

NOTA 857

april 1975

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

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

BEREKENING VAN DE CAPILLAIRE STIJGHOOGTE
VOOR EEN AANTAL NEDERLANDSE STANDAARDGRONDEN
OP BASIS VAN TEXTUURKENMERKEN

G.W. Bloemen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. AARD VAN DE LITERATUURGEGEVENS	2
3. DE STANDAARDREEKS VAN RIJTEMA	3
4. VERZADIGDE DOORLATENDHEID EN TEXTUUR	4
5. DE FACTOR α IN VERGELIJKING (2) EN DE TEXTUUR	8
6. DE INVLOED VAN DE TEXTUUR OP ψ_a , $\psi_{\max}$ EN DE EXPONENT n	12
7. EEN SYSTEEM VAN STANDAARDGRONDEN	16
8. SLOT	20
LITERATUUR	21
BIJLAGEN	

1. INLEIDING

Voor de toepassing van numerieke hydrologische modellen voor de stroming van water in de onverzadigde zone moet het capillair geleidingsvermogen bekend zijn. Omdat de bepaling hiervan tijdrovend en gecompliceerd is, bestaat er grote behoefte aan methoden om deze factor af te leiden uit goed gedefinieerde bodemkundige eigenschappen. Deze kunnen betrekking hebben op enkelvoudige kenmerken, zoals textuur of structuur, maar kunnen ook samenvattend zijn zoals bijvoorbeeld de samenhang tussen vochtgehalte en vochtspanning, de pF-curve.

Tussen het capillair geleidingsvermogen en de vochtspanning bestaat een nauwe samenhang omdat capillaire stroming alleen mogelijk is in het met vocht gevulde deel van het poriënvolume. Omdat het vochtgehalte afneemt met toenemende vochtspanning zal er een verband tussen de vochtspanning en het capillair geleidingsvermogen moeten bestaan. Verschillende onderzoekers hebben methoden aangegeven om het capillair geleidingsvermogen bij gegeven vochtspanningen te berekenen uit de veel eenvoudiger te bepalen pF-curve (CHILDS e.a., 1950; MILLINGTON e.a., 1960; GREEN e.a., 1971 en LALIBERTE e.a., 1968). Omdat lang niet altijd het geleidingsvermogen of een pF-curve bekend is van de grond waarvoor het vochttransport moet worden berekend werd door RIJTEMA (1969) een reeks standaardgronden ontworpen, waarvoor de stijghoogten van capillaire vochtstromen van gegeven intensiteit werden berekend.

Omdat in de praktijk toepassing van dit systeem wel eens moeilijkheden blijkt op te leveren, is nogmaals getracht om op basis van literatuurgegevens een reeks standaardgronden te maken en daarvoor de capillaire stijghoogte bij verschillende stroomsnelheden te berekenen.

2. AARD VAN DE LITERATUURGEGEVENS

In de laatste decennia zijn in de literatuur nogal wat gegevens verschenen over gemeten capillaire doorlatendheden en de daarbij behorende vochtgehalten of zuigspanningen. Soms zijn van de onderzochte monsters vochtspanningscurven gegeven, soms werden meer of minder volledige gegevens over de textuur vermeld, soms is ook de dichtheid opgegeven. De informatie is zelden compleet en niet altijd even betrouwbaar. Zo gebeurt het dat de benaming van het monster volgens de textuurdriehoek niet klopt met de opgegeven textuur (bijvoorbeeld VACHAUD, 1967). In de meeste gevallen hebben de gegevens alleen betrekking op het traject van lage vochtspanningen. Een enkele auteur daarentegen heeft alleen met hoge vochtspanningen gewerkt (VETTERLEIN, 1963). Bij uitzondering worden gegevens verstrekt over het gehele traject tussen verzadiging en verwelkingspunt (KUNZE e.a., 1968). Meestal hebben de gegevens betrekking op 'geroerde' monsters, uitzondering op deze regel zijn zeldzaam (GIESEL e.a., 1972; LIAKOPOULOS, 1966; WESSELING, 1974; WESSELING e.a., 1966). Uit de geroerde monsters zijn meestal de fracties > 2 mm verwijderd, waarna de monsters op een bepaalde dichtheid worden gebracht. Soms worden bepaalde fracties uitgezeefd en als monster gebruikt (KLUTE, 1952). Het komt ook voor dat de bepalingen zijn gedaan met lichte olie in plaats van met water (KING, 1965). Deze gegevens zijn in het huidige onderzoek niet betrokken.

Vaak wordt onderscheid gemaakt tussen bepalingen tijdens uitdroging en tijdens herbevochtiging. In die gevallen zijn steeds de gegevens voor uitdroging gebruikt.

In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de gebruikte gegevens. Resumerend moet worden vastgesteld dat aan de in de literatuur gevonden gegevens veel ontbreekt, dat nodig is om ze volledig te kunnen benutten voor het in de inleiding aangegeven doel. Daarnaast dient men zich af te vragen of gegevens van de geroerde monsters zonder meer overdraagbaar zijn op de natuurlijke omstandigheden in de grond.

3. DE STANDAARDREEKS VAN RIJTEMA

RIJTEMA (1965) verzamelde een aantal gegevens over capillair geleidingsvermogen en vochtspanning uit de literatuur. Op grond hiervan gaf hij de relatie tussen het geleidingsvermogen k en de vochtspanning ψ weer in een drietal functies. Deze zijn:

$$k = k_s \quad 0 < \psi \leq \psi_a \quad (1)$$

$$k = k_s e^{-\alpha(\psi - \psi_a)} \quad \psi_a < \psi \leq \psi_{\max} \quad (2)$$

$$k = a\psi^{-n} \quad \psi_{\max} < \psi \quad (3)$$

Hierin is ψ_a de vochtspanning overeenkomend met het luchtin-
dringingspunt. Bij lagere vochtspanning is het capillair geleidings-
vermogen gelijk aan de doorlatendheid bij verzadiging k_s . Tussen ψ_a
en een zekere maximum waarde $\psi_{\max}$ geldt dat de verhouding tussen k
en k_s afhankelijk is van de vochtspanning volgens een e-functie. Bij
grotere vochtspanningen dan $\psi_{\max}$ doet zich een exponentieel verband
voor. Voor de onafhankelijke constanten k_s , α en n moeten waarden
worden vastgesteld evenals voor ψ_a en $\psi_{\max}$. De factor a wordt op grond
van de gelijkheid van k volgens vergelijkingen (2) en (3) bij $\psi_{\max}$
berekend als

$$a = \psi_{\max}^n \times k_s e^{-\alpha(\psi_{\max} - \psi_a)} \quad (4)$$

In 1969 presenteerde RIJTEMA een reeks standaardgronden met de
daarbij behorende parameters, die nodig zijn om het capillair gelei-
dingsvermogen volgens bovenstaande formules te berekenen. Deze stan-
daardgronden worden gekarakteriseerd door een pF-curve en zijn be-
noemd volgens de Amerikaanse textuurdriehoek met enkele aanvullingen
daarop. Bij het ontwerpen van een aan Nederlandse omstandigheden aan-
gepast systeem van standaardgronden is uitgegaan van de door Rijtema
voorgestelde beschrijving van de relatie tussen vochtspanning en ca-
pillair geleidingsvermogen. Voor de beschrijving van de standaardgron-
den is uitgegaan van de textuur, omdat er in de literatuur veel in-
formatie beschikbaar is over de relatie tussen de textuur en de ver-
zadigde doorlatendheid k_s .

4. VERZADIGDE DOORLATENDHEID EN TEXTUUR

Een groot aantal onderzoekers heeft zich beziggehouden met de vraag door welke factoren de verzadigde doorlatendheid van gronden wordt bepaald. Vrijwel altijd komt daarbij de textuur naar voren als belangrijke factor. O'NEAL (1952) beschouwt de textuur als één van vier factoren die van primair belang zijn voor de doorlatendheid maar acht het niet mogelijk om op grond van de textuur een betrouwbare schatting van k_s te doen zonder er nog drie andere primaire en acht secundaire factoren in overweging te nemen. MASON e.a. (1957) geven aan dat in textuurgroepen gerangschikte monsters een duidelijke samenhang van de doorlatendheid met klei- en siltgehalten vertonen. Zij achten de dichtheid een slechte indicatie voor de doorlatendheid. PILLSBURY (1950) en ZEIN EL ABADINE e.a. (1967) geven cijfers over de doorlatendheid in samenhang met korrelgrootte maar deze zijn niet overdraagbaar op praktische problemen als gevolg van de aard en de voorbehandeling van de monsters. STAKMAN (1969) geeft aan hoe de verzadigde doorlatendheid kan worden berekend uit de gemiddelde korrelgrootte. Het betreft hier echter uitgezeefde zandfracties. AMER (1960) geeft een duidelijke samenhang van de verzadigde doorlatendheid met het percentage < 50 micron maar ook hier betreft het gestoorde monsters. ARONOVICI (1946) noemt de mechanische samenstelling van de grond het meest geschikt om de verzadigde doorlatendheid te schatten. Een deel van de door hem verstrekte gegevens heeft betrekking op ongestoorde monsters uit Californië. Deze gegevens zijn in fig. 1 opgenomen.

Eveneens aan ongestoorde monsters en in het veld werden metingen gedaan door GUMBS (1974), DELVER (1962), TALSMA and FLINT (1958) en DIEBOLD (1954). De eerste vindt alleen een significante correlatie tussen de doorlatendheid en het percentage $> 0,2$ mm. Talsma en Flint geven voor verschillende diepten onder maaiveld van gronden in Australië de relatie tussen de doorlatendheid en het percentage < 50 μ m. In fig. 1 zijn drie van deze lijnen weergegeven. Delver tekende in de Amerikaanse textuurdriehoek lijnen van gelijke verzadigde doorlatendheid voor een groot aantal gronden uit Iraq. Hieruit blijkt ook dat het percentage < 50 mikron van groot belang is. Deze lijnen zijn

zo goed mogelijk in fig. 1 overgenomen. Diebold geeft voor gronden uit vier staten in het zuidwesten van de V.S. cijfers die ook in fig. 1 zijn gereproduceerd. Uit fig. 1 blijkt wel dat er een opvallende overeenkomst is tussen de verzadigde doorlatendheid en het percentage < 50 micron van gronden van zeer verschillende herkomst.

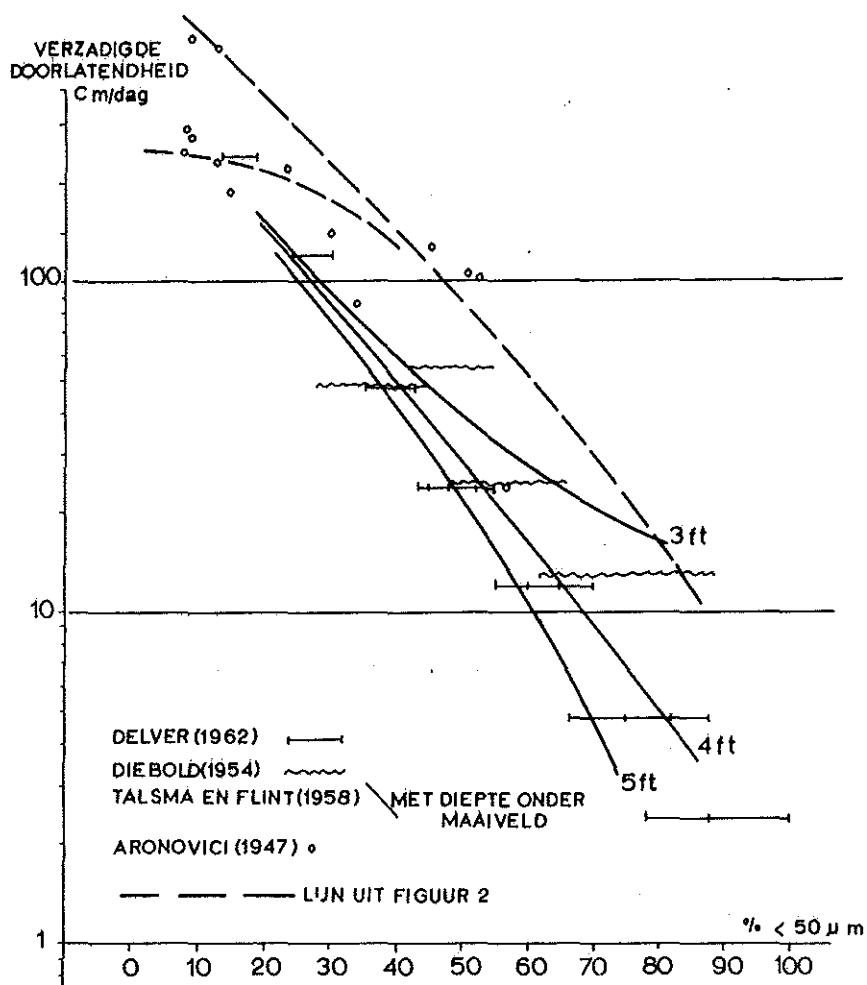


Fig. 1. Verband tussen de verzadigde doorlatendheid en het percentage $< 50 \mu$ voor ongestoorde monsters volgens enige literatuurbronnen

In fig. 2 zijn de in Bijlage 1 opgegeven verzadigde doorlatendheden uitgezet tegen het percentage < 50 micron, voor zover dit bekend was.

