

## BODEMKUNDIG INSTITUUT GRONINGEN.

BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN EENIGE NATUURKUNDIGE  
GROOTHEDEN VAN DEN GROND,

EERSTE MEDEDEELING

DOOR

DR. D. J. HISSINK EN DR. S. B. HOOGHOUTD.

(Ingezonden 5 December 1931.)

## HOOFDSTUK I.

**Doel van het onderzoek.**

De kennis van het gedrag van het water ten opzichte van den grond is voor vele takken van bedrijf, en zeker in de eerste plaats voor den landbouw, van groot belang. Zoowel het ontwateringsvraagstuk als het bevoeiings-, resp. het infiltratievraagstuk van den grond hangt met dit gedrag samen. Onze kennis op dit gebied zal in de eerste plaats vermeerderd kunnen worden door de studie van de beweging van het water in den grond. Wij denken hierbij aan waarnemingen van den stand van het grondwater, aan infiltratieproeven, e.d. Maar daarnaast zal het toch ongetwijfeld aanbeveling verdienen, te trachten ook de geaardheid van den grond — voor zooverre deze bij de waterbeweging een rol speelt — onder cijfers te brengen. Hierbij doet zich dan direct de vraag voor, welke grootheden voor dit doel gekozen dienen te worden. In het algemeen kan als antwoord op deze vraag gezegd worden, dat hier twee grootheden op den voorgrond zullen treden, n.l. de doorlaatbaarheid van den grond voor water en de opstijging van het water in den grond. Het gaat er nu om, deze begrippen zóódanig te omschrijven, dat zij in cijfers kunnen worden uitgedrukt. Bij de omschrijving van een begrip, dat in cijfers wordt uitgedrukt, moet nu vooral niet uit het oog verloren worden, dat een dergelijke omschrijving onafscheidelijk verbonden is aan de methode, volgens welke de grootheid in kwestie wordt bepaald. Zoo zegt bijv. de mededeeling, dat een grond 40% klei bevat, niets, wanneer niet nauwkeurig wordt aangegeven, volgens welke methode dit gehalte van 40% klei verkregen is.

Ten opzichte van de opstijging van het water in den grond merken wij op,

(1) B. 1.

131534

dat deze verband houdt, met wat gewoonlijk de negatieve capillariteitsdruk genoemd wordt, welke grootheid voor zandgronden door de methode van Dr. ENGELHARDT <sup>1)</sup> op eenvoudige en voldoende nauwkeurige wijze te bepalen is. In deze eerste verhandeling hebben wij gemeend ons tot een drietal andere grootheden te moeten bepalen, resp.: 1°. de doorlaatbaarheid van den grond voor water; 2°. het volumegewicht van den grond, waaruit met behulp van het soortelijk gewicht van de gronddeeltjes en het watergehalte van den grond de volumina aan vaste deeltjes, water en lucht in een bepaald grondvolume te berekenen zijn en 3°. de lucht-capaciteit van den grond volgens KOPECKY.

Tot nu toe is nog weinig van deze drie grootheden voor onze Nederlandsche gronden bekend. Ons plan is voorloopig alleen, om in deze leemte te voorzien, dat wil dus zeggen alleen cijfermateriaal op dit gebied te verzamelen. Het maken van algemeene gevolgtrekkingen uit het verkregen cijfermateriaal zal eerst later kunnen geschieden; voorloopig zullen wij ons op dit gebied zooveel mogelijk tot het maken van eenige opmerkingen beperken.

Het groote nut van de kennis van in cijfers vastgelegde bodemconstanten ligt voor de hand. Op het gevoel laat zich de mechanische samenstelling van den grond (gehalten aan klei-zand) eenigermate schatten, maar het blijft toch steeds een vrij subjectieve schatting, die tot meer of mindere groote fouten aanleiding zal geven. Door een mechanisch grondonderzoek zijn wij nu in staat overeenkomstige bodemtypen, wat hunne gehalten aan de verschillende klei- en zandfracties betreft, met groote nauwkeurigheid onderling met elkander te vergelijken. Wij meenen, dat hetzelfde zal moeten gelden voor die grootheden, waarmede de beweging van het water in den grond verband houdt. Ontwateringsproefvelden kunnen feitelijk alleen op het perceel, waarop de proeven genomen worden, de meest economische ontwateringssytemen op objectieve wijze aangeven. Bij de toepassing van de op dit proefperceel met deze proeven verkregen resultaten op andere terreinen zal men vooraf trachten uit te maken, of de bedoelde terreinen met het proefperceel overeenkomen en hoeveel zij daar eventueel van afwijken. Men staat dan evenwel direct voor de moeilijke vraag, welke eigenschappen van de terreinen in kwestie en van het proefperceel onderling met elkander vergeleken moeten worden. De zwaarte van den grond, zoals deze door een mechanisch grondonderzoek (gehalten aan klei-zand) wordt uitgedrukt, kan ons hierbij in het algemeen weinig helpen. Gewoonlijk tracht men tot eene onderlinge vergelijking te komen van datgene, wat men

---

<sup>1)</sup> Bijdrage tot de kennis van capillaire verschijnselen in verband met de heterogeniteit van den grond, door J. H. ENGELHARDT, Proefschrift (1928); zie mede: *Soil Research*, Vol. I (1928/29), blz. 239—301.

vrij vaag de structuur van den grond noemt. Doch zoolang deze grootheid niet in cijfers is vastgelegd, zal deze onderlinge vergelijking uit den aard der zaak weder geheel subjectief zijn en zelfs zeer groote fouten in zich kunnen bergen.

Ook al zou het uitdrukken van het drietal hierboven genoemde grootheden in cijfers voorloopig geen ander praktisch nut opleveren, dan dat het de onderlinge vergelijking van gronden van hetzelfde type op zekerder basis vestigde dan door oculaire en andere subjectieve waarnemingen mogelijk is, dan zou dit nog voldoende motief zijn, om cijfermateriaal van de Nederlandsche gronden op dit gebied te verzamelen.

Wij ontkennen niet, dat het vraagstuk groote moeilijkheden oplevert, maar het is tenslotte de eenige weg, die althans een kans biedt, een antwoord te verkrijgen op de vele vragen, die op het gebied van de waterbeweging in den grond gesteld worden.

Op grond van overwegingen, die nader in Hoofdstuk IV uiteengezet zullen worden, bleek het gewenscht bij dit onderzoek mede het type van de bestudeerde gronden zoo goed mogelijk vast te leggen. Wij hebben dit gedaan op de wijze, die reeds vroeger uiteengezet is <sup>1)</sup>, dus door de onderzochte gronden op hunne gehalten aan humus, koolzure kalk, klei en zand, eventueel aan de verschillende zandfracties, te onderzoeken.

---

<sup>1)</sup> Zie o.a. Mededeelingen van de Commissie van Advies omtrent de Landbouwtechnische Aangelegenheden betreffende den Proefpolder nabij Andijk, N<sup>o</sup>. I (1929): De Bodemkundige Gesteldheid van den Andijker Proefpolder in het jaar 1927—1928, door Dr. D. J. HISSINK, Hoofdstuk II, *De Methoden van Onderzoek*, blz. 90—101.

## HOOFDSTUK II.

**Korte omschrijving van de gevolgde methoden van onderzoek.**

Terwijl voor het onderzoek op de gehalten aan humus, koolzure kalk, klei en zand, evenals voor dat aan stikstof, phosphorzuur en kali, en andere plantenvoedende bestanddeelen, de gedroogde en gezeefde grondmassa in onderzoek genomen moet worden, dient het onderzoek van de in Hoofdstuk I genoemde drie grootheden noodzakelijk te geschieden op den grond in zijn natuurlijke ligging. Zoo zal, om dit met één enkel voorbeeld te staven, de doorlaatbaarheid voor water van een zwaren kleigrond, die talrijke grootere en kleinere scheuren bezit, aanzienlijk verschillen van de doorlaatbaarheid voor water van dezelfde grondmassa, nàdat deze in het laboratorium door drogen, stampen en zeven in zeer fijn verdeelden toestand gebracht is. Dit moge hier reeds direct aan een zeer sprekend voorbeeld worden toegelicht. Van het profiel van plek 382 van den Andijker Proefpolder zijn vier lagen op hunne D-waarden (doorlaatbaarheid in meters water per 24 uur volgens KOPECKY) onderzocht, nl. de laag van 0 tot 7 cm, van 10 tot 17 cm, van 20 tot 27 cm en van 40 tot 47 cm. De grond van deze vier lagen vormde bij het droogkomen in het najaar van 1927 een homogene, slikkige, practisch voor water ondoorlatende massa <sup>1)</sup>. Bij het onderzoek in den zomer van 1930 bleken de vier lagen practisch dezelfde gehalten aan klei, zand, koolzure kalk en humus te bezitten (zie Tabel A 3, blz. 176). Wat hunne natuurkundige geaardheid betreft, vallen in den zomer van 1930 evenwel zeer groote verschillen te constateeren. Zoo zijn de *a*-cijfers (grammen water per 100 gram drogen grond) van de vier lagen resp. 31,9—73,7—80,2 — 124,0; de D-waarden (doorlaatbaarheid volgens KOPECKY in meters water per etmaal) resp. 33,7 — groter dan 115 — groter dan 115—1,89 (zie Tabel A 3, n°. 4225/28). Bij eene bepaling van de doorlaatbaarheid van den gedroogden, gestampten en gezeefden grond in het laboratorium zouden we voor de gronden van deze vier lagen nagenoeg dezelfde D-waarden gevonden hebben, terwijl in de natuurlijke ligging de D-waarden enorm sterk uiteen blijken te loopen. De oorzaak ligt voor de hand. De bovenste laag (van 0—7 cm) is aanvankelijk zeer sterk gescheurd geweest, doch bij het eggen en ploegen weer iets dicht geraakt ( $D = 33,7$ ); de lagen van 10—17 cm en van 20—27 cm bezitten nog grootere scheuren ( $D$  groter dan 115); de laag van 40—47 cm is nog vrij nat en pappig, met slechts hier en daar een enkele scheur ( $D = 1,9$ ).

Aangezien door ons geen nieuwe methoden bij onze onderzoekingen zijn

---

<sup>1)</sup> Zie publicatie noot <sup>1)</sup>, blz. 103, *Overzicht*, blz. 164.

toegepast, kan hier met een korte beschrijving van de gevolgde methoden worden volstaan.

### 1. *De doorlaatbaarheid van den grond voor water.*

De door ons gevolgde methode is die van KOPECKY. Voor de bepaling van deze grootheid werd gebruik gemaakt van gedraaide, ijzeren cylindervan 12 cm hoogte, 7 cm inwendige doorsnede en 1 tot 2 mm wandsterkte en boven en onder open. De onderrand van dezen cylinder is scherp afgeslepen, terwijl even onder den bovenrand 2 ijzeren pennen zijn bevestigd, welke passen in de bajonetsluiting van een handvat. Met behulp van dit handvat (*a*) worden deze cylindervan — zoo mogelijk zonder draaien of wrikken — rechtstandig 7 cm in den grond gedrukt (soms ook met een houten kamer ingeslagen), daarna door wrikken met het handvat van de onderlaag los gemaakt en vervolgens — zoo mogelijk zonder draaien — uit den grond gehaald (*b*). Bevindt de grondmassa zich op de juiste wijze in den ring, dan moet de grond goed tegen den binnenkant van den cylinder aansluiten (*c*), terwijl de onderkant den indruk moet maken ook werkelijk losgebroken te zijn. Vervolgens wordt de onderkant van den cylinder voorzien van een deksel, waarvan de bodem bestaat uit fijn gaas. Op de 7 cm dikke grondlaag wordt nu een 4 cm hoge waterlaag (*d*) gebracht en gehouden, waarna de doorgelopen hoeveelheid water in een bepaalden tijd wordt bepaald; het water stroomt dus door de grondmassa, daarna door het gaas en vervolgens vrij uit in de lucht (<sup>1</sup>). Hier volgen nog eenige opmerkingen:

- a.* Bij weeke gronden kunnen de cylindervan vaak met de hand worden ingedrukt;
- b.* De grond in de cylindervan wordt dus meer van de onderlaag losgebroken; een draaiende beweging van den ring kan tengevolge hebben — vooral bij meer taaie gronden — dat de onderkant van den grond in den ring wordt dichtgedraaid en dus eventueel voorkomende scheurtjes enz. worden dichtgesmeerd. Hetzelfde kan optreden, als de grond in den cylinder van den onderkant wordt losgesneden. Bij zandgronden en losse veengronden kan dit laatste evenwel zonder eenig bezwaar geschieden, terwijl dit bij loopzand zelfs noodzakelijk is;

---

<sup>1</sup>) Men dient wel in het oog te houden, dat onze doorlaatbaarheidscijfers (D-waarden) op deze wijze bepaald zijn en dat de doorstroaming van het grondwater in de werkelijkheid, dus van de eene grondlaag in de andere, en derhalve niet van grond in lucht, andere waarden geeft.

- c. Soms kan het voorkomen, dat zich tusschen den wand van den cylinder en den grond in den cylinder nog hier en daar kleine ruimten bevinden. Het verdient aanbeveling bij alle ringen den grond met een scherp voorwerp tegen den wand te drukken, zoodat geen water tusschen den grond en de cylinders kan doorloopen.
- d. Bij al de in deze publicatie vermelde onderzoekingen is gedestilleerd water gebruikt; bij latere onderzoekingen is soms leidingwater genomen.

De hoeveelheid water, die in zekeren tijd doorloopt, is steeds op liters water per uur en per ring omgerekend. Aangezien de straal van den ring 3,5 cm bedraagt, is de doorsnede van den ring 38,5 cm<sup>2</sup>, zoodat het aantal kubieke meters water, dat per vierkante meter en per etmaal doorstroomt, of wel eenvoudig het aantal meters per etmaal, berekend kan worden. Deze grootheid is door ons D genoemd. D is dus de hoeveelheid water in meters, die per etmaal onder de omstandigheden van het onderzoek uit den ring in de lucht vloeit, aangenomen dat de uitvloeingsnelheid constant blijft. Dit laatste is niet altijd het geval. Bij sommige gronden is eene vermindering van de doorstromingsnelheid waargenomen, vooral bij kleigronden, die door wateropname opzwellen of waarbij door vermindering van electrolytgehalte (uitspoeling van zouten) of door afsplitsing van peptiseerende stoffen (afplitsing van natronloog uit natronklei) dichtslibbing optrad <sup>1)</sup>. Bij onze onderzoekingen hebben wij ons steeds ten doel gesteld, het water zoo snel mogelijk, nadat het doorloopen aanvangt, op te vangen en te meten. Bij gronden met groote doorlaatbaarheid kon dit reeds na één minuut, soms reeds na een halve minuut plaats vinden; in de meeste gevallen liep binnen de 5 à 10 minuten genoeg water per ring door, om met voldoende nauwkeurigheid gemeten te kunnen worden. Liep 15 minuten, nadat het water op de grondlaag was gebracht, nog geen water door den ring heen, dan werd nog gedurende 30 minuten gewacht. Was ook dan nog geen water doorgelopen, dan werd voor dit geval een doorlaatbaarheid van nul aangenomen. Een enkele maal is in zoo'n geval het water gedurende 24 uur op de grondlaag gelaten; er bleek dan zóó weinig water doorgesijpeld te zijn, dat de doorlaatbaarheid practisch op nul te stellen was.

Reeds bij de door Ir. ZUUR in het jaar 1929 in den Andijker Proefpolder aangevangen onderzoekingen op dit gebied, bleken groote en zelfs zeer groote verschillen in doorlaatbaarheid van onmiddellijk naast elkander gelegen plekken

---

<sup>1)</sup> Reeds in 1906 nam één van ons waar, dat de doorlaatbaarheid van den grond door vervanging van eene zoutoplossing (CaCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, NaCl) door water sterk afneemt; zie o.a.: De invloed van verschillende zoutoplossingen op het doorlatingsvermogen van den bodem, door D. J. HISSINK; *Chemisch Weekblad*, 4e Jaargang (1907), blz. 663—673. Ook *Internationale Mitteilungen für Bodenkunde*, Band VI, (1916), blz. 142—151.

in dezelfde laag van een profiel op te treden. Bij al onze D-bepalingen zijn wij tot een dergelijk resultaat gekomen. Deze afwijkingen zijn niet aan fouten in de methode, maar aan de heterogeniteit van het onderzochte materiaal toe te schrijven, vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van scheuren en wortel-, resp. wormgangen. Terwijl wij in Hoofdstuk IV nader op dit punt terugkomen, volstaan wij hier met de opmerking, dat onder deze omstandigheden voor het verkrijgen van een goed gemiddelde D-waarde een groot aantal bepalingen per laag noodig is. Zoo is bijv. de gemiddelde doorlaatbaarheid van de laag van 5—12 cm van het profiel *a* in den Wieringermeerpolder (zand op klei) uit niet minder dan  $7 \times 9 = 63$  waarnemingen (zie tabel I, blz. 167) bepaald. Door het eerste stel van 9 ringen, dat is dus  $9 \times 38,5 = 346,5$  cm<sup>2</sup>, stroomde per uur 4,667 liter water (zie tabel I, kuil A, links); door het tweede stel 3,490 liter water enz.; totaal door de zeven stel van  $9 = 63$  ringen, met een totaal oppervlak van  $7 \times 346,5 = 2425,5$  cm<sup>2</sup>, dus  $4,67 + 3,49 + 6,43 + 3,74 + 4,86 + 5,40 + 5,10 = 33,69$  liter water per uur; of per vierkante meter en per etmaal  $33,69 \times 24 : 242,55 = 3,34$  kubieke meter water; dus  $D = 3,34$ . Dat wil dus zeggen, dat onder de omstandigheden, waaronder het onderzoek gedaan is, door een laagje van 5 tot 12 cm diepte van het betreffende profiel in 24 uur gemiddeld een kolom van 3,34 meter water vloeien kan, aangenomen, dat de doorvloeiselheid gedurende deze 24 uur niet verandert.

In aansluiting aan het bovenstaande hebben wij de methode van КОРЕЦКЫ nu in zooverre gewijzigd, dat per laag steeds een zeer groot aantal ringen genomen is. In de verschillende tabellen I tot en met XVI *b* in Hoofdstuk III<sup>1)</sup>, die de resultaten van deze waarnemingen bevatten, is telkens opgegeven, hoeveel ringen per laag zijn onderzocht. Zoo zijn van de drie bovenste lagen van profiel *a* telkens  $7 \times 9 = 63$  ringen onderzocht, van de onderste twee lagen  $6 \times 9 = 54$  ringen.

## 2. *Het volumegewicht van den grond.*

Onder het volumegewicht van den grond wordt verstaan het gewicht van één liter grond in kilogrammen, in zijn natuurlijke ligging en in drogen toestand (de grond gedroogd bij 105° Celsius). Een volumegewicht van 1,25 wil dus zeggen, dat een volume van 100 cm<sup>3</sup> bevat 125 gram drogen grond (gedroogd bij 105° Celsius).

Het volumegewicht wordt bepaald door een metalen ring van bekenden inhoud voorzichtig geheel in de grondlaag, waarvan men het volumegewicht bepalen wil, te drukken, zonder daarbij de natuurlijke ligging van de grond-

<sup>1)</sup> Deze tabellen zijn uit zuinigheidsoverwegingen niet opgenomen; zie ook blz. 167.

deeltjes te wijzigen, den ring daarna uit te graven, schoon en droog te maken en te wegen. Bij deze bepaling kunnen ringen van verschillende grootte worden aangewend; bij zwaardere gronden (klei- en zandgronden) kleinere ringen, bij gronden met kleiner volumegewicht (bijv. venige gronden) grotere ringen. Bij onze onderzoekingen werden gewoonlijk koperen ringen gebruikt met een diameter van  $\pm 7,2$  cm, een lengte van 8 cm en een wandsterkte van  $\pm 1$  mm. Deze ringen, in het vervolg volumegewichtsringen genoemd, zijn van binnen zuiver cilindrisch afgedraaid, terwijl de onderkant scherp naar buiten is afgeslepen. Op den bovenkant van deze ringen past een zwaarderen koperen ring, in het vervolg opzetring genoemd. Na de volumegewichtsring van dezen zwaarderen opzetring voorzien te hebben, worden ze met den scherpgeslepen kant op de betreffende grondlaag gezet en daarna door voorzichtig slaan op den dikken opzetring in den grond gedreven, totdat de bovenkant van den eigenlijken volumegewichtsring zich ongeveer 1 cm onder den bovenkant van de grondlaag bevindt. De grond om de ringen wordt dan voorzichtig met een mes weggesneden, waarna de ring van den ondergrond wordt losgemaakt door met het mes onder den ring door te gaan. De overtollige grond wordt nu aan den onderkant en na wegnemen van den dikkeren opzetring ook aan den bovenkant verwijderd (met het mes gelijk afsnijden), waarna boven- en onderkant voorzien worden van een glasplaat, zoodat het geheel gemakkelijk zonder grond- en waterverlies is te wegen. De in de ringen aanwezige grond wordt dan zoo kwantitatief mogelijk in goedsluitende stopflesschen overgebracht. Het onderzoek van dezen grond op vochtgehalte vindt op het laboratorium plaats.

Per laag werden 2 ringen van denzelfden inhoud genomen. Was het onderscheid tusschen de gewichten aan natten grond in deze twee ringen meer dan 20 gram, dan werden nog één of twee ringen uit dezelfde laag genomen, totdat het verschil van twee ringen minder dan 20 gram bedroeg. Een dergelijke overeenkomst in gewicht van eenzelfde volume meer of minder vochtigen tot natten grond is alleen te bereiken, door de plekken, waar de ringen uit de laag genomen worden, zorgvuldig uit te zoeken. Dit komt hier op neer, dat zooveel mogelijk plekken worden uitgezocht zonder scheuren of gangen, d.w.z. dus met een zoo dicht mogelijke ligging. Het uit deze twee bepalingen berekende volumegewicht geeft dan ook zeker niet het werkelijk gemiddelde volumegewicht van de geheele laag aan, maar het maximaalvolumegewicht. Is de beschouwde grond in het algemeen zeer dicht of zeer gelijkmatig (bijv. zandgrond), dan zal de afwijking van het gevonden volumegewicht van het werkelijk bestaande, gemiddelde volumegewicht gering zijn. Om aan dit bezwaar tegen de gevolgde methode tegemoet te komen, zou men, evenals bij de D-bepalingen, het aantal waarnemingen kunnen uitbreiden en de plekken voor de volumegewichtsbepalingen voetstoots, naast elkander in de betreffende laag kunnen



nemen. Een onderzoek in deze richting hopen wij spoedig uit te voeren en daarbij tevens iets van de fouten van de tot nu toe gevolgde methode te weten te komen. Dat intusschen deze fouten waarschijnlijk binnen redelijke grenzen blijven, is in Hoofdstuk V aan een enkel voorbeeld nader toegelicht (blz. 155).

Uit de gevonden volumegewichten kunnen dan de overige cijfers als volgt berekend worden. Het volumegewicht van de laag van 8 tot 16 cm van het profiel *a* „zand op klei” van den Wieringermeerpolder bedraagt 1,56 (zie tabel A 1, blz. 172); dat wil dus zeggen, dat 100 cm<sup>3</sup> van deze laag in de natuurlijke ligging 156 gram drogen grond (105° Celsius) bevatten. Voor het soortelijk gewicht van de gronddeeltjes van deze laag is gevonden 2,67; de 100 cm<sup>3</sup> bevatten dus  $156 : 2,67 = 58,4$  cm<sup>3</sup> vaste deeltjes en dus  $100 - 58,4 = 41,6$  cm<sup>3</sup> poriën (zie tabel A); het poriënvolume is dus 41,6%. Het gehalte van het water bedraagt 24,8 gram per 100 gram drogen grond; dat is per 156 gram drogen grond  $1,56 \times 24,8 = 38,7$  gram water of 38,7 cm<sup>3</sup> water. Van de 41,6 cm<sup>3</sup> poriën waren dus op het oogenblik van de monsternamen 38,7 cm<sup>3</sup> met water en dus  $41,6 - 38,7 = 2,9$  cm<sup>3</sup> met lucht gevuld (zie tabel A).

### 3. *De luchtcapaciteit van den grond volgens Kopecky.*

Het feit, dat een grond water doorlaat, is aan twee oorzaken toe te schrijven. Het water beweegt zich zoowel door de tusschen de afzonderlijke gronddeeltjes voorkomende ruimten, als door de grootere kanalen, welke door scheuren, wormgangen en wortelgangen gevormd worden. Wij zullen deze twee bewegingen onderscheiden als de beweging van het water door de eigenlijke poriën van den grond en door de scheuren en gangen in den grond. Het is duidelijk, dat vooral deze laatste waterbeweging een zeer grooten invloed op de doorlaatbaarheid van den grond voor water zal kunnen uitoefenen. Ook voor het vraagstuk van de doorlaatbaarheid van den grond voor water is het daarom van groot belang vast te stellen, welk gedeelte van het totale poriënvolume van den grond (dat is het gedeelte, dat niet door vaste deeltjes wordt ingenomen), de eigenlijke poriën en welk gedeelte de scheuren en gangen vormen. We kunnen ons voorstellen, deze vraag op de volgende wijze te beantwoorden. We denken ons een cilindervormigen ring, aan boven- en onderkant open, met een inhoud van bijv. 100 cm<sup>3</sup> (bijv. 5 cm hoog en 20 cm<sup>2</sup> doorsnede), geheel met grond in zijn natuurlijke ligging gevuld. Deze ring wordt tot bijna aan den rand in water geplaatst. We nemen nu aan, dat zich hierbij, na verloop van zekeren tijd, alle ruimten in de grondmassa, dus zoowel de eigenlijke poriën als de scheuren en gangen, geheel met water vullen. We nemen vervolgens den ring uit het water en laten het water uit de grondmassa uitlekken, daarbij zorg dragende, dat geen verdamping van het water kan plaats vinden. Wanneer nu bij dit uit-

lekken het water, dat zich in de scheuren en gangen bevindt, geheel uit den grond wegvloeit, zoodat alleen water in de eigenlijke poriën achterblijft, dan zijn de volgende grootheden door eene eenvoudige bepaling van het uitvloeiende en het achterblijvende water te berekenen: *a*. de totale watercapaciteit, dat is het aantal grammen of  $\text{cm}^3$  water, dat de  $100 \text{ cm}^3$  grondmassa bij hare totale verzadiging met water bevatte; *b*. de watercapaciteit, dat is het aantal grammen of  $\text{cm}^3$  water, dat de  $100 \text{ cm}^3$  grondmassa na het uitlekken nog bevat, terwijl  $a-b$  de hoeveelheid uitgelekt water is, of wel het aantal  $\text{cm}^3$  lucht, dat na het uitlekken nog in de  $100 \text{ cm}^3$  grondmassa voorkomt. Deze laatste grootheid wordt de luchtcapaciteit (volgens KOPECKY) genoemd en het is duidelijk, dat deze grootheid, volgens de definitie, met het volume van de scheuren en gangen overeenkomt.

Ook bij de bepaling van de luchtcapaciteit van den grond zullen de verkregen resultaten van de gevolgde methode afhangen. Bij het hierboven gekozen voorbeeld had de gebruikte ring een hoogte van 5 cm. Denken we ons evenwel een ring niet van 5 cm, doch van 100 cm, hoogte gevuld met vrij grofkorrelig zand, met een negatieven capillariteitsdruk van 30 cm, dan zal, bij het uitlekken, ook het water uit de eigenlijke poriën, die zich in den grond in de bovenste 70 cm ( $= 100 - 30$ ) van den ring bevinden, uitzakken. Om deze reden worden bij de bepaling van de luchtcapaciteit volgens KOPECKY ringen van slechts 4 à 5 cm hoogte gebruikt; bij het uitlekken blijven de eigenlijke poriën, zelfs bij vrij grofkorrelige zandgronden, dan nog geheel met water gevuld.

Ook de wijze, waarop men het water uit de met water geheel verzadigde grondmassa laat uitlekken, zal van invloed op het resultaat zijn. Aanvankelijk plaatste KOPECKY den geheel met water verzadigden ring op een tweeden ring, waarin zich de oorspronkelijke grondmassa bevond. Later heeft hij dit onderdeel der methode zóódanig gewijzigd, dat de met water verzadigde ring op een stuk filtreerpapier geplaatst wordt. Dit is ons gebleken, geen verbetering te zijn. Immers bij het uitlekken op filtreerpapier zullen ook die capillaire ruimten worden leeggezogen, die een kleineren negatieven capillariteitsdruk hebben dan de poriën van het filtreerpapier. In min of meer grofkorrelige zandgronden kan dit tot niet onaanzienlijke fouten leiden (zie Hoofdstuk VI, blz. 163).

Behalve deze fouten, die door een wijziging van de methode mogelijk te ondervangen zijn, heeft de methode van KOPECKY nog hetzelfde bezwaar als de bepaling van de *D*-waarde en van het volumegewicht. Ook bij de bepaling van de luchtcapaciteit worden zooveel mogelijk de plekken zonder scheuren uitgezocht. Desniettegenstaande worden toch dikwerf zeer slecht kloppende duplobepalingen verkregen. Ook hier zou de methode te verbeteren zijn, door meer ringen per laag te nemen en de plekken niet uit te zoeken en dit te meer,

omdat het juist de scheuren, gangen en holten zijn, die de luchtcapaciteit van den grond bepalen. Dit is evenwel uiterst bezwaarlijk voor seriewerk; reeds bij het nemen van twee ringen per laag is de methode zeer tijdrovend.

