

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

BEPALING VAN C-WAARDEN IN DE OMGEVING VAN DE V.A.M.  
TE WIJSTER EN EEN METHODE OM WATERMONSTERS TE NEMEN  
UIT FILTERS ONDER EEN AFVAL STORTPLAATS

M. Wijnsma

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

318355



CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0593 4134

## I N H O U D

	blz.
INLEIDING	1
OPSTELLING	1
ENIGE MEETRESULTATEN	4
BEPALING C-WAARDEN	4
SAMENVATTING	10
LITERATUUR	11

## INLEIDING

Op het terrein van de N.V. Vuil Afvoer Maatschappij (V.A.M.) te Wyster is een onderzoek aangevangen naar grondwaterverontreiniging vanuit de vuilstortplaats (HOEKS, 1973).

In verband hiermee zijn 3 diepe boringen uitgevoerd, waarin filters zijn gesteld (fig. 1). Het ligt in de bedoeling dat op de plaats van twee van deze boringen (D 20 en D 21) binnenkort vuil zal worden gestort. Om toch de mogelijkheid te hebben om watermonsters te nemen, zijn buiten de vuilstortplaats referentiebuizen geplaatst. Door middel van hevels kan water uit de onder het vuil gestelde filters gehaald worden en is het tevens mogelijk grondwaterstanden te meten.

Daar de mate van vervuiling mede afhangt van de verticale weerstand van het afdekkend pakket is ook hiernaar onderzoek verricht.

## OPSTELLING

In fig. 2 is schematisch de opstelling weergegeven van de referentiebuis en de verbinding met het onder het vuil gestelde filter. De grondwaterstandsbuis is van p.v.c. en heeft een diameter van 1", met aan de onderkant een spleetfilter van 1 meter lengte. De referentiebuis, eveneens p.v.c., heeft een lengte van 4 meter en een diameter van 5 cm. Deze buis is aan de onderkant afgesloten.

De hevels die in de buizen zijn aangebracht, zijn zodanig geconstrueerd dat ze niet leeg kunnen lopen wanneer de waterspiegel lager komt dan de onderkant van de hevels. Gemiddeld zijn de hevels 1 meter beneden het wateroppervlak geplaatst.

Tabel 1 geeft aan op welke diepte de hevels beneden het wateroppervlak zijn aangebracht (a) en tevens de diepte van de hevels beneden de bovenkant van de stijgbuis c.q. referentiebuis.

Tabel 1. Diepte van de hevels ten opzichte van het wateroppervlak en ten opzichte van bovenkant stijgbuis, c.q. referentiebuis

	Boring D 20			Boring D 21		
	diepte hevels stijgbuis in cm	diepte hevels referentie-buis in cm	a cm	diepte hevels stijgbuis in cm	diepte hevels referentie-buis in cm	a cm
L.b.b.	425,2	250,0	100,2	391,0	230,0	61,5
H	490,0	333,3	97,0	442,2	302,2	97,2
M	490,0	333,4	96,7	443,2	305,7	97,8
L	490,0	333,8	96,5	490,2	303,2	144,8

De hevel in de referentiebuis is verbonden met de hevel in de grondwaterstandsbuis door middel van een hard p.v.c.buis, type PE 50, diameter 20/16 mm.

In de toevoerleiding bij de referentiebuis is een T-stuk geplaatst, met daaraan verbonden een plastic slang van + 1 meter lengte. Hierdoor kunnen eventuele luchtballen gemakkelijk uit de toevoerleiding worden verwijderd en kan water worden toegevoegd.

Alvorens water toegevoegd kan worden moet de slang aan een kant van het T-stuk worden afgeklemd daar anders de gehele toevoerleiding leegloopt wanneer de kurk wordt verwijderd. De grondwaterstandsbuis is tevens doorgetrokken naar de referentiebuis, om eventuele gassen die uit het grondwater vrij komen te kunnen laten ontwijken.

Zou de grondwaterstandsbuis onder maaiveld zijn afgesloten dan is de mogelijkheid aanwezig dat door opeenhoping van gas een lagere grondwaterstand ontstaat, dan in werkelijkheid het geval is.

De gehele toevoerleiding tussen put en referentiebuïs is  $\pm$  50 cm beneden maaiveld ingegraven, om eventuele beschadigingen tijdens het storten van het eerste vuil en door vorstbeschadiging te voorkomen. De referentiebuïzen zijn ondergebracht in putten die worden afgesloten.

Is er geen of nauwelijks toestroming naar de referentiebuïs, wanneer hieruit water wordt onttrokken, dan kan de oorzaak zijn:

1. luchtinsluiting in de toevoerleiding
2. toevoerleiding is geheel leeggelopen
3. grondwaterstand is beneden de hevel gedaald

ad 1. Deze storing kan het snelst worden verholpen door de slang die met het T-stuk is verbonden te vullen met water. Dit dient zo vaak te worden herhaald dat er geen luchtballen meer te voorschijn komen.

ad 2. Wanneer de zuigslang van een pomp op het T-stuk wordt aangesloten dan zal de toevoerleiding geheel gevuld worden. Hierbij dient men er aan te denken, de slang die verbonden is met de hevel in de referentiebuïs, af te klemmen.