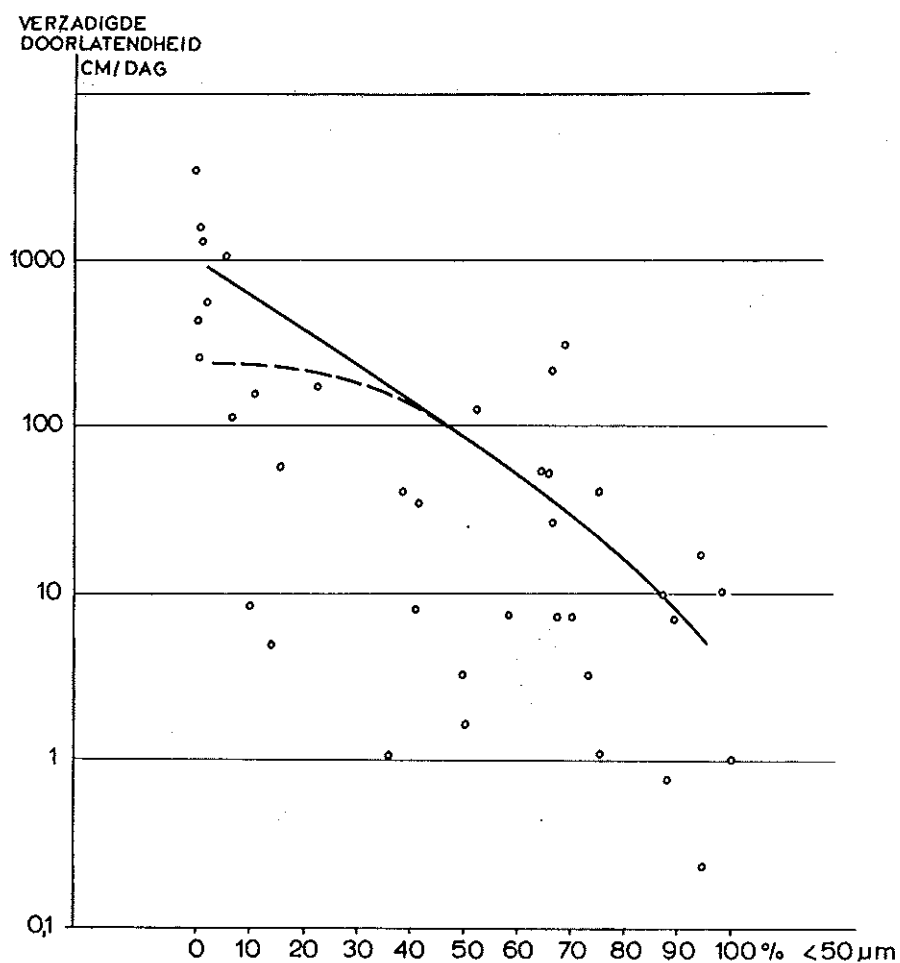


Fig. 2. Samenhang tussen de verzadigde doorlatendheid en het percentage < 50 μm voor de monsters in Bijlage 1.

- - - herleiding van de gemiddelde lijn naar een gemiddeld korrelgrootteverdeling

De lijn in fig. 2 die de gemiddelde samenhang tussen k_s en het percentage < 50 micron aangeeft, ligt nogal hoog ten opzichte van de in fig. 1 verzamelde literatuurgegevens. Omdat de meeste gegevens in Bijlage 1 betrekking hebben op gestoorde monsters is dit in tegenspraak met de conclusie van ARONOVICI (1946) dat gezeefde en aangestampte monsters dezelfde doorlatendheid hebben als ongestoorde monsters of een lagere. De afwijking bij zeer lage percentages < 50 micron

in fig. 2 is te verklaren doordat er een aantal zandmonsters met zeer grove textuur en zeer hoge verzadigde doorlatendheid zijn die het gemiddelde in het traject van 0 tot 25 % < 50 micron sterk omhoog brengen. Van een aantal van deze monsters was de korrelgrootteverdeling bekend of vrij goed te taxeren. Als deze verdeling wordt gekarakteriseerd met het U-cijfer dan blijkt uit fig. 3 dat de verzadigde doorlatendheid hiermee nauw samenhangt. Ter vergelijking is in fig. 3 tevens de lijn aangegeven die berekend kan worden met de formule van Kozeny, volgens gegevens van STAKMAN (1966).

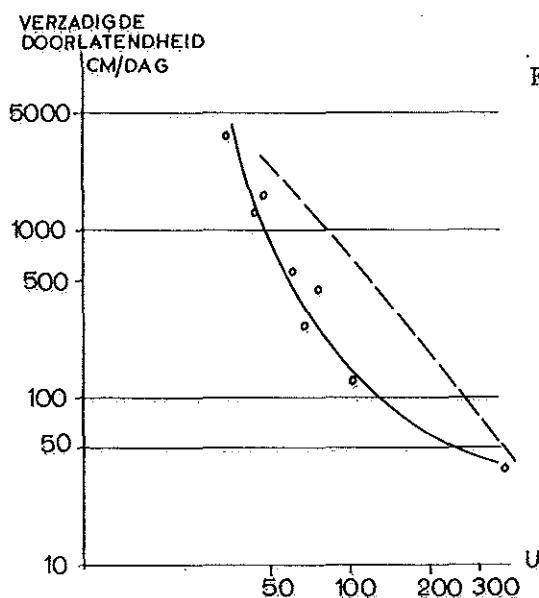


Fig. 3. Samenhang tussen de verzadigde doorlatendheid en de grofheid van het zand voor enige monsters met minder dan 6 % < 50 μm .
 - - - dezelfde samenhang berekend met de formule van Kozeny volgens gegevens van STAKMAN (1966)

Wanneer het U-cijfer voor een gemiddelde zandgrond met $\pm 5\%$ < 50 micron op 80 wordt gesteld dan behoort hierbij volgens fig. 3 een verzadigde doorlatendheid van $\pm 250 \text{ cm. etm}^{-1}$. De gemiddelde lijn in fig. 2 kan in deze geest voor de extreem grove zandgronden worden gecorrigeerd. Het resultaat is dan al wel beter in overeenstemming met fig. 1. Bij hogere percentages < 50 micron is de kans op extremen niet groot meer. De grofheid van de zandfractie zal hier nog wel enige betekenis hebben (ARONOVICI, 1946) maar is in het beschikbare materiaal niet aan te tonen omdat er geen gegevens over bekend zijn.

Vermoedelijk wordt met toenemende waarde van de grond de verhouding tussen het percentage van de fractie < 2 micron en dat van de fractie 2-50 micron van belang. In de middengroep van de gegevens in fig. 2 is dit niet aan te tonen maar bij geringe percentages < 50 micron wel. Dit blijkt uit fig. 4. Een sterke daling van de verzadigde doorlatendheid bij een relatief hoog percentage < 2 micron lijkt aannemelijk.

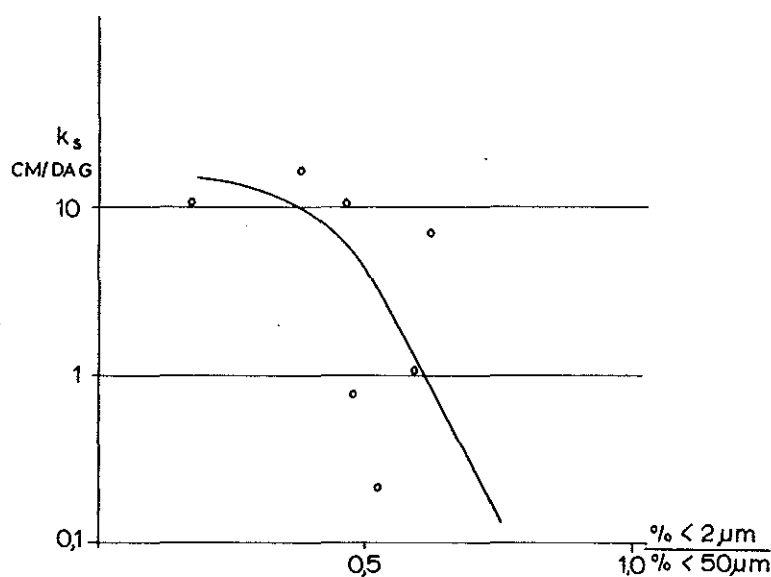


Fig. 4. Samenhang tussen de verzadigde doorlatendheid en de verhouding tussen klei en klei + silt voor enige monsters met 88 % $< 50 \mu m$ of meer

5. DE FACTOR α IN VERGELIJKING (2) EN DE TEXTUUR

Naarmate de factor α in de exponent van de e-functie in verg.(2) hoger is neemt met toenemende zuigspanning de capillaire doorlatendheid sneller af. ψ_a is het luchtintreepunt en heeft alleen betekenis in combinatie met α . Als door metingen de bij oplopende vochtspanningen behorende capillaire doorlatendheden bekend zijn dan kan op eenvoudige wijze worden vastgesteld in welk vochtspanningstraject verg. (2) geldig is en wat de waarden van de parameters hierin zijn.

Uit $k = k_s e^{-\alpha(\Psi - \Psi_a)}$ volgt dat

$$\frac{k}{k_s} = e^{-\alpha(\Psi - \Psi_a)} \quad (5)$$

$$\text{dus } \ln \frac{k}{k_s} = \alpha\Psi - \alpha\Psi_a \quad (6)$$

Wanneer nu $\ln \frac{k}{k_s}$ wordt uitgezet tegen Ψ dan past bij de waarnemingen in het vochtspanningstraject waar verg. (2) geldig is een rechte lijn waarvan de helling wordt aangegeven door α en waarvan de intercept op de Y-as onder de oorsprong de waarde van $\alpha\Psi_a$ heeft zodat Ψ_a kan worden berekend. Bovendien is het mogelijk om bij voldoende metingen op deze wijze vrij scherp te schatten bij welke vochtspanning de geldigheid van verg. (2) ophoudt en die voor verg. (3) begint.

In fig. 5 is een voorbeeld gegeven. Het betreft hier monster nr 35 op Bijlage 1. Wanneer geen verzadigde doorlatendheid is gemeten dan wordt de waarde van k_s geschat. Op de helling van de lijn en op $\Psi_{\max}$ heeft dit geen invloed. Alleen Ψ_a is dan niet te bepalen. Overigens zal ook wanneer k_s wel gemeten is, de bepaling van Ψ_a veel onnauwkeurig zijn dan die van α , want een eventuele fout van de éénmalige meting van de verzadigde doorlatendheid komt dan in de bepaling van Ψ_a terecht.

De mogelijkheid om $\Psi_{\max}$ redelijk nauwkeurig te kunnen vaststellen hangt er uiteraard van af of de metingen tot voldoende hoge vochtspanningen zijn doorgezet.