Niettegenstaande deze bezwaren tegen de methode van КОРЕЦКЫ hebben wij toch gemeend, althans eenig cijfermateriaal te moeten verzamelen. Wij hebben daarbij de methode als volgt uitgevoerd. Twee koperen ringen, op dezelfde wijze afgewerkt als de volumegewichtsringen, met een diameter van 7 cm, worden met grond in de natuurlijke ligging gevuld, op dezelfde wijze als dit met de volumegewichtsringen plaats vindt. Onder- en bovenkant worden daarna voorzien van een uit kopergaas gemaakte binnendecksel en een uit koperblik gemaakte buitendecksel, dus totaal vier stuks. De ringen worden daarna gewogen. Bij minder goede overeenkomst van de gewichten wordt een derde, soms een vierde ring genomen, waarna het verdere onderzoek, in het laboratorium met die twee ringen wordt voortgezet, wier cijfers onderling het minst afwijken. Het ware beter geweest, hier geen keuze te doen, doch alle genomen ringen in het onderzoek te betrekken. In het laboratorium worden van de vier deksels per ring er drie afgenomen; alleen het onderste kopergaasdeksel blijft zitten. De ringen worden daarna in een schaalte met gedestilleerd water geplaatst, waarbij het water zich op 1 cm afstand van den bovenkant van de ringen bevindt. Na ongeveer 24 uur worden de ringen uit het water genomen. Aangezien het niet mogelijk is, de hoeveelheid water, die uitlekt, met voldoende nauwkeurigheid op directe wijze te bepalen, wordt het totale poriënvolume van de in den ring aanwezige grondmassa bepaald. Aangezien het inwendige volume van den ring bekend is, moet nog het volume van de vaste gronddeeltjes, dus het gewicht en het soortelijk gewicht van deze deeltjes bepaald worden. Dit geschiedt als volgt. Bij het staan van den ring in het water, is wat grond door het gaasje heen in het schaalte geraakt. Deze grond wordt weer uit het schaalte op den bovenkant van de grondlaag gebracht, waarna de ring, met het gaasje, op filtreerpapier wordt geplaatst, om daar gedurende 24 uur uit te lekken. Na het uitlekken wordt de ring nogmaals gewogen, waarna het in den grond resterende vochtgehalte wordt bepaald. Wanneer nu tevens de hoeveelheid grond in den ring (droge stof bij 105° Celsius), het soortelijk gewicht van den grond en het inwendige volume van den ring bekend zijn, is uit deze gegevens de luchtcapaciteit te berekenen. Het volgende voorbeeld (Groetpolder, 1ste plek, laag van 27—33 cm, N°. H 163—164; zie tabel E) moge als toelichting dienen. Gemakshalve zijn de hieronder vermelde cijfers reeds op een volume van 100 cm<sup>3</sup> omgerekend. De in den ring aanwezige grond woog, na drogen bij 105° Celsius, 138 gram (volumegewicht = 1,38) en bezat een soortelijk gewicht = 2,63. De vaste deeltjes namen dus een volume in van  $138 : 2,63 = 52,5$  cm<sup>3</sup>, het poriënvolume is dus  $100 - 52,5 = 47,5$  cm<sup>3</sup>. Na het

uitlekken bevindt zich nog 38,6 gram water in den grond, dat is 38,6 cm<sup>3</sup>. De luchtcapaciteit wordt dan 47,5 — 38,6 = 8,9 (zie Tabel E).

Bij deze methode wordt dus stilzwijgend aangenomen, dat alle lucht — bij het staan van den ring gedurende 24 uur in water — uit den grond door het water wordt verdrongen. Het is zeer de vraag, of dit het geval is. Een belangrijk onderdeel van de bepaling van het soortelijk gewicht van den grond, op de bekende wijze in een pyknometer, vormt het uitdrijven van de luchtbelletjes, die zich hardnekkig aan de kleine gronddeeltjes blijven vasthechten en die door aanhoudend kloppen en evacueeren van den pyknometer verwijderd moeten worden. Het is niet wel aan te nemen, dat deze luchtbelletjes bij het staan van den ring gedurende 24 uur in water, niet gedeeltelijk zouden blijven zitten. Is dit bij de methode-KOPECKY het geval, dan zijn de gevonden waarden voor de luchtcapaciteit te hoog. In de bovengenoemde cijfers is dan nl. het cijfer 38,6 cm<sup>3</sup> (hoeveelheid water, die na uitlekken in den grond blijft zitten en die dus het eigenlijke poriënvolume, zonder scheuren en holten, voorstelt) te klein, dus het cijfer voor de luchtcapaciteit 8,9 te groot. Een onderzoek in ons laboratorium heeft uitgewezen, dat hier gemakkelijk fouten van 4 volumeprocenten gemaakt kunnen worden <sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Het is vooral HANS BURGER geweest, die op deze fouten gewezen heeft. In één zijner publicaties komt hij zelfs tot de volgende conclusie (blz. 161, sub 5):

Die Ermittlung des absoluten Volumens der festen Bodenteile ist noch nicht völlig abgeklärt. Neue Wege müssen gesucht werden. Halbstündiges Kochen der Proben vor der Volumenbestimmung führt zu konstanten, vergleichbaren Werten. Zie Dr. HANS BURGER, Zürich, *Die physikalische Bodenuntersuchung*, insbesondere die Methoden zur Bestimmung der Luftkapazität; *Actes de la IVième Conférence internationale de Pédologie*, Rome 1924, Volume II, 150—161.

## HOOFDSTUK III.

**Beschrijving van de onderzochte profielen en resultaten van het onderzoek op de doorlaatbaarheid van den grond (grootheid D).**(Tabel I—XVI *b*, Zie blz. 167).

In deze Eerste Mededeeling worden de resultaten van de volgende onderzochte profielen medegedeeld:

- I. Wieringermeerpolder, Eerste Afdeeling, vier profielen (*a*: zand op klei; *b*: zand op veen op klei; *c*: geheel zand; *d*: gelaagd); hoofdzakelijk minerale gronden.
- II. Zeepolders van verschillenden ouderdom (Groetpolder, 2 profielen; Waardpolder; Nieuw-Beerta; Julianapolder; Carel Coenraadpolder; Andijker Proefpolder, 2 profielen); hoofdzakelijk minerale gronden.
- III. Terrein voor den toekomstigen boschaanleg van de Gemeente Amsterdam in den Rietwijkeroorderpolder (twee profielen); gedeeltelijk min of meer venige lagen.
- IV. Toekomstig Oosterpark van de Gemeente Groningen (drie profielen); oude, zware kleigronden met onderliggende kniklagen.
- V. Ontwateringsproefveld nabij Eindhoven, met min of meer leemige, fijn zandige lagen.
- VI. In den Zijpe-polder (Noord-Holland) werden eenige profielen (min of meer zandige lagen) onderzocht; over de hierbij verkregen resultaten zal elders bericht worden.

---

I. *Wieringermeerpolder, Eerste Afdeeling (Tabel I—V).*

Het onderzoek heeft plaats gevonden in den zomer van 1930; het werd hier voorloopig beperkt tot de vier meest typische profielen, nl.:

- a.* zand op klei (zgnd. oude klei);
- b.* zand op veen op klei (zgnd. oude klei);
- c.* geheel zand;
- d.* zgnd. gelaagd profiel (onder de zandlaag komen afwisselend laagjes klei (of zavel) en zand voor).

Het aantal ringen, dat per laag gebruikt werd, was in het algemeen 54 (soms 63); behalve voor het gelaagd profiel *d*, waar het aantal 36 was. Deze 54 ringen werden bij de profielen *a*, *b* en *c* verdeeld over 6 kuilen (elke kuil 9 ringen), die regelmatig over 0,25 ha waren verdeeld. Bij het onderzoek van het gelaagd profiel *d* werden alle 36 ringen uit één kuil genomen, zooals trouwens ook op alle overige plekken (sub II tot en met VI) steeds het geval was.

De ligging van de 6 kuilen, bij de profielen *a*, *b* en *c*, ten opzichte van elkaar en ten opzichte van den tocht, was altijd dezelfde, nl. als volgt (figuur 1).

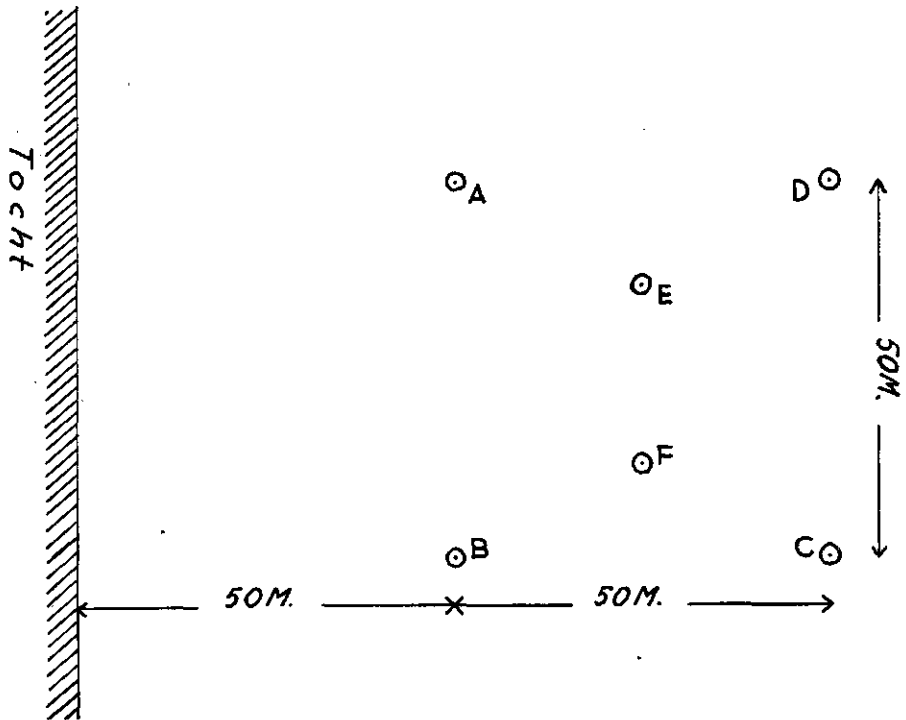


FIG. 1.

Ligging van de zes kuilen van de profielen *a*, *b* en *c*, Wieringermeerpolder, Afdeeling I.

In figuur 1 zijn de zes kuilen door kringetjes en door de letters A. B. C. D. E. en F. aangegeven.

De ligging van de profielen *a*, *b*, *c* en *d* in den Wieringermeerpolder is op bijgevoegde kaart aangegeven. Ten tijde van het onderzoek waren evenwel op de onderzochte plekken nog geen kavelsloten of greppels aanwezig.

## a) Profiel zand op klei.

In alle onderzochte lagen had de zandlaag een dikte van 50—60 cm. In de kleilagen werd zowel de doorlaatbaarheid in verticale als in horizontale richting onderzocht.

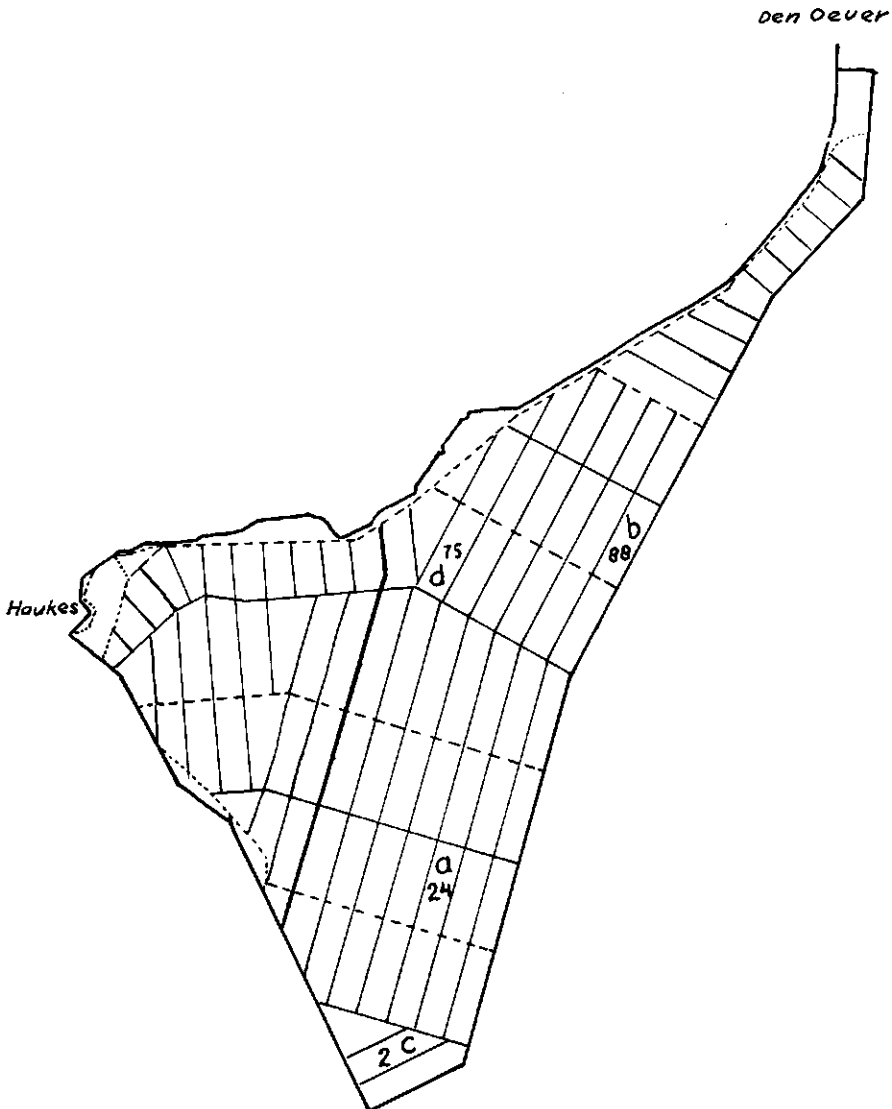


FIG. 2.

Kaartje van den Wieringermeerpolder, Afdeling I, aangevende de ligging van de vier profielen *a*, *b*, *c* en *d*.

De resultaten van de doorlaatbaarheidsbepalingen, verricht van 15—19 Juli 1930, bij regenachtig weer, zijn in tabel I opgenomen.

(Zie opmerking blz. 167).

In kuil A zijn bij de zandlagen  $2 \times 9$  ringen genomen, resp. genoemd kuil A links en kuil A rechts; in de overige 5 kuilen (B, C, D, E en F) zijn telkens 9 ringen per laag genomen. Aangezien de straal van elken ring 3,5 cm bedraagt, is de doorsnede van elken ring  $38,5 \text{ cm}^2$ , dus van 9 ringen  $9 \times 38,5 = 346,5 \text{ cm}^2$ . Door  $346,5 \text{ cm}^2$  van de laag van 5—12 cm van kuil A links, stroomde dus 4,67 liter water per uur. De gemiddelde D-waarde, dat is de hoeveelheid water in meters per etmaal, is voor deze laag 3,33 (gemiddelde van alle kuilen) dat is dus  $3,33 \text{ m}^3$  water per  $\text{m}^2$  per etmaal, of 3,33 m per etmaal.

Uit de D-cijfers van tabel I (laatste kolom) blijkt, dat deze in het zandige gedeelte het grootste zijn in de bovenste laag. In het kleigedeelte nemen zij in verticale richting naar onderen toe, in horizontale richting naar onderen af.

Bij een vergelijking met doorlaatbaarheidscijfers in andere kleigronden (zie de groote tabellen A, B en C) blijkt, dat de klei in dit profiel een vrij lage D-waarde bezit (3,3); alleen voor laag 75—82 (in verticale richting) is de D-waarde iets hooger (17,0).

Zoals nog later uitvoerig in Hoofdstuk IV (zie mede tabel XVII en XVIIa, blz. 168) zal worden besproken, kunnen, vooral bij kleigronden, doch ook bij meer zandige gronden, zeer groote verschillen in de D-waarden tusschen de afzonderlijke ringen van dezelfde laag optreden. Daarbij komen gevallen van een D-waarde van practisch nul en van zeer groote D-waarde voor. Om nu te laten uitkomen, hoeveel ringen met een grootere D-waarde voorkomen, is in de tabellen I tot en met XVI b, en mede in de verzameltabel XVIII, achter de cijfers van de gemiddelde D-waarden een cijfer tusschen haakjes geplaatst. Deze tusschen haakjes geplaatste cijfers geven het aantal ringen, omgerekend op een totaal van 36 ringen, aan, dat een grootere D-waarde heeft dan 5 liter per ring ( $= 38,5 \text{ cm}^2$ ) en per uur of 31,05 meter water per etmaal. Hebben alle ringen een D-waarde grooter dan 31, dan is deze laag zeker zeer behoorlijk doorlaatbaar te noemen. Komen evenwel op de 36 ringen slechts enkele ringen met deze grootere D-waarde voor, dan wordt de berekende, gemiddelde D-waarde van de betreffende laag vrijwel geheel door deze laatste bepaald. Het over het algemeen veel gelijkmatiger gedrag van zandgronden, en mede van veengronden, komt hierdoor zeer duidelijk tot uiting, terwijl kleigronden met een groote doorlaatbaarheid ook veel ringen van de 36 met een D grooter dan 5 liter per uur hebben. Zoo bevindt zich per 36 ringen in de laag van 5—12 cm van profiel a van de Eerste Afdeling Wieringermeerpolder (zandlaag) geen enkele ring met een grootere D-waarde dan 31,05 meter water per etmaal,



terwijl in de kleilaag van 75—82 cm 8 dergelijke ringen (per 36 ringen) voorkomen (verticale richting).

Ook reeds eerder (17—21 Juni 1930) is ditzelfde profiel op ongeveer dezelfde plaats op doorlaatbaarheid onderzocht. Het weer was gedurende dit onderzoek (en ook eenigen tijd daarvoor) zeer mooi (droog en zonnig). De toen gevonden cijfers zijn in tabel II medegedeeld.

(Zie opmerking blz. 167).

Ook uit deze bepalingen blijkt, dat de D-waarde in het zandgedeelte het grootst is in de bovenste laag, terwijl de cijfers vrijwel met die van tabel I overeenstemmen. De invloed van het weer op de D-waarde is dus blijkbaar gering geweest. De in Juni onderzochte kleilagen bevinden zich op andere diepten dan die in Juli genomen zijn en kunnen dus minder goed onderling vergeleken worden. De grootte-orde is evenwel dezelfde gebleven, terwijl ook hier de D-waarde in het kleigedeelte met de diepte toeneemt. Dit laatste is steeds waargenomen, wanneer boven de kleilaag een laag van andere geaardheid (veen of zand) voorkomt. Misschien is dit hierdoor te verklaren, dat de diepere kleilagen meer hun natuurlijke structuur hebben behouden, terwijl de bovenste lagen door de overstroming met water en de afzetting van zand en veen meer zijn dichtgespoeld.

#### b. Profiel zand op veen op klei.

De zandlaag was over het algemeen in dit onderzochte gebied van geringe afmetingen en bedroeg niet meer dan 10—15 cm. Daaronder bevindt zich een veenlaag van nog niet verweerd veen met een zeer hoog vochtgehalte. Deze veenlaag had niet in alle kuilen dezelfde dikte; zij wisselde van 50 tot 100 cm. Voor het berekenen van de gemiddelde D-waarden van de verschillende lagen was het daarom noodzakelijk, de resultaten van die kleilagen van de verschillende kuilen tesamen te nemen, die op éénzelfde diepte onder de veenlaag voorkwamen en die dus, wat de opeenvolging in het profiel betreft, samenhooren. De bovenste kleilaag onder de veenlaag bevatte nog veel plantenresten.

De resultaten zijn in tabel III medegedeeld. Voor zoover dit niet uitdrukkelijk is aangegeven, bevinden in alle kuilen de betreffende lagen zich op de in tabel III aangegeven diepte; met de letter *v* is aangegeven de doorlaatbaarheid in verticale richting; met de letter *h*, die in horizontale richting.

(Zie opmerking blz. 167).

Het humusgehalte van de veenlagen is resp.: 31,3; 69,0; 65,4 en 64,8 %; het humusgehalte van de kleilagen is resp. 8,8 en 7,1 %. De eerste onderzochte kleilaag van kuil C lag 70—77 cm onder het maaiveld; van kuil D 80—87 cm; van kuil E 110—117 cm en van kuil F 90—97 cm. De tweede kleilaag werd in

kuil E niet meer onderzocht; van kuil D lag deze op 90—97 cm en van kuil F op 100—107 cm.

De zandlaag (van 0—7 cm) heeft vrijwel dezelfde D-waarde als de bovenste zandlaag van het profiel „zand op klei” en ongeveer dezelfde D-waarde als de bovenste zandlagen in profiel „geheel zand” (zie later), nl.  $D = 3,8$  tegen  $D = 3,34$  en  $D = 4,46$  tot  $3,56$  (zie ook tabel A). In de veenlaag neemt de D-waarde ongeveer evenredig met de diepte toe (van 1,3—6,0).

De verticale D-waarde in de kleilaag neemt ook hier met de diepte toe; ze blijft echter zeer klein. De D-waarde in horizontale richting is nu groter dan in verticale richting. Dit staat misschien in verband met het feit, dat dikwerf werd waargenomen, dat de resten van plantenstengels zich in deze lagen meer in horizontale richting uitstrekken.

De waarnemingen in dit profiel werden verricht van 21 tot en met 25 Juli bij regenachtig weer.

#### c. Profiel geheel zand.

De waarnemingen in dit profiel werden verricht van 31 Juli tot en met 6 Augustus bij regenachtig weer.

De resultaten zijn weergegeven in tabel IV.

(Zie opmerking blz. 167).

De D-waarde neemt dus met de diepte af; zooals uit tabel A blijkt, gaat dit met een toenemend kleigehalte gepaard. In de sterk zandige, bovenste vier lagen is de D-waarde ongeveer even groot als die in de zandlaag van profiel b, nl. van  $D = 4,5$  tot  $3,6$ .

#### d. Gelaagd Profiel.

De eerste laag van 0 tot ongeveer 25 cm onder het maaiveld was zand; van 8 tot 18 cm bevindt zich hierin een schelplaag, vermengd met zand. De laag van 25 tot ongeveer 42 cm bestond uit lichte zavel, terwijl daaronder afwisselend klei- en zandlaagjes van wisselende dikte werden aangetroffen. De kleigehalten van deze laag wisselden dan ook sterk, maar blijven toch gewoonlijk beneden de 40 %. Het profiel in zijn geheel bestaat dus uit de meer lichtere grondsoorten.

In verband met het slechte weer (de waarnemingen werden verricht van 28 tot en met 30 Juli) en mede met het oog op het feit, dat zandlagen reeds vaker waren onderzocht, werd het onderzoek begonnen bij de zavellaag, dus op een diepte van 25 cm onder maaiveld.

De waarnemingen werden verricht in één kuil en wel werden per laag 36 ringen genomen. De resultaten zijn in tabel V opgegeven.

(Zie opmerking blz. 167).

De D-waarde van de bovenste zavelaag is zeer groot, hetgeen misschien in verband staat met het feit, dat het maaiveld hier zeker 3 meter boven het polderpeil ligt en deze laag reeds vrij sterk is ingedroogd. De laag van 72—79 cm heeft ook een groote D-waarde, hetgeen waarschijnlijk zijn oorzaak vindt in het voorkomen van rietstengels in de dikke zandlaag.

## II. Zeepolders van verschillende ouderdom (Tabel VI—XIII).

Hiertoe behooren de onderzoeken op de Proefboerderij van de Groninger Maatschappij van Landbouw onder Nieuw-Beerta, vermoedelijk ingedijkt in 1550<sup>1)</sup>; in den Waard- en Groetpolder, beide ingedijkt in 1844; in den Juliana-polder, ingedijkt in 1924; in den Carel Coenraadopolder, ingedijkt in 1925 en in den Proefpolder nabij Andijk, drooggemalen in 1927.

### *Groetpolder, Eerste Plek.*

De onderzoeken zijn uitgevoerd in Augustus 1930 op een stuk land, Kad. Sectie A. N<sup>o</sup>. 1171 en wel in twee kuilen (elk 18 ringen), waarvan de eene zich bevond op een nog niet geploegden blauwmaanzaadstoppel (kuil A) en de andere op bloembollenland (kuil B), dat bij het rooien der bollen tot 25 à 30 cm was omgewoeld. Beide kuilen liggen vlak bij elkaar en elk op ongeveer 60 m van de dwarssloot en op 50 m van een andere sloot (in de richting der drains). De beide kuilen liggen juist midden tusschen de drains in; de drains liggen op 20 meter afstand van elkaar. In iedere kuil zijn 9 ringen genomen aan den Noord- en 9 ringen aan den Zuidkant.

De grootte van het geheele perceel, waarin de beide kuilen lagen, is 4,3 ha. In dit perceel zijn verder geen slooten aanwezig. De eene helft is 10 jaar geleden gedraineerd (afstand 20 m; diepte  $\pm$  100 cm; helling 25 cm op 75 m), de andere helft niet. De beide kuilen bevinden zich in het gedeelte, dat wel gedraineerd is. Volgens mededeelingen van den bewoner heeft de drainage goede resultaten gehad; de gewassen waren op het gedraineerde gedeelte het beste. Evenwel moet worden opgemerkt, dat het polderpeil na het leggen van de drains verlaagd is en wel in het jaar 1926. Ware dit vroeger gebeurd, dan zou volgens den bewoner drainage niet noodig geweest zijn; behalve de drainage heeft dus ook de verlaging van het polderpeil gunstig op den grond gewerkt. Volgens de

<sup>1)</sup> In het „Overzicht van de wordingsgeschiedenis der Vereeniging tot Exploitatie van Proefboerderijen in de Klei en Zavelstreken van de Provincie Groningen en Verslag over de jaren 1918 t/m 1929” komt op blz. 31 een schetskaartje van de proefboerderij voor; perceel 11 is gelegen in het gebied van de oudere dollardklei, dat waarschijnlijk reeds in de jaren tusschen 1550 en 1560 ingedijkt is.

practijk zou de grond in de *huidige* omstandigheden niet meer gedraineerd behoeven te worden. Toch doen zich wel verschillen op het gedraineerde land voor. De drains op de plaats van de beide kuilen loopen niet spoedig na regen. Dit staat waarschijnlijk in verband met het groote waterbergend vermogen van de verschillende grondlagen. De drains loopen ook nooit hard en houden ook niet lang met loopen aan. Bij regen blijft het gedraineerde land altijd begaanbaar; voor de structuur van het land is het echter gewenscht, het land droog te bewerken. Ook komen bij regenval geen plassen op het gedraineerde land voor; hoogstens blijft in de voetstappen eenig water staan, hetgeen echter ook spoedig wegzakt. Op het gedeelte, dat niet gedraineerd is, staat echter na hevigen regenval soms een paar uur water in de voor. Ook bevinden zich op deze helft nog enkele plekken, die erg hard zijn en dientengevolge natter dan het overige land. Tot nu toe konden deze plekken, wegens tijdgebrek, niet nader worden onderzocht.

*Profiel beschrijving.* De laag 0—30 cm onder het maaiveld (bouwvoor) bestaat uit lichte klei, die gemakkelijk in kruimels uiteenvalt. Hetzelfde is het geval met de laag van 30 tot 45 cm. De laag van 45—67 cm bestaat uit zware, droge klei, waarin vele scheuren voorkomen; ook deze klei verkrumelt gemakkelijk. Op 67—70 cm diepte komt een schelplaag voor, vermengd met wit zand en klei. Deze laag heeft een witte kleur. Dààronder (70—76 cm) bevindt zich een droge, onregelmatige, zwart gekleurde laag (klei met veen), die flink gescheurd en brokkelig is. De kleilaag van 76—82 cm is eveneens droog en brokkelig; de afzonderlijke brokken bestaan evenwel uit stijve klei. Op 82—84 cm onder het maaiveld treedt een donkere laag op, een oude veenlaag; daaronder (84—102 cm) komt weer zware klei met vele groote scheuren voor. Deze klei ligt geheel in schollen en is zeer droog. Er bevinden zich in geringe mate ook vergane resten, vermoedelijk van rietstengels, in. Daaronder treedt grijze klei met nog holle rietstengels op. De scheuren houden bij deze laag op. Koolzure kalk wordt tot 82 cm diepte aangetroffen; in de laag van 84—102 cm komt echter bij de scheuren nog  $\text{CaCO}_3$  voor. De resultaten van het onderzoek zijn in tabel VI aangegeven.

(Zie opmerking blz. 167).

De doorlaatbaarheid van de bouwvoor (van 0—25 cm) is niet onderzocht. De structuur van deze laag met die der diepere lagen vergelijkende, is het wel aan te nemen, dat ook de bouwvoor een hooge D-waarde bezit. De D-waarde van de laag van 26—33 cm is 29,6; ze neemt naar onderen sterk toe en bereikt waarden van meer dan 70. Het komt ons geen gewaagde onderstelling voor, dat deze sterke toename van de D-waarden met het optreden van scheuren in de diepere lagen verband houdt.

*Groetpolder, Tweede Plek.*

Deze plek bevindt zich op hetzelfde perceel land als de eerste plek, eveneens op het gedraineerde gedeelte en ook nu weer midden tusschen twee drains in. De afstand van de dwarssloot is nu echter 100 m (tegen 60 m van de Eerste Plek), terwijl de afstand van de sloot in de richting der drains ook nu 50 m is.

Vóór de drainage was deze plek zeer nat, zoodat hier drainage in elk geval noodzakelijk was. Deze drainage heeft hier uitstekende en afdoende resultaten gegeven, hetgeen ook bleek uit den stand der gewassen (voor de drainage slecht; nu zeer goed). Opgemerkt moet nog worden, dat de drains op deze plek 's winters soms gedurende een korten tijd zeer hard loopen. Het gewas is hier zomergerst geweest. De waarnemingen werden hier verricht in één kuil met 36 ringen per laag.

*Profiel beschrijving.* De laag van 0—35 cm bestaat uit lichte klei; op 35—54 cm onder het maaiveld is zware klei aangetroffen; deze laatste is brokkelig, doch stijf, terwijl op 45 cm scheuren in deze laag voorkomen. Op 54—56 cm bevindt zich een onregelmatig schelplaagje. Daaronder (56—77 cm) treedt een donker gekleurde laag (klei) op, waarin plaatselijk nog veen aanwezig is. Van 57—67 cm is deze laag gescheurd; daaronder nemen de scheuren af. Bij het leggen der drains werd opgemerkt, dat deze laag toen erg taai en pikkelig was. Tijdens de bemonstering was deze laag nog wel stijf, maar er komen thans toch groote scheuren in voor. Onder de laatste laag treedt grijze klei op met vaak nog holle resten van rietstengels, die veelal loodrecht in de klei staan. Koolzure kalk wordt aangetroffen tot op 57 cm diepte, en in de grijze klei, terwijl de laag van 56—77 cm alleen  $\text{CaCO}_3$  bevat vlak bij de scheuren.

De bouwvoor (0—26 cm) is niet op doorlaatbaarheid onderzocht, maar deze is vermoedelijk eveneens groot. De resultaten zijn medegedeeld in tabel VII.

(Zie opmerking blz. 167).

Bij eene onderlinge vergelijking van de eerste en de tweede plek van den Groetpolder blijken de gevonden D-waarden in grootte-orde goed met elkander overeen te stemmen. Ook op de tweede plek bezit de laag onder de bouwvoor, van 26—33 cm, de kleinste D-waarde, al is ook een  $D = 34$  zelfs voor kleigronden nog vrij hoog. De D-waarden nemen naar de diepte sterk toe, terwijl de laag van 58—65 cm, die sterk gescheurd is, de grootste D-waarde bezit ( $D = 92,8$ ). Vanaf 77 cm, waar de grijze kleilaag begint, nemen de D-waarden sterk af, hoewel ook de D-waarden van de twee onderste lagen, resp. 15,9 en 19,7, nog vrij groot zijn.

