

HET METEN VAN GRONDWATERSTANDEN IN GRONDEN MET SLECHT DOORLATENDE LAGEN

Measuring of ground water levels in soils with slowly permeable layers

door/by

J. Domhof¹⁾, J. C. F. M. Haans¹⁾ en/and M. Kribbe²⁾

1. INLEIDING

De grondwaterstand, de diepteligging van de grondwaterspiegel beneden maaiveld, neemt een belangrijke plaats in in het geheel van de factoren, die de fysische bodemvruchtbaarheid bepalen. Daarnaast is de grondwaterstand ook van invloed op de bodemvormende processen.

Het is daarom begrijpelijk dat in het kader van het veldbodemkundig onderzoek vaak metingen van grondwaterstanden worden gedaan. Veelal levert de meetmethode geen enkel probleem op, maar in gronden, waarin slecht doorlatende lagen voorkomen, kunnen zich soms bepaalde moeilijkheden voordoen. Hiervan zullen we enige voorbeelden die zich bij bodemkarteringsonderzoek hebben voorgedaan, behandelen na eerst enkele hydrologische principes, die bij grondwaterstandsmetingen aan de orde kunnen komen, aan de hand van literatuurgegevens besproken te hebben.

2. MEETMETHODEN

De grondwaterstand kan worden gemeten in boorgaten of, wanneer de waarnemingen zich over langere tijd uitstrekken, in buizen, die in de boorgaten worden gebracht (Hooghoudt, 1952). De buizen hebben een diameter van enkele centimeters en kunnen van verschillend materiaal zijn: ijzeren of plastic buizen of enkele op elkaar geplaatste drainbuizen van beton of gebakken klei. In de buiswand zijn, in het deel dat zich in het grondwater bevindt, openingen of voegen aanwezig waardoor het water in de buis kan treden. De buis wordt veelal omwikkeld met een stuk stof, om inspoelen van zand en klei te voorkomen. De boorgaten waarin de buizen worden geplaatst, hebben gewoonlijk een grotere diameter dan de buis. De ruimte tussen buiswand en boorgatwand wordt losjes opgevuld met grond of er wordt zand in gestort.

In veel gevallen zal de stand van het water in deze buizen corresponderen met de grondwaterspiegel (Richards, 1954). Dit zal het geval zijn wanneer het grondwater zich in een toestand van statisch evenwicht bevindt of wanneer er in de grond slechts stroming in horizontale richting optreedt. Wanneer er echter, hetgeen vaak het geval is, een verticale stromingscomponent is, kan de stand van het water in de buis afwijken van de grondwaterstand. De stand van het water in de buis geeft dan het evenwicht weer tussen instroming en uitstroming in en uit alle zich in het grondwater bevindende lagen van de grond. Vooral als er grote verschillen in doorlatendheid zijn tussen deze profiellagen, kan de stand in de buis in aanzienlijke mate verschillen van de werkelijke grondwaterstand. (Ter bepaling van de gedachten merken we nog op dat van grote verschillen in doorlatendheid gesproken kan worden, als in één profiel slecht doorlatende lagen, met een K-factor van minder dan

¹⁾ Afd. Hydrologie, Stichting voor Bodemkartering.

²⁾ Afd. Overijssel, Stichting voor Bodemkartering.

ca. 1 cm per etmaal, voorkomen naast goed doorlatende lagen, met een K-factor van één of meer meters per etmaal.)

Om in zulke gevallen uitsluitel te krijgen over de ligging van het freatisch vlak, kan van piëzometers of potentiaalbuizen gebruik worden gemaakt (Richards, 1954 en 1955). Dit zijn ijzeren of plastic buizen met een diameter van 1,5 à 2,5 cm, die echter in tegenstelling tot de hiervoor besproken grondwaterstandsbuizen slechts over een kleine afstand aan de onderzijde geperforeerd zijn of uitsluitend aan de onderkant open zijn. Ze worden zó in de grond aangebracht dat de buiswand overal dicht tegen de grond aansluit en er geen lekkage optreedt tussen grond- en buiswand. De stand van het water in de buis wordt dan bepaald door de druk van het grondwater ter plaatse van de onderkant van de buis. De stand van het water in de buis, gemeten ten opzichte van een vergelijkingsvlak, noemt men de potentiaal van het water ter plaatse van de onderkant van de buis. Water stroomt steeds van plaatsen met hogere potentiaal naar plaatsen met lagere potentiaal. Zo zal bij verticaal benedenwaarts gerichte stroming in een profiel de potentiaal van het grondwater in een hoger gelegen punt A groter zijn dan in het verticaal eronder gelegen punt B. Het verschil is groter naarmate bij een bepaalde stroomsterkte de doorlatendheid van de grond geringer en de afstand tussen A en B groter is. De standen in een aantal verticaal boven elkaar in een profiel aangebrachte piëzometers, kunnen zodoende inlichtingen over de stromingsrichting en stromingssterkte in het profiel geven. Het freatisch vlak wordt nu aangegeven door die piëzometer, die zo kort is dat er nog juist water in komt. In de toestand van statisch evenwicht, of wanneer er uitsluitend horizontale stroming optreedt, zijn er in verticale richting geen verschillen in potentiaal en zijn de standen in alle piëzometers gelijk.

3. WAARNEMINGEN OP GRONDEN MET TERTIAIRE LEEM IN TWENTE

Op de stuwwal tussen Oldenzaal en Enschede komen zandgronden en leemgronden voor, waarvan het profiel vanaf geringe diepte bestaat uit tertiaire leem (of klei), materiaal dat o.a. hierdoor gekenmerkt is dat het een wel wat wisselende, maar in het algemeen geringe doorlatendheid heeft. Op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, zijn deze gronden aangegeven als de eenheden 101s, 107s en 136.