De hierboven beschreven techniek werd op de in Bijlage I vermelde literatuurgegevens toegepast. Waar mogelijk werden de metingen zelf gebruikt maar als deze niet gegeven waren werd een aantal punten op de gegeven krommen gebruikt. Niet altijd bleken de gegeven krommen met de in par. 2 gegeven functies te kunnen worden beschreven (GIESEL e.a., 1974; DENNING e.a., 1974). De voor $\alpha\Psi_a$ en $\Psi_{\max}$ gevonden waarden zijn in Bijlage II genoteerd. In fig. 6 zijn de voor α gevonden waarden uitgezet tegen het percentage < 50 micron. Globaal genomen neemt de waarde van α toe naarmate het percentage < 50 micron

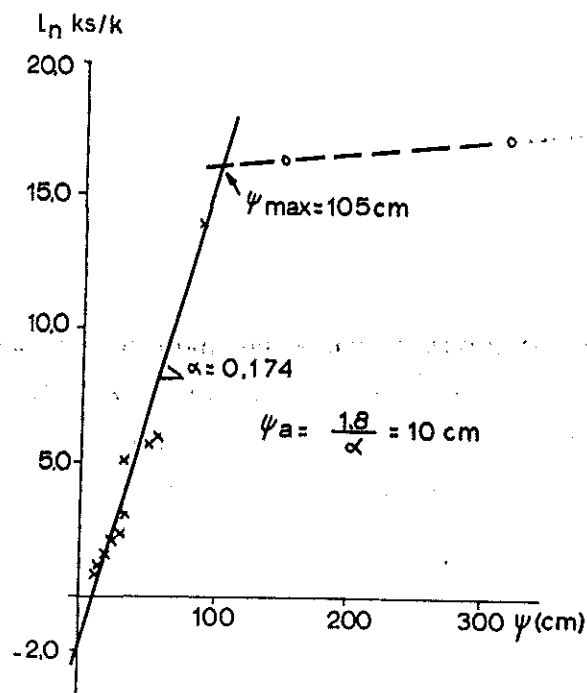


Fig. 5. Voorbeeld van de berekening van α , ψ_a en ψ_{max} voor monster nr 35 van Bijlage 1

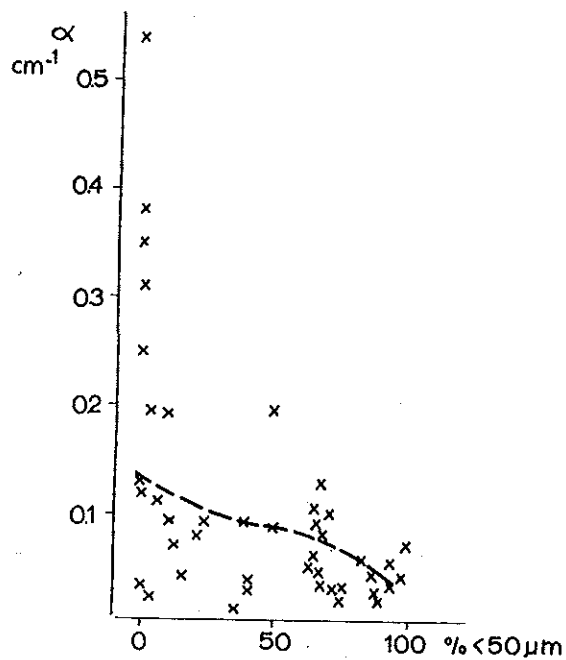


Fig. 6. Samenhang tussen α en het percentage $< 50 \mu\text{m}$. De gemiddelde lijn is herleid op de verhouding $\frac{\% < 2 \mu\text{m}}{\% < 50 \mu\text{m}} = 0,4$

afneemt. De spreiding is echter groot, vooral bij de kleine percentages < 50 micron. Ook dit blijkt het gevolg te zijn van de in de monsters optredende spreiding in de grofheid van het zand. In fig. 7 zijn de waarden van een aantal zandmonsters met minder dan $6\% < 50$ micron uitgezet tegen het U-cijfer. Als weer wordt aangenomen dat de grofheid van een gemiddelde zandgrond met minder dan $6\% < 50$ m wordt gewaardeerd met $U = 80$ dan geldt voor deze zandgrond dat $\alpha = 0,135$.

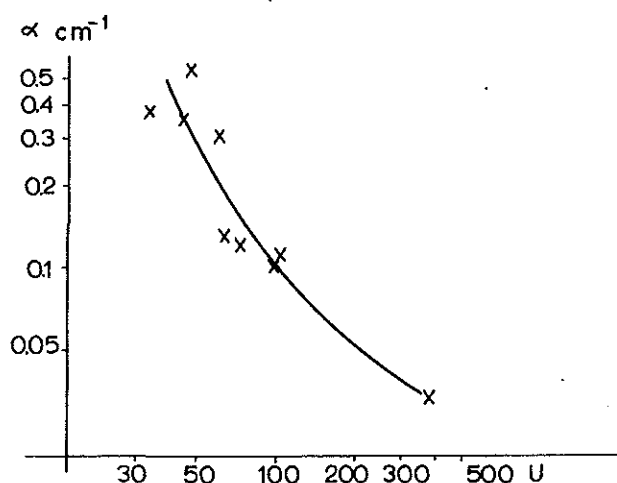


Fig. 7. Samenhang tussen de parameter α en de grofheid van zandmonsters

In tegenstelling tot fig. 2, waarin de spreiding voor de midden-groepen niet verklaard kan worden, is de spreiding in fig. 6 vermoedelijk het gevolg van de verhouding tussen de percentages < 2 micron en < 50 micron. In fig. 8 zijn de α -waarden uitgezet tegen deze verhouding. De monsters zijn ingedeeld in vijf klassen. Bij meer dan $80\% < 50$ micron vertoont α geen samenhang met genoemde verhouding, evenmin bij minimale percentages < 50 micron. Tussen 5% en $80\% < 50$ micron treedt een duidelijke samenhang tussen α en bovenbedoelde verhouding op. De gemiddelde lijn in fig. 8b is aangepast aan het verloop van die in de fig. 8a en 8c, zodat de invloed van de bedoelde verhouding op α van groep a naar groep c regelmatig wat afneemt.

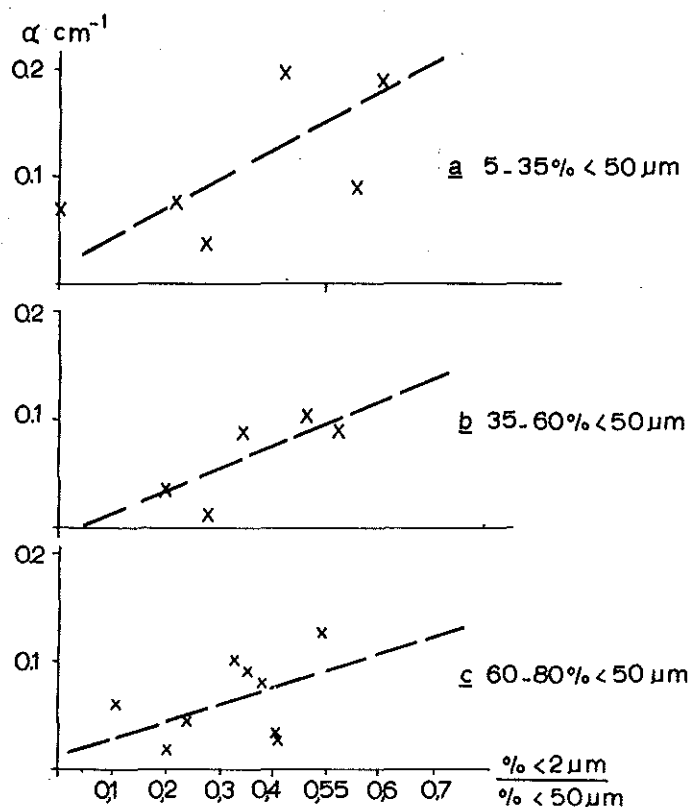


Fig. 8. Samenhang tussen de α -waarden en de verhouding tussen de percentages < 2 micron en < 50 micron

De gemiddelde lijn in fig. 6 is met fig. 8 gecorrigeerd op een verhouding $\frac{\% < 2 \text{ micron}}{\% < 50 \text{ micron}}$ van 0,4, en met fig. 7 op een grofheid van de monsters met minder dan 6 % < 50 micron overeenkomend met $U = 80$.

6. DE INVLOED VAN DE TEXTUUR OP Ψ_a , Ψ_{max} EN DE EXPONENT n

Zoals blijkt uit fig. 9a vertonen de waarden, die voor Ψ_a werden gevonden een variatie die nauwelijks samenhangt met de textuur. Voor andere textuurkenmerken is geen beter resultaat te verkrijgen. Een uitzondering hierop vormt een reeks van zes monsters die dezelfde afwijkende behandeling hebben gehad waardoor een dichte pakking tot

stand kwam (WESSELING e.a., 1966). In fig. 9b blijkt dat in deze monsters Ψ_a sterk toenam met toenemend percentage < 50 micron.

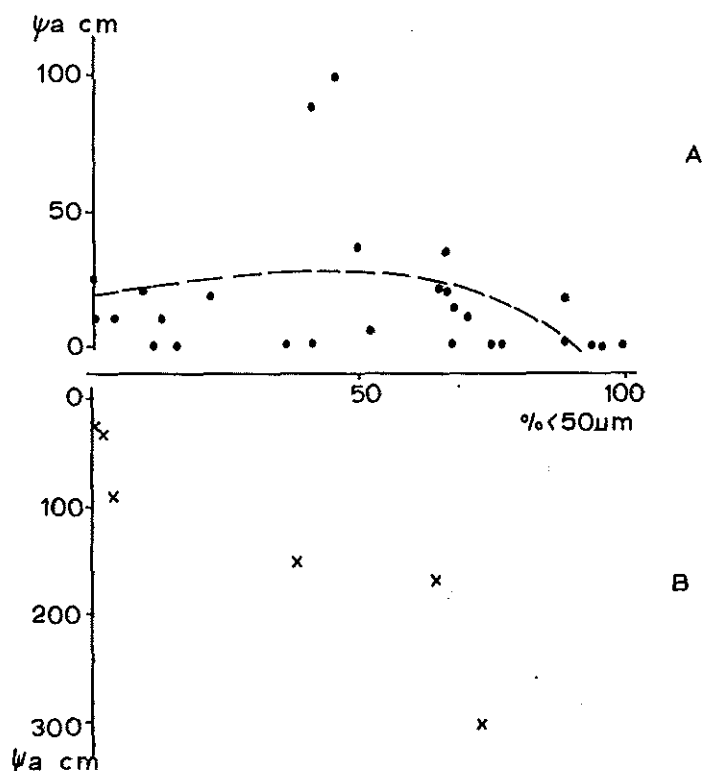


Fig. 9. Samenhang tussen Ψ_a en het percentage $< 50 \mu\text{m}$

A. Alle monsters van Bijlage 1, behalve die in B

B. De monsters 46 tot en met 51 in Bijlage 1

In fig. 10 zijn de waarden die voor Ψ_{max} werden gevonden uitgezet tegen het percentage < 50 micron. Er is een aanzienlijke spreiding, waarvoor geen verklaring op grond van andere textuurkenmerken kan worden gevonden. Evenals in fig. 9a werd in fig. 10 een gemiddelde lijn berekend door de waarnemingen volgens het percentage < 50 micron in enige groepen te verdelen en per groep het gemiddelde punt te berekenen. Door deze punten is een lijn getrokken.

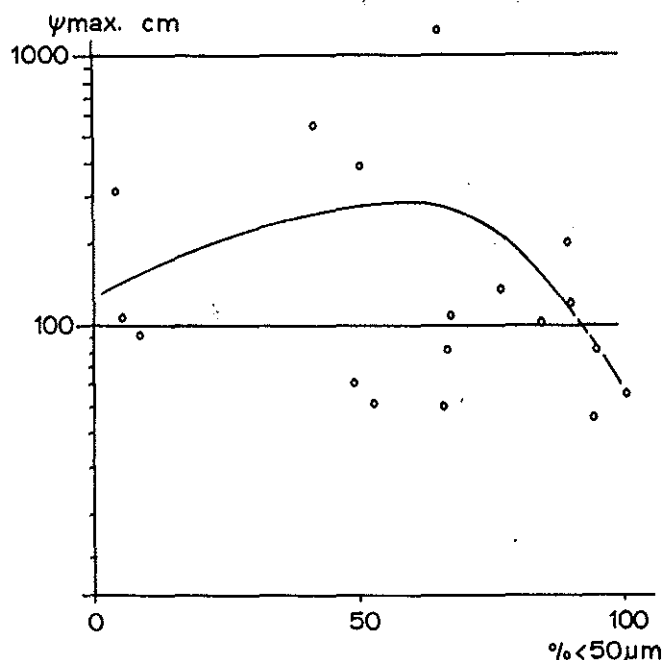


Fig. 10. Samenhang tussen $\Psi_{\max}$ en het percentage $< 50 \mu\text{m}$

De exponent n in verg. (3) geeft aan hoe boven de vochtspanning $\Psi_{\max}$ de capillaire doorlatendheid afneemt met toenemende vochtspanning. Door RIJTEMA (1965) werd deze exponent voor alle gronden op 1,4 gesteld. Inmiddels is genoeg informatie beschikbaar over de capillaire doorlatendheid bij hogere vochtspanningen om aan te tonen dat deze aanneming onjuist is. De waarde van de exponent n kan op eenvoudige wijze worden gevonden door de capillaire doorlatendheid en de daarbij behorende vochtspanning, voor zover hoger dan $\Psi_{\max}$, op dubbel logpapier tegen elkaar uit te zetten. Volgens verg. (3) moet dan een rechte ontstaan waarvoor geldt:

$$\log k_2 - \log k_1 = -n(\log \Psi_2 - \log \Psi_1) \quad (7)$$

Deze werkwijze werd toegepast op de literatuurgegevens van Bijlage 1. In fig. 11 zijn de voor n gevonden waarden uitgezet tegen het percentage < 50 micron. Ondanks de grote spreiding blijkt het toch wel

duidelijk dat de laagste waarden van n voorkomen bij de lichtste gronden. Bij de zeer zware gronden komen zeer hoge waarden voor. Uit fig. 12 blijkt dat in deze groep de exponent n ook is gecorreleerd met de verhouding tussen de percentages < 2 micron en < 50 micron. In monsters met een lager gehalte aan deze fractie is van deze tendens niets te bespeuren. Bij het berekenen van de gemiddelde lijn in fig. 11 is met de drie apart aangegeven monsters met meer dan 70 % in de fractie 2-50 micron geen rekening gehouden.