De waarnemingen zijn, voor beide plekken, in de tweede helft van Augustus 1930 verricht.

*Waardpolder.*

De onderzoekingen zijn hier verricht op een stuk land, Kadaster N°. 1114 en wel op de natste plek. Ook nu werden de waarnemingen verricht in twee kuilen (A en B), terwijl in iederen kuil aan de West- en aan de Oostzijde telkens 9 ringen zijn genomen, dus totaal 18 ringen per kuil. Het gewas in 1930 was zomergerst. Het betreffende land werd in 1884 gedraineerd en wel gedeeltelijk op 12,5 m (op dit perceel liggen de kuilen), gedeeltelijk op 25 m afstand. De drains, die op een diepte van 60 cm liggen, loopen sinds langen tijd niet meer en zijn alle verstopt of gebroken.

Aan de inlichtingen, die ons door den vroegeren en door den tegenwoordigen gebruiker van het land verstrekt zijn, is het volgende ontleend. Na regenval blijft het land te lang nat, waardoor de bovenste laag een papperige massa wordt; het land blijft evenwel begaanbaar. Soms blijft bij veel regen water op het land staan. Verwijdert men dan de bovenste laag van 10 cm, dan zakt het water spoedig weg. De slechte doorlaatbaarheid zou dus, althans gedeeltelijk, door het dichtslaan van de bovenste laag veroorzaakt worden. Het water kan evenwel ook moeilijk wegzakken, doordat op een diepte van 30 tot 45 cm onder het maaiveld een slecht doorlatende laag voorkomt. De ontwatering zou vrijwel geheel door verdampen en oppervlakte-ontwatering moeten plaats vinden. In een droge periode behoudt het land een mooie structuur; scheuren treden evenwel niet op. De capillaire opstijging van het water is in een droge periode zeer groot. Voor de structuur van het land is nat bewerken zeer slecht. De nadeelige gevolgen van eene te natte bewerking zijn zelfs 1 à 2 jaar later nog te bemerken (slechtere doorlaatbaarheid, lang nat-blijven), tenzij in dien tijd strenge winters zijn voorgekomen. Uit een en ander hebben wij den indruk gekregen, dat de ontwatering van het land te wenschen overlaat; het land blijft dan ook in het voorjaar te lang koud, zoodat er pas laat gezaaid kan worden.

Over de maatregelen ter verbetering liepen de meeningen van de beide gebruikers iets uiteen. De een meende een goede drainage te moeten aanbevelen; de ander wees op de goede resultaten bij het woelen (d.i. het land met den ondergrondsploug bewerken) verkregen. Ook de eerste gebruiker heeft goede resultaten met het woelen verkregen; toch blijft deze van meening, dat alleen een goede drainage afdoende kan helpen. Na den laatsten keer woelen in het jaar 1924 (van 0—30 cm geploegd en van 30—55 cm gewoeld), werd geen water meer op het land waargenomen; mogelijk staat dit evenwel in verband met het ontbreken van natte winters in de laatste jaren (tot zomer 1930). De tegenwoordige gebruiker wijst verder op het gebrek aan humus in het land en beveelt in verband hiermede het gebruik van stalmest of de toepassing van een groen-

bemesting aan. Het ware wel gewenscht, den invloed hiervan op de D-waarden na te gaan.

*Profiel beschrijving* : De laag van 0—35 cm is lichte zavel; daaronder treedt van 35—49 cm sterk bruin gekleurd zand op. Van 37—44 cm bevat deze laag soms zavel-lenzen. Op 49—62 cm diepte komt een gelaagde grond voor (gemiddeld lichte zavel tot zavel). Deze laag wordt afgesloten door een schelp-laagje. Een zavellaagje, onregelmatig van dikte en samenstelling, werd aangetroffen van 62—73 cm onder het maaiveld; van 73—79 cm werd nog een zandlaagje met veel schelpen aangetroffen. Daaronder (79—102 cm) treedt veen op. De bovenste 12 cm van dit veen is erg stijf; het breekt gemakkelijk in horizontale, echter zeer moeilijk in verticale richting. In de diepere veenlagen wordt het veen lichter, zoowel van kleur als van samenstelling. Deze diepere veenlagen zijn gemakkelijk in beide richtingen te breken. Onder het veen treedt vette klei met resten van rietstengels op. Koolzure kalk wordt tot op 79 cm aangetroffen.

De waarnemingen werden verricht in het midden van Augustus 1930.

De resultaten zijn medegedeeld in tabel VIII.

(Zie opmerking blz. 167).

Uit tabel VIII blijkt, dat op 37—44 cm onder het maaiveld een zeer slecht doorlatende laag voorkomt ( $D = 0,7$ ). Ook de D-waarden van de andere lagen (behalve de bovenste) blijven gering. De zware klei heeft zelfs een zeer kleine D-waarde ( $D = 0,23$ ).

#### *Proefboerderij Nieuw-Beerta.*

De onderzochte kuil is gelegen achter de boerderij, op perceel 11, op ongeveer 12,5 m uit de sloot en wel juist tusschen de proefveldjes van het Bodemkundig Instituut en die van de Iste afdeling van het Rijkslandbouwproefstation in. De doorlaatbaarheidsbepalingen werden hier verricht met 18 ringen per kuil (9 links en 9 rechts).

De drainage op dit perceel bestaat uit 2 drainreeksen, die op een onderlingen afstand van 1 m op den bodem van een ongeveer 1 m diepe sloot zijn gelegd. Deze twee reeksen loopen evenwijdig met de grenssloten op een afstand van ongeveer 25 m. De bedrijfsleider, gevraagd naar zijn oordeel over de ontwatering, antwoordt hierop als volgt: „De ontwatering van het perceel, ter plaatse, waar de doorlaatbaarheid bepaald is, is m.i. wel voldoende. Wanneer echter op perceel 11 geen kalkproeven aangelegd waren, zouden wellicht nog een paar drains meer gelegd zijn; doch dit is nu met het oog op de gunstige werking van de drainage op den grond nagelaten. Perceel 11 blijft wel iets langer nat dan de

daar achterliggende, bekalkte en nauwer gedraineerde perceelen". Samengevat kan dus gezegd worden, dat de drainage wel voldoende is, maar in geen geval gemist kan worden.

De resultaten van de onderzoeken, verricht van 6 tot en met 9 Mei 1930, bij droog weer, zijn in tabel IX opgenomen.

(Zie opmerking blz. 167).

De resultaten van de linkerhelft en van de rechterhelft van den kuil, die dus telkens de doorlaatbaarheid van 9 ringen geven, loopen soms nog vrij sterk uiteen. Zoo is de doorlaatbaarheid van de laag van 0—7 cm in liters per uur en per 9 ringen (= 346,5 cm<sup>2</sup>) in de linkerhelft 76,9 en in de rechterhelft 10.1. Er hadden in dit geval meer dan 18 bepalingen gedaan moeten worden. Dezelfde opmerking geldt voor de twee onderste lagen. De uit de twee waarden van de linker- en de rechterhelft van de bovenste laag berekende gemiddelde D-waarde (D = 29,9) is dus minder betrouwbaar. Toch kan wel gezegd worden, dat op de diepten van 20—27 cm en van 40—47 cm minder doorlatende lagen voorkomen, terwijl de D-waarden over het algemeen aanzienlijk lager zijn dan die van de goed gescheurde profielen van den Groetpolder.

#### *Julianapolder.*

De onderzoeken zijn verricht op het meest Noordelijke perceel van den heer D. POSTHUMA (laagste terras). De onderzochte kuil ligt op 38 m van de Zuidgrens en op 36 m van de Noordgrens van genoemd perceel (zie teekening). Drains zijn in dit perceel niet aanwezig. De kweldergreppels, die oorspronkelijk, op onderlinge afstanden van 30 m in het land aanwezig waren, zijn dicht gemaakt. Hiervoor zijn zeer ondiepe dwarsgreppels (25 cm diep) op zeer onregelmatige afstanden in de plaats gekomen. De ontwatering is in de laatste 3 jaren als voldoende te beschouwen; voor eenige jaren (in 1927) is echter overlast van het water ondervonden (nat jaar). Hieruit zou men kunnen afleiden, dat de ontwatering op de grens van voldoende en onvoldoende is.

*Profiel beschrijving.* Van 0—15 cm onder het maaiveld strekt zich de bouwvoor uit. Daaronder komt klei voor, waarin zich zandlagen bevinden, die op korten afstand sterk in dikte kunnen wisselen (tot 7 cm dik). Op 75 cm diepte is de grond rijk aan ijzeroxyde-afzettingen. Van 60—68 cm onder het maaiveld bevindt zich een sterk gescheurde kleilaag, waaronder geen scheuren meer werden opgemerkt. Vanaf 68—77 cm is de klei zeer zandig (zavel); daaronder neemt het zandgehalte steeds met de diepte toe. Op 120 cm diepte wordt blauw zand aangetroffen.



De waarnemingen zijn verricht in één kuil en wel met 36 ringen, waarvan 18 aan de Noordzijde en 18 aan de Zuidzijde van den kuil zijn genomen. De resultaten van de waarnemingen (verricht van 18 tot 21 Augustus 1930, bij mooi, droog weer) zijn in tabel X <sup>1)</sup> medegedeeld.

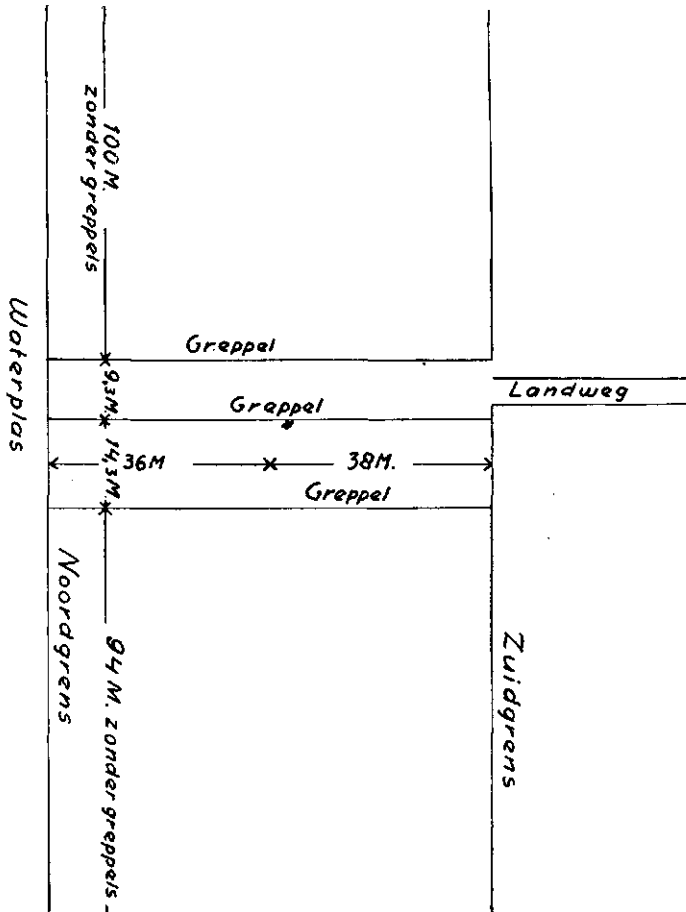


FIG. 3.  
Terreintekening Julianapolder.

Onder de bovenlaag, die de hoge D-waarde van 50,1 bezit, komen van ongeveer 20—40 cm lagen voor met geringe D-waarden van 4,2 en 2,5. In overeenstemming met het feit, dat de laag van 60—67 cm sterk gescheurd is, bezit deze laag de zeer hoge D-waarde van 129,5.

<sup>1)</sup> Zie opmerking blz. 167.

*Carel Coenraadpolder.*

De waarnemingen zijn verricht in Augustus 1930 op perceel 109 van de eerste stadsboerderij, waarop de heer E. DE VRIES bedrijfsboer is. Het midden van den onderzochten kuil is gelegen op 8,5 m afstand van de Westgrens van perceel 109 en op 20 m afstand uit het hart van de wegsloot (zie teekening). De waarnemingen zijn verricht in één kuil en wel met 36 ringen, terwijl van elken kant der kuil 18 ringen werden genomen.

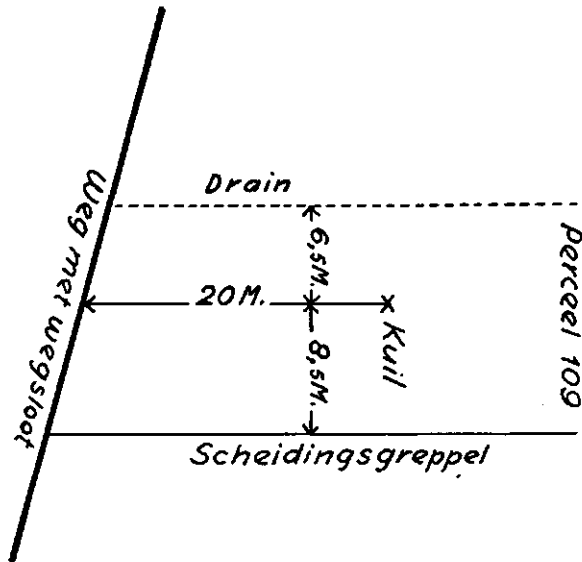


FIG. 4.  
Terreinteekening Carel Coenraadpolder.

*Profiel beschrijving.* Het geheele profiel bestaat uit sterk ijzeroxydehoudende klei, met veel plantenresten. Op verschillende diepten komen zandlaagjes voor, die op korten afstand sterk in dikte wisselen (van enkele mm tot 1 cm). Het profiel is sterk gescheurd; deze scheuren nemen echter in grootte met de diepte af. Beneden 75 cm onder het maaiveld komen vrijwel geen scheuren meer voor.

*Ontwatering.* In den winter van 1924—1925 zijn greppels van 80 cm diepte en 30 cm breedte in de N.Z.-richting van het perceel gegraven, op onderlinge afstanden van 30 meter. Deze ontwatering bleek echter niet voldoende te zijn. Daarom is tusschen elke 2 diepe greppels nog een ondiepe greppel van 50 cm breedte en 30—40 cm diepte gegraven, doch ook daarna bleef de ontwatering nog onvoldoende. In den herfst 1929 zijn daarom de greppels vervangen door

drains op 15 m onderlingen afstand en ongeveer 1 m diepte. Voor zoover de beoordeeling mogelijk is, is deze drainage meer dan voldoende gebleken. Het gewas is in 1930 karwij geweest; de karwijwortels waren gemakkelijk tot op 50 cm diepte te volgen.

De resultaten van de waarnemingen, verricht van 5—8 Augustus 1930 bij regenachtig weer, zijn in tabel XI medegedeeld.

(Zie opmerking blz. 167).

Alle lagen van dit profiel bezitten vrij hooge tot zelfs zeer hooge D-waarden, doch ook in dit profiel bevindt zich onder de bouwvoor eene laag met een kleinere doorlaatbaarheid (laag van 21 tot 28 cm met  $D = 28,5$ ). Ook de D van de laag van 72—79 cm is naar verhouding niet groot ( $D = 19,0$ ). Toch zijn D-waarden van 20 à 30 zelfs voor kleigronden nog vrij hooge waarden.

*Proefpolder nabij Andijk. Plek 382.*

De bemonsterde kuil is gelegen op kavel IV, vak 1, Oostzijde, nabij plek 382 en wel 2 m ten Zuiden van de D-lijn en 4,5 meter ten Westen van de 20-lijn (zie Rapport I van de Mededeelingen van de Commissie-LOVINK, kaart blz. 88). Op deze plek bevond zich in 1927, bij het droogkomen van den polder, een sliklaag ter dikte van 54 cm.

*Profiel beschrijving (Juli 1930).* Tot op een diepte van 12 cm is de kleimassa in kleine kluitjes uiteengevallen; de laag van 12 tot 32 cm is nog samenhangend, met groote en breede scheuren. Deze scheuren nemen in aantal en grootte in de laag van 32—40 cm af. In deze kleilagen komen dunne zandlaagjes voor, terwijl zich hierin ook een schelplaag bevindt. Van 40—54 cm is het oorspronkelijk karakter van de sliklaag oogenschijnlijk weinig veranderd; scheuren komen op deze diepte practisch nog niet voor, terwijl het slik nog gedeeltelijk zwart gekleurd is. Op 54 cm diepte begint loopzand, dat tot een diepte van 72 cm in den bodem voorkomt. In deze laag komen kleilenzen voor. Beneden 72 cm treedt lichte zavel op, die naar onderen steeds zwaarder wordt.

*Ontwatering.* In het onderzochte gedeelte (ook plek 383) liggen de drains op 9 m onderlingen afstand en op een diepte van 100—125 cm. De ervaring, tot nu toe met deze drains opgedaan, heeft geleerd, dat deze ontwatering voldoende is.

De waarnemingen werden alle van 7—11 Juli 1930 verricht in één kuil en wel met 36 ringen per laag.

De resultaten zijn medegedeeld in tabel XII.

(Zie opmerking blz. 167).

Uit de tabel XII blijkt, dat de bovenste kleilaag een hooge D-waarde ( $D = 33,7$ ), de daaropvolgende lagen van 10—17 en van 20—27 cm zelfs zeer hooge D-waarden (groter dan 115) bezitten. De zeer natte, slijkige, structuurlooze massa van het jaar 1927 is over de laag van 0 tot ongeveer 30 cm overgegaan in een reeds vrij drogen, goed gescheurden grond. Van 40 tot 47 cm is de slijkige structuur gedeeltelijk nog gebleven; de D-waarde van deze laag is zeer laag, slechts 1,9. Deze verschillende lagen bevatten nog in meerdere of mindere mate keukenzout, de drie bovenste lagen resp. 1,6—3,5—3,2 gram keukenzout (NaCl) per liter (zie Tabel A 3); de laag van 40—47 cm diepte 5,0 gram NaCl per liter, terwijl in de daaronder liggende lagen het aantal grammen keukenzout per liter geleidelijk toeneemt (5,7—7,9—10,5—12,6—13,8). Uit het feit dat deze zoutcijfers eene *geleidelijke* toename naar beneden vertoonen, meenen wij te mogen afleiden, dat de sliklaag van 40—47 cm met  $D = 1,9$ , toch nog doorlaatbaar voor water is. De zandige laag van 52—59 cm heeft een voor zand zeer hooge D-waarde van 20,4; daaronder volgen kleine D-waarden.

*Proefpolder nabij Andijk. Plek 383.*

Een tweede kuil werd bemonsterd op kavel III, vak 4, (middenop) 17 m ten Noorden van de G-lijn en 15 meter ten Westen van de 13-lijn (zie Rapport I, Mededeelingen Commissie-LOVINK, kaart blz. 88). Deze plek is genummerd plek 383. De sliklaag was in 1927 hier ongeveer 30 cm dik (zie de bijliggende plekken in het Rapport).

*Profiel beschrijving (Juli 1930).* Van 7—30 cm is deze grond grof gescheurd; d.w.z. er komen slechts enkele groote scheuren in voor. Op 30 cm wordt een zandlaagje van 1 cm dikte aangetroffen, gemengd met een schelplaag. Beneden 30—35 cm treedt de oude kleigrond op met veel resten van rietstengels. In deze laag komen slechts weinig en dan nog kleine scheuren voor. Zwart slik werd niet meer aangetroffen.

De doorlaatbaarheid is alleen in de oudere kleilaag nagegaan en wel met 36 ringen per laag. De waarnemingen zijn verricht in begin Juli 1930. De resultaten zijn medegedeeld in tabel XIII.

(Zie opmerking blz. 167).

Uit de tabel blijkt, dat deze lagen zelfs voor kleigronden vrij groote D-waarden, resp. 30,9 en 19,8, bezitten.

### III. *Rietwijkeroorder polder bij Amsterdam (Tabel XIVa—XIVb).*

De onderzoekingen zijn verricht in Mei 1931 op het ontwateringsproefveld van het Rijksbureau voor Ontwatering, staande onder de leiding van Ir. PFEIFFER, en wel op het midden van de middelste strook. Dit terrein is niet gedraineerd en afgezien van een enkel zeer ondiep greppeltje, zijn dus alleen de slooten op 50 m onderlingen afstand aanwezig. In de lengterichting van het terrein zijn 2 slooten over een lengte van 100 m gedempt, waardoor op dit gedeelte de afstand der slooten dus 150 m is geworden. Voor het onderzoek zijn 2 kuilen gegraven en wel één gelegen op het perceel grasland, waar de slooten zijn gedicht (kuil I), en één op het perceel bouwland, waar de slooten nog open zijn (kuil II). Zie verder bijgaand kaartje.

Volgens mededeelingen van den huurder van deze perceelen is de ontwatering door de slooten op 50 m onderlingen afstand voldoende. Het gedeelte, waar de slooten gedempt zijn, is echter volgens hem natter geworden, zoodat in het voorjaar eerst later kon worden ingezaaid. Ook het grasland was op dit gedeelte natter. Alleen bij sterken regenval blijven evenwel hier en daar op dit gedeelte plassen staan. In den loop van 24 uur zijn deze echter weer verdwenen. Opgemerkt kan worden, dat volgens eigen waarnemingen, de kuil I in het perceel grasland, waar de slooten gedempt zijn, een veel natteren indruk maakte en het grondwater sneller toestroomde (zie bij profielbeschrijving). Merkwaaardigerwijze blijkt dit evenwel niet uit de vochtcijfers. Het vochtgehalte is op het gedeelte, waar de slooten nog open zijn, zelfs nog hooger, hetgeen echter veroorzaakt kan worden door het feit, dat de grond hier zwaarder is (hooger kleigehalte, zie tabel B I). Teneinde dit punt nog nader te onderzoeken zijn nog een tweetal boorgaten, N°. 1 en N°. 2 (zie teekening blz. 130; de beide boorgaten liggen op grasland en wel boorgat 1 op het gedeelte met de slooten open en boorgat 2 op het gedeelte met de slooten dicht), op 22 Mei 1931 bemonsterd; de grond is op grammen water per 100 gram drogen grond onderzocht. De grond van boorgat 1 (slooten open) bevat meer water (per 100 gram grond) dan die van boorgat 2 (slooten dicht), zooals uit de volgende cijfers blijkt: boorgat 1, van 0—36 cm diepte, 80,8 gram water; 36—60 cm, 68,5 gram; 60—95 cm, 39,6 gram; boorgat 2, van 35—63 cm, 46,1 gram en 63—95 cm 40,3 gram water per 100 gram droge stof.

*Profiel beschrijving.* Kuil I (grasland; slooten gedempt). De laag van 0—30 cm onder het maaiveld bestaat uit zwarten, veenachtigen kleigrond, met hier en daar, vooral in het diepste gedeelte van de laag, zavellenzen. De laag van 0—30 cm is goed doorworteld en bevat geen koolzure kalk ( $\text{CaCO}_3$ ). Van 35—42 cm komt lichtgrijze zavel voor, met resten van nog holle rietstengels.

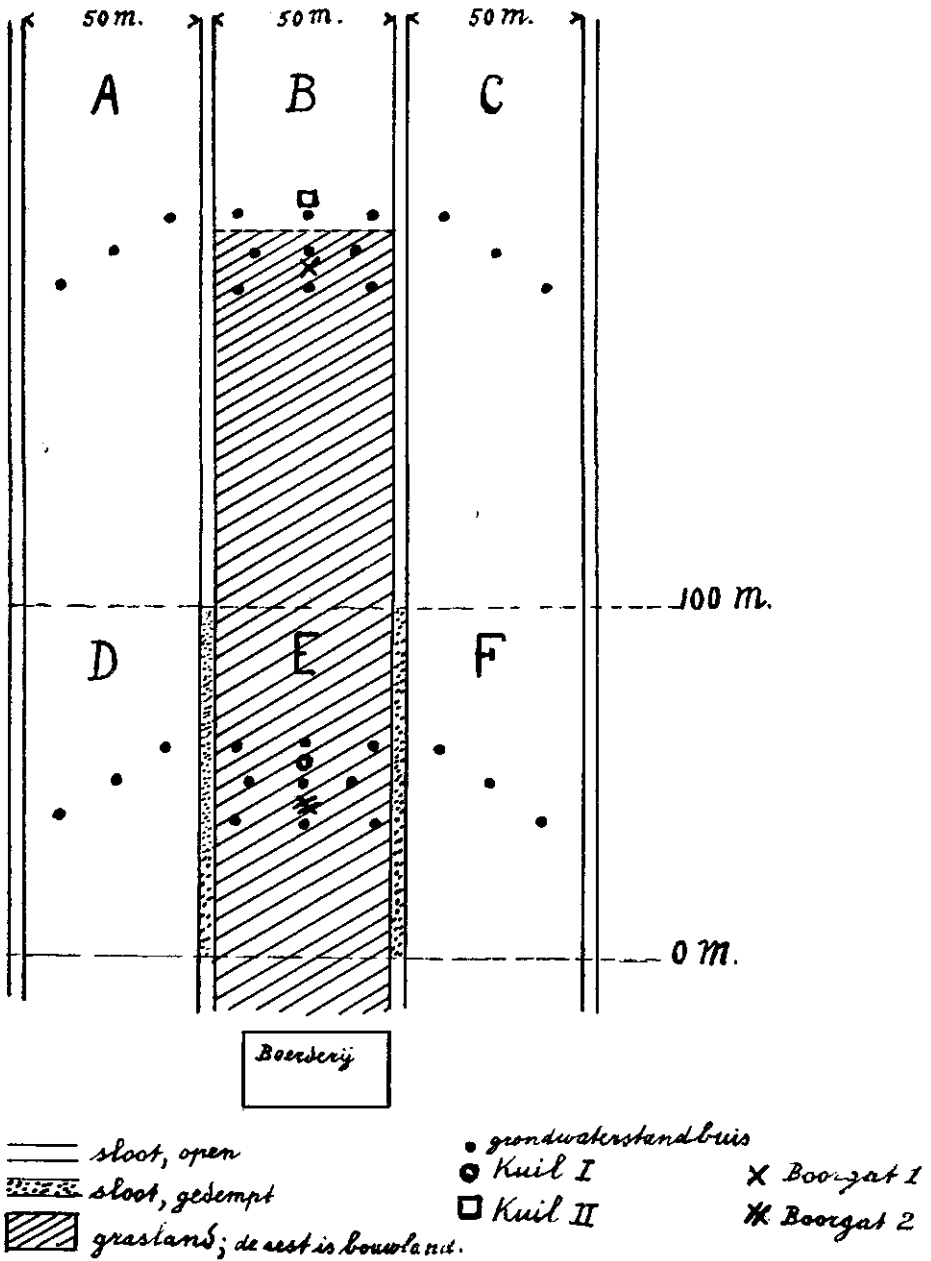


FIG. 5.  
Terreinteekening Rietwijkerorderpolder.

Deze laag heeft slechts weinig  $\text{CaCO}_3$ , terwijl de laag daaronder, die uit dezelfde grondsoort (lichte zavel) bestaat en eveneens resten van nog holle rietstengels bevat, een veel grootere hoeveelheid  $\text{CaCO}_3$  bezit. Opgemerkt dient te worden, dat de kuil, na één nacht, tot 45 cm onder het maaiveld met water was gevuld. Ook gedurende de werkzaamheden moest de kuil vaak worden leeggeschept. Het grasland is enkele jaren geleden, waarschijnlijk 1927, ongeveer 30 à 40 cm diep geploegd.

Kuil 2 (bouwland, slooten open). De laag van 0—42 cm onder het maaiveld bestaat ook hier uit een veenachtigen kleigrond zonder  $\text{CaCO}_3$  (behalve het bovenste laagje). De bovenste lagen hebben hier echter een veel lossere structuur. De laag van 30—40 cm is zeer ongelijkmatig en bestaat soms uit stukken van den bovengrond, soms vrijwel uit zuiveren ondergrond (lichte klei). Op 42—60 cm diepte wordt lichte klei tot zware zavel aangetroffen, zonder  $\text{CaCO}_3$ . Ook in deze laag zijn veel resten van nog holle rietstengels aangetroffen. Daaronder, van 60—100 cm onder het maaiveld, treedt zavel tot lichte zavel met  $\text{CaCO}_3$  op, waarin ook veel resten van nog holle rietstengels aanwezig zijn. In dezen kuil kwam, zelfs na één nacht, op 80 cm onder maaiveld nog vrijwel geen grondwater voor. De grond in dit gedeelte was 30—40 cm diep geploegd.

De waarnemingen zijn verricht in kuil 1, op 18, 19 en 20 Mei en in kuil 2 op 20 en 22 Mei 1931, bij droog weer, behalve iets regen op 22 Mei.

De resultaten van dit onderzoek zijn in tabel XIVa en XIVb medegedeeld.

(Zie opmerking blz. 167).

Opvallend is de kleine D-waarde van de laag van 2—9 cm bij het grasland ( $D = 0,1$ ) tegenover de groote D-waarden van de bovenlagen bij het bouwland ( $D = 116,4$  en  $101,9$ ). In de diepere lagen zijn de D-waarden in de beide kuilen vrijwel gelijk. Voor een verdere bespreking van de resultaten zij naar Hoofdstuk IV verwezen.

---

#### IV. *Toekomstig Oosterpark (sportterrein) van de Gemeente Groningen.*

(Tabellen XVa, b en c).

De onderzoekingen zijn uitgevoerd in April 1931 op een perceel zeer oud grasland, ten N. van het Verzorgingshuis. Dit perceel is door de Gemeente Groningen bestemd voor den aanleg van sportvelden. De ligging van de drie onderzochte kuilen is door letters en cijfers aangegeven naar een tekening, die in het bezit van de Gemeente Groningen is. Behalve enkele ondiepe greppeltjes, zijn alleen slooten in het betreffende terrein aanwezig.

Volgens een oriënteerende bemonstering komt onder het geheele terrein een min of meer dikke kniklaag voor. Voor sportterrein is het veld in den tegen-

woordigen toestand niet geschikt, daar het over het algemeen veel te nat is (nà regen drassig en veel plassen); voor grasland is het echter wel te gebruiken.

In het geheel zijn 3 profielen op doorlaatbaarheid onderzocht.

