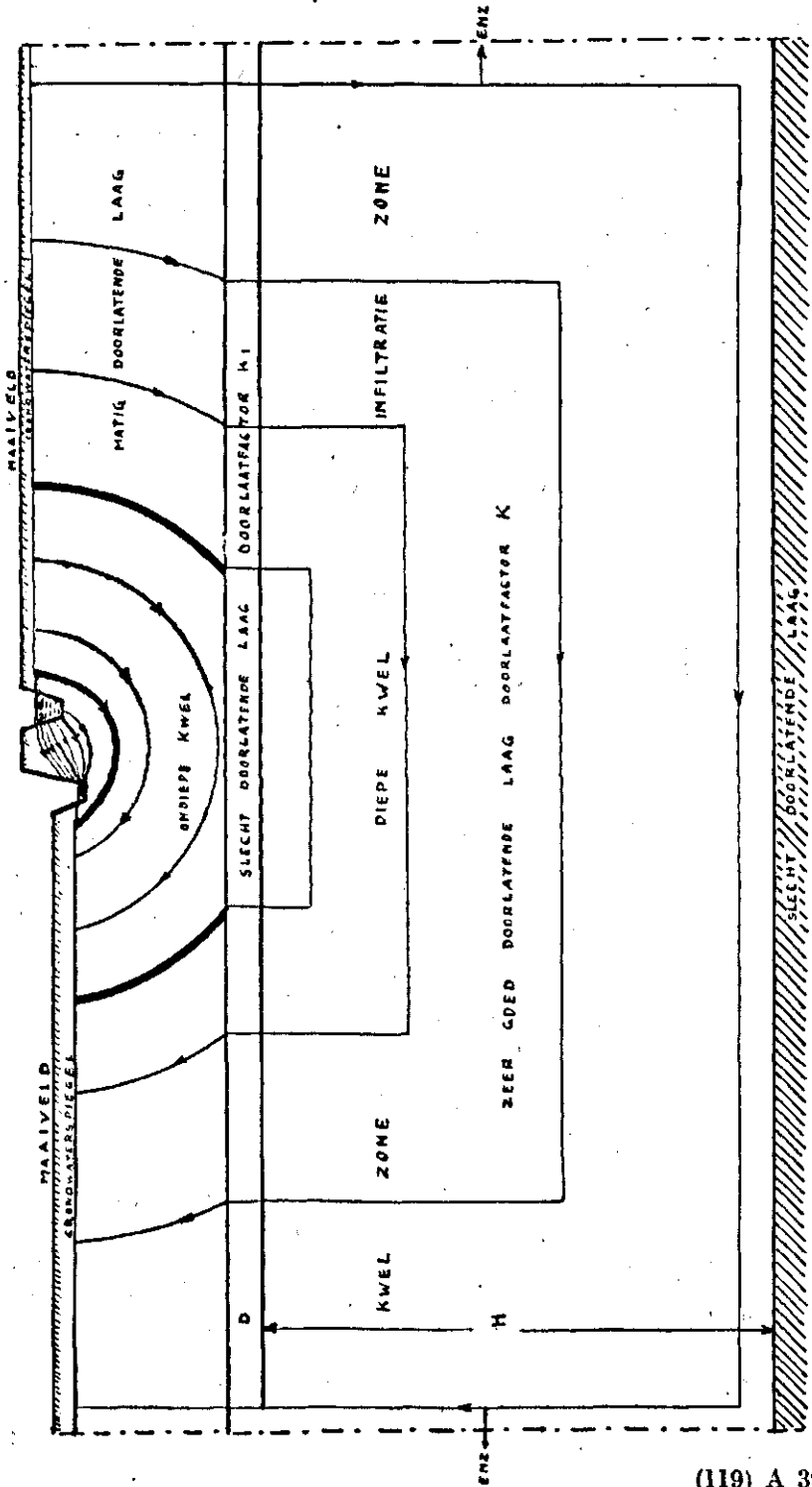
de sloot met een toenemenden afstand daarvan oploopt dan wel daalt, hangt van allerlei omstandigheden af, die hier verder niet besproken zullen worden. Eenvoudigheidshalve zijn de grondwaterspiegels door horizontale lijnen aangegeven. Verder treedt natuurlijk ook hier een infiltratiezone op (aan den kant van den hoogsten grondwaterstand) en een kwelzone (aan den kant van den laagsten grondwaterstand). Ten slotte is volstaan met slechts twee grondwaterverdiepingen aan te nemen, zooals meestal ook bij het optreden van diepe kwel het geval is.

In figuur 6 zijn ook de dijkskwel en de ondiepe kwel evenals de diepe kwel door stroombanen aangegeven. Ook deze stroombanen zijn uit de hand geteekend en niet berekend. De vorm daarvan is bovendien vereenvoudigd.

Tusschen de eerste en de tweede grondwaterverdieping bevindt zich een slecht doorlatende laag. Is deze laag zeer dik en de doorlatendheid uiterst klein dan zal de diepe kwel slechts klein zijn, ook als er een tweede grondwaterverdieping in het bodemprofiel aanwezig is, welke grondwaterverdieping niet alleen zeer dik maar ook zeer goed doorlatend kan zijn, terwijl er bovendien een groot peilverschil aanwezig kan zijn. Is de dikte van de laag tusschen twee grondwaterverdiepingen klein genoeg en (of) de doorlatendheid daarvan groot genoeg, is de doorlatendheid van de tweede verdieping groot (bijv. 25 m per 24 uur) evenals de dikte daarvan (bijv. 100 tot 200 m) en bedenken we, dat grondwater onder invloed van een verhang in dit water steeds zoo stroomt, dat de geringste weerstand wordt ondervonden, dan zal het duidelijk zijn, dat niet alleen diepe kwel moet optreden, maar dat de stroombanen ook den vorm moeten hebben zooals in figuur 6 is aangegeven, d.w.z. practisch verticaal door de slecht doorlatende laag en horizontaal door de dikke goed doorlatende tweede grondwaterverdieping<sup>101</sup>). Immers kost het weliswaar ten zekeren weerstand, dat het water de slecht doorlatende laag, van boven naar beneden (aan de infiltratiezijde van de waterkeering) doordringt; de weerstand, die het bij zijn horizontale streaming door de dikke en goed doorlatende tweede grondwaterverdieping ondervindt, is daarentegen zeer klein, alleen moet weer de noodige weerstand worden overwonnen om aan de kwelzijde van de waterkeering deze slecht doorlatende laag in omgekeerde richting te doordringen. De weerstand die voor de doorstroming van de slecht doorlatende laag moet worden overwonnen, is verder zoo klein mogelijk, indien deze laag verticaal wordt doorstroomd<sup>102</sup>). De totaal ondervonden weerstand bij diepe kwel kan zelfs veel kleiner zijn, dan de weerstand, die dezelfde hoeveelheid water in denzelfden tijd zou ondervinden, als alleen ondiepe kwel zou optreden, hetgeen wil zeggen, dat de ondiepe kwel (per strekkende meter waterkeering en per tijdseenheid) kleiner is dan

<sup>101</sup>) In figuur 6 is verder eenvoudigheidshalve aangenomen, dat iedere grondwaterverdieping homogeen doorlatend is evenals de slecht doorlatende laag daartusschen, terwijl verder de dikte van deze lagen overal dezelfde is.

<sup>102</sup>) De richting waarin de slecht doorlatende laag wordt doorstroomd, is niet zuiver verticaal maar hangt af van de verhouding van de doorlatendheid (dus ook van den weerstand) van deze slecht doorlatende laag en van de daarboven en daaronder gelegen lagen. Aangezien de doorlatendheid van de slecht doorlatende laag vaak rond 10000 maal kleiner is dan de doorlatendheid van de daaronder gelegen laag, wordt deze slecht doorlatende laag meestal practisch in verticale richting doorstroomd, waarmede ook bij de berekeningen rekening wordt gehouden.



Figuur 6

de diepe kwel. De totale hoeveelheid water, die onder een waterkeering doorstroomt, verdeelt zich immers steeds zoo over ondiepe en diepe kwel, dat de totaal ondervonden weerstand zoo klein mogelijk is, waarmede tevens het optreden van diepe kwel voldoende verklaard zal zijn.

De breedte van de infiltratie- en van de kwelzone is veel en veel grooter dan die van de ondiepe kwel. Deze breedte is onder overigens gelijke omstandigheden des te grooter, naarmate de dikte en de doorlatendheid van de tweede grondwaterverdieping grooter of dus de weerstand daarvan kleiner is en naarmate de dikte van de slecht doorlatende laag tusschen de beide grondwaterverdiepingen grooter en de doorlatendheid daarvan kleiner of de weerstand grooter is. Hoe grooter immers de weerstand van de laag tusschen de beide grondwaterverdiepingen is, hoe grooter de breedte van de infiltratie- en kwelzone wordt<sup>103</sup>). De totaal ondervonden weerstand wordt door deze verbreding van de kwel- en de infiltratiezone immers verkleind, indien de dikte en de doorlatendheid van de tweede verdieping maar groot genoeg zijn, of dus de weerstand daarvan maar klein genoeg is. In feite hangt de breedte van het infiltratiegebied en van het kwelgebied dan ook af van de wortel van het product van de dikte ( $H$ ) en de doorlatendheid ( $k$ ) van de tweede grondwaterverdieping en van den weerstand ( $C$ ) van de laag tusschen de eerste en tweede grondwaterverdieping of de breedte van de kwelzone is dan ook evenredig met  $\sqrt{k \cdot H \cdot C}$ , waarvan  $C = \frac{D}{k_1}$  waarin  $D$  de dikte en  $k_1$  de doorlatendheid van de laag tusschen de eerste en tweede grondwaterverdieping voorstelt.

De breedte van deze infiltratie- of kwelzone kan 2000 m en meer zijn. Is het betreffende waterschap of de polder, waarin diepe kwel optreedt, smaller dan tweemaal de breedte van deze zones dan beïnvloeden de kwelstromingen onder de tegenoverliggende dijken of waterkeeringen elkaar. Is de polder of het waterschap klein genoeg, dan kan de diepe kwel zelfs overal — dus op alle afstanden van de dijken of de waterkeeringen — practisch even groot zijn, terwijl, als de polder of het waterschap zoo groot is, dat de kwelstromingen onder de tegen over elkaar gelegen dijken of waterkeeringen elkaar *niet* meer beïnvloeden, de kwel met een toenemenden afstand uit deze dijken of waterkeeringen per m<sup>2</sup> eerst langzaam en daarna hoe langer hoe sneller met een toenemenden afstand uit de dijken afneemt.

Berekenen we de diepe kwel per oppervlakte-eenheid van den polder of het waterschap, waarin diepe kwel optreedt, dan zien we dus, dat, — al naar gelang van de breedte van de kwelzone, die aanwezig zou zijn als er geen tegenoverliggende dijk of waterkeering was en afhankelijk van het feit, of de afstand van de dijken of waterkeeringen al of niet voldoende groot is, dat al of geen beïnvloeding daarvan op de kwel onder de tegenover elkaar gelegen dijken of waterkeering door optreedt —, de volgende mogelijkheden kunnen optreden:

Het eerste uiterste geval is, dat de polder of het waterschap zoo klein is (of zoo smal is), dat de diepe kwel per oppervlakte-eenheid overal dezelfde is en dit ook blijft, als de polder bijv. tweemaal zoo groot wordt genomen.

<sup>103</sup>) Theoretisch zijn beide gebieden oneindig breed. Hier wordt bedoeld de breedte van het gebied, waarbinnen bijv. 95 % van de totale hoeveelheid infiltreert dan wel opkweelt.

In dat geval is de grootte van den polder of het waterschap tot een zekere grens niet van invloed op de diepe kwel (dus berekend per oppervlakte-eenheid; de totale hoeveelheid kwel van den geheelen polder of het waterschap neemt natuurlijk wel met de grootte toe en is daarmede recht evenredig). Ook de vorm van den polder of van het waterschap heeft dan geen invloed meer op de kwel per oppervlakte-eenheid.

Een tweede uiterste geval treedt op, indien de polder of het waterschap zoo groot is, dat de kwelstromingen, onder de dijken of waterkeeringen door, elkaar niet beïnvloeden. In dat geval is de *totale* diepe kwel van den polder of van het waterschap weer recht evenredig met de lengte van de dijk of van de waterkeeringen. Zij zal dus per oppervlakte-eenheid berekend weer des te kleiner zijn, naarmate bij gelijke oppervlakte de polder of het waterschap meer den cirkelvorm nadert. Hier is dus de vorm en natuurlijk ook de grootte van den polder of het waterschap weer van groot belang. Hoe grooter deze polders of waterschappen zijn en hoe meer deze den cirkelvorm naderen, hoe kleine immers de diepe kwel berekend per oppervlakte-eenheid wordt.

In de derde plaats treden — en dat is vrijwel regel — tusschenliggende gevallen op.

Op grond van het bovenstaande kan men dan ook wel zeggen, dat, treedt ondiepe en diepe kwel (en dijkskwel) in belangrijke mate op, het aanbeveling verdient de polders of waterschappen zoo groot mogelijk te maken en de vorm daarvan zooveel mogelijk den cirkelvorm te doen benaderen als maar in de gegeven omstandigheden mogelijk is en in elk geval instulpingen en uitsteeksels te vermijden.

De vraag of, en eventueel waar en in welke mate, *diepe* kwel in de Veenkoloniën optreedt, kan niet beantwoord worden, aangezien we wel is waar de afmetingen en de doorlatendheid van de eerste grondwaterverdieping kennen, echter niet over gegevens of althans over voldoende gegevens over den opbouw en de doorlatendheid van het daaronder gelegen bodemprofiel beschikken. Pogingen werden echter door schrijver ondernomen een waterschap in de Veenkoloniën te vinden van niet al te groote afmetingen (dit eenvoudigheidshalve) met een elektrische bemaling, waarvan de maalstaten goed zijn bijgehouden, of althans het kwu-verbruik per week of per maand bekend is, evenals de waarnemingen van den binnen- en buitenwaterstand en de capaciteit van het gemaal en het kwu-verbruik per tijdseenheid bij de voorkomende opvoerhoogten. Hieruit is namelijk de totale kwel met behulp van de regencijfers te berekenen, waarop hier niet verder zal worden ingegaan. Aangezien de dijkskwel (waarschijnlijk te verwaarloozen) en de ondiepe kwel berekend zouden kunnen worden, zou daarmede de diepe kwel bekend zijn, indien deze althans optreedt. Hiermede zou dan althans op één plaats in de Veenkoloniën de meer of mindere grootte van deze kwel bekend zijn. Tevens zou dan eens kunnen worden nagegaan, hoe de totale kwel zou veranderen, indien het waterschap met een bepaald gedeelte van de naastgelegen gronden werd vergroot, waardoor de invloed van den vorm en de grootte van het waterschap op de kwel tot uitdrukking zou komen. Tot mijn spijt is het niet mogelijk gebleken een dergelijk waterschap te vinden, zoodat dergelijke beschouwingen tot tijd en wijle moeten worden uitgesteld, dat de bedoelde gegevens beschikbaar zijn.



b. Bespreking van den z.g. doorslag

1. *Algemeene bespreking van den doorslag*

In 'de eerste plaats was het natuurlijk noodzakelijk na te gaan, wat men in de praktijk onder doorslag verstaat en wanneer dit verschijnsel optreedt. De Heer J. EERKES, Westerdiep, Gem Wildervank, op wiens boerderij doorslag optreedt, was zoo welwillend mij hierover nader in te lichten en dit ter plaatse toe te lichten, waarvoor ik hier gaarne mijn dank betuig. Op de boerderij van den Heer R. OLDENBURGER, Poststraat 17, Stadskanaal, blijkt verder eveneens doorslag op te treden. Aangezien beide Heeren over dit verschijnsel dezelfde meening bleken te hebben en deze meening dus waarschijnlijk de algemeen geldende opinie weergeeft, moge deze hier eerst besproken worden.

Doorslag treedt op, als het peil in de wijk hooger is dan in de scheisloot. Zijn beide peilen even hoog, dan treedt geen doorslag op; zijn beide peilen hoog ten opzichte van het maaiveld, dan is dus overal op het perceel (indien het maaiveld daarvan een vlakke ligging heeft) de ontwatering onvoldoende tot volkomen onvoldoende. Doorslag ontstaat dus, als de scheisloten worden bemalen en daardoor een lager peil hebben dan de wijk. Doorslag treedt dus op in de perioden (soms ook het geheele jaar door), dat de wijken in open verbinding staan met het kanaal, indien hierin een hoog peil ten opzichte van het maaiveld van het land optreedt, en met name dit peil hooger is dan het peil in de scheisloot. Het hooge peil in de wijk vormt de reden, waarom de scheisloten worden bemalen en waardoor hierin een lager peil aanwezig is dan in de wijk.

Aangezien langs de wijken de (land)wegen loopen, wordt onder doorslag verstaan het water, dat door den zijwand van de wijk infiltreert en door den grond onder den landweg „doorslaat” in een strook grond daarachter. Deze strook wordt daardoor veel natter dan de grond op groteren afstand van de wijk, of kan dit althans worden. Ook dit verschijnsel (natte strook langs den weg) op zichzelf beschouwd heet doorslag. Dit natter zijn van de strook grond langs den weg kan uit een veel donkerder kleur of zelfs uit plassen op het land en natuurlijk uit de groundbewerking en de gewassen blijken. In verschillende gevallen is aan de landzijde van den weg een greppel gegraven van  $\pm$  50 à 60 cm diepte, waarvan de bodem iets helt en die in verbinding staat met een perceelsscheidingsloot (dwarssloot). Hierdoor kan de hinder van doorslag somtijds worden weggenomen. Op een perceel van den Heer OLDENBURGER dicht bij het gemaal is deze greppel echter ten eenen male onvoldoende aangezien tijdens mijn bezoek (5 Juni 1942) een breede strook langs den weg duidelijk natter was dan de grond dicht bij de scheisloot gelegen. De natte strook had hier zeker een breedte van 30 tot 40 m. Afdoende is dus deze greppel lang niet altijd; het maaiveld van het betreffende perceel op de boerderij van den Heer OLDENBURGER lag echter wel zeer laag en met name lag het maaiveld hier onder den waterspiegel in de wijk.

Verder kan worden opgemerkt, dat, als het maaiveld van het perceel voldoende hoog, of dus voldoende boven den waterstand in de wijk ligt, geen hinder van doorslag optreedt en men, naar ik begreep, ook meent dat hier geen doorslag optreedt. Mocht dit laatste door mij juist zijn begrepen, dan kan reeds hier worden opgemerkt, dat deze meening onjuist is. Dat men er hier

geen last van heeft, moet aan een heel andere oorzaak worden toegeschreven, waarop hieronder zal worden teruggekomen. Verder zijn op de boerderij van den Heer OLDENBURGER zgn. klemsloten langs den landweg aanwezig. Deze z.g. klemsloten zijn geen sloten (de naam is dus misleidend) maar strooken van  $\pm 8$  m breed, waar — althans op deze boerderij — het veen volledig is weggegraven en waar dus onder de bouwvoor direct zandgrond optreedt. In normale gevallen schijnt echter hierop nog, behalve op den weg, weer een laag veen te zijn teruggebracht, zij het dan ook meestal minder dan 50 cm. De Heer OLDENBURGER deelde mij nog mede, dat geen doorslag optreedt, wanneer een klemsloot zonder veen onder de bouwvoor aanwezig is. Naar hun meening houdt het zand dezen doorslag tegen, doordat dit zand veel minder doorlatend zou zijn dan de veenlaag. Aangezien mij nu bleek, dat met den betreffende zandgrond zuiver wit zand wordt bedoeld, waarvan de doorlatendheid zeer zeker niet klein is, hetgeen uit het in deze publicatie besproken onderzoek blijkt, wordt de doorslag zeer zeker niet door dezen zandgrond tegengehouden, tenzij deze zandgrond slibrijk en daardoor slecht doorlatend is, hetgeen kan voorkomen. De reden waarom deze klemsloten den hinder van doorslag opheffen, ligt bij de boerderij van den Heer OLDENBURGER voornamelijk hierin, dat het maaiveld ter plaatse van deze klemsloten vrij hoog ligt. Elders kan echter het maaiveld daarvan ter plaatse mogelijk lager liggen, terwijl ik mij ook dan kan voorstellen, dat geen, of althans nauwelijks meer last van doorslag op het land wordt ondervonden dan wanneer deze doorslag niet aanwezig is; nl. in die gevallen, waarbij onder de bouwvoor geen veen meer voorkomt. Indien ter plaatse van de klemsloot onder de bouwvoor geen veenlaag voorkomt, zal bij denzelfden grondwaterstand onder het maaiveld — bijv. 20 cm onder het maaiveld — de grond hier veel steviger en droger zijn dan indien hier onder de bouwvoor een veenlaag optreedt. Verder is de klemsloot  $\pm 8$  m breed, waardoor dus de ergste hinder reeds is opgevangen, aangezien deze immers afneemt, naarmate de afstand uit de wijk toeneemt, hetgeen samenhangt, zooals we zullen zien, met de ligging van den grondwaterstand onder het maaiveld.

Vatten we alles samen, dan blijkt, dat men in de practijk feitelijk onder doorslag alleen het water, dat in de greppel langs den weg vloeit, of het optreden van een natte(re) strook langs den weg van een bepaalde breedte verstaat. Natuurlijk kan men de naam „doorslag” daarvoor reserveeren, indien men zich ervan bewust is, dat hiermede slechts bepaalde uitingen van een veel verdergaand verschijnsel worden bedoeld. Mijns inziens is dit echter minder juist in verband met de verwarring, die daarvan het gevolg kan zijn, of met den verkeerden indruk, die men daarvoor vestigt. Zoo is het bijv. niet aan twijfel onderhevig, dat ook de hoeveelheid water, die in den bodem van de wijk infiltreert, mede den doorslag — ook in de bovengenoemde beteekenis — bepaalt. *Hier zullen dan ook niet alleen de bovengenoemde uitingen, maar het geheele verschijnsel — dus ook als men er geen hinder van heeft, of er althans op het land zelf niets van bemerkt — met den naam „doorslag” worden aangegeven.*

Dat er overigens wel iets meer geschiedt dan door de bovengenoemde verschijnselen tot uiting komt, blijkt uit een mededeeling van den Heer EERKES. In een natte periode gedurende het tijdvak, waarin de wijken in open verbinding staan met het kanaal (in de aardappelcampagne en daarna tot om-

streeks 1 December), staat de scheisloot vol water, hetgeen volgens den Heer EERKES veroorzaakt wordt door eensdeels een te kleine capaciteit van het ge-  
maal en anderdeels door de groote lengte  $\pm 4$  km en de te geringe afmetingen  
van de scheisloot, waardoor hierin een sterk verhang optreedt. In een droge  
of althans regenarme periode echter, nadat de wijk van het kanaal is afgedamd,  
daalt het peil in de wijk in ongeveer 2 weken  $\pm 50$  cm en kan bovendien een  
voldoend laag peil in de scheisloot onderhouden worden. Hieruit volgt, hetgeen  
overigens ook wel te verwachten was, dat water en zelfs veel water, uit de  
wijk door den grond naar de scheislotten vloeit. Deze kwel, of wat ik zou  
noemen „doorslag”, houdt pas op, wanneer het peil in de wijk en de scheislotten  
dezelfde is. Deze doorslag is natuurlijk des te grooter, naarmate het peilver-  
schil in de wijk en de scheisloot grooter is <sup>104</sup>).

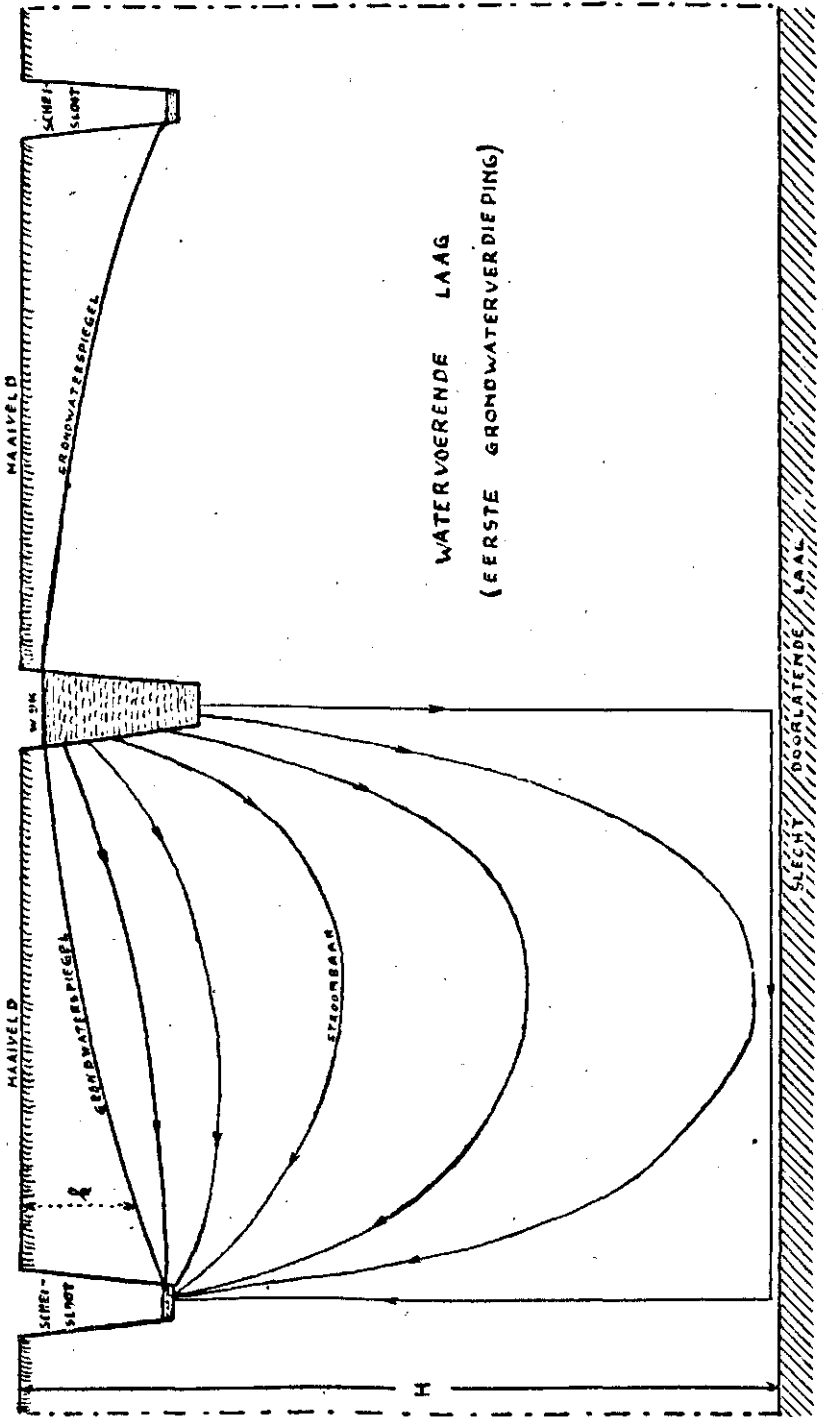
Aangezien we reeds weten, dat er onder de veenlaag in de Veenkoloniën  
meestal een dikke doorlatende zandlaag voorkomt, en we verder reeds her-  
haaldelijk gebruik hebben gemaakt van het feit, dat het uit de wijk of sloot  
gaande, resp. het in de wijk of sloot komende, water den geheelen natten  
omtrek van de wijk of de sloot passeert en niet alleen den zijwand, hoop ik,  
dat, zonder hierop verder in te gaan, men bereid is aan te nemen, dat de stroo-  
ming van het water uit de wijk naar de scheisloot zoo verloopt, als in figuur 7a  
en 7b door enkele (willekeurig gekozen) stroombanen is aangegeven.

Figuur 7a geldt voor het geval, dat geen overtollige neerslag moet worden  
afgevoerd, maar alleen water uit de wijk naar de scheisloot vloeit. In figuur 7b  
is het geval aangegeven, dat bovendien overtolligen neerslag moet worden  
afgevoerd en wel in het geval, dat deze hoeveelheid direct naar de scheisloot  
vloeit en niet gedeeltelijk eerst naar de wijk (Dit laatste geval zou optreden,  
indien de grondwaterspiegel tot boven den waterspiegel in de wijk zou oploopen).  
Uit beide figuren blijkt verder, dat hierbij geen diepe kwel is aangenomen,  
hetgeen hier — onafhankelijk van het feit of onder de slecht doorlatende laag  
een al of niet een dikke goed doorlatende laag (tweede grondwaterverdieping)  
volgt — zeker geoorloofd is in verband met de relatief geringe onderlinge af-  
standen van de wijken en scheislotten, en verder in verband met de omstandig-  
heid, dat de wijk en de scheisloot telkens elkaar opvolgen. Alleen indien de  
laag, die de watervoerende laag (eerste grondwaterverdieping) van onderen  
afsluit, nog tamelijk doorlatend is, zal diepe kwel van belang zijn, hetgeen  
dus hier zeer waarschijnlijk niet het geval zal zijn en derhalve niet verder in  
aanmerking zal worden genomen. Uit deze figuur volgt verder direct, dat  
het feit, of onder den weg al of geen veen voorkomt resp. of langs deze wijk  
al of geen klemsloot optreedt, niet zal kunnen beletten, dat doorslag optreedt.

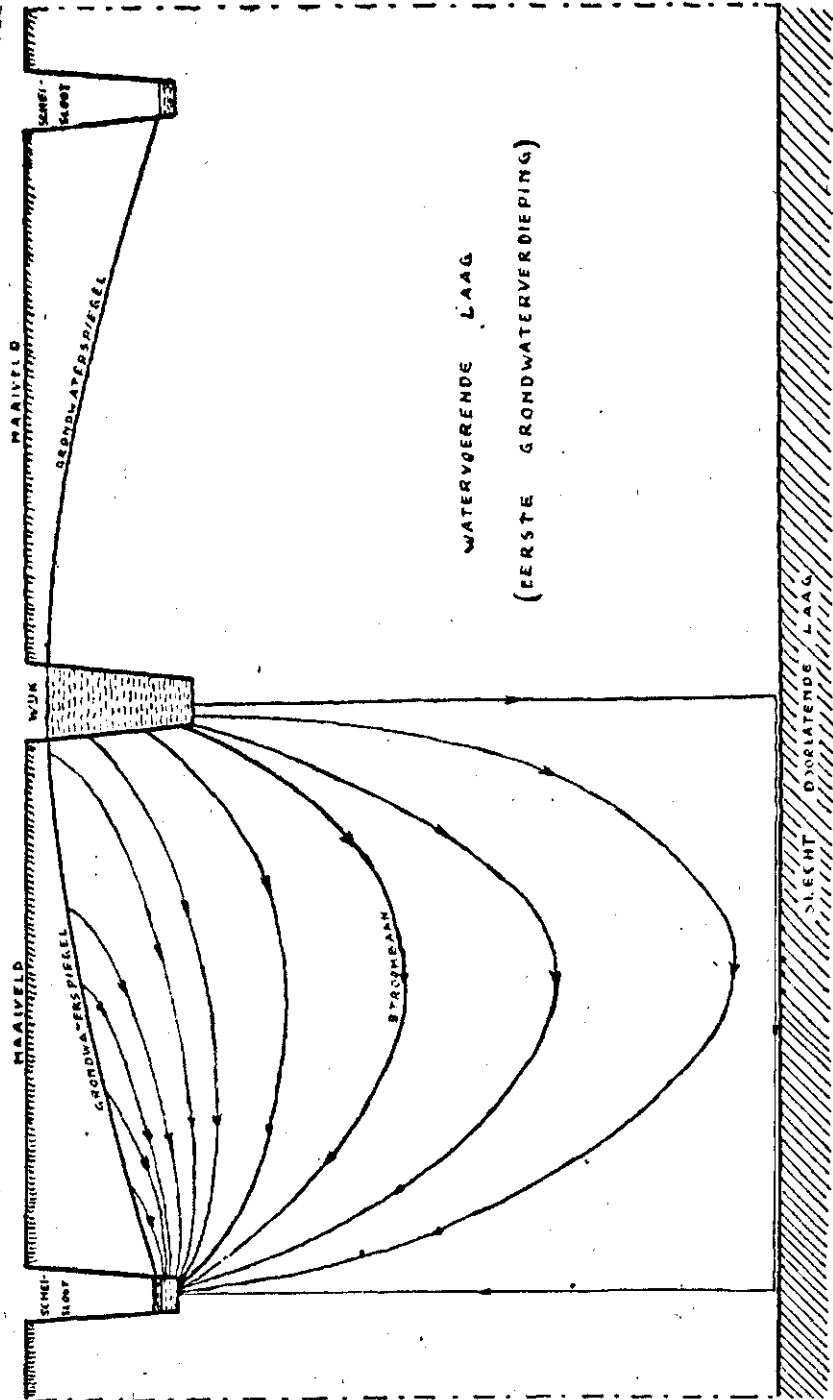
In figuur 8a, 8b, en 8c zijn enkele gevallen geteekend (alleen de wijk met  
aangrenzende strook) waarin (in figuur 8a) het maaiveld voldoende hoog  
boven het peil in de wijk is gelegen om geen hinder van doorslag te hebben,  
resp. waarin het maaiveld zoo laag ligt (figuur 8b) dat wel last van doorslag  
wordt ondervonden, die echter door een greppel langs den weg kan worden

---

<sup>104</sup> Zie ook de in noot 1 genoemde literatuur blz. 639. Hierin werd medegedeeld,  
dat, toen de scheisloot van de proefboerderij te Borgercompagnie werd afgedamd en hierin  
door bemaling een lager peil werd aangehouden, zeer veel water naar deze scheisloot  
vloeide.

