

## 10. HET SLOOTKANTEFFECT IN HET KLEI OP VEENGEBIED IN ZUID-HOLLAND

*The ditch bank effect in the district of South Holland where the soil  
consists of clay underlain by peat*

door/by

**Ir F. Sonneveld**

### 1. INLEIDING

Het is betrekkelijk algemeen bekend, dat op verschillende plaatsen in het polderland van westelijk Nederland slechts een gering of in het geheel geen verband bestaat tussen de grondwaterstand en de slootwaterstand. Dit verschijnsel kan zich voordoen bij zwaardere kleigronden en bij zeer fijnzandige gronden, terwijl men het ook aantreft in veengebieden.

In bepaalde gevallen zal het geringe verband tussen sloot- en grondwaterstand een gevolg zijn van de zeer slechte doorlatendheid van de grond, zoals deze bijvoorbeeld voorkomt bij de uiterst fijnzandige of sloefige gronden met een hoog percentage van de fractie van 2-16  $\mu$ . De verhanglijn van het grondwater zal dan vanaf de sloot het perceel in, bij een groot verschil tussen sloot- en grondwater, een steil maar regelmatig verloop vertonen. In andere gevallen, waarbij de doorlatendheid van de grond binnen de percelen niet zo gering is, zal de oorzaak van het verschijnsel gezocht moeten worden in de direct langs de sloot gelegen zone. In dit geval, dat wij zullen aanduiden als het „slootkanteffect”, zal de verhanglijn van het grondwater vanaf de sloot het perceel in steil maar onregelmatig verlopen. Soms zal op de overgang van het water naar de grond een verdichte laag zijn gevormd, zodat reeds direct in deze overgangslaag de waterbeweging wordt belemmerd. Een scherp verschil tussen grond- en slootwaterstand zal zich reeds direct achter deze overgangslaag openbaren. Deze wandverdichting kan worden veroorzaakt door het opvullen van de openingen met fijne slibdeeltjes of door het neerslaan van colloïdale deeltjes. Dit laatste zal zich bijvoorbeeld kunnen voordoen in sterk vervuilde leidingen, waarin afvalwater wordt afgevoerd. In het eerste geval is het denkbaar, dat bij hoge grondwaterstand de afgezette kleideeltjes weer van de openingen worden weggedrukt, zodat wel afvoer naar de sloot toe mogelijk zou zijn, zodat dan het slootkanteffect slechts naar één zijde werkzaam is.

Het is echter ook denkbaar, dat het verschijnsel van het slootkanteffect niet is gelocaliseerd in de directe overgangslaag tussen water en grond, maar dat het voorkomt in een smallere of bredere zone op enkele centimeters à enkele meters vanaf de sloot, waarbij wij voorlopig in het midden zullen laten op welke wijze een dergelijk verschijnsel zou zijn ontstaan.

In de zomer van 1951 hebben wij getracht een nader inzicht te verkrijgen in het verschijnsel van het slootkanteffect in het klei-op-veen gebied ten noorden van Maassluis. De onderzoeken zijn verricht in de Foppelpolder onder de gemeente Maasland en de Binnen-Aalkeetpolder, onder de gemeente Vlaardingen. Door het op grote schaal uitvoeren van grondwaterstandsmetingen en doorlatendheidsbepalingen is het gelukt ons in dit gebied een beeld te vormen van de oorzaken en de omvang van het slootkanteffect. In het vroege voorjaar van 1954 hebben wij in een periode van hoge grondwaterstanden nog enkele waarnemingen gedaan, om een indruk te krijgen van de invloed van het slootkanteffect in de winter.