Op een aantal profielen van het type 101s en 107s nabij Losser werden in de droge zomer van 1959 piëzometers geplaatst, verscheidene op elk profiel, reikend tot verschillende diepten beneden maaiveld. Een gedeelte van de meetresultaten, verkregen in de piëzometers van één plaats, is in fig. 1 weergegeven. Het betreft hier een profiel in een vrij vlak liggend perceel grasland, ca. 55 m boven NAP, met de volgende opbouw. De bovenste 50 à 55 cm bestaan uit zwak lemig, fijn zand, dekzand, waarin een podzol ontwikkeld is. Tussen 35 en 50 cm is de B₂-horizont te herkennen. Eronder volgt dichte, wat zandhoudende, tertiaire leem, die grijsachtig van kleur is en veel roest bevat. De leem gaat tot grote diepte door (er werd tot 5,70 m onder maaiveld geboord) en wordt met de diepte donkerder van kleur, minder roestig en minder zandig. Bij enkele metingen van de doorlatendheid door middel van de boorgatenmethode op dit profiel en op enkele andere van gelijksoortige opbouw bleek de leem op ca. 1 à 2 m een K-factor van 0,5 tot 1 cm per etmaal te hebben.

In het profiel werden vijf piëzometers aangebracht. De buizen hadden

een binnendiameter van 25 mm. Het onderste deel (40 cm) van de buizen was geperforeerd en voorzien van een katoenen sok, die met een kurk onderin de buis was vastgezet. De buizen waren zo geplaatst, dat de grond nauw tegen de buiswand kwam aan te sluiten. De afstand tussen de buizen onderling was ca. 1 m, de onderkanten reikten tot respectievelijk 1 m, 2 m, 3 m, 4 m en 5,7 m. De stijghoogte van het water in de buizen werd gedurende drie jaar (van september 1959 tot september 1962) twee keer per maand gemeten.

In fig. 1 zijn de resultaten van de metingen in de 2 m-, 4 m- en 5,7 m-buizen weergegeven. Om de tekening overzichtelijk te houden, zijn de tijdstijghoogtelijnen van de 1 m- en 3 m-buizen weggelaten. De meetresultaten van de 3 m-buis lagen tussen die van de 2 m- en 4 m-buis in; voor zover er water in de 1 m-buis kwam, waren de standen ervan meestal iets hoger dan die in de 2 m-buis.

Het duurde een klein jaar, tot augustus 1960, vóór er water in de buizen

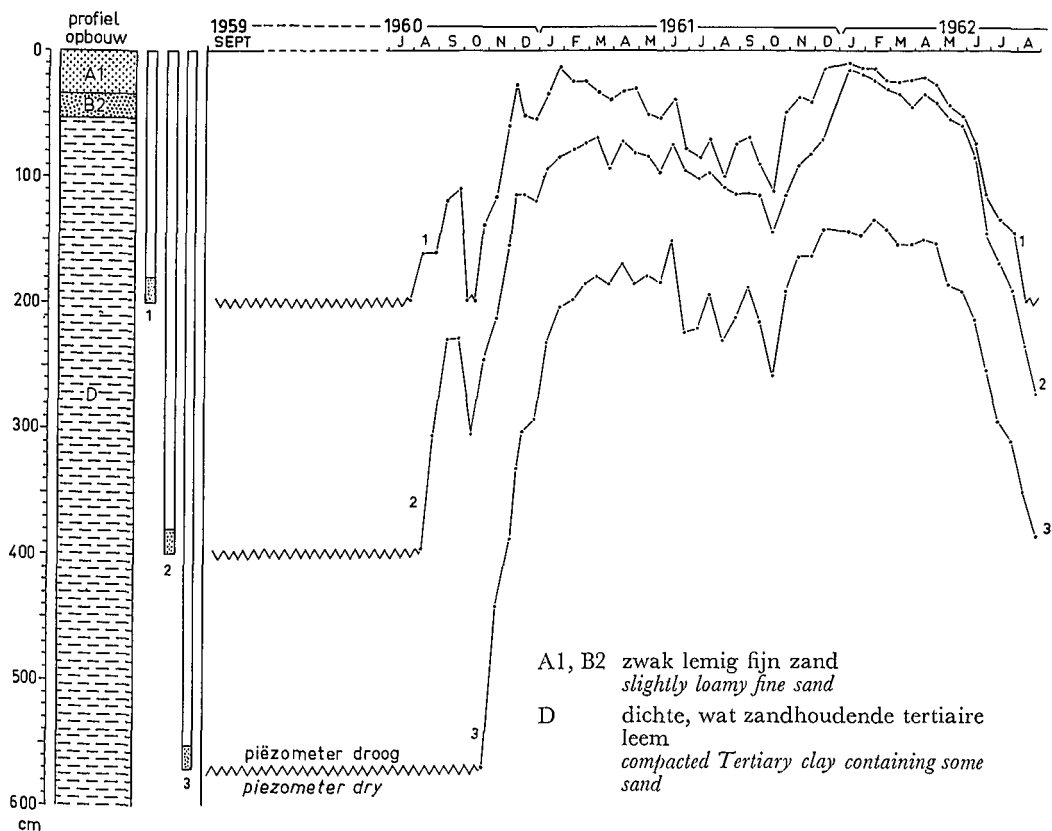


Fig. 1. Profiel met een ondergrond van tertiaire leem (Losser, Ov.). Tijdstijghoogtelijnen van 3 piëzometers (1-3), lang resp. 2, 4 en 5,7 m. De profielopbouw en de stituering van de piëzometers zijn links schematisch weergegeven. Meetperiode: september 1959 tot september 1962