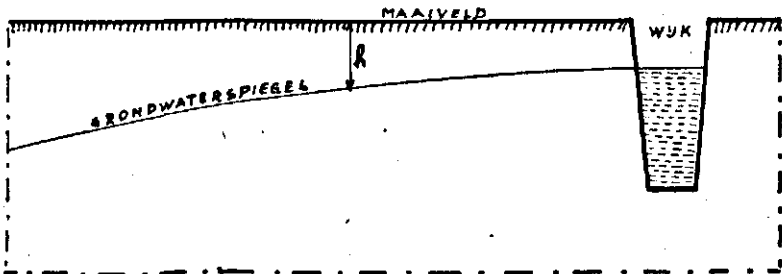


Figur 7a

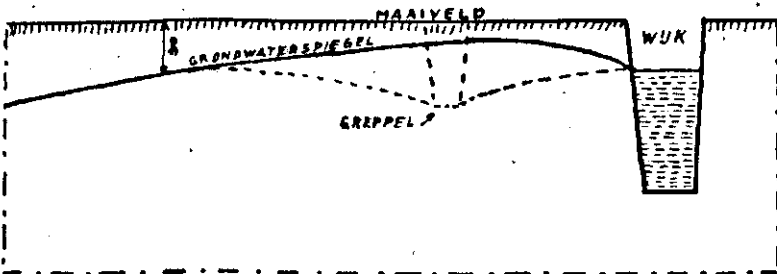


Figuur 7b

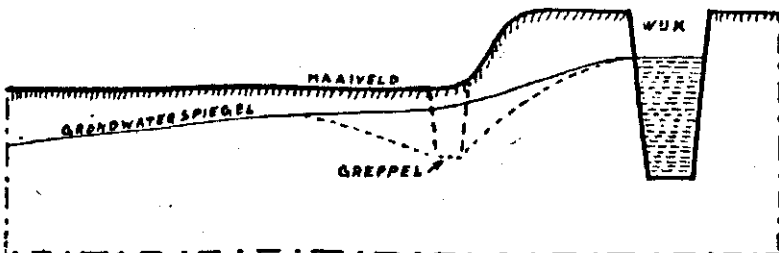
opgeheven), resp. (figuur 8c) waarin het maaiveld zoo laag ligt (bijv. iets onder den waterspiegel in de wijk), dat sterke hinder van doorslag wordt ondervonden, die door een greppel langs den landweg niet of althans slechts gedeeltelijk (dicht bij de greppel) is op te heffen. Natuurlijk gelden alle gevallen slechts bij een bepaalde hoeveelheid overtolligen neerslag resp. bij bepaalde peilen in de wijk en de scheisloot. In figuur 8c is bijv. het geval geteekend, dat de grondwaterspiegel tot vlak onder het maaiveld oploopt; bij een grooteren neerslag kan de grondwaterspiegel tot het maaiveld stijgen, d.w.z. dat het water op het land komt te staan, enz.



Figuur 8a



Figuur 8b



Figuur 8c

In figuur 8a is dus het geval weergegeven, dat het maaiveld (overal) zoo hoog ligt, dat geen last van doorslag wordt ondervonden. Doorslag treedt hier natuurlijk even goed op als elders. Er wordt daarvan geen last onder-

vonden, aangezien de grondwaterspiegel (ook dichterbij de wijk) zelfs bij de grootste hoeveelheid overtolligen neerslag (5 mm per 24 uur)<sup>106)</sup> voldoende diep onder het maaiveld blijft.

In figuur 8b is het geval aangegeven, waar dit niet het geval is. Hier loopt dus de grondwaterspiegel (volgetrokken lijn) te hoog op, met als gevolg, dat hinder van doorslag (natte strook) optreedt. Is dit maaiveld ten opzichte van den grondwaterstand in de wijk niet al te laag gelegen (in figuur 8b is het maaiveld nog even boven den waterspiegel geteekend; mogelijk mag het er ook nog wel even daaronder liggen), dan zal door een greppel langs den weg de grondwaterspiegel (streepjeslijn) zoo kunnen worden verlaagd, dat de grondwaterstand diep genoeg onder het maaiveld blijft (ook bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur). De invloed van de greppel bestaat immers in een verlaging van den grondwaterspiegel onder den weg en in een verlaging van den grondwaterspiegel over een zekeren afstand in de richting naar de scheisloot. Is deze laatste strook zoo breed, dat, waar de invloed van de greppel ophoudt, de grondwaterstand reeds voldoende diep onder het maaiveld ligt, dan wordt de hinder van doorslag door de aanwezigheid van de greppel opgeheven.

In figuur 8c is het geval geteekend, dat het maaiveld zoo laag is gelegen, dat een greppel langs den landweg gelegen den grondwaterspiegel niet in die mate kan verlagen, dat geen last van doorslag meer optreedt. In dat geval treedt dus alleen meer vlak bij de greppel een merkbare verlaging van den grondwaterspiegel op; de strook, waarover deze verlaging optreedt, kan meer of minder breed en dus ook slechts zeer smal zijn, hetgeen des te meer het geval zal zijn, naarmate de doorslag grooter is en het land lager is gelegen.

Beschouwen we ten slotte de middelen, die aangewend kunnen worden om dezen doorslag zelf, resp. althans den hinder van dezen doorslag in landbouwkundig opzicht op te heffen, dan zal het duidelijk zijn, dat twee methoden verreweg de beste zijn (voor- of nadeelen ten opzichte van de kosten van de te noemen maatregelen zullen niet in aanmerking worden genomen).

1. Verlaging van het kanaalpeil en dus van het wijkpeil tot een zekeren stand, zoodat geen onderbemaling van de scheisloten meer noodig is om een voldoende ontwatering te verkrijgen. Het bezwaar daarvan is, dat mogelijkerwijze de scheepvaart in het kanaal en in de wijken alleen mogelijk blijft, indien het kanaal en de wijken worden uitgediept. Het voordeel is, dat dan niet alleen de doorslag verdwijnt, maar mogelijk ook de ontwatering voldoende wordt, waar dit zonder onderbemaling van de scheisloten niet het geval is, resp. niet het geval zou zijn.

2. Het dempen van alle wijken, hetzij geheel hetzij (voor zoover noodig) tot een sloot met de afmetingen van een kavelsloot overblijft, waarbij deze laatste sloot op hetzelfde peil wordt gebracht, als in de reeds bestaande scheisloten aanwezig is.

Nadeelen: De scheepvaart blijft alleen in het kanaal mogelijk. Verder blijft doorslag vanuit het kanaal optreden, welke doorslag (per ha) echter slechts een klein gedeelte van den doorslag is, die nu optreedt. Er is voor de

<sup>106)</sup> Buitengewoon hevige neerslagen worden hier niet in aanmerking genomen.

demping van de wijken veel grond noodig; bemaling van de scheisloten blijft noodzakelijk.

Voordeelen: De scheepvaart blijft zonder meer in het kanaal mogelijk. Is voldoende grond aanwezig, dan kan tegelijk met de demping een egalisatie van het terrein en een eventueelen verbreking van de oerlagen resp. een verbetering van den opbouw van het profiel plaats vinden. Ook kunnen dan alle perceelsscheidingssloten worden gedempt (zie in dit verband ook § 4). Er heeft een niet-onbelangrijke landaanwinst plaats, terwijl onderhoud van wijken en perceelsscheidingssloten (dwarssloten) niet meer noodig is. Verder zijn voor de bewerking van den grond enz. aan deze demping van perceelsscheidingssloten voordeelen verbonden.

Bovengenoemde methoden hebben dit gemeen, dat de doorslag of geheel of althans vanuit de wijken verdwijnt. We zullen nu nog methoden bespreken, waarbij de doorslag blijft bestaan echter de hinder van den doorslag uit een landbouwkundig oogpunt (dus te hooge grondwaterstanden) wordt weggenomen. Hierbij zijn dus de scheisloten bemalen, terwijl de wijken een te hoog peil hebben.

Deze methoden zijn:

(1) De wijken van het kanaal afdammen, behalve in de periode, waarin in verband met het vervoer van oogstproducten weer de wijk in open verbinding met het kanaal moet worden gebracht. Deze methode wordt veelvuldig echter niet overal toegepast. Doorslag treedt alleen in de periode (aardappelcampagne en daarna tot omtreeks 1 December) op, waarin de wijk in open verbinding met het kanaal staat.

(2) Het graven van een greppel (omstreeks 50 cm diep) aan de landzijde langs den weg (de wijk ligt dus aan de andere zijde van den weg). Deze methode wordt veelvuldig toegepast; zij geeft echter niet steeds voldoende resultaten. Deze methode kan practisch alleen worden toegepast, indien er perceelsscheidingssloten (dwarssloten) aanwezig zijn, waarop de greppels kunnen uitmonden<sup>106</sup>). Het nadeel van deze greppels is het onderhoud daarvan, het feit dat zij kweekplaatsen van onkruid zijn, dat zij lastig zijn bij het bewerken van het land en tenslotte, dat zij aanleiding geven tot een zeker landverlies.

(3). Een zelfde resultaat als met greppels is ook te bereiken door drainreeksen te leggen evenwijdig aan de wijk. Het voordeel boven greppels is het feit, dat hiervan geen last wordt ondervonden bij de bewerking van het land, dat geen kweekplaatsen van onkruid aanwezig zijn, terwijl bovendien geen landverlies optreedt. In hoeverre drainage berekend over een aantal jaren goedkooper dan wel duurder is dan een begreppeling is niet te zeggen, aangezien niet bekend is, hoelang drainreeksen in de Veenkoloniën hun goede werking behouden, resp. om de hoeveel tijd deze schoongemaakt moeten worden resp. na hoeveel tijd deze geheel onbruikbaar zijn geworden. Het voordeel van drains is verder, dat zij ook de hinder van doorslag kunnen opheffen in het geval de bovenbedoelde greppels onvoldoende resultaten geven.

<sup>106</sup>) Natuurlijk kan men deze greppel desnoods ook door een drainreeks op de scheislot laten aflopen; in dat geval biedt het leggen van zijdrains vanuit de hieronder genoemde drainreeks voordeelen.



Het aantal benodigde drainreeksen hangt bij de toepassing van de in sub 3 genoemde, methode af van de breedte van de strook langs den weg, waar hinder van doorslag optreedt. Het lijkt mij voldoende één drainreeks juist aan de landzijde van den weg te leggen en resp. landinwaarts — dus afhankelijk van de breedte van de natte strook langs de landweg — hierop één drainreeks op 5 m, vervolgens hierop weer een reeks op 10 m en voor zoover noodig nog een reeks op 20 m afstand (dus resp. op 0, 5, 15 en 35 m uit den rand van den weg landinwaarts) te laten volgen. Zal deze methode goede resultaten geven, dan moet het peil in de scheisloot voldoende laag zijn, zoodat ook de drainreeksen voldoende diep kunnen worden gelegd. Zijn perceelsscheidingssloten aanwezig, dan kunnen de drains hierop uitmonden; zij hellen (10 cm per 100 m) dan vanuit het midden tusschen de dwarssloten naar deze dwarssloten, maar loopen in het midden hiertusschen even langs elkaar heen om ook op het middengedeelte een goede ontwatering te verkrijgen. Een veel grootere lengte dan ruim 100 m lijkt mij minder gewenscht, aangezien de drainreeksen dan in het midden vrij hoog komen te liggen. De gemiddelde draindiepte moet verder zoo mogelijk niet minder dan 75 cm bedragen. (Deze wordt dus bepaald door het peil in de scheisloot). Ook met geringere draindiepten zijn nog wel goede resultaten te verkrijgen; men dient dan echter de drainafstanden kleiner te nemen.

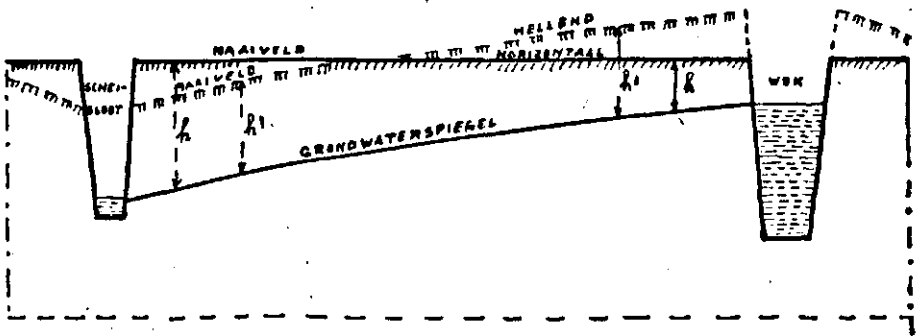
Zijn geen perceelsscheidingssloten aanwezig, dan kan één drainreeks loodrecht de scheisloot worden gelegd, welke drainreeks hierop uitmondt en die tot den weg doorloopt. Loodrecht daarop, of dus evenwijdig de wijk, worden op de reeds genoemde afstanden zijdrains gelegd, die dus op de eerste (hoofd)drain uitmonden. Aangezien de hoofddrain en de zijdrains een zekere helling moeten hebben (10 cm per 100 m) kan de lengte van de zijdrains niet te groot zijn. Treedt overal langs den weg last van doorslag op, dan kan afhankelijk van het peil in de scheisloot de onderlinge afstand van de hoofddrains niet meer bedragen dan omstreeks 200 à 250 of hoogstens 300 m. De hoofddrain moet daarbij een iets grootere doorsnede hebben dan de zijreeksen.

Deze laatste methode werd nog niet toegepast. Het lijkt mij gewenscht hiermede eens een proef te nemen.

De beide laatstgenoemde methoden heffen den doorslag niet alleen niet op, maar maken deze zelfs grooter, aangezien nu hetzelfde hoogteverschil tusschen den grondwaterstand en den waterstand in de wijk over een korteren afstand optreedt, waardoor de doorslag natuurlijk toeneemt. Wel wordt de last van den doorslag in *landbouwkundig opzicht* opgeheven, doordat de grondwaterstand in het land voldoende verlaagd wordt.

Tenslotte is nog een vierde methode (soms) mogelijk, waarbij geen greppels of drains gegraven resp. gelegd behoeven te worden en waarbij toch de hinder van doorslag wordt weggenomen. Bij deze methode blijft de doorslag dus eveneens bestaan; hij wordt echter niet vergroot. Deze methode is toe te passen, indien de hoogteligging van het land ongelijk is en door egalisatie voldoende grond vrijkomt, om het maaiveld vanaf de wijk naar de scheisloot te laten hellen en tegelijk het maaiveld overal voldoende hoog boven de verbindingslijn (feitelijk boven den hellenden grondwaterspiegel vanaf den waterspiegel in de wijk tot den waterspiegel in de scheisloot) te brengen. Deze helling in het maaiveld heeft immers dan vooral voordeelen boven een horizontale ligging

van het maaiveld, indien in dit laatste geval (horizontale ligging) de hoogteligging van het maaiveld dicht bij de wijk niet hoog genoeg boven den grondwaterspiegel is, waardoor hier last van doorslag zou worden ondervonden, welke last van doorslag niet zou optreden, als het maaiveld hellend vanuit de wijk naar de scheisloot zou worden gelegd, aangezien dit maaiveld bij de wijk nu hoger ligt. Figuur 9 geeft daarvan een beeld. Het horizontaal gelegen maaiveld is door een volgetrokken lijn en het hellend maaiveld door een streepjeslijn aangegeven. Aangezien de grondwaterspiegel ook vanaf de wijk naar de scheisloot helt en een voldoende ontwatering wil zeggen een voldoende hoogteligging van het maaiveld boven den grondwaterspiegel, zal het duidelijk zijn, dat een hellend maaiveld voordeelen boven een horizontaal gelegen maaiveld moet hebben.

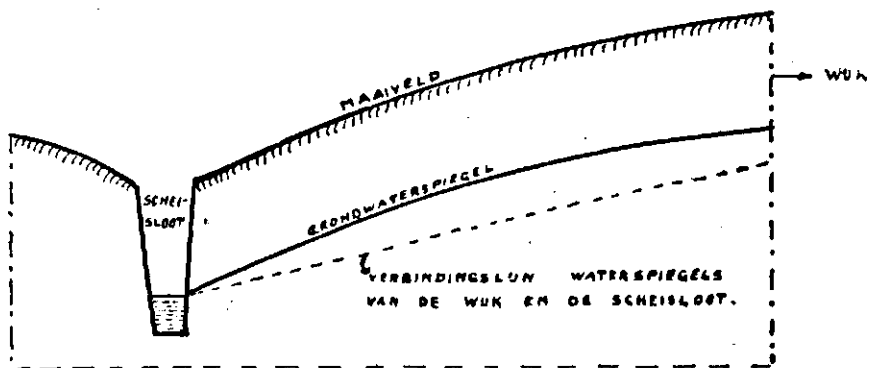


Figuur 9

Deze laatste methode geeft alleen dan echter goede resultaten, indien de ligging van den grondwaterspiegel boven de lijn, die de waterspiegels in de wijk en in de scheisloot verbindt, niet te hoog is. In een belangrijk deel van de Veenkoloniën is deze hoogteligging, ondanks de vermeerdering van den overtolligen neerslag met den doorslag, minder dan of hoogstens 20 cm boven deze verbindingslijn, zoodat dus — vooral in de gebieden D en C — een hoogteligging van het maaiveld van overal ongeveer 60 of zeker 70 cm boven de verbindingslijn van de waterspiegels in de wijk en in de scheisloot voldoende is om nergens op het perceel, en dus ook niet dicht bij de wijk, overlast van water te ondervinden. Aangezien de helling van den grondwaterspiegel vanuit den waterspiegel in de wijk eerst iets minder is dan de helling van de verbindingslijn van de waterspiegels in de wijk en in de scheisloot en op grooteren afstand deze helling iets grooter zal zijn dan de helling van de genoemde verbindingslijn, kan aan het maaiveld het beste vanaf de wijk eerst een iets kleinere helling en dan een iets grootere helling dan de genoemde verbindingslijn van de waterspiegels van de wijk en in de scheisloot gegeven worden. Het maaiveld verloopt dan op dezelfde manier als de grondwaterspiegel boven de verbindingslijn. Hiervoor wordt verwezen naar figuur 9 en figuur 9a, waarvan figuur 9a dus de grondwaterspiegel, de genoemde verbindingslijn en het maaiveld te zien geeft en waarin duidelijkheidshalve een en ander iets is overdreven.

Het is mij niet bekend of deze methode al of niet bewust in de Veenkoloniën is toegepast. Een feit is echter, dat verschillende malen het maaiveld bij de wijk (gemiddeld genomen) hooger ligt dan bij de scheisloot en dus het maaiveld vanaf de wijk naar de scheisloot helt.

Tenslotte kan worden opgemerkt, dat, komt een oerlaag in het profiel, vooral dicht bij de wijk voor, complicaties optreden, waarop niet verder zal worden ingegaan.



Figuur 9a

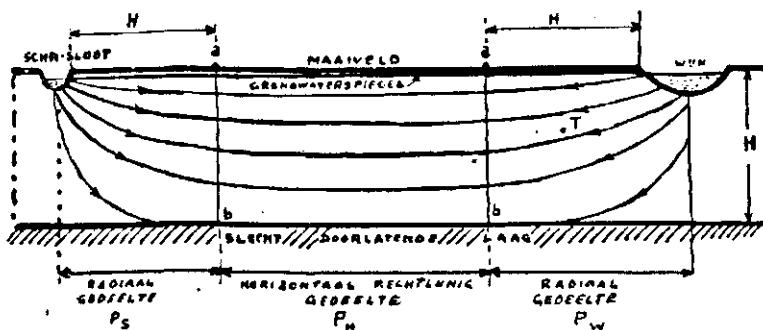
## 2. Berekening van den doorslag al of niet samen met den overtolligen neerslag

### α. Eenige algemeene beschouwingen

Tenslotte moge hier nog de berekening van den doorslag, zowel onder de omstandigheid, dat geen als dat wel overtollige neerslag moet worden afgevoerd, volgen. Deze berekening lijkt mij eensdeels de moeite waard om een indruk van de grootte van dezen doorslag te verkrijgen; anderdeels is zij van belang om in ieder afzonderlijk geval dezen doorslag te kunnen berekenen, zoodat hiernede bij de bepaling van de capaciteit van de gemalen, bij de afmetingen van de slooten enz. rekening kan worden gehouden. Helaas is deze berekening minder eenvoudig van aard dan de berekening, die in de voorgaande paragrafen werd toegepast. Ook hier — evenals dus in de in noot 1 genoemde, publicatie — zullen de berekeningen met behulp van een hulptabel (tabel 32) weer zoo worden vereenvoudigd, dat zij voor een algemeene toepassing geen bezwaar meer opleveren.

Onder verwijzing naar de, in noot 1 genoemde, publicatie, blz. 556 en 557, resp. blz. 575—578 kan hier volstaan worden met de opmerking, dat de strooming gesplitst moet worden in een gedeelte met een radiale strooming (vanuit de wijk resp. naar de scheisloot) en in een gedeelte met een (practisch) horizontaal rechtlijnige strooming (zie figuur 10). Het totale potentiaalverschil tusschen den waterstand in de wijk en in de scheisloot (= verschil in hoogteligging van deze waterstanden) is dan de som van het potentiaalverschil ( $p_w$ ) noodig om het water uit de wijk tot de grens van het horizontaal rechtlijnig gedeelte te doen vloeien, van het potentiaalverschil ( $p_h$ ) noodig

om het water van het eene einde van het horizontaal rechtlijnig gedeelte naar het andere einde te doen vloeien (eventueel, indien ook de overtollige neerslag moet worden afgevoerd, vermeerderd met het potentiaalverschil ( $p_{hr}$ ) noodig om het water door dit gedeelte te doen vloeien) en van het potentiaalverschil ( $p_s$ ) noodig om het water van het einde van het horizontaal rechtlijnig gedeelte tot in de scheisloot te doen vloeien (zie figuur 10). De grens tusschen het radiaal en het horizontale gedeelte ligt daar, waar de strooming (practisch) rechtlijnig horizontaal wordt of dus waar het potentiaalverschil tusschen de punten  $a$  en  $b$  (practisch) gelijk nul is of althans klein is ten opzichte van het potentiaalverschil tusschen punt  $a$  en een punt op den natten omtrek van de wijk resp. van de scheisloot. Ofschoon we dit nader zouden kunnen aantoonen, volstaan we met de mededeeling, dat deze grens op  $H$  meter uit den rand van de wijk of scheisloot mag worden gelegd;  $H$  is de diepteligging van den onderkant van de watervoerende laag onder den waterspiegel in de wijk resp. in de scheisloot.



Figuur 10

Behoeft nu geen overtollige neerslag te worden afgevoerd, dan volgt uit figuur 7a, dat zoowel de bovenkant van de slecht doorlatende laag, die de watervoerende laag van onderen afsluit, als de grondwaterspiegel (= phreatisch vlak) stroomvlakken zijn. Aangezien de dikte  $H$  van de watervoerende laag altijd groot is ten opzichte van de verandering van den grondwaterspiegel dicht bij de wijk en de scheisloot (nl. tot  $H$  meter uit den rand daarvan) mag deze grondwaterspiegel als een horizontaal vlak worden opgevat. De onderstaande berekening is voor dit geval dan ook met een zeer hooge benadering juist. Moet bovendien overtollige neerslag worden afgevoerd (zie figuur 7b), dan is de grondwaterspiegel geen stroomvlak meer; de onderstaande berekeningen blijven echter desondanks met een meer dan voldoende benadering geldig (zie de, in noot 1 genoemde, literatuur).

Nu nadert de vorm van de wijk meer die van een halve ellips dan van een halve cirkel. We zullen daarom eerst aantoonen, dat practisch gesproken het geen verschil maakt, of we bij de berekeningen uitgaan van halfellipsvormige dan wel van halfcirkelvormige wijken of slooten, indien in beide gevallen de natte omtrek dezelfde is. Voor de verdere berekeningen geven we dan verder de voorkeur aan den halven cirkelvorm, daar deze gemakkelijk

intrapolatie toelaat, hetgeen niet het geval is, indien van halfellipsvormige wijken of slooten wordt uitgegaan. Hoewel immers in het algemeen mogelijk wel met de breedte van de wijk (over den waterspiegel gemeten) ook de diepte onder den waterspiegel afneemt, komen hierop zekere afwijkingen voor. Gaan we nu voor de berekening uit van bijv. halfellipsvormige wijken met een breedte (= twee maal de lengte van de halve lange as van de ellips) van 10 m en een diepte (= halve korte as van de ellips) van bijv. 1,4 m; resp. van wijken waarvoor de breedte 8 m en de diepte 1 m, resp. van wijken, waarvan de breedte 6 m en de diepte 0,6 m is, dan is voor een wijk, waarvan de breedte 8 m maar de diepte 1,4 m is, enz. niet gemakkelijk in te zien, hoe men hier moet intrapoleeren. Veel eenvoudiger wordt de zaak echter, als we, onverschillig welke de werkelijke vorm van de wijk is, deze omgevormd denken in een halfeirkelvormige wijk met een straal  $r_0$  en met denzelfden natten omtrek als de werkelijk aanwezige wijk. Het is immers duidelijk, dat, heeft men de betreffende waarden berekend voor  $r_0$ -waarden van bijv. 1,5; 2,5; 3,5 en 4,5 m, men gemakkelijk hiertusschen kan intrapoleeren, bijv. voor een  $r_0$ -waarde van 3,0 m. tusschen die van 2,5 en 3,5 m, enz.

De vorm van de scheisloot nadert onder den waterspiegel veel meer een halve cirkel dan de wijk. Aangezien bij een breedte van een wijk (over den waterspiegel gemeten) van 10 m, de diepte zeker 1 m zal zijn of bij een breedte van 6 m zeker 0,6 m, blijkt dus, dat de wijk, die het meest van de halve cirkel afwijkt en dus practisch een halve ellipsvorm heeft, een verhouding van de halve lange as  $a$  (= de helft van de breedte over den waterspiegel gemeten) tot de halve korte as  $b$  (= diepte onder den waterspiegel in het midden van de wijk) hoogstens 5 : 1 zal bedragen. Deze verhouding zal meestal kleiner zijn, hetgeen bij de scheislooten steeds het geval is.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat om te bewijzen, dat men de wijken en scheislooten onder den waterspiegel omgevormd mag denken in halfeirkelvormige wijken of scheislooten, waarvan de natte omtrek even groot is als de natte omtrek van de bestaande wijken of scheislooten, we dus kunnen volstaan met dit te bewijzen voor het geval, dat de halve lange as van de ellips 5-maal grooter is dan de halve korte as. Om verder de invloed van de dikte  $H$  van de watervoerende laag daarbij zooveel mogelijk in aanmerking te nemen en daarbij de mogelijke fout zoo groot mogelijk te maken, gaan we het bovenstaande na voor het geval een wijk met een breedte van 10 m op den waterspiegel ( $a = 5$  m) en een diepte van 1 m ( $b = 1$  m) aanwezig is en de dikte van de watervoerende laag 6 m en 25 m bedraagt.

Onder verwijzing naar de, in noot 1 genoemde, literatuur, blz. 563—571, kan worden opgemerkt, dat de strooming twee dimensionaal is, indien de wijk of sloot voldoende lang is, zoodat in iedere doorsnede loodrecht de wijk of de sloot de strooming dezelfde zal zijn. Verder geldt de onderstaande formule indien een half ellipsvormige wijk of sloot onder den waterspiegel zich juist met het halfellipsvormige gedeelte in een homogeen doorlatende laag van *onbepaalde* dikte en met een doorlaatfactor  $k$  bevindt, terwijl de laag boven het horizontale vlak door den waterspiegel in deze sloot of wijk ondoorlatend is of dit horizontale vlak dus een stroomvlak is (zie hierboven) en verder water uit de wijk in de laag met den doorlaatfactor  $k$  infiltreert resp. in de sloot uit de laag met een doorlaatfactor  $k$  binnendringt. De stroombanen zijn in

dit geval hyperbolen en de aequipotentiaal lijnen (in een verticale doorsnede loodrecht de wijk) convocale ellipsen om deze halfellipsvormige wijk.

Indien nu  $Q$  m<sup>3</sup> water per tijdseenheid en per strekkende meter in den omringenden grond infiltreert<sup>107)</sup>, is het potentiaalverschil  $p$  tusschen een willekeurig punt T in het grondwater (zie figuur 10) en een punt op den natten omtrek van de wijk (dit is een aequipotentiaal vlak):

$$p = \frac{Q}{\pi k} \left( bg \sinh \frac{b}{f} - bg \sinh \frac{b_0}{f} \right),$$

waarin  $b_0$  de halve korte as van de halfellipsvormige wijk voorstelt,  $b$  de halve korte as van de convocale ellips om de wijk en gaande door het punt T (dit is ook een aequipotentiaal vlak) is, terwijl  $f$  de halve brandpuntsafstand van de halfellipsvormige wijk aangeeft.

Voor een halfeirkelvormige wijk geldt onder dezelfde omstandigheden (zie de, in noot 1 genoemde, literatuur, blz. 544; deze formule geldt natuurlijk voor alle halfeirkelvormige ontwateringssystemen).

$$p_1 = \frac{Q}{\pi k} (\ln r - \ln r_0).$$

Hierin stelt  $r_0$  de straal van de halfeirkelvormige wijk (dat is een aequipotentiaal vlak) voor en  $r$  de straal van de concentrisch om de halfeirkelvormige wijk gaande cirkel (dit is ook een aequipotentiaal vlak), die door punt T gaat. Beide formules gelden echter alleen, indien de grond onder de wijk tot onbeperkte diepte doorlatend blijft, of met andere woorden voor het geval, dat alleen het horizontale vlak door den waterspiegel in de wijk een stroomvlak is. In werkelijkheid echter komt op een diepte van  $H$  meter onder dezen waterspiegel de bovenkant van een slecht doorlatende laag voor, die de watervoerende laag naar onderen afsluit en natuurlijk ook een stroomvlak moet zijn.

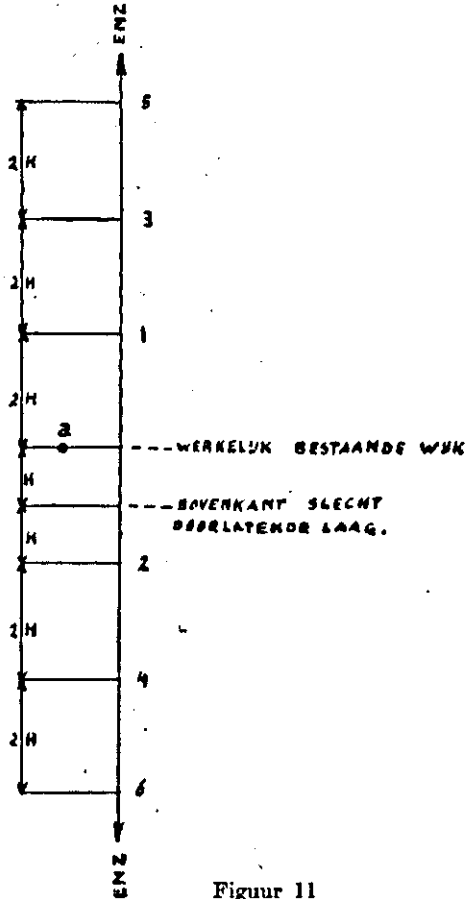
Om aan de laatstgenoemde voorwaarde te kunnen voldoen, moeten we de spiegelmethode toepassen (zie de, in noot 1 genoemde publicatie, blz. 543 e.v.). In dat geval moeten we ons dan ook denkbeeldige wijken denken op telkens 1 H, 3 H, 5 H, 7 H, enz. ter weerszijden van den bovenkant van de slecht doorlatende laag (zie figuur 11). Beschouwen we het potentiaalverschil  $P$  tusschen een punt op den natten omtrek van de werkelijk bestaande wijk en het punt T als de som van de potentiaalverschillen, die de werkelijk bestaande en de oneindige reeks denkbeeldige wijken ter weerszijden van den bovenkant van de (werkelijk bestaande) slecht doorlatende laag zouden doen ontstaan, indien zij telkens alleen aanwezig zouden zijn<sup>108)</sup>, dan is daarmee de bovenkant van deze laatste slecht doorlatende laag een stroomvlak geworden, hetgeen verlangd wordt en waardoor dus aan de randvoorwaarden is voldaan.