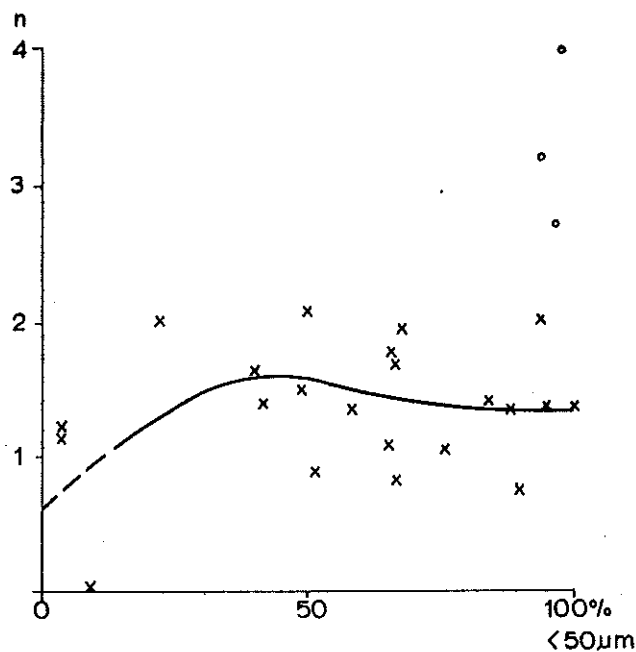


Fig. 11. Samenhang tussen de exponent n en het percentage $< 50 \mu\text{m}$

0 = monsters van VETTERLEIN (1963)

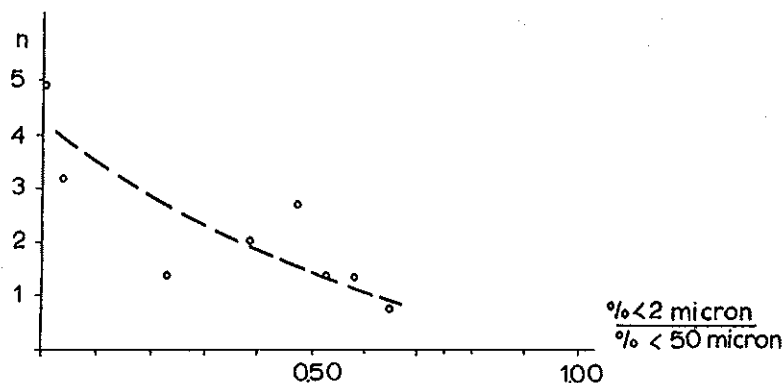


Fig. 12. Samenhang tussen de exponent n en de verhouding tussen de percentages < 2 micron en < 50 micron

7. EEN SYSTEEM VAN STANDAARDGRONDEN

In de fig. 13a en 13b is voor zover mogelijk aangegeven, waar de monsters, waarvoor parameterwaarden konden worden vastgesteld, in de Amerikaanse textuurdriehoek liggen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de parameters α en Ψ_a en n en Ψ_{max} anderzijds. Tevens is aangegeven waar in de textuurdriehoek het merendeel van de Nederlandse gronden thuishoort (DE BAKKER e.a., 1966). Het blijkt dat de variatie in textuur van de bewerkte gegevens groot genoeg is. De indeling over het van belang zijnde gebied is echter niet regelmatig. In fig. 13 is aangegeven hoe de abscis van de figuren, waarin het percentage < 50 micron horizontaal is uitgezet, door de textuurdriehoek loopt. Met toenemende percentages < 50 micron verandert de verhouding tussen de percentages < 2 micron en < 50 micron nogal sterk. Van praktisch belang is dit overigens niet zolang deze verhouding geen invloed op de waarde van de parameters in de beschrijving van de relatie tussen vochtspanning en capillaire doorlatendheid heeft gehad. In de fig. 4, 8 en 12 was dit echter wel het geval. In fig. 13 is aangegeven hoe de abscissa van deze figuren, waarin de verhouding tussen het percentage van de fracties < 2 micron en < 50 micron horizontaal is uitgezet, de textuurdriehoek doorsnijden. Deze doorsneden bepalen tevens voor welke standaardgronden de waarde van de parameters voor de berekening van het capillair geleidingsvermogen kunnen worden vastgesteld. Dit kan alleen voor texturen die op een van de doorsneden in de textuurdriehoek liggen. Deze zijn weer aangegeven in de fig. 14a en b, die de zogenaamde 'kleidriehoek' en de zogenaamde 'leemdriehoek' tonen (DE BAKKER e.a., 1966). Daarbij is er rekening mee gehouden dat in fig. 6 de gemiddelde lijn werd herleid tot een verhouding tussen de percentages < 2 micron en < 50 micron van 0,4.

In fig. 14 is nu aangegeven voor welke texturen de parameters in tabel 1 zijn opgegeven. De benaming van deze standaardgronden volgt uit de klei- of leemdriehoek. Op grond van een indeling van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (zie Cult.Techn.Vademecum) is zuiver zand op grond van het U-cijfer nog onderscheiden in grof, middel fijn, matig fijn en zeer fijn.

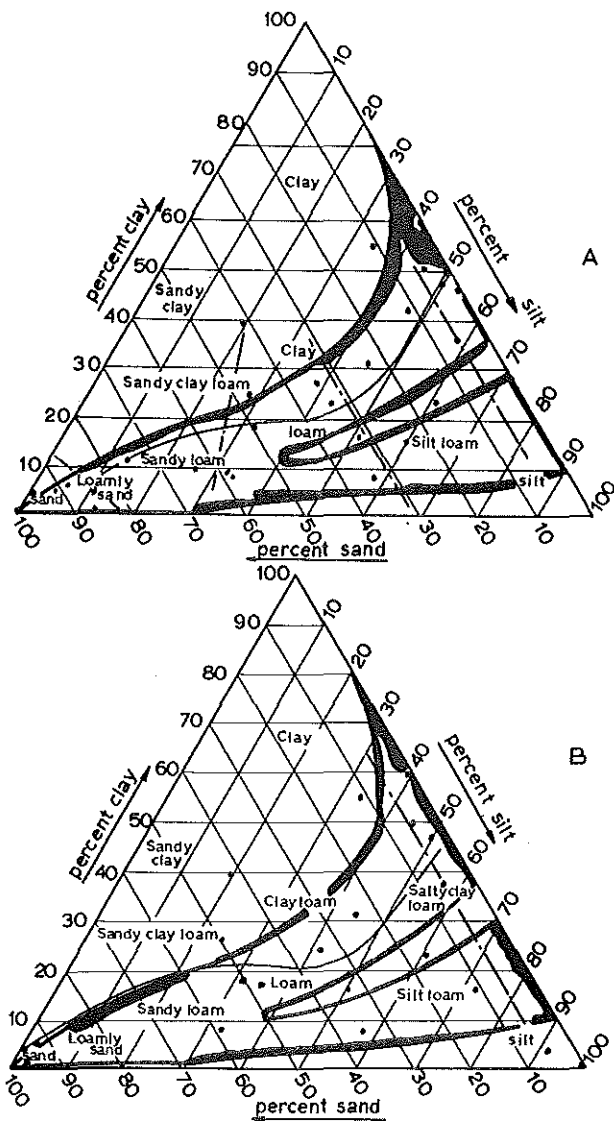


Fig. 13. De stippen stellen de monsters voor waarvoor
parameterwaarden zijn vastgesteld
A = parameters α en ψ_a
B = parameters n en $\psi_{\max}$
grenzen waarbinnen het merendeel der
Nederlandse gronden voorkomt

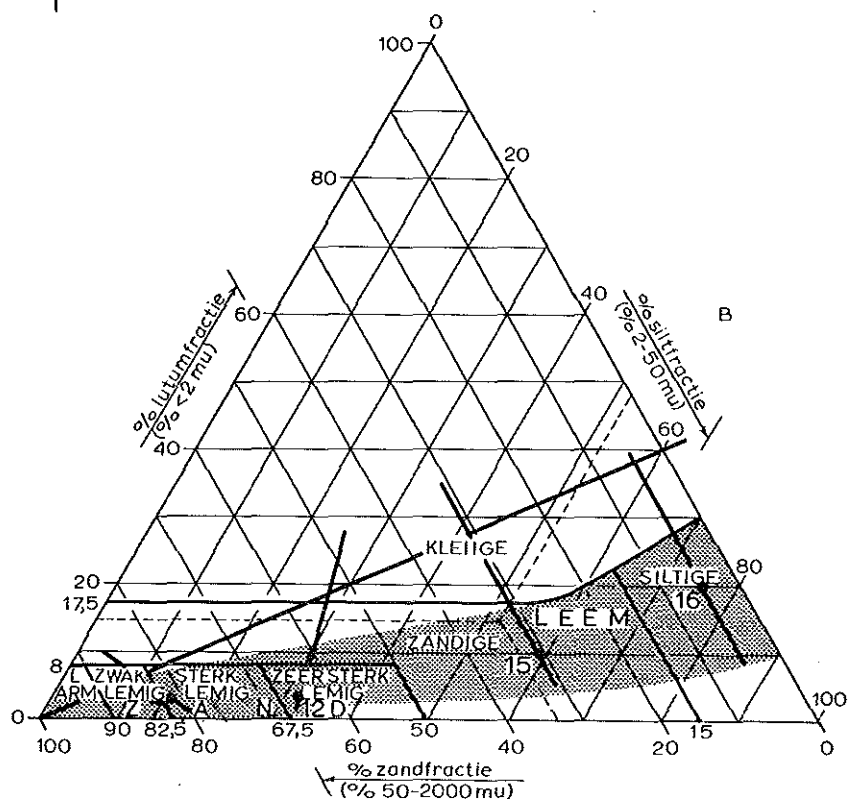
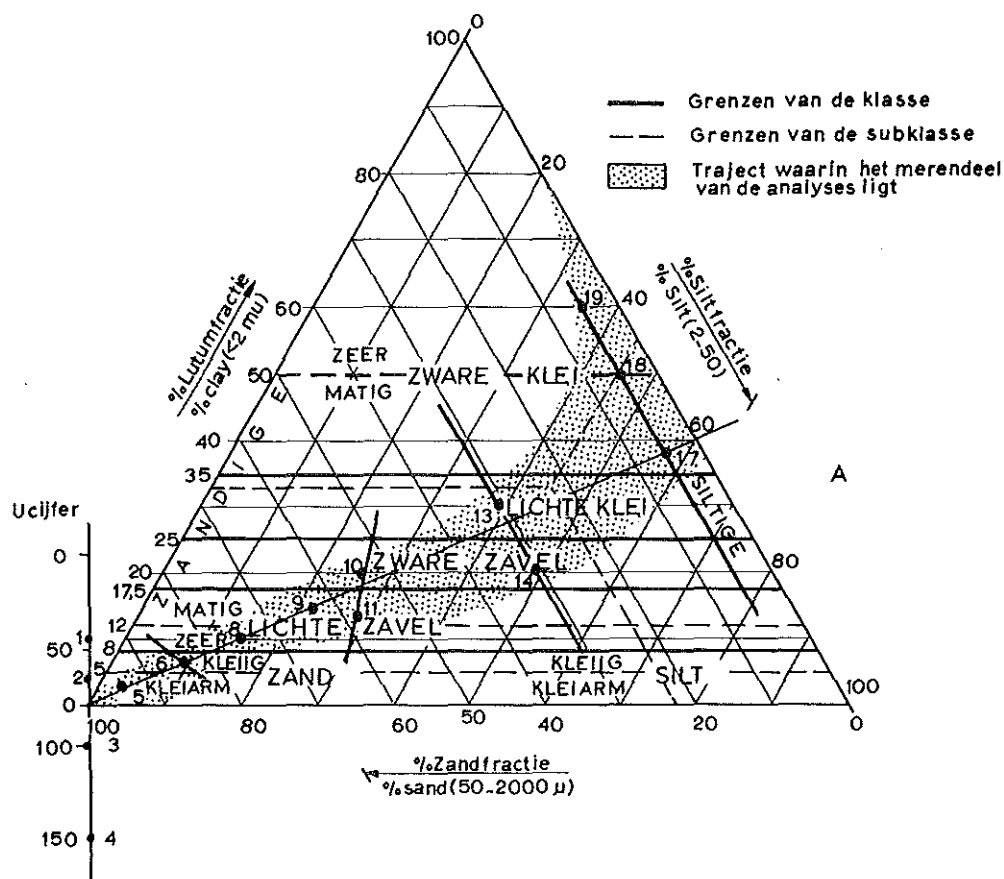


Fig. 14. Plaats van de standaardgronden in de klei- of leemdriehoek

Tabel 1. Parameterwaarden voor de berekening van het capillair geleidingsvermogen

N a a m	k_s	α	a	n	ψ_a	max
01 grof zand	2000.	.400	.200E-09	.50	10.	90.
02 matig fijn zand	370.	.260	.116E-06	.60	15.	110.
03 middelfijn zand	140.	.100	.378E 00	.95	20.	125
04 zeer fijn zand	80.	.065	.985E 02	1.50	25.	135.
05 klei- en leemarm matig tot middelfijn zand	250.	.130	.171E-02	.75	20.	140.
06 kleiig zand	240.	.110	.155E-01	1.15	23.	180.
X 07 zwak lemig zand	240.	.085	.151E 00	1.15	23.	180.
08 zeer lichte zavel	220.	.100	.277E-02	1.35	25.	210.
09 matig lichte zavel	150.	.090	.209E-02	1.55	26.	245.
10 zware zavel	75.	.080	.440E-02	1.60	27.	260.
11 lichte zavel	75.	.065	.145E 00	1.60	27.	260.
12 zeer sterk lemig zand	75.	.035	.158E 03	1.60	27.	260.
13 lichte klei	34.	.070	.517E-01	1.40	24.	225.
14 zware zavel	34.	.055	.106E 01	1.40	24.	225.
15 zandige leem	34.	.035	.588E 02	1.40	24.	225.
16 siltige leem	14.5	.040	.709E 05	2.70	0.	95.
17 matig zware klei	6.	.040	.121E 04	2.00	0.	95.
18 matig tot zeer zware klei	3.	.040	.250E 02	1.30	0.	95.
19 zeer zware klei	0.7	.040	.149E 01	1.00	0.	95.