Fig. 1. Profile with a subsoil of Tertiary clay (Losser, prov. Overijssel). Fluctuations of hydraulic head in 3 piezometers (1-3), length 2, 4 and 5.7 metres respectively. A sketch of the profile (profielopbouw) and the position of the piezometers are at the left. Period of observation: september 1959 to september 1962 (buis = tube of piezometer)

kwam. De 2 m-buis bleek het eerst water te bevatten, veertien dagen later ook de 4 m-buis, ten slotte enkele weken later ook de 5,7 m-buis. Gedurende de rest van de meetperiode waren de standen van het water lager, naarmate de filters van de buizen dieper reikten. De verschillen in stijghoogte tussen de 2 m- en de 4 m-buizen waren echter geringer dan die tussen de 4 m- en 5,7 m-buizen. In de winter van '60-'61 steeg het water in de buizen, in de zomer van '61 daalde het weer, echter slechts weinig. Na weer een stijging in de winter van '61-'62 trad in de zomer van '62 een scherpe daling in. Binnen dit algemene beeld kwamen kleinere schommelingen in de standen voor. Ook bij deze kleinere variaties in stijghoogte reageerden de drie buizen ruw gesproken ongeveer gelijk. Opvallend is dat met het voortschrijden van de tijd de buizen geleidelijk minder gingen fluctueren, minder 'piekten' en dat de onderlinge verschillen in standen iets minder groot werden.

Het feit dat de stijghoogten lager waren naarmate de filters van de buizen dieper in het profiel voorkwamen, demonstreert dat er in het profiel een benedenwaarts gerichte stroming van water optrad. Er zakte dus steeds water uit. Dat de verschillen tussen de 4 m- en 5,7 m-buizen groter waren dan tussen de 2 m- en 4 m-buizen, moet worden verklaard uit de omstandigheid dat de grondlaag tussen 2 en 4 m diepte gemiddeld beter doorlatend is dan die tussen 4 en 5,7 m. Tussen de 1 m- en 2 m-buis was er bijna géén verschil in stijghoogte. Hoe dieper in het profiel, des te geringer is dus in het algemeen de doorlatendheid. Dit is in overeenstemming met de indruk van de doorlatendheid van de leem, die bij het maken van de gaten voor de piëzometers werd verkregen: met de diepte wordt het profiel minder zandig en dichter. Dat de standen in de loop van '61 en '62 steeds minder fluctueerden, moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan dichtslibben van de buizen. Ze gaan daardoor trager reageren.

Het freatisch niveau wordt het best benaderd door de standen in de 2 m-buis (nog wat beter door de standen van de niet in de figuur weergegeven 1 m-buis, die wanneer hij water bevatte, meestal iets hogere standen vertoonde). Als gevolg van de droge zomer in 1959 was in september van dat jaar de grondwaterspiegel zeer sterk gedaald, lager dan 5,7 m. De winterregens van '59-'60 waren niet voldoende om het grondwaterpeil omhoog te brengen. Eerst in de nazomer van '60 werd er weer grondwater gemeten. Getuige het feit dat eerst de 2 m-buis, dan de 4 m-buis en ten slotte de 5,7 m-buis water ging bevatten, bewoog zich in die periode een grondwaterfront naar beneden. Tussen augustus en november kwam er een schijnspiegel in het profiel voor: tussen ca. 1 en 4 m bevindt zich grondwater in het profiel, dieper niet; immers, in de 5,7 m-buis is geen water getreden.

Er blijken dus enorme schommelingen in de stand van het freatisch niveau op te treden. In een normale winter staat het grondwater tot bijna aan het maaiveld, in de zomer kan het diep wegzakken; tot meer dan 5,7 m in de droge zomer van 1959. Met andere woorden: de waterberging in het profiel is zeer gering, hetgeen niet bevreemdt, gezien het voorkomen van de dichte tertiaire leem dieper dan 50 cm.

Gronden met een waterhuishouding, zoals die in dit profiel in Losser voorkomt, hebben veel overeenkomst met de uit de Duitse literatuur bekende 'Pseudogley'-gronden (Zakosek, 1960). Hiervan wordt gezegd dat ze ontstaan zijn onder invloed van wat men 'Staunäse' noemt, d.w.z. grondwater dat dicht aan de oppervlakte in een dunne laag voorkomt en gewoonlijk gedurende de vegetatietijd helemaal of grotendeels verdwijnt. 'Stau-

nässe' komt tot stand als in een redelijk doorlatend profiel regenwater bij zijn benedenwaartse beweging wordt gehinderd door een slecht doorlatende laag. Hoe slechter doorlatend deze laag is en hoe ondieper zij voorkomt, des te scherper is in het goed doorlatende profieldeel de tegenstelling tussen de periode van verzadiging met water in de winter en de periode zonder grondwater in de zomer. Veelal vertonen de gronden een sterk roestig, 'gemarmerd' profielbeeld.

Dit type waterhuishouding komt op het profiel in Losser ook voor. In de winterperiode is het bewortelbare profieldeel, de bovenste halve meter, grotendeels verzadigd met water; in de zomer treedt een scherpe uitdroging op. Men moet echter het 'verdwijnen van het grondwater gedurende de vegetatietijd', dat de Duitse literatuur eist voor de 'Pseudogley'-gronden, omzetten in: diep wegzakken van het grondwater in de tertiaire leem. Het vlekkerige profielbeeld in de bovengrond ontbreekt, omdat het zand ontijzerd is, zodat er zich geen roest- en reductievlekken in konden ontwikkelen.