*Profiel beschrijving. Kuil 7, lijn I, letter F.* Van 0—25 cm onder maaiveld bevindt zich een zeer zware kleilaag, zonder  $\text{CaCO}_3$ . Het bovenste gedeelte van deze laag (van 0 tot ongeveer 10 cm) is sterk doorworteld (de eigenlijke graszode); de beworteling neemt echter naar onderen, van 10 tot 25 cm onder maaiveld, tot nul af (de wortelhorizont). De eigenlijke graszode vormt een vrij compacte massa; de wortelhorizont is lossere en kruimeliger van structuur. Onder deze laag komt van 25—46 cm een zeer taaie, droge kniklaag voor, zonder  $\text{CaCO}_3$  en vrijwel zonder plantenresten. Van 25—30 cm worden in deze laag ijzeroxyde-afzettingen aangetroffen. Van 46—72 cm treedt een meer zwartachtige, zeer taaie en droge kniklaag, eveneens zonder  $\text{CaCO}_3$ , op. Een zeer donkere laag van 62—72 cm sluit deze laag van de volgende af. Onder deze laag komt, van 72—110 cm weeke, zware klei voor, die alleen beneden 95 cm iets  $\text{CaCO}_3$  bevat. Het grondwater welke eerst bij het boren, tot op ongeveer 100 cm beneden het maaiveld, uit den grond op. Na eenigen tijd aan de lucht te zijn blootgesteld, treedt in de wanden van den kuil, ter plaatse van de kniklaag, een meer of minder sterke scheurvorming op.

*Kuil 8, lijn V, letter D.* Het profiel wijkt slechts op onderdeelen van dat van kuil 7 af. Ook hier volgt onder de eigenlijke graszode een meer lossere wortelhorizont. Op ongeveer 20 cm onder maaiveld komt in den wortelhorizont een vrij sterke ijzeroxyde-afzetting voor. Van 25—75 cm wordt weer de zeer taaie, droge, dichte kniklaag, zonder  $\text{CaCO}_3$ , aangetroffen. Van 36—40 cm onder het maaiveld is deze laag eenigszins blauwachtig gekleurd. Daaronder bevindt zich, van 75—100 cm, meer zandige klei (zavel tot lichte klei), zonder  $\text{CaCO}_3$ . Van 100—120 cm onder het maaiveld komt weeke, zware, natte klei met zeer weinig  $\text{CaCO}_3$  voor. Het grondwater komt, bij het boren tot op een diepte van ongeveer 110 cm onder het maaiveld, uit den grond opwellen. Ook hier begint de kniklaag in den wand van den kuil, bij het blootstellen aan de lucht, sterk te scheuren.

*Kuil 9, lijn VIII, letter A.* Van 0—24 cm komt ook hier eerst de eigenlijke graszode en daaronder de meer lossere wortelhorizont, beide zonder  $\text{CaCO}_3$ , voor. Van 24—42 cm treedt weer de harde, taaie, zwartachtige (vooral van 40—42 cm is deze laag zeer donker gekleurd) kniklaag, zonder  $\text{CaCO}_3$ , op. Van 42—50 cm wordt meer taaie klei zonder  $\text{CaCO}_3$  aangetroffen (overgangslaag), terwijl zich daaronder, van 50—76 cm, een zavelaag zonder  $\text{CaCO}_3$  bevindt. Van 76—110 cm onder het maaiveld treedt dezelfde zavelaag, nu echter met  $\text{CaCO}_3$ , op.



Deze laag wordt naar onderen geleidelijk zwaarder. Het grondwater komt ook hier, bij het boren tot op een diepte van ongeveer 100 cm onder maaiveld, uit den grond opwellen.

De waarnemingen van kuil 8 vonden plaats van 7 tot en met 10 April 1931; van kuil 7 vanaf 13 tot en met 15 April en van kuil 9 vanaf 15 tot en met 17 April. Het weer was over het algemeen vrij goed, behalve op 17 April (veel regen) en 13 April (iets regen, veel wind). De kuilen waren, zoowel bij regen als des nachts overdekt. De resultaten zijn weergegeven in de tabellen *XVa*, *b* en *c*.  
(Zie opmerking blz. 167).

De D-waarde van de bovenste laag van 0 tot ongeveer 10 cm, dus van de eigenlijke graszode, van de kuilen 7 en 8 is zeer klein ( $D = 0,3$  en  $0,2$ ); van kuil 9 iets minder klein ( $D = 1,9$ ). De D-waarden van de meer lossere wortelhorizonten zijn vrij wat grooter; hier treden grootere verschillen op tusschen kuil 8 eenerzijds ( $D = 4,2$ ) en de kuilen 7 en 9 anderzijds ( $D = 17,2$  en  $15,8$ ). De kniklagen van kuil 9 bezitten zeer kleine D-waarden (tot  $0,1$  toe); de D-waarden van de kuilen 7 en 8 dalen tot zelfs minder dan  $0,01$ . Ook de lagen onder de knikformatie vertoonen nog vrij kleine D-waarden (ongeveer  $1$  à  $2$ ); in de diepere lagen (vanaf ongeveer  $90$  à  $100$  cm) stijgen de D-waarden.

Opgemerkt kan nog worden, dat volgens oculaire schatting het terrein bij kuil 8 het slechtste en natste was; daarop volgt het terrein bij kuil 7, terwijl het terrein bij kuil 9 den droogsten en stevigsten indruk maakte. Dit komt overeen met de gevonden D-waarden van de lagen boven den knikgrond, vooral van de lagen van 0 tot ongeveer 10 cm (de eigenlijke graszode).

Is de kuil pas gegraven, dan is aan het profiel niet duidelijk te zien, dat de eigenlijke graszode (tot ongeveer 10 cm) zooveel minder doorlatend is. Is echter de wand van den kuil iets opgedroogd, dan is op het oog deze laag (dichtere structuur, zeer veel wortels) duidelijk van den losseren wortelhorizont te onderkennen.

#### V. *Ontwateringsproefveld nabij Eindhoven (Tabel XVIa en b).*

De betreffende onderzoekingen zijn uitgevoerd in Juni 1931 op het ontwateringsproefveld nabij Eindhoven van het Rijksbureau voor Ontwatering, staande onder de leiding van Ir. J. F. L. KRUGERS. In het geheel zijn een tweetal kuilen onderzocht; kuil 1 is gelegen op bouwland en kuil 2 op grasland (zie kaartje). In beide gevallen waren, behalve de randsloten, geen sloten, doch slechts enkele ondiepe greppels in het beschouwde terrein aanwezig. In deze randsloten stond ten tijde van de waarnemingen geen water meer. In het perceel bouwland komen veel dichtgeworpen sloten op ongeveer 5 m onderlingen afstand voor (oude sloten in de vroegere heide).

Zooewel het perceel bouwland als het perceel grasland is te nat, wat o.m. uit het voorkomen van paddestoelen tusschen het gras blijkt; in het bijzonder in het voorjaar is de ontwatering onvoldoende te noemen. In den zomer hebben de perceelen daarentegen nooit last van droogte, wat vermoedelijk wel met sterke capillaire opstijging van het grondwater in verband zal staan. Dit punt wordt nader aan eenige voor dit doel genomen grondmonsters onderzocht. Het gewas op het bouwland was in 1931 aardappelen.

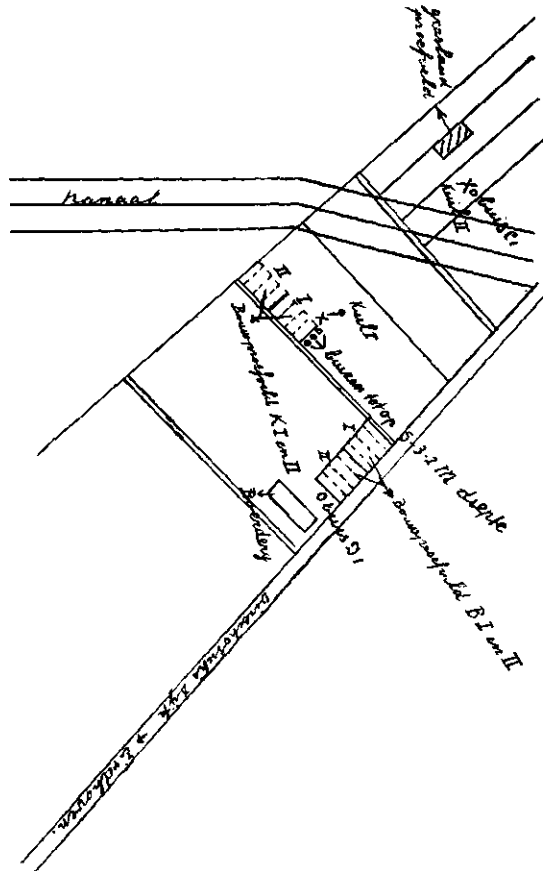


Fig. 6.

Terreinteekening Ontwaterings-proefveld nabij Eindhoven.

*Profiel beschrijving. Kuil 1 (bouwland).* De laag van 0—60 cm onder het maaiveld bestaat uit humushoudend zand, zonder  $\text{CaCO}_3$ , met veel wortels en resten van de het vorige jaar ondergeploegde haverstoppels. Het humusgehalte en de mate van beworteling neemt naar onderen sterk af. Van 60—100 cm

(34) B. 34.

onder het maaiveld treedt licht geel, zeer fijn zand op. Deze laag bevat geen  $\text{CaCO}_3$ , geen humus en ook weinig plantenresten, ofschoon fijne worteltjes tot op 90 cm diepte zijn aangetroffen. De diepere lagen zijn zeer hard en iets zwaarder (lichte leem). Overal komen veel ijzeroxyde-afzettingen voor (soms harde kluitjes). Van 100—120 cm onder maaiveld wordt iets grover zand aangetroffen. Grondwater komt op 110 cm diepte voor.

*Kuil II (grasland).* Van 0—25 cm onder het maaiveld is een humusrijke zandlaag aangetroffen. Deze laag is sterk doorworteld en bevat geen  $\text{CaCO}_3$ . Daaronder, van 25—80 cm, treedt geel tot grijs, zeer fijn zand op, met veel ijzeroxyde-afzettingen (zonder  $\text{CaCO}_3$ ). Deze laag is soms zeer hard en vooral van boven droog; zij bevat geen worteltjes meer. Naar onderen wordt het zand vochtiger en zachter. De laag van 80—90 cm onder het maaiveld bestaat uit lichte leemgrond zonder  $\text{CaCO}_3$ . In deze laag komen nog resten van fijne worteltjes voor. Daaronder (90—110 cm) treedt grover, soms grijs, soms bruin zand zonder  $\text{CaCO}_3$  op. In deze laag wordt soms ook nog iets lichte leemgrond aangetroffen. Op 118 cm diepte is in dezen kuil grondwater waargenomen.

De waarnemingen zijn verricht van 1 tot en met 6 Juni 1931 bij droog, zonnig weer. De resultaten zijn medegedeeld in tabel XVIa, XVIb en F I en F II.

(Zie opmerking blz. 167).

De bouwvoor van het bouwland bezit een vrij groote D-waarde ( $D = 14,8$ ). Naar de diepte neemt de D-waarde eerst snel, daarna langzaam af, om in de lichte leemlaag (van ongeveer 90—100 cm) practisch nul te worden. De laag daaronder, die uit grover zand, beter gezegd minder fijn zand, bestaat, heeft weer een iets grootere doorlaatbaarheid ( $D = 2,3$ ). Over het algemeen zijn de D-waarden van alle lagen, met uitzondering van de bouwvoor, vrij gering.

De D-waarden van het graslandprofiel zijn alle zeer klein; het zand, waaruit dit profiel bestaat, is ook fijner. De lichte leemlaag, op ongeveer 80 à 90 cm diepte, heeft een D-waarde = 0; geen enkele van de doorlaatbaarheids-cylinders van deze laag liet, ook na 45 minuten wachten, een druppel water door. Het is zeer waarschijnlijk, dat een dergelijke laag als een waterscheiding dienst doet.

(Zie opmerking blz. 167).

## VI. De Zijpe (Noord-Holland).

In den zomer van 1931 zijn een drietal profielen (grasland) in de Zijpe (Noord-Holland) onderzocht. Daar het hier voorloopige onderzoekingen voor de

bestudeering van de infiltratie van water in het land betreft, kan hier met het maken van enkele opmerkingen worden volstaan. Ook hier bleek de doorlaatbaarheid van de eigenlijke graszode (laag van 0 tot ongeveer 7 à 8 cm) klein te zijn en ook nu weer relatief kleiner dan de daaronder volgende lagen, waarvan de doorlaatbaarheid steeds toeneemt tot ongeveer 50 à 60 cm onder het maaiveld, om daaronder weer af te nemen. In verschillende lagen van een tweetal profielen zijn wormgangen waargenomen, die een grooten invloed op de gemiddelde D-waarde van de betreffende laag uitoefenen (zie tabel XVII).

## HOOFDSTUK IV.

**Eenige opmerkingen in verband met de bij de doorlaatbaarheidsbepalingen verkregen resultaten.***A. De waterbeweging resp. door poriën en door scheuren en gangen in den grond.*

Zooals reeds in Hoofdstuk II werd opgemerkt, blijken er steeds meer of minder groote verschillen en in vele gevallen zelfs enorm groote verschillen in de D-waarden van soms onmiddellijk naast elkander gelegen plekken in dezelfde laag van een bepaald profiel op te treden. Dit moge nader aan de op blz. 138 opgenomen teekening worden toegelicht, waarin de met 48 ringen verkregen doorlaatbaarheidscijfers in de werkelijke ligging zijn opgenomen <sup>1)</sup>. Voor een juist inzicht in de factoren, die de doorlaatbaarheid van den grond voor water beheerschen, is het wel van belang het geheele cijfermateriaal van bepaalde lagen van enkele profielen hier in zijn geheel mede te deelen en wat nauwkeuriger te bezien. Tot dit doel zijn in tabel XVII (zie blz. 168) alle verkregen cijfers van drie lagen van drie verschillende profielen opgenomen en wel:

I. de laag van 54 tot 61 cm onder maaiveld van het profiel c uit den Wieringermeerpolder, het profiel „geheel zand” dus (zie Hoofdstuk III, blz. 118); deze laag bestaat uit vrij grofkorrelig zand (80% zand grooter dan 0,076 mm middellijn);

II. de laag van 12 tot 19 cm van het profiel uit den Carel Coenraadpolder, bestaande uit zwaren kleigrond (Hoofdgroep I); en

III. de laag van 5 tot 12 cm van het profiel van perceel II van de proefboerderij onder Nieuw-Beerta, eveneens bestaande uit zwaren kleigrond (Hoofdgroep I).

Voor de gehalten aan koolzure kalk, humus, klei en zand van den grond van deze drie lagen wordt naar tabel A (blz. 172) verwezen, resp. de Nos. H 106, B 3569 en B 3423.

Van het eerste profiel zijn genomen 54 ringen, van het tweede profiel 36 ringen en van het derde profiel 48 ringen (zie tabel XVII). Uit het cijfermate-

---

<sup>1)</sup> In deze publicatie wordt slechts het volledig cijfermateriaal van een drietal lagen opgenomen (zie Tabel XVII). Wij stellen ons voor, op het volledig cijfermateriaal van de overige lagen later terug te komen en daar dan, zoo mogelijk, eenige mathematische beschouwingen aan vast te knoopen.

D			H			C
	43 1,400	44 0,480	45 5,400	46 0,991	47 0,252	48 19,200
	37 0,005	38 0,000	39 6,480	40 0,002	41 3,075	42 0,004
	31 0,002	32 6,240	33 0,002	34 0,204	35 0,002	36 0,609
	25 0,132	26 22,200	27 0,004	28 0,002	29 0,004	30 0,002
E			K			G
	19 1,770	20 0,145	21 2,250	22 0,570	23 0,926	24 19,200
	13 0,160	14 0,020	15 23,760	16 0,305	17 0,000	18 5,880
	7 0,225	8 0,140	9 0,001	10 0,001	11 0,303	12 0,720
A			F			B
	1 0,001	2 10,320	3 5,250	4 0,369	5 0,028	6 4,680

FIG. 7.

Ligging van de 48 ringen, No. 1 tot en met 48, met liters water, doorgelopen per ring en per uur.

riaal van Tabel XVII blijkt de afwijking tusschen de verkregen resultaten, zelfs in het geval van de toch zeer homogene zandlaag van profiel *c*, zóódanig te zijn, dat men zich zeker niet tot het gebruikelijke aantal van 2 à 3 bepalingen voor het berekenen van een gemiddelde waarde zal kunnen bepalen; in dit opzicht komen alle drie profielen met elkander overeen. Ten opzichte van de grootte van de onderlinge afwijkingen doen zich evenwel groote verschillen tusschen de drie in tabel XVII opgenomen voorbeelden voor. Bij de zandlaag uit het profiel *c* is de kleinste waarde 0,240 tegen de grootste 1,700; verhouding 1 : 7; bij den zwaren kleigrond uit den C.C.-polder is de kleinste waarde 0,06 en de grootste waarde 39,60, terwijl het aantal hooge waarden sterk overheerscht; verhouding 1 : 660; bij den zwaren kleigrond van de Proefboerderij onder Nieuw-Beerta zijn de uitersten, wanneer we van de waarde nul afzien, resp. 0,001 en 23,760, terwijl het aantal hooge waarden minder groot is; verhouding 1 : 23760.

Vragen we naar de oorzaken van deze inderdaad enorme afwijkingen, dan moeten wij onze opmerking herhalen, dat deze niet door fouten in de methode op zichzelf, maar door de heterogeniteit van het onderzochte materiaal veroorzaakt worden. Reeds bij eene oculaire beschouwing van de drie profielen komt men tot deze gevolgtrekking. Bij het eerste profiel ziet men een zeer gelijkmatige structuur in de onderzochte zandlaag; het tweede geval kenmerkt zich door het voorkomen van talrijke, soms vrij breede scheuren (breedte soms wel 0.5 cm en meer); in den kleigrond van perceel 11 van de Proefboerderij komen eveneens vele scheuren en gangen voor, maar in mindere mate en minder breed dan in den kleigrond van den C.C.-polder.

Op grond van onze tegenwoordige kennis van den natuurkundigen opbouw van den bouwgrond en mede op grond van oculaire waarnemingen van de profielen, kunnen we ons nu de volgende voorstelling van de doorstroming van het water door onze bouwgronden maken, waaruit dan tevens eene verklaring van de oorzaak van de verschillen tusschen de drie, in tabel XVII genoemde gevallen zal volgen.

Afgezien van overgangsvormen, kan het water zich op tweeërlei wijze door den grond bewegen, ten eerste door de ruimten tusschen de afzonderlijke grondeeltjes en ten tweede door scheuren, wortelgangen, wormgangen, e.d. De eerste beweging zullen we in het vervolg kortweg de waterbeweging door de poriën, de tweede de waterbeweging door scheuren en gangen noemen. We kunnen bij deze waterbeweging nu verschillende gevallen onderscheiden; voorloopig bepalen we ons tot de minerale, humusarme gronden.

*Geval 1.* Grof rivierzand, met 94% zandkorrels grooter dan 0,2 mm diameter, grootendeels liggende tusschen 0,2 en 0,8 mm, dus vrij homogeen; het

zand is bij kleine porties stevig in een lampegglas gestampt (van onder met een gaasje afgesloten), zoodat scheuren en gangen geheel ontbreken en het water zich alleen door de ruimten tusschen de afzonderlijke zandkorrels heen kan bewegen; het poriënvolume bedraagt slechts 34%, doch gezien de zeer groote D-waarde = 39 zijn deze ruimten vrij groot, zoodat het water snel kan doorstromen.

*Geval 2.* Wieringermeerzand, profiel *c*, laag van 54—61 cm (zie tabel A, N°. H 106), met 90,9% zand, waarvan 78,9% groter dan 0,076 mm diameter, staande tusschen grofkorrelig en fijnkorrelig zand in; scheuren en gangen ontbreken geheel; het water beweegt zich alleen door de poriën; de D-waarde = 3,6 (zie mede tabel XVII, type I); het poriënvolume bedraagt 42,6%, doch de poriën zijn kleiner dan in geval I.

*Geval 3.* Leemig zand Eindhoven (zie tabel D I, N°. B 4160 en B 4167); leemgehalte ongeveer 20% <sup>1)</sup> en verder veel fijnkorrelig zand; scheuren en gangen ontbreken geheel; het water beweegt zich alleen door de poriën: de D-waarde is nagenoeg nul (resp. 0.06 en 0); het poriënvolume bedraagt ongeveer 39%; de poriën zijn hier uiterst klein.

Dit zijn drie gevallen van zandige gronden, waarin practisch alleen waterbeweging door de poriën plaats vindt; de D-waarden loopen sterk uiteen, resp. 39—4—0, wat, mede met het oog op de mechanische samenstelling van de drie typen zand (grof, middelmatig grof-fijn, en zeer fijn-leemig), wel met de afmetingen van de poriën verband zal houden.

Ook bij kleigronden doen zich gevallen voor, waarbij de waterbeweging practisch alleen door de poriën plaats vindt (geval 4, 5 en 6).

*Geval 4.* Andijker slik uit het jaar 1927, zeer zware kleigrond; zeer rijk aan water ( $\alpha = 189$ ; zie Blauwboek I, Verslagen Commissie Andijker Proefpolder, blz. 150—151, tabel IX, Andijk N°. 63); scheuren en gangen ontbreken geheel; het poriënvolume bedraagt 83,1%; het water wordt colloidaal, als imbibitiewater, door den grond vastgehouden; de D-waarde is practisch nul.

*Geval 5.* Kniklaag, kuil 7, Gemeenteterrein Groningen (zie tabel C, N°. G. G. 120); uiterst zware kleigrond; scheuren en gangen ontbreken geheel; de D-waarde is practisch nul ( $D = 0,009$ ); het poriënvolume bedraagt 53,1%; de poriën zijn uiterst klein.

---

<sup>1)</sup> Zie voor de begrippen klei, leem en zand de *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations*, N°. XXX (1925), blz. 169—202: Bijdragen tot de nomenclatuur en de klassificatie van de minerale gronden in Nederland, door Dr. D. J. HISSINK.



*Geval 6.* Men kan zich een zwaren kleigrond denken, zonder scheuren en gangen, maar in kruimeltoestand, dus opgebouwd uit kruimels of klompjes, die in grootte met zandkorrels overeenkomen; een dergelijk geval hebben wij nog niet onderzocht; de D-waarde zou dan van de orde van die van zandgronden zijn, in alle geval aanzienlijk grooter dan in de gevallen 4 en 5<sup>1)</sup>.

Deze zes gevallen hebben dit met elkander gemeen, dat de waterbeweging, althans practisch, geheel door de poriën en niet door scheuren of gangen plaats vindt. Dergelijke gevallen kunnen we bij alle typen van minerale gronden aantreffen, van zuivere zandgronden tot zeer zware kleigronden. Er kunnen zeer sterk uiteenlopende D-waarden optreden, vanaf practisch nul tot vrij hoog; het laatste wel alleen bij zeer grofkorrelige zandgronden. Al deze gevallen hebben dit met elkander gemeen, dat de grondmassa over de geheele laag vrij homogeen zal zijn; de D-waarden van de verschillende ringen van één plek zullen weinig uit elkander loopen. Toch troffen we in geval 2 (zie mede tabel XVII, type I) nog verschillen van 0,24 tot 1,70 aan (verhouding 1 : 7); bij het onderzoek in kwestie (Wieringermeerzand, profiel c) met niet minder dan 54 ringen bedroeg de waarschijnlijke fout evenwel slechts ongeveer 3%.

Bij aanwezigheid van scheuren en gangen treedt, naast de waterbeweging door de poriën, ook de waterbeweging door de scheuren en de gangen op. In groote trekken zijn hier twee gevallen te onderscheiden (geval 7 en 8). Scheuren en gangen kunnen in zóó groote getale en van zóódanige afmetingen aanwezig zijn, dat de waterbeweging practisch geheel voor rekening van deze scheuren en gangen komt; in dit geval bezit de grond een zeer groote gemiddelde D-waarde (geval 7). En in de tweede plaats kan er een vrij goede waterbeweging door de poriën (zie ook geval 6) plaatsvinden, terwijl daarnaast nog enkele scheuren en gangen voorkomen (geval 8).

*Geval 7.* Carel Coenraadpolder, laag van 12—19 cm (zie tabel A, N<sup>o</sup>. B 3569); zeer zware kleigrond (Hoofdgroep I); het poriënvolume is 62,7%; talrijke scheuren, waaronder zeer breede, komen voor; de D-waarde is zeer hoog ( $D = 65,4$ ); het grootste gedeelte van het water beweegt zich door de scheuren (zie het groote aantal van hooge doorlaatbaarheidscijfers in tabel XVII, type II) de waterbeweging door de eigenlijke poriën (zie de lage cijfers in tabel XVII, type II) oefent slechts een geringen invloed op de gemiddelde D-waarde uit; ook deze laag is vrij homogeen; de onderlinge afwijkingen tusschen de 36 ringen zijn hier intusschen grooter dan in type I van tabel XVII.

<sup>1)</sup> Mogelijk is de zoogenoemde „korte klei”, die hier en daar in den Wieringermeerpolder wordt aangetroffen, een voorbeeld van een kleigrond, zonder scheuren en gangen, doch met vrij grove capillairen (vrij snelle opstijging van het water). [Waarschijnlijk valt hieronder ook de beweging van het water door de poriën van geval 8 (zie blz. 142 en tabel XVII)].

*Geval 8.* Proefboerderij Nieuw-Beerta, perceel 11, laag van 5—12 cm (zie tabel A, N°. 3423), zeer zware kleigrond (Hoofdgroep I); het poriënvolume is 53,3; scheuren en gangen komen minder voor dan in geval 7, maar toch nog in voldoende mate, om nog den grootsten invloed op de waterbeweging uit te oefenen; de D-waarde is dus ook nog vrij hoog (zie tabel XVII, type III,  $D = 18,6$ ); in deze laag staat de waterbeweging onder invloed van de beide factoren (poriën en scheuren plus gangen); de onderlinge afwijkingen tusschen de 48 ringen (zie tabel XVII, type III) zijn hier zeer groot (zie mede de opmerkingen in Hoofdstuk III, sub Proefboerderij Nieuw-Beerta, betr. de slechte overeenstemming tusschen de D-waarden van de beide helften van den kuil).

Bij de bespreking van deze acht gevallen is tevens de oorzaak van het onderscheid tusschen de drie typen van tabel XVII naar voren gekomen. De typen I (zandgrond) en II (zeer gescheurde kleigrond) zijn betrekkelijk homogeen. In I vindt de waterbeweging practisch alleen door de poriën plaats; in II heeft de waterbeweging door de poriën slechts een zeer geringen invloed op de D-waarde en is de waterbeweging door de scheuren en gangen sterk overheerschend. In het derde type van tabel XVII (zware kleigrond onder Nieuw-Beerta) treden de beide factoren in merkbare mate naar voren. Dit laatste geval zal wel in hoofdzaak tot de kleigronden beperkt blijven; bij zandgronden zal het wel voornamelijk den eersten factor, de waterbeweging door de poriën, zijn, die het verschijnsel beheerscht. Toch kan ook hier de invloed van den tweeden factor optreden. Zoo werden in enkele lagen van de Zijpeprofielen (zie slot Hoofdstuk III) hier en daar wormgangen waargenomen; de ringen met deze wormgaten gaven voor zandgronden zeer hoge D-waarden. In tabel XVII $\alpha$  zijn alle 36 waarnemingen van een dergelijke laag opgenomen. Dit geval komt overeen met geval 8; de waterbeweging door deze laag wordt door de beide factoren beheerscht. Het overige materiaal van het Zijpe-onderzoek zal later gepubliceerd worden.

Het is wel van belang het cijfermateriaal van de tabel XVII (type I, II en III) en XVII $\alpha$  mathematisch te verwerken; de bepaling van de gemiddelde D-waarde van een laag is gebleken, een soort waarschijnlijkheidsprobleem te zijn. Ir. W. C. VISSER uit Wageningen, die eenige weken aan het Bodemkundig Instituut werkzaam was, heeft van enkele van onze resultaten sommatie- en verdeelingscurven geconstrueerd. Bij de verdeelingscurven (op de abscis zijn afgezet de D-waarden; op de ordinaat het aantal waarnemingen) traden bij type I en II van tabel XVII zoogenaamde ééntoppige curven op, waarvan het gemiddelde bij type I bij de kleine, bij type II bij de hoge D-waarden gelegen is; de verdeelingscurve van type III vertoont twee toppen; één in het gebied van de kleine en één in het gebied van de groote D-waarden. Dit wil zeggen, dat het verschijnsel in de gevallen I en II (ééntoppige curve) door één factor

beheerscht wordt, in geval III door twee factoren. Deze factoren zijn dan blijkbaar de waterbeweging door de poriën en de waterbeweging door scheuren en gangen. Ook het geval in tabel XVIIa (zand met wormgangen) geeft een tweetoppige sommatiekromme.

Feitelijk zal bij elke laag van elk profiel zijn na te gaan, hoe groot het aantal waarnemingen moet zijn, om voldoende betrouwbare gemiddelden te kunnen berekenen. In het algemeen kan dit gezegd worden, dat het aantal waarnemingen steeds vrij groot zal moeten zijn en dat men zich bij geen enkel profiel tot slechts enkele waarnemingen zal kunnen beperken. Bij profielen van het type II zullen echter meer waarnemingen gedaan dienen te worden dan bij type I; doch vooral bij type III zal een groot aantal waarnemingen voor het berekenen van een voldoende betrouwbaar gemiddelde noodig zijn. Bij onze onderzoeken hebben wij ons bij vrijwel alle profielen tot 36 ringen beperkt (zie de tabellen I tot en met XVIb). Voor de zandige profielen is daarbij een zeer hoge nauwkeurigheid bereikt; bij enkele profielen van het derde type is de opgegeven gemiddelde D-waarde slechts als een zeer benaderende waarde op te vatten en zou het aantal bepalingen aanzienlijk dienen te worden uitgebreid (zie mede de opmerking in Hoofdstuk III, sub Nieuw-Beerta).

B. *De praktische beteekenis van de verkregen D-waarden; verschillen tusschen gronden met en zonder scheuren en gangen.*

De door ons gevolgde methode van KOPECKY bepaalt alleen de hoeveelheid water, die door de zich in den ring bevindende grondmassa in de vrije lucht binnen niet al te langen tijd doorvloeit; meer niet. Deze grootheid, uitgedrukt in meters water per etmaal, is door ons D genoemd. Door het aantal ringen voldoende groot te nemen, kan de gemiddelde D-waarde per laag met voldoende nauwkeurigheid verkregen worden. Bij al onze onderzoeken is verder alleen de doorvloeiing van het water door den grond in verticale richting bepaald (zie enkele cijfers in horizontale richting in tabel I, II en III) en de gemiddelde D-waarden in tabel XVIII slaan dan ook alleen op de waterbeweging door de onderzochte lagen in verticale richting. Meer bepaalt de methode-KOPECKY niet. Het ligt evenwel voor de hand, dat de practijk onmiddellijk de vraag stelt, in hoeverre de verkregen D-waarden van de verschillende lagen van een bepaald profiel, een beeld geven van de doorlaatbaarheid van dit profiel voor water in de practijk, en voor het oplossen van praktische vraagstukken, als drainageafstanden, gebruikt kunnen worden. Uit de volgende beschouwingen zal het duidelijk zijn, dat men bij de beantwoording van deze vraag op verschillende moeilijkheden stuit.