<sup>107)</sup> Voor de scheislout, waar het water naar toe stroomt, blijft het onderstaande geldig; alleen ligt hier de grondwaterspiegel boven den waterspiegel in de scheislout, terwijl bij de wijk de grondwaterspiegel onder den waterspiegel in de wijk ligt.

<sup>108)</sup> Men denke zich dus daarbij telkens, dat de watervoerende laag onder de werkelijk bestaande of onder de denkbeeldige wijken, die boven den bovenkant van de slecht doorlatende laag liggen tot onbeperkte diepte daaronder, resp. die onder den bovenkant van de slecht doorlatende laag liggen, daarboven homogeen doorlatend met een doorlaatfactor  $k$  is.

Uitgaande van een halfellipsvormige wijk krijgen we dan de formule<sup>109)</sup>

$$\begin{aligned}
 P = \frac{Q}{\pi k} & (bg \sinh \frac{b}{f} - bg \sinh \frac{b_0}{f} + bg \sinh \frac{b_1}{f} + bg \sinh \frac{b_2}{f} \\
 & - 2 bg \sinh \frac{2H}{f} + bg \sinh \frac{b_3}{f} + bg \sinh \frac{b_4}{f} - 2 bg \sinh \frac{4H}{f} \\
 & + bg \sinh \frac{b_5}{f} + bg \sinh \frac{b_6}{f} - 2 bg \sinh \frac{6H}{f} + \dots \dots \text{enz.}) \quad (1) \\
 \text{of } P = \frac{Q}{k} & \cdot A \dots \dots \dots (1a)
 \end{aligned}$$



Figuur 11

<sup>109)</sup> Zoowel bij de afleiding van formule 1 als 2 zijn, voor de bepaling van de halve korte assen van de convocale ellipsen om de denkbeeldige wijken en gaande door een punt van den natten onttrek van de werkelijk bestaande wijk, deze laatste wijken tot een punt teruggebracht. Hierdoor ontstaan bij wijken met groote afmetingen en bij kleine H-waarden fouten, die bij de hier van belang zijnde waarden van  $a_0$  en  $b_0$ , resp. van  $r_0$  en H echter nog wel te verwaarloozen zijn.

Hierin zijn, behalve de reeds bekende factoren  $b_1, b_2, b_3, b_4$ , enz. de lengten van de halve korte assen in meters van de convocale, halve ellipsen, om de gespiegelde (denkbeeldige) halfellipsvormige wijken en gaande door punt T. Uitgaande van de halfcirkelvormige wijk krijgen we de formule:

$$P_1 = \frac{Q}{\pi k} (\ln r - \ln r_0 + \ln r_1 + \ln r_2 - 2 \ln 2H + \ln r_3 + \ln r_4 - 2 \ln 4H + \ln r_5 + \ln r_6 - 2 \ln 6H + \dots \text{enz.}), \dots (2)$$

$$\text{of } P_1 = \frac{Q}{k} \cdot B \dots \dots \dots (2a)$$

waarin, behalve de reeds bekende factoren  $r_1, r_2, r_3, r_4$ , enz. de stralen van de halve cirkels concentrisch om de gespiegelde (denkbeeldige), halfcirkelvormige wijken en gaande door punt T zijn:

Zooals boven reeds is medegedeeld kunnen we volstaan het potentiaalverschil (dus P resp.  $P_1$ ) volgens formule 1a en 2a, of dus het verschil tusschen de factoren A en B te berekenen voor het geval een halfellipsvormige wijk met een halve lange as van 5 m ( $a_0 = 5$  m) en een halve korte as van 1 m ( $b_0 = 1$  m) en een halfcirkelvormige wijk met denzelfden natten omtrek aanwezig is, indien  $H = 6$  resp.  $H = 25$  m is ( $H =$  ligging van den bovenkant van de ondoorlatende laag in meters onder den waterspiegel in de wijk). Is  $r_0$  de straal van deze halfcirkelvormige wijk, dan is dus

$$\pi r = \pi \left( \frac{a_0 + b_0}{2} \right) \left\{ 1 + \frac{1}{4} \left( \frac{a_0 - b_0}{a_0 + b_0} \right)^2 \right\} \dots \dots \dots (3)$$

aangezien de halve omtrek van een ellips met voldoende benadering gelijk is aan het rechter lid van vergelijking 3. Voor  $a_0 = 5$  m en  $b_0 = 1$  m, blijkt  $r_0 = 3,33$  m te zijn.

We zullen nu het potentiaalverschil berekenen tusschen een, op het horizontaal vlak door den waterspiegel in de wijk en op een afstand H uit den rand van den waterspiegel in de wijk gelegen, punt (punt a in figuur 10) en een punt op den natten omtrek van de wijk gelegen. Om te bereiken, dat dit punt a voor de halfcirkelvormige wijk op even grooten afstand uit de as van de wijk ligt, dan dit bij de halfellipsvormige wijk het geval is, zal, daar de halve lange as van de halfellipsvormige wijk 5 m is, in beide gevallen dit punt op  $5 + H$  meter uit deze as worden gekozen.

Van de halfellipsvormige wijk is de halve korte as van de wijk dus 1 m. Voor de berekening van  $b_1, b_2$ , enz. (zie ook figuur 11, waarin dit punt a ook geteekend is) leggen we door alle wijken (dus zoowel door de werkelijk bestaande wijk als door de denkbeeldige wijken), telkens een rechthoekige coördinatenstelsel, waarvan de oorsprong telkens in het middelpunt (in een verticale doorsnede loodrecht de wijk) van de wijk ligt, en waarvan de x- en y-assen telkens resp. met de lange en met de korte as van deze halfellipsvormige wijken samenvallen. De vergelijking van de ellips en van alle convocale ellipsen daaromheen luidt dan:



$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \text{ of } \frac{x^2}{b^2 + f^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Aangezien voor alle gespiegelde (denkbeeldige) wijken  $f$  klein is ten opzichte van  $b$ , is dus  $f$  voor alle gevallen, behalve voor de werkelijk bestaande wijk en de convocale ellips daaromheen en gaande door punt  $a$ , tegen  $b$  te verwaarloozen, of is dus

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \text{ of } b = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

In dat geval is dus, als  $H = 25 \text{ m}$  en daar  $x$  steeds gelijk  $r + H = 5 + 25 = 30 \text{ m}$ ;  $b_0 = 1 \text{ m}$ ,  $f$  (uit  $f^2 = a_0^2 - b_0^2$ )  $= 4,90 \text{ m}$  en  $b$  ( $y = 0$ )  $= 29,6 \text{ m}$

$$b_1 = b_2 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(a_0 + H)^2 + 4H^2} = \sqrt{30^2 + 4H^2} = \sqrt{900^2 + 2500^2} = 58.3 \text{ m}.$$

$$b_3 = b_4 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{30^2 + 16H^2} = \sqrt{900 + 10000} = 104.4 \text{ m}$$

$(x = a_0 + H = 30 \text{ m} \text{ en } y = 4H)$

$$b_6 = b_6 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{30^2 + 36H^2} = \sqrt{900 + 22500} = 153.0 \text{ m},$$

enz., ( $b_7 = b_8 = 202.2 \text{ m}$  en  $b_9 = b_{10} = 251.8 \text{ m}$ ).

Ingevuld is dus:

$$P = \frac{Q}{\pi k} \left( bg \sinh \frac{29.6}{4.9} - bg \sinh \frac{1}{4.9} + 2 bg \sinh \frac{58.3}{4.9} - 2 bg \sinh \frac{50}{4.9} \right. \\ \left. + 2 bg \sinh \frac{104.4}{4.9} - 2 bg \sinh \frac{100}{4.9} + 2 bg \sinh \frac{153.0}{4.9} \right. \\ \left. - 2 bg \sinh \frac{150}{4.9} + \dots \dots \dots \text{enz.} \right)$$

of  $P = \frac{Q}{\pi k} (2.296 + 0.308 + 0.086 + 0.040 + 0.022 + 0.0016 + \dots \text{enz.})$ .

of  $P \approx \frac{Q}{\pi k} \cdot 2.80$ .

Is  $H = 6 \text{ m}$  dan is ( $x$  is steeds gelijk  $a_0 + H = 5 + 6 = 11 \text{ m}$ );

$$b_0 = 1 \text{ m}, f = 4.90 \text{ m} \text{ en } b = \sqrt{x^2 - f^2} = 9.85 \text{ m} (y = 0).$$

$$b_1 = b_2 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(a_0 + H)^2 + 4H^2} = \sqrt{11^2 + 144} = 16.28 \text{ m}$$

$$b_3 = b_4 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(a_0 + H)^2 + 16H^2} = \sqrt{11^2 + 576} = 26.4 \text{ m}$$

$$b_5 = b_6 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(a_0 + H)^2 + 36H^2} = \sqrt{11^2 + 1296} = 37.6 \text{ m, enz.}$$

$$b_7 = b_8 = 49.2 \text{ m}; b_9 = b_{10} = 61.0 \text{ m}; b_{11} = b_{12} = 72.8 \text{ m}.$$

Ingevuld is dus nu:

$$P = \frac{Q}{\pi k} \left( bg \sinh \frac{9.85}{4.9} - bg \sinh \frac{1}{4.9} + 2 bg \sinh \frac{16.28}{4.9} - 2 bg \sinh \frac{12.0}{4.9} \right. \\ \left. + 2 bg \sinh \frac{26.4}{4.9} - 2 bg \sinh \frac{24}{4.9} + 2 bg \sinh \frac{37.6}{4.9} \right. \\ \left. - 2 bg \sinh \frac{36}{4.9} + \dots \dots \dots \text{enz.} \right)$$

$$\text{of } P = \frac{Q}{\pi k} (1.245 + 0.576 + 0.188 + 0.086 + 0.048 + 0.034 + 0.024 \\ \dots \dots \dots \text{enz.})$$

$$\text{of } P \approx \frac{Q}{\pi k} \cdot 2.23.$$

Voeren we nu dezelfde berekeningen uit voor de halfeirkelvormige wijk, waarbij eveneens steeds  $x = 5 + H$  m, dan is, als we ook nu door alle wijken (dus zoowel door de werkelijk bestaande als door de denkbeeldige wijken) een rechthoekig coördinatenstelsel leggen, waarvan de oorsprong telkens in het middelpunt (in een verticale doorsnede loodrecht de wijk) van de wijk ligt en de  $x$ -as horizontaal en de  $y$ -as verticaal is, dus steeds (behalve voor de werkelijk bestaande halfeirkelvormige wijk en de concentrische cirkel daaromheen door punt  $a$ )  $r = x^2 + y^2$ .

In het geval, dat  $H = 25$  m, en dus  $x$  steeds gelijk  $5 + H = 5 + 25 = 30$  m, is dus  $r_0 = 3.33$  m,  $r = x = 30$  m ( $y = 0$ ),  $r_1 = r_2 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{30^2 + 4H^2} = 58.3$  m;  $r_3 = r_4 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{30^2 + 16H^2} = 104.4$ ;

$$r_5 = r_6 = 153.0 \text{ m};$$

$$r_7 = r_8 = 202.2 \text{ m en } r_9 = r_{10} = 251.8 \text{ m.}$$

Ingevuld in vergelijking 2, daarbij overgaand in gewone logaritmen, ontstaat:

$$P_1 = 2.3026 \frac{Q}{\pi k} (\log 30 - \log 3.33 + 2 \log 58.3 - 2 \log 50 + 2 \log 104.4 \\ - 2 \log 100 + 2 \log 153.0 - 2 \log 150 + 2 \log 202.2 \\ - 2 \log 200 + 2 \log 251.8 - 2 \log 250 + \text{enz.}),$$

$$\text{of } P_1 = 2.3026 \frac{Q}{\pi k} (0.955 + 0.133 + 0.037 + 0.017 + 0.010 + 0.006 + \dots \text{enz.}),$$

$$\text{of } P \approx 2.3026 \frac{Q}{\pi k} (1.19) = \frac{Q}{\pi k} \cdot 2.74$$

In het geval, dat  $H = 6$  m en dus  $x$  steeds gelijk  $5 + H = 5 + 6 = 11$  m, is dus:  $r_0 = 3.33$  m;  $r = 11$  m ( $y = 0$ );  $r_1 = r_2 = 16.28$  m;  $r_3 = r_4 = 26.4$  m;  $r_5 = r_6 = 37.6$  m;  $r_7 = r_8 = 49.2$  m;  $r_9 = r_{10} = 61.0$  m;  $r_{11} = r_{12} = 72.8$  m. Ingevuld in vergelijking 2 ontstaat, daarbij overgaand in gewone logaritmen:

$$P_1 = 2.3026 \frac{Q}{\pi k} (\log 11 - \log 3.33 + 2 \log 16.28 - 2 \log 12 + 2 \log 26.4$$

$$- 2 \log 24 + 2 \log 37.6 - 2 \log 36 + 2 \log 49.2 - 2 \log 48 + 2 \log 61.0 \\ - 2 \log 60 + 2 \log 72.8 - 2 \log 72.0 + \dots \text{ enz.}).$$

$$P_1 = 2,3026 \frac{Q}{\pi k} (0.519 + 0.265 + 0.083 + 0.038 + 0.021 + 0.014 + \\ 0.010 \dots \text{ enz.}).$$

$$\text{of } P_1 \approx 2,3026 \frac{Q}{\pi k} (0.954) = \frac{Q}{\pi k} \cdot 2,20.$$

Samengevat blijkt dus, dat voor  $H = 25 \text{ m.}$

$$\text{Halfellipsvormige wijk: } P \approx 2,80 \frac{Q}{\pi k};$$

$$\text{Halfcirkelvormige wijk: } P \approx 2,74 \frac{Q}{\pi k}$$

Voor  $H = 6 \text{ m}$  is:

$$\text{Halfellipsvormige wijk: } P \approx 2,23 \frac{Q}{\pi k},$$

$$\text{Halfcirkelvormige wijk: } P \approx 2,20 \frac{Q}{\pi k}.$$

Aangezien bij dezelfde  $H$ -waarde  $Q$  gelijk is, volgt hier dus uit, dat het practisch geen verschil maakt, of we van een halfellipsvormige ( $a : b = 5 : 1$ ) dan wel van een halfcirkelvormige wijk uitgaan. Men bedenke immers bovendien, dat het totale potentiaalverschil (= verschil in den waterstand in de wijk en in de scheisloot) samengesteld wordt uit drie potentiaalverschillen (zie ook hieronder), waarvan het bovenaangegeven potentiaalverschil slechts één gedeelte vormt. Voor halfellipsvormige wijken of slooten, waarvan de verhouding van de halve lange as tot de halve korte as kleiner is dan  $5 : 1$ , is het verschil met een halfcirkelvormige wijk of sloot met denzelfden natten omtrek nog geringer. Aangezien de verhouding  $a_0 : b_0 = 5 : 1$  wel de grootste is, die voorkomt en hierbij het genoemde verschil reeds te verwaarloozen gering is, kunnen we dus evengoed halfcirkelvormige als halfellipsvormige wijken of slooten met denzelfden natten omtrek toepassen. Aangezien het gebruik van halfcirkelvormige wijken of slooten voordeelen heeft boven halfellipsvormige wijken of slooten, indien geïnterpoleerd moet worden, zullen hier verder halfcirkelvormige wijken of slooten voor de werkelijk bestaande wijken of slooten met denzelfden natten omtrek in de plaats worden gedacht. Verder zal het radiaal gedeelte zich steeds uitstrekken van de as van de wijk resp. van de as van de scheisloot tot een afstand van  $H + r_0$  uit deze as. Aangezien formule 2 geschreven kan worden als fomule  $2a$ , nl.  $P = \frac{Q}{k} \cdot B$ , kan volstaan worden met in tabel 32 voor diverse waarden van  $H$  en  $r_0$  de  $B$ -waarden van formule  $2a$  weer te geven. De cursief gedrukte getallen zijn door grafische interpolatie verkregen; de overige zijn berekend.

$\beta$ . Berekening voor het geval, dat geen overtollige neerslag moet worden afgevoerd.

Gaan we nu over tot de uitvoering van de berekening van den doorslag, dan zullen we eerst het geval behandelen, dat geen overtollige neerslag behoeft te worden afgevoerd. Hierbij zal worden aangenomen, dat geen water verdampt of door de gewassen wordt verbruikt in de perioden, waarin de doorslag optreedt. De berekende doorslag geldt dus in droge perioden voor een bepaald verschil in den waterstand in de wijk en in de scheisloot, waarbij is aangenomen, dat geen water verdampt of door de gewassen wordt verbruikt, hetgeen in de maand October en vooral in de maand November gemiddeld genomen wel is waar niet geheel juist, maar toch vrijwel juist zal zijn. Treedt ook doorslag in de zomermaanden op, dan is dit laatste zeker niet juist; de doorslag is dan zeker kleiner dan hieronder zal worden berekend. Indien bekend is hoeveel water verdampt of door de gewassen verbruikt wordt, is ook dan de doorslag te berekenen. Aangezien deze laatste van weinig belang is, zal hierop niet verder worden ingegaan.

Het potentiaalverschil, noodig om het water uit de wijk tot op een afstand  $H$  uit den rand van den waterspiegel in de wijk, resp. dit potentiaalverschil noodig om het water vanuit een afstand  $H$  uit den rand van den waterspiegel van de scheisloot tot in deze sloot te doen vloeien, is reeds berekend. Deze potentiaalverschillen worden berekend met behulp van de formule:

$P = \frac{Q}{k} B$ . Ter onderscheiding is  $p_w$  dit potentiaalverschil bij de wijk en  $p_s$  dit verschil bij de scheisloot. Beide factoren  $B$  kunnen uit tabel 32 worden afgeleid.

Noemen we den afstand van den rand van den waterspiegel in de wijk tot den rand van den waterspiegel in de sloot  $l$ <sup>110)</sup>, dan is de lengte van het horizontaal rechtlijnig gedeelte dus  $l - 2H$ . Verder noemen we het potentiaalverschil noodig voor deze streaming  $p_h$ . Voor dit gedeelte geldt:

$$\frac{1}{2} Q = H.k. \frac{dy}{dx} \quad (111).$$

Aangezien de dikte van de watervoerende laag practisch constant en op  $H$  is te stellen. Geïntegreerd van  $x = H$  tot  $x = l - H$  en  $y = H + p_s$  tot  $y = H + p_s + p_h$  ( $H$  beteekent hier de dikte van de watervoerende laag onder den waterspiegel in de scheisloot) ontstaat:

$$\frac{1}{2} Q (l - 2H) = Hkp_h \text{ of } p_h = \frac{Q (l - 2H)}{2Hk}.$$

Het totale potentiaalverschil  $p_t$ , dat dus gelijk is aan het verschil in den waterstand in de wijk en in de scheisloot, is dus:

$$p_t = p_w + p_h + p_s, \text{ of}$$

$$p_t = \frac{Q}{k} \left( B_w + \frac{Q (l - 2H)}{2 \cdot H \cdot k} + B_s \right), \text{ of}$$

<sup>110)</sup> Opgemerkt moet worden, dat  $l$  hier dus een andere beteekenis heeft, als tot nu toe daaraan werd gegeven; n.l. de afstand van het hart van de wijk tot het hart van de scheisloot.

<sup>111)</sup> Onder  $Q$  wordt immers verstaan de totalen doorslag van de wijk; de helft daarvan stroomt dus naar één zijde.

$$p_t = Q \left( \frac{B_w}{k} + \frac{l-2H}{2Hk} + \frac{B_s}{k} \right), \text{ of }^{112)}$$

$$Q = \frac{p_t}{\frac{B_w}{k} + \frac{l-2H}{2Hk} + \frac{B_s}{k}} = \frac{k p_t}{B_w + \frac{l-2H}{2H} + B_s} \dots \dots \dots 3$$

Drukken we de doorslag uit in meters per 24 uur ( $s'$ ), dan is <sup>113)</sup> dus  $Q = 2 l s'$  of

$$s' = \frac{k p_t}{2l \left( B_w + \frac{l-2H}{2H} + B_s \right)} \dots \dots \dots 3a$$

Uit formule 3 resp. 3a is  $Q$  resp.  $s'$  te berekenen, aangezien  $k$ ,  $p_t$ ,  $B_w$  en  $B_s$ ,  $l$  en  $H$ , of dus alle factoren, bekend zijn.

$\gamma$ . Berekening van het geval, dat bovendien overtollige neerslag moet worden afgevoerd.

We zullen tenslotte nog het geval behandelen, dat bovendien nog overtollige neerslag moet worden afgevoerd. Zooals reeds is opgemerkt, zal voorloopig worden aangenomen, dat de grondwaterstand niet tot boven den waterspiegel in de wijk oploopt. In dit geval wordt alle overtollige neerslag direct naar de scheisloot afgevoerd. Een benaderende berekening van de totaal af te voeren hoeveelheid water, volgt hieronder.

Deze overtollige neerslag ( $s$  meter per 24 uur) valt natuurlijk overal regelmatig tusschen den waterspiegel in de wijk en in de scheisloot. Berekenen we het potentiaalverschil  $P_{hr}$  noodig om het regenwater van den rand van den waterspiegel in de wijk tot den rand van den waterspiegel in de scheisloot te doen vloeien, dan kunnen we deze strooming als practisch horizontaal rechtlijnig opvatten. Hierdoor blijft  $P_w$  practisch gelijk aan de waarde, die deze factor heeft, indien geen overtollige neerslag moet worden afgevoerd.

De waarde van  $p_s$  neemt echter toe tot de waarde  $P_{sr} = \frac{Q + 2ls}{k} B_s$  aangezien immers behalve den doorslag bovendien nog de totale hoeveelheid overtolligen neerslag, die tusschen den waterspiegel in de wijk en in de scheisloot aan weerszijden van de wijk is gevallen, naar de scheisloot moet worden afgevoerd.

Voor den afvoer van den overtolligen neerslag  $Q'$  van één zijde geldt:

$$Q' \left( \frac{l-x}{l-H} \right) = kH \frac{dy}{dx}, \text{ aangezien de dikte van de watervoerende laag practisch}$$

constant en hier op  $H$  is te stellen. De afstand  $x$  wordt gerekend vanaf den waterspiegel in de scheisloot. Verder hebben we den overtolligen neerslag samengedrongen in het gebied „ $l-H$ ”, aangezien we immers de waarde  $p_s$

<sup>112)</sup> De doorslag  $Q$  is uitgedrukt in  $m^3$  per strokkende meter per 24 uur.

<sup>113)</sup> De doorslag vanuit een wijk vloeit immers naar twee scheisloten, waarvan de afstand tot de wijk telkens  $l$  m is.

tot de waarde van  $p_{sr} = \left(\frac{Q + 2ls}{k}\right) B_w$  hebben laten oploopen, hetgeen

beteekent, dat we hebben aangenomen, dat alle overtollige neerslag, die in werkelijkheid tusschen de wijk en de scheisloot valt, van de wijk tot reeds op een afstand van H meter uit den rand van den waterspiegel in de scheisloot is gevallen; dus op den genoemden afstand H uit de scheisloot door de watervoerende laag vloeit, waarom dan ook in de noemer van de breuk links van het gelijkteken van de bovenstaande vergelijking de factor  $(l - H)$  en niet  $l$  voorkomt.

Het aldus berekende potentiaalverschil  $p_r$  (zie hieronder) is nog iets te hoog, aangezien in werkelijkheid de neerslag gelijkmatig tusschen de scheisloot en de wijk valt en niet in het gebied van H meter uit de scheisloot tot aan de wijk, zij het dan ook, dat we in dit gebied dezelfde hoeveelheid neerslag (nl.  $Q' = ls$ ) zullen laten vallen, als in werkelijkheid tusschen de scheisloot en de wijk valt. Anderzijds is deze strooming niet zuiver horizontaal, aangezien de overtollige neerslag uit den aard der zaak op het maaiveld valt en de stroombanen dus een gebogen gedeelte moeten hebben, waardoor we eigenlijk de lengte van het gebied  $(l - H)$  weer met  $0,5 H$  zouden moeten vermeerderen (stroombanen in gedachten rechte trekken zoodat zij zuiver horizontaal en rechtlijnig zijn: de gemiddelde lengte daarvan is dan  $\pm 0,5 H$  grooter dan boven is aangenomen). Door dit laatste te verwaarloozen berekenen we nu weer een iets te klein potentiaalverschil. De bovenstaande formule geeft dan ook het te berekenen potentiaalverschil met een meer dan voldoende benadering aan.

Geïntegreerd van  $x = H$  tot  $x = l$  en van  $y = H + p_{sr}$  tot  $y = H + p_{sr} + p_r$  ontstaat na vereenvoudigen (H geeft hier weer de dikte van de watervoerende laag onder den waterspiegel in de scheisloot aan):

$$\frac{Q' (l - H)}{2} = kH p_r$$

$$\text{Aangezien } Q' = sl \text{ is dus } \frac{sl (l - H)}{2} = kH p_r \text{ of } p_r = \frac{sl (l - H)}{2kH}$$

Verder is nu:

$$p_t = p_w + p_h + p_{sr} + p_{hr} \quad \text{of}$$

$$p_t = \frac{Q}{k} (B_w + \frac{Q (l - 2H)}{2Hk} + \frac{Q + 2ls}{k} B_s + \frac{sl (l - H)}{2kH})$$

Drukken we den doorslag uit in m per 24 uur ( $s'$ ), dan is dus  $Q = 2ls'$ , of

$$p_t = \frac{2ls'}{k} (B_w + \frac{2ls' (l - 2H)}{2Hk} + \frac{2ls' + 2ls}{k} B_s + \frac{sl (l - H)}{2kH}) \dots 4$$

$$\text{of } p_t = \frac{2ls'}{k} (B_w + \frac{l - 2H}{2H} + B_s) + \frac{2ls}{k} (B_s + \frac{l - H}{4H}),$$

$$\text{of } s' = \frac{k}{2l \left( B_w + \frac{l-2H}{2H} + B_s \right)} \left\{ p_t - \frac{2ls}{k} \left( B_s + \frac{l-H}{4H} \right) \right\} \dots 4a$$

$$\text{resp. } Q = \frac{k}{B_w + \frac{l-2H}{2H} + B_s} \left\{ p_t - \frac{2ls}{k} \left( B_s + \frac{l-H}{4H} \right) \right\} \dots \dots \dots 5$$

In de formule 4a is dus de doorslag  $s'$  uitgedrukt in m per 24 uur; in de formule 5 is de doorslag  $Q$  in  $m^3$  per 24 uur per strekkende meter aangegeven. In beide formules is de overtollige neerslag  $s$  uitgedrukt in m per 24 uur.

Nu zal meestal in droge en natte perioden het verschil tusschen den waterstand in de wijk en in de scheisloot niet gelijk zijn. Is dit laatste echter wel het geval en loopt de grondwaterstand niet tot boven den waterstand in de wijk op, dan is de doorslag in natte perioden dus kleiner dan in droge perioden, aangezien een deel van het totale, beschikbare verval (= verschil in den waterstand in de wijk en in de scheisloot) verbruikt wordt voor den afvoer van den overtolligen neerslag en er dus minder voor den doorslag overblijft. De totaal naar de scheisloot afgevoerde hoeveelheid water is natuurlijk ook in dat geval in natte perioden (doorslag + overtollige neerslag) grooter dan in droge perioden (alleen doorslag).

De hoeveelheid overtollige neerslag zal slechts zelden grooter zijn dan 5 mm = 0,005 m per 24 uur. Van deze laatste hoeveelheid mag dan ook worden uitgegaan om de doorslag in natte perioden en daarmee om de totale, door de scheisloot af te voeren, hoeveelheid water te berekenen.

Bij het bovenstaande moet echter de volgende opmerking worden gemaakt, nl.: Loopt de grondwaterstand in natte perioden wel tot boven den waterspiegel in de wijk op, of loopt de grondwaterspiegel tot het maaiveld op (plaspvorming), dan treden complicaties op, waardoor de doorslag zal worden vergroot. Het zal duidelijk zijn, dat deze doorslag niet grooter zal zijn dan in droge perioden (gelijk verschil in waterstand in de wijk en in de scheisloot vooropgesteld). De *maximale* hoeveelheid water, die in natte perioden door de scheisloot zal worden afgevoerd is dan ook gelijk aan de som van den overtolligen neerslag en den doorslag, zooals deze in droge perioden optreedt. De *minimale* hoeveelheid water, die in natte perioden door den scheisloot zal worden afgevoerd, is de som van de volgens formule 4 of 5 berekenden doorslag en de hoeveelheid overtollige neerslag (=  $s + s'$ ). Zooals boven reeds werd opgemerkt, is voor deze laatste hoeveelheid 5 mm = 0,005 m per 24 uur aan te houden. *In werkelijkheid zal de totale afvoer in natte perioden tusschen de boven berekende minimale en maximale waarde inliggen.*

Is het verschil in den waterstand in de wijk en in de scheisloot niet constant, dan houdt men natuurlijk in droge perioden evenals in natte perioden rekening niet het dan optredend verschil in den waterstand. Om de maximalen afvoer van water in natte perioden te berekenen, berekenen we dus ook den doorslag bij het dan optredend verschil in waterstand onder de veronderstelling, dat geen overtollige neerslag behoeft te worden afgevoerd. Deze doorslag opgeteld

bij den overtolligen neerslag (5 mm per 24 uur) geeft den maximalen afvoer per 24 uur aan.

Ten slotte willen we aan de hand van enkele voorbeelden duidelijk maken, hoe de doorslag berekend wordt. Tevens wordt hierdoor een indruk verkregen van de grootte van den doorslag in droge en natte perioden en bij diverse verschillen in den waterstand.

*Als eerste voorbeeld* kiezen we een geval in het gebied D<sub>2</sub>. Dit voorbeeld zal ongeveer gelden voor het grootste gedeelte van de boerderij van den Heer OLDENBURGER (zie kaartje No. 3), afgezien mogelijk van het peilverschil tusschen den waterstand in de wijk en in de scheisloot en de breedte van de perceelen. De gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende laag is hier 3,3, m per 24 uur. De onderkant van de watervoerende laag ligt op 25 m onder het maaiveld <sup>114)</sup>. Voor de wijk kan  $H = 25$  m worden gesteld, aangezien de waterstand hierin toch weinig van het maaiveld ter plaatse verschilt. Voor de scheisloot is, als het peil hierin 1 m onder het peil in de wijk, of dus ook ongeveer 1 m onder het maaiveld ligt,  $H$  gelijk aan rond  $25 - 1 = 24$  m te stellen. Voor de horizontale rechtlijnige strooming kan  $H$  op het gemiddelde van de eerst genoemde  $H$ -waarden, of dus hierop  $(25 + 24) : 2 = 24,5$  m worden gesteld. Verder zullen we aannemen, dat de afstand van den rand van den waterspiegel in de wijk tot den rand van den waterspiegel in de scheisloot (of dus  $l$ ) 70 m bedraagt. De  $r_0$ -waarde van de wijk zal op 3,5 m en van de scheisloot op 0,5 m worden gesteld <sup>115)</sup>.

Indien geen overtollige neerslag wordt afgevoerd is dus (de waarden van de factoren  $B_w$  en  $B_s$  worden dus uit tabel 32 afgeleid).

$$s' = \frac{k p t}{2l (B_w + \frac{l - 2H}{2H} + B_s)} = \frac{3,3 \cdot 1,0}{140 (0,81 + \frac{70 - 2 \cdot 24,5}{2 \cdot 24,5} + 1,37)} =$$

$\frac{3,3}{140 \cdot 2,61} = \text{rond } 0,009 \text{ m} = 9 \text{ mm per 24 uur, of } 140 \times 0,009 = 1,26 \text{ m}^3 \text{ per strekkende meter scheisloot per 24 uur. Deze doorslag is dus hoog.}$

Is het peilverschil van de wijk en de scheisloot 0,5 dan is de doorslag de helft kleiner, enz.