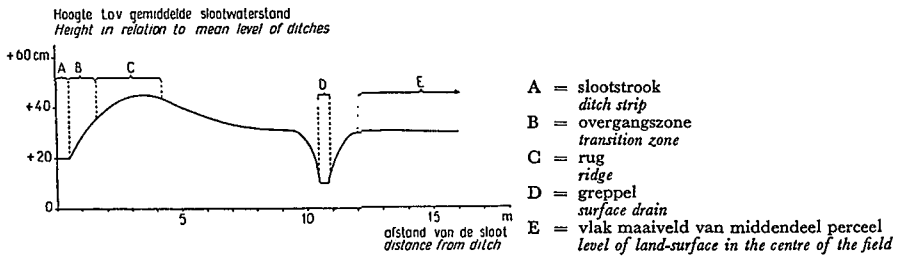


Fig. 1. Schematisch beeld van de ligging van het maaiveld van een perceel met een slootstrook. *Sketch of the position of the land surface of a field with a ditch strip.*

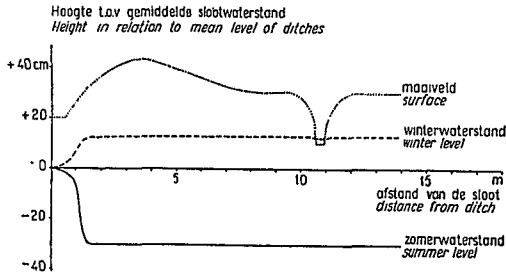


Fig. 2. Schematische voorstelling van het verloop van de grondwaterstand in zomer en winter op een perceel met een slootstrook. *Sketch of the fluctuations in the watertable level during summer and winter at a field with a ditch strip.*

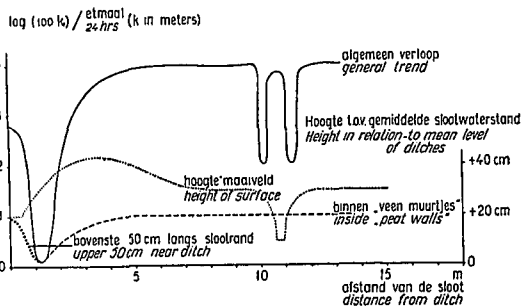


Fig. 3. Schematische voorstelling van het verloop van de doorlatendheid op een perceel met een slootstrook. *Sketch of the fluctuations of the permeability of the soil of a field with a ditch strip.*

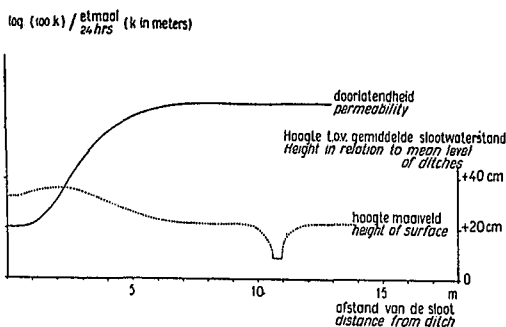


Fig. 4. Schematische voorstelling van het verloop van de doorlatendheid op een perceel zonder slootstrook en met lage ligging. *Sketch of the fluctuations of the permeability of the soil of a low lying field with a ditch strip.*

## 2. DE LIGGING VAN HET MAAIVELD

De onderzochte percelen liggen in een echt weidegebied. Wij kunnen onderscheid maken naar percelen, die regelmatig worden beweid en percelen, die vrijwel uitsluitend worden gehooïd. De weidepercelen worden in het algemeen gekenmerkt door de aanwezigheid van een relatief laaggelegen sterk vertrapte strook langs de sloot ter breedte van 50 à 100 cm (fig. 1). De grond in deze „slootstrook” wordt gevormd door een zwarte, structuurloze, taaie organische modder, ontstaan doordat steeds bij het schoonmaken van de sloten de zwarte venig-kleiige slootmodder op deze strook wordt uitgespreid. Deze strook gaat via een duidelijke verhoging vrij plotseling over in het eigenlijke perceel, waarbij de grond veel steviger wordt. De overgang van de slootstrook naar het hoogste deel van deze hoge rug zullen wij in het vervolg aanduiden als de overgangszone. Vanaf deze hoge rug op enige afstand vanaf de sloot daalt het maaiveld over een afstand van enkele meters vrij sterk, waarna het verder vrijwel horizontaal verloopt. Op de hooilandpercelen komt deze slootstrook in lang niet zo sterke mate of in het geheel niet voor. Op deze percelen komt veel minder vee, zodat de kanten niet worden afgetrapt en dus lang niet zoveel modder uit de sloot op de kanten hoeft te worden gebracht. Op deze percelen zakt het maaiveld vanaf de sloot over een afstand van enkele meters regelmatig, waarna het verder horizontaal loopt. In het volgende zullen wij ons beperken tot de weidepercelen met een duidelijk ontwikkelde slootstrook en een scherpe overgang van deze strook naar het eigenlijke perceel.