Voor het pompen kan een 3 pk Bernard motorpompje worden gebruikt, type W 19A-107

ad 3. Het is duidelijk dat wanneer dit punt zich voordoet, er gewacht moet worden tot de grondwaterstand weer stijgt.

Om een representatief watermonster te krijgen is het wenselijk het water dat in de referentiebuïs en de toevoerleiding aanwezig is, eerst weg te pompen. Voor sommige putten is dit niet mogelijk omdat het grondwater niet snel genoeg kan toestromen door de geringe doorlatendheid. Het betreft de filters die tamelijk ondiep zijn geplaatst. In de toevoerleiding is  $\pm$  15 liter water aanwezig, in de referentiebuïs  $\pm$  4 liter, al naar gelang de waterstandshoogte.

Voor het nemen van een watermonster kan een multifix slangenpomp type M80 worden gebruikt. De zuigslang wordt dan in de referentiebuïs gebracht. Ook kan het Bernard motorpompje worden gebruikt, waarbij dezelfde procedure wordt gevolgd als vermeld onder punt ad 2.

## ENIGE MEETRESULTATEN

Tijdens de proefopstelling zijn metingen verricht in de bestaande grondwaterstandsbuis en in de referentiebuis om na te gaan of de gemeten grondwaterstand in beide buizen overeen kwam.

Een aantal metingen zijn uitgevoerd door de V.A.M. en weergegeven in fig. 3. Hierbij valt het op dat er enkele metingen zijn met verschillen. Een oorzaak hiervoor te noemen is erg moeilijk, temeer daar uit eigen metingen, fig. 4, geringere verschillen werden waargenomen.

Fig. 5 geeft de reactie van de grondwaterstand wanneer water uit de referentiebuis wordt gepompt. Nahet stoppen van de pomp duurde het + 5 minuten voordat het begin-niveau weer was bereikt. Uit fig. 5 blijkt dat de verschillen in grondwaterstand kleiner zijn dan in fig. 4. De reden kan zijn dat toen eventuele luchtbellens in de toevoerleiding door de wateronttrekking zijn verwijderd.

## BEPALING C-WAARDEN

De mate van verontreiniging van het grondwater wordt bepaald door de hoeveelheid en hoedanigheid van het opgebrachte vuil en de verticale stroomsnelheid van het water door de bodem. In fig. 6a en 6b zijn door VAN REES VELLINGA een aantal profielen weergegeven van diepboringen. Hieruit blijkt dat de keileemlaag, welke van grote invloed op de verticale weerstand (c-waarde) is, onregelmatig voorkomt. Dit komt ook tot uiting in de bepaling van de c-waarde, vastgesteld aan de hand van kernmonsters die van deze leemlaag genomen zijn.

In het laboratorium is van deze kernmonsters de doorlaatfactor (WIT, 1974) bepaald (fig. 7), waarna de c-waarde is berekend met de formule:

$$c = \frac{D}{n} \left( \frac{1}{k} + \frac{1}{k} + \frac{1}{k} \dots \right)$$

waarin:

D = dikte bemonsterde laag (m)

n = aantal grondmonsters

k = doorlaatfactor (m/dg)

De gevonden c-waarden voor boring D 20 en D 21 zijn als volgt:

Boring D 20A 2900

D 20B 3400

D 21A 8800

Het feit dat boring D 21A een zeer hoge c-waarde aangeeft, is te verklaren door de keileemlaag die daar ter plaatse dikker is, wat overeenkomt met de profielen van figuren 6a en 6b. In grootteorde geven de kernmonsters een c-waarde van 4000 dagen. Om deze waarde te toetsen is een berekening opgezet voor een 16-tal grondwaterstandsbuizen die in een kruis-raai zijn geplaatst (fig. 8) (WIT, 1974). Voor de berekening is gebruik gemaakt van de formule:

$$Q_i - Q_u - \mu \Delta h - E = \frac{h'' - h'}{c}$$

waarin:

$Q_i$  = instromend water in een bepaalde laag  $m^3/dag$

$Q_u$  = uitstromend " " " " " "  $m^3/dag$

$\mu$  = bergend vermogen vol. %

E = verdamping uit capillaire opstijging mm

$h''$  = stijghoogte diep grondwater cm

$h'$  = " " " " " " " " cm

c = verticale weerstand dagen

$\Delta h$  = verschil in stijghoogte tussen twee punten  
in een horizontaal vlak cm

De factoren  $Q_i$  en  $Q_u$  zijn niet in de berekening betrokken omdat het hier een keileemlaag betreft waar de gemeten doorlatendheid zeer gering is (fig. 7).