Beschouwen we het geval, dat onder overigens gelijke omstandigheden bovendien 5 mm = 0,005 m overtollige neerslag per 24 uur moet worden

<sup>114)</sup> Het is mogelijk, dat hier de bovenkant van de ondoorlatende laag nog dieper onder het maaiveld ligt. Is dit het geval, dan zal de doorslag nog iets (echter weinig) grooter kunnen zijn, dan hier boven is berekend. Hierop zal niet verder worden ingegaan; alleen zal nog worden opgemerkt, dat als  $l = 2H$  de factor  $\frac{l - 2H}{2H}$  uit de formule 3a verdwijnt.

<sup>115)</sup> Hieruit blijkt, dat we de waarde van den factor  $H$  niet overal dezelfde nemen, zooals bij de afleiding van de formules 3, 3a, 4 en 4a is verondersteld. Deze veronderstelling is namelijk wel practisch echter niet geheel juist. De daardoor te maken fout wordt, door  $H$  op de aangegeven wijze te bepalen, meer dan voldoende in rekening gebracht.



afgevoerd, waarbij de grondwaterspiegel niet tot het maaiveld of tot boven den waterspiegel in de wijk oploopt. Volgens formule 5 is de doorslag dan:

$$\begin{aligned}
 s' &= \frac{k}{2l(B_w + \frac{l-2H}{2H} + B_s)} \left\{ p_t - \frac{2ls}{k} (B_s + \frac{l-H}{4H}) \right\} \\
 &= \frac{3,3}{140(0,81 + \frac{21}{49} + 1,37)} \left\{ 1,0 - \frac{140 \cdot 0,005}{3,3} (1,37 + \frac{70-24,5}{4 \cdot 24,5}) \right\} \\
 &= \frac{3,3}{140 \cdot 2,61} \left\{ 1 - \frac{0,7}{3,3} (1,37 + \frac{45,5}{98}) \right\} \\
 &= \frac{3,3}{365,4} \left\{ 1 - 0,39 \right\} \\
 &= 0,0055 \text{ m} = 5,5 \text{ mm per 24 uur.}
 \end{aligned}$$

Ten gevolge van den afvoer van overtolligen neerslag, en als bovengenoemde omstandigheden aanwezig zijn, is dus de doorslag verminderd van 9 tot 5,5 mm per 24 uur. De minimale afvoer in natte perioden is dus 5 + 5,5 mm = 10,5 mm per 24 uur en de maximale afvoer 5 + 9 mm = 14 mm per 24 uur. Aangezien als regel de grondwaterspiegel in natte perioden wel boven den waterspiegel in de wijk zal oploopen of resp. tot het maaiveld zal stijgen, zal in het gegeven geval (het peilverschil blijft in natte perioden 1 m) de afvoer van den doorslag en den overtolligen neerslag tezamen dus liggen tusschen rond 10,5 en 14 mm of ten naasten bij gelijk zijn aan 12 mm per 24 uur. In de scheisloot vloeit per strekkende meter in 24 uur dan een hoeveelheid water van  $140 \cdot 0,012 = 1,68 =$  rond 1,7 m<sup>3</sup> per 24 uur. Hierbij kan worden opgemerkt, dat vermoedelijk in de wijk en in de scheisloot langs de boerderij van den Heer OLDENBURGER het peilverschil in droge en in natte perioden niet hetzelfde zal zijn als hier is aangenomen, zoodat over de werkelijk af te voeren hoeveelheden water geen berekeningen zijn te maken, aangezien mij deze peilverschillen niet bekend zijn.

Als tweede voorbeeld kiezen we een geval, dat de wijk en de scheisloot ongeveer op de grens liggen tusschen het gebied A<sub>5</sub> en B, zoodat de ligging van den bovenkant van de ondoorlatende laag op rond 10 m onder het maaiveld kan worden gesteld. De doorlaatfactor van de watervoerende laag kan hier op het gemiddelde van de doorlaatfactoren geldende voor het gebied A<sub>5</sub> en B of dus op (1,5 + 2,4) : 2 = rond 2 m per 24 uur worden aangehouden. Verder zullen we de r<sub>0</sub>-waarde van de wijk op 3 m en van de scheisloot op 0,5 m stellen en de breedte van het perceel van waterspiegel tot waterspiegel op 70 m, waardoor dit geval ten naaste bij zal gelden voor de boerderij van den Heer EERKES (zie Kaartje No. 3). Het peilverschil in de wijk en in de scheisloot is volgens een mededeeling van den Heer EERKES voornoemd op 1 m te stellen; in natte perioden is dit peilverschil geringer tot veel geringer. In droge perioden zal de H-waarde voor de wijk op 10 m, voor de scheisloot op 9 m en voor de horizontale rechtlijnige strooming weer op het gemiddelde, dus op 9,5 m worden gesteld.

In droge perioden is dus de doorslag (peilverschil 1 m; de  $B_w$  en  $B_s$ -waarde uit tabel 32 afleiden):

$$s' = \frac{k p_t}{2l (B_w + \frac{l - 2H}{2H} + B_s)} = \frac{2 \cdot 1,0}{140 (0,65 + \frac{70 - 2 \cdot 9,5}{2 \cdot 9,5} + 1,09)}$$

$$= \frac{2,0}{140 (0,65 + \frac{51}{19} + 1,09)}$$

$$= \frac{2,0}{140 (0,65 + 2,68 + 1,09)} = \frac{2,0}{140 \cdot 4,42} = \frac{2,0}{618,8} = 0,0032 \text{ m} = 3,2 \text{ mm}$$

per 24 uur of per strekkende meter scheisloot  $140 \cdot 0,0032 = 0,448 \text{ m}^3$  per 24 uur. Is het peilverschil slechts gelijk aan 0,5 m, dan is deze afvoer de helft kleiner of dus  $0,224 \text{ m}^3$  per 24 uur per strekkende meter.

Zooals reeds eerder werd opgemerkt, deelde de Heer EERKES mede (zie hiervoor), dat na afdamming van de wijk, als de waterstand in de scheisloot weer  $\pm 1$  m lager is dan in de wijk en als op de afdamming in de wijk een droge periode volgt, de waterstand in de wijk in twee weken  $\pm 0,5$  m daalt. Aangezien de wijk  $\pm 8$  m breed is, wil dat dus zeggen, dat  $\pm 8 \times 0,5 = 4 \text{ m}^3$  per strekkende meter in 14 dagen door den grond naar beide aangrenzende scheisloten is afgevoerd. Aangezien de scheisloot echter ook haar aanvoer van twee zijden krijgt, wil dat dus zeggen, dat in 14 dagen  $\pm 4 \text{ m}^3$  water uit de wijken naar de scheisloot is gevloeid. Volgens mijn berekening vloeit bij een gemiddeld peilverschil van  $(1 + 0,5) : 2 = 0,75$  m een hoeveelheid water van  $(0,448 + 0,224) : 2 = 0,336 \text{ m}^3$  per 24 uur per strekkende meter naar de scheisloot af. Volgens mijn berekening moet dus  $4 \text{ m}^3$  water per strekkende meter afgevoerd kunnen worden in  $4 : 0,336 = \pm 12$  dagen. Gezien het feit, dat de peilverschillen niet nauwkeurig bekend zijn en bovendien mogelijk extra water uit het land moet worden afgevoerd, voordat de eventueele plassen van het land zijn verdwenen en de grondwaterspiegel in het land overal onder den waterspiegel in de wijk ligt, blijkt zonder de onderstaande correctie de overeenstemming tusschen hetgeen berekend kan worden en in de practijk werd waargenomen reeds uitstekend te zijn.

Nu zal bij een daling van den waterstand in de wijk echter ook den grondwaterspiegel dalen. Stellen we deze daling gemiddeld over de geheele breedte van het perceel op 0,25 m, dan is deze schatting niet aan den lagen kant. Aangezien ook na afloop van de beschouwde periode (van 14 dagen) de grondwaterstand nog steeds vrij hoog onder het maaiveld ligt, zal in verband met de zeker voldoende capillaire hanghoogte van deze gronden het water alleen uit de grootere scheuren, gangen enz. loopen. Stellen we het gehalte aan deze grootere scheuren en gangen enz. (niet-capillaire ruimten) op 5 %, dan wil dit dus zeggen, dat bovendien per strekkende meter nog  $2 \times 70 \times 0,25 \times 0,05 = 1,75 \text{ m}^3$  water naar de scheisloot moet worden afgevoerd. Denken we deze hoeveelheid van  $1,75 \text{ m}^3$  ook nog in de wijk aanwezig, terwijl het peilverschil dezelfde blijft, dan moet dus niet 4 maar  $4 + 1,75 = 5,75 \text{ m}^3$  worden afgevoerd,

hetgeen volgens mijn berekening dus  $\frac{5,75}{0,336} =$  rond 17 dagen zal duren.

Deze tijd moet iets te lang zijn, aangezien de aangeduide 1,75 m<sup>3</sup> water zich niet in de wijk bevindt, maar in het land (dus gemiddeld de helft dicht bij de scheisloot) aanwezig is. Hierbij kan worden opgemerkt, dat met vergelijking 5 hier weinig is aan te vangen, aangezien zowel  $s'$  (doorslag) als  $s$  (afvoer overtollig water uit het land) in deze perioden onbekend zijn. Deze zullen beide met den waterspiegel in de wijk dalen; de wijze waarop — d.w.z. ten opzichte van elkaar — is niet bekend. Overigens doet dit er weinig toe, aangezien bovenstaande berekening nauwkeurig genoeg is.

We zullen nu nog eens berekenen, hoe groot deze doorslag is in natte perioden als 5 mm overtolligen neerslag moet worden afgevoerd en *het peilverschil ook nu 1 m bedraagt*.

In dat geval is dus de doorslag gelijk aan:

$$\begin{aligned}
 s' &= \frac{k}{2l (B_w + \frac{l-2H}{2H} + B_s)} \left\{ p_t - \frac{2ls}{k} (B_s + \frac{l-H}{4H}) \right\} \\
 &= \frac{2}{140 (0,65 + \frac{70 - 2 \cdot 9,5}{2 \cdot 9,5} + 1,09)} \left\{ 1 - \frac{140 \cdot 0,005}{2,0} (1,09 + \frac{70 - 9,5}{4 \cdot 9,5}) \right\} \\
 &= \frac{2}{618,8} \left\{ 1 - \frac{0,7}{2,0} (1,09 + \frac{60,5}{38}) \right\} \\
 &= \frac{2}{618,8} (1 - 0,94) = 0,0002 \text{ m} = 0,2 \text{ mm per 24 uur.}
 \end{aligned}$$

Het bovenstaande bedrag is bijna nul<sup>115)</sup> hetgeen wil zeggen, dat vrijwel alleen voor den afvoer van 5 mm overtolligen neerslag in de gegeven omstandigheden reeds een verschil in den grondwaterstand vlak bij de wijk en den waterstand in de scheisloot van ruim 1 m noodig is om dit overtollige regenwater naar de scheisloot af te voeren.

De maximale afvoer in natte perioden (afvoer van overtolligen neerslag 5 mm per 24 uur) bedraagt hier dus  $5 + 0,2 = 5,2$  mm en de maximale afvoer  $5 + 3,2 = 8,2$  mm over 24 uur, zoodat de werkelijk optredende afvoer bij een peilverschil van 1 m hier tusschenin zal liggen en op  $(5,2 + 8,2) : 2 =$  ongeveer 7 mm per 24 uur is te stellen.

Aangezien het peilverschil in natte perioden op de boerderij van den Heer EERKES veel kleiner is dan 1 m, volgt hier dus uit, dat noch het gemaal, noch de scheisloot, noch de (eventueel) verdere toevoersloten naar het gemaal deze hoeveelheden kunnen verwerken, waardoor het peilverschil in genoemde perioden sterk terugloopt. Daar bij een peilverschil tusschen den grondwaterstand vlak bij de wijk en den waterstand in de scheisloot van 1 m nauwelijks

<sup>116)</sup> Dit bedrag kan ook negatief zijn. In dat geval kan bij het aangegeven peilverschil (voor deze berekening feitelijk het verschil tusschen den grondwaterstand vlak naast de wijk en den waterspiegel in de scheisloot) zelfs niet eens 5 mm overtollige neerslag worden afgevoerd.

5 mm per 24 uur aan overtolligen neerslag kan worden afgevoerd, zal de ontwatering, als dit peilverschil in natte perioden terugloopt, nog slechter zijn. Om misverstand te voorkomen wijs ik erop, dat, ook als in natte perioden een peilverschil tusschen den waterstand in de wijk en in de scheisloot van 1 m onderhouden zou kunnen worden, de ontwatering des ondanks toch onvoldoende zal blijven, terwijl het graven van een greppeltje langs de weg hier een onvoldoende verbetering zal geven. Men meene dus niet, dat, als de afmetingen van de scheisloot en (eventueel) van de verdere toevoersloten naar het gemaal evenals de capaciteit van het gemaal voldoende vergroot worden, waardoor ook in natte perioden een peil in de scheisloot van 1 m onder het peil in de wijk is te houden, de ontwatering in een voldoende mate zal worden verbeterd.

Het bovenstaande kunnen we ook op de volgende wijze inzien. Aangezien immers het peil in de wijk hoog is, zal alle overtollige neerslag (+ de doorslag, die we hier even laten rusten) naar de scheisloot moeten worden afgevoerd. Voor dezen afvoer van overtolligen neerslag bestaat deze wijk dus niet, of m.a.w. liggen de afvoersystemen (de scheisloten) op ongeveer 150 m onderlingen afstand (deze afstand is bedoeld van hart tot hart). Aangezien we H op 9 m kunnen stellen en  $r_0 = 0,50$  m is de  $m_0$ -waarde bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur (zie ook § 4 van dit hoofdstuk) te berekenen met behulp van de formule  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$  of  $m_0 = \frac{sl^2}{8kd}$ . Aangezien  $s = 0,005$  m per 24 uur en  $l = 150$  m en verder  $d$  (zie tabel 5—16 in de, in noot 1 genoemde, publicatie) 7,30 bedraagt, is dus:

$$m_0 = \frac{0,005 \cdot 150^2}{8 \cdot 2,0 \cdot 7,30} = 0,96 \text{ m.}$$

Zelfs al ligt het peil in de scheisloot 1 m onder het maaiveld ter plaatse van de wijk, dan zou de grondwaterstand — ongeacht den doorslag — nog te hoog oploopen, hetgeen dus zeker het geval is, indien doorslag optreedt, hetgeen hier het geval is. Verder blijkt uit het bovenstaande, dat het graven van een greppeltje langs den weg (van de hiervoor aangegeven afmetingen en diepte althans) ook bij dit peilverschil in natte perioden de ontwatering niet in een voldoende mate kan verbeteren.

Uit het bovenstaande volgt dan ook, dat, wil men met behoud van de wijk (en als deze in open verbinding staat met het kanaal) en bij een peilverschil in *natte* perioden van 1 m de ontwatering voldoende maken, dit land moet worden gedraineerd. Men kan natuurlijk ook het kanaalpeil in de wijk verlagen. De noodige verlaging van dit kanaalpeil is wel zoo ongeveer uit te rekenen (de ligging van het maaiveld van de percelen is niet vlak, waarmede geen rekening kan worden gehouden, aangezien mij de juiste ligging onbekend is). De grondwaterspiegel mag immers niet hoger oploopen, dan tot 40 cm onder het maaiveld bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per etmaal, wil de ontwatering voldoende zijn. Nemen we eenvoudigheidshalve aan, dat de wijk dezelfde afmetingen heeft als de scheisloot, dan is  $m_0$  (doorslag niet mede rekenen) te berekenen uit:  $s = \frac{8kdm_0}{l^2}$  of  $m_0 = \frac{sl^2}{8kd}$ . Hierin is  $s = 0,005$  m per 24 uur;  $l = 75$  m;  $k = 2$  m per 24 uur en  $d = 6,10$  ( $H = 9$  m;

zie tabel 5—16 in de, in noot 1 genoemde, literatuur), zoodat  $m_0 = \frac{0,005 \cdot 75^3}{8 \cdot 2 \cdot 6,10}$   
 = rond 0,3 m is 30 cm.

Het gemiddelde peil in de wijk en in de scheisloot moet dus  $30 + 40 = 70$  cm onder het maaiveld liggen (feitelijk iets minder, doordat de wijk een veel grooteren natten omtrek heeft dan de scheisloot). Aangezien is aangenomen, dat ook in natte perioden het peil in de scheisloot 1 m onder het maaiveld ter plaatse ligt en derhalve diep genoeg is, moet de waterstand in de wijk dus minstens 40 cm onder het maaiveld ter plaatse liggen. Aangezien het peil in de wijk op de laagst gelegen perceelen ongeveer gelijk of mogelijk nog iets boven het maaiveld in de huidige omstandigheden in natte perioden en bij een open verbinding van de wijk met het kanaal zal liggen, volgt hier dus uit dat het kanaalpeil en daarmede het peil in de wijk ongeveer 40 à 50 cm lager moet zijn, dan nu in natte perioden het geval is, wil de ontwatering op al de perceelen op de boerderij van den Heer EERKES in hun huidige ligging voldoende zijn. De doorslag wordt daarbij tevens verminderd, aangezien het peilverschil teruggebracht wordt tot 50 à 60 cm. Houdt men ook rekening met dezen doorslag, dan moet het peil in de wijk rond 50 cm worden verlaagd. In dit geval is natuurlijk geen drainage noodig <sup>117</sup>).

Blijft het peil in de wijk zooals het nu is, dan is door drainage de ontwatering in orde te krijgen, indien er eerst voor gezorgd is, dat het peil in de scheisloot ook in natte perioden in het tijdvak, waarin de wijk in open verbinding staat met het kanaal, niet hooger oploopt dan tot 1 m onder het maaiveld. Deze drainreeksen moeten dan loodrecht op de scheisloot worden gelegd, waarin zij uitmonden. Deze reeksen moeten dan ongeveer bij den weg beginnen. Hierdoor is tevens de last van doorslag (in landbouwkundig opzicht) op te heffen; men denke er echter om, dat de hoeveelheid doorslag door dezen drainage niet onbelangrijk wordt vergroot.

Een derde methode om de ontwatering te verbeteren, waarbij de doorslag — afgezien vanuit het kanaal — geheel verdwijnt, is de wijk te dempen. Om een goede ontwatering te verkrijgen (zie § 4 van dit hoofdstuk) is het echter noodzakelijk deze wijk niet geheel te dempen, maar slechts zoover tot een sloot van de afmetingen (en diepte natuurlijk) van een scheisloot overblijft, waarin dan eenzelfde peil moet worden onderhouden als in de bestaande slooten. Met een maximaal peil in de nieuw gemaakte en bestaande scheisloot van 70 cm onder het maaiveld (zie hierboven) zou in dit geval volstaan kunnen worden. In dit laatste geval is drainage dus ook niet noodig. Natuurlijk kan men de wijk ook geheel dempen; dan is drainage echter wel noodzakelijk.

Met het bovenstaande wordt volstaan. Een verdere vergelijking van de bovengenoemde methoden om de ontwatering voldoende te doen zijn, kan hier achterwege blijven, aangezien het bovenstaande geen andere bedoeling heeft dan nog eens weer op een andere mogelijkheid te wijzen, waartoe de, door dat onderzoek verkregen, gegevens over de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag kunnen worden gebruikt.

<sup>117</sup>) Zou men de perceelen willen egaliseeren (voor zooverre dit noodig is), dan behoeft het geen betoog, dat een helling in het maaiveld vanaf de wijk naar de scheisloot voordeelen met zich brengt, zoolang als ten minste een peilverschil tusschen de wijk en de scheisloot blijft bestaan.

## HOOFDSTUK V

Samenvatting <sup>118)</sup>

Alvorens samen te vatten, hetgeen in de diverse hoofdstukken is behandeld, lijkt het mij gewenscht eerst nog eens globaal aan te geven, wat dit onderzoek behelsd heeft en waarom dit onderzoek werd uitgevoerd.

Dit onderzoek heeft bestaan in het verrichten van boringen tot 10 à 20 m onder het maaiveld in vrijwel het geheele gebied van de Veenkoloniën. Tijdens deze boringen werden grondmonsters genomen, waarvan de granulaire samenstelling werd bepaald. Voor zooverre het monsters van zandgronden betrof, werd hierin de doorlatendheid bepaald.

Het onderzoek werd ondernomen, aangezien het ons bekend was (zie de in noot 2 en noot 26 genoemde literatuur van schrijver), dat onder de bouwvoor en onder de daaronder al - dan niet - aanwezige, meer of minder dikke veenlaag, die zelden dieper dan tot ruim 1 m onder het maaiveld reikt, een meer of minder dikke zandlaag voorkomt. De dikte (dus de diepte onder het maaiveld, waarop een slecht doorlatende laag begint) en de doorlatendheid van deze zandlaag, evenals het feit, of deze laag overal in de Veenkoloniën optreedt, waren echter niet bekend. Zou deze laag overal voorkomen en de dikte daarvan niet te klein zijn, dan is het mogelijk de waterhuishouding van de gronden in de Veenkoloniën in groote lijnen te kunnen overzien (zie verder hieronder), hetgeen een dergelijk perspectief beteekent, dat uitvoering van dit onderzoek ons alleszins gewenscht leek. Deze laatste gegevens — n.l. de dikte en de doorlatendheid van deze laag evenals het feit, of deze laag overal voorkomt, — kunnen nu uit het verrichte onderzoek afgeleid worden, zoodat de dikte en de (gemiddelde) doorlatendheid van deze laag bekend zijn; bovendien bleek de bedoelde zandlaag overal voor te komen en — met zeer weinig uitzonderingen — een dikte te hebben van 6 tot meer dan 20 m. Aangezien deze dikte vrij groot tot groot ten opzichte van de bovenliggende veenlaag en bouwvoor is, terwijl de doorlatendheid minstens zoo groot, zoo niet belangrijk grooter is, beheerscht dus deze zandlaag de strooming van het water in den grond, behalve in het geval dat er slecht doorlatende lagen (als bijv. oerlagen) in het profiel voorkomen, waarop verder hieronder zal worden teruggekomen.

Door de kennis van de dikte en de doorlatendheid van deze zandlaag (= watervoerende laag) en door het feit, dat deze laag overal in de Veenkoloniën voorkomt, is het mogelijk geworden in groote trekken de waterhuishouding van deze gronden en vooral o.a. ook de ontwatering te overzien. De waterhuishouding van deze gronden wordt immers in eerste instantie beheerscht door den grondwaterstand, zoodat, als we de ligging van dezen grondwaterstand onder het maaiveld kennen, we tevens de waterhuishouding en dus o.a. de ontwatering in groote lijnen kunnen nagaan.

De ligging van den grondwaterstand ten opzichte van het peil in de wijken en slooten, en dus ook onder het maaiveld, indien de ligging van de genoemde peilen onder het maaiveld bekend zijn, is nu te overzien, aangezien de zandlaag (= de watervoerende laag) de strooming van het water in den grond beheerscht, doordat de strooming in de relatief dunne veenlaag ten opzichte

<sup>118)</sup> Een iets uitvoeriger samenvatting is reeds verschenen in: Landb. T., blz. 549 1943.

van de strooming in de zandlaag kan worden verwaarloosd. De zandlaag vormt dus tevens — zooals reeds enkele malen terloops is aangegeven — de watervoerende laag. Van deze laag zijn de dikte en de doorlatendheid bekend, zoodat daarmede de strooming van het water in den grond bekend is. Deze kennis maakt het nu mogelijk mathematische beschouwingen te gebruiken, waaruit bijv. bij een gewonen afvoer van overtolligen neerslag het verband tusschen dezen afvoer van overtolligen neerslag, de dikte en doorlatendheid van de watervoerende laag en enkele andere factoren (natte omtrek van de wijk en de slooten) eenerzijds en de ligging van den grondwaterspiegel midden tusschen de wijk en de scheisloot (eventueel tevens midden tusschen twee perceelsscheidingslooten) anderzijds blijkt. Hieruit volgt dus, aangezien alle factoren bekend zijn, dat de hoogste ligging van den grondwaterspiegel boven het peil in de wijk en de scheisloot berekend kan worden, als de maximale afvoer van overtolligen neerslag (behoudens zeer zelden voorkomende hoogere afvoeren) bekend is. In een vorige publicatie (zie de, in noot 1 genoemde, publicatie, blz. 519—522) werd aangetoond, dat hiervoor 5 mm per 24 uur kan worden aangehouden, zoodat de hoogste grondwaterstanden boven het peil in de wijk en in de scheisloot resp. onder het maaiveld berekend kunnen worden. Hieruit is na te gaan, of de ontwatering al of niet voldoende is, indien slechts bekend is, tot hoe hoog de grondwaterstand onder het maaiveld mag oploopen, voordat gesproken kan worden van een onvoldoende ontwatering. Uit een onderzoek, dat overigens onvoldoende is om een vaststaand oordeel te kunnen vormen, is nu gebleken dat, als de grondwaterspiegel niet hoger oploopt dan tot 40 cm onder het maaiveld bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur (korte perioden met zeer hoge afvoeren van overtolligen neerslag buiten beschouwing latend) de ontwatering voldoende is, zij het dan ook, dat deze eisch mogelijk nog iets te streng is.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat het door dit onderzoek mogelijk is geworden na te gaan, waar in de Veenkoloniën in de bestaande omstandigheden de ontwatering al dan niet voldoende is. Omgekeerd kan ook, als de hoogteligging van het maaiveld bekend is, hieruit worden afgeleid, hoe diep het peil en hoe de peilbeheersching in de wijk en de slooten moet zijn, wil de ontwatering voldoende zijn; hiervoor is echter de kennis van de hoogteligging van het maaiveld van de, in dat gebied liggende, perceelen onontbeerlijk.

Eveneens is het nu mogelijk geworden na te gaan, welke rol de perceelsscheidingslooten (dwarsslooten) bij de ontwatering spelen en of deze zonder meer kunnen worden gediicht dan wel hierin drainreeksen moeten worden gelegd of althans het perceel gedraineerd moet worden om de ontwatering voldoende te doen zijn.

Verder is van te voren in te zien, welk gevolg het verbreken van een oerlaag heeft en of dit verbreken (omzetting van het perceel) op zich zelf voldoende is dan wel hier nog andere maatregelen moeten worden getroffen, als bijv. het perceel draineeren, waarbij dan tevens de benodigde drainafstand kan worden aangegeven. Dat deze omzetting van het perceel, indien een oerlaag voorkomt, de ontwatering in elk geval verbetert (meestal in een voldoende mate) is direct in te zien, indien men bedenkt, dat deze oerlaag de bovenliggende laag van de dikke goed doorlatende zandlaag meer of minder afsluit (afhankelijk van de doorlatendheid van de oerlaag), terwijl na de omzetting van het

perceel de overtollige neerslag ongehinderd de dikke zandlaag kan doorstromen bij zijn strooming uit het land naar de wijk en (of) de slooten. Is de laag grond boven de oerlaag vrij dik en niet te slecht doorlatend evenmin als de oerlaag zelf, dan moet het ook voldoende zijn de oerlaag slechts plaatselijk in sleuven te breken, hetgeen proefnemingen dan ook hebben bevestigd.

Ofschoon op het oogenblik niet urgent, zij het dan ook, dat het reeds hier en daar geschiedt, kan op grond van het verrichte onderzoek worden nagegaan, wat de invloed van de demping van wijken op de ontwatering is. Dus waar deze demping zonder meer zal kunnen worden uitgevoerd en waar niet; hierbij speelt natuurlijk het peil en de peilbeheersching in de scheislooten een belangrijke rol. Indien de demping van de wijk de ontwatering onvoldoende maakt, kan verder worden nagegaan, of (en waar) een niet geheele demping maar een terugbrenging van de wijk tot de afmetingen van een scheisloot de ontwatering weer voldoende maakt en, indien dat niet het geval is, welke andere maatregelen dan getroffen kunnen resp. moeten worden om de ontwatering weer voldoende te doen zijn.

Ofschoon mij geen geval bekend is, waarbij men in den zomer en in droge perioden de grondwaterstand te laag vindt en deze dus in een voldoende mate zou willen verhoogen, kan worden opgemerkt, dat zoo noodig op grond van dit onderzoek eveneens te zeggen is, of (en waar) men dit kan bereiken door opzetting van het peil in de wijk en de slooten en tot welke hoogte de waterspiegel moet worden verhoogd om voldoende hooge grondwaterstanden en dus voldoende resultaten te bereiken.

Verder is op grond van dit onderzoek een goed inzicht te verkrijgen in den z.g. doorslag en in de middelen om deze zelf en om de eventueele last daarvan in landbouwkundig opzicht weg te nemen. Ook kan de grootte van dezen doorslag berekend worden, hetgeen bijv. van belang is om een inzicht te verkrijgen in de benoodigde capaciteit van gemalen enz. Hieraan mag worden toegevoegd, dat doorslag optreedt in de periode, waarin het peil in de wijk hoog is (doordat deze in open verbinding staat met het kanaal, waarin een hoog peil aanwezig is), terwijl de kavelslooten worden bemalen en hierin dus een veel lager peil wordt aangehouden.

Ten slotte geeft dit onderzoek ook een goed inzicht in de z.g. ondiepe kwel, d.w.z. de kwel, die onder een waterkeering door in de eerste grondwaterverdieping (dit is de hier onderzochte zandlaag) optreedt, indien een peilverschil (een verschil in grondwaterstand) aan weerszijden van deze waterkeering optreedt.

Over de diepe en dus over de totale kwel (in hoofdzaak bestaande uit de som van de ondiepe en diepe kwel) in waterschappen en de invloed, die de grootte en de vorm daarop heeft, is in het algemeen wel het een en ander mede te deelen; dit neemt niet weg, dat de verdere opbouw van het profiel op meer dan 20 m en mogelijk zelfs tot omstreeks 200 m diepte toe bekend zou moeten zijn, evenals de dikte en de doorlatendheid van de, zich in deze laag bevindende, zandlagen, om hierover in de Veenkoloniën een behoorlijk inzicht in kwalitatief en kwantitatief opzicht te verkrijgen.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat het verrichte onderzoek in vele opzichten een belangrijke bijdrage vormt tot de kennis van de waterhuishouding van de Veenkoloniale gronden in haar meest algemeene beteekenis. We zullen



nu overgaan tot het geven van een kort overzicht, van hetgeen in de verschillende hoofdstukken is behandeld.

Na een inleiding over het doel en de uitvoering van het onderzoek (hoofdstuk I) werd in § 2 van Hoofdstuk II een overzicht gegeven van den geologischen bouw van het bodemprofiel in de Veenkoloniën en van de ontstaanswijze van deze gronden, waarnaar, aangezien deze paragraaf op zichzelf reeds een samenvatting is, verwezen mag worden. Deze paragraaf is van de hand van Dr. J. F. STEENHUIS, geologisch adviseur van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening. In § 3 van dit hoofdstuk werd een overzicht gegeven van het aantal genomen grondmonsters van de aangeboorde geologische formaties met uitzondering van het veen. Hierin werd het koolzure kalk-, het humus- en het slibgehalte, evenals het U-cijfer (soortelijk oppervlak) en de doorlatendheid van de aangeboorde geologische formaties nagegaan, terwijl ten slotte werd onderzocht, of de onderkant van de watervoerende laag al of niet samenvalt met den bovenkant van een (nieuw-optredende) geologische formatie. Hierbij bleek het volgende.

Het *laagterras* blijkt hoofdzakelijk te bestaan uit koolzure kalkvrije zeer humusarme, weinig tot matig slibhoudende, middel tot matig fijne zanden. Er komen echter ook lagen in voor, die koolzurekalkrijk, humeus, kleirijk (kleigrond) en (of) uiterst fijn zijn.

De *Eemvorming* bestaat hoofdzakelijk uit sterk slibhoudende zandgronden tot lichte kleigronden (één en ander echter voor zooverre hier monsters genomen zijn; dit aantal is veel te gering om een voldoende vaststaand oordeel te kunnen uitspreken). Ook matig slibhoudende gronden komen voor. Verder bevat deze formatie steeds een zeker  $\text{CaCO}_3$ -gehalte, is zeer humusarm, terwijl de zandfractie middel fijn tot zeer fijn is.

Het *fluvioglaciale dek* bestaat in hoofdzaak uit koolzure kalkvrije tot koolzure kalkarme, zeer humusarme, weinig tot matig slibhoudende, matig fijne tot matig grove zandgronden. Hierin komen echter ook lichte kleigronden voor, resp. gronden met 4 à 5 %  $\text{CaCO}_3$ , met 3—4 % humus en die hetzij middel grof dan wel juist zeer fijn zijn.