Hieronder is aangegeven uit welke figuren de parameterwaarden voor de berekening van de capillaire doorlatendheid zijn afgelezen:

Standaardgronden	k_s	α	ψ_a	ψ_{max}	n
1 t/m 4	3	7			
5 t/m 15	2				
16 t/m 19	4	6			12
7 en 10 t/m 15		8			
5 t/m 15			9	10	11

De waarden van ψ_a , ψ_{max} en n voor de nummers 1 tot en met 4 zijn geschat op grond van de grofheid van het zand.

RIJTEMA (1969) geeft aan hoe de stijghoogte van een capillaire vochtstroom van gegeven intensiteit bij een gegeven vochtspanning kan worden berekend. Deze berekening is geprogrammeerd in Fortran en het programma is weergegeven in Bijlage 2. Bij de berekening van de capillaire stijghoogte is de numerieke integratie uitgevoerd met een ψ interval van 10 cm. Het resultaat van de berekeningen is weergegeven in de Bijlagen 3.1 tot en met 3.19.

8. SLOT

Het is vanzelfsprekend dat een betere schatting van de capillaire eigenschappen van standaardgronden mogelijk is dan die in Bijlage 3 is gegeven. Of verder literatuuronderzoek hiertoe zal bijdragen, is niet zeker gezien de onvergelykbaarheid van vele literatuurgegevens waardoor in een samenvatting een grote onnauwkeurigheid ontstaat. Bovendien blijft de vraag bestaan of de resultaten van overwegend gestoorde monsters overdraagbaar zijn op ongestoorde monsters. Daarom is het literatuuronderzoek naar de samenhang tussen textuur en capillaire doorlatendheid afgebroken, hoewel er steeds nieuwe gegevens in de literatuur verstrekt worden.

LITERATUUR

- AMER, F. (1960). Relation of laboratory hydraulic conductivity to texture aggregation and soluble calcium plus magnesium percentage. *Soil Sci.* 89: (45-48).
- ARONOVICI, V.S. (1947). The mechanical analysis as an index of sub-soil permeability. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* Vol. 11 (137-141).
- BAKKER, H. DE en J. SCHELLING (1966). *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland*. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- BLACK, T.A., W.R. GARDNER and G.W. THURTELL (1969). The prediction of evaporation, drainage and soil water storage for a bare soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* Vol. 33 no. 5 (655-660).
- BRUCE, R.R. (1972). Hydraulic conductivity evaluation of the soil profile from soil water retention relations. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36 no. 4 (555-561).
- BRUST, K.J., C.H.M. VAN BAVEL and G.B. STIRK (1968). Hydraulic properties of a clay loam soil and the field measurement of water uptake by roots III; Comparison of field and laboratory data on retention and of measured and calculated conductivities. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* Vol. 32 no. 3 (322-326).
- BUTIJN, J (1961). *Bodembehandeling in de fruitteelt*. Versl. Landb. Onderz. 66.7.
- BYBORDI, M. (1968). Moisture profiles in layered porous materials during steady-state infiltration. *Soil Sci.* 105, 6 (379-383).
- CHOW, T.L. and J DE VRIES (1972). Dynamic measurement of hydrologic properties of a layered soil during drainage and evaporation, followed by wetting. *Proc. 2nd Symp. Fund. Transp. Phen. in Por. Media. IAHR/I.S.S.S., Guelph. Ontario.*
- CHILDS, E.C. and M. COLLIS-GEORGE (1950). The permeability of porous materials. *Proc. R. Soc. Lond. A*, 201: 392-405.

- DAVIDSON, J.M., D.R. NIELSEN and J.W. BIGGAR (1963). The measurement and description of water flow through Columbia silt loam and Hesperia sandy loam. *Hilgardia* 34 no. 15.
- DELVER, P. (1962). Properties of saline soils in Iraq. *Neth. Journ. Agric. Sci.* 10, 3 (194-210).
- DENNING, J.L., J. BOUMA, O. FALAYI and D.J. van Rooyen (1974). Calculation of hydraulic conductivities of horizons in some major soils in Wisconsin. *Geoderma*, 11: 1-16.
- DIEBOLD, C.H. (1954). Permeability and intake rates of medium textured soils in relation to silt content and degree of compaction. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 18 (339-343).
- ELRICK, D.W. and D.H. BOWMAN (1964). Note on an improved apparatus for soil moisture flow measurements. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 28-3 (450-453).
- GARDNER, W.R. (1956). Calculation of capillary conductivity from pressure outflow data. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* Vol. 20 no. 3 (317-320).
- and M. FIREMAN (1958). Laboratory studies of evaporation from soil columns in the presence of a watertable. *Soil Sci.* 85 (244-249).
- and F.J. Miklich (1962). Unsaturated conductivity and diffusivity measurements by a constant flux method. *Soil Sci.* 93-4 (271-274).
- GREEN, R.E. and J.C. COREY (1971). Calculation of hydraulic conductivity; a further evaluation of some predictive methods. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35; 3-8.
- GIESEL, W., M. RENGGER und O. STREBEL (1974). Berechnung des kapillaren austiegs aus dem Grundwasser in der Wurzelraum unter stationären Bedingungen. *Zeitschr. f. Pflanzenern. und Bodemk.* 132 Band, Heft 1 (17-30).
- GUMBS, F.A. (1974). Comparison of laboratory and field determined saturated hydraulic conductivity and prediction from soil particle size. *Trop. Agric.* Vol. 51 no. 3 (375-383).
- JACKSON, R.B., R.J. REGINATO and C.H.M. VAN BAVEL (1965). Comparison of measured and calculated hydraulic conductivities of unsaturated soils. *Water Res. Res.* Vol 1 no. 3 (375-380).

- KING, L.G. (1965). Description of soil characteristics for partially saturated flow. *Soil Sci. Am. Proc.* Vol. 29 no. 4 (359-362).
- KUNZE, R.J., G. UEHARA and K. GRAHAM (1968). Factors important in the calculation of hydraulic conductivity. *Soil Sci. Am. Proc.* 32 no. 6 (760-765).
- LALIBERTE, G.E., A.F. COREY and R.H. BROOKS (1966). Properties of unsaturated porous media. *Hydrol. Pap. Colo State Univ.*, 17, 42 pp.
- LIAKOPOULOS, A.C. (1966). Theoretical prediction of evaporation losses from groundwater. *Water Res. Res.* Vol. 2 no. 2 (227-240).
- MASON, B.B., J.F. LUTZ and R.G. PETERSON (1957). Hydraulic conductivity as related to certain soil properties in a number of great soil groups, sampling errors involved. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 21 (554-560).
- MILLINGTON, R.J. and J.P. QUIRK (1961). Permeability of porous solids. *Trans. Faraday Soc.* 57:1200-1206.
- MOORE, R.E. (1939). Water conduction from shallow water tables. *Hilgardia* vol. 12 no. 6 (383-426).
- NIELSEN, D.R., J.M. DAVIDSON, J.U. BIGGAR and R.J. MILLER (1964). Water movement through Panoche clay loam soil. *Hilgardia* vol. 35 no. 17.
- O'NEAL, A.M. (1949). Soil characteristics significant in evaluating permeability. *Soil Sci.* 67 (403-410).
- PILLSBURY, H.F. (1950). Effects of particle size and temperature on the permeability of sand to water. *Soil Sci.* 70 (299-300).
- RICHARDS, L.A. and D.C. MOORE (1952). Influence of capillary conductivity and depth of wetting on moisture retention in soil. *Trans. Am. Geoph. Un.* 33 (531-540).
- W.R. GARDNER and Gen. OGATA (1956). Physical processes determining water loss from soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* vol. 20 no. 3 (310-314).
- RUBIN, J., R. STEINHARDT and P. RENNIGER (1964). Soil water relations during rain infiltration II Moisture content profiles during rains of low intensities. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28 (1-5).

- RIJTEMA, P.E. (1965). An analysis of actual evapotranspiration. Thesis Wageningen, V.L.O. 659, Pudoc, Wageningen.
- (1969). Soil moisture forecasting. Nota 513. Inst. voor Cultuurtechn. en Waterhuish. Wageningen.
- STAKMAN, W.P. (1966). The relation between particle size, pore size and hydraulic conductivity of sand separates.
- TALSMA, F. and S.E. FLINT (1958). Some factors determining the hydraulic conductivity of subsoils with special reference to tile drainage problems. Soil Sci. 85 (198-206).
- TOPP, G.C. (1969). Soil water hysteresis measured in a sandy loam and compared with the hysteresis domain model. Soil Sci. Soc. Am. Proc. vol. 33 no. 5 (645-651).
- VACHAUD, G. (1967). Determination of the hydraulic conductivity of unsaturated soils from an analysis of transient flow data. Water Res. Res. 3 (697-705).
- VETTERLEIN, E. (1964). Ein doppel-Membran-Apparat zur bestimmung der kapillaren Leitfähigkeit von Bodenproben. Albr. Thaer Arch. 8; 1/3.
- WATSON, K.K. (1966). An instantaneous profile method for determining the hydraulic conductivity. Water Res. Res. vol. 2 no. 4 (709-715).
- WESSELING, J. and K.E. WIT. An infiltration method for the determination of the capillary conductivity of undisturbed soil cores. Tran. Symp. Water in the unsaturated zone. Proc. Unesco/IASH 1969
- WIND, G.P. (1955). A field experiment concerning capillary rise of moisture in a heavy clay soil. Neth. Journ. Agric. Sci. 3 (60-69).
- and A.P. HIDDING (1961). The soil physical basis of the improvement of clay cover soils. Neth. Journ. Agric. Sci. 9 (281-292).
- ZEIN EL ABADINE, A.M.M. ABDALLA and A.T.A. MOUSTAFA (1972). Water permeability in the soils of Egypt. J. Soil Sci. U.A.R. 7 no. 2 (93-103).