## 3. HET VERLOOP VAN DE GRONDWATERSTAND

Om een indruk te krijgen van het verloop van de grondwaterstand vanaf de sloot het perceel in, werden op geringe onderlinge afstanden grondwaterstandswaarnemingen verricht. In fig. 2 is weergegeven op welke wijze de grondwaterstand in zomer en winter verloopt, terwijl tevens de ligging van het maaiveld is aangeduid.

Wij zien, dat in de slootstrook de waterstand nauw samenhangt met de slootwaterstand. In de zone waar de slootstrook overgaat in het eigenlijke perceel vindt echter een zeer scherpe daling plaats van de grondwaterstand in de zomer respectievelijk een scherpe steiging in de winter. Voorbij deze overgangszone loopt de grondwaterstand verder vrijwel horizontaal over de gehele breedte van het perceel tot aan de bij de andere sloot behorende overgangszone. De modderige substantie van de slootstrook is dus blijkbaar nog voldoende doorlatend om voortdurend vanuit de sloot van water voorzien te worden, terwijl anderzijds na regenval snelle afvoer van het water uit deze strook naar de sloot plaatsvindt. Op de overgang van de slootstrook naar het perceel bevindt zich echter een waterkerende zone, waardoor het verband tussen de grondwaterstand binnen het eigenlijke perceel en de slootwaterstand aanmerkelijk wordt beperkt.

## 4. DE DOORLATENDHEID VAN DE GROND

Nadat aan de hand van de grondwaterstandswaarnemingen de indruk was verkregen, dat zich op enige afstand van de sloot een slecht doorlatende zône zou bevinden, bleek het gewenst de doorlatendheid van de grond op de verschillende perceelsgedeelten te meten. Op een groot aantal plaatsen werden doorlatendheidsmetingen uitgevoerd volgens de boorgatenmethode van Hooghoudt.

Fig. 3 geeft een gemiddeld beeld van het verloop van de doorlatendheid van de grond op een perceel met een slootstrook. Dit beeld is verkregen uit waarnemingen op ongeveer 10 percelen. De metingen zijn verricht bij drie verschillende diepten van de boorgaten. In de figuur zijn de doorlatendheden uitgedrukt in de doorlaatfactor  $K$  in meters per etmaal, op de y-as logaritmisch uitgezet. Wij zien, dat de doorlatendheid in de slootstrook nog betrekkelijk groot is, maar dat deze in de overgangszone van de slootstrook naar de hoge rug van het eigenlijke perceel tot een zeer geringe waarde daalt. De geringste waarden, die wij voor de doorlatendheden in deze strook hebben gevonden, zijn van de orde van grootte  $k = 0,012$  à  $0,015$  m per etmaal, hetgeen zeer gering is. Op alle onderzochte percelen met een slootstrook komt een zone met een geringe doorlatendheid voor. De minimumwaarde loopt uiteen van  $0,012$  tot  $0,15$  m per etmaal. Vanaf de overgangszone neemt de doorlatendheid naar het midden van het perceel over een afstand van enkele decimeters weer zeer snel toe tot waarden, die in vele gevallen het 10.000-voudige bedragen van de waarden in de overgangszone. Veelal is binnen de percelen na het leegpulsen van de boorgaten de stijging van het water in de gaten zo snel, dat meting van de stijgsnelheid niet mogelijk is. In de slootstrook is de doorlatendheid van de grond, gemeten in de diepe boorgaten, betrekkelijk groot, ofschoon niet zo groot als binnen de percelen. Bij de ondiepe boorgaten van 50 cm blijkt de doorlatendheid echter aanmerkelijk geringer te zijn. Deze ondiepe boorgaten liggen geheel in de taai-plastische slootkantmodder, terwijl de diepere boorgaten tot in de ongestoorde veenondergrond reiken, hetgeen dus een aanmerkelijke stijging van de doorlatendheid tengevolge heeft.