In het profiel in Losser werd naast de piëzometers geen over de volle lengte geperforeerde grondwaterstandsbuis geplaatst. Op grond van enkele waarnemingen in boorgaten en van elders opgedane ervaringen, kan worden gesteld, dat in een dergelijke buis van gebruikelijke lengte (1,5 à 2 m) standen gemeten zouden zijn die de ligging van het freatisch vlak dicht benaderen (voor zover natuurlijk het freatisch vlak binnen 1,5 à 2 m beneden maaiveld voorkomt). Voor routine-onderzoek is op een profiel, als dat in Losser, waarneming in een grondwaterstandsbuis zeker voldoende. Om een beter inzicht te krijgen in de waterhuishouding kan het aanbeveling verdienen waarnemingen te doen in piëzometers tot verschillende diepten in het profiel, zoals uit het voorgaande gebleken moge zijn.

4. WAARNEMINGEN OPOUDE RIVIERKLEIGRONDEN INDELIJMERS

In het gebied met oude rivierkleigronden in de Lijmers worden zandige kleigronden met soms een zwakke textuur-B in het profiel aangetroffen, die op brede flauwe terreinruggen liggen. Op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, zijn ze aangegeven als eenheid 79. In de ondergrond komen er plaatselijk zware, slecht doorlatende kleilagen in voor. De profielen zijn dan van geringe diepte af roestig en vlekkelig, vergeleken met de tamelijk egaal gekleurde bovengronden van de profielen zonder de storende laag. De praktijk kent de plekken met de slecht doorlatende ondergrond als nat, laat in het voorjaar, weinig draagkrachtig in natte perioden, enz. Ze worden, ten onrechte, wel als welplekken beschouwd. Op een vlak liggend perceel bouwland werden in een profiel met een slecht doorlatende laag in de diepere ondergrond in de periode van november '60 tot maart '62 waarnemingen gedaan naar de stijghoogte van het grondwater. De profielopbouw is ongeveer als volgt (fig. 2): van maaiveld tot ca. 100 cm komt bruingrijze, sterk roestig gevlekte, zandige klei voor. Tussen ca. 40 en 90 cm is het profiel wat zwaarder; in profielen zonder ondoorlatende laag in de ondergrond komt op dit niveau de zwakke textuur-B voor. Van ca. 100 tot ca. 120 cm volgt dan kleihoudend zand. Daaronder komt tot ca. 200 cm zware blauwgrijze klei, die met de diepte dichter, taaier en steeds slechter doorlatend wordt. De onderste 20 cm van de klei zijn humeus. Van 200 cm af volgt grijs matig grof tot grof zand.

In het profiel waren piëzometers aangebracht. Ze bestonden uit plastic

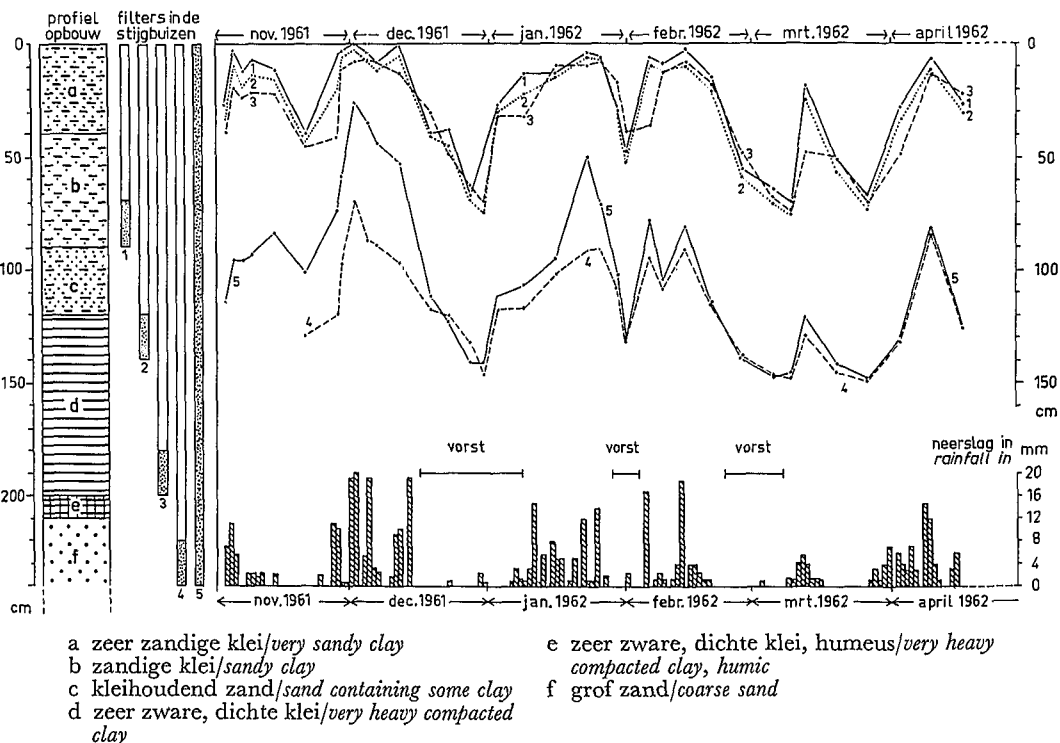


Fig. 2. Oude rivierkleigrond met slecht doorlatende laag in de ondergrond (Lijmers). Tijdstijghoogtelijnen van vier piëzometers (1-4) en een grondwaterstandsbuis (5). Meetperiode: november 1961 tot april 1962. De profielopbouw en de situering van de piëzometers en de grondwaterstandsbuis is links schematisch weergegeven. Het staafdiagram geeft de neerslag gedurende de meetperiode