In de eerste plaats zij opgemerkt, dat het gevallen regenwater aanvankelijk wel verticaal naar beneden door den grond wegzakt, maar dat het zich toch

verder in meer horizontale richting door den grond zal moeten bewegen, om tenslotte in de greppels, drains en slooten af te vloeien. Voor de beantwoording van de hierboven gestelde vraag zal dus een onderzoek naar de D-waarden van de verschillende lagen in horizontale richting niet kunnen uitblijven. Reeds uit de enkele waarnemingen, die op dit punt gedaan zijn (zie de onderste lagen van de tabellen I, II en III), blijkt, dat de verschillen tusschen de D-waarden in verticale en horizontale richting in kleilagen vrij groot kunnen zijn (tabel I: verticaal 3,3 tegen 6,3 horizontaal; verticaal 17,0 tegen 2,5 horizontaal; tabel II: 6,9 verticaal tegen 12,8 horizontaal; tabel III: 1,0 verticaal tegen 10,6 horizontaal en 3,4 verticaal tegen 9,8 horizontaal). Vermoedelijk zullen de D-waarden in verticale en in horizontale richting in meer zandige lagen minder sterk van elkander afwijken.

In de tweede plaats zij het volgende opgemerkt. De bovenste lagen van het profiel van den Julianapolder tot op een diepte van ongeveer 60 cm, die wel hoofdzakelijk het regenwater zullen moeten afvoeren, bezitten resp. de volgende D-waarden (afgerond): 50—4—3—18—14. Het wil ons een niet al te gewaagde onderstelling voorkomen, dat de doorlaatbaarheid van dit profiel van 0 tot ongeveer 60 cm in zijn geheel wel in hoofdzaak beheerscht zal worden door de doorlaatbaarheid van de laag met de kleinste D-waarde, dat is de laag van ongeveer 20 tot 40 cm onder maaiveld met D-waarden van resp. 4 en 3. Doch zelfs indien dit het geval is, dan wil dit nog niet zeggen, dat deze D-waarde van ongeveer 3 à 4 ook inderdaad de gemiddelde D-waarde van het profiel in zijn geheel, van 0 tot 60 cm, in verticale richting zal weergeven. De D-waarden 4 en 3 van de kleilagen van resp. ongeveer 20 tot 30 cm en 30 tot 40 cm worden in dit geval grootendeels beheerscht door slechts enkele hooge cijfers van ringen met scheuren. Het is nu de vraag, of deze scheuren zich in de boven- en onderliggende lagen zullen voortzetten. Is dit niet het geval, dan zal de gemiddelde D-waarde van het geheele profiel (van 0 tot 60 cm) kleiner zijn dan 3 à 4.

Geheel anders staat de zaak bij een zandig profiel, zooals het profiel *c* (geheel zand) uit den Wieringermeerpolder, waar de waterbeweging practisch niet door scheuren en gangen, doch vrijwel geheel door de poriën plaats vindt en waar bovendien de gemiddelde D-waarden voor alle lagen van 0 tot ongeveer 60 cm diepte vrijwel gelijk zijn (4,5—4,3—4,3—3,6; zie tabel IV). Het lijkt ons geen gewaagde onderstelling, dat de gemiddelde D-waarde van dit profiel, wanneer het, eveneens in verticale richting, in zijn geheel in een ring ter hoogte van 60 cm gebracht werd, wel op ongeveer 4 gevonden zou worden.

Bij eventueele beschouwingen omtrent de verkregen D-waarden zal men dus zeker goed doen, een onderscheid te maken tusschen gronden zonder scheuren en gangen eenerzijds en gronden met scheuren en gangen anderzijds; tot het eerste type zullen wel in hoofdzaak zandgronden en zeer dichte klei-

gronden, tot het tweede type in hoofdzaak kleigronden behooren. Ons tot deze twee typen bepalende, zijn de volgende verschillen op te merken. Zandgronden zonder gangen en scheuren vormen een vrij homogeen medium, waardoor het water zich practisch alleen door de poriën heen beweegt; een gemiddelde D-waarde van de opeenvolgende lagen van een profiel van ongeveer 4 wil hier ook inderdaad een gemiddelde D-waarde van ongeveer 4 voor het profiel in zijn geheel zeggen. De kleigronden met scheuren en gangen vormen daarentegen een meer heterogeen medium, waarin de gemiddelde D-waarde in meerdere of mindere mate beheerscht wordt door de hoeveelheid water, die door de scheuren en gangen heenloopt. Hier zou de gemiddelde D-waarde van een laag van 60 cm dikte, bestaande uit bijv. 6 lagen met gemiddelde D-waarden = 4, niet op 4 te stellen zijn, doch zeker heel wat lager wezen. Zoo wordt, om nog één voorbeeld te noemen, de gemiddelde D-waarde van de laag van 40—47 cm op plek 382 van den Andijker Proefpolder (zie tabel XII,  $D = 1,9$ ) vrijwel geheel door één zeer groote waarde beheerscht; wordt deze ring, waarin zich in de grondmassa een scheur bevindt, weggelaten, dan daalt de gemiddelde D-waarde van de overblijvende 35 ringen van 1,9 op 0,08. Bij de meer heterogene kleigronden met scheuren en gangen heeft de D-waarde dus niet dezelfde beteekenis als bij homogene zandgronden. Bij kleigronden zou men goed doen, de D-waarden niet alleen tot geheele getallen af te ronden, maar zelfs in klassen onder te brengen; bijv. klasse A met een D van zeer klein tot 1; klasse B met een D tusschen 1 en 5; klasse C met een D tusschen 5 en 10; enz. De verschillende typen van kleigronden worden door eene dergelijke indeeling in klassen nog voldoende uit elkander gehouden. Tevens ligt hier dan in opgesloten, dat de nauwkeurigheid van de D-bepalingen bij dit type gronden minder groot is dan bij de meer homogene zandgronden. Men moet natuurlijk bedenken, dat ook bij zandgronden profielen met scheuren en vooral met vrij veel gangen kunnen voorkomen, die dan onder het tweede type (gronden met scheuren en gangen) zouden vallen.

Uit het boven medegedeelde volgt voldoende, dat de werkelijke snelheid, waarmede het regenwater in den grond dringt en naar de sloot afvloeit, niet door onze methode kan worden bepaald, uitgezonderd voor een volkomen homogenen zandgrond, waarvan de doorlaatbaarheidscoëfficiënt met voldoende nauwkeurigheid door onze methode te bepalen is. Met behulp van deze doorlaatbaarheidscoëfficiënt en onder zekere mathematische aannamen <sup>1)</sup> is dan verder de

<sup>1)</sup> Zie bijv. de bekende formule van ROTHE in: Die Strangentfernung bei Dränungen im Mineralboden, von Prof. Dr. ROTHE, Königsberg i. Pr., *Der Kulturtechniker*, XXXII Jahrgang, (1929), blz. 155—169. Op blz. 156/167 vestigt ROTHE er nadrukkelijk de aandacht op, dat dergelijke formules alleen doorgaan voor gevallen: „dasz der Boden ganz gleichmässig, also ohne Schichtenbildung auf beiden Seiten des Dränstranges lagert, daher überall gleichmässiges Porenvolumen und gleichen Luftgehalt hat”.

doorvloeingsmogelijkheid voor het afstromen van het water naar de drains (resp. greppels en slooten), of wat in wezen hetzelfde is, de hoogte van den grondwaterspiegel op het midden van de strook grond tusschen 2 drains (resp. greppels en slooten), te berekenen.

Men vraagt zich af, wat voor nut de bepaling van D-waarden dan, behalve voor het hierboven gestelde geval van min of meer homogene zandgronden, heeft. Wij zouden deze vraag als volgt willen beantwoorden. De waarde van deze methode ligt geheel hierin, dat zij de mogelijkheid biedt, gelijke bodemtypen, op grond van een in cijfers uitgedrukte grootte, op juistere en zeker meer objectieve wijze onderling te vergelijken dan thans nog door oculaire en andere subjectieve waarnemingen mogelijk is. Wij meenen verder, dat de door onze methode bepaalde D-waarde met de verdeling van de gronddeeltjes in de ruimte samenhangt, zoodat het tenslotte toch moet gelukken op deze wijze datgene, wat tot nu toe altijd zeer vaag „de structuur van den grond” genoemd wordt, door een in een cijfer uitgedrukte grootte te benaderen.

Tenslotte moge uit het volgende blijken, dat er tusschen de werkelijk optredende ontwateringscapaciteit van den grond en de, zij het dan misschien ook op nog eenigszins gebrekkige wijze bepaalde D-waarde, althans eenige samenhang bestaat. De terreinen, waarvan de onderzochte profielen hooge en zelfs zeer hooge D-waarden bezitten en waarin lagen met kleine D-waarden, althans in de bovenste 60 cm, ontbreken, dat zijn dus de gronden: Carel Coenraadpolder, Andijk en Groetpolder, staan in de practijk als zeer doorlatend bekend. Het terrein van de onderzochte plek van de Groninger Proefboerderij onder Nieuw-Beerta, waarin op ongeveer 20 à 30 cm diepte een kleilaag met een D-waarde van ongeveer 5 voorkomt, wordt in de practijk minder goed doorlatend genoemd. Van het betreffende terrein van den Julianapolder is ons medegedeeld, dat het in normale jaren vrij goed doorlatend is; in natte jaren heeft het gewas evenwel door waterovervloed geleden. Dit is wel in overeenstemming met het voorkomen van een laag met kleine D-waarden (3 à 4) op ongeveer 20 à 40 cm diepte. Van de knikkige lagen van het terrein van de Gemeente Groningen, met uiterst kleine D-waarden, is bekend, dat deze het water practisch niet doorlaten, noch het neerdalende regenwater, noch het opstijgende grondwater. Tot zoover de zware zeekleigronden. De onderzochte plek van den Waardpolder (meer zavelige tot lichte kleigrond) ligt op vrij slecht doorlatend terrein; de D-waarden van dit profiel zijn vrij laag, met één zelfs zeer lage  $D = 0,7$  voor de laag van 37—44 cm. Tenslotte blijken ook de meer leemige-zandige gronden van Eindhoven, met hun zeer lage D-waarden, tot de gronden met een zeer geringe doorlaatbaarheid te behooren.

Nà het bovenste zal het duidelijk zijn, dat bij de studie van het vraagstuk van de doorlaatbaarheid van den grond mede noodig zijn, in de eerste plaats eene nauwkeurige en zorgvuldige studie van het geheele bodemprofiel ter plaatse en in de tweede plaats een onderzoek naar het grondtype. Bij alle bemonsteringen zijn daarom steeds nauwkeurige en uitvoerige aantekeningen van het bodemprofiel gemaakt en werden tevens monsters voor een algemeen onderzoek naar het grondtype genomen, waarbij wij ons voorloopig bepaald hebben tot een onderzoek naar de gehalten aan klei, zand, humus en koolzure kalk.

Ten einde het overzicht over de verkregen resultaten te vergemakkelijken, zijn alle resultaten, dus ook die van het onderzoek op klei, zand, humus, koolzure kalk, volumegewicht en poriënvolume in een aantal groote tabellen A, B I, C en D I, alsmede B II en D II (zie blz. 172), bijeengebracht, terwijl de D-waarden van de 19 onderzochte profielen nog eens in één afzonderlijke tabel XVIII (blz. 170) zijn samengevat. De volgorde in deze laatste tabel is zóódanig gekozen, dat de zwaarste profielen, of althans de profielen met de zwaarste lagen van de minerale Hoofdgroepen I en II (zie Blauwboek, Hoofdstuk III) voorop gezet zijn, terwijl het geheele zandige profiel *c* van den Wieringermeerpolder het laatst geplaatst is. Daarnà volgen dan de meer venige gronden (Amsterdam, Rietwijkeroorderpolder), de knikkige profielen (Groningen) en de min of meer leemig-zandige gronden (Eindhoven).

Uit het overzicht in tabel XVIII blijkt, dat we al reeds over een betrekkelijk vrij groot aantal profielen van zeer zware kleigronden (Hoofdgroep I) uit zeer jonge tot oude zeekleipolders beschikken; hiertoe zijn te rekenen: de Andijker proefpolder, de Carel Coenraadpolder, de twee plekken in den Groetpolder en de proefboerderij onder Nieuw-Beerta. Hierbij sluiten zich dan de knikkige profielen van de zeer oude zeekleiformatie van het Groninger terrein aan. Het profiel in den Julianapolder behoort reeds tot de minder zware kleigronden (Hoofdgroep II). Dan volgen de profielen uit den Waardpolder en het profiel *d* (gelaagd profiel) uit den Wieringermeerpolder, waarvan de lagen grotendeels tot de lichtere zavelgronden behooren. De veengronden zijn door enkele lagen in profiel *b* (zand op veen op klei) van den Wieringermeerpolder en in den Rietwijkeroorderpolder (bij Amsterdam) vertegenwoordigd. Wat de meer zandige gronden betreft, beschikken we in de eerste plaats over de zandige zeepoldergronden uit den Wieringermeerpolder. Een volledige mechanische analyse van de zandfractie van deze Wieringermeerzanden heeft tot nu toe nog niet plaats gehad; uit de voorloopige cijfers valt echter de conclusie te trekken, dat deze zanden behooren tot de middelmatig grove zanden. Het cijfermateriaal zal zeker, zoowel over de grovere als fijnere zanden uit onze zeepolders

moeten worden uitgebreid. De meer leemige zandgronden zijn door de profielen uit Eindhoven vertegenwoordigd.

Bij onderlinge vergelijking van de lagen, die uit zwaren tot zeer zwaren kleigrond (met weinig humus) bestaan, dus van de lagen uit de eerste zes kolommen en gedeeltelijk ook van kolom 7 (Julianapolder) en van de drie kolommen van het Gemeenteterrein Groningen van tabel XVIII, zien we in deze lagen D-waarden van zeer uiteenlopende grootte voorkomen, vanaf ongeveer 120 à 130 (Julianapolder met 56,8% klei, Hoofdgroep II, laag van 60—67 cm; en drie lagen, resp. in den Andijker Proefpolder en den C. C.-polder, alle drie Hoofdgroep I, resp. van 10—27 cm en van 0—7 cm) tot  $D = 0,002$  (Gemeenteterrein Groningen, kuil 8, laag van 47—54 cm, met 69,3% klei, Hoofdgroep I). Vragen we naar de oorzaak van deze inderdaad enorme verschillen in de D-waarden tusschen deze gronden van hetzelfde type (zware tot zeer zware zee-kleigronden, met hoogstens 4 à 5% humus), dan meenen wij het antwoord te moeten zoeken in, wat men gewoon is, de structuur van den grond te noemen. De lagen, waarin bij de profielbeschrijving het voorkomen van meer of minder groote en breede scheuren en gangen geconstateerd is, bezitten zonder uitzondering hooge D-waarden, terwijl de hoogste D-waarden in die lagen, weer dààr voorkomen, waar de meeste scheurvorming aanwezig is. Waar minder scheurvorming optreedt, dalen de D-waarden, terwijl juist de min of meer pappige, natte ( $a$ , dat is grammen water op 100 gram drogen grond = 124,0), gedeeltelijk nog zwart gekleurde, nog vrijwel structuurlooze laag van 40—47 cm in den Andijker Proefpolder reeds een aanzienlijke kleinere D-waarde (1,9) bezit. Nog kleiner zijn de D-waarden van de practisch geheel ondoorlatende knikkige lagen uit de profielen van het Gemeenteterrein Groningen.

*C. De D-waarden in verband met het verouderingsproces van de zee-kleigronden.*

Het is wel van belang, de verschillende zware tot zeer zware zee-kleigronden eens wat nader te beschouwen. In de eerste plaats een woord over den in het jaar 1927 drooggemalen Andijker Proefpolder. Aanvankelijk, onmiddellijk na het indijken, dus in den winter van 1927 op 1928, bestond de bovenste laag van dezen polder ter dikte van ongeveer 50 cm uit een weeke, zeer waterrijke, pappige, vrijwel structuurlooze massa ( $a$  gemiddeld = 192), met een D-waarde van practisch nul. Op het tijdstip van het onderzoek, in den zomer van 1930, was deze laag op plek 382 veranderd in een drietal, zeer duidelijk van elkander te onderscheiden lagen, resp. een bovenste (van 0 tot ongeveer 10 cm), reeds geheel grijs gekleurde en goed kruimelige laag ( $a = 31,9$ ),



met een  $D = 33,7$ ; een daaropvolgende, nattere ( $a = 73,7$  tot  $80,2$ ), sterk gescheurde, ook reeds vrijwel geheel grijs gekleurde laag (van ongeveer 10—30 cm onder maaiveld) met een  $D$  grooter dan 115 en ten derde een nog zeer natte ( $a = 124,0$ ), slikkige, gedeeltelijk nog zwart gekleurde laag, met een  $D = 1,9$ . Door het indrogen is in de sliklaag zeer sterke scheurvorming opgetreden, aanvankelijk het sterkst in de bovenlaag, en zich later naar onderen voortzettende. Onder invloed van het weer en van de grondbewerking is de bovenlaag in een meer losse, kruimelige massa zonder breede scheuren veranderd, terwijl de laag van 10—30 cm nog sterk gescheurd bleef. De groote sprong van deze laag op de laag van 40—47 cm ( $D = 1,9$ ) vindt zijn oorzaak waarschijnlijk in het voorkomen van een schelplaag op ongeveer 35 cm, die het uitdrogen van de onderliggende sliklaag heeft tegengehouden. Bij dit verloop van het vervormingsproces van de vrijwel structuurlooze, pappige massa uit het jaar 1927 in lagen met gedeeltelijk zelfs zeer hoge  $D$ -waarden, is wel in aanmerking te nemen, dat dit vervormings-, of verouderingsproces onder uiterst gunstige omstandigheden plaats heeft gehad (warme, droge zomers in 1928 en 1929, zeer strenge winter 1928/29 en droog voorjaar 1930).

Een ander beeld geven de zeekleigronden, die nà indijken van de met gras begroeide kweldergronden ontstaan zijn. Het beginstadium van den C. C.-polder, dus van den kwelderpolder, is tot nu toe nog niet onderzocht. Vermoedelijk zijn in deze met grasbegroeide kweldergronden reeds vrij hoge  $D$ -waarden, althans in de bovenste lagen, te verwachten <sup>1)</sup>. De laag van 0 tot ongeveer 20 cm van het profiel van den nog zeer jongen C. C.-polder bezit zeer hoge  $D$ -waarden (115 en 65). Opmerkelijk is het, dat daaronder de  $D$ -waarde eerst daalt (laag van 21—28 cm met  $D = 28,5$ ), om daarna weder tot hoge en zelfs zeer hoge waarden te stijgen. Eerst op een diepte van meer dan 70 cm daalt de  $D$  tot 19. Het is wel jammer, dat de begintoestand van dit profiel niet bekend is. Nu kan toch de vraag, waaraan de daling van de  $D$ -waarde in de laag van ongeveer 20 tot 30 cm toe te schrijven is, niet beantwoord worden. Het ware mogelijk, dat deze laag reeds van het begin af aan een iets kleinere  $D$ -waarde bezeten heeft; de kleinere  $D$ -waarde van deze laag kan evenwel ook een gevolg van het bebouwen van het land zijn. Deze minder doorlatende laag ware dan als een soort ploegzool op te vatten.

Geheel aan het profiel van den C. C.-polder sluiten zich de beide profielen uit den Groetpolder (ingedijkt in het jaar 1844) aan. Ook hier vermoedelijk

---

<sup>1)</sup> Zie o.m.: De natuurkundige en scheikundige veranderingen, die kweldergronden na de indijking ondergaan; *Verslagen van Landb. Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations*, N<sup>o</sup>. XXIX, 1924, blz. 170—184; ook BIEDERMANN'S ZENTRALBLATT, 53. Jrg. (1924), 306—311.

hooge D-waarden in de bovenste 20 à 25 cm, die, helaas, niet bepaald zijn. Daaronder weer een daling van de D-waarden tot resp. 29,6 en 34,0, waarna de D-waarden weer sterk stijgen, om op plek 2 in de diepte weer af te nemen. Nadrukkelijk zij opgemerkt, dat de kleinste D-waarden in de lagen van 20 tot 30 cm in deze jonge polders (C. C.-polder en Groetpolder, resp. 28,5 en 29,6 en 34,0) toch altijd nog tot de klasse van hoogere D-waarden behooren.

Het profiel van den eveneens jongen Julianapolder (ingedijkt in het jaar 1924) vertoont in principe hetzelfde beeld, nl. een bouwvoor met zeer hooge D-waarde en daaronder een laag met kleine D-waarden. Deze laag is hier evenwel dikker dan in den C. C.-polder (van ongeveer 20—40 cm), terwijl de D-waarden reeds zóó klein zijn ( $D = 4,2$  en  $2,5$ ), dat ze tot de klasse van voor kleigronden lage D-waarden (kleiner dan bijv. 5) behooren. Ook hier rijzen dezelfde vragen als hierboven gesteld. Uit de vrij aanzienlijke dikte van deze laag (van 20—40 cm) is men evenwel geneigd de conclusie te trekken, dat deze laag reeds vóór het in-cultuur-brengen van den Julianapolder aanwezig was.

De verschillende lagen van den ouderen Dollardgrond van de proefboerderij onder Nieuw-Beerta (vermoedelijk ingedijkt in het jaar 1550) bezitten reeds aanzienlijke lagere D-waarden; de D-waarde is het hoogste in het bovenste, zeer losse gedeelte van de bouwvoor ( $D = 30$ ), doch reeds vrij wat minder in het onderste gedeelte van de bouwvoor ( $D = 10$ ). Ook hier komt onder de bouwvoor een laag met een voor kleigronden zeer lage D-waarde ( $D = 4,8$ ) voor; vermoedelijk is dit ook hier de ploegzool (laag van 20—27 cm). Daaronder stijgen de D-waarden weer iets, hoewel niet regelmatig.

Nog lager dalen de D-waarden in de practisch geheel ondoorlatende, knik-kige lagen van de zeer oude afzettingen van het Gemeenteterrein Groningen, tot zelfs  $D = 0,002$ , dit is practisch tot nul toe. Alleen de wortelhorizonten (van ongeveer 10 tot 20 à 25 cm) bezitten hier noemenswaardige D-waarden (17,2—4,2—15,8).

Op den voorgrond stellende, dat de kwelderperioden van den C. C.-polder en den Julianapolder nog onderzocht moeten worden en de hier volgende beschouwingen dus nog gedeeltelijk van speculatieven aard zijn, kunnen we ons toch al wel in algemeene trekken het volgende beeld van het verloop van de D-waarden in onze zeekleipoldergronden vormen. Aanvankelijk bezitten de bovenste lagen van de met gras begroeide kweldergronden hooge D-waarden. Na het in-cultuur-brengen van deze gronden als bouwland, zullen de D-waarden van de bouwvoor vermoedelijk aanvankelijk zelfs nog iets stijgen; mogelijk vormt zich hierbij onder de bouwvoor eene laag met kleinere D-waarde (ploegzool). Bij het indijken van slikkige, niet begroeide kleigronden kunnen zich, onder gunstige omstandigheden (zie boven, Andijk), van boven af te beginnen, lagen met zeer hooge D-waarden vormen. Bij het ouder worden van het type vad

zwane kleigronden nemen de D-waarden af, om tenslotte, na een zeer lange tijdsperiode, in de knikkige lagen practisch nul te worden. In hoeverre het mogelijk zal zijn door een meer rationeele cultuur deze afname van de D-waarde te vertragen, mogelijk zelfs gedeeltelijk te voorkomen, zal nadere studie dienen uit te maken.

*D. De D-waarden in verband met de mechanische samenstelling van meer zandige gronden.*

Bij onderlinge vergelijking van de meer of minder zandige, humusarme lagen van de onderzochte profielen, met kleigehalten tot hoogstens ongeveer 20% (dus in hoofdzaak de Hoofdgroepen IV en V van de mariene formaties en de leemig-zandige gronden van Eindhoven), zij in de eerste plaats opgemerkt, dat de D-waarden hier geen hooge waarden bereiken en niet zóó sterk uiteenloopen als bij de lagen, die uit zeer zwaren tot zwaren kleigrond bestaan. De D-waarden van deze zandige lagen zijn kleiner dan ongeveer 7, met uitzondering van de D van de geploegde bouwvoor van kuil I (bouwland) van het profiel Eindhoven ( $D = 14,8$ ) en de D van de laag van 25—32 cm van profiel *d* (gelaagd profiel) van den Wieringermeerpolder, die 38,4 is, terwijl deze laag toch met 12,5% klei tegen 87,5% zand tot de meer zandige gronden behoort. Zooals reeds werd opgemerkt, zijn het bij deze meer zandige gronden de poriën tusschen de deeltjes, die de D-waarden beheerschen; scheuren traden niet of nagenoeg niet op. Wel zijn in enkele lagen van de zandige Zijpe-profielen groote D-waarden geconstateerd, die aan het voorkomen van enkele wormgaten zijn toe te schrijven. Bij deze Zijpe-profielen treedt de tweede factor, die op de D-waarden van invloed kan zijn (scheuren en gangen), mede naar voren.

In de tweede plaats zij opgemerkt, dat er verschillen optreden in de D-waarden tusschen de zandige gronden van de mariene afzettingen (hoofdzakelijk dus de gronden van den Waardpolder en den Wieringermeerpolder) eenerzijds en de leemig-zandige gronden van Eindhoven anderzijds. De D-waarden van het eerste type zijn over het algemeen hooger dan die van het tweede type, waarbij we de bouwvoor van kuil I, Eindhoven, uitzonderen ( $D = 14,8$ ). Bij de lagen van de Eindhoven-profielen treden zelfs D-waarden van 0,1 op, terwijl in één laag zelfs een  $D = 0$  gevonden is.

Men is geneigd de oorzaak van dit verschil tusschen de D-waarden in de mechanische samenstelling van deze zandige gronden te zoeken. Van de gronden uit Eindhoven zijn de klei- en zandfracties verder gesplitst (zie tabel D II, blz. 185). Achteraf is er wel eenig verband tusschen de mechanische samenstelling van de gronden van Eindhoven en hunne D-waarden te constateeren. Zoo valt het op, dat de beide gronden B 4160 (kuil I, laag 90—97 cm) en B 4167

(kuil II, laag van 80—87), met uiterst geringe D-waarden, resp. 0,06 en nul, vrijwel dezelfde mechanische samenstelling (vrij hoog klei-leemgehalte en veel zeer fijn zand van fractie IIIa) bezitten, welke nogal van die van de overige lagen afwijkt. Zoo bezit de laag van 105—112 cm van Eindhoven, kuil I (B 4161), met practisch geen klei en slechts 22,8% van het zeer fijne zand (fractie IIIa), weer de voor zandige gronden niet onbelangrijke  $D = 2,33$ .

Ook bij de Wieringermeerzanden van de profielen *a*, *b*, *c* en *d* is de zandfractie (deeltjes groter dan 0,016 millimeter diameter) in enkele onderfracties gescheiden en ook bij deze nieuwe gronden, zonder plantengroei en dierlijk leven en zonder scheuren en gangen, waarin de waterbeweging op het tijdstip van de bemonstering dus zeker alleen door de eigenlijke poriën plaats vond, valt weer een zekere samenhang tusschen de D-waarden en de korrelgrootten, of misschien beter gezegd: de verdeling van de verschillende zandfracties, te constateeren, zooals uit de onderstaande tabel blijkt.

Profiel <i>a</i> : zand op klei; profiel <i>c</i> : geheel zand.	Laag (centimeters onder maaiveld).	Procenten klei. (Zie tabel A 1, blz. 172).	Procenten grover zand (groter dan 0,076 mm).	D-waarde. (Zie tabel XVIII, blz. 170/171).
<i>c</i>	12—19	2,2	92,0	4,5
<i>a</i>	5—12	3,1	78,9	3,4
<i>c</i>	54—61			
<i>a</i>	15—22	5,1	67,9	1,4
<i>c</i>	68—75			
<i>c</i>	82—89	9,2	60,3	0,4

Met toename van het gehalte aan klei en afname van het gehalte aan grover zand nemen de D-waarden af.

Tenslotte zij nog opgemerkt, dat de minerale ondergronden van de beide kuilen uit den Rietwijkeroorderpolder een merkwaardig regelmatige en vrij sterke stijging van de D-waarden vertoonen, van 1,5 tot 45,2 in kuil I (grasland) en van 2,4 tot 28,9 in kuil II (bouwland); het D-cijfer van de diepste laag ontbreekt hier. De gehalten aan klei dalen iets in de diepere lagen, maar het schijnt ons nog de vraag, of dit wel de oorzaak van de zeer sterke stijging van de D-waarden kan zijn. Mogelijk speelt hier de toename van de gehalten aan koolzure

kalk (van 0,5 tot 13,0% en van 0% tot 12,4%), een rol; in elk geval hangt deze stijging samen met het voorkomen van nog holle plantenstengels.

Het bovenstaande is slechts als eenige voorloopige opmerkingen op te vatten; er zal nog heel wat materiaal op dit gebied verzameld moeten worden, vóórdat op grond van een mechanisch onderzoek van zandige gronden (zonder scheuren of gaten) met zekerheid iets van hunne D-waarden te zeggen zal zijn. Dat ook in dergelijke zandgronden zeer hoge D-waarden kunnen optreden bewijst het op blz. 139 behandelde geval 1, zeer grofkorrelig rivierzand; zelfs bij zeer vast instampen van dit zand in een cilindervormig lampegglas werd de zeer hoge D-waarde van 39 verkregen (zie geval 1, blz. 139).

Tenslotte een enkel woord over de meer of minder venige lagen (humusgehalten van meer dan 25%), resp. van profiel *b*, Wieringermeerpolder (laag van 10 tot 52 cm) en de twee profielen uit den Rietwijkeroorderpolder. Van deze laatste blijven voorloopig de bovenlagen, resp. van 0—20 cm en 0 tot 30 cm, buiten beschouwing. De D-waarden van deze venige lagen liggen tusschen ongeveer 1 en 6 in; de onderlinge verschillen tusschen de D-waarden van één laag zijn betrekkelijk gering. Ook bij deze lagen speelt de tweede factor (scheurvorming, resp. gangvorming) vrijwel geen rol.