Verdamping uit capillaire opstijging is eveneens niet in de berekening betrokken daar de grondwaterstand dermate was gedaald dat er praktisch geen verdamping uit de leemlaag heeft plaatsgevonden (tabel 2 en 3).

Grondwaterstanden t.o.v nulvlak incm

Tabel 2

datum	24/8	30/8	31/8	3/9	10/9	17/9	24/9	1/10	8/10	15/10	22/10	29/10	5/11	12/11	19/11	30/11	10/12	17/12
1	326.6	326.8	329.3	329.8	325.4	326.0	337.1	326.4	292.5	271.6	272.0	266.8	253.6	202.6	190.7	190.0	189.5	176.7
2	296.1	302.0	305.3	303.1	290.0	296.4	312.0	280.2	267.7	222.5	174.0	161.7	193.3	175.3	166.1	162.8	161.4	155.9
3	293.2	299.9	297.7	293.7	281.0	292.6	309.2	269.2	262.1	233.8	185.0	160.1	200.6	184.1	173.9	171.2	176.8	158.4
4	296.5	293.2	293.6	296.0	295.4	297.5	302.8	292.9	268.0	247.2	198.6	187.9	212.1	199.9	173.0	166.3	178.9	151.0
5	337.4	340.9	342.7	340.0	341.8	342.5	342.7	349.6	324.9	297.5	257.1	222.8	247.6	225.2	215.4	208.4	203.8	190.6
6	322.7	319.9	322.0	322.7	321.9	329.5	342.0	309.3	290.3	261.4	188.9	181.0	199.6	178.3	173.1	172.2	172.6	165.8
7	318.4	345.1	346.1	347.6	342.6	349.9	361.8	357.7	343.3	309.9	242.3	232.5	245.2	214.1	200.8	199.4	186.0	180.0
8	333.0	338.0	340.1	341.2	344.5	349.5	362.5	357.9	340.2	308.0	234.6	224.8	241.2	215.8	193.3	182.5	172.0	165.8
9	322.4	320.7	322.4	323.0	323.7	326.7	336.4	327.8	315.4	283.4	218.4	246.2	268.7	235.4	223.2	214.2	208.1	194.8
10	329.4	327.8	329.5	330.6	328.0	333.3	340.9	326.5	287.5	257.1	176.5	166.1	189.1	167.7	167.8	160.8	152.0	142.9
11	327.8	328.7	328.2	328.9	325.0	327.2	333.0	322.3	289.5	254.7	245.0	170.7	196.2	170.8	160.6	155.6	145.3	132.4
12	353.7	352.7	352.9	352.9	355.2	359.1	361.4	362.2	348.2	298.9	219.0	207.4	222.0	203.6	180.2	171.3	154.7	149.8
13	328.1	327.3	320.4	320.3	305.1	317.8	301.3	287.3	266.2	236.6	172.8	160.4	195.5	168.9	161.8	158.9	149.0	135.6
14	316.1	320.2	320.4	320.4	306.0	323.8	290.9	269.0	261.8	222.2	188.4	176.6	200.8	185.2	181.3	179.6	170.8	150.0
15	313.6	328.0	326.1	329.9	308.6	314.7	326.1	292.3	270.6	226.6	193.7	192.6	192.6	196.6	192.6	192.0	—	—
16	322.9	319.9	319.6	322.9	322.9	324.3	324.3	295.0	288.6	268.6	208.6	206.4	208.7	212.4	205.5	199.5	191.0	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Grondwaterstanden boring D19 in cm tov nulvlak Tabel 3

datum	27/7	24/8	10/9	17/9	24/9	1/10	8/10	15/10	22/10	29/10	5/11	12/11	19/11	26/11	3/12	10/12	17/12
1	371.1	388.0	392.5	397.4	398.7	397.3	400.-	385.7	361.7	356.8	348.6	338.6	327.2	307.6	287.1	261.4	
2	364.1	381.8	387.4	393.0	394.7	393.7	395.3	383.6	356.7	342.2	330.6	321.2	302.7	281.4	262.7	246.0	
3	365.1	384.9	388.1	394.4	394.3	394.3	394.7	383.6	356.2	342.8	337.6	329.9	309.8	280.1	261.8	246.3	
4	364.4	383.8	387.8	390.6	393.2	392.6	394.1	382.3	356.6	341.0	330.0	321.3	310.4	280.7	262.4	245.2	
5	364.2	383.1	386.3	391.5	393.2	391.6	392.9	382.1	355.7	341.3	330.8	322.9	312.1	280.5	270.5	254.5	
6	358.3	380.6	384.6	388.6	390.6	390.1	392.1	379.3	353.2	348.2	338.2	327.9	306.6	297.2	277.2	271.7	
7	274.5	290.8	292.0	298.0	313.2	316.0	314.5	301.1	274.4	269.5	255.8	249.1	231.1	215.8	215.8	195.2	

filter no1 van 8960 tot 90,80 m-mv  
 " " 2 " 73,15 " 74,15 "  
 " " 3 " 52,10 " 53,10 "  
 " " 4 " 29,00 " 30,00 "  
 " " 5 " 19,00 " 20,00 "  
 " " 6 " 6,85 " 9,85 "  
 " " 7 " 2,00 " 3,00 "