Wij zagen, dat binnen het perceel de doorlatendheid in het algemeen zeer groot is, zodat wij deze grote doorlatendheid als kenmerkend voor het gehele perceel tussen de overgangszones hebben beschouwd. Toch hebben wij bij een aantal waarnemingen binnen de percelen ook zeer geringe doorlatendheden gevonden van de orde van grootte van  $0,1$  m per etmaal, terwijl op enkele decimeters afstand van deze waarnemingspunten doorlatendheden werden gemeten van meer dan  $100$  m per etmaal. Deze zeer grote verschillen worden verklaard door de structurele opbouw van de grond binnen de percelen. Tengevolge van de uitdroging is het oorspronkelijke veen in sterke mate gaan krimpen, waardoor talrijke, veelal met elkaar in verbinding staande grotere en kleinere, voornamelijk verticale scheuren zijn ontstaan, waardoorheen het water vrij kan stromen. Wordt de doorlatendheidsmeting juist in zo'n scheur uitgevoerd, dan vinden wij uiteraard zeer grote  $k$ -waarden.

Tussen de scheuren bevinden zich „muren” van meer of minder ingedroogd en gekrompen veen. Valt het boorgat juist in een „veenmuur”, dan vinden wij veel geringer doorlatendheden in de orde van grootte van  $0,1$  m per etmaal, hetgeen ongeveer 10 maal zo klein is als van het niet ingedroogde ongestoorde veen onder de slootbagger langs de sloot. In fig. 3 is de doorlatendheid van de grond binnen de veenmuurtjes aangegeven door de gestreepte lijn.

Op de percelen waar de slootstrook ontbreekt, hetgeen dus het geval is bij de meeste achter in de polders gelegen hooilandpercelen met een lage ligging ten opzichte van het polderpeil, heeft de doorlatendheidscurve een ander verloop (fig. 4).

Bij deze percelen ontbreekt de zone met een minimale doorlatendheid op

enige afstand van de sloot. In een strook van een meter langs de slootkant is de doorlatendheid betrekkelijk gering, om daarna verder het perceel in toe te nemen tot vrij grote waarden. De zone met een betrekkelijk grote doorlatendheid vlak langs de sloot ontbreekt hier dus.

Ook bij een aantal greppels is nagegaan of en in hoeverre hier sprake was van een „slootkanteffect”. Gebleken is, dat het effect zich in het algemeen ook bij de greppels voordoet (fig. 3). Slechts is de zone met minimumdoorlatendheden smaller en dichter bij de greppel – ongeveer 30–80 cm vanuit het hart van de greppel – gelegen dan dit bij de sloot het geval was, terwijl de minimumwaarden minder laag zijn dan bij de sloot. Bij de greppels zijn deze minimumwaarden van de orde van grootte van 0,1 tot 1,0 m per etmaal. Bij greppels in zeer laaggelegen en natte percelen doet zich het verschijnsel niet voor (fig. 4).

#### 5. VERBAND TUSSEN DE MINIMUMDOORLATENDHEID IN DE OVERGANGSZONE EN DE DALING VAN DE GRONDWATERSTAND IN DE ZOMER

Gezien het voorafgaande ligt het voor de hand te veronderstellen, dat er enig verband zal bestaan tussen de minimumdoorlatendheid in de overgangszone langs de sloot en de daling van de grondwaterstand in droge perioden. De daling van de grondwaterstand zal des te sterker zijn naarmate de toevoer vanuit de sloot geringer is. Verschillen in de veranderingen van de grondwaterstand kunnen echter ook worden veroorzaakt door andere factoren, waarbij wij in de eerste plaats denken aan verschillen in waterbergend vermogen, die kunnen optreden bij verschillen in mate van irreversibele indroging, veroorzaakt door langdurige verschillen in de behandeling en verzorging van het land.

Slechts van een vijftal percelen konden vergelijkbare waarnemingen worden verkregen (tabel 1). Dit aantal is te gering om een zuiver beeld te vormen. Wij zien echter wel, dat de daling van de grondwaterstand op de drie percelen met een minimumdoorlatendheid in de overgangszone van minder dan 0,05 m per etmaal aanmerkelijk sterker is geweest dan op de beide percelen, waar de minimumdoorlatendheid groter is dan 0,20 m per etmaal.