BIJLAGE 1

Overzicht van de gebruikte literatuurgegevens

	>50µm	2-50µm	<2µm	Dicht- heid	U ₁₆	k _s -1 cm. atm	α	v _a cm	v _{max} cm	n	
1 medium to coarse sand	100	0	0		65*	260	0.13	10	-	-	Black e.a. (1969)
2 loamy coarse sand	78	17	5	1.59		172.8	0.078	18	135	2.02	Bruce (1972)
3 sandy clay loam	50	24	26	1.55		1.73	0.09	0	400	2.09	Bruce (1972)
4 clay loam	42	19	39	1.65		7.5	-	-	-	1.37	Bruce (1972)
5 clay loam	34	43	23	1.53		26.4	0.09	35	-	-	Brust e.a. (1968)
6 clay loam	34	42	24	1.49		228.0	-	-	50	1.75	Brust e.a. (1968)
7 clay loam	48	28	24	1.46		127.2	0.106	51	52	0.9	Brust e.a. (1968)
8 clay loam	30	47	23	1.51		7.2	0.099	5	-	-	Brust e.a. (1968)
9 clay loam	32	42	26	1.47		309.6	0.08	14	-	-	Brust e.a. (1968)
10 clay loam	341	381	27	1.46		52.8	0.033	20	-	-	Brust e.a. (1968)
11 lichte zavel	76	13	11			-	0.088	-	-	-	Butijn (1961)
12 duinzand	100	0	0			-	0.25	-	-	-	Butijn (1961)
13 sand (45-60 nesh)	100	0	0		34	3600	0.38	25	-	-	Bybardia (1968)
14 silt loam	341	58	71	1.40		-	0.06	-	1250	1.07	Chow e.a. (1972)
15 loam	-	-	-	1.26		31.7	0.043	30	150	1.72	Elrick e.a. (1964)
16 sandy loam	59	33	18			-	0.088	-	540	1.65	Gardner e.a. (1956)
17 fine sandy loam						12.	0.023	0	325	1.43	Gardner e.a. (1958)
18 clay						1.9	0.017	0	380	1.66	Gardner e.a. (1958)
19 loam				1.1		-	0.059	-	145	1.78	Gardner e.a. (1962)
20 clay	11	34	55	0.9		7.	0.025	0	200	0.76	Gardner e.a. (1962)
21 sand (50-500µm)	100	0	0		75*	446.4	0.118	55	-	-	Jackson e.a. (1965)
22 silt loam	16	61	23			-	0.057	-	100	1.40	Kunze e.a. (1968)
23 silty clay loam	33	34	33			-	0.128	-	80	1.60	Kunze e.a. (1968)
24 clay	-	-	-			-	0.140	-	85	1.87	Kunze e.a. (1968)
25 very fine sand	100	0	0	1.724	375*	38.	0.033	87	-	-	Liakopoulos (1966)
26 clay	111	461	42	1.25		0.86	0.035	17	-	-	Moore (1939)
27 light clay	24	45	31	1.29		1.06	0.031	0	135	1.05	Moore (1939)
28 sand	91	31	51	1.48		8.64	0.146	20	90	0.02	Moore (1939)
29 fine sandy loam	501	311	18	1.26		3.2	0.195	37	60	1.50	Moore (1939)
30 silty clay	1	53	46			10.3	0.04	0	-	-	Richards e.a. (1956)
31 silty clay loam	6	58	36			17.2	0.053	0	45	2.0	Richards e.a. (1956)
32 silt loam	25	60	15			40.6	0.018	0	-	-	Richards e.a. (1956)
33 fine sandy loam	59	33	8			35.5	0.034	0	-	-	Richards e.a. (1956)
34 loamy fine sand	85	11	4			57.6	0.039	0	-	-	Richards e.a. (1956)
35 sand	89	5	6			158.2	0.092	0	-	-	Richards e.a. (1956)
36 loam	-	-	-	1.54		-	0.021	-	210	3.07	Richards e.a. (1953)
37 sand	961	2	11			1036.8	0.174	10	105	1.23	Rubin e.a. (1964)
38 loamy sand						0.36	0.038	0	-	-	Rijtema (1965)
39 sticky clay	5*	45*	50*			0.22	0.036	0	80	1.35	Rijtema (1965)
40 loam	87	13	0			5.3	0.067	13	-	-	Vachaud (1967)
41 silt loam	64	26	10			1.27	0.012	0	-	-	Vachaud (1967)
42 silty clay	3	59	47			-	-	-	-	2.7	Vetterlein (1963)
43 Feinsilt (2-6µm)	0	100	0			-	-	-	-	4.9	Vetterlein (1963)
44 staublehm	5	91	4			-	-	-	-	3.2	Vetterlein (1963)
45 sandfraction 150-300µm	100	0	0			1612.8	0.54	39	-	-	Watson (1966)
46 quartz sand	100	-	-		46	1300.	0.35	25	-	-	Wesseling e.a. (1966)
47 P ₆₁ sand	99	-	-		61	570.	0.31	32	-	-	Wesseling e.a. (1966)
48 Emmaspolder	94	-	-		105	120.	0.11	87	-	-	Wesseling e.a. (1966)
49 K51	62	-	-		214	40.	0.092	150	-	-	Wesseling e.a. (1966)
50 Blokzijl sand	36	-	-		277	55.	0.050	165	-	-	Wesseling e.a. (1966)
51 S62	27*	-	-		301	32.	0.029	300	-	-	Wesseling e.a. (1966)
52 löss	11*	73*	16*			10.	0.044	1	115	1.34	Wesseling e.a. (1966)
53 light clay						3.2	0.066	0	60	1.19	Wesseling e.a. (1966)
54 medium textured sand					100*	150	0.106	71	-	-	Wesseling e.a. (1966)
55 basin clay	0	40	60			-	0.069	-	55	1.35	Wind (1955)
56 medium coarse sand	>96	0	<4			-	0.022	-	320	1.17	Wind e.a. (1961)

```

C      HAD, 05420, BEREKENING CAPILLAIRE OPSTYGING
C
C-----
C
C      ICH=PROGRAMMA 105A PROJECT 20,3  BLOEMEN/VGILS
C      BEREKENING CAPILLAIRE STYGHOOGTE
C      LEES KAART MET NAAM,KS,A EN PSIE VOLGENS FORMAT(20A2,F12,4,F6,2,
C      F7,2)
C      LEES KAARTEN MET PSI-WAARDEN ,DIE UITGEPRINT MOETEN WORDEN VOLGENS
C      FORMAT(16F5,0)
C      PSI AFSLUITEN MET BLANCO OF NEGATIEF GETAL
C      PSI-WAARDEN KUNNEN OP MAXIMAAL 5 KAARTEN STAAN (KAN UITGEBREID
C      WORDEN)
C-----
C
0001      IMPLICIT DOUBLE (A-H),(D-Z)
0002      REAL KS,KI
0003      DIMENSION V(10),PSI(50),NAAM(20),Z(10)
0004      BYTE IDAT(9)
0005      BOTTOM=-36,0
0006      TOP=+36,0
0007      V(1)=,5
0008      V(2)=,4
0009      V(3)=,3
0010      V(4)=,2
0011      V(5)=,15
0012      V(6)=,1
0013      V(7)=,06
0014      V(8)=,04
0015      V(9)=,02
0016      V(10)=,01
0017      CALL DATE (IDAT)
C
C      LEES NAAM, KS, A, EN PSIE
C
0018      17 READ(2,100,END=999)NAAM,KS,A,PSIE
C
C      PRINT DE KOP VAN DE TABEL
C
0019      WRITE(3,101)IDAT ,NAAM,KS,A,PSIE,V
C
C      LEES PSI-WAARDEN DIE UITGEPRINT MOETEN WORDEN
C
0020      DO10I=1,50,10
0021      J=I+15
0022      READ(2,102,END=999)(PSI(L),L=I,J)
0023      DO10L=I,J
0024      IF (PSI(L),LE,0.) GOTO 11
0025      10 CONTINUE
0026      11 NTOT=L-1
0027      I=PSIE+10
0028      I=I/10+10
0029      PSIB=I
0030      AKS=DLOG10(KS)

```

```

0031      DO12I=1,10
0032      Z(I)=KS+PSIB/(V(I)+KS)
C
C      BEREKEN Z PER PSI-WAARDE (PSI-INTERVAL =10 CM), PER V-WAARDE
C
0033      DO13J=1,NTOT
0034      PSIN=PSIB+10,
0035      TEST= AKS+A*(DLOG10(PSIE/((PSIB+PSIN)/2,)))
0036      IF(TEST,GT,10P,OR,TEST,LT,BOTTOM)GOTO 21
0037      KI=10,*(TEST)
0038      DO14I=1,10
0039      DZ=KI*(PSIN-PSIB)/(V(I)+KI)
0040      Z(I)=Z(I)+DZ
0041      IF(PSI(J),LT,PSIB) GOTO 13
0042      IF(PSI(J),EQ,PSIB) GOTO 15
0043      PSIB=PSIB+10,
0044      IF(PSIB,GT,16000,.) GOTO 20
0045      GOTO 16
C
C      PRINT PSI, K EN Z-WAARDEN (ALLEEN VOOR OPGEGEVEN PSI-WAARDEN)
C
0046      15 WRITE(3,103)PSIB,KI,Z
0047      PSIB=PSIB+10,
0048      13 CONTINUE
0049      WRITE(3,104)
0050      GOTO 17
0051      20 WRITE(3,105)
0052      999 STOP
0053      21 WRITE(3,106) J,AKS,PSIB,PSIN,TEST
0054      GOTO 17
C
C      FORMAT STATEMENTS
C
0055      100 FORMAT(20A2,F12.4,F6.2,F7.2)
0056      101 FORMAT(1X'BEREKENING CAPILLAIRE STYGHOOOGTE'60X,0A1//1X20A2//1X'KS=
1F13.5,10X'IA=1F7.2,10X'PSIE=1F8.2//10X'V IN CM/DAG'6X,10F10.2//1X'
2 PSI IN CM'8X'K'42X'Z IN CM'/)
0057      102 FORMAT(10F5.0)
0058      103 FORMAT(1XF10.0,E16.7,10F10.1)
0059      104 FORMAT(1H1)
0060      105 FORMAT(1X'GEGEVENS FOUT INGELEZEN')
0061      106 FORMAT(' J='15' AKS='E14.7' PSIB='E14.7' PSIN='E14.7' TEST='E14.7/
*1H1)
0062      END

```

ROUTINES CALLED:

DATE , DLOG10

OPTIONS =/LI,/ON,/CK,/OPI:

BLOCK LENGTH
MAIN, 1399 (005356)*

COMPILER ----- CORE
PHASE USED FREE
DECLARATIVES 00622 01854
EXECUTABLES 01103 01373
ASSEMBLY 01759 05357

Bijlage 3

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

01 GROF ZAND

KS = 2000,00
ALPHA = 0,400
FACTOR A = 0,200E-09
POWER N = 0,50
AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 10,
PSI-MAXIMUM = 90,
INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10	0,06	0,04	0,02	0,01
PSI IN CM	Z IN CM									
20,	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
50,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
90,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
100,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
200,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
300,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
500,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
700,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
1000,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
2000,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
3000,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
4000,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
5000,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
7500,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
10000,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
13000,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5
16000,	30,7	31,3	32,0	33,0	33,7	34,8	36,0	37,0	38,8	40,5

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

02 MATIG FYN ZAND

KS = 370,00
ALPHA = 0,260
FACTOR A = 0,116E-06
POWER N = 0,60
AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 15,
PSI-MAXIMUM = 110,
INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10	0,06	0,04	0,02	0,01
PSI IN CM	Z IN CM									
20,	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
50,	40,1	40,9	41,9	43,2	44,1	45,3	46,5	47,4	48,5	49,2
100,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
110,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
200,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
300,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
500,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
700,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
1000,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
2000,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
3000,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
4000,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
5000,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
7500,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
10000,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
13000,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5
16000,	40,4	41,3	42,4	43,9	45,0	46,6	48,6	50,1	52,8	55,5

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

03 MIDDELFYN ZAND

KS = 140,00
 ALPHA = 0,100
 FACTOR A = 0,378E 00
 POWER N = 0,95
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 20,
 PSI-MAXIMUM = 125,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	19,9	19,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
50.	49,3	49,4	49,6	49,7	49,8	49,9	49,9	49,9	50,0	50,0
100.	75,4	77,4	80,0	83,4	85,7	88,6	91,8	93,8	96,5	98,1
125.	76,2	78,5	81,3	85,3	88,1	92,1	96,9	100,7	106,8	112,2
200.	76,7	79,1	82,1	86,5	89,7	94,4	100,7	106,3	117,2	130,7
300.	77,1	79,5	82,8	87,5	91,0	96,3	103,9	111,0	126,2	147,2
500.	77,6	80,2	83,6	88,7	92,7	98,9	108,1	117,2	138,3	169,9
700.	78,0	80,6	84,2	89,6	93,8	100,6	111,0	121,5	146,6	185,8
1000.	78,3	81,1	84,8	90,5	95,1	102,5	114,1	126,1	155,7	203,5
2000.	79,1	82,0	86,1	92,4	97,6	106,2	120,3	135,4	174,1	239,6
3000.	79,5	82,6	86,8	93,5	99,1	108,5	124,0	141,0	185,3	261,7
4000.	79,9	83,0	87,4	94,4	100,2	110,1	126,8	145,0	193,4	277,8
5000.	80,1	83,3	87,8	95,0	101,0	111,4	128,9	148,2	199,7	290,4
7500.	80,6	83,9	88,6	96,2	102,6	113,7	132,8	154,2	211,5	313,9
10000.	80,9	84,3	89,1	97,0	103,8	115,4	135,7	158,4	220,0	330,9
13000.	81,3	84,7	89,7	97,8	104,8	117,0	138,3	162,4	227,9	346,6
16000.	81,5	85,0	90,1	98,5	105,7	118,3	140,4	165,5	234,2	359,2

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

04 ZEER FYN ZAND

KS = 80,00
 ALPHA = 0,065
 FACTOR A = 0,985E 02
 POWER N = 1,50
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 25,
 PSI-MAXIMUM = 135,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	49,5	49,6	49,7	49,8	49,8	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0
100.	90,7	92,2	93,8	95,6	96,6	97,7	98,6	99,0	99,5	99,7
135.	101,2	104,2	108,0	113,0	116,2	120,3	124,7	127,4	130,7	132,7
200.	107,0	111,4	117,2	125,9	132,4	142,1	154,7	164,4	179,1	189,9
300.	111,8	117,2	124,8	136,9	146,6	161,9	183,7	202,4	234,0	260,7
500.	116,7	123,3	132,8	148,7	162,0	184,1	218,1	249,8	310,3	370,8
700.	119,3	126,6	137,2	155,2	170,6	196,7	238,3	278,6	360,5	450,9
1000.	121,7	129,6	141,2	161,1	178,4	208,3	257,1	305,9	410,5	536,4
2000.	125,3	134,1	147,2	170,1	190,3	226,1	286,4	349,1	493,1	688,2
3000.	126,9	136,1	149,9	174,1	195,7	234,1	299,6	368,9	531,8	762,6
4000.	127,9	137,3	151,5	176,5	198,9	238,9	307,6	380,7	555,3	808,5
5000.	128,5	138,1	152,6	178,1	201,0	242,1	313,0	388,9	571,5	840,3
7500.	129,6	139,4	154,3	180,7	204,4	247,2	321,5	401,6	596,7	890,3
10000.	130,2	140,2	155,3	182,2	206,5	250,3	326,5	409,2	611,8	920,4
13000.	130,7	140,8	156,1	183,4	208,1	252,7	330,6	415,2	623,9	944,4
16000.	131,0	141,2	156,7	184,3	209,2	254,4	333,4	419,4	632,4	961,3

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

05 KLEI-EN LEEHARM NATIG/MIDDELF. ZAND

KS = 250.00
ALPHA = 0.130
FACTOR A = 0.171E+02
POWER N = 0.75
AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 20.
PSI-MAXIMUM = 140.
INTERVAL PSI = 10.