Fig. 2. Old river clay soil with slowly permeable layer in the subsoil (Lijmers). Fluctuations of hydraulic head of 4 piezometers (1-4) and 1 observation well with perforated casing (5). Period of observation: november 1961 to april 1962. A sketch of the profile (profielopbouw) and the position of the gauges and their filters (filters in stijgbuizen) are at the left. The rainfall (neerslag) is indicated in the diagram underneath, „vorst” indicating frost periods

buizen met een binnendiameter van 22 mm, waarvan de onderste 20 cm geperforeerd waren; ze waren voorzien van een katoenen sok. De buizen waren zo geplaatst dat de buiswanden nauw bij de wanden van de boorgaten aansloten. De eerste piëzometer (nr. 1, zie fig. 2) stond boven de slecht doorlatende kleilaag, de tweede bovenin de slecht doorlatende kleilaag (nr. 2), de derde onderin de slecht doorlatende kleilaag (nr. 3), de vierde in de grove zandondergrond (nr. 4). Ten slotte werd nog een over de volle lengte geperforeerde grondwaterstandsbuis geplaatst, die reikte tot in de grove zandondergrond (nr. 5). In tegenstelling tot de piëzometers was deze buis geplaatst in een zeer wijd boorgat, waarna de ruimte tussen de wanden van de buis en het boorgat losjes met grond werd opgevuld. De afstand tussen de buizen onderling bedroeg ca. 1 m.

Een deel van de waarnemingsresultaten van de stijghoogten van het grondwater is in fig. 2 weergegeven. Het blijkt dat de standen van de piëzometers 1, 2 en 3 dicht bij elkaar liggen. Nr. 1 geeft steeds hogere standen dan nr. 2. Nr. 3 geeft dikwijls lagere standen dan nr. 1 en 2 maar ook nogal eens hogere.

De standen van nr. 4 liggen veel lager, ca. 80 cm, dan die in de buizen nr. 1, 2 en 3. De standen van de grondwaterstandsbuis nr. 5 liggen althans aanvankelijk tussen die van de nrs. 1, 2 en 3 enerzijds en nr. 4 anderzijds in. De fluctuaties van de verschillende buizen zijn ruwweg gelijk en hangen samen met de neerslag. De scherpe dalingen in de standen op het einde van december, het einde van januari en het einde van februari – begin maart zijn een gevolg van de dan optredende vorstperioden.

De verschillen in potentiaal van het grondwater die de buizen registreren moeten een gevolg zijn van een verticale stromingscomponent in het grondwater. Naar ook uit de situatie ter plaatse kan worden afgeleid, zal horizontale afstroming door de redelijk doorlatende bovengrond weinig plaatsvinden; het water moet verticaal door de zware kleilaag afstromen. De geringe doorlatendheid veroorzaakt het grote potentiaalverschil van het grondwater boven en onder deze laag. De potentiaalverschillen, die door de buizen nr. 1, 2 en 3 worden geregistreerd, zijn gering. Piëzometer nr. 2 is geplaatst bovenin de slecht doorlatende kleilaag, waar de filter waarschijnlijk nog contact heeft gehad met het water in de beter doorlatende laag erboven. Piëzometer nr. 3 staat echter met zijn filter in het slechtst doorlatende deel van de kleilaag. Op grond daarvan zou een groter verschil in potentiaal tussen buis 2 en 3 verwacht mogen worden dan nu gemeten is.

Overigens blijkt bij beschouwing van fig. 2 dat de tijdstijghoogtelijn van buis nr. 3 soms die van de buizen 1 en 2 doorkruist. Deze buis reageert traag. Bij verandering van potentiaal moet water toestromen in de piëzometer of eruit wegstromen. Naarmate de grond rondom de filter slechter doorlatend is, zal dat meer tijd vergen. Uit het beloop van de lijnen blijkt duidelijk dat

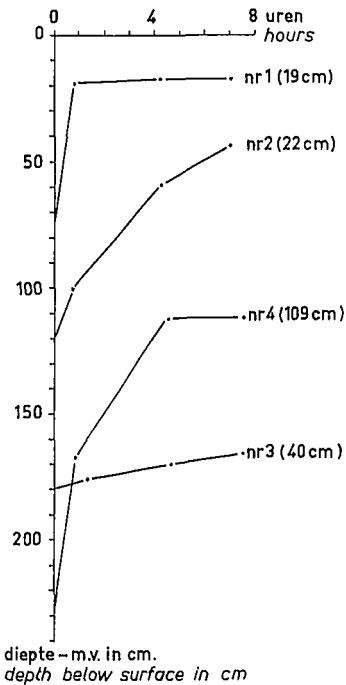


Fig. 3. Verloop van de waterstand met de tijd in de piëzometers 1 t/m 4 van fig. 2, nadat ze op het tijdstip 0 uur leeggepompt waren. De cijfers tussen haakjes geven de uitgangsstanden van de piëzometers 1 through 4 of fig. 2, after being pumped dry at 0 hours. The readings of the gauges immediately before pumping are indicated in parentheses

buis 3, die in het slechtst doorlatende deel van het profiel staat, achterloopt. Teneinde omtrent deze traagheid een beter indruk te krijgen, werden de buizen op een zeker moment leeggepompt en werd nagegaan welke tijd ze nodig hadden om zich weer tot het oorspronkelijke niveau te vullen. Fig. 3 brengt dit in beeld. De buizen nr. 1 en 4 stijgen zeer snel, nr. 2 wat langzamer en nr. 3 uiterst langzaam. Op grond hiervan kan men stellen dat piëzometers, geplaatst in zeer slecht doorlatende grond, in het algemeen geen betrouwbaar beeld van de potentiaal zullen geven. Ze reageren traag.