De *grondmoreene* — voor zooverre bemonsterd; het aantal monsters is gering — bestaat uit leemgronden of uit matig slibhoudende tot sterk slibhoudende zandgronden. Deze gronden zijn voor een belangrijk gedeelte koolzure kalkvrij en meestal zeer humusarm tot humusarm; zij bezitten een matig fijne tot uiterst fijne zandfractie. Ook nu komen hierin echter koolzure kalkrijke, humusrijke lagen voor, terwijl het slibgehalte en de fijnheid van de zandfractie, zooals reeds werd opgemerkt, tamelijk sterk tot sterk uiteen kunnen loopen.

De „*fluvioglaciale zanden onder de grondmoreene*” zijn hoofdzakelijk weinig slibhoudende, koolzure kalkvrije, zeer humusarme, middel tot matig fijne zanden. Hierin komen echter ook sterk slibhoudende, humeuze en (of) althans iets  $\text{CaCO}_3$ -houdende gronden voor.

Uit het bovenstaande volgt, dat de geologische formatie wel iets over de fijnheid, het slib-, het humus- en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte in den grond zegt, echter in een onvoldoende mate, hetgeen vooral ook blijkt uit het feit, dat de onder-

kant van de watervoerende laag, voor zooverre deze bepaald kon worden, slechts zeer zelden samenvalt met den bovenkant van een (nieuw optredende) formatie, maar hier meestal middenin blijkt te liggen. Voor het beoogde doel (vermeerdering van de kennis van de waterhuishouding van deze gronden) is dan ook de kennis van den geologischen bouw van het bodemprofiel van weinig waarde. Van veel grooter belang is de opbouw van het bodemprofiel naar de fijnheid van den grond, naar het slib-, humus- en het koolzure kalkgehalte om van de doorlatendheid maar niet eens te spreken.

Wat den geologischen bouw van dit bodemprofiel in de Veenkoloniën tot de boordiepte (= 10 tot 20 m onder het maaiveld) betreft, kan worden opgemerkt, dat in het algemeen onder de veenlaag (I 4 v) eerst het laagterras (II 8) volgt; uitzonderingen daarop vormen de boringen Q, P, O, 54 en 58. Dit laagterras is meestal dikker dan 10 m en slechts zelden dikker dan 20 m. Onder dit laagterras werden verschillende formaties aangeboord; meestal echter treedt hieronder het fluvioglaciaaldek op, dat meestal niet doorboord werd. Voor meerdere bijzonderheden wordt naar § 3 verwezen.

In hoofdstuk III § 1 werd aangegeven, waar de boringen werden verricht. In totaal werden op 66 plekken, die regelmatig over het te onderzoeken gebied waren verdeeld (zie Kaart No. 1) boringen tot 10 à 20 m onder het maaiveld verricht. Bovendien waren op 6 plekken reeds eerder dergelijke boringen uitgevoerd. Op 6 plekken werden deze boringen herhaald, echter nu alle tot 20 m diepte, terwijl de eerder hier verrichte diepboringen slechts tot 10 m onder het maaiveld reikten.

In § 2 van dit hoofdstuk werd de granulaire samenstelling van de lagen tot 1 m onder het maaiveld, voor zooverre deze uit de verrichte diepboringen is af te leiden, nagegaan. Hieruit bleek, dat de dikte van de veenlaag zeer wisselend is. Soms komt geen veenlaag onder de bouwvoor voor, soms ligt de onderkant van de veenlaag op 140 cm en soms nog dieper onder het maaiveld. Dergelijke verschillen in dikte van de veenlaag, die soms ook ontbreekt, komen overal voor. Ook de kleur en de samenstelling van de veenlaag kan zeer verschillend zijn, zoowel wat betreft het humusgehalte (gehalte aan organische stof) als aan slib.

In § 3 sub *a* werd aangegeven, waarom de samenstelling en de doorlatendheid van het profiel tot 10 à 20 m en soms zelfs nog tot grootere diepte voor de waterhuishouding van belang zijn, waarvoor hier tevens naar het begin van deze samenvatting mag worden verwezen. In sub *b* van deze paragraaf werd besproken op welke wijze deze doorlaatfactoren in de grondmonsters werden bepaald en hoe hieruit de gemiddelde doorlaatfactor van de geheele zandlaag, voorzooverre zij was aangeboord, werd berekend. Gezien het groote aantal monsters was het noodzakelijk de doorlaatfactor in mengmonsters van monsters met vrijwel dezelfde granulaire samenstelling te bepalen en voor alle grondmonsters, waaruit het mengmonster was samengesteld, denzelfden doorlaatfactor aan te nemen. De daardoor gemaakte fout werd onderzocht door bij een 6-tal boringen ook de doorlaatfactoren in de afzonderlijke monsters te bepalen. Hierbij bleek, dat, hoewel inderdaad fouten werden gemaakt, de fouten voor de gemiddelde doorlaatfactoren van de geheele aangeboorde zandlaag, berekend zoowel uit de doorlaatfactoren, die alle in afzonderlijke grondmonsters waren bepaald, als berekend uit doorlaatfactoren,

die in mengmonsters waren bepaald, toch betrekkelijk klein zijn. De maximale afwijking berekend in procenten op den gemiddelden doorlaatfactor, die op zijn beurt berekend was uit de doorlaatfactoren van de afzonderlijke lagen, die in de afzonderlijke monsters waren bepaald, bedroeg 35 %. Mede in verband met deze afwijking werd bij 6 boringen, die vrijwel op dezelfde plaats tweemaal waren uitgevoerd, nagegaan, in hoeverre de gemiddelde doorlaatfactoren van de aangeboorde zandlaag tot dezelfde diepte verschillend waren. Hierbij bleek, dat deze verschillen kleiner waren, indien de gemiddelde doorlaatfactoren waren berekend uit de doorlaatfactoren, die in de afzonderlijke grondmonsters waren bepaald, dan wanneer deze gemiddelde doorlaatfactoren waren berekend uit de in mengmonsters bepaalde doorlaatfactoren. In het eerste geval werd een maximaal verschil van 1,4 en in het tweede geval van 1,9 m per 24 uur van den gemiddelden doorlaatfactor van de aangeboorde zandlaag tot dezelfde diepte gevonden. Hieruit volgt, dat deze gemiddelde doorlaatfactoren van de zandlaag blijkbaar op zeer korten afstand tot in elk geval 1,9 m per 24 uur kan wisselen, voorzover deze verschillen althans niet veroorzaakt zijn door fonten in de bepaling van deze gemiddelde doorlaatfactoren. Het was dan ook gewenscht, de gemiddelde doorlaatfactoren van deze zandlaag voor grotere gebieden uit de gemiddelde doorlaatfactoren van deze zandlagen ter plaatse van de boringen in deze gebieden te berekenen. Alvorens hiertoe over te gaan, werd nog nagegaan, in hoeverre bij de verrichte diepboringen tot meer dan 10 m onder het maaiveld de gemiddelde doorlaatfactoren van de zandlaag tot 10 m onder het maaiveld en van de zandlaag op meer dan 10 m onder het maaiveld gelijk dan wel verschillend waren. Hierbij bleek, dat vrijwel zonder uitzondering de gemiddelde doorlaatfactor van de laag op meer dan 10 m onder het maaiveld groter was dan van de laag tot 10 m onder het maaiveld. De gemiddelde doorlaatfactoren van de zandlaag ter plaatse van de diepboringen tot 10 m diepte, waar deze laag niet doorboord werd, moesten dus worden gecorrigeerd — d.w.z. verhoogd — voor het feit, dat het niet-aangeboorde gedeelte van deze zandlaag — dus op meer dan 10 m onder het maaiveld — een grooteren doorlaatfactor zal hebben dan het aangeboorde gedeelte en dat de gemiddelde doorlaatfactor van de geheele zandlaag (tot de slecht doorlatende laag, die deze zandlaag van anderen afsluit) dus eveneens een grooteren, gemiddelden doorlaatfactor zal hebben dan het aangeboorde gedeelte van deze zandlaag. Bij het aanbrengen van deze correctie moet natuurlijk rekening worden gehouden met de ligging van den onderkant van deze zandlaag onder het maaiveld. De aldus gecorrigeerde gemiddelde doorlaatfactoren, die dus nu gelden voor de geheele zandlaag ter plaatse van deze boringen, evenals de ligging van den onderkant van deze zandlaag onder het maaiveld zijn op kaartje No. 2 aangegeven. Op grond van deze laatste gegevens werden nu afgescheiden de gebieden  $A_1$  tot en met  $A_5$ , met een ligging van den onderkant van de zandlaag (in 't vervolg zullen we spreken van „de watervoerende laag”) op hoogstens 10 m onder het maaiveld; het gebied B met een ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 10 tot 15 m (gemiddeld 12,5) onder het maaiveld; het gebied  $C_1$  en  $C_2$  met een ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 15—20 m (gemiddeld 17,5 m) onder het maaiveld en de gebieden  $D_1$  en  $D_2$  met een ligging van den onderkant van de watervoerende laag op meer dan 20 m onder

het maaiveld (aangenomen werd maximaal 25 m); zie ook Kaartje No. 3. Van de belangrijkste van deze gebieden werden de gemiddelde doorlaatfactoren van de watervoerende laag uit de gemiddelde doorlaatfactoren van de watervoerende laag ter plaatse van de, binnen dit gebied liggende, boringen berekend. Deze gemiddelde doorlaatfactoren van de watervoerende laag in de gebieden  $A_3$ ,  $A_5$ , B,  $C_1$ ,  $C_2$  en  $D_2$  bleken te zijn resp. 2,2; 1,5; 2,4; 3,5; 2,9 en 3,3 m per 24 uur.

In hoofdstuk IV werd een overzicht gegeven van de mogelijkheden, die de kennis van de dikte en de doorlatendheid van de bovengenoemde watervoerende laag biedt voor de toepassing op allerlei problemen, die voor de praktijk van belang zijn.

Na een korte inleiding (zie § 1), werd in § 2 aan een voorbeeld (perceel 11 van de Proefboerderij te Borger-Compagnie) de hoogte midden op het perceel berekend, waartoe de grondwaterstand behoudens ongewoon hoge afvoeren van overtolligen neerslag in natte perioden in het winterhalfjaar boven het peil in de wijk en in de slooten zal oploopen. Is de ligging van den waterspiegel in de wijk en in de slooten onder het maaiveld in deze periode bekend, dan kan dus ook de hoogste ligging van den grondwaterstand onder het maaiveld worden nagegaan en kan dus de invloed van het peil in de wijk en de slooten op den grondwaterstand worden bestudeerd. Uit verder onder te bespreken waarnemingen is nu waarschijnlijk geworden; dat de ontwatering nog als voldoende kan worden beschouwd, indien de grondwaterstand (bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur) niet hoger oploopt dan tot 40 cm onder het maaiveld. Hieruit volgt dus, dat tevens de invloed van het peil in de wijk en de slooten op de ontwatering kan worden nagegaan. Van perceel 11 bleek in overeenstemming met de verwachting, afgeleid uit de kennis van de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag, dat, als het peil hierin maar voldoende laag is, tevens de ontwatering op dit perceel voldoende is. Verder bleek ook de berekende maximale grondwaterstand op dit perceel in overeenstemming te zijn met den grondwaterstand, die experimenteel door middel van grondwaterstandswaarnemingen in grondwaterstandsbuizen en van waarnemingen van den waterstand in de wijk en de slooten was bepaald.

Verder werd (zie sub 4) nog de invloed van het feit, of de wijk en de slooten al dan niet voldoende schoon zijn, op de ligging van den grondwaterstand en dus op de ontwatering behandeld. Hierbij bleek, dat de grondwaterstand onder overigens gelijke omstandigheden in perceelen, waaromheen een vuile wijk en slooten liggen, hoger zal oploopen dan in perceelen, waar deze wijk en slooten voldoende schoon zijn. Is de ontwatering op een perceel onvoldoende, dan is het gewenscht, dat ook gelet wordt op den staat van onderhoud van de wijk en de slooten. Ten slotte werd de invloed van een ongelijke ligging van het maaiveld (sub 5) besproken. Hier wordt volstaan met op te merken, dat lage plekken meestal alleen daarom een slechtere ontwatering hebben dan hooger gelegen plekken, doordat op de eerst genoemde plekken de grondwaterspiegel onder overigens gelijke omstandigheden (d.w.z. dezelfde ligging ten opzichte van N.A.P.) dichter onder het maaiveld ligt dan op de laatst genoemde plekken en dus op de eerste plaatsen te dicht onder het maaiveld ligt (de ontwatering is hier onvoldoende), terwijl dit op de laatst genoemde plekken niet het geval behoeft te zijn (de ontwatering is hier dan voldoende).

In sub *b* van § 2 werd meer in het algemeen de ligging van den maximalen grondwaterstand (bij een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur) *in de huidige omstandigheden* (dus bij een aanwezigheid van een wijk en een scheisloot van bepaalde afmetingen enz.) in de 6 belangrijkste gebieden, waarin het geheele onderzochte gebied is onderverdeeld, berekend. Hierbij werd aangenomen, dat geen slecht doorlatende laag in het profiel tot ruim 1 m onder het maaiveld (bijv. een oerlaag) voorkomt.

Door verschillende peilen in de wijk en in de scheisloot aan te nemen, werd tevens nagegaan, of de ontwatering al dan niet voldoende is. Drainage in de huidige omstandigheden (en afgezien van den doorslag; zie hieronder) is natuurlijk alleen noodig als de ontwatering door de wijk en de slooten onvoldoende is. Uit dit onderzoek blijkt nu, dat bij een onderlingen afstand van de wijk en de scheisloot van 80 m, drainage alleen in het gebied  $A_2$  noodig kan zijn, zij het dan ook in vele gevallen ook weer niet. Ook in gebied  $A_3$  kan in een hoogst enkel geval drainage noodig zijn; in alle andere gebieden is drainage niet noodig, doordat (bij een niet te hoog peil in de wijk en de slooten) de ontwatering ook zonder drainage reeds voldoende is, terwijl, als dit peil in de wijk en de slooten te hoog oploopt, drainage de ontwatering evenmin in een voldoende mate kan verbeteren. (Dit kan in dit geval alleen (en tevens afdoende) door een peilverlaging in de wijk en de slooten geschieden).

Ten slotte is in sub *c* van § 2 nagegaan, wanneer de perceelsscheidings-slooten (dwarsslooten) zonder meer kunnen worden gedicht en wanneer hierin eerst drainreeksen moeten worden gelegd, of althans het perceel moet worden gedraineerd. Hierbij bleek, dat in verreweg het grootste gedeelte van de Veenkoloniën (de gebieden  $B_1$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  en  $D_2$ ) de perceelsscheidings-slooten zonder meer kunnen worden gedicht. In een enkel geval in het gebied  $A_3$  en vermoedelijk in verschillende gevallen in het gebied  $A_5$  is dit niet mogelijk, maar zal men hierin eerst drainreeksen moeten leggen, dan wel het perceel moeten draineeren. Voor de wijze, waarop deze drainage het best kan worden uitgevoerd, wordt naar den tekst van sub *c* verwezen. Hierbij kan worden opgemerkt, dat het bovenstaande alleen geldt, indien het peil in de wijk en in de slooten niet hooger oploopt dan tot  $\pm 60$  cm onder het maaiveld. Bij een hooger peil kan men deze slooten ook wel dichtmaken (de ontwatering wordt daardoor namelijk practisch niet verslechterd); een voldoende ontwatering krijgt men slechts, indien het peil in de wijk en in de slooten eerst op een voldoende wijze is verlaagd en bovendien de beheersching van dit peil voldoende is.

In § 3 werd het geval besproken, dat in de veenlaag, of vlak daaronder in de zandlaag, een slecht doorlatende laag (resp. een spalterveenlaag of een oerlaag) voorkomt. In afdeeling A werd de daardoor ontstane overlast van water besproken, evenals de middelen om deze overlast op te heffen. In sub *a* werd globaal aangegeven, dat deze overlast van water (een voldoende diep peil in de wijk en de slooten vooropgesteld) is op te heffen (1) door de oerlaag (een slecht doorlatende laag in het veen blijft buiten beschouwing; zie ook hieronder) overal te breken of dus door het perceel in zijn geheel om te zetten of door (2) deze verbreking van de oerlaag slechts plaatselijk te doen plaatsvinden door in sleuven, die evenwijdig aan elkaar en op bepaalde onderlinge afstanden gegraven worden, deze oerlaag te breken. In beide gevallen wordt

het contact van de boven de oerlaag liggende laag met de dikke dieper gelegen zandlaag geheel resp. gedeeltelijk weer hersteld. Dit geschiedt bij een omzetting van het geheele perceel uit den aard der zaak op een veel vollediger wijze dan door deze oerlaag alleen in sleuven te breken. Het is duidelijk, dat de kans, dat deze laatste, wel is waar minder effectieve, maar daarentegen ook veel goedkoopere, methode voldoende resultaten geeft, des te grooter is, naarmate de laag grond boven de oerlaag dikker en beter doorlatend is, naarmate de oerlaag dunner is en naarmate de oerlaag, ofschoon altijd slecht doorlatend, relatief beter doorlatend is. Voor beide methoden geldt, dat, indien het contact van de bovenliggende lagen met de dikke dieper liggende zandlaag in een voldoende mate wordt hersteld, de strooming van den overtolligen neerslag door den grond naar de wijk en de slooten veel minder weerstand ondervindt dan voordien het geval was, waardoor de grondwaterspiegel in het perceel veel minder hoog boven den waterstand in de wijk en de slooten zal oploopen en dus bij een voldoende diep peil in deze wijk en slooten de ontwatering voldoende zal zijn, terwijl dit laatste voordien niet het geval was. Of na deze maatregelen de ontwatering voldoende is, hangt echter ook van de dikte en de doorlatendheid van de zandlaag (watervoerende laag) af. Uit § 2, b weten we reeds, dat alleen in gebied A<sub>5</sub> en A<sub>3</sub> meerdere malen resp. een enkele maal deze dikte en doorlatendheid onvoldoende zijn. Is dit laatste het geval, dan moeten deze perceelen gedraineerd worden om een voldoende ontwatering te verkrijgen, waardoor dus tevens teleurstelling over de resultaten van de omzetting van een perceel wordt voorkomen.

Als voorbeeld van een geval, waarbij van te voren was te zeggen, dat de sleuvenmethode goede resultaten zou geven, is hier de proefneming op een perceel van den Heer J. H. Smook te Nieuw-Buinen behandeld. Hierbij bleek, dat inderdaad de ontwatering door het graven van deze sleuven en het daarna weer opvullen van deze sleuven met den uitgegraven grond op een voldoende wijze was verbeterd. Dit bleek zoowel uit de meening van den Heer Smook voornoemd, nl., dat dit perceel oorspronkelijk het natste en nu het droogste van al zijn perceelen was geworden, als uit de gemeten grondwaterstanden in grondwaterstandsbuizen. Voor verdere bijzonderheden wordt naar § 3, A, b verwezen; hier mag nog worden opgemerkt, dat hier over het algemeen een veenlaag tot 90 à 110 cm onder het maaiveld — afgezien van de bouwvoor — voorkomt. Hieronder treedt een oerlaag van 5 tot 15 cm dikte op. Bij den opzet van deze proef werd drainage op rond 40 m onderlingen afstand en bij een draandiepte van gemiddeld ongeveer 80 cm onder het maaiveld noodig geoordeeld, aangezien uit de toentertijd beschikbare gegevens (één boring op dit perceel tot 10 m diepte) geen andere conclusie was te trekken. Deze drainage bleek niet noodig te zijn geweest, in overeenstemming met de gegevens over de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag in dit gebied, zooals deze nu mede uit talrijke andere boringen is afgeleid. De sleuven waren hier 60 cm breed en werden hier op 10 en 11<sup>2</sup>/<sub>3</sub> m onderlingen afstand tot even onder de oerlaag gegraven, waarna zij weer met den uitgegraven grond werden gevuld. Beide sleufafstanden hebben hier dus voldoende resultaten gegeven.

Uit bovengenoemd onderzoek bleek verder, dat het niet alleen waarschijnlijk is, dat de ontwatering van deze gronden als voldoende mag worden

beschouwd, indien de grondwaterstand in het winterhalfjaar niet hooger oploopt dan tot 40 cm onder het maaiveld; de mogelijkheid bestaat zelfs, dat nog hogere grondwaterstanden toelaatbaar zijn, waarmede echter veiligheids-halve geen rekening is gehouden.

In sub c zouden feitelijk gevallen behandeld moeten worden, waarbij de sleuvenmethode onvoldoende resultaten heeft gegeven en dus het perceel in zijn geheel moet worden omgezet. Deze gevallen zijn echter niet bekend, terwijl evenmin is aan te geven, waar deze grens ligt. Een en ander hangt samen met het feit, dat het uiterst moeilijk zoo niet ondoenlijk is de doorlatendheid van de oerlaag te bepalen, terwijl het eveneens moeilijk is de doorlatendheid van de daarboven gelegen laag te meten. In deze paragraaf werden dan ook twee gevallen besproken, waarbij de mogelijkheid zeker bestaat, dat de sleuvenmethode voldoende resultaten zal geven, maar waarvan de waarschijnlijkheid toch grooter is, dat dit niet het geval zal zijn en het perceel in zijn geheel moet worden omgezet. Het eerste geval betreft het perceel van den Heer P. PANMAN te Tripscompagnie. Hier werd een niet erg harde, oerlaag op 30 à 40 cm tot 55 à 75 cm onder het maaiveld aangetroffen. Op dit perceel werden reeds in den aanvang van 1942 sleuven van 60 cm breedte en op 5 en  $6\frac{2}{3}$  m onderlinge afstand tot even onder de oerlaag gegraven. Ook werden hierin drainreeksen op 20 m onderlingen afstand gelegd, en wel om dezelfde reden als op het perceel van den Heer SMOOK te Nieuw-Buinen. De resultaten van deze proefneming zijn nog niet volledig bekend <sup>117 a)</sup>; verwacht wordt, dat de drainage niet noodig zal blijken te zijn. Hierbij kan nog worden opgemerkt, dat het peil in de wijk en de slooten 's winters in natte perioden blijkens een mededeeling van den Heer PANMAN zeer hoog (tot 10 à 35 cm onder het maaiveld) oploopt <sup>118)</sup>. Het behoeft geen betoog, dat door het graven van de sleuven en het leggen van de drainreeksen in deze perioden geen verbetering in de ontwatering kan worden verwacht; de ontwatering blijft in die perioden ten eenen male onvoldoende. Wel bestaat een behoorlijke, zij het dan ook geen groote, kans (zie hiervoor), dat deze ontwatering door de getroffen maatregelen in een voldoende mate verbeterd wordt in perioden met een voldoende diep peil in de wijk en in de slooten. In verband met de omzekerheid in de te verkrijgen resultaten vergete men niet, dat dit een proefneming en geen advies is.

Het tweede geval betreft het perceel van den Heer R. SMIT te Kalkwijk. Op dat perceel bleek een oerlaag van 17 à 33 tot 40 à 75 cm onder het maaiveld voor te komen en soms nog een tweede oerlaag op 95—115 cm. De eerste oerlaag is nergens hard; de tweede daarentegen wel. Het winterpeil in de wijk en de slooten blijkt rond 60 tot 100 cm onder het maaiveld te liggen. Zou dit perceel geheel worden omgezet, dan zou geen drainage noodig zijn; wordt echter de sleuvenmethode toegepast (zoo mogelijk zal ook op dit perceel een proef met de sleuvenmethode worden genomen) dan is in verband met de hooge ligging van de oerlaag drainage gewenscht. De drainafstand bleek hier 25 m te moeten bedragen. Indien de proef genomen wordt <sup>118a)</sup> zullen hier sleuven op 5 en  $8\frac{1}{3}$  m onderlingen afstand worden gegraven. In verband met het

<sup>117a)</sup> Inmiddels is echter reeds gebleken, dat de ontwatering ten gevolge van het graven van deze sleuven op een voldoende wijze is verbeterd.

<sup>118)</sup> Sedert den aanleg van het proefveld is het peil echter verlaagd.

<sup>118a)</sup> Dit proefveld is inmiddels aangelegd; de resultaten daarvan zijn nog niet bekend.

bovenstaande kan worden opgemerkt, dat de proef op het perceel van den Heer PANMAN en mogelijk ook nog op het perceel van den Heer SMIT noodig zijn om uit te maken, wanneer de sleuvenmethode kan worden toegepast resp. wanneer de omzetting van het geheele perceel *moet* worden toegepast om voldoende resultaten te verkrijgen.

Ten slotte kan in dit verband nog worden opgemerkt, dat in alle drie gevallen de berekeningen werden weergegeven, die noodig zijn om na te gaan, of al dan niet drainage noodig is en zoo ja, hoe dan bij de gegeven draindiepte de drainafstand berekend moet worden, waarvoor verder naar den tekst van § 3 verwezen wordt.

In afdeling B van § 3 werd een mogelijk te kort aan water (last van droogte) besproken. In sub *a* werd aangetoond, dat, als de oerlaag niet te diep onder het maaiveld voorkomt, de bovenliggende laag geen veenlaag of hoogstens slechts een zeer dunne veenlaag bevat en de bouwvoor betrekkelijk weinig humus bezit, last van droogte in droge perioden kan optreden, doordat de hoeveelheid water, die in de laag grond boven de oerlaag voor de planten in droge perioden in het zomerhalfjaar ter beschikking is, te gering is om aan de behoefte aan water van deze planten te voldoen; de maximale waterinhoud van deze laag is dus te gering. In sub *b* werd iets dergelijks aangetoond voor een spalterveenlaag. In beide gevallen kan — tenzij het, in sub *c* besproken, geval optreedt — de last van droogte worden opgeheven door een geheele omzetting van het perceel, waardoor de oerlaag resp. de spalterveenlaag overal wordt gebroken, hetgeen door gevallen uit de practijk nader werd geïllustreerd. De omzetting van deze lagen zal echter geen succes hebben, of althans zal de last van droogte blijven bestaan, indien in het zomerhalfjaar in droge perioden zulke diepe grondwaterstanden onder het maaiveld optreden, dat capillaire aanvulling van het, door de planten verbruikte, water niet meer of althans niet snel genoeg kan plaats vinden en de maximale waterinhoud van de laag, waarin zich de hoofdwortelmassa bevindt, te gering is om de planten in genoemde droge periode van voldoende water te voorzien. Ook dergelijke gevallen komen in de practijk voor, zij het dan ook, — voor zooverre mij bekend — niet in een dergelijke mate, dat hiertegen maatregelen (infiltratie) moeten worden genomen. Voor zooverre dit toch noodig mocht blijken, is uit de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag na te gaan, waar een verhooging van het peil in de wijk en de slooten vanaf omstreeks April—Mei voldoende is om daarmee de grondwaterstand in een voldoende mate te verhoogen om daarmee dezen hinder van droogte op te heffen; verder hoe hoog dit peil moet zijn en ten slotte, indien deze maatregelen nog niet voldoende mochten zijn, welke maatregelen dan tevens nog noodig zullen zijn om deze hinder van droogte op te heffen. Hierop werd niet verder ingegaan, aangezien mij uit de practijk geen geval bekend was, waar deze hinder van droogte zoo hevig is, dat hiertegen reeds maatregelen zijn genomen resp. men graag daartegen maatregelen zou willen nemen.

In § 4 werden de gevolgen besproken, die het dempen van alle perceels-scheidings-slooten (dwarsslooten) en van alle wijken op den grondwaterstand en dus op de ontwatering zal hebben. Verder werd nog nagegaan, of, indien de ontwatering daardoor onvoldoende wordt, de ontwatering voldoende zal zijn, als de wijken slechts in zoo verre gedempt worden, dat nog slooten met de



afmetingen van een scheisloot overblijven, waarin dan natuurlijk hetzelfde peil als in de bestaande scheisloten moet worden aangehouden. Als voorbeeld werd verder in twee gebieden nagegaan, wat de drainafstand zou moeten zijn, indien de ontwatering door het dempen van de wijken onvoldoende zou worden; men hiertoe toch zou willen overgaan en men de ontwatering door drainage weer in orde zou willen maken. Ook de invloed van het al of niet dempen van de perceelsscheidingsloten werd hier onderzocht. Hierbij bleek nu het volgende:

Dempt men alle wijken en alle perceelsscheidingsloten, dan blijkt, dat, voor zooverre hierover ervaring bestaat, deze in overeenstemming is, (boerderij van den Heer PANMAN, Ommelanderswijk, Gemeente Veendam), resp. voor zooverre dit beoordeeld kan worden in overeenstemming is (alle andere bekende gevallen), met hetgeen op grond van de kennis van de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag verwacht mocht worden. Hieruit volgt tevens, dat op grond van deze, nu bekende, dikte en doorlatendheid van deze watervoerende laag voorzien kan worden, hoe de ontwatering zal zijn, wanneer alle wijken en perceelsscheidingsloten worden gedempt. Verder is gebleken, dat in elk voorkomend geval<sup>119)</sup>, deze ontwatering in een voldoende mate is te verbeteren door drainage, waarbij als voorwaarde is gesteld, dat de grondwaterstand niet hoger mag oploopen dan tot 0,40 m onder het maaiveld bij een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur. In verschillende gevallen zal deze ontwatering echter ook voldoende zijn, indien wel alle perceelsscheidingsloten worden gedempt, echter de wijken slechts in zooverre, dat er slooten met de afmetingen van een scheisloot (en de diepte natuurlijk) overblijven en hierin, zooals van zelf spreekt, eenzelfde peil wordt onderhouden als in de reeds aanwezige scheisloten. Deze laatste oplossing zal vooral in die gevallen aantrekkelijk zijn, waar ter plaatse van de wijk toch een sloot als scheiding moet worden gegraven. Deze sloot kan men dan evengoed de afmetingen van een scheisloot geven.

Hieronder volgt nu een overzicht van de belangrijkste gebieden, waarin men het geheele gebied van de Veenkoloniën kan onderverdeelen. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat voor een werkelijk gedetailleerd overzicht de benodigde gegevens van het peil en de beheersching van dit peil ten opzichte van het maaiveld van deze afdeelingen ontbreken. Veeleer is het dan ook slechts de bedoeling geweest aan te toonen, hoe het verkregen inzicht in de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende laag voor het genoemde doel kan worden toegepast. Dit neemt niet weg, dat door verschillende maximale peilen in deze scheisloten aan te nemen, toch wel een overzicht kan worden verkregen, dat althans in groote lijnen aangeeft, wat het resultaat ten opzichte van het geheel of gedeeltelijk dempen van de wijken en het dempen van alle perceelsscheidingsloten op de ontwatering zal zijn en welke maatregelen genomen kunnen resp. moeten worden om deze ontwatering weer voldoende te doen zijn.

Voor het gebied  $A_3$  en  $A_5$  blijkt nu, dat, zelfs als het peil in de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 1 m onder het maaiveld, de ontwatering ten eenen

---

<sup>119)</sup> Hierbij is echter aangenomen, dat het peil in de scheisloten in perioden met 5 mm overtolligen neerslag niet hoger oploopt dan tot 60 cm onder het maaiveld.

male onvoldoende zal zijn, indien alle wijken en alle perceelsscheidingsloten geheel worden gedempt. Uit den aard der zaak is dit nog in versterkte mate het geval, indien het peil in de scheisloten hooger oploopt dan tot 1 m onder het maaiveld.

De ontwatering is in het bovengenoemde geval weer voldoende te maken door drainage (gemiddelde draandiepte 85 cm onder het maaiveld). Loopt het peil niet hooger dan tot 60 cm onder het maaiveld op, dan blijkt zoowel in het gebied  $A_3$  als in het gebied  $A_6$  de drainafstand 35 tot 40 m te moeten bedragen, terwijl, als dit peil niet hooger oploopt dan tot 80 cm onder het maaiveld, deze drainafstand zelfs 60 tot 70 m kan zijn. Voor verdere bijzonderheden wordt verwezen naar sub *a* van deze paragraaf. Hierbij kan nog worden opgemerkt, dat de drainreeksen hellend vanuit het midden (dus waar nu nog de wijk ligt) zijn gedacht met een helling van 10 cm (diepteligging 80—90 cm), terwijl verder is aangenomen, dat het peil in het voorjaar zoo laag is, dat de drainreeksen bij de uitmonding in de slooten boven dit peil of vrijwel gelijk met dit peil liggen, welk peil dus hier op 90 cm of meer onder het maaiveld is gesteld.