Om het bergend vermogen, dit is de hoeveelheid water die in de grond kan worden opgenomen per eenheid van grondwaterstandsstijging (BLOEMEN, 1971); te bepalen is voor 16 filters (fig. 8) een berekening opgezet, zowel voor een natte als een droge periode.

1. uit natte periode berekenen

$$\text{stijging} \times \mu_1 = \text{neerslag} \rightarrow \mu_1$$

2. berekende  $\mu_1$  in droge periode toe te passen

$$\frac{\Delta h(\text{vert})}{c_1} = \frac{\text{daling.} \mu_1}{\text{periode}} \rightarrow c_1$$

3.  $c_1$  toepassen in natte periode

$$\frac{h(\text{vert})}{c_1} \times \text{periode} = n \text{ aantal mm/dag}$$

4. nieuwe berekening  $\mu_2$

$$\text{stijging} \times \mu_2 = \text{neerslag} - n \text{ aantal mm}$$

Aangezien voor deze berekening neerslagcijfers nodig zijn is er een regenmeter geplaatst die wekelijks is waargenomen. De gegevens zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Neerslag in de periode 22 augustus tot en met 17 december 1973

Datum	Neerslag mm	Datum	Neerslag mm
22-8-'73	regenmeter geplaatst	22-10	50,6
31-8-'73	10,3	23-10	8,1
3-9-'73	16,0	29-10	1,25
10-9-'73	3,1	5-11	1,25
17-9-'73	-	12-11	22,5
24-9-'73	31,5	19-11	30,0
1-10-73	33,5	30-11	bevroren
8-10-73	-	10-12	bevroren
15-10-73	28,7	17-12	98,7

Als rekenvoorbeeld is grondwaterstandsbuis no. 4 weergegeven  
waarin de volgende waarden zijn gebruikt

$\Delta h$  droge periode: 96 cm

$\Delta h$  natte periode: 147 cm

neerslag: 50,6 cm

stijging natte periode: 48,6 cm in 7 dagen

daling droge periode: 18,3 cm in 24 dagen

1.  $48,6 \mu_1 = 50,6 \quad \mu_1 = 0,10$

2.  $\frac{96}{c_1} = \frac{18,3 \times 0,10}{24} \rightarrow c_1 = 1259$  dagen

3.  $\frac{147}{1259} \times 7 = 8,17$  mm/dag

4.  $48,6 \mu_2 = 50,6 - 8,2 \rightarrow \mu_2 = 0,087$

Berekening herhalen met berekende  $\mu_2$ .

(2)  $\frac{96}{c_2} = \frac{18,3 \times 0,087}{24} \rightarrow c_2 = 1447$  dagen

(3)  $\frac{147}{1447} \times 7 = 7,11$  mm/dag

(4)  $48,6 \mu_3 = 50,6 - 7,11 \rightarrow \mu_3 = 0,089$

Berekening herhalen met berekende  $\mu_3$

(2)  $\frac{96}{c_3} = \frac{18,3 \times 0,089}{24} \rightarrow c_3 = 1414$  dagen

Uit bovenstaande berekening volgt een gemiddelde c-waarde van  
1378 dagen en een gemiddeld bergend vermogen van 9,2%. In tabel 5  
zijn de waarden weergegeven van de 16 grondwaterstandsbuizen be-  
rekend volgens hetzelfde rekenschema.

Tabel 5. Berekende waarden van 16 grondwaterstandsbuizen

Plek no.	c-waarde (dagen)	Bergend vermogen %	Plek no.	c-waarde (dagen)	Bergend vermogen %
1	5750	8,3	9	646	9,7
2	1549	9,1	10	2082	6,2
3	1604	9,0	11	70	41,0
4	1378	9,2	12	3328	2,7
5	953	9,0	13	1300	7,0
6	1887	3,1	14	1948	11,0
7	747	6,5	15	1589	9,0
8	1127	5,3	16	2063	9,0

De grote verschillen in c-waarden moeten worden toegeschreven aan het wel of niet voorkomen van de keileemlaag. Wanneer plek 11 buiten beschouwing wordt gelaten vanwege de extreem hoge waarde voor het bergend vermogen, dan is het meetkundig gemiddelde van de verticale weerstanden 1657 dagen.