E. *Invloed van de cultuur, resp. bouwland en grasland, op de D-waarden.*

De cijfers van tabel XVIII leveren tenslotte eenig materiaal, om de D-waarden van bouwland en grasland van naast elkander gelegen perceelen, wier gronden practisch gelijk zijn, met elkander te vergelijken.

*Rietwijkeroorderpolder*, kuil I (grasland) en kuil II (bouwland). In beide kuilen rust een venige laag van ongeveer 30 à 40 cm op lichte kleigronden. Tusschen de venige lagen van beide kuilen bestaan weinig verschillen in samenstelling; de humusgehalten liggen tusschen 25 à 33%, de kleigehalten tusschen 34 à 47% (in kuil II iets hooger kleigehalten). Het is wel aan te nemen, dat er oorspronkelijk, vóór het in cultuur nemen als grasland en bouwland, ook weinig verschillen in den physischen toestand van den grond geweest zijn; de onderste venige lagen bezitten thans nog vrijwel dezelfde D-waarden, resp. 1,8 en 1,2. Is deze opvatting juist, dan heeft zich, onder invloed van de cultuur, op het grasland een vrij sterk ondoorlatende graszode gevormd (laag van 0—10 cm met  $D = 0,09$ ), waaronder een iets beter doorlatende laag (van 10—20 cm met  $D = 0,9$ ), waarop dan de oorspronkelijke, venige grond volgt ( $D = 1,8$ ). Op het bouwland bezit de bouwvoor, tot ongeveer 20 cm diepte, zeer hoge D-waarden (resp. 116,4 en 101,9); daarop volgt een laag van 20—

30 cm met een  $D = 11,5$ , die misschien als ploegzool ware op te vatten, waaronder dan weer de oorspronkelijke, venige grond ligt ( $D = 1,2$ ). Duidelijk treedt hier de invloed van een geregelde bewerking van den grond op de  $D$ -waarden naar voren. In dit verband is nog op te merken, dat de laag van 0—10 cm van kuil II (bouwland) 0,4% koolzure kalk bevat; mogelijk is het bouwland bekalkt en is dit mede van invloed op de  $D$ -waarde geweest. In de poriënvolumina van de bovenlagen (grasland en bouwland) is weinig verschil; doordat de grond op het grasland natter was dan op het bouwland, is het luchtvolume van de bouwvoor hooger dan dat van de graszode (zie tabel B I).

*Eindhoven*, kuil I (bouwland) en kuil II (grasland). Ook hier treden geen groote verschillen in de gehalten aan klei en zand tusschen de bovenste lagen op; de humusgehalten van het grasland zijn iets hooger dan die van het bouwland (5 à 6% tegen 3 à 4%). Evenals in den Rietwijkeroorderpolder is er een groot verschil in de  $D$ -waarden van de bovenste lagen (van 0 tot 10 cm); vrij hooge  $D$ -waarde bij het bouwland ( $D = 14,8$ ) tegen lage  $D$ -waarde bij het grasland ( $D = 0,3$ ), terwijl ook hier de poriënvolumina weer gelijk zijn (toevallig beide 51,2%), doch de bouwvoor iets meer lucht bevat dan de graszode (15,7% tegen 10,9%). Naar beneden daalt de  $D$ -waarde sterk op het bouwland ( $D = 3,0$  in de laag van 15—22 cm), terwijl de  $D$ -waarde op het grasland iets stijgt ( $D = 0,8$  in de laag van 13—20 cm). Hier treden zeer waarschijnlijk de invloeden van de ploegzool bij het bouwland en van den wortelhorizont bij het grasland weer op. De verschillen in de  $D$ -waarden tusschen de nog diepere lagen op de beide perceelen staan vermoedelijk niet meer met de cultuur, maar meer met de mechanische samenstelling van de ondergronden in verband.

*Gemeenteterrein Groningen*. Ook hier bezit de eigenlijke graszode (laag van 0—10 cm) van alle drie kuilen voor kleigronden zeer lage  $D$ -waarden (0,3—0,2—1,9), terwijl de  $D$ -waarden van de wortelhorizonten van ongeveer 10 tot 20 à 25 cm onder maaiveld) aanzienlijk hooger zijn (17,2—4,2—15,8).

## HOOFDSTUK V.

**Resultaten van de volumege wichtsbepalingen en de daarmee verband houdende grootheden (volumepercenten vaste stof en poriënvolume).***A. Verschillen in soortelijk gewicht en volumege wicht.*

Met behulp van het volumege wicht en het soortelijk gewicht laat zich het volume aan vaste deeltjes en het poriënvolume berekenen. Zoo bedroeg het volumege wicht tijdens de bemonstering in den zomer van het jaar 1930 van de bovenste laag (0,5—8,5 cm) van plek 382 van den Andijker Proefpolder 0,829, terwijl het soortelijk gewicht van de vaste deeltjes 2,51 bedroeg (zie tabel A). Uit deze twee cijfers laat zich berekenen, dat per 100 cm<sup>3</sup> grond, in zijn natuurlijke ligging, voorkwamen  $100 \times 0,829 : 2,51 = 33,0$  cm<sup>3</sup> vaste deeltjes en dus  $100 - 33,0 = 67,0$  cm<sup>3</sup> poriën. Aangezien deze laag tijdens de bemonstering 36,7 gram water per 100 gram drogen grond (105° Celsius) bevatte, dus per 82,9 gram grond  $0,829 \times 36,7$  gram = 30,4 gram water of 30,4 cm<sup>3</sup> water, waren, tijdens de bemonstering, van de 67,0 cm<sup>3</sup> poriën slechts 30,4 cm<sup>3</sup> met water en dus  $67,0 - 30,4 = 36,6$  cm<sup>3</sup> met lucht gevuld.

Uit de cijfers van de tabellen A tot en met D I blijkt, dat de soortelijke gewichten van de minerale gronden (klei- en zandgronden, met weinig of geen humus) weinig van elkander afwijken, liggende ongeveer tusschen de waarden 2,5 en 2,7 in. Bij stijging van het humusgehalte daalt het soortelijk gewicht (bijv. Groetpolder, tweede plek, laag van 59 tot 67 cm met 16,9% humus en S. G. = 2,40; verder Boschterrein Amsterdam, tabel B, bovenste lagen met met 25 tot 30% humus en S. G. van 2,0—2,2), terwijl de soortelijke gewichten van de sterk humushoudende, meer of minder venige lagen nog lager zijn (bijv. profiel zand op veen op klei van den Wieringermeerpolder, lagen van 25 tot 52 cm met 69,0%, 65,4% en 64,8% organische stof en soortelijke gewichten van 1,81—1,82—1,76).

In de volumege wichten treden aanzienlijk grootere, onderlinge verschillen op. Men moet hier in de eerste plaats een onderscheid maken tusschen de meer zandige en de meer kleiige lagen. De eerste hebben, onder overigens gelijke omstandigheden, hoogere volumege wichten dan de laatste en aangezien de soortelijke gewichten nagenoeg gelijk zijn, bezitten de zandige lagen kleinere poriënvolumina dan de kleiige lagen. De hoogste waarden voor de volumege wichten in de minerale zeekleiafzettingen (tabel A) treffen we aan bij de zandige lagen dan de Wieringermeerprofielen, liggende tusschen ongeveer 1,5 en 1,6 in, met poriënvolumina tusschen ongeveer 45% en 40% in. Een nog hoger volumege wicht (nl. 1,603) en dientengevolge een nog lager poriënvolume (nl. 38,3

cm<sup>3</sup>) bezat een laag grijs-zwart zand van den Andijker Proefpolder (zie Rapport I, Mededeelingen Andijker Proefpolder-Commissie, blz. 150—151, tabel IX, onderaan, Plek N°. 52, laag van 14—22 cm). Nog hoogere volumegewichten treffen we bij de meer leemige afzettingen van de beide profielen onder Eindhoven (tabel D I) aan. De onderste zandlagen van deze beide profielen bezitten de zeer hoge volumegewichten van 1,77 tot 1,84, met poriënvolumina van slechts 34% tot 31%.

De kleiige lagen van tabel A bezitten lagere en tevens sterker uiteenlopende volumegewichten, loopende van 0,64 (Groetpolder, tweede plek, laag van 59 tot 67 cm) tot 1,31 (Proefboerderij Nieuw-Beerta, laag van 24 tot 32 cm). In de eerste plaats moet nu opgemerkt worden, dat kleigronden ook hoge en zelfs zeer hoge volumegewichten kunnen bezitten. Er bestaat op dit punt verschil tusschen de rivierkleigronden en de zeeleigronden; de eerste bezitten over het algemeen hoogere volumegewichten dan de laatste. Zoo bedroeg het volumegewicht van den zwaren kleigrond van ons proefveld in de Betuwe bij Beesd 1,62. De oorzaak hiervan ligt hierin, dat de eerste in zoet water, de laatste in zout water is afgezet. De verklaring van dit verschijnsel is als volgt te geven. Het is bekend, dat eene waterige kleisuspensie, welke bij stilstaan dagenlang troebel blijven kan, onder invloed van electrolyten snel uitvlokt. Ook de zouten van het zeewater oefenen deze uitvlokkende of coaguleerende werking uit. Bij het bezinken krijgt de uitgevlokte massa eene sponsachtige structuur. Het is dus duidelijk, dat er een verschil moet bestaan tusschen de poriënvolumina van eene bezinking van dezelfde kleimassa in zoet water en in zout water. In het bovenstaande ligt ook de verklaring van het hierboven medegedeelde verschijnsel, dat het poriënvolume van de mariene formaties met afnemend kleigehalte en toenemend zandgehalte afneemt; het zijn immers de kleideeltjes en niet de zanddeeltjes, welke onder invloed van de zouten van het zeewater coaguleeren.

Aangezien de gronden in tabel A alle tot de zeeleiformaties behooren en dus alle in zoutwater zijn afgezet, moet nog de vraag naar de oorzaak van de groote verschillen in de volumegewichten, en diensengevolge in de poriënvolumina, van de onderzochte kleiige lagen beantwoord worden. Reeds de studie van de cijfers in tabel A is in staat een antwoord op deze vraag te geven. De kleilagen van de oudere profielen bezitten de hoogere, die van de jongere profielen de lagere volumegewichten. Dit wijst er op, dat het volumegewicht bij het ouderworden van de zeeleiformatie toeneemt. Toch blijkt het volumegewicht zelfs van de zeer oude, knikkige, zware lagen van de profielen uit Groningen (tabel C) niet veel hoger dan 1,4 te stijgen (kuil 8, laag van 48—56 cm, met V. G. = 1,46 en kuil 9, laag van 42—50 cm, met V. G. = 1,44). Wel komen onder deze beide lagen lagen met hoogere volumegewichten



(1,53 en 1,56, en 1,55 en 1,52) voor, maar dit zijn weer minder kleiige lagen (Hoofdgroepen II en III).

Aangezien het proces van het grooter worden van het volumegewicht met de voor de practijk zoo belangrijke inklinking van den grond bij het ouderworden van den zeeleipolder samenhangt, is het wel van belang dit punt nader onder de oogen te zien.

### B. *De inklinking.*

Wij beginnen met de vergelijking van een tweetal Dollardpolders, nl. de Carel Coenraadpolder (ingedijkt in het jaar 1925) en de proefboerderij Nieuw-Beerta (perceel 11, achter de boerderij, vermoedelijk in het jaar 1550 ingedijkt). De laag van den C. C.-polder, van 12,5 tot 52 cm diepte, bezit een gemiddeld kleigehalte van ongeveer 67% (op 100 klei + zand) en een gemiddeld volumegewicht van 0,967; per 100 cm<sup>3</sup> komen gemiddeld 36,7 cm<sup>3</sup> vaste deeltjes en dus 63,3 cm<sup>3</sup> poriën voor. De laag van 7—40 cm diepte van perceel 11 van de proefboerderij Nieuw-Beerta bezit een gemiddeld kleigehalte van 74% en een gemiddeld volumegewicht van 1,26; per 100 cm<sup>3</sup> komen gemiddeld 47,9 cm<sup>3</sup> vaste deeltjes en dus 52,1 cm<sup>3</sup> poriën voor. Aannemende, dat deze laatste grond vlak na de indijking hetzelfde poriënvolume gehad heeft als de grond van den C. C.-polder thans, valt uit de gegeven cijfers te berekenen, hoeveel deze zware Dollard-kleigrond in ongeveer 375 jaar ingeklonken zou zijn. In een laag van 100 cm lengte en 1 cm<sup>2</sup> doorsnede (= 100 cm<sup>3</sup>) zit thans in den N. B.-grond (perceel 11) 47,9 cm<sup>3</sup> vaste deeltjes. Bij een volumegewicht van 0,967 heeft deze massa vaste stof gezeten in een laag van  $100 \times 47,9 : 36,7 = 130,5$  cm<sup>3</sup> (of  $100 \times 1,26 : 0,967 = 130,5$  cm<sup>3</sup>). De tegenwoordige laag van perceel 11 van den N. B.-grond van 0—40 cm zou dus voor ongeveer 375 jaar een dikte gehad hebben van  $4 \times 13,05 =$  ongeveer 52 cm. Op dezelfde wijze kan de vermoedelijke inklinking van de lagen van de Groninger kuilen 8 (48—56 cm) en 9 (42—50 cm) berekend worden. Beide bezitten ongeveer evenveel klei als de bovengenoemde laag uit den C. C.-polder, nl. resp. 69,3% en 71,0% en volumegewichten van 1,46 en 1,44.

Een tweede voorbeeld levert de Andijker Proefpolder. Bij het droogkomen in het jaar 1927 bezat de slikkige bovenlaag een zeer laag volumegewicht. De in 1930 bemonsterde plek 382 (zie tabel A) ligt dicht bij de in het najaar van 1927 bemonsterde plek N°. 56 (zie Rapport I, Commissie Proefpolder Andijk, tabel VI, blz. 118 en 119 en tabel IX, blz. 150—151). Van deze laatste plek bezat de laag van 20—28 cm een kleigehalte van 87% (op klei + zand = 100), wat niet veel afwijkt van het gemiddelde kleigehalte van de laag van 0—30 cm van plek 382, nl. 84% (gemiddelde van 77,7 + 88,5 + 85,1, zie

tabel A). Het volumegewicht bedroeg in 1927 slechts 0,427 (vaste deeltjes 16,4 volumeprocenten), terwijl in het jaar 1930 de volumegewichten voor de drie bovenste lagen (van 0 tot 30 cm) gestegen waren tot 0,829 — 0,834 — 0,673, gevende eene stijging van de volumina der vaste deeltjes tot 33,0% — 33,3% — 26,0% (zie tabel A). Hieruit laat zich berekenen, dat de bovenste laag van 0—10 cm in 1930, drie jaar te voren, dus in 1927, een dikte gehad moet hebben van  $10 \times 33,0 : 16,4 = 20,1$  cm; die van 10 — 20 cm een dikte van  $10 \times 33,3 : 16,4 = 20,3$  cm en die van 20 tot 30 cm een dikte van  $10 \times 26,0 : 16,4 = 15,9$  cm; de laag van 0—30 cm in het jaar 1930 had dus in het jaar 1927 een dikte van  $20,1 + 20,3 + 15,9 = 56,3$  cm. Er heeft dus eene inklinking van 56,3 cm tot 30 cm plaats gehad. De oorzaak van de sterke inklinking in dit laatste geval, van 56,3 cm tot 30 cm in nauwelijks drie jaar (van najaar 1927 tot zomer 1930), is te zoeken in het aanvankelijk zeer hoge vochtgehalte van de sliklaag van den Andijker Proefpolder. Het natte slik van plek 56 bevatte in het najaar van 1927 niet minder dan 192 gram  $H_2O$  op 100 gram drogen grond, terwijl de watergehalten van de drie bovenste lagen in den zomer van 1930 gedaald waren tot 36,7 — 50,9 — 101,4 (zie tabel A).

Uit de medegedeelde cijfers van de zware knikkige lagen (Groningen, tabel C) en uit het verdere cijfermateriaal, waarover het Bodemkundig Instituut beschikt en dat wij in eene volgende mededeeling hopen te kunnen publiceeren, is de conclusie te trekken, dat het volumegewicht van de oudste en zwaarste lagen van de onderzochte Nederlandsche zeekleipolders niet hooger stijgt dan ongeveer 1,45 (zie o.a. laag 48—56 cm van kuil 8, tabel C, Groningen). Bij een soortelijk gewicht van de vaste deeltjes van ongeveer 2,7 komen in dat geval per 100  $cm^3$  grond  $100 \times 1,45 : 2,7 = 53$   $cm^3$  vaste deeltjes voor en dus 47  $cm^3$  poriën. Dit schijnt wel ongeveer het eindpunt van de zware kleilagen van onze zeekleipolders te zijn. Uit de cijfers van tabel A blijkt, dat de onderzochte kleilagen van den Groetpolder, van den C. C.-polder, van den Andijker Proefpolder en van den Wieringermeerpolder nog heel wat kunnen inklinken. De mogelijke inklinking van de kleilagen van den Julianapolder en den Waardpolder is vrij wat minder.

### C. *Het waterbergendvermogen van de verschillende lagen.*

Een hoog poriënvolume gaat gepaard met een groot waterbergend vermogen. Wij zullen dit aan de bovenste lagen van den Andijker Proefpolder toelichten. De laag van 0—10 cm van plek 382 bevat per 100  $cm^3$  slechts 33  $cm^3$  vaste deeltjes en dus  $100 - 33 = 67$   $cm^3$  poriën. Op het oogenblik van de bemonstering, dus in Juli 1930, waren 30,4  $cm^3$  van deze 67  $cm^3$  poriën met water en dus  $67 - 30,4 = 36,6$   $cm^3$  met lucht gevuld (zie tabel A). Een kolom grond

van 100 cm<sup>2</sup> doorsnede bezat dus in de laag van 0—10 cm, dus in 1000 cm<sup>3</sup>, niet minder dan 366 cm<sup>3</sup> lucht. Eerst bij een regenval van 366 cm<sup>3</sup> op dit oppervlakje van 100 cm<sup>2</sup>, of zooals we het gewoonlijk uitdrukken, bij een regenval van 3,66 cm of 36,6 millimeter, worden alle poriën in de laag van 0—10 cm met water gevuld. De laag van 10—20 cm bezit 24,0% poriën en kan dus het water bij een regenval van 24 millimeter geheel bergen. De laag van 0—20 cm van plek 382 van den Andijker Proefpolder kon dus in den zomer van 1930 al het water bij een regenval van  $36,6 + 24,0 = 60,6$  millimeter bergen. Wanneer men nu verder bedenkt, dat een gedeelte van het gevallen water, vooral in den zomer, snel verdampft, terwijl ook een gedeelte door den zeer goed doorlatenden grond snel wegzakt en naar de drains en de kavelsloten en de maalsloot wordt afgevoerd, dan is het ons duidelijk, dat deze grond, zelfs in de zeer natte maanden, die na de bemonstering in den zomer van 1930 gevolgd zijn, geen last van het regenwater heeft ondervonden.

Dezelfde opmerking, hoewel in mindere mate, is voor de bovenste lagen van den C. C.-polder, den Julianapolder en den Groetpolder te maken. De verschillende lagen van den ouderen polder, waarin perceel 11 van de proefboerderij onder Nieuw-Beerta gelegen is, bezitten een heel wat geringer waterbergend vermogen. Dit gevoegd bij de in de practijk geconstateerde geringere doorlaatbaarheid van de verschillende lagen van dezen ouderen Dollardgrond (zie mede onze D-waarden) maakt, dat deze grond eerder last van water zal vertoonen.

Wij vestigen hier nog de aandacht er op, dat het waterbergend vermogen van de onderzochte zandige lagen van den Wieringermeerpolder nog lager is.

#### D. *Bewerkbaarheid van den grond.*

Het is wel van belang in dit verband nog de aandacht er op te vestigen, dat het lichter of zwaarder ploegen van den grond onder meer ook verband houdt met de grootte van het volumegewicht, resp. van het poriënvolume. Het ligt voor de hand, dat een grond met laag volumegewicht, onder overigens gelijke omstandigheden, gemakkelijker ploegt, dan een grond met hoog volumegewicht.

De bewerkbaarheid van den grond (zwaar of licht ploegen) hangt evenwel niet alleen van het volumegewicht af. Een zware kleigrond, waarvan de deeltjes sterk samengekit zijn, zal moeilijker te ploegen zijn dan een grond met hetzelfde volumegewicht, wier deeltjes evenwel lossier van elkander liggen. Het losmaken van de kleideeltjes, dat bijv. door eene bekalking kan plaatsvinden, kan de structuur van zware en oude kleigronden en daarmee ook hunne bewerkbaarheid, zooals bekend is, in hooge mate verbeteren. Toch zijn de oude,

zware kleigronden, zelfs bij goede inwerking van eene kalkbemesting, niet weer zóó goed te bewerken als de jongste poldergronden. Wij meenen de verklaring hiervoor te moeten zoeken in het hoogere volumegewicht van de oude kleiformalies, dat door eene bekalking niet of althans slechts weinig verminderd wordt. Ook het verschil in de bewerkbaarheid van de zeeklei- en de rivierkleiformalies meenen wij in het verschil in volumegewicht te moeten zoeken. Zelfs jonge rivierkleigronden, die nog rijk aan koolzure kalk en aan kalk in de klei-humussubstantie zijn, zullen, tengevolge van hun hoog volumegewicht, vrij moeilijk te bewerken zijn. Nog moeilijker te bewerken zijn de zeer dichte zandige lagen van de profielen onder Eindhoven.

E. *Verband tusschen poriënvolume en D-waarden van den grond.*

Zoals reeds in Hoofdstuk II uiteengezet is, is een verband tusschen het poriënvolume van den grond en zijn D-waarde in het algemeen niet te verwachten, wat bij een studie van het cijfermateriaal van de tabellen A tot D I bevestigd wordt. Zeer duidelijk komt dit o.a. uit bij de vier reeds meermalen genoemde lagen van den Andijker Proefpolder, plek 382, met de D-waarden 33,7 — grooter dan 115 — grooter dan 115 — 1,9 en de poriënvolumina 67,0% — 66,7% — 74,0% — 77,5%. De laag van ongeveer 40—50 cm bezit zelfs het hoogste poriënvolume (77,5%) en de kleinste D-waarde (1,9). In dit geval, waar de beide cijfers, poriënvolume en D-waarde, zoo sterk uiteenloopen, is de verklaring, ook in onderdeelen, vrij gemakkelijk te geven. Naast capillaire poriën bevat de bovenste laag van plek 382 vele scheurtjes van wel is waar betrekkelijk geringe afmetingen, doch die het water bij de D-bepalingen nog zeer goed doorlaten ( $D = 33,7$ ), terwijl de scheuren in de lagen van ongeveer 10—30 cm zeer breed zijn en zeer groote D-waarden geven ( $D$  grooter dan 115). De poriën van de laag van ongeveer 40—50 cm zijn daarentegen vrijwel alle capillair; scheuren komen hier nagenoeg nog niet voor. Voor zoover wij dit thans kunnen beoordeelen, zal de oorzaak voor het ontbreken van het verband tusschen de poriënvolumina en de D-waarden wel in hoofdzaak in deze richting gezocht moeten worden.

Men zou nu de vraag kunnen stellen, of de bredere en vooral de zeer breede scheuren dan niet van invloed op het volumegewicht zijn. Nu vindt de bepaling van het volumegewicht, zooals in Hoofdstuk II uiteengezet is, op zoodanige wijze plaats, dat de plekken met de breede scheuren vermeden worden. Men is geneigd de opmerking te maken, dat de op deze wijze bepaalde volumegewichten en dus ook de daaruit berekende poriënvolumina, vooral bij de lagen met zeer breede scheuren, dan minder nauwkeurig zullen zijn en wel, dat de gevonden volumegewichten grooter en dus de daaruit berekende poriënvolumina kleiner

zijn, dan in werkelijkheid het geval is. Wij zijn nu evenwel in de gelegenheid geweest, de dikte van de sliklaag van een tweetal plekken in den Andijker Proefpolder in de beide jaren 1927 en 1929 te meten, waarna, met behulp van deze cijfers en het poriënvolume uit het jaar 1927, het poriënvolume van het jaar 1929 berekend kan worden. Dit bleek met het inderdaad in het jaar 1929 gevonden poriënvolume vrij goed overeen te stemmen<sup>1)</sup>. Het maakt den indruk, dat de groote en breede scheuren, die bij de bepaling van het volumegewicht vermeden worden, van betrekkelijk weinig invloed op het gemiddelde volume-gewicht van de geheele laag zijn, terwijl hun invloed op de D-waarden juist zeer groot is.

Dat ook in de zandige lagen geen verband tusschen de D-waarden en het volumegewicht, resp. het poriënvolume, optreedt, is aan het cijfermateriaal van de zandige lagen van de Wieringermeerprofielen te zien. De D-waarden bijv. van de lagen van het profiel *c* (geheel zand) liggen tusschen 4,5 en 0,5 in, terwijl de poriënvolumina schommelen tusschen 41% en 43%, waarbij nog de bovenste twee lagen met de hoogste D-waarden (4,5 en 4,4) het laagste (40,9) en het hoogste (43,0) poriënvolume bezitten.

In Hoofdstuk IV is de opmerking gemaakt (zie blz. 151), dat de D-waarden van de meer zandige, mariene afzettingen over het algemeen hooger zijn dan die van de leemig-zandige gronden. Een zelfde verschil valt ten opzichte van de poriënvolumina van deze tweede typen op te merken; de poriënvolumina van het eerste type zijn grooter dan 40, die van de sterk ondoorlatende ondergronden uit Eindhoven alle lager dan 40.

---

<sup>1)</sup> Het betreft plek 56/57, gelegen op het midden van Kavel III van den Andijker Proefpolder (zie publicatie noot N°. 2, blz. 118, An. N°. 70 en 71 en blz. 124, An. N°. 139). In October 1927 werd hier een dikte van de sliklaag van 45,0 cm ( $d_1$ ) en een volume-gewicht van 0,43 ( $v_1$ ) gevonden. In Augustus 1929 bedroeg het volumegewicht 0,71 ( $v_2$ ). Hieruit is de dikte van de sliklaag in Augustus 1929 ( $d_2$ ) te berekenen: immers  $d_1 \times v_1 = d_2 \times v_2$ ; dus  $d_2 = 45,0 \times 0,43 : 0,71 = 27,3$  cm. Bij meting werd de dikte van de sliklaag in Augustus 1929 gevonden op 27,5 cm.

## HOOFDSTUK VI.

**De luchtcapaciteit volgens Kopecký.**

Zooals in Hoofdstuk II reeds kort is medegedeeld, wordt onder de luchtcapaciteit van den grond verstaan de hoeveelheid water in  $\text{cm}^3$ , die uit een geheel met water verzadigde grondmassa, welke zich in een ring van  $100 \text{ cm}^3$  inhoud bevindt, in een bepaalden tijd, vrij uitlekt. Het uitlekkende water, dat de niet-capillaire poriën gevuld heeft, wordt door lucht vervangen; vandaar de naam: luchtcapaciteit.

Enkele van de onderzochte lagen zijn op hunne luchtcapaciteit onderzocht (zie tabel E, blz. 186). Hierbij werden opnieuw het volumegewicht en het gehalte aan water op drogen grond bepaald (zie mede tabel E). Vooral ten opzichte van het laatste cijfer kunnen soms vrij groote verschillen tusschen de cijfers van de tabellen A en E optreden, omdat deze beide bepalingen op verschillende data verricht zijn en de grond intusschen of water verloren, of water opgenomen kan hebben. Ook de poriënvolumina van de corresponderende lagen wijken soms vrij sterk van elkander af; hierbij is evenwel te bedenken, dat de lagen niet steeds op precies dezelfde diepten genomen zijn. De cijfers van tabel E behoeven verder weinig toelichting. Nà het uitlekken bevat  $100 \text{ cm}^3$  van de laag van 2—6 cm van den Andijker Proefpolder (plek 382)  $39,0 \text{ cm}^3$  vaste deeltjes, verder nog  $43,4 \text{ cm}^3$  water (dat dus capillair gebonden is) en  $100 - (39,0 + 43,4) = 17,6 \text{ cm}^3$  lucht (zie tabel E). Per  $100 \text{ cm}^3$  grond komen dus  $43,4 \text{ cm}^3$  capillaire poriën en  $17,6 \text{ cm}^3$  niet-capillaire poriën voor; het totale poriënvolume =  $43,4 + 17,6 = 61,0 \text{ cm}^3$ . De luchtcapaciteit is dus 17,6.

Bij de bepaling van de luchtcapaciteit worden, evenals bij de bepaling van het volumegewicht, de plekken met groote en breede scheuren zooveel mogelijk vermeden. Aangezien het juist deze breede scheuren in de kleilagen zijn, die de hooge waarden voor de luchtcapaciteit zouden moeten geven, zijn sterk uiteenlopende cijfers in de luchtcapaciteiten hier niet te verwachten en geven de op deze wijze verkregen cijfers ook niet de juiste waarden voor de luchtcapaciteit aan. In het bijzonder zal het dus mogelijk zijn, dat in de lagen met zeer breede scheuren, die zich door zeer hooge D-waarden kenmerken, geen buitengewoon hooge waarden voor de luchtcapaciteit gevonden worden. Zoo is het wel te verklaren, dat de bovenste laag van den Andijker Proefpolder, plek 382, zelfs een hoogere luchtcapaciteit (17,6) bezit dan de laag van 12—16 cm (luchtcapaciteit = 12,6), terwijl toch in deze tweede laag èn blijkens de profielbeschrijving, èn blijkens de gevonden D-waarden (zie tabel A), veel bredere scheuren dan in de bovenste laag voorkomen. Deze bredere scheuren zijn evenwel bij de bepaling van de luchtcapaciteit vermeden en de onder-

zochte gedeelten van de laag van 12—16 cm bezitten blijkbaar minder kleinere scheurtjes dan die van de laag van 2—6 cm, wat de kleinere luchtcapaciteit van deze tweede laag (12—16 cm) verklaart. Geheel in overeenstemming met de gevonden D-waarden zijn dan weer de waarden voor de luchtcapaciteit van de onderste lagen van dit profiel, nl. 1,4 van de slikkige laag van 43—47 cm ( $D = 1,9$ ), 22,7 van de zandige laag van 60—64 cm ( $D = 20,4$  in de laag van 52—59 cm) en de kleine waarden van 2,3 en 2,9 in de lagen van ongeveer 80—90 cm (D-waarden van ongeveer 1,7—2,8).