In het gebied  $A_3$  is verder nog nagegaan, dat, als de wijken geheel gedempt worden, maar de perceelsscheidingsloten op 140 m onderlingen afstand blijven bestaan, de ontwatering niet voldoende tot nog juist voldoende zal zijn, indien het peil hoogstens tot 60 cm onder het maaiveld oploopt, terwijl de ontwatering des te slechter zal zijn, naarmate de afstand van de perceelsscheidingsloten grooter is dan 140 m. Indien het peil echter niet hooger dan tot 80 cm onder het maaiveld oploopt, is de ontwatering wel voldoende, indien de onderlingen afstand van de perceelsscheidingsloten 140 m is, terwijl dit in steeds mindere mate het geval zal zijn, naarmate de onderlinge afstand van de scheisloten grooter wordt. Vermoedelijk zal men er echter in voorkomende gevallen, ook indien de ontwatering door het laten bestaan van de perceelsscheidingsloten voldoende is, de voorkeur aan geven deze slooten toch te dempen en door drainage deze ontwatering weer in orde te maken, tenzij men, voor zooverre mogelijk, de voorkeur geeft aan de onderstaande methode om de ontwatering weer voldoende te maken. Voor de andere gebieden is deze kwestie (al of niet laten bestaan van de perceelsscheidingsloten) dan ook niet verder nagegaan.

Dempt men alle perceelsscheidingsloten, maar dempt men de wijken slechts zoover, dat er een sloot van de afmetingen van een scheisloot overblijft, dan blijkt, dat, als het peil in de scheisloten en natuurlijk in de sloot, die in de plaats gekomen is van de wijk (dit geldt ook voor de andere, verder hieronder nog te bespreken gebieden) niet hooger oploopt dan tot 80 cm onder het maaiveld ( $A_3$ ) resp. niet verder oploopt dan tot 100 cm onder het maaiveld ( $A_6$ ) de ontwatering voldoende is. Loopt het peil in het gebied  $A_6$  niet hooger op dan tot 80 cm onder het maaiveld dan zal wel is waar meestal, echter niet altijd, de ontwatering voldoende zijn. Loopt het peil tot 60 cm onder het maaiveld op, dan zal in het gebied  $A_3$  en  $A_6$  de ontwatering onvoldoende zijn. Voor zooverre deze ontwatering onvoldoende is, kan men deze weer verbeteren door drainage. Kan de wijk echter geheel gedempt worden, doordat een scheisloot hier ter plaatse om andere redenen (als scheiding) niet wordt gewenscht, dan zal men er waarschijnlijk de voorkeur aan geven de wijk geheel

te dempen en de ontwatering door drainage weer in orde te maken; in het laatste geval is de benodigde drainafstand kleiner dan wanneer bovendien in de plaats van de wijk een sloot met de afmetingen van een scheisloot komt.

Voor gebied B blijkt, dat na de demping van alle wijken en alle perceelsscheidingsloten de ontwatering, zelfs als het peil in de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 1 m onder het maaiveld, meestal onvoldoende tot nauwelijks voldoende zal zijn. De ontwatering zal overal onvoldoende zijn, indien het peil niet hoger oploopt dan tot 80 cm onder het maaiveld. Evenals voor de gebieden A<sub>3</sub> en A<sub>5</sub> is de ontwatering, indien deze onvoldoende zou worden, weer door drainage in orde te brengen; de benodigde drainafstand werd niet verder nagegaan.

Na de demping van alle perceelsscheidingsloten en na de terugbrenging van de afmetingen van de wijk tot die van een scheisloot blijkt, dat, indien het peil in de sloten niet hoger oploopt dan tot 80 cm onder het maaiveld, de ontwatering overal voldoende zal zijn. Dit blijft practisch het geval, wanneer dit peil niet hoger oploopt dan tot 70 cm onder het maaiveld. Loopt het peil tot 60 cm onder het maaiveld op, dan is meestal de ontwatering voldoende tot (mogelijk) even onvoldoende; er zullen dan echter gevallen voorkomen, waarbij de ontwatering onvoldoende zal zijn. In deze laatste gevallen kan door drainage de ontwatering weer in een voldoende mate verbeterd worden, waarmede men dan natuurlijk zal wachten, totdat door practische ervaring gebleken is, dat de ontwatering onvoldoende is en dus drainage, moet worden toegepast (het is immers onbekend, waar deze gevallen binnen gebied B zullen liggen).

Voor gebied C<sub>1</sub> en C<sub>2</sub> blijkt, dat na de demping van alle wijken en alle perceelsscheidingsloten de ontwatering voldoende of althans in vrijwel alle gevallen voldoende zal zijn, indien in het gebied C<sub>1</sub> het peil in de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 80 cm en in het gebied C<sub>2</sub> niet hoger dan tot 90 à 100 cm onder het maaiveld. Loopt het peil in deze gebieden hoger op dan boven is aangegeven, dan wordt de ontwatering des te meer onvoldoende, naarmate dit peil hoger is. In deze laatste gevallen kan de ontwatering weer door drainage worden verbeterd; de benodigde drainafstand werd niet verder nagegaan.

Na de demping van alle perceelsscheidingsloten en na de terugbrenging van de afmetingen van de wijk tot die van een scheisloot blijkt, dat in gebied C<sub>1</sub>, zelfs bij een peil van hoogstens 60 cm onder het maaiveld, steeds, en in gebied C<sub>2</sub> bij dit peil vrijwel steeds de ontwatering voldoende zal zijn. In gebied C<sub>2</sub> kunnen bij genoemd peil althans gevallen voorkomen, waarbij de ontwatering onvoldoende zal zijn. Hier kan de ontwatering, zoodra dit in de practijk zou zijn gebleken, alsnog door drainage verbeterd worden.

Voor gebied D<sub>2</sub> blijkt, dat na de demping van alle wijken en alle perceelsscheidingsloten de ontwatering voldoende zal zijn, indien het peil in de scheisloten niet hoger oploopt dan tot 80 cm onder het maaiveld. Loopt dit peil tot 60 cm op, dan zal de ontwatering vrijwel overal onvoldoende zijn. Voor zooverre de ontwatering onvoldoende zou zijn, kan deze natuurlijk door drainage verbeterd worden.

Worden alle perceelsscheidingsloten gedempt, daarentegen de wijken teruggebracht tot de afmetingen van een scheisloot, dan zal overal, ook bij

een peil van hoogstens 60 cm onder het maaiveld, de ontwatering voldoende zijn.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat in meerdere gevallen, indien de ontwatering onvoldoende wordt na de demping van alle wijken en alle perceelscheidingssloten, door het niet geheel dempen van de wijk — nl. door deze terug te brengen tot de afmetingen van een scheisloot — de ontwatering weer voldoende is te maken. Ook kan men door drainage deze ontwatering weer in orde brengen. Deze laatste methode moet worden toegepast, (in enkele gevallen kan men ook, door de perceelsscheidingssloten te laten bestaan, de ontwatering voldoende maken), indien de wijk wordt vervangen door een sloot van de afmetingen van een scheisloot en de ontwatering desalniettemin onvoldoende zou blijven.

Bij het bovenstaande moet worden opgemerkt, dat er op gerckend is, dat geen slecht doorlatende lagen (oerlagen en [of] veenlagen) aanwezig zijn, resp. na demping van alle perceelsscheidingssloten en na een geheele of gedeeltelijke demping van de wijken (in het laatste geval dus tot slooten met afmetingen van een scheisloot overblijven) niet meer aanwezig (dus gebroken) zijn. Voor zooverre de slijvenmethode (zie § 3 van dit hoofdstuk) is toegepast om de ontwatering in een voldoende mate te verbeteren — dus indien oerlagen in het bodenprofiel voorkomen — moet hiermede rekening worden gehouden, hetgeen in het bovenstaande niet is geschied.

In § 5 werd in sub 1 een overzicht gegeven van de diverse soorten kwel; wat betreft het ontstaan daarvan, van de strooming van het water in den grond, die in die gevallen optreedt en van den invloed van de grootte en van den vorm van het waterschap op de grootte van deze kwel, wanneer deze wordt uitgedrukt in een laag water die per 24 uur opkwelt en die regelmatig over het geheele waterschap verdeeld wordt gedacht. Aangezien dit reeds een overzicht is, kan hiervoor verder naar sub 1 van § 5 worden verwezen; besproken werden de dijkskwel en de ondiepe (bodem)kwel.

In sub b 1 werd de doorslag besproken, die als een soort ondiepe kwel is op te vatten. Doorslag treedt op in de periode, waarin de wijk in open verbinding staat met het kanaal en hierin een hoog peil optreedt, terwijl daarentegen de scheisloot wordt bemalen en hierin dus een belangrijk lager peil wordt aangehouden. Aangetoond werd, dat, als het maaiveld voldoende hoog boven het peil in de wijk ligt, de doorslag uit den aard der zaak wel blijft bestaan, maar dat deze in zuiver landbouwkundig opzicht geen nadeel heeft, doordat de grondwaterstand in dat geval diep genoeg onder het maaiveld blijft om hiervan geen hinder meer te ondervinden. Ligt dit maaiveld lager, dan treedt wel hinder van dezen doorslag op, die echter door het graven van een greppeltje langs den weg evenwijdig aan de wijk kan worden opgeheven. De ligging van het maaiveld kan ten slotte ook zoo laag ten opzichte van het peil in de wijk gelegen zijn, dat boven bedoeld greppeltje onvoldoende resultaten zal geven. In het laatste geval bestaat de mogelijkheid de last van den doorslag door drainage op te heffen, indien het peil in de scheisloot voldoende diep is en de beheersching van dit peil voldoende is. Zoowel door het graven van bovengenoemd greppeltje als door de bovengenoemde drainage wordt echter de doorslag zelf meer of minder sterk vergroot; d.w.z., dat meer water

uit de scheislotten gemalen moet worden dan zonder dit greppeltje of zonder deze drainage het geval zou zijn.

Deze doorslag, en zoo ook de hinder van dezen doorslag in landbouwkundig opzicht, kan worden opgeheven door het kanaalpeil in een voldoende mate te verlagen of door de wijken geheel te dempen resp. door deze terug te brengen tot slooten met de afmetingen van een scheisloot, waarin dan hetzelfde peil als in de bestaande scheislotten moet worden aangehouden. In het laatste geval blijft de doorslag vanuit het kanaal <sup>120)</sup> natuurlijk bestaan. Wil of kan men geen van beide methoden toepassen dan kan, zooals veelvuldig, echter niet overal geschiedt, de wijk althans voor het grootste gedeelte van het jaar van het kanaal worden afgedamd, zoodat men althans gedurende deze periode geen hinder van dezen doorslag heeft. Om deze hinder van doorslag in landbouwkundig opzicht op te heffen in de perioden, dat de wijk in open verbinding staat met het kanaal, kan men dan of bovengenoemd greppeltje graven of drainage toepassen, waarvoor naar het voorgaande verwezen wordt. Ten slotte werd nog aangetoond, dat een helling in het maaiveld vanaf de wijk naar de scheisloot voordeelen biedt boven een horizontale ligging van het maaiveld, waarvoor echter naar den tekst van sub b 1 kan worden verwezen.

In sub b 2 werden de methoden voor d6 berekening van den doorslag aangegeven. Om de algemeene toepassing daarvan te verhoogen, werden de berekeningen daarvan sterk vereenvoudigd door gebruik te maken van een hulptabel (tabel 32). De berekening van dezen doorslag werd daarbij zoowel aangegeven voor het geval, dat geen als dat wel overtolligen neerslag moet worden afgevoerd. In het laatste geval moet echter de voorwaarde worden gesteld, dat de grondwaterspiegel in het land nergens boven het peil in de wijk uitkomt, resp. dat de grondwaterspiegel nergens tot het maaiveld oploopt. Aangezien dit laatste meestal wel het geval zal zijn, werd voor den totalen afvoer naar de scheisloot in natte perioden (= som doorslag en overtolligen neerslag) dan ook een maximale en minimale waarde aangegeven, waartusschen den werkelijk optredenden afvoer zich zal bewegen (zie hiervoor den tekst van sub b 2).

In een tweetal gevallen werd verder bij wijze van voorbeeld de doorslag berekend, zoowel in perioden zonder afvoer van overtolligen neerslag als in perioden met een afvoer van overtolligen neerslag van 5 mm per 24 uur, waarvoor naar den tekst (sub b 2) kan worden verwezen. Hier zal nog slechts worden opgemerkt, dat de resultaten van de berekeningen over de snelheid van de daling van het peil in de wijk, nadat deze van het kanaal is afgedamd en daarna een droge of althans een regenarme periode volgt, in goede overeenstemming is met de snelheid, die in de practijk werd waargenomen.

Ten slotte kan nog worden opgemerkt, dat bemaling van de scheislotten, als de wijken een hoog peil hebben en in open verbinding met het kanaal staan, zoodat aanvulling van het water in de wijken uit het kanaal mogelijk is, wel de ongunstigste bemaling is, die denkbaar is, in zooverre de kwel (doorslag) tot haar grootste hoogste wordt opgevoerd en zelfs een waarde van 9 mm per 24 uur en mogelijk nog meer kan bereiken.

---

<sup>120)</sup> Hierop monden de wijken uit.

**TABEL 1—1 tot en met 1—36.**

Tabel 1—1 tot en met 1—36 bevat de bij het grondonderzoek verkregen cijfers. Er moest van afgezien worden dit zeer omvangrijke materiaal in deze publicatie op te nemen. Degenen, die in de afzonderlijke cijfers belang stellen, kunnen daarvan, na een tot den Hoofddirecteur gericht verzoek, inzage krijgen op het Rijkslandbouwproefstation en Bodemkundig Instituut.

TABEL 2

*Geologische formatie; ligging onder het maaiveld ter plaatse; aantal genomen grondmonsters*

No. boring 1)	Geologische formatie									
	II 8		II 8'		II 4		II 3		II 3'	
	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters
Q					0,8- 2,0	2	2,0-5,0 b.	3		
M	0,3 -12,0 b	14								
N	0,38-10,0 b	12								
Na	0,35-20,0 b	22								
O					0,83- 2,0	2	1)		2,0-10,0 b	8
P					0,85- 2,0	2	2,0 -5,0 b	3		
K	1,0 -15,0	14	15,0-20,0 b	5						
L	0 -10,0 b	13								
1	0,45- 9,8 b	11								
1a	0,54-10,0	11			10,0-20,0 b	10				
2	0 - 9,6 b	13								
J	0,21-18,0	17	16,0-20,0 b	4						
T	0,14-10,0 b	13								
3	0,5 -10,0 b	11								
4	1,5 -10,0 b	9								
4a	0,51-13,0	12			13,0-16,0 b	3				
U	0,35-10,1 b	11								
5	0,65-10,0 b	10								
6	0,45- 9,9 b	11								
S	0,55- 9,8 b	13								
8	0,65-10,1 b	10								
9	0,5 -14,0	15			14,0-20,0 b	6				
10	0,2 - 8,0 b	10								
R	0,86- 7,0 b	7								
11	0,6-19,75 b	21								
12	0,55-10,0 b	11								
13	0,75-10,0 b	10								
13a	0,34-13,0	15			13,0-20,0 b	7				
14	0,45-10,0 b	12								
15	0,55-10,0 b	10								
16	0,47-10,0 b	12								
17	0,75-10,0 b	10								
18	0,16-10,0 b	12								
19	0,24-13,0	15			13,0-19,75 b	7				
20	0,33-10,0 b	12								
21	0,44-10,0 b	12								
21a	0,62-17,0	17			17,0-20,0 b	3				
W	3,3 - 9,4 b	6								
23	3,0 -10,0 b	8								
24	0,58-10,0 b	12								
25	0,44-10,0	11			10,0-19,65 b	10				

1) Mengsel II 4 en II 3.

TABEL 2 (Vervolg)

No. boring 1)	Geologische formatie									
	II 8		II 8'		II 4		II 3		II 3'	
	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters	Diepte onder mv. in m <sup>2</sup> )	Aantal monsters
26	1,0 -10,0	9			10,0-13,0 b	3				
27	0,66-10,0 b	10								
27a	0,63-17,0	18			17,0-20,0 b	3				
28	0,56-10,0 b	11								
29	0,72-10,0 b	11								
30	0,76-10,0 b	10								
31	0,73-10,0 b	10								
32	0,17-19,65 b	22								
A	0,5 -10,0 b	11								
B	0,63-13,0	14			13,0-16,0	3			16,0-18,0 b	2
V	1,15- 9,8 b	10								
34	0,65-10,0 b	10								
C	0,36-10,0 b	11								
D	1,1 -10,0 b	9								
E	1,0 -12,0	11							12,0-19,65 b	8
F	0,45- 8,0	9			8,0 -10,0 b	2				
G	0,5 - 2,0	2			2,0 - 7,0	5	7,0-10,0 b	3		
35	1,0 -14,0	13			14,0-20,0 b	6				
36	0,55-10,0 b	10								
37	0,93-13,0	12			13,0 -19,7 b	7				
H	0,6 -10,0 b	11								
38	1,0 -10,0 b	9								
39	0,5 -10,0 b	10								
40	1,0 -10,0 b	9								
I	0,33-10,0 b	10								
41	1,0 -10,0 b	9								
42	0,55-11,0	11			11,0 -20,0 b	9				
43	0,47-10,0 b	11								
44	0,53-10,0 b	11								
45	2,0 -10,0 b	8								
46	1,0 -16,0	15			16,0 -20,0 b	4				
47	0,54-10,0 b	10								
48	0,63-16,0	16			16,0 -19,8 b	4				
49	0,83-10,0 b	10								
50	1,0 - 9,0 b	8								
54							0,67-3,0	3	3,0-20,0 b	17
58					1,12- 4,0	3	4,0 -6,0	2	6,0-10,0 b	4
Totaal		847		9		101		14		39

1) De boringen zijn achtereenvolgens van West naar Oost genoemd en de raaien van Noord naar Zuid.

2) Onder b wordt verstaan de boordiepte.

Boring O, laag 0,83-2,0 m, buiten beschouwing gelaten, aangezien deze laag is aangegeven als een mengsel van II 4 en II 3.



TABEL 4

*Boorplekken, waar in het profiel koolzure kalk is aangetroffen*

Boring no.	Boordiepte in meters onder het maaiveld	Nadere omschrijving van de diepteligging van de lagen in meters onder het maaiveld, waarin koolzure kalk is aangetroffen
P	5,00	CaCO <sub>3</sub> in de laag van 1,00 tot 5,00 m; perc. 1,1 tot 6,1 %.
K	20,00	" " " " " 12,00 " 20,00 "; " 0,6 " 7,8 "
J	20,00	" " " " " 14,00 " 20,00 "; " 0,1 " 5,7 "
9	20,00	" " " " " 16,00 " 20,00 "; " 0,3 " 0,5 "
18	10,00	" " " " " 8,80 " 10,00 "; " 0,1 %.
19	19,75	" " " " " 18,00 " 19,75 "; " 0,6 " 0,8 "
23	10,10	" " " " " 8,60 " 10,00 "; " 2,9 " 4,4 "
25	19,65	" " " " " 9,00 " 19,65 "; " 0,1 " 4,6 "
26	13,10	" " " " " 9,00 " 13,00 "; " 0,1 " 0,7 "
28	10,00	" " " " " 7,00 " 10,00 "; " 2,8 " 7,5 "
31	10,00	" " " " " 6,00 " 10,00 "; " 0,3 " 1,0 "
H	10,00	" " " " " 4,00 " 10,00 "; " 0,1 " 0,8 "
38	10,00	" " " " " 5,00 " 10,00 "; " 0,1 " 0,8 "
42	20,00	" " " " " 9,00 " 20,00 "; " 0,1 " 0,9 "
46	20,00	" " " " " 10,00 " 18,00 "; " 0,1 " 0,4 "
47	10,00	" " " " " 5,00 " 10,00 "; " 0,1 " 0,5 "
48	19,80	" " " " " 7,00 " 10,00 " en 11,00 tot 19,00 m; perc. 0,1 tot 0,6 %.
49	10,00	CaCO <sub>3</sub> in de laag van 9,00 tot 10,00 m; perc. 0,2 %.
50	10,00	" " " " " 3,00 " 8,00 "; " 0,1 tot 1,2 %.

TABEL 6

*Overzicht van de humusgehalten op meer dan 1 m onder het maaiveld resp. onder de veenlaag of althans sterk humeuze lagen, indien deze zich tot een grotere diepte dan tot  $\pm 1$  m onder het maaiveld uitstrekken*

Op de volgende boorplekken werden tot de boordiepte geen lagen met meer dan 1,0 % humus aangetroffen, nl.: Q, N, Na, L, 1, 2, J, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 13a, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 21a, 24, 25, 27, 27a, 28, 30, 31, 32, A, 34, C, D, E, F, 35, 36, 37, H, 38, 39, 40, I, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 54, T, U en V. Totaal 56 boorplekken.

Op de volgende boorplekken werden tot de boordiepte geen lagen met meer dan 1,1 tot en met 2,0 % humus aangetroffen, nl.: 0, 1a, 9, 26, R, S en W. Totaal 7 boorplekken.

Op de volgende boorplekken werden tot de boordiepte geen lagen met meer dan 2,1 tot en met 3,0 % humus aangetroffen, nl.: 4a, 11, G, 46 en 50. Totaal 5 boorplekken.

Op de volgende boorplekken werden lagen met meer dan 3,0 % humus aangetroffen:

Boorplek	Nadere omschrijving van de lagen, waarin meer dan 3 % humus werd aangetroffen; het hoogste humusgehalte in andere lagen
M	Laag 2,00—3,00 m 8,9 %; overige lagen hoogstens 1,0 %.
P	" 3,00—5,00 " 6,1 tot 6,8 %; overige lagen hoogstens 1,8 %.
K	" 11,00—13,00 " 3,9 " 4,2 %; " " " 2,5 %.
6	" 8,00—9,00 " 5,4 %; " " " 1,0 %.
23	" 1,40—2,00 " 16,4 %; laag 2,00—3,00 m 6,9 %; overige lagen hoogstens 1,2 %.
29	Laag 5,80—6,20 m 5,3 %; overige lagen hoogstens 1,0 %.
B	" 9,00—10,00 " 3,1 %; laag 10,00—11,00 m 5,9 %; laag 11,00—12,00 m 26,2 %; laag 12,00—13,00 m 9,9 %; overige lagen hoogstens 1,3 %.
41	Laag 1,00—2,00 m 4,2 %; overige lagen hoogstens 1,0 %.
45	" 1,00—2,00 " 4,9 %; " " " 1,0 %.
58	" 8,00—9,00 " 19,3 %; laag 9,00—10,00 m 13,1 %; overige lagen hoogstens 1,9 %.

TABEL 8

*Overzicht van de gehalten aan afslibbaar van de lagen op meer dan 1 m diepte onder het maaiveld, resp. onder de veenlaag of althans sterk humeuze lagen, indien deze zich tot een grootere diepte dan  $\pm 1$  m onder het maaiveld uitstrekken*

Op de volgende boorplekken werden tot de boordiepte geen lagen met meer dan 2,5 % afslibbaar aangetroffen, nl.: L, 21a, 36 en 49. Totaal 4 boorplekken.

Op de volgende boorplekken werden tot de boordiepte geen lagen met meer dan 2,6 tot en met 3 % afslibbaar aangetroffen, nl.: 2, 3, 4, 8, 24, 27, 27a, 30, 31, 32, 34, C, D, 35, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 50 en R. Totaal 22 boorplekken.

Dit geldt ook voor boorplek B tot 11 m o. m.

Op de volgende boorplekken werden tot de boordiepte geen lagen met meer dan 3,1 tot en met 3,5 % afslibbaar aangetroffen, nl.: 1, 13a, 20, 21, 26, F, 37, 39, 48, 54 en U. Totaal 11 boorplekken. Dit geldt ook nog voor boorplek 4a tot 14 m o. m. en boorplek 19 tot 18 m o. m.

Op de volgende boorplekken werden tot de boordiepte geen lagen met meer dan 3,6 tot en met 3,9 % afslibbaar aangetroffen, nl. N, 12, 14, E, I, S en V. Totaal 7 boorplekken. Dit geldt ook nog voor de boorplekken 1a, J, 9, 11 en 25 resp. tot 18, 10, 17, 13 en 11 m o. m.

Op de volgende boorplekken werden op *minder* dan 10 m onder het maaiveld lagen met 4,0 % of meer klei aangetroffen.

Boorplek	Nadere omschrijving van de lagen, waarin 4 % afslibbaar of meer werd aangetroffen; het hoogste gehalte aan afslibbaar in de andere lagen
Q	Laag 3—4 m 12,8 %; laag 4—5 m 6 %; overige lagen hoogstens 3,9 %.
M	Laag 1—2 m 8,4 %; laag 2—3 m 29,4 %; laag 4—5 m 5 %; overige lagen hoogstens 3,9 %.
Na	Laag 4—5 m 4,5 %; overige lagen hoogstens 3,5 %.
O	Laag 2—3 m 4,5 %; laag 3—4 m 4 %; overige lagen hoogstens 3,6 %.
P	Laag 1—2 m 9,7 %; laag 2—3 m 14,5 %; laag 3—4 m 85 % en laag 4—5 m 86,7 % (boordiepte 5 m).
K	Laag 3—4 m 6,2 %; laag 4—5 m 4,5 %; laag 9—9,7 m 7,4 %. De lagen van 9,7—18 m bevatten 10,7 tot 54,5 % afslibbaar; de laag van 18—19 m 4 %; de overige lagen hoogstens 3,6 %.
5	Laag 8—9 m 4,7 %; laag 9—10 m 5,5 %; de overige lagen hoogstens 3,7 %.
6	Laag 7—8 m 5,1 %; laag 8—9 m 6,9 %; laag 9,1—9,9 m 4 %; de overige lagen hoogstens 2,7 %.
10	Laag 7—8 m 5,2 %; de overige lagen hoogstens 3,3 %.
13	Laag 3—4 m 4,4 %; de overige lagen hoogstens 3,9 %.
15	Laag 8—9 m 5,7 %; laag 9—10 m 7,9 %; de overige lagen hoogstens 3,8 %.
16	Laag 4—10 m 4,3 tot 6,9 %; de overige lagen hoogstens 3,5 %.
17	Laag 6—7 m 13,3 %; laag 7—8,6 m 4,9 à 5 %; de overige lagen hoogstens 3,1 %.
18	Laag 7,8—10 m 5,1 tot 5,4 %; de overige lagen hoogstens 3 %.
23	Laag 1,4—2,1 m 13,6 %; laag 8,6—9 m 40,8 %; laag 9—10 m 7,8 %; de overige lagen hoogstens 3,5 %.
28	Laag 7,4—8 m 28,5 %; laag 8—9 m 8,6 %; laag 9—10 m 57,2 %; de overige lagen hoogstens 3,1 %.

TABEL 8 (Vervolg)

Boorplek	Nadere omschrijving van de lagen, waarin 4 % of meer afslibbaar werd aangetroffen; het hoogste gehalte aan afslibbaar in de andere lagen
29	Laag 5,8—6,2 m 12,3 %; laag 6,2—7 m 4,2 %; de overige lagen hoogstens 2,4 %.
A	Laag 4—5 m 4,2 %; de overige lagen hoogstens 3,5 %.
G	Laag 7—8 m 18,8 %; laag 8—10 m 48,0 tot 56,3 %; de overige lagen hoogstens 2,0 %.
H	Laag 6—7 m 4,7 %; de overige lagen hoogstens 3,3 %.
38	Laag 6—7 m 5,6 %; laag 8—10 m 4 tot 5,3 %; de overige lagen hoogstens 3,6 %.
41	Laag 1—2 m 4,7 %; de overige lagen hoogstens 3,4 %.
42	Laag 9—10 m 5,3 %; de overige lagen hoogstens 3,0 %.
58	Laag 2—4 m 4,5 tot 5,3 %; laag 4 tot 5 m 8,5 %; laag 5—6 m 4,9 %; laag 8—9 m 6,9 %; de overige lagen hoogstens 3,5 %.
T	Laag 9—10 m 6,9 %; de overige lagen hoogstens 3,1 %.
W	Laag 6,3—7,3 m 4,6 %; de overige lagen hoogstens 3,8 %.

Op de volgende boorplekken werd op *meer* dan 10 m onder het maaiveld lagen met 4,0 % of meer afslibbaar aangetroffen.

Boorplek	Nadere omschrijving van de lagen, waarin 4% of meer afslibbaar werd aangetroffen; het hoogste gehalte aan afslibbaar in de andere lagen
1a	Tot 18 m hoogstens 3,6 % afslibbaar. Laag van 18—19 m 4,2 % en laag 19—20 m 4,1 %.
J	Tot 10 m hoogstens 3,9 % afslibbaar. Laag 10—13 m 5,7 tot 7,1 %; laag 15—20 m 7,1—19,6 %.
4a	Tot 14 m hoogstens 3,2 %. Laag 14—15 m 21,5 %; laag 15—16 m 4,2 %; de overige lagen hoogstens 3,2 %.
9	Tot 17 m hoogstens 3,6 %. Laag 17—20 m 4,2 tot 6,6 %.
11	Tot 13 m hoogstens 3,8 %. Laag 13—15,2 m 4,2 tot 5,2 %; de laag van 15,2—16,9 m 33,7 tot 39,6 %.
19	Tot 18 m hoogstens 3,4 %. Laag 18—19 m 5,1 %.
25	Tot 11,0 m hoogstens 3,7%. Laag 11—12 m 4,0%; laag 12—14 m 6,5—7,6%; laag 14—18 m 13,4 % tot 19,3 %; laag 18 tot 20 m 4,0 tot 4,6 %.
B	Tot 11 m hoogstens 2,9 %; laag 11—12 m 11,8 %; laag 16—18 m 5,1 tot 7,2 %.

TABEL 10 *Geologische formatie en het soortelijk oppervlak daarvan<sup>1)</sup>*

No. boring	Geologische formatie									
	II 8		II 8'		II 4		II 3		II 3'	
	U	Aantal mon-sters	U	Aantal mon-sters	U	Aantal mon-sters	U	Aantal mon-sters	U	Aantal mon-sters
Q					140	2	86 (1) 89 (2)	3		
M	101 (1) 91 (2)	14								
N	97 (1) 82 (2)	12								
Na	66	22								
O					95	2	(mengsel II 4 en II 3)		82	8
P					134	2	n. n. <sup>2)</sup>	3		
K	160 (1) 102 (2)	14	115	5						
L	92	13								
1	85	11								
1a	85	11			63	10				
2	90	13								
J	92	17	148 (1) n.n. (2)	4						
T	97	13								
3	91	11								
4	87	9								
4a	66	12			39 (1) 55 (2)	3				
U	102	11								
5	94	10								
6	100 (1) 94 (2)	11								
S	94	13								
8	91	10								
9	79	15			76	6				
10	102	10								
R	93	7								
11	105 (1) 93 (2)	21								
12	93	11								
13	86	10								
13a	79	15			73	7				
14	92	12								
15	104	10								
16	98	12								
17	97 (1) 95 (2)	10								
18	98	12								
19	77	15			50	7				
20	84	12								
21	90	12								
21a	79	17			62	3				
W	89	6								
23	114 (1) 96 (2)	8								
24	81	12								

No. boring	Geologische formatie									
	II 8		II 8'		II 4		II 3		II 3'	
	U	Aantal mon- sters	U	Aantal mon- sters	U	Aantal mon- sters	U	Aantal mon- sters	U	Aantal mon- sters
25	83	11			156 (1) 158 (2)	10				
26	95	9			51	3				
27	92	10								
27a	85	18			43	3				
28	107 (1) 90 (2)	11								
29	89 (1) 86 (2)	11								
30	103	10								
31	95	10								
32	90	22 <sup>3)</sup>								
A	85 (1) 75 (2)	11								
B	86 (1) 84 (2)	14			89	3			106	2
V	93	10								
34	93	10								
C	90	11								
D	71	9								
E	80	11							68	8
F	78	9			71	2				
G	87	2			70	5	122 (1) 4) (2)	3		
35	94	13			54	6				
36	94	10								
37	94	12			49	7				
H	91	11								
38	91	9								
39	94	10								
40	89	9								
I	89	10								
41	102	9								
42	92 (1) 88 (2)	11			64	9				
43	91	11								
44	91	11								
45	82	8								
46	90	15			49	4				
47	91	10								
48	83	16			47	4				
49	94	10								
50	98	8								
54							96	3	96	17
58					120	3	200	2	99	4

<sup>1)</sup> De met (1) gemerkte cijfers zijn gemiddelden van alle U-cijfers; de met (2) gemerkte cijfers hebben alleen betrekking op de zandgronden, d. z. gronden met minder dan 10 % afslibbaar. Indien de cijfers niet gemerkt zijn, komen geen gronden met meer dan 10 % afslibbaar voor in deze geologische formatie ter plaatse.

<sup>2)</sup> Niet nagegaan of niet te berekenen.

<sup>3)</sup> In één laag is het U-cijfer niet bepaald; het humusgehalte is daarvoor te hoog.

<sup>4)</sup> Alle drie lagen bevatten meer dan 10 % afslibbaar.