#### SAMENVATTING

Onderzoek heeft plaatsgevonden naar de mogelijkheid om watermonsters uit filters te nemen, die zich onder een vuilstortplaats bevinden. Een methode wordt in deze nota beschreven. Tevens is de verticale weerstand (c) bepaald en berekend. De plaatselijk grote verschillen in c-waarde moet worden toegeschreven aan het onregelmatig voorkomen van de keileemlaag.

Globaal kan worden gesteld dat wanneer deze keileemlaag niet of nauwelijks voorkomt de c-waarde  $\pm$  2000 dagen bedraagt. Wanneer de laag wel aanwezig is, bedraagt de c-waarde in orde van grootte 6000-9000 dagen.

## LITERATUUR

- BLOEMEN, G.W., 1970. Berging, afvoer en verdamping in de Gelderse Achterhoek volgens grondwaterstandanalyse. Deelrapport 9. Hydrologisch Onderzoek in het Leerinkbeekgebied. Tweede interimrapport werkgroep I
- HOEKS, J., 1973. Verontreiniging van bodem en grondwater bij vuilstortplaatsen nota ICW 737
- \_\_\_\_\_, TOUSSAINT, C.G. en LOOYEN, W., 1975. Kwaliteit van grondwater en oppervlaktewater bij het afvalverwerkingsbedrijf van de V.A.M. in Wijster. Nota ICW
- WIT, K.E., 1974. Verticale weerstand van het afdekkend pakket in Midden-West Nederland. Nota ICW 879
- \_\_\_\_\_, 1974. Hydrologisch onderzoek in Midden-West Nederland. Nota ICW 792

Fig1

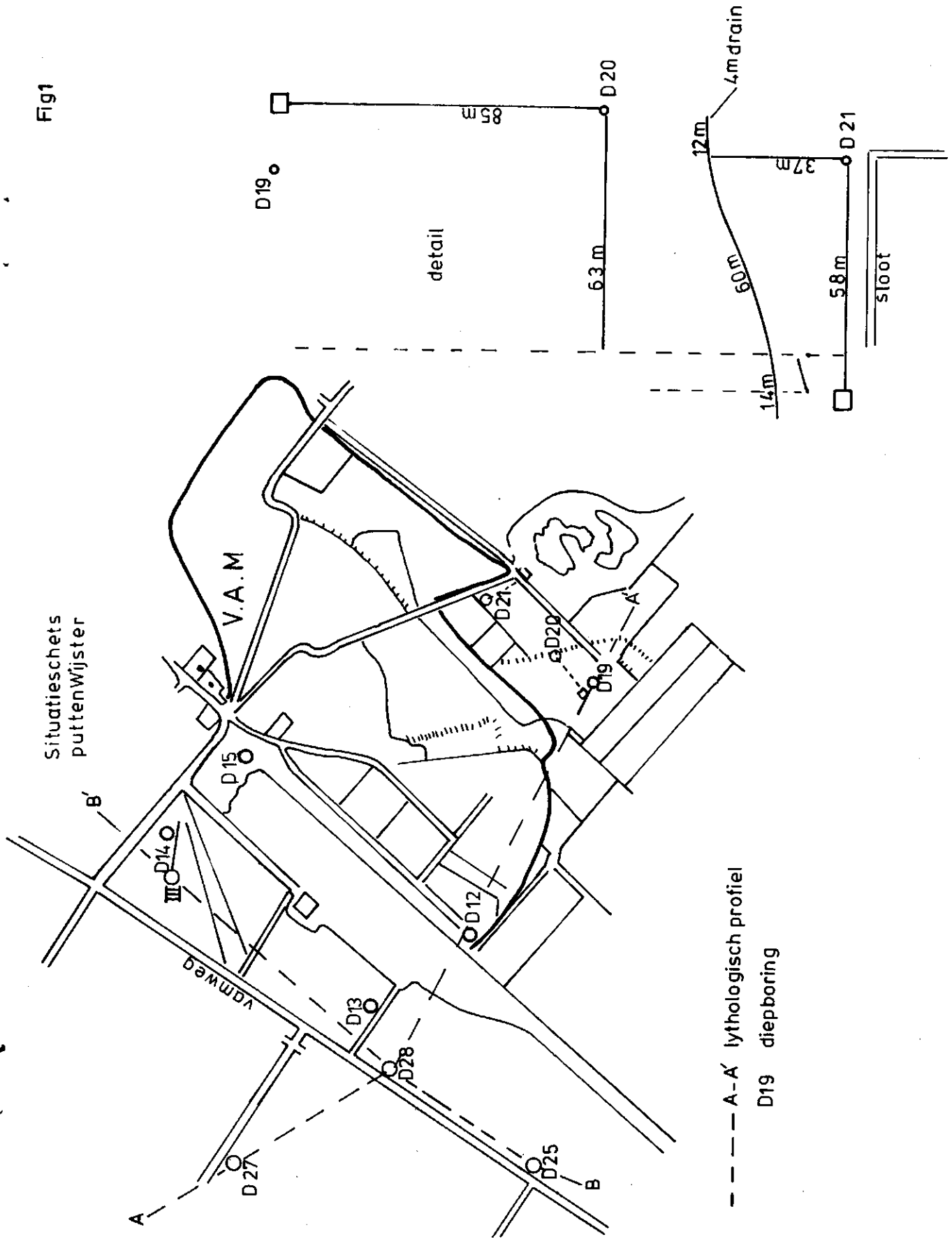
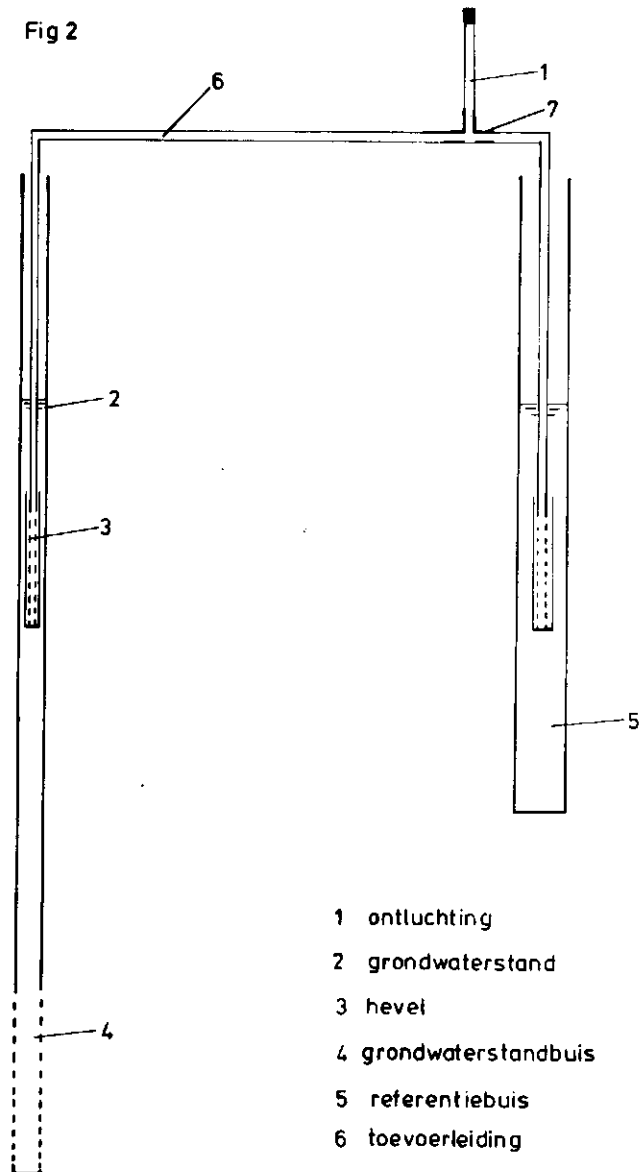