De geheel geperforeerde buis (zie fig. 2) heeft 'kortsluiting' tussen het grondwater in de bovengrond met hogere potentiaal en het grondwater in de ondergrond met lagere potentiaal teweeggebracht. De stand in de buis geeft aldus het evenwicht weer tussen instroming en uitstroming in en uit alle grondlagen, die door de buis worden geraakt. De stand in de buis geeft niet het freatisch niveau weer. Dit wordt het best benaderd door de stand in buis nr. 1, de kortste buis die water bevat. Het blijkt dat de gehele winter door het grondwater bijna tot in het maaiveld staat.

Merkwaardig is dat de standen van buis 5 in het begin van de winter ongeveer tussen die van de nrs. 1, 2 en 3 enerzijds en nr. 4 anderzijds liggen; op het einde van de winter echter gaan de standen van buis 5 vrijwel met die van 4 samenvallen. Overigens mag niet onvermeld blijven dat bij een tweede stel van vijf buizen, op een gelijksoortig profiel, de geheel geperforeerde buis gedurende het grootste deel van de waarnemingsperiode standen liet zien, die veel dichter bij die van de ondiepe piëzometers lagen dan in figuur 2. Verder bleek ook dat in boorgaten, tot in de grove zandondergrond uitgeboord, zeer hoge standen worden gemeten, overeenkomend met die in de buizen nr. 1, 2 en 3. Boorgaten slibben blijkbaar snel dicht, waardoor het contact tussen boven- en ondergrond wordt verbroken.

Ten slotte vermelden we nog dat op een andere plaats in hetzelfde perceel, waar de slecht doorlatende kleilaag in de ondergrond ontbreekt, enkele potentiaalbuizen tot verschillende diepten in het profiel werden aangebracht. De standen in deze buizen verschilden onderling weinig of niet en lagen ongeveer op hetzelfde niveau als die van buis 4 in figuur 2. Ze gaven de ligging van het freatisch vlak aan. Profielen zonder een slecht doorlatende laag hebben dus de gehele winter door een redelijke drooglegging.

Uit het hier gegeven voorbeeld volgt dat bij het doen van grondwaterstandswaarnemingen de constructie van de buis zeer belangrijk kan zijn voor het resultaat. Wanneer bij een lagenopeenvolging in het profiel als in figuur 2 te verwachten is dat het freatisch niveau daalt beneden de onderkant van de slecht doorlatende laag, zal het zeker overweging verdienen verscheidene buizen (piëzometers) in het profiel aan te brengen. Daalt het freatisch niveau niet zo diep, dan kan veelal met één (geheel geperforeerde) buis worden volstaan, eventueel geplaatst tot in de slechts doorlatende laag. Geheel geperforeerde buizen die tot in de goed doorlatende ondergrond reiken, kunnen echter een onjuist beeld van de grondwaterstand geven.

5. WAARNEMINGEN OP KOMGRONDEN IN DE LIJMERS

De hier te bespreken waarnemingen werden verricht op een perceel in de Lijmers met komgronden, op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, aangegeven als eenheid 69. Het perceel is ca. 200 m breed en ca. 270 m lang en aan alle zijden door sloten omringd. Schuin door het perceel loopt een flauwe laagte, waarin wat ondiepe greppeltjes uitlopen.

Vanuit de laagte is bij veel neerslag enige oppervlakkige ontwatering mogelijk. De polder waarin het perceel ligt, heeft overigens een uitstekend beheerst afwateringssysteem.

De profielopbouw is ongeveer als volgt: onder een 10 à 15 cm dikke A-horizont van humeuze klei volgt tot 80 à 100 cm humusarme, zware klei, die aanvankelijk roestig, maar dieper roestarmer en bovendien dichter en taaier wordt. Plaatselijk zijn de onderste 10 à 15 cm ervan donkergrijs van kleur en zeer taai (laklaag). Tot 130 à 150 cm komt dan humeuze, brokkelige, losse klei tot zware klei (z.g. korte klei, Edelman, 1950), dieper volgt grijs, grof, grindhoudend zand. Zoals ook van elders bekend (Edelman, 1950) is de laag van 20 tot 80 à 100 cm slecht tot zeer slecht doorlatend, de z.g. korte klei daarentegen goed doorlatend. In de lager gelegen delen van het perceel is de dikte van de taaie grijze klei geringer en volgt al op ca. 70 cm korte klei. Op de hoogst gelegen delen bevindt zich op de overgang van de korte klei naar het zand een blauwgrijs kleilaagje (oude rivierklei).

In de lengterichting van het perceel werden op dertien plaatsen, onderling ca. 20 m van elkaar, telkens twee boorgaten gemaakt, één diep en één ondiep. Het diepe boorgat reikte tot in de brokkelige klei of tot in het zand, het ondiepe (ca. 50 à 70 cm diep) bleef 15 à 20 cm boven de onderkant van de slecht doorlatende, dichte kleilaag. De stijghoogten van het grondwater in de boorgaten en de slootstanden werden op een aantal dagen in november en december 1960 gemeten. Enkele resultaten van de metingen zijn weergegeven in figuur 4. Elk van de vier tekeningen is een doorsnede van het perceel met de sloten aan voor- en achterzijde. De hoogteligging van het maaiveld werd betrokken op de bodem van één van de sloten. De plaatsen van de dertien paren boorgaten zijn door de getallen 1 t/m 13 aan de bovenzijde aangegeven. De stippenlijn verbindt de standen gemeten in de diepe boorgaten, de streeplijn die in de ondiepe. Bij elke doorsnede geeft een staafdiagram aan hoeveelheid regen er gevallen is in de drie of vier dagen voorafgaand aan de dag van de meting (de neerslaghoeveelheid, aangegeven voor een bepaalde dag, is de om 8 uur 's morgens afgetapte hoeveelheid; de waterstanden zijn tussen 8 en 11 uur gemeten).