V IN CM/DAY 0.50 0.40 0.30 0.20 0.15 0.10 0.06 0.04 0.02 0.01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
50.	49.3	49.4	49.5	49.7	49.8	49.8	49.9	49.9	50.0	50.0
100.	67.7	69.4	71.5	74.6	76.7	79.6	83.2	85.9	90.1	93.5
140.	67.8	69.5	71.7	74.8	77.1	80.2	84.1	87.2	92.5	97.9
200.	67.8	69.5	71.7	74.9	77.1	80.2	84.1	87.3	92.7	98.1
300.	67.8	69.5	71.7	74.9	77.1	80.2	84.2	87.3	92.8	98.4
500.	67.8	69.5	71.7	74.9	77.1	80.3	84.3	87.4	93.0	98.7
700.	67.8	69.5	71.8	74.9	77.1	80.3	84.3	87.5	93.1	99.0
1000.	67.8	69.5	71.8	74.9	77.2	80.3	84.4	87.6	93.3	99.4
2000.	67.8	69.6	71.8	75.0	77.2	80.4	84.5	87.8	93.7	100.1
3000.	67.8	69.6	71.8	75.0	77.2	80.4	84.6	87.9	93.9	100.6
4000.	67.8	69.6	71.8	75.0	77.3	80.5	84.6	88.0	94.1	100.9
5000.	67.8	69.6	71.8	75.0	77.3	80.5	84.7	88.1	94.2	101.3
7500.	67.9	69.6	71.9	75.0	77.3	80.6	84.8	88.2	94.6	101.9
10000.	67.9	69.6	71.9	75.1	77.4	80.6	84.9	88.3	94.8	102.3
13000.	67.9	69.6	71.9	75.1	77.4	80.7	84.9	88.5	95.0	102.8
16000.	67.9	69.6	71.9	75.1	77.4	80.7	85.0	88.6	95.2	103.2

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

06 KLEIIG ZAND

KS = 240.00
ALPHA = 0.110
FACTOR A = 0.155E+01
POWER N = 1.15
AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 23.
PSI-MAXIMUM = 180.
INTERVAL PSI = 10.

V IN CM/DAY 0.50 0.40 0.30 0.20 0.15 0.10 0.06 0.04 0.02 0.01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
50.	49.6	49.7	49.8	49.8	49.9	49.9	50.0	50.0	50.0	50.0
100.	78.2	80.1	82.3	85.4	87.4	90.0	92.9	94.7	97.0	98.4
180.	79.1	81.1	83.8	87.4	90.1	93.8	98.4	102.1	108.4	114.7
200.	79.1	81.1	83.8	87.4	90.1	93.8	98.4	102.1	108.4	114.8
300.	79.1	81.1	83.8	87.5	90.1	93.8	98.5	102.2	108.6	115.0
500.	79.1	81.1	83.8	87.5	90.1	93.8	98.5	102.3	108.7	115.4
700.	79.1	81.2	83.8	87.5	90.1	93.8	98.5	102.3	108.8	115.6
1000.	79.1	81.2	83.8	87.5	90.1	93.9	98.6	102.4	108.9	115.8
2000.	79.1	81.2	83.8	87.5	90.2	93.9	98.6	102.4	109.1	116.1
3000.	79.1	81.2	83.8	87.5	90.2	93.9	98.7	102.5	109.2	116.3
4000.	79.1	81.2	83.8	87.5	90.2	93.9	98.7	102.5	109.3	116.4
5000.	79.1	81.2	83.8	87.5	90.2	93.9	98.7	102.5	109.3	116.5
7500.	79.1	81.2	83.8	87.5	90.2	94.0	98.7	102.6	109.4	116.7
10000.	79.1	81.2	83.8	87.6	90.2	94.0	98.8	102.6	109.5	116.8
13000.	79.1	81.2	83.8	87.6	90.2	94.0	98.8	102.6	109.5	116.9
16000.	79.1	81.2	83.8	87.6	90.2	94.0	98.8	102.7	109.5	117.0

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

07 ZWAK LEHIG ZAND

KS = 240,00
ALPHA = 0,085
FACTOR A = 0,151E 00
POWER N = 1,15
AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 23,
PSI-MAXIMUM = 180,
INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	49,7	49,8	49,8	49,9	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0	50,0
100.	89,4	90,9	92,6	94,6	95,7	97,0	98,1	98,7	99,3	99,7
180.	95,6	98,2	101,6	106,4	109,8	114,5	120,5	125,2	133,3	141,2
200.	95,6	98,2	101,6	106,4	109,8	114,5	120,6	125,4	133,6	141,9
300.	95,7	98,3	101,7	106,6	110,0	114,9	121,1	126,1	135,0	144,5
500.	95,7	98,4	101,8	106,7	110,2	115,2	121,6	126,9	136,5	147,6
700.	95,8	98,4	101,9	106,8	110,3	115,4	121,9	127,4	137,5	149,6
1000.	95,8	98,5	102,0	106,9	110,5	115,6	122,2	127,8	138,5	151,5
2000.	95,9	98,6	102,1	107,1	110,7	115,9	122,8	128,7	140,2	155,0
3000.	95,9	98,6	102,1	107,2	110,8	116,1	123,1	129,2	141,2	156,9
4000.	95,9	98,7	102,2	107,2	110,9	116,2	123,4	129,5	141,8	158,2
5000.	96,0	98,7	102,2	107,3	111,0	116,3	123,5	129,8	142,3	159,2
7500.	96,0	98,7	102,3	107,4	111,1	116,5	123,8	130,2	143,1	160,8
10000.	96,0	98,8	102,3	107,4	111,2	116,6	124,0	130,4	143,7	161,9
13000.	96,0	98,8	102,3	107,5	111,2	116,7	124,1	130,7	144,2	162,9
16000.	96,1	98,8	102,4	107,5	111,3	116,8	124,3	130,9	144,5	163,6

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

08 ZEER LICHT ZAVEL

KS = 220,00
ALPHA = 0,100
FACTOR A = 0,277E-02
POWER N = 1,35
AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 25,
PSI-MAXIMUM = 210,
INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	49,7	49,8	49,8	49,9	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0	50,0
100.	83,7	85,4	87,6	90,3	92,0	94,0	96,0	97,2	98,3	99,2
200.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,0
210.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,0
300.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,0
500.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,0
700.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,0
1000.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,0
2000.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,1
3000.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,1
4000.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,1
5000.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,1
7500.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,1
10000.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,1
13000.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,1
16000.	85,8	88,1	91,0	95,0	97,9	102,0	107,1	111,1	118,1	125,1

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

09 MATIG LICHTE ZAVEL

KS = 150,00
 ALPHA = 0,000
 FACTOR A = 0,209E-02
 POWER N = 1,55
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 26,
 PSI-MAXIMUM = 245,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	49,6	49,7	49,8	49,9	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0	50,0
100.	85,7	87,5	89,5	92,1	93,6	95,3	97,0	97,9	98,9	99,4
200.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,8
245.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,8
305.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,8
505.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,8
705.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,8
1005.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9
2005.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9
3005.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9
4005.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9
5005.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9
7505.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9
10005.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9
13005.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9
16005.	89,3	91,8	95,0	99,5	102,7	107,2	112,9	117,4	125,1	132,9

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

10 ZWARE ZAVEL

KS = 75,00
 ALPHA = 0,000
 FACTOR A = 0,440E-02
 POWER N = 1,60
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 27,
 PSI-MAXIMUM = 260,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	49,4	49,5	49,6	49,8	49,8	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0
100.	85,0	86,9	89,1	91,8	93,4	95,3	97,0	97,9	98,9	99,4
200.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,4
260.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,5
300.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,5
500.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,5
700.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,5
1000.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,5
2000.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,5
3000.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,6
4000.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,6
5000.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,6
7500.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,6
10000.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,6
13000.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,6
16000.	89,5	92,3	96,0	101,0	104,7	109,7	116,1	121,2	129,9	138,6

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

11 LICHTE ZAVEL

KS = 75,00
 ALPHA = 0,065
 FACTOR A = 0,145E 00
 POWER N = 1,60
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 27,
 PSI-MAXIMUM = 260,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	49,5	49,6	49,7	49,8	49,8	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0
100.	91,2	92,6	94,1	95,9	96,8	97,8	98,6	99,1	99,5	99,8
200.	104,0	107,4	111,8	118,1	122,5	128,7	136,4	142,6	152,9	162,8
260.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,8	136,7	142,9	153,6	164,2
300.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,8	136,7	142,9	153,6	164,3
500.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,7	143,0	153,7	164,5
700.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,0	153,8	164,6
1000.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,0	153,8	164,7
2000.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,1	153,9	164,8
3000.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,1	153,9	164,9
4000.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,1	153,9	164,9
5000.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,1	153,9	165,0
7500.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,1	154,0	165,0
10000.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,1	154,0	165,0
13000.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,1	154,0	165,0
16000.	104,0	107,5	111,9	118,2	122,6	128,9	136,8	143,1	154,0	165,0

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

12 ZEER STERK LEMIG ZAND

KS = 75,00
 ALPHA = 0,035
 FACTOR A = 0,158E 03
 POWER N = 1,60
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 27,
 PSI-MAXIMUM = 260,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	49,6	49,7	49,8	49,8	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0	50,0
100.	97,7	98,1	98,6	99,0	99,3	99,5	99,7	99,8	99,9	100,0
200.	161,6	166,1	171,6	178,3	182,4	187,1	191,6	194,1	196,9	198,4
260.	169,0	175,0	182,8	193,4	200,7	210,6	222,0	230,0	241,2	249,1
300.	170,4	176,9	185,2	196,9	205,3	217,0	231,7	243,0	260,8	275,4
500.	174,9	182,4	192,5	207,6	219,3	237,3	263,2	286,8	332,3	380,3
700.	177,2	185,2	196,2	213,3	226,7	248,2	280,8	312,0	377,0	453,1
1000.	179,1	187,7	199,5	218,1	233,2	257,8	296,5	334,9	419,5	527,5
2000.	182,0	191,2	204,2	225,2	242,6	271,8	319,6	369,1	485,4	650,5
3000.	183,2	192,7	206,2	228,2	246,5	277,7	329,4	383,7	514,2	706,5
4000.	183,8	193,6	207,4	229,9	248,8	281,1	335,0	392,2	531,1	739,5
5000.	184,3	194,2	208,1	231,0	250,3	283,4	338,8	397,8	542,3	761,8
7500.	185,0	195,0	209,3	232,7	252,6	286,8	344,5	406,4	559,4	795,6
10000.	185,4	195,5	209,9	233,7	253,9	288,8	347,8	411,3	569,2	815,2
13000.	185,7	195,9	210,4	234,5	254,9	290,3	350,4	415,1	576,8	830,4
16000.	185,9	196,1	210,8	235,0	255,6	291,4	352,1	417,8	582,0	840,9

Vervolg bijlage 3

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

13 LICHTE KLEI

KS = 34,00
 ALPHA = 0,070
 FACTOR A = 0,517E-01
 POWER N = 1,40
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 24,
 PSI-MAXIMUM = 225,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	48,6	48,9	49,2	49,4	49,6	49,7	49,8	49,9	49,9	50,0
100.	80,0	82,4	85,2	88,7	90,8	93,2	95,6	96,9	98,4	99,2
200.	84,1	87,3	91,5	97,3	101,4	107,2	114,5	120,3	130,1	139,9
225.	84,1	87,4	91,5	97,3	101,4	107,2	114,5	120,3	130,2	140,1
305.	84,1	87,4	91,5	97,3	101,4	107,3	114,6	120,4	130,3	140,3
505.	84,1	87,4	91,5	97,3	101,5	107,3	114,6	120,4	130,4	140,5
705.	84,1	87,4	91,5	97,3	101,5	107,3	114,6	120,5	130,5	140,7
1005.	84,2	87,4	91,5	97,3	101,5	107,3	114,7	120,5	130,6	140,8
2005.	84,2	87,4	91,5	97,4	101,5	107,3	114,7	120,6	130,7	141,0
3005.	84,2	87,4	91,5	97,4	101,5	107,3	114,7	120,6	130,7	141,1
4005.	84,2	87,4	91,5	97,4	101,5	107,3	114,7	120,6	130,7	141,1
5005.	84,2	87,4	91,5	97,4	101,5	107,3	114,7	120,6	130,8	141,2
7505.	84,2	87,4	91,5	97,4	101,5	107,4	114,7	120,6	130,8	141,2
10005.	84,2	87,4	91,5	97,4	101,5	107,4	114,7	120,6	130,8	141,3
13005.	84,2	87,4	91,5	97,4	101,5	107,4	114,7	120,6	130,8	141,3
16005.	84,2	87,4	91,5	97,4	101,5	107,4	114,7	120,6	130,8	141,3