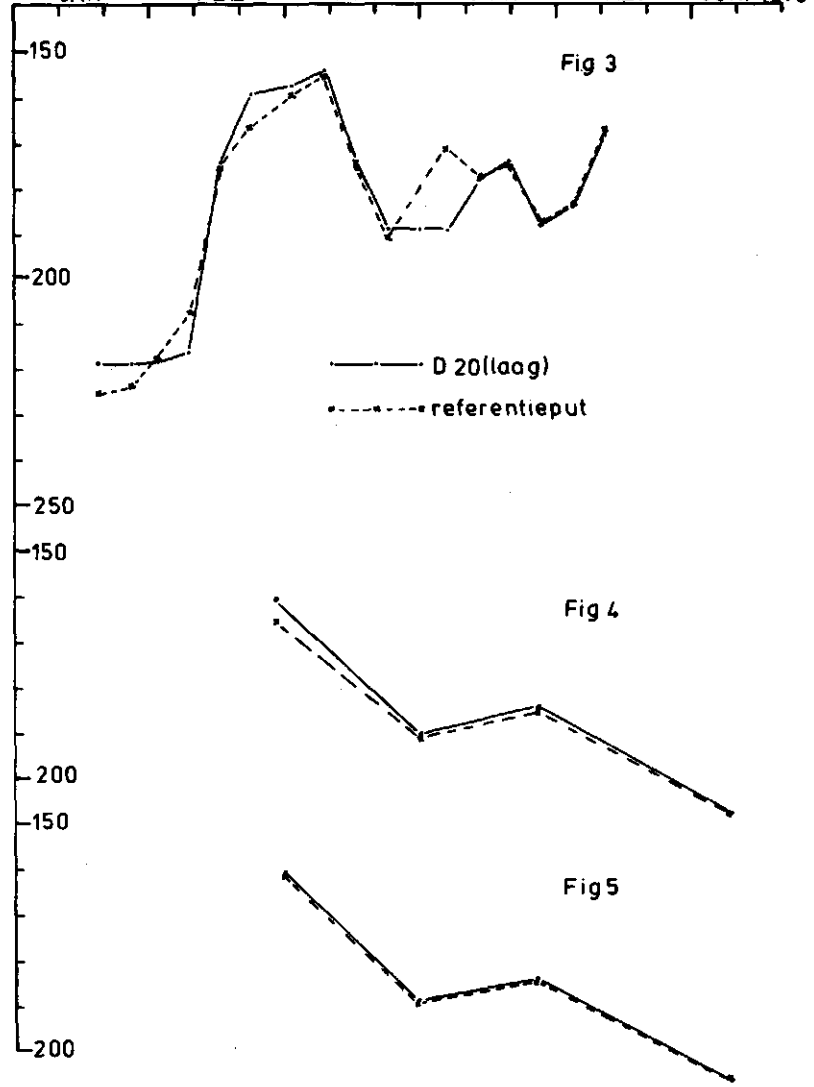
Fig 2



- 1 ontluchting
- 2 grondwaterstand
- 3 hevel
- 4 grondwaterstandbuis
- 5 referentiebus
- 6 toevoerleiding
- 7 T-stuk