TABEL 1. De daling van de grondwaterstand op een bepaald tijdstip ten opzichte van de minimumdoorlatendheid in de overgangszone langs de sloot.  
*The drop of the water-table level at a given moment in relation to the minimum permeability in the transition zone along the strip.*

Minimumdoorlatendheid in de overgangszone in m per etmaal <i>Minimum permeability in the transition zone in m per 24 hours</i>	Daling grondwaterstand in cm op een bepaald tijdstip <i>Drop of the water-table level in cm at a given time</i>
0,012	31
0,037	14
0,039	41
0,24	3
0,54	10

#### 6. HET ONTSTAAN VAN HET SLOOTKANTEFFECT

De vraag die zich voordoet, is op welke wijze het slootkanteffect zal zijn ontstaan. Bij de ontginning van het oorspronkelijke landschap is men overgegaan

tot de aanleg van sloten. Op dat tijdstip zal er van een slootkanteffect nog geen sprake zijn geweest, daar de grond nog homogeen was en een bepaalde, naar wij veronderstellen vrij grote doorlatendheid van  $k = 2$  à  $10$  m per etmaal had. Tengevolge van de noodzakelijke peilverlaging begon de grond te klinken, waardoor de doorlatendheid geringer werd, zodat ook de watertoevoer verminderde. In een droge periode zal, afhankelijk van de doorlatendheid en de afstand van de sloten, de grondwaterstand tot op een zekere diepte zijn gaan dalen. De grond die daardoor nog verder ontwaterd werd, zal nog verder zijn geklonken, terwijl onder invloed van de droogte de bovengrond gedeeltelijk irreversibel ging scheuren, waardoor de doorlatendheid binnen het perceel weer aanmerkelijk werd vergroot. De zone direct langs de sloot droogde niet uit en klonk dus ook in veel mindere mate in. De klink binnen het perceel maakte nieuwe peilverlagingen noodzakelijk, waardoor ook langs de sloot klink begon op te treden, zonder dat de grond hier echter uitdroogde. De doorlatendheid nam daardoor in deze zone af, hetgeen een verdere vermindering van de watertoevoer naar het perceel tengevolge had, waardoor het indrogingsproces binnen het perceel nog weer werd versterkt. Tengevolge van de voortdurende peilverlagingen is het inklinkingsproces steeds verder gegaan, waardoor in de nimmer uitgedroogde zone langs de slootkant een zeer dichte pakking van de grond is ontstaan. Hierdoor ontstond in de overgangszone tevens een sterke druk op de diepere ondergrond, die daardoor in relatief sterke mate werd samengeperst, zodat ook hier de doorlatendheid geringer werd. Het opbrengen van veel bagger uit de sloten bij het schoonmaken van de sloten zal dit proces nog versterkt hebben.

#### 7. DE BETEKENIS VAN HET SLOOTKANTEFFECT VOOR DE REGELING VAN DE WATERHUISHOUDING

Het slootkanteffect heeft zich zo ver ontwikkeld, dat op vele percelen praktisch geen water meer vanuit de sloot het perceel in kan dringen en omgekeerd. De waterhuishouding wordt dus vrijwel uitsluitend bepaald door verdamping en neerslag en door de afvoer van water via de greppels in perioden van wateroverlast.

Wil men in de zomermaanden een te sterke daling van de grondwaterstand tegengaan, dan zal men dit ten dele kunnen bereiken door in het voorjaar de grondwaterstand door ontwatering via de greppels niet in te sterke mate te verlagen. Wil men het probleem echter radicaal oplossen, dan zal men kunstmatig de toevoer van water vanuit de sloot de percelen in moeten regelen. In de eerste plaats zal men het water door de overgangszone heen moeten voeren, waarna de verspreiding van het water binnen het perceel niet zoveel moeilijkheden meer zal bieden. Men zal dit kunnen bereiken met een stelsel van waterinvoerbuizen, waarbij, in verband met de kwetsbaarheid van de uitmondingen van de buizen in de ondiepe modderige en plantenrijke sloten, op een zo gering mogelijk aantal plaatsen het water via dikke aanvoerbuizen met een regelbare afsluiter door de overgangszone gevoerd kan worden, waarna het water verder via in de lengterichting van de percelen lopende waterinvoerbuizen in de grond kan worden gebracht. In verband met de zeer grote doorlatendheid van de grond binnen het perceel zou kunnen worden volstaan met een vrij grote onderlinge afstand tussen de reeksen van de waterinvoerbuizen. Regeling van de watertoevoer door middel van een regelbare inlaatafsluiter is noodzakelijk, opdat men in de zomer omstreeks begin Au-