TABEL 11

*Gem. U-cijfers van de laag II 8 ter plaatse van de diverse boringen, echter onder eventueele weglating van de U-cijfers van de lagen, die meer dan 10 % afslibbaar bevatten.*

U = 71— 75	2.	
76— 80	4	
81— 85	9	
86— 90	13	Totaal 67 boringen.
91— 95	26	
96—100	7	
100—105	6	

*Gem. U-cijfers van de laag II 8' ter plaatse van de diverse boringen, echter onder eventueele weglating van de U-cijfers van de lagen, die meer dan 10 % afslibbaar bevatten.*

Slechts bij twee boringen II 8' aangeboord, nl. bij boring K (U = 115, er zijn geen lagen aangeboord met meer dan 10 % afslibbaar) en bij boring 7 (U = 148; er zijn echter alleen lagen aangeboord met meer dan 10 % afslibbaar).

*Gem. U-cijfers van de laag II 4 ter plaatse van de diverse boringen, echter onder eventueele weglating van de cijfers voor de lagen, die meer dan 10 % afslibbaar bevatten.*

Bij 1 boring (0) werd een mengsel van II 4 en II 3 aangeboord; deze boring is weggelaten. Verder werd deze laag nog bij 15 boringen aangeboord. De verdeling is als volgt:

45— 50	4	
51— 60	2	
61— 70	2	
71— 80	2	
81— 90	1	Totaal 15.
91—100	0	

100 (nl. 1 van 140, 1 van 134, 1 van 158, 1 van 120) samen 4.

*Gem. U-cijfers van de laag II 3 ter plaatse van de iverse boringen.*

Bij 1 boring (0) werd een mengsel van II 4 en II 3 aangeboord. Verder werd deze laag nog bij 5 boringen aangetroffen. In 2 boringen bevatten de aangeboorde lagen geen gehalten aan afslibbaar hooger dan 10 %. De U-cijfers daarvan waren 96 en 200. Bij één boring werden alleen lagen met meer dan 10 % afslibbaar aangetroffen, die meerendeels zoo zwaar waren, dat van de zandfracties geen U-cijfers meer bepaald werden. Bij één boring bevatten alle aangeboorde lagen eveneens meer dan 10 % afslibbaar; het gemiddelde U-cijfer van deze lagen is 122. Ten slotte werden bij één boring lagen met meer en minder dan 10 % afslibbaar aangetroffen. Laat men de lagen met gehalten aan afslibbaar grooter dan 10 % niet weg dan is dit U-cijfer 86 en onder weglating van de lagen met meer dan 10 % afslibbaar 89.

*Gem. U-cijfers van de laag II 3' ter plaatse van de diverse boringen.*

Deze laag werd op 5 boorplekken aangeboord. Nergens werden lagen aangeboord met meer dan 10 % afslibbaar. De U-cijfers waren 68, 82, 96, 99 en 106.

TABEL 12

Boring no.	Onderkant watervoe- rende laag in meters onder maaveld	Onderkant watervoe- rende laag is niet be- kend (n.b.), valt samen met den bovenkant van een geologische formatie (b.k.), resp. ligt midden in deze formatie (m.)	Boring no.	Onderkant watervoe- rende laag in meters onder maaveld	Onderkant watervoe- rende laag is niet be- kend (n.b.), valt samen met den bovenkant van een geologische formatie (b.k.), resp. ligt midden in deze formatie (m.)
Q	3	m. II 3	24	> 10	n. b.
M	> 12	n. b.	25	> 10	b.k. II 4
N	> 10	n. b.	26	13	n. b.
Na	> 20	n. b.	27	> 10	n. b.
O	> 10	n. b.	27a	> 20	n. b.
P	1	m. II 4	28	7,4	m. II 8
K	9,7	m. II 8	29	> 10	n. b.
L	> 10	n. b.	30	> 10	n. b.
I	> 9,8	n. b.	31	> 10	n. b.
1a	17	m. II 4	32	> 20	n. b.
2	> 9,6	n. b.	A	> 10	n. b.
J	10	m. II 8	B	10	m. II 8
T	> 10	n. b.	V	9,8	n. b.
3	> 10	n. b.	34	> 10	n. b.
4	> 10	n. b.	C	> 10	n. b.
4a	14	m. II 4	D	> 10	n. b.
U	> 10,10	n. b.	E	> 19,65	n. b.
5	9	m. II 8	F	> 10	n. b.
6	8	m. II 8	G	7	b.k. II 3
8	> 9,8	n. b.	35	> 20	n. b.
8	> 10,10	n. b.	36	> 10	n. b.
9	17	m. II 4	37	> 19,7	n. b.
10	7	m. II 8	H	> 10	n. b.
R	> 10,2	n. b.	38	8	m. II 8
11	13	m. II 8	39	> 10	n. b.
12	> 10	n. b.	40	> 10	n. b.
13	> 10	n. b.	I	> 10	n. b.
13a	17	m. II 4	41	> 10	n. b.
14	> 10	n. b.	42	> 20	n. b.
15	8	m. II 8	43	> 10	n. b.
16	4	m. II 8	44	> 10	n. b.
17	6	m. II 8	45	> 10	n. b.
18	7,8	m. II 8	46	> 20	n. b.
19	> 19,75	n. b.	47	> 10	n. b.
20	> 10	n. b.	48	> 19,8	n. b.
21	> 10	n. b.	49	> 10	n. b.
21a	> 20	n. b.	50	> 9	n. b.
W	> 9,4	n. b.	54	> 20	n. b.
23	8,6	m. II 8	58	8	m. II 3'



TABEL 13

Boring	Meters onder m.v. tot waar geboord is	Aantal genomen monsters	Kadastrale ligging		Soctie	Eigenaar of gebruiker van het perceel, waarop de boring is uitgevoerd
			Gemeente	Kadastr. no.		
Q	5,00	8	Slochteren	516	C	J. L. Boer, Schildwolke.
M	12,00	16	"	801	I	Heike van Dam, Harkstede.
N	10,00	14	Harkstede	1111	K	R. Kortholt, Scharner.
Na	20,00	24	"	1111	K	Idem, nieuwe boring (zelfde perceel als N).
O	10,00	13	Slochteren	1802	F	F. H. Freye, Slochteren.
P	5,00	9	"	609	D	J. Knollema, Slochteren.
K	20,00	24	onbekend	—	D	G. Redeker, Westerbroek.
L	10,00	13	Slochteren	903	K	J. F. Doornbos, Kolham, gem. Slochteren.
L	9,80	14	Sappemeer	98	E	E. Schreuder, Achterdiep 12, Sappemeer.
1a	20,00	24	"	594	E	H. Oldenziel, Achterdiep, Sappemeer, 1ste perceel langs het kanaal en den weg; naast perceel Schreuder, Achterdiep.
2	9,60	13	Zuidbroek	98	A	Gebr. Middiel, Spitsbergen, gem. Sappemeer.
J	20,00	22	onbekend	—	A	L. Olthof, Kropswolde
3	10,00	13	Sappemeer	564	H	J. Kroon; het perceel ligt te Vosholen, gem. Sappemeer.
4	10,00	15	Zuidbroek	107	E	J. de Vries, Poeltje, Zuidbroek.
4a	16,00	15	"	107	E	Idem, nieuwe bemonstering (zelfde perceel als 4).
5	16,00	19	Hoogezaand	1053	E	B. de Boer, Nw. Compagnie no. 29.
6	9,90	14	"	58	C	A. Veninga, Lula Westveer, Kalkwijk.
8	10,10	14	onbekend	—	H	J. Stam, Korte Akkers 42, Veendam.
9	20,00	24	Scheerda	onbek.	H	A. H. Sprik, Achterweg 17, Oude Pekela.
10	8,00	12	Hoogezaand	541	D	D. Prins, Kielwindweer, gem. Hoogezaand.
11	19,75	24	Wildervank	589	J	E. L. Vos, Borgerecompagnie, Boven J 13, gem. Wildervank.
12	10,00	14	Veendam	361	I	R. Wijbergen, Veendam.
13	10,00	13	"	881	F	G. H. de Boer, Zuidwending 20, gem. Veendam.
13a	20,00	25	"	881	F	Idem, zelfde perceel als boring 13.
14	10,00	15	O. Pekela	788	D	Jac. Bakker, te Nw. Pekela A 102.
15	10,00	13	"	75	D	B. Begeman, Lubbermanswijk 14, gem. Oude Pekela.
16	10,00	15	Anloo	434	B	A. Schreuder, Annerv. Kanaal O 99, gem. Anloo.
17	10,00	13	Wildervank	351	G	Hk. Jb. Schuringa, Wildervank, Westerdiep D 333.
18	10,00	13	"	250	B	Hs. de Boer, Oosterdiep t.o. N.H. Kerk, Wildervank.
19	19,75	24	Veendam	562	H	T. Panman Pzn., Ommelanderswijk 197, gem. Veendam.
20	10,00	14	onbekend	—	H	E. Woltjer, N. Pekela O 73.
21	10,00	15	Onstwedde	604	D	H. B. Tjabbes Sr., N. Pekela, B 38.
21a	20,00	25	"	604	D	Idem, nieuwe boring (zelfde perceel als 21).
23	10,00	14	Wildervank	1707	F	A. Drenth, Wildervank D 29.
24	10,00	15	Nw. Pekela	780-928	R	H. Hazelhoff, N. Pekela A 48.

25	19,65	24	752	D	Bossema, I 86, N. Pekela.
26	14,00	15	1297	D	J. de Groot te Gasselte Overveen.
27	10,00	14	24	E	H. Kloen Dzn., Stadskanaal (West), Boerendiep G 182, gem. Wildervank.
27a	20,00	25	2608	E	Idem, nieuwe boring (zelfde perceel als 27).
28	10,00	14	3580	F	F. Weits, Krommerwijk C 16, Stadskanaal, gem. Onstwedde.
29	10,00	14	3090	G	Jac. Pott Rzn., Gasselternijveenschemond.
30	10,00	12	3821	B	J. Vos, Drouwenermond, gem. Borger.
31	10,00	13	1069	B	W. Broekman, Hoofdstraat 107, Stadskanaal, gem. Onstwedde.
32	19,65	25	2927	C	P. H. Kloen, Boerendiep 1, Musselkanaal 1, gem. Onstwedde.
A	10,00	14	2882	E	W. Gelling, Jipsinghuizen, gem. Vlachtwedde.
B	18,00	22	1734	E	H. Hoving, Jipsinghuizen, over den dijk op 1 km van de boerderij.
34	10,00	13	5252	B	H. Meyer, Buinermond, Zuiderdiep 12.
C	10,00	14	1939	G	M. Jonker, Musselkanaal, gem. Onstwedde.
D	10,00	12	—	M	J. E. Tuin, Mussel, gem. Onstwedde.
E	19,65	21	5036	G	N.V. Ontginningsmij. "De Ver. Groninger Gemeenten", gem. Vlachtwedde.
F	10,00	13	4648	G	J. ter Borg, Terborg bij Selligen, gem. Vlachtwedde.
G	10,00	13	4044	F	H. Luth, over den dijk, Ruiten-A kanaal F 211, Vlachtwedde.
35	20,00	23	2706	D	Jac. Trip, 1ste Exloërmond, plaats no. 62, 2de perceel ten N. van het water.
36	10,00	13	1673	D	G. Bartelds, 1ste Exloërmond no. 32, 4de perceel achter de boerderij.
37	19,70	23	3043	D	H. J. Prummel, 2de Exloërmond (1ste perceel ten Z. van het water).
H	10,00	13	4356	G	H. Kuipers, Jipsingboermussel 20, gem. Vlachtwedde.
38	10,00	13	5541	D	N. Kaast, 2de Exloërmond, plaats no. 25, 6de perceel.
39	10,00	13	3012	D	B. Trip, 2de Exloërmond, plaats no. 57, 5de perceel achter boerderij.
40	10,00	13	5279	E	P. Hoving, Valthermond, plaats no. 11, perceel 2.
41	10,00	13	5611	E	Dilling, Noorderdiep 88, Valthermond, 3de perceel achter boerderij.
42	20,00	23	4453	E	J. Naayer, Valthermond, 2de perceel van plaats 58, Zuiderdiep.
43	10,00	13	9241	B	H. Timmerman, plaats no. Sectie B 4413, Nw.-Weerdinge, perceel 5.
I	10,00	12	7218	H	J. Buning, Ter Apelkanaal, Oost 10.
44	10,00	13	—	B	H. Naber, Nw.-Weerdinge, 3de kruispunt vlak achter boerderij.
45	10,00	11	2985	E	Thole in het Roswinkerveen, bij Oude Schutting, no. 6.
46	20,00	23	3081	E	M. Brongers, Emmerefscheidenveen, vlak achter boerderij.
47	10,00	13	3570	E	W. Keugel, t.o. A kanaalbrug, Emmerefscheidenveen, 4de perceel achter boerderij.
48	19,80	23	4068	E	Joh. Bults, Oosterdiep 41, Emmerepascuum, plaats no. 7, 1ste perceel.
49	10,00	13	—	E	S. Smit Jr., Emmere-Erfscheidenveen, 109.
50	9,00	12	—	G	G. Haikens, Einde Oosterdiep, 2de perceel.
54	20,00	24	—	G	H. F. K. van der Scheer, 3de perceel achter boerderij, Oranjedorp.
58	10,00	12	—	—	Jan Koopmans, Erica, post Nw.-Amsterdam. (?)
R	7,00	12	380	A	Proefboerderij Borgercompagnie, perceel II.
S	9,80	18	132	B	P. Huisman, Borgercompagnie.
T	10,00	14	650	B	B. Smit, Kalkwijk.
U	10,10	13	864	C	P. Panman, Tripscompagnie.
V	9,80	15	4888/4889	B	J. H. Smook, Nieuw-Buinen.
W	9,40	12	865/867	D	H. van Hateren, Wedde.

(1) Het is de derde kamp vanaf de boerderij; deze staat op de 1ste kamp.

TABEL 14

Groep	Boor-plek	Onderkant bouwvoor in cm onder maaiveld	Onderkant veenlaag in cm onder maaiveld	Groep	Boor-plek	Onderkant Bouwvoor in cm onder maaiveld	Onderkant veenlaag in cm onder maaiveld
I	Q	27	geen veen	III	24	12	58
	M	17	geen veen <sup>3)</sup>		25	12	44
	N	20	38		26	13	100
	Na	24	35		27	12	66
	O	18	83		27a	18	63
	P	25	40		28	12	56
	K	22	100				
	L	22	geen veen		29	13	72
	I	18	40		30	18	76
	1a	22	54		31	25	73
II	2	25	geen veen	32	11	17	
	J	21	geen veen	A	25	30	
	T	14	geen veen	B	19	geen veen	
	3	30	50	V	15	90	
	4	11	110 <sup>1)</sup>	34	16	65	
	4a	11	100	C	13	geen veen	
	U	15	35	D	13	104	
	5	12	42	E	veen	74	
	6	14	30	F	25	geen veen	
	S	20 <sup>2)</sup>	25	G	23	geen veen	
	8	17	55 <sup>3)</sup>	33	13	90	
	9	14	44	36	15	geen veen	
	10	15	20	37	19	70	
	R	16	86	H	23	60	
	11	14	60	38	10	60	
12	15	35	39	10	25		
13	15	75	40	20	100		
13a	15	27 <sup>4)</sup>	I	16	33		
14	18	45					
15	25	40	41	20	100		
III	16	15	47	42	15	30 <sup>4)</sup>	
	17	18	75	43	19	47	
	18	16	geen veen	44	13	53	
	19	17	24	45	veen	100	
	20	18	33	46	14	74	
	21	14	44	47	17	38	
	21a	15	57 <sup>5)</sup>	48	14	63	
	W	22	330	49	15	83	
	23	13	140	50	16	100	
				54	10	67	
			58	16	112		

Tusschen bouwvoor en veenlaag komt een zandlaag, vaak veen bevattend, voor.

<sup>1)</sup> De laag van 110—150 cm bevat rond 26 % humus.

<sup>2)</sup> De laag van 55—66 cm bevat rond 24 % humus; de bouwvoor bevat 33,5 % humus; hier nog geen veen genoemd.

<sup>3)</sup> De laag van 17—30 cm bevat echter 20 % humus.

<sup>4)</sup> De laag van 30—55 cm bevat echter 28 % humus.

<sup>5)</sup> De laag van 27—34 cm bevat rond 28 % humus.

<sup>6)</sup> De laag van 30—47 cm is zandgrond.

<sup>7)</sup> De laag van 45—55 cm is een veenlaag.

TABEL 15

Boring no.	Laag in m onder maaiveld	Poriën-volume uit A-cijfer	Poriën-volume tijdens doorlatendh.-metingen	Boring no.	Laag in m onder maaiveld	Poriën-volume uit A-cijfer	Poriën-volume tijdens doorlatendh.-metingen
Q	0,80—3,00	0,318	0,344	25	0,44—14,00	0,332	0,326
M	3,00—12,00	0,385	0,309	26	1,00—13,00	0,336	0,311
N	1,00—10,00	0,395	0,319	27	1,00—10,00	0,312	0,311
Na	0,66—20,00	0,399	0,327	27a	0,87—20,00	0,361	0,325
P	0,40—1,00	0,433	0,453	28	0,71—7,40	0,366	0,322
O	0,83—10,00	0,388	0,333	29	0,72—10,00	0,335	0,329
K	1,00—9,70	0,339	0,303	30	1,02—10,00	0,318	0,312
L	0,54—10,00	0,315	0,304	31	0,73—10,00	0,331	0,310
1	0,55—9,80	0,348	0,316	32	0,71—19,65	0,333	0,323
1a	0,63—20,00	0,395	0,328	A	0,67—10,00	0,341	0,305
2	0,55—9,60	0,356	0,304	B	0,90—10,00	0,347	0,310
J	0,60—17,00	0,358	0,326	V	0,90—9,80	—	0,361
T	0,60—9,00	—	0,341	34	0,65—10,00	0,375	0,309
3	0,50—10,00	0,314	0,315	C	0,60—10,00	0,354	0,307
4	1,50—10,00	0,350	0,306	D	1,10—10,00	0,360	0,322
4a	1,00—14,00	0,375	0,323	E	1,00—19,65	0,376	0,323
U	0,55—10,10	—	0,334	F	0,45—10,00	0,343	0,314
5	0,65—10,00	0,319	0,311	G	0,50—7,00	0,333	0,314
6	0,45—8,00	0,318	0,321	35	1,00—20,00	0,370	0,308
S	1,20—9,80	—	0,344	36	0,55—10,00	0,312	0,312
8	0,65—10,10	0,325	0,318	37	0,93—19,70	0,338	0,311
9	0,50—17,00	0,334	0,319	H	0,75—10,00	0,370	0,307
10	1,00—7,00	0,300	0,311	38	1,00—8,00	0,368	0,307
R	0,86—7,00	0,336	0,349	39	0,50—10,00	0,322	0,313
11	0,82—15,20	0,336	0,306	40	1,00—10,00	0,336	0,303
12	0,55—10,00	0,305	0,314	I	0,33—10,00	0,375	0,310
13	0,75—10,00	0,342	0,319	41	2,00—10,00	0,304	0,306
13a	0,34—20,00	1,384	0,331	42	1,00—20,00	0,353	0,309
14	0,70—10,00	0,313	0,310	43	0,47—10,00	0,362	0,319
15	0,55—10,00	0,352	0,314	44	0,80—10,00	0,348	0,313
15	0,70—10,00	0,343	0,307	45	2,00—10,00	0,335	0,307
17	0,75—6,00	0,316	0,301	46	2,00—20,00	0,336	0,307
18	0,32—10,00	0,310	0,306	47	1,00—10,00	0,324	0,310
19	0,24—19,75	0,310	0,316	48	0,63—19,80	0,341	0,317
20	0,45—10,00	0,315	0,316	49	1,00—10,00	0,347	0,302
21	0,44—10,00	0,330	0,326	50	2,00—9,00	0,346	0,314
21a	0,62—20,00	0,402	0,336	54	0,67—20,00	0,410	0,369
W	3,30—9,40	—	0,325	58	1,12—10,00	0,420	0,343
23	3,00—8,60	0,309	0,298				
24	0,73—10,00	0,322	0,323	Gem. <sup>1)</sup>	—	0,348	0,318

<sup>1)</sup> De boringen S, T, U, V en W zijn buiten beschouwing gelaten, aangezien hier geen A-cijfers zijn bepaald en derhalve ook geen p-cijfers uit de A-cijfers berekend konden worden.

Vergelijking tusschen de doorlaatfactoren bepaald in mengmonsters en in afzonderlijke monsters

Laag in cm onder maaiveld	In mengmonsters		In afzonderlijke monsters		Laag in cm onder maaiveld	In mengmonsters		In afzonderlijke monsters	
	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>p</i>	<i>k</i>		<i>p</i>	<i>k</i>	<i>p</i>	<i>k</i>
Boring 4					Boring 4a				
150-250	0,312	1,5	0,315	1,6	100-200	0,408	1,0	0,408 <sup>2)</sup>	1,0
250-350	0,310	1,9	0,304	1,5	200-300	0,322	2,6	0,305	2,7
350-450	0,292	1,7	0,272	1,8	300-400	0,322	2,6	0,302	2,7
450-550	0,296	1,8	0,293	1,7	400-500	0,314	2,6	0,313	2,2
550-650	0,310	1,9	0,295	1,9	500-600	0,314	2,6	0,325	2,3
650-750	0,292	1,7	0,280	2,2	600-700	0,314	2,6	0,304	2,3
750-850	0,301	2,7	0,290	2,8	700-800	0,314	2,6	0,301	2,4
850-950	0,327	2,7	0,291	3,9	800-900	0,318	1,8	0,314	2,3
950-1000	0,310	3,2	0,295	4,5	900-1000	0,311	4,2	0,313	3,7
Gem. . .	0,306	—	0,291	—	Gem. . .	0,315	—	0,321	—
	$k_{gv} = 1,95$		$k_{gv} = 2,05$			$k_{gv} = 2,6$		$k_{gv} = 2,15$	
	$k_{gh} = 2,06$		$k_{gh} = 2,31$			$k_{gh} = 3,3$		$k_{gh} = 2,40$	
	$k_{gw} = 2,0$		$k_{gw} = 2,2$			$k_{gw} = 3,1$		$k_{gw} = 2,3$	
Boring 13					Boring 13a				
75-100	0,430	2,4	0,372	4,9	34-47	0,409	1,3	0,409 <sup>1)</sup>	1,3
100-200	0,281	1,6	0,302	0,63	47-69	0,409	1,3	0,409 <sup>1)</sup>	1,3
200-300	0,295	0,9	0,303	1,6	69-100	0,364	4,5	0,364 <sup>2)</sup>	4,5
300-400	0,299	0,26	0,299 <sup>1)</sup>	0,26	100-200	0,318	1,8	0,314	2,8
400-500	0,305	0,5	0,284	0,49	200-300	0,311	4,2	0,298	3,1
500-600	0,304	0,9	0,308	3,3	300-400	0,318	1,8	0,304	2,2
600-700	0,313	1,8	0,310	4,1	400-500	0,318	1,7	0,289	1,4
700-800	0,331	3,3	0,315	4,4	500-600	0,314	2,6	0,303	1,3
800-900	0,327	2,7	0,320	5,0	600-700	0,311	4,2	0,308	3,5
900-1000	0,309	2,4	0,319	3,6	700-800	0,330	6,1	0,320	5,6
Gem.	0,319	—	0,313	—	800-900	0,327	6,2	0,323	6,2
	$k_{gv} = 0,89$		$k_{gv} = 0,98$		900-1000	0,315	3,7	0,303	3,8
	$k_{gh} = 1,62$		$k_{gh} = 2,66$		Gem.	0,337	—	0,329	—
	$k_{gw} = 1,4$		$k_{gw} = 2,1$			$k_{gv} = 2,77$		$k_{gv} = 2,5$	
						$k_{gh} = 3,54$		$k_{gh} = 3,3$	
						$k_{gw} = 3,2$		$k_{gw} = 3,0$	
Boring 21					Boring 21a				
44-75	0,400	4,1	0,400 <sup>2)</sup>	4,1	100-200	0,337	2,1	0,310	1,9
75-80	0,444	3,6	0,444 <sup>2)</sup>	3,6	200-300	0,318	1,8	0,297	2,5
80-100	0,319	0,36	0,364	1,6	300-400	0,314	2,6	0,305	2,2
100-200	0,311	1,5	0,299	1,7	400-500	0,322	2,6	0,290	2,0
200-300	0,296	1,1	0,306	0,87	500-600	0,315	3,7	0,294	3,7
300-400	0,303	1,7	0,291	1,3	600-700	0,331	5,7	0,305	4,6
400-500	0,307	2,1	0,286	1,7	700-800	0,340	5,0	0,326	4,3
500-600	0,302	1,8	0,293	2,6	800-900	0,340	5,0	0,342	5,1
600-700	0,294	2,3	0,300	1,8	900-1000	0,340	5,0	0,340	6,1
700-800	0,331	3,3	0,308	4,0	Gem.	0,329	—	0,312	—
800-900	0,303	1,7	0,330	2,3		$k_{gv} = 3,16$		$k_{gv} = 3,04$	
900-1000	0,302	2,0	0,340	2,2		$k_{gh} = 3,72$		$k_{gh} = 3,60$	
Gem.	0,326	—	0,330	—		$k_{gw} = 3,5$		$k_{gw} = 3,4$	
	$k_{gv} = 1,22$		$k_{gv} = 1,77$						
	$k_{gh} = 2,00$		$k_{gh} = 2,12$						
	$k_{gw} = 1,7$		$k_{gw} = 2,0$						

<sup>1)</sup> Geen grond genoeg meer beschikbaar om hierin een afzonderlijke bepaling te verrichten. Dit laatste geldt alleen voor de lagen van 25-100 cm en van 100-200 cm.

<sup>2)</sup> Steeds afzonderlijk onderzocht. Dit geldt dus ook voor de lagen van 250-350 en 350-450 cm.

TABEL 20

No. boorplek	Bovenkant resp. onderkant van de laag in m o. m., waarvan de gem. doorlaatfactor ( $k_{gw}$ ) is bepaald	Gemiddelde doorlaatfactor ( $k_{gw}$ ) in m per 24 uur	No. boorplek	Bovenkant resp. onderkant van de laag in m o. m., waarvan de gem. doorlaatfactor ( $k_{gw}$ ) is bepaald	Gemiddelde doorlaatfactor ( $k_{gw}$ ) in m per 24 uur	No. boorplek	Bovenkant resp. onderkant van de laag in m o. m., waarvan de gem. doorlaatfactor ( $k_{gw}$ ) is bepaald	Gemiddelde doorlaatfactor ( $k_{gw}$ ) in m per 24 uur
Q	0,80- 3,00	0,7		10,00-17,00	8,1	E	1,00-10,00	2,2
M	3,00-12,00	1,9		0,34-17,00	5,3		10,00-19,65	4,5
N	1,00-10,00	2,0	14	0,85-10,00	1,3		1,00-19,65	3,3
Na	0,66-10,00	2,6	15	0,55- 8,00	1,5	F	0,45-10,00	2,4
	10,00-20,00	4,0	16	0,70- 4,00	1,5	G	0,50- 7,00	3,8
	0,66-20,00	3,1	17	0,75- 6,00	1,2	35	1,00-10,00	1,8
O	0,83-10,00	2,6	18	0,32- 7,80	1,5		10,00-20,00	2,8
P	0,40- 1,00 <sup>1)</sup>	1,3	19	0,24-10,00	2,6		1,00-20,00	2,6
K	1,00- 9,70	0,8		10,00-19,75	6,0	36	0,55-10,00	2,1
L	0,54-10,00	2,2		0,24-19,75	4,8	37	0,93-10,00	1,4
1	0,55- 9,80	2,3	20	0,45-10,00	1,8		10,00-19,70	5,2
1a	0,63-10,00	3,3	21	0,44-10,00	1,7		0,93-19,70	3,5
	10,00-17,00 <sup>2)</sup>	5,9	21a	0,62-10,00	3,5	H	0,75-10,00	1,2
	0,63-17,00 <sup>2)</sup>	4,6		10,00-20,00	4,9	38	1,00- 8,00	1,5
2	0,35- 9,60	1,9		0,62-20,00	4,3	39	0,50-10,00	1,7
J	0,60-10,00	2,0	W	3,30- 9,40	0,6	40	1,00-10,00	2,2
T	1,15- 9,00	1,0	23	3,00- 8,64	1,8	I	0,33-10,00	1,3
3	0,50-10,00	1,8	24	0,73-10,00	3,5	41	1,00-10,00	1,3
4	1,50-10,00	2,0	25	0,44-10,00	2,2	42	1,00-10,00	1,4
4a	1,00-10,00	2,4	26	1,00-13,00	2,8		10,00-20,00	2,9
	10,00-14,00	5,1	27	1,00-10,00	2,1		1,00-20,00	2,2
	1,00-14,00	3,1	27a	0,87-10,00	2,6	43	0,47-10,00	1,9
U	0,55-10,00	0,9		10,00-20,00	7,0	44	0,80-10,00	2,0
5	0,65- 9,00	1,5		0,87-20,00	4,8	45	1,00-10,00	1,9
6	0,45- 8,00	1,7	28	0,71- 7,40	2,1	46	1,00-10,00	2,0
S	1,20- 9,80	1,2	29	0,72-10,00	2,0		10,00-20,00	3,7
8	0,65-10,00	1,8	30	1,02-10,50	1,3		1,00-20,00	3,1
9	0,50-10,00	2,7	31	0,73-10,00	1,6	47	1,00-10,00	2,1
	10,00-17,00	2,1	32	0,71-10,00	2,0	48	0,63-10,00	2,0
	0,50-17,00	2,5		10,00-19,65	3,2		10,00-19,80	4,7
10	0,80- 7,00	1,4		0,71-19,65	2,6		0,63-19,80	3,5
R	0,86- 7,00	2,8	A	0,67-10,00	2,7	49	1,00-10,00	2,4
11	0,82-10,00	1,4	B	0,90-10,00	2,5	50	1,00- 9,00	1,8
	10,00-13,00	0,8	V	0,90- 9,80	1,0	54	0,67-10,00	1,8
	0,82-13,00	1,2	34	0,65-10,00	1,7		10,00-20,00	3,2
12	0,55-10,00	1,6	C	0,60-10,00	1,7		0,67-20,00	2,8
13	0,75-10,00	1,4	D	1,10-10,00	4,2	58	1,12- 8,00	0,4
13a	0,34-10,00	3,3						

<sup>1)</sup> De dieper gelegen lagen zijn hier zeker niet als ondoorlatend op te vatten, ofschoon de doorlatendheid zeker klein is en voor ons doel — behalve mogelijk voor drainage — verwaarloosd kan worden.

<sup>2)</sup> De lagen op meer dan 17,00 m diepte hebben een verhoudingsgewijze veel kleineren doorlaatfactor dan de daarboven gelegen lagen, waarom hier de ondorkant van de watervoerende laag dan ook op 17,00 m kan worden vastgesteld.

TABEL 22

Boring	Watervoerende laag in m onder het maaiveld	Gecorrigeerde k-waarde in m per 24 uur	Boring	Watervoerende laag in m onder het maaiveld	Gecorrigeerde k-waarde in m per 24 uur
Q	0,8— 3,0	0,7	24	0,7—20	4,8
M	3 —20	2,9	25	0,4—10	2,2
N	1 —20	2,7	26 <sup>1)</sup>	1 —20	3,2
Na	0,7—20	3,1	27	1 —20	3,4
O	0,8—onderk. waterv. laag	3,3	27a	1 —20	4,8
P	0,4—1	1,3	28	0,7— 7,4	2,1
K	1 — 9,7	0,8	29	0,7—20	3,3
L	0,5—onderk. waterv. laag	2,9	30	1 —20	2,6
1	0,6—onderk. waterv. laag	3,0	31	0,7—20	2,9
1a	0,6—17	4,6	32	0,7—20	2,6
2	0,4—onderk. waterv. laag	2,6	A	0,7—20	4,0
J	0,6—10	2,0	B	0,9—10	2,5
T	1,2— 9	1,0	V	0,9—20	2,3
3	0,5—onderk. waterv. laag	2,5	34	0,7—20	3,0
4	1,5—onderk. waterv. laag	2,7	C	0,6—20	3,0
4a	1 —14	3,1	D	1,1—20	5,5
U	0,6—onderk. waterv. laag	1,6	E	1 —20	3,3
5	0,65— 9	1,5	F	0,5—20	3,7
6	0,5— 8	1,7	G	0,5— 7	3,8
8	1,2—onderk. waterv. laag	1,9	35	1 —20	2,6
8	0,7—onderk. waterv. laag	2,5	36	0,6—20	3,4
9	0,5—17	2,5	37	0,9—20	3,5
10	0,8— 7	1,4	H	0,8—20	2,5
R	0,9—onderk. waterv. laag	3,5	38	1 — 8	1,5
11	0,8—13	1,2	39	0,5—20	3,0
12	0,6—onderk. waterv. laag	2,3	40	1 —20	3,5
13	0,8—onderk. waterv. laag	2,1	I	0,3—20	2,6
13a	0,3—17	5,3	41	1 —20	2,6
14	0,9—onderk. waterv. laag	2,0	42	1 —20	2,2
15	0,6— 8	1,5	43	0,5—20	3,2
16	0,7— 4	1,5	44	0,8—20	3,3
17	0,8— 6	1,2	45	1 —20	3,2
18	0,3— 7,8	1,5	46	1 —20	3,1
19	0,2—20	4,8	47	1 —20	3,4
20	0,5—20	3,1	48	0,6—20	3,5
21	0,4—20	3,0	49	1 —20	3,7
21a	0,6—20	4,3	50	1 — 9	1,8
W	3,3—20	1,9	54	0,7—20	2,8
23	3 — 8,6	1,8	58	1,1— 8	0,4

<sup>1)</sup> Zie tabel 21 voor den gemiddelden doorlaatfactor tot 13 m onder het maaiveld.