JAN FEB MRT APR MEI JUNI 1973

diepte  
cm-bb





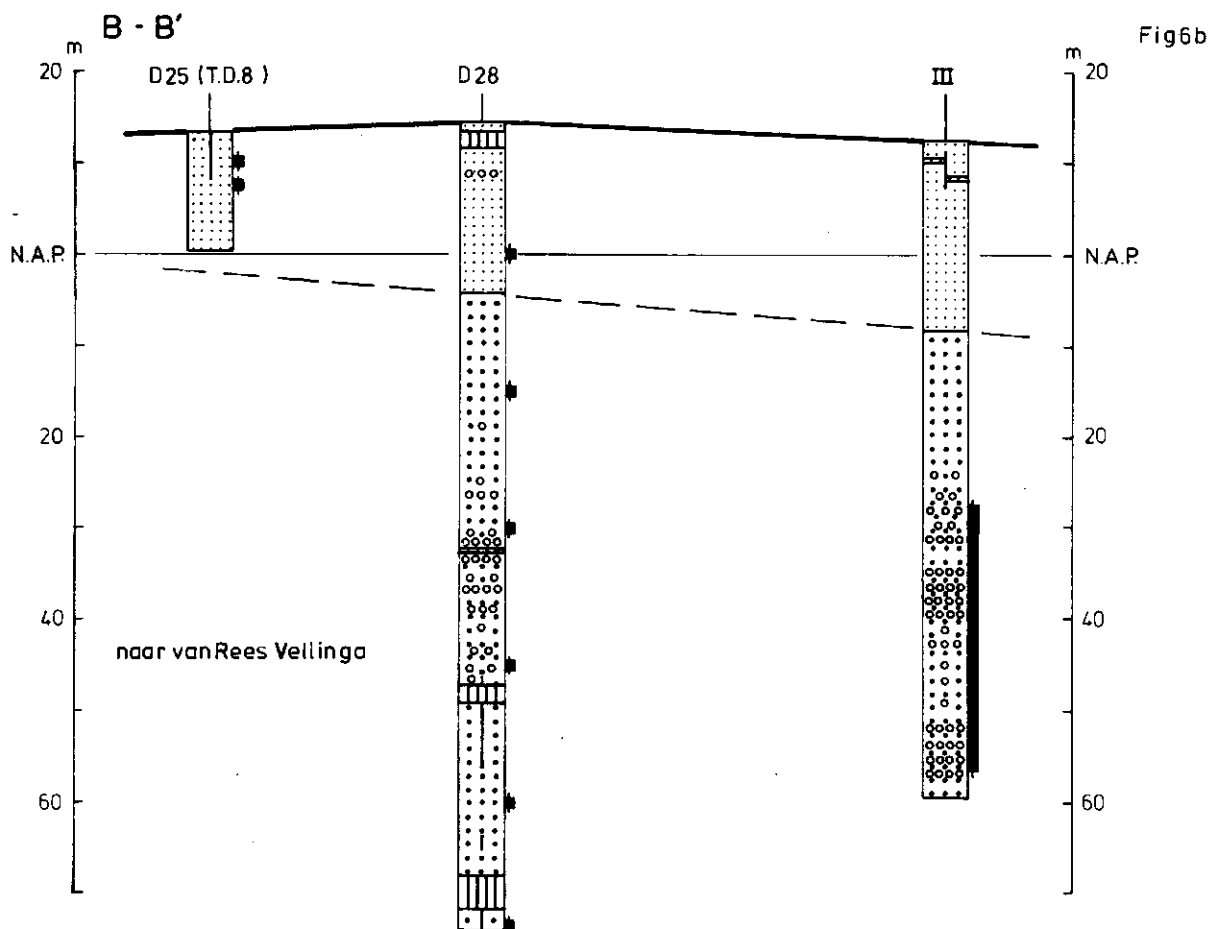
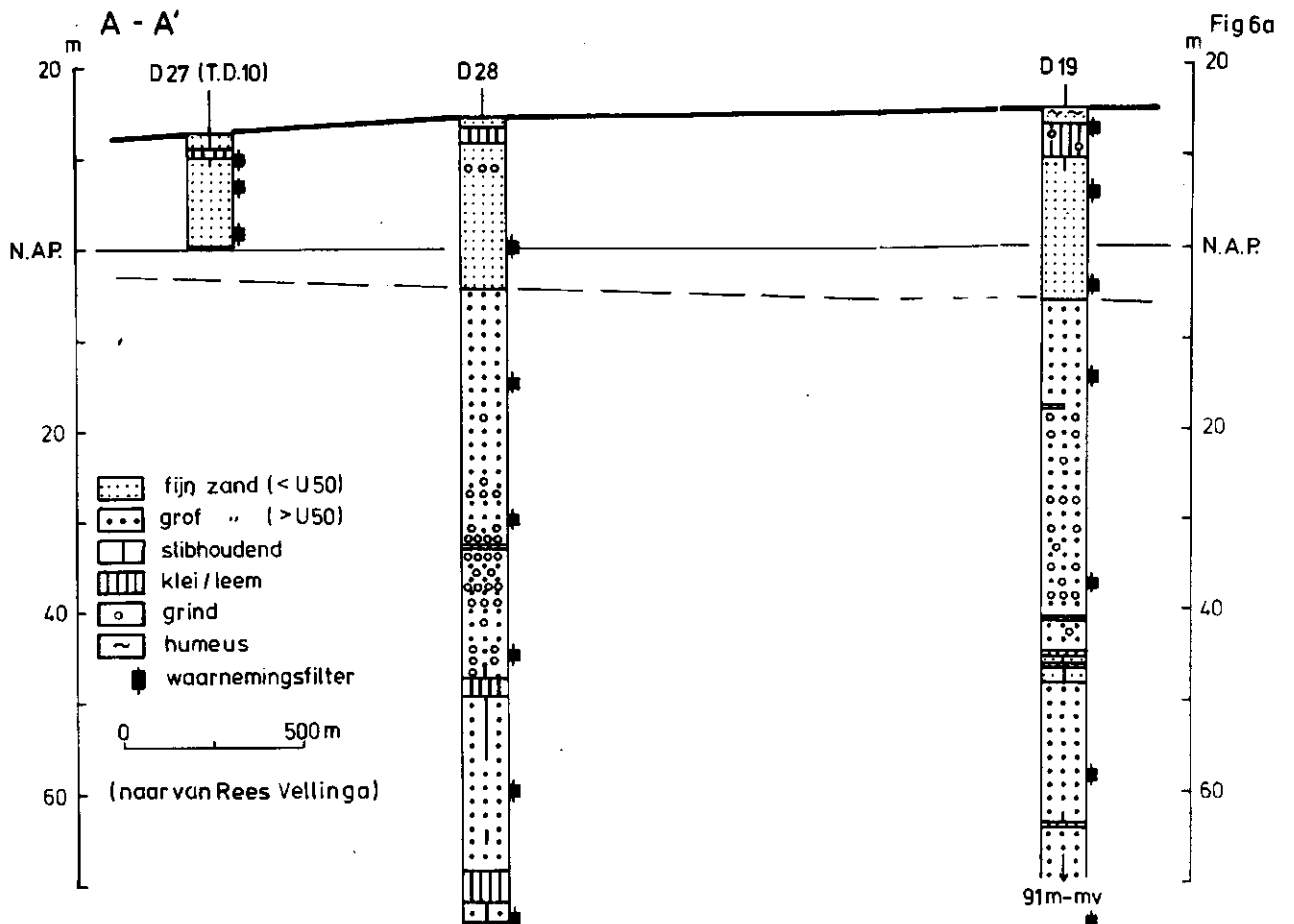


Fig 7

Boring 20		Boring 21	
A	B	A	B
diepte	K-factor m/dag	diepte	K-factor m/dag
50-80	0,002	30-60	0,0002
100-130	0,073	80-110	0,0002
150-180	0,004	130-160	0,0004
200-230	0,0005	180-210	0,0009
250-280	0,002	230-260	0,0002
300-330	0,0007	280-310	—
350-380	0,0009	330-360	0,25
400-430	0,003	380-410	0,26
450-480	0,011	430-460	0,11
500-530	0,01	480-510	0,93