De figuren 4a en c (respectievelijk 28 november en 5 december) hebben betrekking op toestanden toen er in de voorafgaande dagen veel regen gevallen was. De standen in de boorgaten waren hoog, ze kwamen tot aan of bijna tot aan het maaiveld, ook de slootstanden waren hoog. De toestand van 5 december (fig. 4c) trad op na een exceptioneel sterke regenval, die standen in de diepe zowel als de ondiepe gaten lagen aan het maaiveld, de sloten waren boordevol. Nagenoeg geen enkel afwateringssysteem zou in staat zijn geweest de toen gevallen neerslaghoeveelheid direct te verwerken. De figuren 4b en 4d geven een beeld van de toestand toen het enige dagen droog weer was geweest. De slootstanden waren weer veel lager en ook de standen van het water in de boorgaten waren gedaald.

Behalve in het geval van figuur 4c, blijkt dat de standen in de ondiepe boorgaten hoger waren dan in de diepe. De stand van het water in het ondiepe boorgat zal ongeveer de potentiaal van het water boven de slecht doorlatende kleilaag weergegeven hebben, die in het diepe boorgat zal de potentiaal in de 'korte klei' min of meer benaderd hebben. (Voor een meer verantwoorde meting van de potentiaal zouden buizen aangebracht moeten zijn. Zo zal in de diepe boorgaten voortdurend water uit de bovengrond toegestroomd zijn; al zal dat niet veel geweest zijn vanwege de slechte door-

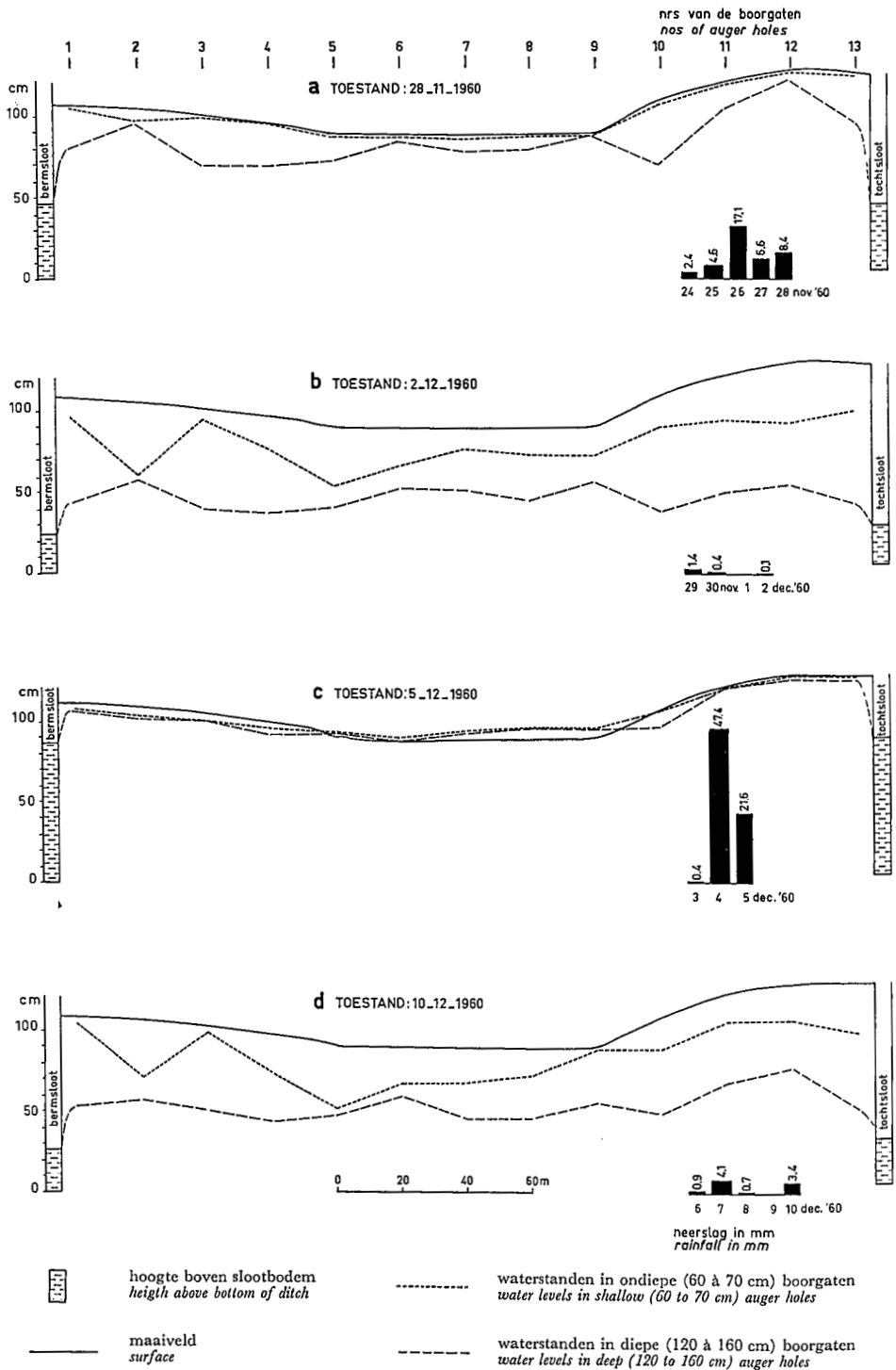


Fig. 4a-d. Doorsneden door een perceel komgrond. Waterstanden met enige dagen tussenruimte gemeten in een serie diepe en een serie ondiepe boorgaten
Fig. 4a-d. Cross sections of a parcel of heavy river bottom land. Hydraulic head measured with a few days spacing (toestand = situation at date given) in a series of deep and a series of shallow uncased auger holes