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

14 ZWARE ZAVEL

KS = 34,00
 ALPHA = 0,055
 FACTOR A = 0,106E 01
 POWER N = 1,40
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 24,
 PSI-MAXIMUM = 225,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50.	48,8	49,1	49,3	49,5	49,6	49,8	49,9	49,9	50,0	50,0
100.	87,7	89,6	91,7	94,1	95,4	96,8	98,0	98,6	99,3	99,7
200.	100,6	104,6	109,8	117,2	122,3	129,6	138,6	145,7	157,4	168,3
225.	100,6	104,7	109,9	117,3	122,5	129,9	139,1	146,4	158,8	170,9
305.	100,7	104,8	110,0	117,5	122,7	130,2	139,7	147,3	160,5	174,2
505.	100,8	104,9	110,2	117,7	123,1	130,7	140,5	148,5	162,9	179,0
705.	100,8	105,0	110,3	117,9	123,3	131,0	140,9	149,2	164,2	181,7
1005.	100,9	105,0	110,4	118,0	123,4	131,2	141,4	149,8	165,5	184,2
2005.	101,0	105,1	110,5	118,2	123,7	131,6	142,0	150,8	167,5	188,3
3005.	101,0	105,2	110,6	118,3	123,8	131,8	142,4	151,3	168,5	190,1
4005.	101,0	105,2	110,6	118,3	123,9	131,9	142,5	151,6	169,1	191,3
5005.	101,0	105,2	110,6	118,4	124,0	132,0	142,7	151,8	169,5	192,1
7505.	101,1	105,3	110,7	118,4	124,0	132,2	142,9	152,1	170,1	193,4
10005.	101,1	105,3	110,7	118,5	124,1	132,2	143,0	152,3	170,5	194,2
13005.	101,1	105,3	110,7	118,5	124,1	132,3	143,1	152,5	170,9	194,9
16005.	101,1	105,3	110,8	118,5	124,2	132,3	143,2	152,6	171,1	195,4

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

15 ZANDIGE LEEM

KS = 34,00
 ALPHA = 0,035
 FACTOR A = 0,588E 02
 POWER N = 1,40
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 24,
 PSI-MAXIMUM = 225,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20,	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50,	49,0	49,2	49,4	49,6	49,7	49,8	49,9	49,9	50,0	50,0
100,	94,6	95,6	96,6	97,7	98,3	98,8	99,3	99,5	99,8	99,9
200,	140,8	146,3	153,1	162,0	167,8	175,1	182,7	187,4	193,0	196,3
225,	143,0	148,9	156,5	166,0	173,8	183,1	193,6	200,8	210,4	216,8
300,	146,6	153,5	162,4	173,4	184,8	198,6	216,4	230,8	254,0	273,1
500,	151,9	160,0	171,1	188,1	201,4	222,5	253,2	281,2	334,2	387,3
700,	154,9	163,8	176,0	195,4	211,1	236,0	275,7	313,1	389,1	473,4
1000,	157,7	167,3	180,7	202,3	220,2	250,0	297,5	344,5	446,0	568,9
2000,	162,2	172,8	188,1	213,4	234,9	271,9	333,3	397,2	545,8	749,4
3000,	164,3	175,4	191,5	218,6	241,8	282,2	350,5	422,8	595,6	844,2
4000,	165,6	177,1	193,7	221,8	246,1	288,7	361,1	438,7	627,0	905,0
5000,	166,5	178,2	195,2	224,1	249,1	293,2	368,7	450,0	649,2	948,4
7500,	167,9	180,0	197,6	227,7	254,0	300,5	380,7	468,0	685,1	1019,2
10000,	168,8	181,1	199,1	230,0	257,0	305,0	388,2	479,2	707,4	1063,4
15000,	169,6	182,1	200,4	231,8	259,4	308,6	394,3	488,4	725,7	1099,7
16000,	170,1	182,7	201,2	233,1	261,2	311,3	398,7	495,0	738,8	1125,9

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

16 SILTIGE LEEM

KS = 14,50
 ALPHA = 0,040
 FACTOR A = 0,709E 05
 POWER N = 2,70
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 0,
 PSI-MAXIMUM = 95,
 INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

	19,0	19,2	19,4	19,6	19,7	19,8	19,9	19,9	20,0	20,0
20,	19,0	19,2	19,4	19,6	19,7	19,8	19,9	19,9	20,0	20,0
50,	45,2	46,0	47,0	47,9	48,4	48,9	49,4	49,6	49,8	49,9
95,	72,5	75,6	79,1	83,3	85,8	88,5	90,9	92,2	93,5	94,3
105,	76,1	79,7	84,0	89,2	92,3	95,8	99,1	100,9	102,9	103,9
205,	92,7	99,4	108,4	121,4	130,6	143,5	158,6	169,3	183,6	193,1
305,	97,2	105,1	115,8	132,0	144,3	162,6	186,7	206,0	236,9	262,3
505,	100,1	108,6	120,4	138,9	153,4	176,8	207,8	235,8	288,2	342,8
705,	101,0	109,7	121,9	141,1	156,4	180,3	215,1	246,6	308,6	379,7
1000,	101,5	110,4	122,8	142,5	158,2	183,0	219,6	253,2	321,6	404,5
2000,	102,0	111,0	123,6	143,6	159,7	185,3	223,3	258,9	332,8	426,5
3000,	102,1	111,1	123,8	143,9	160,0	185,8	224,2	260,1	335,3	431,6
4000,	102,1	111,1	123,8	144,0	160,1	186,0	224,5	260,6	336,3	433,5
5000,	102,1	111,2	123,9	144,0	160,2	186,1	224,6	260,9	336,8	434,5
7500,	102,1	111,2	123,9	144,1	160,3	186,2	224,8	261,1	337,3	435,6
10000,	102,1	111,2	123,9	144,1	160,3	186,2	224,9	261,2	337,5	436,0
13000,	102,2	111,2	123,9	144,1	160,3	186,2	224,9	261,3	337,6	436,2
16000,	102,2	111,2	123,9	144,1	160,3	186,3	225,0	261,3	337,7	436,4

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

17 MATIG ZWARE KLEI

KS = 6,00
ALPHA = 0,040
FACTOR A = 0,121E 04
POWER N = 2,00
AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 0,
PSI-MAXIMUM = 95,
INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20,	17,7	18,2	18,6	19,0	19,3	19,5	19,7	19,8	19,9	19,9
50,	40,0	41,6	43,4	45,3	46,4	47,5	48,5	49,0	49,5	49,7
95,	58,2	62,1	66,9	73,0	76,9	81,5	86,0	88,6	91,6	93,2
105,	60,1	64,4	69,7	76,8	81,3	87,0	92,7	96,2	100,2	102,5
205,	70,1	76,5	85,2	98,2	107,8	121,7	139,3	152,5	171,9	185,8
305,	73,8	81,1	91,2	106,9	119,1	137,8	163,5	184,7	220,4	250,9
505,	76,9	85,0	96,3	114,5	129,1	152,3	186,4	217,2	275,8	337,1
705,	78,2	86,6	98,6	117,8	133,5	158,9	197,1	232,8	304,7	387,5
1005,	79,3	87,9	100,3	120,3	136,9	163,9	205,4	245,1	328,3	431,0
2005,	80,5	89,4	102,3	123,3	140,8	169,9	215,3	259,8	357,3	487,1
3005,	80,9	89,9	102,9	124,3	142,2	171,9	218,6	264,8	367,2	506,8
4005,	81,1	90,2	103,3	124,8	142,8	172,9	220,3	267,3	372,2	516,8
5005,	81,2	90,3	103,5	125,1	143,2	173,5	221,3	268,8	375,2	522,8
7505,	81,3	90,5	103,7	125,5	143,8	174,3	222,6	270,9	379,2	530,8
10005,	81,4	90,6	103,9	125,8	144,1	174,7	223,3	271,9	381,3	534,8
13005,	81,5	90,7	104,0	125,9	144,2	175,0	223,8	272,6	382,7	537,6
16005,	81,5	90,7	104,0	126,0	144,4	175,1	224,1	273,0	383,5	539,3

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

18 MATIG TOT ZEER ZWARE KLEI

KS = 3,00
ALPHA = 0,040
FACTOR A = 0,250E 02
POWER N = 1,30
AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 0,
PSI-MAXIMUM = 95,
INTERVAL PSI = 10,

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20,	16,0	16,6	17,4	18,2	18,6	19,0	19,4	19,6	19,8	19,9
50,	33,8	36,0	38,6	41,6	43,4	45,3	47,0	48,0	49,0	49,5
95,	45,5	49,6	54,9	62,1	66,9	73,0	79,5	83,6	88,6	91,6
105,	46,6	51,0	56,6	64,5	69,8	76,9	84,6	89,8	96,2	100,2
205,	53,6	59,5	67,7	80,1	89,6	103,8	122,5	137,4	160,5	178,4
305,	57,2	64,0	73,6	88,8	100,8	119,7	146,5	169,4	208,9	243,5
505,	61,3	69,1	80,4	98,7	113,9	138,7	176,1	210,8	277,3	345,1
705,	63,8	72,2	84,4	104,7	121,7	150,2	194,7	237,3	324,1	420,9
1005,	66,1	75,1	88,2	110,5	129,4	161,5	213,0	264,0	373,1	505,0
2005,	70,0	80,0	94,7	120,2	142,3	180,7	244,6	310,6	461,9	667,4
3005,	71,9	82,4	98,0	125,0	148,7	190,4	260,6	334,4	508,3	756,0
4005,	73,2	83,9	100,0	128,1	152,8	196,5	270,8	349,7	538,4	814,5
5005,	74,1	85,1	101,5	130,3	155,8	201,0	278,2	360,8	560,3	857,4
7505,	75,5	86,9	104,0	134,0	160,7	208,4	290,5	379,1	596,8	929,2
10005,	76,5	88,1	105,6	136,4	163,9	213,1	298,4	390,9	620,3	975,7
13005,	77,3	89,1	106,9	138,4	166,5	217,1	305,0	400,8	640,0	1015,0
16005,	77,9	89,8	107,9	139,8	168,5	220,0	309,9	408,1	654,6	1044,0

CALCULATION OF CAPILLARY RISE

19 ZEER ZWARE KLEI

KS = 0,70
 ALPHA = 0,040
 FACTOR A = 0,149E 01
 POWER N = 1,00
 AIR ENTRY POTENTIAL (ESTIMATED) = 0,
 PSI-MAXIMUM = 95,
 INTERVAL PSI = 10.

V IN CM/DAY 0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,06 0,04 0,02 0,01

PSI IN CM

Z IN CM

20,	9,7	10,8	12,2	14,0	15,1	16,4	17,7	18,4	19,2	19,6
50,	17,5	20,0	23,2	27,9	31,1	35,3	39,8	42,6	45,9	47,8
95,	21,1	24,3	28,8	35,7	40,9	48,3	57,7	64,7	75,1	83,0
105,	21,4	24,7	29,3	36,4	41,8	49,6	59,7	67,4	79,4	89,0
205,	23,4	27,1	32,5	41,1	48,0	58,7	73,8	87,2	112,4	138,5
305,	24,5	28,6	34,4	44,0	51,8	64,3	82,8	100,1	135,2	175,5
505,	26,0	30,4	36,9	47,7	56,7	71,5	94,6	117,2	166,7	229,9
705,	27,0	31,7	38,6	50,2	59,9	76,3	102,5	128,9	188,8	269,7
1005,	28,1	33,0	40,3	52,8	63,4	81,5	111,1	141,6	213,0	314,5
2005,	30,1	35,6	43,7	57,9	70,2	91,7	127,9	166,6	261,9	407,5
3005,	31,3	37,1	45,7	60,9	74,2	97,7	137,9	181,5	291,1	454,3
4005,	32,2	38,1	47,2	63,0	77,1	102,0	145,0	192,1	312,1	505,4
5005,	32,8	39,0	48,3	64,7	79,3	105,3	150,5	200,3	328,4	537,5
7505,	34,0	40,5	50,3	67,7	83,3	111,3	160,5	215,3	358,2	596,4
10005,	34,9	41,5	51,7	69,9	86,2	115,6	167,6	226,0	379,5	638,5
13005,	35,7	42,5	53,0	71,8	88,8	119,5	174,1	235,7	398,9	677,1
16005,	36,3	43,3	54,0	73,4	90,8	122,6	179,3	243,4	414,3	707,7