Ook bij de profielen van den C. C.-polder en van den Groetpolder bestaat een vrij goede overeenstemming tusschen de D-waarden en de luchtcapaciteiten. Bij het profiel van den Julianapolder valt vooral op te merken, dat de laag van 60—67 cm, met de zeer hooge D-waarde van 129,5, de geringe luchtcapaciteit van slechts 2,2 blijkt te bezitten. Daarentegen zijn de luchtcapaciteiten van het profiel van den Waardpolder vrij hoog, terwijl de D-waarden hier gering zijn. Een en ander ware misschien zóó te verklaren, dat de zeer hooge D-waarde van de betreffende laag van den Julianapolder zoo goed als geheel door breede scheuren beheerscht wordt, terwijl de lagen van den Waardpolder weinig zeer breede scheuren, doch daarentegen meer kleinere tot zeer kleinere scheuren bevatten, die evenwel het water nog doorlaten. In overeenstemming met de kleinere D-waarden bezitten de onderzochte lagen van het profiel Nieuw-Beerta weer vrij lage luchtcapaciteiten.

De methodische fouten, welke een gevolg zijn van het gebruiken van filtreerpapier en van het niet geheel verdringen van de aanwezige lucht door het water, komen duidelijk bij de luchtcapaciteitcijfers van het profiel c, geheel zand, van den Wieringermeerpolder voor den dag. In dit in water geslepte zand, waarin tijdens het onderzoek nog geen plantengroei en geen dierlijk leven voorkwam, was een luchtcapaciteit van practisch nul te verwachten. In tegenstelling hiermede worden de vrij hooge waarden van 13,0 tot 7,9 gevonden. Het komt ons voor, dat bij deze monsters een gedeelte van het water uit de minder fijne poriën door het filtreerpapier is weggezogen. Verreweg de grootste fout wordt echter veroorzaakt door het feit, dat de grond te heterogeen is, om met 2 metingen te kunnen volstaan. Bij uitbreiding van het aantal bepalingen per laag wordt deze methode echter zeer tijdroovend. Naar het ons voorkomt, dient voor de bepaling van de luchtcapaciteit daarom naar een andere methode te worden omgezien (zie ook blz. 110).

Wij geven bij voorbaat gaarne toe, dat de bovenstaande beschouwingen op vele punten nog door verder onderzoek bevestigd en aangevuld zullen moeten worden, terwijl in de eerste plaats getracht zal moeten worden, de methodische fouten op te heffen.

## HOOFDSTUK VII.

**Eenige slotbemerkingen.**

Uit het bovenstaande zal het duidelijk zijn, dat we nog slechts aan het begin van onze onderzoekingen, betreffende de natuurkundige constanten van de Nederlandsche gronden staan. In de eerste plaats stellen wij ons thans voor, onze onderzoekingen over meerdere bodemtypen uit te breiden. Wij zijn reeds in het bezit van D-waarden en volumegegewichten, met de bijbehorende resultaten van het algemeen onderzoek (klei, zand, humus en koolzure kalk) van vrij zandige profielen uit De Zijpe (Noord-Holland) en van de meer of minder zware kleiige lagen van het Ontwateringsproefveld in den Wieringermeerpolder bij Kolhorn (Kavel D 45). Het lijkt ons van belang, thans eenig cijfermateriaal van de kweldergronden van den Dollard en van eenige minder jonge Dollardpolders (bijv. van den Finsterwolderpolder) en verder van eenige rivierkleigronden te verzamelen.

Tegelijkertijd zal dan getracht worden, de toegepaste methoden zooveel mogelijk te verbeteren.

Behalve de vragen, die reeds in deze verhandeling gesteld zijn (o.a. onderzoek naar de D-waarden in horizontale richting), rijzen nog tal van andere vragen op, waarvan de belangrijkste wel betrekking heeft op den invloed van de groundbewerking, de plantengroei en de weersgesteldheid (veel regen, strenge vorst, enz.) op de onderzochte physische grootheden. Voor zoover wij dit thans kunnen beoordeelen, zal deze invloed op de D-waarde en op de luchtcapaciteit vrij groot kunnen zijn, terwijl het volumegegewicht minder groote veranderingen zal ondergaan. Hierbij is te bedenken, dat de veranderingen van de physische bodemgrootheden, onder invloed van weersgesteldheid, plantengroei en groundbewerking, in onze jonge zeekleigronden, dus in het jeugd stadium van dit type ongetwijfeld grootere afmetingen zullen aannemen dan in de oude zeekleigronden, wanneer het bodemskelet reeds vastere vormen heeft aangenomen.

Wij herhalen hier, dat het nut van het bepalen van de physische constanten van den grond naast andere grootheden (klei, zand, humus, koolzure kalk), voorloopig althans, vrijwel geheel hierin zal liggen, dat het de mogelijkheid schept, op juister en meer objectiever wijze de verschillende bodemtypen onderling te vergelijken, dan thans nog op grond van oculaire en andere subjectieve waarnemingen mogelijk is. In het bijzonder meenen wij, dat de kennis van de physische bodemconstanten, die toch wel met de verdeeling van de gronddeeltjes in de ruimte zullen samenhangen, de mogelijkheid moet scheppen, datgene, wat tot nu toe altijd zeer vaag „de structuur van den grond” genoemd wordt, door in cijfers uitgedrukte grootheden te benaderen.



Het onderzoek naar de physische constanten van den grond vergt evenwel veel tijd, maar wij meenen duidelijk gemaakt te hebben, dat het zijn nut heeft, dit werk te verrichten. Eerst wanneer het noodige cijfermateriaal te onzer beschikking staat, zal het ons mogelijk zijn, een eindoordeel over de practische beteekenis van de physische constanten van den grond uit te spreken.

---

## OVERZICHT VAN DE TABELLEN.

Tabellen I tot en met XVI*b*. Doorlaatbaarheidscijfers per kuil en per laag van elk profiel afzonderlijk met de gemiddelde D-waarden (meters water per etmaal) per laag. Uit zuinigheidsoverwegingen zijn deze tabellen niet opgenomen. Aan hen, die in dit cijfermateriaal, alsmede in de afzonderlijke doorlaatbaarheidsbepalingen van elke laag (totaal ongeveer 5700 cijfers), belang stellen, wordt dit cijfermateriaal gaarne door den Directeur van het Bodemkundig Instituut te Groningen ter inzage verstrekt.

Tabel XVII en XVII*a*. Volledig overzicht van de met alle ringen verkregen doorlaatbaarheidscijfers van vier lagen, afkomstig van vier verschillende profielen.

Tabel XVIII. Overzicht van de gemiddelde D-waarden van alle lagen van de 19 onderzochte profielen.

De gehalten aan water, koolzure kalk, humus, klei en zand, alsmede de volumegewichten, soortelijk gewichten en de daaruit berekende poriënvolumina enz. zijn opgenomen in:

Tabel A      Wieringermeer (profielen *a*, *b*, *c* en *d*), Groetpolder (1ste en 2de plek), Waardpolder, Proefboerderij onder Nieuw-Beerta, Juliana-polder, Carel Coenraadpolder en Andijkerproefpolder;

Tabel B I     Rietwijkeroorderpolder (bij Amsterdam);

Tabel C      Gemeenteterrein Groningen;

Tabel D I     Ontwateringsproefveld (nabij Eindhoven).

De gehalten aan de verschillende klei- en zandfracties zijn opgenomen in:

Tabel B II.   Rietwijkeroorderpolder (bij Amsterdam);

Tabel D II.   Ontwateringsproefveld (nabij Eindhoven);

Tabel E.      Luchtcapaciteit volgens КОРЕЦКЫ (Wieringermeerpolder, Groetpolder, Waardpolder, Proefboerderij onder Nieuw-Beerta, Juliana-polder en Andijker Proefpolder).

TABEL XVII.

*Doorlaatbaarheden*<sup>1</sup> volgens Kopecky, in liters doorgelopen water per uur (kolom grond, 7 cm hoog en 38,5 cm<sup>2</sup> doorsnede). De gemiddelde doorlaatbaarheid D is uitgedrukt in meters water per 24 uur.

Type I. Zandgrond Wieringermeer (profiel c : geheel zand, laag 54—61 cm).		Type II. Zware kleigrond Carel Coenraadpolder (laag 12—19 cm).		Type III. Zware kleigrond Proefboerderij Nieuw-Beerta (perceel 11, laag 5—12 cm).	
0,240	0,540	2,040	6,480	0,001	0,132
0,600	0,430	8,400	27,600	10,320	22,200
0,480	0,750	6,480	<b>39,600</b>	5,250	0,004
0,540	0,300	3,600	31,320	0,369	0,002
0,300	0,340	3,000	26,520	0,028	0,004
0,340	0,450	12,960	12,000	4,680	0,002
0,340	0,540	8,400	0,900	0,225	0,002
0,680	0,650	4,200	3,780	0,140	6,240
0,780	0,400	18,840	21,000	0,001	0,002
<b>1,700</b>	0,350	0,164	0,660	<b>0,001</b>	0,204
0,800	0,330	0,136	7,860	0,303	0,002
0,400	0,350	0,370	<b>0,060</b>	0,720	0,609
0,840	0,710	2,160	12,840	0,180	0,005
0,560	0,340	5,520	10,440	0,020	0,000
0,600	0,460	0,158	32,880	<b>23,760</b>	6,480
0,320	0,530	0,510	17,880	0,305	0,002
0,380	0,580	11,400	30,000	<b>0,000</b>	3,075
1,020	0,850	1,290	7,680	5,880	0,004
1,400	0,500			1,710	1,400
0,660	0,590			0,145	0,480
0,520	0,530			2,250	5,400
0,560	0,520			0,570	0,991
0,400	0,450			0,926	0,252
0,560	0,380			19,200	19,200
0,380	0,700				
0,600	0,920				
0,900	0,570				
D = 3,6 (meters per 24 uur) 54 ringen.		D = 65,4 (meters per 24 uur) 36 ringen.		D = 18,6 (meters per 24 uur) 48 ringen.	

TABEL XVIIa.

*Doorlaatbaarheden volgens Kopecky, in liters doorgelopen water per uur (kolom grond, 7 cm hoog en 38,5 cm<sup>2</sup> doorsnede). De gemiddelde doorlaatbaarheid D is uitgedrukt in meters water per 24 uur.*

Grasland onder Zijpe (Augustus 1931), kuil 1, laag van 30—37 cm.		Grasland onder Zijpe (Augustus 1931), kuil 1, laag van 30—37 cm.	
0,900	1,500	48,600	64,800
66,600	1,980	0,744	1,188
0,960	1,440	0,756	1,116
36,000	49,500	0,480	2,110
1,512	1,308	1,740	1,368
0,876	1,488	0,732	3,700
0,960	1,896	3,384	61,200
1,344	34,560	0,912	1,728
0,768	1,140	63,000	1,800

D = 80,3  
(meters per 24 uur)  
36 ringen.

TABEL XVIII.

*Gemiddelde D-waarden (meters water, welke per etmaal door een in een ring gebracht de lucht uitstroomen). De tusschen haakjes geplaatste cijfers geven aan het aantal malen punt in het D-cijfer geeft het midden van de diepte van de bemonsterde laag aan. (Bij*

Diepte in cm onder maai- veld.	Andijker Proefpolder.		Carel Coenraad- polder.	Groetpolder.		Nieuw- Beerta.	Juliana- polder.	Waard- polder.	Wieringermeer (nog niet i)	
	Plek 382.	Plek 383.		Iste plek.	2de plek.				Gelaagd profiel (d).	Zand op klei (a).
10	33.7 (13)		115. (30)			30.0				3.3 (0)
20	115. (35)		65.4 (21)			10.2	50.1 (17)	8.0 (3)		1.5 (0)
30	115. (25)		28.5 (8)	29.6 (12)	34.0 (12)	4.8	4.2 (1)	5.0 (0)	38.4 (15)	1.8 (0)
40		31.0 (13)	57.9 (28)	50.4 (22)	79.9 (30)	16.8	2.5 (0)	0.7 (0)	6.8 (2)	
50	1.9 (0)	19.8 (10)	96.2 (27)	72.9 (26)	83.2 (32)	6.6	17.9 (5)		0.4 (0)	
60	20.4 (5)		57.5 (20)	72.1 (26)	92.8 (29)	31.1	14.2 (4)	2.7 (0)		
70	1.0 (0)		65.9 (22)			23.0	129.5 (23)	2.3 (0)		3.3 (1)
80			19.0 (7)		62.6 (22)	21.7	13.5 (5)	2.3 (0)	17.7 (8)	17.0 (8)
90				71.5 (20)	15.9 (4)					
100	2.8 (0)			64.8 (18)	19.7 (9)	12.2	5.0 (3)	1.2 (0)	10.7 (5)	
110	3.3 (0)							0.2 (0)		

TABEL XVIII.

kolom grond van 7 cm hoogte en 38,5 cm<sup>2</sup> doorsnede, in de natuurlijke ligging, vrij in lat op een totaal van 36 D-bepalingen, een grootere D-waarde dan 31 gevonden is. De Andijk, plek 382, laag van 0—7 cm, punt in het cijfer 33.7 op 3.5 cm onder maai-veld).

polder (cultuur).		Rietwijkeroorder- polder (bij Amsterdam).		Toekomstig Oosterpark gemeente Groningen.			Ontwaterings- proefveld nabij Eindhoven.		Diepte in cm onder maai- veld.
Zand op veen op klei (b).	Geheel zand (c).	Kuil I (grasland).	Kuil II (bouwland).	Kuil 7 (grasland).	Kuil 8 (grasland).	Kuil 9 (grasland).	Kuil I (bouwl.).	Kuil II (grasland).	
3.8 (0)		0.1 (0)	116.4 (31)	0.3 (0)	0.2 (0)	1.9 (0)	14.8 (11)	0.3 (0)	—10
1.3 (0)	4.5 (0)	0.9 (0)	101.9 (20)	17.2 (6)	4.2 (0)	15.8 (6)	3.0 (1)	0.8 (0)	—20
2.9 (0)	4.3 (0)	1.8 (0)	11.5 (2)	0.8 (0)	1.6 (1)	1.1 (0)			—30
4.3 (0)			1.2 (0)				1.8 (0)	0.1 (0)	—40
6.0 (1)	4.3 (0)	1.5 (0)	2.4 (0)	0.05 (0)	0.04 (0)	1.5 (1)	1.4 (0)	0.2 (0)	—50
	3.6 (0)	4.9 (0)	4.0 (0)	0.009 (0)	0.002 (0)	0.3 (0)			—60
		11.8 (2)		0.05 (0)	0.1 (0)				—70
1.0 (0)			11.4 (3)			0.1 (0)	1.6 (0)	0.2 (0)	—80
	1.2 (0)	29.0 (8)	28.9 (12)	1.0 (0)		1.0 (0)	0.2 (0)		—90
3.4 (1)	0.4 (0)	45.2 (15)			2.1 (1)			0.0 (0)	—100
				1.2 (0)	4.8 (1)	0.8 (0)	0.1 (0)		—110
				1.1 (0)		1.5 (0)		1.1 (0)	
					7.0 (2)		2.3 (0)		
					14.8 (9)			0.4 (0)	

TABEL A 1.

Wieringermeerpolder (profielen a, b, c en d); Groetpolder, Waardpolder, Proefboerderij

Her- komst.	N°. H.	Laag (in cm).	Gr. H <sub>2</sub> O per 100 gr. drogen grond.	Pro- centen klei op minerale bestand- deelen.	Hoofd- groep.	Ge- middelde doorlaat- baarheid = D (meters water per ctmaal).	Procenten, op droge stof aan:				
							CaCO <sub>3</sub> .	hu- mus.	klei.	zand.	NaCl.
Zand op klei (a).	H 11	5—12	24,3	3,3	V	3,34	5,0	0,4	3,1	90,6	0,87
	H 12	15—22	27,1	4,2	V	1,50	5,7	0,5	3,9	89,0	0,86
	H 13	25—32	27,9	4,0	V	1,84	6,2	0,5	3,7	88,9	0,66
	H 14	62—69	69,9	40,1	II	3,34	12,6	1,3	33,9	50,6	1,60.
	H 15	75—82	79,4	51,5	II	17,02	14,5	0,6	42,8	40,3	1,83
	H 14	62—69	69,9	40,1	IIhor	6,33	12,6	1,3	33,9	50,6	1,60
	H 15	75—82	79,4	51,5	IIhor	2,53	14,5	0,6	42,8	40,3	1,83
Zand op veen op klei (b).	H 42	0—7	27,6	3,0	V	3,84	5,7	0,5	2,8	90,7	0,34
	H 43	10—17	406,1	veen	veen	1,33	7,2	31,3	14,8	34,4	12,29
	H 44	25—32	891,1	veen	veen	2,86	0	69,0	9,1	2,1	19,76
	H 45	35—42	893,0	veen	veen	4,32	0	65,4	10,6	5,8	18,16
	H 46	45—52	938,4	veen	veen	6,04	0	64,8	10,7	6,9	17,63
	H 47	65—72	185,1	83,8	I	0,97	0	8,8	74,0	14,3	2,90
	H 48	80—87	173,5	84,2	I	3,36	0	7,1	76,1	14,3	2,45
	H 47	65—72	185,1	83,8	Ihor	10,62	0	8,8	74,0	14,3	2,90
H 48	80—87	173,5	84,2	Ihor	9,76	0	7,1	76,1	14,3	2,45	
Geheel zand (c).	H 103	12—19	23,9	2,3	V	4,46	4,6	0,4	2,2	92,5	0,33
	H 104	26—33	26,5	3,1	V	4,32	5,4	0,3	2,9	90,6	0,77
	H 105	40—47	24,6	3,2	V	4,26	5,3	0,3	3,0	90,7	0,72
	H 106	54—61	26,5	3,3	V	3,56	5,0	0,3	3,1	90,9	0,72
	H 107	68—75	29,5	6,8	V	1,22	6,0	0,2	6,3	86,8	0,72
	H 108	82—89	26,5	9,9	V	0,43	5,8	0,4	9,2	84,0	0,59
Gelaagd profiel (d).	H 73	25—32	43,4	12,5	IV	38,40	5,1	1,6	11,5	80,6	1,18
	H 74	32—42	47,0	15,1	IV	6,80	5,6	1,5	13,9	78,0	0,95
	H 75	46—53	75,2	28,5	III	0,41	6,2	3,4	25,4	63,6	1,38
	H 76	57—64	103,3	48,9	II	1,30	6,5	4,6	42,6	44,5	1,83
	H 77	72—79	56,4	19,8	IV	17,67	6,7	2,0	17,9	72,5	0,94
	H 78	85—92	80,9	37,8	III	10,65	7,1	2,8	33,6	55,2	1,25

TABEL A 1.

nder Nieuw-Beerta, Julianapolder, Carel Coenraadpolder en Proefpolder Andijk.

Gr. NaCl per L. bodemvocht.	N°. H.	Laag (in cm).	Volume-gewicht.	Soortelijk gewicht.	Poriënvolume in %.	Gr. H <sup>2</sup> O per 100 gr. drogen grond.	100 cm <sup>3</sup> in natuurlijke ligging bevatten cm <sup>3</sup> .		
							droge stof.	water.	lucht.
35,8	H 1—2	8—16	1,56	2,67	41,6	24,8	58,4	38,6	3,0
31,7	H 3—4	17—25	1,51	2,68	43,6	26,2	56,4	39,6	4,0
23,7	H 5—6	25—33	1,54	2,67	42,5	26,4	57,5	40,4	2,1
22,9	H 7—8	62—70	0,89	2,64	66,5	73,4	33,5	64,8	1,7
23,0	H 9—10	77—85	0,74	2,63	71,7	95,9	28,3	70,7	1,0
22,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,3	H 28—29	0—18	1,47	2,66	44,9	25,7	55,1	37,7	7,2
30,3	H 30—31	10—17	0,12	1,87	94,0	764,0	6,0	86,4	7,6
22,2	H 32—33	25—33	0,11	1,81	94,1	848,0	5,9	89,8	4,3
20,3	H 34—35	35—43	0,10	1,82	94,9	994,4	5,1	92,6	2,3
18,8	H 36—37	45—53	0,09	1,76	94,9	1032,8	5,1	94,0	0,9
15,7	H 38—39	65—73	0,45	2,60	83,0	188,6	17,0	83,3	0,3
14,1	H 40—41	80—88	0,45	2,57	82,4	181,2	17,6	82,1	0,3
15,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,8	H 91—92	12—20	1,57	2,66	40,9	24,5	59,1	38,4	2,5
29,1	H 92—94	26—34	1,52	2,67	43,0	26,4	57,0	40,2	2,8
29,3	H 95—96	40—48	1,54	2,67	42,3	27,3	57,7	42,0	0,3
27,2	H 97—98	54—62	1,53	2,66	42,6	28,0	57,4	42,4	0,2
24,4	H 99—100	68—76	1,53	2,66	42,5	26,8	57,5	41,0	1,5
22,3	H 101—102	82—90	1,55	2,67	42,0	26,6	58,0	41,1	0,9
27,2	H 61—62	27—35	1,09	2,65	58,8	51,1	41,2	55,7	3,1
20,2	H 63—64	37—45	0,91	2,65	65,7	71,3	34,3	64,8	0,9
18,4	H 65—66	46—54	0,81	2,62	69,1	84,7	30,9	68,7	0,4
17,7	H 67—68	56—64	0,77	2,62	70,6	90,4	29,4	69,6	1,0
16,7	H 69—70	73—81	0,96	2,63	63,7	63,3	36,3	60,5	3,2
15,5	H 71—72	84—92	0,91	2,63	65,6	70,4	34,4	63,2	2,4



TABEL A 2.

Her- komst.	N <sup>o</sup> . B of H.	Laag (in cm).	Gr. H <sup>2</sup> O per 100 gr. drogen grond.	Pro- centen klei op minerale bestand- deelen.	Hoofd- groep.	Ge- middelde doorlaat- baarheid = D (meters water per etmaal).	Procenten, op droge stof aan:				
							CaCO <sub>3</sub> .	hu- mus.	klei.	zand.	NaCl.
Groet- polder. Iste plek.	H 133	26—33	29,2	40,7	II	29,59	2,9	3,3	38,2	55,6	0
	H 134	37—44	29,0	40,0	II	50,43	2,8	3,3	37,6	56,3	0
	H 135	47—54	50,9	76,4	I	72,89	3,6	4,6	70,1	21,7	0
	H 136	57—64	49,7	74,6	I	72,07	3,0	4,2	69,2	23,6	0
	H 137	75—82	31,9	38,2	III	71,45	8,2	5,1	33,1	53,6	0
	H 138	87—94	48,2	63,8	I	64,75	0	4,2	61,1	34,7	0
Groet- polder. 2de plek.	H 202	26—33	31,3	40,6	II	33,99	3,1	3,6	37,9	55,4	0
	H 203	36—42	47,0	69,4	I	79,86	2,1	4,2	65,0	28,7	0
	H 204	46—53	57,2	77,6	I	83,17	4,5	4,5	70,6	20,4	0
	H 205	59—66	87,0	74,2	I	92,75	1,2	16,9	60,8	21,1	0
	H 206	68—75	53,6	51,1	II	62,58	0	6,2	47,9	45,9	0
	H 207	77—84	44,3	43,8	II	15,92	7,2	1,5	40,0	51,3	0
	H 208	89—96	42,5	41,6	II	19,69	14,7	1,0	35,1	49,2	0
Waard- polder.	H 155	12—19	26,2	12,2	IV	7,99	4,4	4,1	11,2	80,3	0
	H 156	25—32	27,8	12,0	IV	5,04	4,5	4,4	10,9	80,2	0
	H 157	37—44	29,6	10,0	IV	0,70	4,7	2,5	9,3	83,5	0
	H 158	49—56	39,4	15,7	IV	2,65	7,3	4,3	13,9	74,5	0
	H 159	60—67	40,4	24,7	III	2,28	12,0	3,2	23,4	71,4	0
	H 160	71—78	34,4	18,1	IV	2,34	6,2	2,8	16,5	74,5	0
	H 161	85—92	376,0	veen	—	1,24	0	73,0	19,0	8,0	0
	H 162	101—108	107,6	66,2	I	0,23	0	7,7	61,1	31,2	0
Proef- boerderij Nieuw- Beerta.	B 3423	0—7	niet bekend	72,0	I	29,95	0	4,4	68,8	26,8	0
		10—17				10,24					
		20—27				4,77					
	B 3424	30—37	76,9	I	16,83	0	2,1	75,3	22,6	0	
		40—47			6,55						
	B 3425	50—57	73,3	I	31,07	1,1	0,5	72,9	25,5	0	
		60—67			23,00						
	B 3426	70—77	77,4	I	21,66	0	4,4	74,0	21,6	0	
80—87		13,84									
90—97		12,18									

TABEL A 2.

Gr. NaCl per L. bodemvocht.	N°. H.	Laag (in cm).	Volume-gewicht.	Soortelijk gewicht.	Poriënvolume in %.	Gr. H <sup>2</sup> O per 100 gr. drogen grond.	100 cm <sup>3</sup> in natuurlijke ligging bevatten cm <sup>3</sup>		
							droge stof.	water.	lucht.
0	H 121—122	25—33	1,32	2,63	49,9	28,4	50,1	37,4	12,5
0	H 123—124	36—44	1,20	2,66	55,0	34,2	45,0	41,0	14,0
0	H 125—126	46—54	0,89	2,60	66,0	60,0	34,0	53,0	13,0
0	H 127—128	56—64	0,94	2,62	64,2	44,6	35,8	41,9	22,3
0	H 129—130	66—74	1,10	2,63	58,2	25,7	41,8	28,2	30,0
0	H 131—132	87—95	1,02	2,57	60,3	47,3	39,7	48,1	12,2
0	H 192—193	26—34	0,90	2,63	65,8	55,2	34,2	49,7	16,1
0	H 194—195	36—44	0,87	2,62	67,0	60,5	33,0	52,3	14,7
0	H 196—197	46—54	0,85	2,62	67,5	64,7	32,5	55,0	12,5
0	H 198—199	59—67	0,64	2,40	73,6	90,0	26,4	56,8	16,8
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	H 200—201	85—93	1,15	2,68	57,0	42,9	43,0	49,3	7,7
0	H 139—140	12—20	1,09	2,60	57,9	26,9	42,1	29,4	28,5
0	H 141—142	25—33	1,16	2,60	55,7	26,9	44,3	31,0	24,7
0	H 143—144	37—45	1,25	2,63	52,5	30,4	47,5	38,0	14,5
0	H 145—146	49—57	1,05	2,61	60,0	40,4	40,0	42,1	17,9
0	H 147—148	60—68	1,01	2,62	61,6	50,4	38,4	50,6	11,0
0	H 149—150	71—79	1,12	2,62	57,2	38,8	42,8	43,0	14,2
0	H 151—152	85—93	0,174	1,65	89,5	464,4	10,5	80,7	8,8
0	H 153—154	101—109	0,66	2,56	74,3	107,0	25,7	70,3	4,0
0	—	7—15	1,24	—	53,3	32,8	46,7	42,2	11,1
0	—	24—32	1,31	—	50,6	33,9	49,4	45,0	5,6
0	—	38—46	1,23	—	53,6	39,9	46,4	49,2	4,4
0	—	56—64	1,20	—	55,0	41,2	45,0	49,3	5,7
0	—	65—73	1,13	—	57,6	46,5	42,2	52,4	5,4
0	—	80—88	0,99	—	62,5	54,9	37,5	54,5	8,0

TABEL A 3.

Her- komst.	N <sup>o</sup> . An. of B.	Laag (in cm).	Gr. H <sup>2</sup> O per 100 gr. drogen grond.	Pro- centen klei op minerale bestand- deelen.	Hoofd- groep.	Ge- middelde doorlaat- baarheid = D (meters water per etmaal).	Procenten, op droge stof aan:				
							CaCO <sub>3</sub> .	hu- mus.	klei.	zand.	NaCl.
Juliana- polder.	B 3607	10—17	42,9	56,7	II	50,14	10,0	4,2	48,5	37,3	0
	B 3608	20—27	39,6	52,8	II	4,23	10,6	3,0	45,6	40,8	0
	B 3609	30—37	37,6	46,7	II	2,53	10,9	2,3	40,5	46,3	0
	B 3610	40—47	36,2	55,6	II	17,86	12,1	1,9	47,8	38,2	0
	B 3611	50—57	31,5	42,7	II	14,16	11,6	2,0	36,9	49,5	0
	B 3612	60—67	39,0	56,8	II	129,49	10,9	1,9	49,5	37,7	0,03
	B 3613	71—78	28,0	29,5	III	13,46	7,7	1,0	26,9	64,4	0,04
	B 3614	80—87	29,1	10,9	IV	6,74	5,9	1,8	9,4	82,9	0,05
	B 3615	90—97	27,9	11,3	IV	4,98	6,1	0,8	10,5	82,5	0,05
Carel Coen- raad- polder.	B 3568	0—7	40,9	66,1	I	grooter dan 115	8,7	5,4	56,5	29,4	0
	B 3569	12—19	42,9	65,4	I	65,40	8,9	4,9	56,4	29,8	0
	B 3570	21—28	39,1	58,3	II	28,53	9,1	3,7	50,9	36,4	0
	B 3571	30—37	50,7	66,3	I	57,86	9,1	3,9	57,7	29,3	0
	B 3572	40—47	52,7	76,7	I	96,17	10,0	3,6	66,3	20,1	0
	B 3573	50—57	55,0	71,8	I	57,53	10,2	3,2	62,2	24,4	0,04
	B 3574	60—67	79,3	84,2	I	65,93	11,4	3,9	71,2	13,4	0,09
	B 3575	72—79	82,6	79,2	I	19,03	10,9	3,8	67,4	17,7	0,18
Andijk. Plek 382.	An. 4225	0—7	31,9	77,7	I	33,74	10,9	3,4	66,5	19,1	0,05
	An. 4226	10—17	73,7	88,5	I	grooter dan 115	10,6	5,1	74,3	9,7	0,26
	An. 4227	20—27	80,2	85,1	I	grooter dan 115	10,7	4,2	72,2	12,6	0,26
	An. 4228	40—47	124,0	72,0	I	1,89	12,3	3,2	60,4	23,5	0,62
	An. 4229	52—59	24,5	4,3	V	20,39	9,4	0	3,9	86,6	0,14
	An. 4230	65—72	26,5	9,0	V	0,97	9,3	0,6	8,1	81,8	0,21
	An. 4231	77—84	29,4	13,0	IV	1,68	13,2	0,2	11,2	75,1	0,31
	An. 4232	92—99	45,1	24,6	III	2,76	16,9	0,4	20,2	61,9	0,57
	An. 4233	103—110	44,1	19,6	IV	3,34	18,0	0,9	15,8	64,7	0,61
Andijk. Plek 383.	An. 4234	33—40	85,9	64,2	I	30,96	18,6	1,5	50,8	28,3	0,77
	An. 4235	43—50	44,4	22,9	III	19,75	17,8	1,1	18,5	62,1	0,49

TABEL A 3.