gustus de waterinvoer stop kan zetten om daarmee te vermijden, dat in het volgende voorjaar een oogstdepressie zal optreden. Bij een tijdig stopzetten van de waterinvoer zal men in de nazomer nog een vrij aanmerkelijke verlaging van de grondwaterstand krijgen, waardoor de grond kan uitdrogen en de scheuren blijven bestaan, zodat de aanvankelijk zeer grote doorlatendheid binnen het perceel niet al te sterk zal teruglopen.

De ontwatering van de percelen moet geheel via de greppels geschieden, hetgeen duidelijk bleek bij de onderzoeken, die werden uitgevoerd in een periode van hoge grondwaterstanden in het vroege voorjaar. Op een tiental percelen werden zeer nauwkeurige grondwaterstandsmetingen verricht. Zonder uitzondering bleek in al deze gevallen, dat de grondwaterstand tussen de overgangszones langs de slootkanten van de percelen volkomen horizontaal verliep, terwijl het niveau van de waterstand uitsluitend werd bepaald door het niveau van de waterstand in de greppels. Een hoge greppelwaterstand veroorzaakt door slecht onderhoud van de greppels ging gepaard met een hoge grondwaterstand, terwijl op percelen met een goede onderhoudstoestand van de greppels de grondwaterstand een dag na een periode van vrij sterke regenval praktisch weer tot het niveau van de sloot was gedaald. Het is dus van het grootste belang om de greppels in de winter goed schoon te houden, daar dit noodzakelijk is voor een zo vroeg mogelijke ontwikkeling van het gras.

### *Summary*

In given cases there is only a very slight relation between the level of the water in the ditches and the level of the watertable in the soil. For cases that the cause of this feature has to be attributed to the zone directly adjoining the ditch the term "ditch bank effect" has been adopted. The course of the line reflecting the variations in the water-table level, starting from the ditch towards the centre of the field, will show steep but irregular changes. The ditch bank effect may be caused through consolidation of the wall directly bounding the ditch water or by a consolidation of the soil at a certain distance from the ditch.

An investigation has been carried out on these phenomena during the summer of 1951 in the district, to the north of Maassluis where clay is underlain by peat. Fields were selected for this purpose which are regularly grazed. These fields whose edges are badly trampled by the cattle have a ditch strip of 50 to 100 cm in width (fig. 1) consisting of black, tough organic slob without any structure. This slob is dredged from the ditches when they are scoured. There is a close association between the level of the water-table and the water-level in the ditch. In the transition of the ditch to the field, however, is obviously a water stemming zone. Water-permeability-measurements have been carried out to substantiate this fact (fig. 3).

The permeability being still rather high in the ditch-strip, is showing a drop in the transition to the actual field down to very low values, and is rapidly increasing again further away. This feature is due to desiccation and shrinkage of the peat resulting in mainly vertical cracks. A measurement in the crack results in high permeability values, but in the peat walls between the cracks the penetration speed is considerably less (fig. 3).

On fields regularly used for hay making, the ditch-strip is missing and their curves of permeability show a different course (fig. 4). The zone with a high permeability, immediately adjacent to the ditch, is lacking here. Table 1

shows that the drop in the level of the water-table in the soil during summer is usually higher in the centre of a field according as the transition zone shows a lower permeability to water.

The ditch bank effect is very likely brought about as follows. After reclamation the water-table under the field dropped during periods of drought, causing shrinkage and cracking of the top soil. A strip along the ditch did not desiccate, but yet is shrunk and more if a drought lasted longer. Due to this the zone along the ditch became gradually more consolidated and the permeability of its soil was adversely affected.

Under the conditions prevailing today no water can possibly penetrate into the field from the ditch. By the installation of supply pipes transversing the ditch-strip this fault can be eliminated.