TABEL 23

Gebied A <sub>3</sub> Ligging van den onderkant van de water- voerende laag is 7 en 10 m onder het maaiveld					Gebied A <sub>5</sub> Ligging van den onderkant van de watervoerende laag is 7 en 10 m onder het maaiveld				
Afstand scheislout tot de wijk 80 m					Afstand scheislout tot de wijk 80 m				
Doorlaatfactor van de water- voerende laag	f <sub>0</sub> -waarden van de wijk in meters	f <sub>0</sub> -waarden van de scheislout in meters	m <sub>0</sub> -waarden		Doorlaatfactor van de water- voerende laag	f <sub>0</sub> -waarden van de wijk in meters	f <sub>0</sub> -waarden van de scheislout in meters	m <sub>0</sub> -waarden	
			onderkant water. laag op 7 m. o. m.	onderkant water. laag op 10 m o.m.				onderkant water. laag op 7 m	onderkant water. laag op 10 m o.m.
2,0 m per 24 uur	1,50	0,25	0,40	< 0,38	1,3 m per 24 uur	1,50	0,25	0,61	0,47
		0,50	0,38	< 0,30			0,50	0,57	0,43
		0,75	0,36	< 0,30			0,75	0,55	0,41
2,25	2,25	0,25	0,39	< 0,30	2,25	2,25	0,25	0,60	0,46
		0,50	0,37	< 0,30			0,50	0,57	0,43
		0,75	0,36	< 0,30			0,75	0,55	0,41
3,00	3,00	0,25	0,39	< 0,30	3,00	3,00	0,25	0,60	0,46
		0,50	0,37	< 0,30			0,50	0,57	0,42
		0,75	0,36	< 0,30			0,75	0,55	0,40
2,2 m per 24 uur	1,50	0,25	0,36	< 0,30	1,5 m per 24 uur	1,50	0,25	0,53	0,41
		0,50	0,34	< 0,30			0,50	0,50	0,38
		0,75	0,33	< 0,30			0,75	0,48	0,37
2,25	2,25	0,25	0,36	< 0,30	2,25	2,25	0,25	0,52	0,40
		0,50	0,34	< 0,30			0,50	0,49	0,37
		0,75	0,33	< 0,30			0,75	0,48	0,35
3,00	3,00	0,25	0,36	< 0,30	3,00	3,00	0,25	0,52	0,40
		0,50	0,34	< 0,30			0,50	0,49	0,37
		0,75	0,33	< 0,30			0,75	0,48	0,35
2,4 m per 24 uur	1,50	0,25	0,34	< 0,30	1,7 m per 24 uur	1,50	0,25	0,47	0,37
		0,50	0,32	< 0,30			0,50	0,44	0,34
		0,75	0,31	< 0,30			0,75	0,43	0,33
2,25	2,25	0,25	0,33	< 0,30	2,25	2,25	0,25	0,47	0,35
		0,50	0,31	< 0,30			0,50	0,44	0,33
		0,75	0,30	< 0,30			0,75	0,43	0,31
3,00	3,00	0,25	0,33	< 0,30	3,00	3,00	0,25	0,47	0,35
		0,50	0,31	< 0,30			0,50	0,44	0,32
		0,75	0,30	< 0,30			0,75	0,43	0,31



TABEL 23 (Vervolg)

Gebied B				De gebieden C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> en D <sub>1</sub>	
Ligging van den onderkant van de water-voerende laag is 10, 12,5 en 15 m onder het maaiveld					
Afstand scheisloot tot de wijk 80 m				Afstand scheisloot tot de wijk 80 m	
Doorlaatfactor van de water-voerende laag	r <sub>0</sub> -waarden van de wijk in meters	r <sub>0</sub> -waarden van de scheisloot in meters	m-waarden		
			onderkant waterv. laag op 10 m o.m.	onderkant waterv. laag op 12,5 en 15 m o.m.	
1,9 m per 24 uur	1,50	0,25	0,33	De m <sub>0</sub> -waarden, die gelden voor een ligging van den onderkant van de water-voerende laag op 12,5 en 15 m o.m. zijn allen < 0,30	In gebied C <sub>1</sub> is de ligging van den onderkant van de water-voerende laag 15, 17,5 en 20 m onder het maaiveld. De doorlaatfactoren zijn resp. 2,7, 3,5 en 4,3 m per 24 uur. De r <sub>0</sub> -waarden van de wijk en de scheisloot zijn gelijk aan de voorgaande gebieden. De m <sub>0</sub> -waarden zijn alle < 0,30.
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		
2,25	2,25	0,25	0,32	In gebied C <sub>2</sub> is de ligging van den onderkant van de water-voerende laag 15, 17,5 en 20 m onder het maaiveld. De doorlaatfactoren zijn resp. 1,7, 2,9 en 4,1 m per 24 uur. De r <sub>0</sub> -waarden zijn gelijk aan de voorgaande gebieden. De m <sub>0</sub> -waarden zijn alle < 0,30, behalve als de m <sub>0</sub> -waarde van de wijk = 1,50, de doorlaatfactor = 1,7 en de r <sub>0</sub> -waarde van de scheisloot = 0,25 is. De m <sub>0</sub> -waarde is dan 0,31.	
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		
3,00	3,00	0,25	0,31	In gebied D <sub>1</sub> is de ligging van den onderkant van de water-voerende laag 20 en 25 m onder het maaiveld. De doorlaatfactoren zijn resp. 3,0, 3,3 en 3,6 m per 24 uur. De r <sub>0</sub> -waarden van de wijk en scheisloot zijn gelijk aan de voorgaande gebieden. De m <sub>0</sub> -waarden zijn allen < 0,30.	
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		
2,4 m per 24 uur	1,50	0,25	< 0,30		
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		
2,25	2,25	0,25	< 0,30		
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		
3,00	3,00	0,25	< 0,30		
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		
2,9 m per 24 uur	1,50	0,25	< 0,30		
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		
2,25	2,25	0,25	< 0,30		
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		
3,00	3,00	0,25	< 0,30		
		0,50	< 0,30		
		0,75	< 0,30		

TABEL 24

*Grondwaterstandsmetingen op het perceel van den Heer J. H. Smook te Nieuw-Buinen*

Datum	Gem. grondwaterstand in cm beneden maaiveld (b. m.)	Gem. grondwaterstand naast de drains beneden maaiveld (b. m.)	Gem. grondwaterstand midden tusschen de drains beneden maaiveld (b. m.)	Neerslagwaarnemingen
9-24 Dec. 1940	daalt van 39 tot 69 cm b. m.	daalt van 38 tot 69 cm b. m.	daalt van 42 tot 71 cm b. m.	8 en 9 Dec. vrij veel neerslag. Van af 12 Dec.-24 Dec. magenoeg geen neerslag.
24-30 Dec.	stijgt van 69 tot 42 cm b. m.	stijgt van 69 tot 43 cm b. m.	stijgt van 71 tot 44 cm b. m.	26-31 Dec. vrij veel neerslag.
30 Dec.-13 Jan. 1941	daalt van 42 tot 70 cm b. m.	daalt van 42 tot 72 cm b. m.	daalt van 44 tot 74 cm b. m.	31 Dec.-13 Jan. vrijwel geen neerslag.
13 Jan.-17 Febr.	Door weersomstandigheden geen waarnemingen mogelijk.			
17 Febr.-3 Mrt.	stijgt van 51 tot 35 cm b. m.	stijgt van 53 tot 34 cm b. m.	stijgt van 50 tot 44 cm b. m.	19 Febr.-3 Mrt. dooi; groote neerslag.
3 Mrt.-14 Mrt.	afwisselend van 35-46 cm b. m.	afwisselend van 34-45 cm b. m.	afwisselend van 44-46 cm b. m.	afwisselend regen en droog weer.
14 Mrt.-31 Mrt.	daalt van 46-53 cm b. m.	daalt van 45-52 cm b. m.	daalt van 46-51 cm b. m.	14-21 Mrt. droog; 21-31 Mrt. afw. regen en droog weer.

TABEL 25

Gebied A <sub>2</sub> ; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 7 en 10 m onder het maaiveld				Gebied A <sub>3</sub> ; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 7 en 10 m onder het maaiveld					
Afstand van de scheisloten 160 m				Afstand van de scheisloten 160 m					
Doorlaatfactor van de waterv. laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden		Doorlaatfactor van de waterv. laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden			
		onderkant waterv. laag op 7 m o. m.	onderkant waterv. laag op 10 m o. m.			onderkant waterv. laag op 7 m o. m.	onderkant waterv. laag op 10 m o. m.		
2,0 m per 24 uur	0,50	1,48	1,09	1,3 m per 24 uur	0,50	2,27	1,67		
	0,75	1,42	1,03		0,75	2,18	1,59		
2,2 m per 24 uur	0,50	1,34	0,99	1,5 m per 24 uur	0,50	1,97	1,45		
	0,75	1,28	0,94		0,75	1,90	1,38		
2,4 m per 24 uur	0,50	1,23	0,91	1,7 m per 24 uur	0,50	1,74	1,29		
	0,75	1,19	0,87		0,75	1,66	1,21		
Gebied B; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 10, 12,5 en 15 m onder het maaiveld				Gebied C; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 15, 17,5 en 20 m onder het maaiveld					
Afstand van de scheisloten 160 m				Afstand van de scheisloten 160 m					
Doorlaatfactor van de waterv. laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden			Doorlaatfactor van de waterv. laag	$r_0$ -waarde scheisloot	$m_0$ -waarden		
		onderkant waterv. laag op 10 m o. m.	onderkant waterv. laag op 12,5 m o. m.	onderkant waterv. laag op 15 m o. m.			onderkant waterv. laag op 15 m o. m.	onderkant waterv. laag op 17,5 m o. m.	onderkant waterv. laag op 20 m o. m.
1,9 m per 24 uur	0,50	1,14	0,99	0,86	2,7 m per 24 uur	0,50	0,61	0,56	0,53
	0,75	1,09	0,92	0,82		0,75	0,57	0,50	0,49
2,4 m per 24 uur	0,50	0,91	0,77	0,69	3,5 m per 24 uur	0,50	0,47	0,43	0,41
	0,75	0,87	0,73	0,65		0,75	0,44	0,41	0,38
2,9 m per 24 uur	0,50	0,75	0,64	0,57	4,3 m per 24 uur	0,50	0,39	0,35	0,33
	0,75	0,71	0,60	0,54		0,75	0,36	0,34	0,31

TABEL 25 (Vervolg)

Gebied C <sub>1</sub> ; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 15, 17,5 en 20 m onder het maaiveld					Gebied D <sub>2</sub> ; ligging van den onderkant van de watervoerende laag op 20 en 25 m onder het maaiveld			
Afstand van de scheisloten 160 m					Afstand van de scheisloten 160 m			
Doorlaatfactor van de waterv. laag	r <sub>0</sub> -waarde scheisloot	m <sub>0</sub> -waarden			Doorlaatfactor van de waterv. laag	r <sub>0</sub> -waarde scheisloot	m <sub>0</sub> -waarden	
		onderkant waterv. laag op 15 m o. m.	onderkant waterv. laag op 17,5 m o. m.	onderkant waterv. laag op 20 m o. m.			onderkant waterv. laag op 20 m o. m.	onderkant waterv. laag op 25 m o. m.
1,7 m per 24 uur	0,50	0,97	0,90	0,84	3,0 m per 24 uur	0,50	0,48	0,44
	0,75	0,91	0,85	0,78		0,75	0,44	0,41
2,9 m per 24 uur	0,50	0,57	0,53	0,51	3,3 m per 24 uur	0,50	0,43	0,40
	0,75	0,54	0,50	0,46		0,75	0,40	0,37
4,1 m per 24 uur	0,50	0,40	0,37	0,35	3,6 m per 24 uur	0,50	0,40	0,37
	0,75	0,38	0,35	0,33		0,75	0,37	0,34

TABEL 32

In deze tabel zijn de B-waarden uit

In meters	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
6	1,07	1,05	1,02	1,00	0,97	0,95	0,92	0,91	0,88	0,86	0,84	0,83
7	1,17	1,12	1,09	1,05	1,02	0,99	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86
8	1,22	1,18	1,14	1,10	1,06	1,03	1,01	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90
9	1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,07	1,05	1,02	1,00	0,97	0,95	0,93
10	1,30	1,25	1,21	1,17	1,13	1,10	1,07	1,04	1,02	0,99	0,98	0,96
11	1,33	1,28	1,24	1,20	1,16	1,13	1,10	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98
11,5	1,34	1,29	1,24	1,20	1,16	1,13	1,11	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00
12	1,36	1,31	1,26	1,22	1,18	1,15	1,13	1,10	1,07	1,05	1,03	1,01
12,5	1,37	1,32	1,27	1,23	1,19	1,16	1,13	1,11	1,08	1,06	1,04	1,02
13	1,39	1,33	1,28	1,24	1,21	1,16	1,15	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04
14	1,41	1,36	1,31	1,27	1,23	1,19	1,17	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06
15	1,43	1,38	1,33	1,29	1,25	1,22	1,19	1,17	1,14	1,12	1,10	1,08
16	1,45	1,40	1,35	1,31	1,27	1,23	1,20	1,18	1,16	1,13	1,11	1,08
16,5	1,46	1,41	1,37	1,32	1,28	1,24	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10
17	1,47	1,41	1,37	1,33	1,28	1,25	1,22	1,20	1,17	1,15	1,13	1,11
17,5	1,47	1,41	1,37	1,33	1,29	1,26	1,24	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12
18	1,48	1,43	1,38	1,34	1,30	1,27	1,24	1,21	1,19	1,17	1,15	1,13
19	1,50	1,45	1,40	1,36	1,32	1,29	1,26	1,23	1,21	1,18	1,16	1,14
20	1,52	1,47	1,42	1,38	1,34	1,30	1,27	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16
21	1,53	1,48	1,43	1,39	1,36	1,32	1,29	1,26	1,24	1,22	1,19	1,17
22	1,55	1,49	1,45	1,40	1,37	1,33	1,30	1,27	1,24	1,22	1,20	1,18
23	1,56	1,50	1,46	1,42	1,38	1,35	1,32	1,29	1,27	1,25	1,22	1,20
24	1,57	1,52	1,47	1,43	1,39	1,36	1,33	1,30	1,27	1,25	1,23	1,21
25	1,58	1,53	1,48	1,44	1,40	1,37	1,34	1,31	1,29	1,27	1,25	1,23

De cursief gedrukte getallen zijn door grafische intrapolatie verkregen; de overige getallen zijn den linkerkant bevat de H-waarden.

de formule  $p = \frac{Q}{K} B$  aangegeven

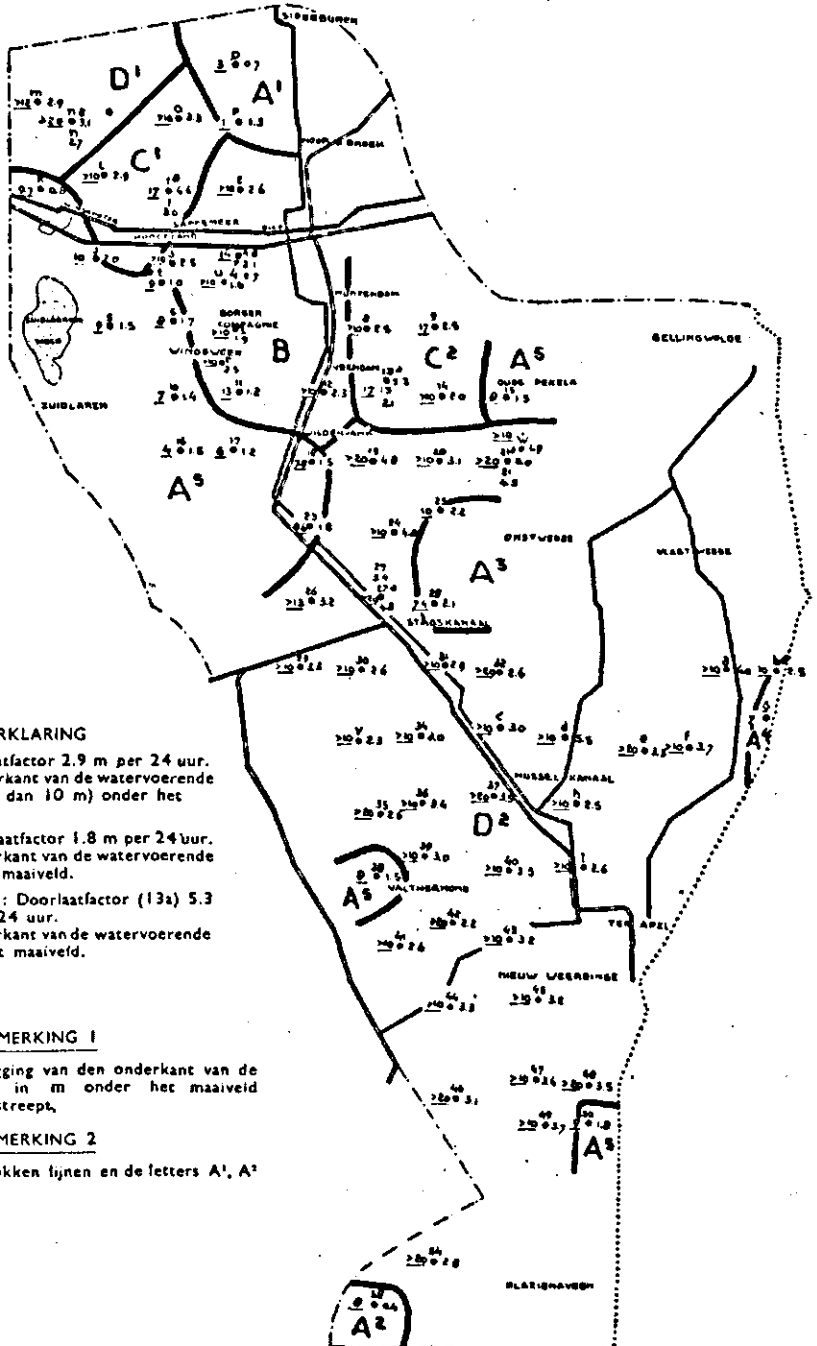
0,85	0,90	0,95	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50
0,81	0,79	0,78	0,77	0,72	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58
0,85	0,83	0,82	0,81	0,74	0,71	0,68	0,66	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,59
0,89	0,87	0,85	0,84	0,78	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64	0,62	0,61	0,60	0,60
0,91	0,90	0,88	0,87	0,82	0,77	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,62
0,94	0,93	0,91	0,90	0,84	0,80	0,76	0,73	0,70	0,68	0,66	0,65	0,64	0,63
0,97	0,95	0,94	0,93	0,87	0,82	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,64
0,98	0,96	0,95	0,93	0,88	0,83	0,79	0,76	0,73	0,71	0,68	0,68	0,66	0,65
0,99	0,98	0,96	0,95	0,88	0,84	0,80	0,77	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,65
1,01	0,99	0,97	0,96	0,90	0,85	0,81	0,78	0,74	0,73	0,70	0,69	0,68	0,66
1,02	1,00	0,99	0,97	0,91	0,86	0,83	0,79	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68	0,67
1,04	1,02	1,00	0,99	0,93	0,88	0,83	0,80	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,68
1,06	1,04	1,02	1,01	0,95	0,90	0,85	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,72	0,70
1,07	1,06	1,04	1,03	0,97	0,92	0,87	0,84	0,81	0,79	0,76	0,74	0,72	0,71
1,08	1,06	1,05	1,03	0,97	0,92	0,88	0,84	0,81	0,79	0,76	0,75	0,73	0,72
1,09	1,08	1,06	1,05	0,98	0,93	0,88	0,85	0,82	0,80	0,77	0,76	0,75	0,73
1,11	1,09	1,07	1,06	0,99	0,94	0,90	0,86	0,83	0,81	0,78	0,76	0,75	0,73
1,12	1,10	1,08	1,07	1,00	0,95	0,91	0,87	0,84	0,82	0,79	0,77	0,75	0,74
1,13	1,11	1,09	1,08	1,01	0,96	0,92	0,89	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76	0,75
1,14	1,12	1,11	1,08	1,03	0,98	0,94	0,90	0,87	0,84	0,82	0,80	0,78	0,77
1,16	1,14	1,12	1,11	1,04	0,99	0,95	0,91	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77
1,16	1,15	1,13	1,12	1,06	1,01	0,97	0,92	0,89	0,86	0,85	0,82	0,80	0,78
1,19	1,17	1,15	1,14	1,07	1,02	1,98	0,94	0,90	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79
1,19	1,18	1,16	1,15	1,08	1,03	0,98	0,95	0,91	0,89	0,87	0,84	0,82	0,80
1,21	1,19	1,18	1,16	1,08	1,04	1,00	0,96	0,93	0,90	0,87	0,85	0,83	0,81

berokend. De bovenste horizontale kolom bevat de  $r_0$ -waarden en de eerste verticale kolom aan



## KAART 2

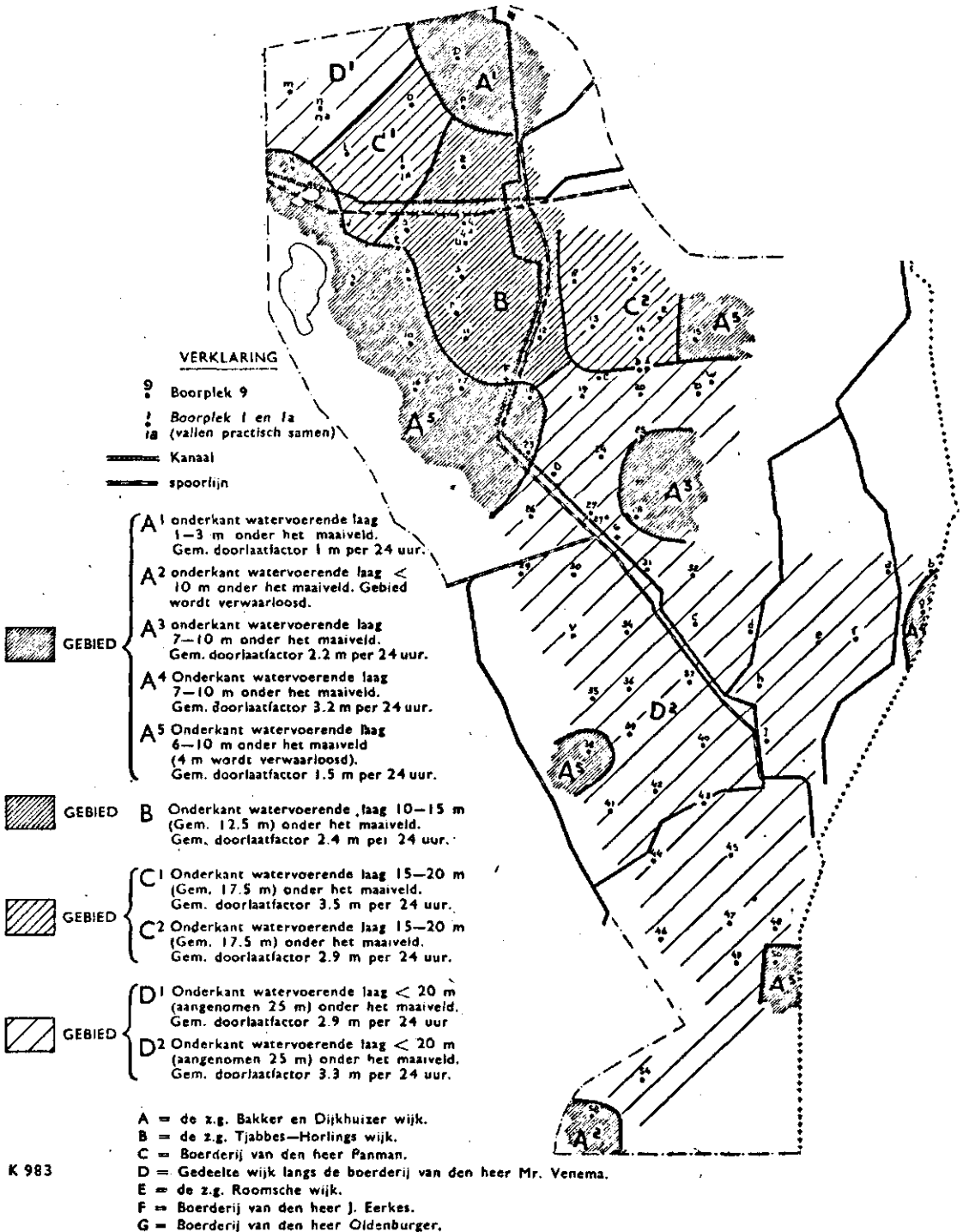
Kaart van de veenkolonien met boorpunten, doorlaatfactoren en ligging van den onderkant van de watervoerende laag onder het maaiveld





## KAART 3

Kaart van de veenkoloniën met indeeling naar de ligging van den onderkant van de watervoerende laag onder het maaiveld



Prijs

Kalkerwt en brocierwt, door Dr. K. ZIJLSTRA (L. O. n°. 48 (4) B)	f 0,45 *
Het ter beschikking komen van kali in sterk uitgeputten grond, door Dr. F. VAN DER PAAUW (L. O. n°. 48 (5) A)	„ 0,60 *
Een vakkenproef over den invloed van verschillende waterstanden op den grasgroei bij drie grondsoorten, door Dr. Ir. H. J. FRANKENA en Dr. M. A. J. GOEDEWAAGEN (L. O. n°. 48 (6) A)	„ 0,75 *
Onderzoekingen over de kalihuishouding op zandgrond en bezand hoogveen. Resultaten van een drietal meerjarige kaliproefvelden in Westerwolde, door Dr. F. VAN DER PAAUW (L. O. n°. 48 (7) A)	„ 0,45 *
Eenige proeven over den invloed van den dispersiegraad van roomvet op de kristallisatie van dat vet, door H. MULDER (L. O. n°. 48 (8) C)	„ 0,35 *
Mierenzuur als toevoeging bij het inkuilen, door Ir. J. F. VAN RIEMSDIJK (L. O. n°. 48 (9) B)	„ 0,35 *
Onderzoekingen betreffende de aardappelplant, door Dr. K. ZIJLSTRA (L. O. n°. 48 (10) B)	„ 0,80 *
De granulaire samenstelling van Nederlandsche grondsoorten, door Prof. Dr. O. DE VRIES (L. O. n°. 48 (11) A)	„ 2,— *
De bepaling van fospatiden in karnemelk, door H. MULDER (L. O. n°. 48 (12) C)	„ 0,35 *
Over den kalirijkdom van kleigronden, door Ir. W. C. VISSER (L. O. n°. 48 (13) A)	„ 0,50 *
Het aantoonen van gasvormende bacteriën in kaas, door Ir. J. VAN BEYNUM en Dr. J. W. PETTE (L. O. n°. 48 (14) C)	„ 0,75 *
Overzicht van de resultaten, verkregen bij het onderzoek van baggermonsters, door Ir. F. J. A. DECHERING (L. O. n°. 48 (15) A)	„ 0,75 *
Kalktoestand en oogstophrengst, III haver, IV aardappelen, door Ir. W. C. VISSER (L. O. n°. 49 (1) A)	„ 0,40 *
Voederproef met graslandproducten zonder gebruikmaking van eenig krachtvoeder bij melkvee, door N. D. DIJKSTRA (L. O. n°. 49 (2) C)	„ 0,75 *
Onderzoekingen betreffende eenige kalktoestandskarakteristieken, door Ir. W. C. VISSER (L. O. n°. 49 (3) A)	„ 0,75 *
Over het verband tusschen onderwater-gewicht, droge-stofgehalte en zetmeelgehalte bij fabrieksaardappelen, door Dr. A. H. A. DE WILLIGEN (L. O. n°. 49 (4) A)	„ 0,70 *
De nauwkeurigheid van verschillende methoden van grondonderzoek ter beoordeeling van den kali- en fosforzuur-rijkdom, door Ir. W. C. Visser (L. O. n°. 49 (5) A)	„ 0,65 *

N. B. Voor verdere publicaties op het gebied van den Landbouw raadplegen den Catalogus van Rijksuitgaven, welke aan de loketten der postkantoren ter inzage ligt of tegen den prijs van f 0,37\* bij de Rijksuitgeverij verkrijgbaar is.

Bij de Rijksuitgeverij te 's-Gravenhage zijn mede verkrijgbaar:

**Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations:**

	Prijs
Over de mogelijkheid om den zuurgraad van den grond aan de hand der onkruidvegetatie te beoordeelen. Een statistisch onderzoek over akkeronkruiden op zand- en dalgrond in verband met de pH van den grond, door Dr. M. A. J. GOEDEWAAGEN (L. O. n°. 47 (7) A) . . . . .	f 0,80 *
Resultaten van een serie kalium-natrium-proefvelden, door Dr. A. H. A. DE WILLIGEN (L. O. n°. 47 (8) A) . . . . .	„ 0,70 *
Grondtemperaturen te Groningen: I. Voorwoord en algemeene gegevens, door O. DE VRIES en L. W. G. HETTERSCHIJ. II. Gemiddelde cijfers voor vier grondsoorten op verschillende diepte, door Dr. C. BRAAK. III. Temperatuurverloop bij vier grondsoorten onder bijzondere weersomstandigheden, door Dr. S. W. VISSER (L. O. n°. 47 (9) A) . . . . .	„ 0,90 *
Proefnemingen omtrent inkuilen. VI. Inkuiling met toevoeging van suiker, door Dr. J. C. DE RUYTER DE WILDT (L. O. n°. 47 (10) C) . . . . .	„ 0,30 *
Over den invloed van het zouten op de stevigheid en de vochtverdeling van boter, door Dr. H. MULDER (L. O. n°. 47 (11) C) . . . . .	„ 0,30 *
De invloed van Thomasslakkenmeel resp. koolzure kalk op de pH en het V-cijfer van een zuren humusrijken zandgrond. De invloed van het in water oplosbaar fosfaat op den samenhang tusschen de pH en het V-cijfer bij humus-zandgronden, door P. BRUIN en J. TEN HAVE (L. O. n°. 47 (13) A) . . . . .	„ 0,85 *
Propionzuurbacteriën in Goudsche- en Edammer kaas, door Ir. J. VAN BEYNUM en Dr. J. W. PETTE (L. O. n°. 47 (14) C) . . . . .	„ 1,— *
Studies over het gebruik van grasland, door Dr. Ir. H. J. FRANKENA (L. O. n°. 47 (15) B) . . . . .	„ 0,70 *
Bijdragen tot de kennis van het aardappelzetmpel, door Dr. K. ZIJLSTRA (L. O. n°. 47 (16) A) . . . . .	„ 0,60 *
Over het gehalte van hooi en stroo aan carotine, door E. BROUWER en N. D. DIJKSTRA (L. O. n°. 47 (17) C) . . . . .	„ 0,40 *
De kenschetsing van den kalktoestand door een combinatiecijfer: de lrb-waarde, door Ir. W. C. VISSER (L. O. n°. 48 (1) A) . . . . .	„ 0,45 *
De invloed van voeding beneden de normen van Lars Frederiksen op de productie van melkkoeien gedurende het eerste gedeelte der lactatieperiode, door N. D. DIJKSTRA (L. O. n°. 48 (2) C) . . . . .	„ 0,80 *
Een onderzoek naar de kali- en fosforzuurhuishouding van de Groninger klei- en zavelgronden, door Ir. W. C. VISSER (L. O. n°. 48 (3) A) . . . . .	„ 2,60 *

**N.B.** Men raadplege ook de vorige pagina.