Gr. NaCl per L. bodenvoicht.	N. An. of B.	Laag (in cm).	Volume-gewicht.	Soortelijk gewicht.	Poriënvolume in %.	Gr. H <sup>2</sup> O per 100 gr. drogen grond.	100 cm <sup>3</sup> in natuurlijke ligging bevatten cm <sup>3</sup>		
							droge stof.	water.	lucht.
0	B 3576—77	12—21	1,097	2,61	58,2	43,3	41,8	47,5	10,7
0	B 3578—79	22—33	1,216	2,65	54,0	38,0	46,0	46,1	7,9
0	B 3580—81	31—39	1,172	2,66	55,9	39,7	44,1	46,5	9,4
0	B 3582—83	40—49	1,218	2,68	54,5	37,9	45,5	46,0	8,5
0	B 3584—85	52—61	1,193	2,67	55,3	27,7	44,7	32,8	22,5
0,5	B 3586—87	61—69	1,176	2,67	55,9	34,6	44,1	40,4	15,5
1,4	B 3588—89	72—80	1,273	2,67	52,3	32,1	47,7	40,3	12,0
1,7	B 3590—91	81—90	1,556	2,67	41,8	23,0	58,2	36,2	5,6
2,9	B 3592—93	91—99	1,501	2,67	43,7	27,3	56,3	40,9	2,8
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	B 3545—46	12,5—23	0,970	2,60	62,7	46,8	37,3	45,3	17,4
0	B 3547—48	20—31	1,030	2,63	60,9	44,2	39,1	45,5	15,4
0	B 3549—50	31—42	0,907	2,65	65,7	56,5	34,3	51,1	14,6
0	B 3551—52	43—52	0,960	2,66	63,9	57,6	36,1	55,1	8,8
0,07	B 3553—54	50—59	0,860	2,66	67,6	67,3	32,4	57,7	9,9
1,1	B 3555—56	61—70	0,786	2,65	70,2	79,1	29,8	62,1	8,1
2,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,6	An. 4236—37	0,5—8,5	0,829	2,51	67,0	36,7	33,0	30,4	36,6
3,5	An. 4238—40	12—21	0,834	2,50	66,7	50,9	33,3	42,7	24,0
3,2	An. 4241—42	22—30	0,673	2,60	74,0	101,4	26,0	68,0	6,0
5,-	An. 4243—44	25—33	0,740	2,56	71,2	88,3	28,8	64,9	6,3
5,7	An. 4245—46	41—49	0,591	2,63	77,5	129,0	22,5	76,2	1,3
7,9	An. 4247—48	56—64	1,532	2,66	42,3	13,0	57,7	19,7	22,6
10,5	An. 4249—50	75—83	1,511	2,67	43,3	28,6	56,7	43,0	0,3
12,6	An. 4251—53	87—95	1,586	2,67	41,0	25,3	59,0	40,1	0,9
13,8	An. 4254—57	102—110	1,285	2,66	51,7	40,2	48,3	51,6	0,1
—	An. 4258—59	110—118	1,188	2,66	55,3	45,9	44,7	54,3	1,0
9,-	An. 4260—63	35—43	0,777	2,62	70,2	84,6	29,8	65,7	4,5
11,-	An. 4264—67	45—53	1,005	2,63	62,3	57,8	37,7	57,8	4,5

TABEL B I.

*Rietwijkeroorderpolder*

	N°. B. (Bodemk. Instituut Gro- ningen).	Laag (in cm).	Gr. H <sub>2</sub> O per 100 gr. drogen grond.	Procenten klei op minerale bestand- deelen.	Hoofd- groep.	Ge- middelde doorlaat- baarheid = D (meters water per etmaal).	Procenten op droge stof aan			
							CaCO <sub>3</sub> .	hu- mus.	klei.	zand.
Kuil I.	4100	2—9	85,4	48,2	(II)	0,09	0	30,3	33,6	36,1
Grasland.	4101	12—19	80,5	49,8	(II)	0,93	0	29,3	35,2	35,5
Sloot	4102	20—27	100,4	49,1	(II)	1,80	0	31,2	33,8	35,0
gedempt.	4103	36—43	40,4	26,1	III	1,51	0,5	1,1	25,7	72,7
	4104	47—54	36,5	17,1	IV	4,91	8,9	1,3	15,4	74,4
	4105	57—64	36,5	15,2	IV	11,75	12,7	1,4	13,1	72,8
	4106	67—74	40,3	14,8	IV	29,03	13,6	1,4	12,6	72,4
	4107	77—84	45,3	19,6	IV	45,24	13,0	1,4	16,8	68,8
Kuil II.	4108	2—9	72,9	61,8	(I)	116,35	0,4	27,7	44,4	27,5
Bouwland.	4109	11—18	80,9	65,8	(I)	101,88	0	28,3	47,2	24,5
Sloot	4110	21—28	83,2	64,1	(I)	11,45	0	25,4	47,8	26,8
open.	4111	31—38	117,5	67,6	(I)	1,18	0	33,1	45,2	21,7
	4112	42—49	60,3	44,2	II	2,41	0	1,4	43,6	55,0
	4113	50—57	46,8	26,7	III	3,96	0	1,4	26,3	72,3
	4114	60—67	39,3	18,9	IV	11,40	4,3	1,3	17,8	76,6
	4115	70—77	43,3	17,9	IV	28,94	12,1	1,7	15,4	70,8
	4116	80—87	43,3	14,6	IV	—	12,4	1,7	12,5	73,4

OPMERKING: De Romeinsche cijfers II en I, aangevende de hoofdgroepen, zijn bij de zeevallen deze 7 gronden niet onder het type minerale gronden, waarop de classificatie in vijf

TABEL B 1.

*nij Amsterdam).*

N <sup>o</sup> . B.	Laag (in cm).	Volume- gewicht.	Soortelijk gewicht.	Poriën- volume in %.	Gr. H <sub>2</sub> O per 100 gr. drogen grond.	100 cm <sup>3</sup> in natuurlijke ligging bevatten cm <sup>3</sup>		
						droge stof.	water.	lucht.
4068—4069	3—11	0,652	2,141	69,6	85,9	30,4	56,0	13,6
4070—4071	13—21	0,603	2,139	71,8	87,3	28,2	52,7	19,1
4072—4073	21—29	0,503	2,009	75,0	119,1	25,0	59,6	15,4
4074—4075	38—46	1,188	2,631	54,8	42,5	45,2	50,4	4,4
4076—4077	48—56	1,271	2,652	52,0	38,0	48,0	48,3	3,7
4078—4079	58—66	1,276	2,652	51,9	37,5	48,1	47,9	4,0
4080—4081	68—76	1,258	2,652	52,5	37,8	47,5	47,5	5,0
4082—4083	78—86	1,227	2,660	53,9	42,2	46,1	51,7	2,2
4084—4085	3—11	0,581	2,179	73,3	72,6	26,7	42,2	31,1
4086—4087	12—20	0,660	2,210	71,5	79,8	28,5	50,3	21,2
4088—4089	22—30	0,662	2,249	70,6	87,1	29,4	57,6	13,0
4090—4091	32—40	0,387	2,104	81,6	167,1	18,4	64,1	17,5
4090A—4091A	32—40	0,663	2,497	73,4	97,2	26,6	64,5	8,9
4092—4093	43—51	1,014	2,621	61,3	56,6	38,7	57,4	3,9
4094—4095	51—59	1,180	2,649	55,5	44,7	44,5	52,8	2,7
4096—4097	61—69	1,219	2,649	53,9	44,5	46,1	54,1	0
4098—4099	71—79	1,056	2,621	59,7	53,3	40,3	56,3	3,4

musrijke bovenlagen tusschen haakjes geplaatst. Door de zeer hooge gehalten aan organische stof  
sofsgroepen betrekking heeft.

TABEL C.

Gemeenteterrei

Ligging kuilen op het terrein.	N°. G.G.	N°. B. (Bod- Inst. Gron.).	Laag (in cm).	Gr. H <sub>2</sub> O per 100 gr. drogen grond.	Procenten klei op minerale bestand- deelen.	Hoofd- groep.	Ge- middelde doorlaat- baarheid = D (meters water per etmaal).	Procenten op droge stof aan:			
								CaCO <sub>3</sub> .	hu- mus.	klei.	zand
Kuil 7. Lijn I. Letter F.	116	4020	4—11	60,8	75,7	I	0,29	0	14,6	64,7	20,7
	117	4021	15—22	40,6	81,4	I	17,18	0	5,7	76,7	17,6
	118	4022	27—34	41,4	85,6	I	0,84	0	2,5	83,5	14,0
	119	4023	37—44	43,0	84,3	I	0,052	0	2,0	82,6	15,4
	120	4024	47—54	46,0	92,3	I	0,009	0	1,1	91,3	7,6
	121	4025	57—64	36,4	78,4	I	0,051	0	0,6	78,0	21,4
	122	4026	75—82	50,6	84,3	I	1,02	0	0,5	83,9	15,6
	123	4027	85—92	55,0	79,0	I	1,18	0	0,8	78,4	20,8
124	4028	95—102	61,7	84,2	I	1,14	1,1	0,2	83,1	15,6	
Kuil 8. Lijn V. Letter D.	106	4010	3—10	59,6	62,2	I	0,17	0	10,9	55,4	33,7
	107	4011	15—22	35,2	66,3	I	4,24	0	3,4	64,0	32,6
	108	4012	27—34	36,9	84,2	I	1,55	0	1,4	83,0	15,6
	109	4013	37—44	40,8	81,9	I	0,04	0	1,5	80,7	17,8
	110	4014	47—54	30,6	69,3	I	0,0017	0	0,7	68,8	30,5
	111	4015	57—64	23,3	49,7	II	0,11	0	0,4	49,5	50,1
	112	4016	80—87	23,1	26,9	III	2,07	0	0,3	26,8	72,9
	113	4017	90—97	32,0	41,1	II	4,84	0	0,3	41,0	58,7
	114	4018	100—107	35,0	37,2	III	7,02	0,7	0,4	36,8	62,1
	115	4019	110—117	40,0	42,5	II	14,83	1,6	0,3	41,7	56,4
Kuil 9. Lijn VIII. Letter A.	125	4029	4—11	48,0	49,2	II	1,94	0	10,7	43,9	45,4
	126	4030	15—22	33,1	49,2	II	15,79	0	4,8	46,8	48,4
	127	4031	27—34	38,2	82,7	I	1,11	0	2,1	81,0	16,9
	128	4032	41—48	33,9	71,0	I	1,45	0	0,4	70,7	28,9
	129	4033	53—60	23,2	37,7	III	0,26	0	0,2	37,6	62,2
	130	4034	63—70	25,7	28,0	III	0,11	0,1	0,5	27,8	71,6
	131	4035	77—84	29,7	29,3	III	1,02	3,1	0,2	28,3	68,4
	132	4036	87—94	33,5	37,0	III	0,77	5,7	0,5	34,7	59,1
133	4037	97—104	45,7	48,8	II	1,49	7,2	0,4	45,1	47,3	

TABEL C.

*Groningen.*

N°. G.G.	Laag (in cm).	Volume- gewicht.	Soortelijk gewicht.	Poriën- volume in %.	Gr. H <sub>2</sub> O per 100 gr. drogen grond.	100 cm <sup>3</sup> in natuurlijke ligging bevatten cm <sup>3</sup>		
						droge stof.	water.	lucht.
70—71	5—13	0,93	2,455	62,1	52,6	37,9	49,0	13,1
72—73	16—24	1,09	2,600	58,0	43,4	42,0	47,4	10,6
74—75	28—36	1,17	2,745	57,4	47,4	42,6	55,4	2,0
76—77	38—46	1,21	2,745	55,8	43,9	44,2	53,3	2,5
78—79	48—56	1,28	2,725	53,1	39,0	46,9	49,9	3,2
80—81	58—66	1,31	2,725	51,7	36,2	48,3	47,7	4,0
82—83	76—84	1,12	2,697	58,6	50,7	41,4	56,6	2,0
84—85	86—94	1,06	2,697	60,7	54,9	39,3	58,1	2,6
86—87	96—104	1,00	2,697	62,9	62,6	37,1	62,6	0,3
50—51	4—12	1,03	2,501	58,8	50,0	41,2	51,4	7,4
52—53	15—23	1,21	2,599	55,3	37,2	44,7	45,0	10,3
54—55	28—36	1,32	2,725	51,7	36,7	48,3	48,2	3,5
56—57	38—46	1,27	2,725	53,6	39,7	46,4	50,3	3,3
58—59	48—56	1,46	2,725	46,5	29,3	53,5	42,7	3,8
60—61	58—66	1,53	2,725	43,7	24,4	56,3	37,4	6,3
62—63	81—89	1,56	2,692	42,2	24,5	57,8	38,1	4,1
64—65	91—99	1,37	2,692	49,1	33,1	50,9	45,3	3,8
66—67	101—109	1,35	2,697	49,8	34,6	50,2	46,7	3,1
68—69	111—119	1,25	2,697	57,3	41,3	42,7	51,7	5,6
88—89	5—13	1,16	2,548	54,3	36,7	45,7	42,7	11,6
90—91	16—24	1,37	2,638	48,1	28,3	51,9	38,7	9,4
92—93	28—36	1,26	2,676	52,9	39,4	47,1	49,6	3,3
94—95	42—50	1,44	2,683	46,4	30,9	53,6	44,3	2,1
96—97	54—62	1,55	2,689	42,4	23,4	57,6	36,2	6,2
98—99	64—72	1,52	2,692	43,6	25,7	56,4	38,9	4,7
100—101	78—86	1,45	2,692	46,1	30,1	53,9	43,5	2,6
102—103	88—96	1,36	2,692	49,5	35,4	50,5	48,0	1,5
104—105	98—106	1,22	2,692	58,3	44,3	41,7	54,1	4,2



TABEL D I.

Ontwateringsproefvelden

	N°. B. (Bodemk. Instituut Gro- ningen).	Laag (in cm).	Gr. H <sub>2</sub> O per 100 gr. drogen grond.	Procenten klei op minerale bestand- deelen.	Hoofd- groep.	Ge- middelde doorlaat- baarheid = D (meters water per etmaal).	Procenten op droge stof aan:			
							CaCO <sub>3</sub>	hu- mus.	klei-	zand.
Kuil I. Bouwland.	4154	0—7	30,8	11,7	IV	14,80	0	4,4	11,2	84,4
	4155	15—22	24,9	12,5	IV	2,95	0	2,7	12,2	85,1
	4156	30—37	24,6	10,1	IV	1,84	0	2,4	9,9	87,7
	4157	45—52	26,6	11,1	IV	1,39	0	2,4	10,8	86,8
	4158	60—67	16,8	7,4	V	1,58	0	0,5	7,4	92,1
	4159	75—82	21,7	17,2	IV	0,22	0	0,6	17,1	82,3
	4160	90—97	22,3	18,8	IV	0,06	0	0,6	18,7	80,7
	4161	105—112	18,4	1,5	V	2,33	0	0,4	1,5	98,1
Kuil II. Grasland.	4162	2—7	36,9	13,2	IV	0,28	0	6,0	12,4	81,6
	4163	13—20	33,4	13,8	IV	0,80	0	5,0	13,1	81,9
	4164	30—37	21,4	13,6	IV	0,12	0	1,9	13,3	84,8
	4165	45—52	16,7	12,6	IV	0,15	0	0,6	12,5	86,9
	4166	60—67	17,2	11,5	IV	0,18	0	0,5	11,4	88,1
	4167	80—87	22,0	21,6	III	0	0	0,4	21,5	78,1
	4168	95—102	16,8	7,8	V	1,07	0	0,3	7,8	91,9
	4169	110—117	15,2	6,6	V	0,43	0	0,2	6,6	93,2

TABEL D I.

nabij Eindhoven).

N°. B.	Laag (in cm).	Volume- gewicht.	Soortelijk gewicht.	Poriën- volume in %.	Gr. H <sub>2</sub> O per 100 gr. drogen grond.	100 cm <sup>3</sup> in natuurlijke ligging bevatten cm <sup>3</sup> .		
						droge stof.	water.	lucht.
4122—4123	1—9	1,261	2,585	51,2	28,2	48,8	35,5	15,7
4124—4125	16—24	1,422	2,611	45,5	23,4	54,5	33,3	12,2
4126—4127	31—39	1,177	2,602	54,7	29,0	45,3	34,1	20,6
4128—4129	46—54	1,371	2,634	48,0	23,9	52,0	32,7	15,3
4130—4131	61—69	1,694	2,658	36,2	17,5	63,8	29,7	6,5
4132—4133	76—84	1,641	2,658	38,3	22,5	61,7	36,8	1,5
4134—4135	91—99	1,863	2,674	37,8	22,0	62,2	36,6	1,2
4136—4137	106—114	1,770	2,674	33,8	15,9	66,2	28,2	5,6
4138—4139	3—11	1,249	2,563	51,2	32,3	48,8	40,3	10,9
4140—4141	14—22	1,138	2,552	55,4	36,9	44,6	41,9	13,5
4142—4143	31—39	1,484	2,637	43,7	20,9	56,3	31,1	12,6
4144—4145	46—54	1,630	2,672	39,0	18,2	61,0	29,6	9,4
4146—4147	60—68	1,658	2,672	37,9	20,4	62,1	33,7	4,2
4148—4149	80—88	1,614	2,672	39,6	24,2	60,4	39,0	0,6
4150—4151	95—103	1,841	2,672	31,1	13,3	68,9	24,5	6,6
4152—4153	110—118	1,843	2,672	31,1	11,6	68,9	21,3	9,8

TABEL B II.

*Rietwijkerorderpolder (bij Amsterdam).*

	N°. B.	Diepte van de laag in cm.	CaCO <sub>3</sub> .	Humus.	Klei.	Fractie.			Zand.
						IIIa.	IIIb.	IV.	
Kuil - I grasland	4100	2— 9	0	30,3	33,6	31,9	3,7	0,5	36,1
	4101	12—19	0	29,3	35,2	31,2	3,6	0,7	35,5
	4102	20—27	0	31,2	33,8	31,1	3,3	0,6	35,0
	4103	36—43	0,5	1,1	25,7	60,2	12,3	0,2	72,7
	4104	47—54	8,9	1,3	15,4	58,9	15,3	0,2	74,4
	4105	57—64	12,7	1,4	13,1	55,1	17,2	0,5	72,8
	4106	67—74	13,6	1,4	12,6	56,4	15,8	0,2	72,4
	4107	77—84	13,0	1,4	16,8	51,1	17,3	0,4	68,8
Kuil II bouwland	4108	2— 9	0,4	27,7	44,4	21,6	4,2	1,7	27,5
	4109	11—18	0	28,3	47,2	19,8	3,5	1,2	24,5
	4110	21—28	0	25,4	47,8	21,8	3,6	1,4	26,8
	4111	31—38	0	33,1	45,2	17,0	2,7	2,0	21,7
	4112	42—49	0	1,4	43,6	46,9	7,8	0,3	55,0
	4113	50—57	0	1,4	26,3	51,5	20,5	0,3	72,3
	4114	60—67	4,3	1,3	17,8	53,6	22,9	0,1	76,6
	4115	70—77	12,1	1,7	15,4	55,0	15,6	0,2	70,8
4116	80—87	12,4	1,7	12,5	54,3	18,3	0,8	73,4	

TABEL D II.

*Ontwateringsproefveld (nabij Eindhoven).*

	B N <sup>o</sup> .	Laag in cm.	CaCO <sub>3</sub> .	Hu- mus.	Fractie.		Klei.	Fractie.			Zand.
					I.	II.		IIIa.	IIIb.	IV.	
Kuיל I bouwland	4154	0—7	0	4,4	5,9	5,3	11,2	46,5	23,3	14,6	84,4
	4155	15—22	0	2,7	7,5	4,7	12,2	45,1	26,3	13,7	85,1
	4156	30—37	0	2,4	5,8	4,1	9,9	45,7	25,7	16,3	87,7
	4157	45—52	0	2,4	6,5	4,3	10,8	45,9	26,7	14,2	86,8
	4158	60—67	0	0,5	6,7	0,7	7,4	18,1	48,4	25,6	92,1
	4159	75—82	0	0,6	11,9	5,2	17,1	54,2	17,5	10,6	82,3
	4160	90—97	0	0,6	11,7	7,0	18,7	64,6	10,3	5,8	80,7
	4161	105—112	0	0,4	0,6	0,9	1,5	22,8	54,1	21,2	98,1
Kuיל II grasland	4162	2—7	0	6,0	5,2	7,2	12,4	53,8	18,6	9,2	81,6
	4163	13—20	0	5,0	6,5	6,6	13,1	53,7	18,3	9,9	81,9
	4164	30—37	0	1,9	6,1	7,2	13,2	57,8	17,9	9,1	84,8
	4165	45—52	0	0,6	6,5	6,0	12,5	56,6	21,8	8,5	86,9
	4166	60—67	0	0,5	9,1	2,3	11,4	35,3	41,6	11,2	88,1
	4167	80—87	0	0,4	13,0	8,5	21,5	66,0	7,3	4,8	78,1
	4168	95—102	0	0,3	6,2	1,6	7,8	28,3	48,0	15,6	91,9
	4169	110—117	0	0,2	5,6	1,0	6,6	15,7	57,0	20,0	93,2

TABEL E I.

*Luchtcapaciteit volgens Kopecky.*

Herkomst	N°	Laag	Po- riën	H <sub>2</sub> O per 100 g	per 100 c c					
					oorspronkelijk			nà uitlekken		
					dr. stof	H <sub>2</sub> O	lucht	dr. stof	H <sub>2</sub> O	lucht
Wieringermeer- polder. Profiel zand op klei (a)	H 16—18	11—15	42,1	23,3	57,9	38,6	3,5	57,9	36,1	6,0
	H 19—21	16—20	43,6	26,9	56,4	42,1	1,5	56,4	40,5	3,1
	H 22—24	64—68	67,3	72,2	32,7	64,6	2,7	32,7	62,3	5,0
	H 25—27	77—81	71,5	90,5	28,5	70,6	0,9	28,5	67,7	3,8
Wieringermeer- polder. Profiel zand op veen op klei (b)	H 49—51	12—16	93,8	731,7	6,2	85,1	8,7	6,2	84,7	9,1
	H 52—54	37—41	94,1	829,7	5,9	94,0	0,1	5,9	88,1	6,0
	H 55—57	65—69	84,3	187,3	15,7	83,6	0,7	15,7	76,4	7,9
	H 58—60	80—84	83,0	174,2	17,0	82,2	0,8	17,0	76,6	6,4
Wieringermeer- polder. Profiel geheel zand (c)	H 109—111	12—16	42,1	18,9	57,9	32,7	9,4	57,9	29,1	13,0
	H 112—114	40—44	42,4	20,6	57,6	38,6	3,8	57,6	31,6	10,8
	H 115—117	54—58	41,6	20,2	58,4	42,6	—1,0	58,4	31,0	10,6
	H 118—120	82—86	44,5	24,7	55,5	41,2	3,3	55,5	36,6	7,9
Wieringermeer- polder. Gelaagd Profiel (d)	H 79—81	26—30	59,5	46,4	40,5	55,5	4,0	40,5	49,7	9,8
	H 82—84	35—39	62,1	57,5	37,9	61,1	1,0	37,9	57,6	4,5
	H 85—87	60—64	73,7	102,3	26,3	71,8	1,9	26,3	70,6	3,1
	H 88—90	85—89	70,7	86,6	29,3	68,6	2,1	29,3	66,5	4,2
Groetpolder Iste Plek	H 163—164	27—33	47,5	27,9	52,5	37,6	9,9	52,5	38,6	8,9
	H 165—166	39—44	63,7	58,0	36,3	50,0	13,7	36,3	56,0	7,7
	H 167—168	48—53	62,0	52,4	38,0	47,6	14,4	38,0	51,4	10,6
	H 169—170	58—63	67,7	64,2	32,3	51,4	16,3	32,3	54,4	13,3
	H 171—172	68—73	63,2	55,0	36,8	51,1	12,1	36,8	53,2	10,0
	H 173—174	91—95	59,9	54,1	40,1	52,7	7,2	40,1	55,7	4,2
Waardpolder	H 175—176	13—18	49,6	30,3	50,4	34,7	14,9	50,4	39,7	9,9
	H 177—178	27—32	54,1	31,8	45,9	33,2	21,8	45,9	38,0	16,1
	H 179—180	38—43	52,4	31,3	47,6	38,3	14,1	47,6	39,2	13,2
	H 181—182	50—54	60,1	43,0	30,9	42,7	17,4	39,9	44,8	15,3
	H 183—184	55—60	55,6	36,3	44,4	43,8	11,8	44,4	42,2	13,4
	H 185—186	62—66	58,5	45,9	41,5	48,7	9,8	41,5	49,3	9,2
	H 187—188	83—88	87,5	404,6	12,5	81,9	5,6	12,5	83,3	4,2
	H 189—190	102—107	73,5	99,9	26,5	68,2	5,3	26,5	67,2	6,3

TABEL E 2.

*Luchtcapaciteit volgens Kopecky.*

Herkomst	N°	Laag	Po-riën	H <sub>2</sub> O per 100 g dr. stof	per 100 c c					
					oorspronkelijk			na uitlekken		
					dr. stof	H <sub>2</sub> O	lucht	dr. stof	H <sub>2</sub> O	lucht
Proefboerderij Nw. Beerta	—	11—15	49,9	31,6	50,1	42,0	7,9	50,1	46,4	3,5
	—	22—26	49,7	33,5	50,3	44,7	5,0	50,3	46,9	2,8
	—	44—48	53,1	39,2	46,9	47,6	5,5	46,9	51,9	1,2
Julianapolder	B 3594—95	13—19	60,1	46,5	39,9	42,9	17,2	39,9	46,5	13,6
	B 3596—97	23—30	54,4	40,4	45,6	46,3	8,1	45,6	48,5	5,9
	B 3598	31—37	54,9	41,5	45,1	45,7	9,2	45,1	49,5	5,4
	B 3599	42—47	55,6	45,8	44,4	46,6	9,0	44,4	54,1	1,5
	B 3600	62—67	61,2	63,1	38,9	48,2	12,9	38,9	63,3	2,2
	B 3601—02	73—78	52,5	38,0	47,5	40,1	12,4	47,5	47,7	4,8
	B 3603—04	83—88	40,8	21,4	59,2	33,0	7,8	59,2	33,8	7,0
	B 3605—06	92—97	44,3	27,9	55,7	42,5	1,8	55,7	41,3	3,0
Carel Coenraad- polder	B 3557—58	16—21	60,6	50,5	39,4	46,7	13,9	39,4	51,5	9,1
	B 3559—60	22—29	60,4	50,0	39,6	46,6	13,8	39,6	51,9	8,5
	B 3561—62	34—40	64,5	62,3	35,5	53,2	11,3	35,5	58,5	6,0
	B 3563	43—48	64,4	65,7	35,6	58,8	5,6	35,6	62,0	2,4
	B 3564—65	54—59	68,3	79,1	31,7	58,8	9,5	31,7	64,8	3,5
	B 3566—67	62—69	71,9	88,8	28,1	61,9	10,0	28,1	66,1	5,8
	Andijk Plek 382	An 4268—69	2—6	61,0	43,7	39,0	25,4	35,6	39,0	43,4
An 4270—71		12—16	69,6	75,0	30,4	47,8	21,8	30,4	57,0	12,6
An 4272—73		43—47	76,4	124,1	23,6	74,0	2,4	23,6	75,0	1,4
An 4276—77		60—64	43,0	13,5	57,0	17,1	25,9	57,0	20,3	22,7
An 4274—75		78—82	43,4	26,1	56,6	43,0	0,4	56,6	41,1	2,3
An 4278—79		88—92	40,3	23,6	59,7	39,8	0,5	59,7	37,4	2,9

## I N H O U D.

## HOOFDSTUK I.

	Bladz.
Doel van het onderzoek .....	101

## HOOFDSTUK II.

Korte beschrijving van de gevolgde methoden van onderzoek .....	104
1. De doorlaatbaarheid van den grond voor water .....	105
2. Het volumegewicht van den grond .....	107
3. De luchtcapaciteit van den grond volgens КОРЕЦКЫ.....	109

## HOOFDSTUK III.

Beschrijving van de onderzochte profielen en resultaten van het onderzoek op de doorlaatbaarheid van den grond (grootheid D) .....	113
I. Wieringermeerpolder, Eerste Afdeeling .....	113
<i>a.</i> Profiel zand op klei .....	115
<i>b.</i> Profiel zand op veen op klei .....	117
<i>c.</i> Profiel geheel zand .....	118
<i>d.</i> Gelaagd profiel .....	118
II. Zeepolders van verschillenden ouderdom.....	119
Groetpolder, Eerste Plek .....	119
Groetpolder, Tweede Plek .....	121
Waardpolder .....	122
Proefboerderij Nieuw-Beerta .....	123
Julianapolder .....	124
Carel Coenraadpolder.....	126
Proefpolder Andijk.....	127
III. Rietwijkeroorderpolder bij Amsterdam .....	129
IV. Toekomstig Oosterpark (sportterrein) van de Gemeente Groningen .....	131
V. Ontwateringsproefveld nabij Eindhoven .....	133
VI. De Zijpe (Noord-Holland) .....	135

## HOOFDSTUK IV.

	Bladz.
Eenige opmerkingen in verband met de bij de doorlaatbaarheidsbepalingen verkregen resultaten .....	137
A. De waterbeweging resp. door de poriën en door scheuren en gangen in den grond .....	137
B. De practische beteekenis van de verkregen D-waarden; verschillen tusschen gronden met en zonder scheuren en gangen .....	143
C. De D-waarden in verband met het verouderingsproces van de zeeleiggronden .....	148
D. De D-waarden in verband met de mechanische samenstelling van meer zandige gronden .....	151
E. Invloed van de cultuur, resp. bouwland en grasland, op de D-waarden .....	153

## HOOFDSTUK V.

Resultaten van de volumege wichtsbepalingen en de daarmede verband houdende grootheden (volumepercenten vaste stof en poriënvolume) .....	155
A. Verschillen in soortelijk gewicht en volumege wicht .....	155
B. De inklinking .....	157
C. Het waterbergend vermogen van de verschillende lagen.....	158
D. Bewerkbaarheid van den grond.....	159
E. Verband tusschen poriënvolume en D-waarden van den grond .....	160

## HOOFDSTUK VI.

De luchtcapaciteit volgens KOPECKY .....	162
--	-----

## HOOFDSTUK VII.

Eenige slotbemerkingen .....	164
Overzicht van de tabellen .....	167
Tabellen .....	168