latendheid ervan; aangenomen mag worden dat de potentiaal van het water in de ondergrond lager zal zijn geweest dan aangegeven door de standen van het water in de diepe boorgaten). Slechts op plek nr. 2 was er ook op 28-11, 2-12 en 10-12 weinig verschil in de standen van het diepe en ondiepe boorgat. Waarschijnlijk was het ondiepe boorgat hier iets te diep geboord, zodat de goed doorlatende ondergrond werd bereikt. In wat mindere mate deed dit verschijnsel zich voor bij plek nr. 5.

Naar uit de literatuur bekend is, kan de ontwateringsstroming bij komgronden worden geschematiseerd tot een verticale stroming door de slecht doorlatende laag, een horizontale stroming door de goed doorlatende ondergrond en een radiale stroming bij de open watergangen. Bij de verticale stroming door de slecht doorlatende laag treedt veel potentiaalverlies op (Van Hoorn, 1960). Het is dit potentiaalverlies dat in de profielen van figuur 4 werd geregistreerd door de verschillen in standen van diepe en ondiepe boorgaten. In het geval van figuur 4c stonden de sloten vol, de ontwateringsstroming was daardoor tot stilstand gekomen, ten gevolge waarvan ook de potentiaalverschillen wegvielen. De slootstanden waren na een regenperiode, ten gevolge van de intensieve bemaling, nooit gedurende lange tijd hoog. De standen in de diepe boorgaten pasten zich hierbij goed aan, hetgeen in overeenstemming is met de goede doorlatendheid van de ondergrond (fig. 4b i.v.m. fig. 4a; fig. 4d i.v.m. fig. 4c). De beste benadering van de ligging van het freatisch vlak wordt gegeven door de standen in de ondiepe boorgaten; deze zijn enkele decimeters hoger dan die in de diepe, welke gelijk gesteld kunnen worden met de standen in grondwaterstandsbuizen.

Evenals dat het geval was bij de oude rivierkleigrond, mag worden geconcludeerd dat ook bij deze komgronden de constructie van de buis of de diepte van het boorgat van invloed is op de meetresultaten. Ook hier verdient het aanbeveling diepe naast ondiepe buizen te plaatsen, (resp. diepe naast ondiepe boorgaten te maken) als men over de grondwaterhuishouding gegevens wil verzamelen en nauwkeurig geïnformeerd wil zijn over de grondwaterstand.

6. SAMENVATTING

Uit de literatuur is het bekend dat, speciaal op gronden met profiellagen die sterk in doorlatendheid verschillen, de waterstand in een grondwaterstandsbuis kan afwijken van de werkelijke grondwaterstand, de diepteligging van de grondwaterspiegel beneden maaiveld. Door in plaats van een grondwaterstandsbuis verscheidene piëzometers in een dergelijk profiel te plaatsen en hierin waarnemingen te doen, kan men dikwijls juistere gegevens over de grondwaterstand verkrijgen, terwijl bovendien aldus het inzicht in de waterhuishouding als geheel wordt verdiept.

Er worden hiervan drie voorbeelden behandeld, die zich bij het bodemkarteringsonderzoek hebben voorgedaan betrekking hebbend respectievelijk op een zandgrond met tertiaire leem in de ondergrond, een oude rivierkleigrond en een rivierklei-komgrond.

7. SUMMARY

It is known from literature that the water level in an observation well with perforated casing may diverge from the true water table, i.e. the depth below surface of the upper free surface of ground water, and that this phenomenon is much in evidence in soils with layers of strongly divergent permeability.

By replacing a single standard observation well with several piezometers and making observations it is often possible to arrive at more precise data concerning the water table, while in addition the understanding of the water relations as a whole will be deepened.

Three examples encountered during soil survey studies are dealt with relating to a sand soil on a subsoil of Tertiary clay, an old river clay soil and a heavy river bottom land soil respectively.

8. LITERATUUR

- Edelman, C. H., c.s.*, 1950: Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven den Meidijk. De bodemkartering van Nederland, deel VII, Versl. Landb. Onderz. no. 56-18, 's-Gravenhage.
- Hooghoudt, S. B.*, 1952: Waarnemingen van grondwaterstanden voor de landbouw. Comm. Hydr. Onderz. T.N.O. Verslagen Technische Bijeenkomsten 1-6, p. 94-108. 's-Gravenhage.
- Hoorn, J. W. van*, 1960: Grondwaterstroming in komgrond en de bepaling van enige hydrologische grootheden in verband met het ontwateringssysteem. Versl. Landb. Onderz. 66-20, Wageningen. Diss. Wageningen.
- Richards, L. A., editor*, 1954: Diagnosis and improvement of Saline and Alkali soils. Agriculture Handbook no. 60, Washington.
- Richards, L. A.*, 1955: Retention and transmission of water in soil. Water. The yearbook of Agriculture, 144-151. Washington.
- Stichting voor Bodemkartering*, 1961: Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000.
- Zakosek, H.*, 1960: Durchlässigkeitsuntersuchungen an Böden unter besonderer Berücksichtigung der Pseudogleye. Abh. Hess. Landesamt Bodenforschung, 32.