

NN31545.0888

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
WageningenBEPALING VAN DE VERTIKALE WEERSTAND (C-WAARDE)
OP HET PROEFPERCEEL A TE FIKKERSDRIES

ing. K.E. Wit en M. Wijnsma

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

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

318 356



CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0593 4126

I N H O U D

	blz.
I. INLEIDING	1
II. OPZET VAN DE PROEF	1
III. UITVOERING VAN DE PROEF EN DE BEREKENING VAN DE C-WAARDE	2
IV. SAMENVATTING	7

I. INLEIDING

Op het proefperceel A te Fikkersdries (fig. 1) is een infiltratieproef uitgevoerd voor het verkrijgen van informatie omtrent de verticale weerstand (c-waarde) van het afdekkend pakket, dat is samengesteld uit een ongeveer 3 m dikke kleilaag. De opzet van de proef alsmede de verkregen resultaten zullen in het volgende worden besproken.

II. OPZET VAN DE PROEF

Voor het verkrijgen van informatie omtrent de dikte en samenstelling van het afdekkend pakket is allereerst een boring uitgevoerd, waarbij de volgende profielbeschrijving is gemaakt:

0- 30 cm -mv.	bruingrijze humeuze zwak fijnzandige leem (bouwvoor), kalkvrij
30- 60 cm -mv.	blauwige bruingrijze humeuze stevige leem met veel humus of veenresten, roestig, kalkvrij
60-100 cm -mv.	grijs tot lichtgrijze leem, kalkvrij
100-130 cm -mv.	zeer donkere grijze vette plastische klei, spoortje kalk, humeus
130-160 cm -mv.	donkergrijze, vette plastische klei, humeus, kalkvrij
160-200 cm -mv.	grijze leem met lichtbruine plekken, kalkvrij
200-230 cm -mv.	idem, kalkvrij, slap
230-260 cm -mv.	zwak bruinige grijze slappe leem
260-295 cm -mv.	idem
>295 cm -mv.	slibhoudend middelgrof zand

Voor informatie over het profiel tot op grotere diepte is gebruik gemaakt van de nabij gelegen boring M99. De resultaten zijn weergegeven in fig. 13.

Voor het bepalen van de c-waarde van de ongeveer 3 m dikke kleilaag is een infiltratieproef uitgevoerd. Hiervoor is een kuil gegraven, 1 m diep en 1 m in het vierkant. Tijdens het graven is er zorg voor gedragen dat de wanden van de kuil en de bodem zo goed mogelijk hun ongestoord karakter hebben behouden. Vervolgens zijn in 2 loodrecht op elkaar staande raaien door het midden van de kuil grondwaterstandsbuizen geplaatst met het filter op een diepte van 0,9 tot 1,2 m beneden maaiveld (fig. 2). De afstand van de grondwaterstandsbuizen tot het midden van de kuil bedroeg respectievelijk 1,5; 3,5 en 10,5 m. Op ongeveer 75 m afstand van de proefplek zijn volgens hetzelfde patroon grondwaterstandsbuizen geplaatst, welke als referentie (nul object) hebben gediend tijdens de infiltratieproef. Behalve van de ten behoeve van de infiltratieproef geplaatste grondwaterstandsbuizen is gebruik gemaakt van een raai reeds bestaande grondwaterstandsbuizen waarvan de filters op 1,5 tot 2,0 beneden maaiveld zijn aangebracht.

Ter bepaling van de nul situatie zijn alle grondwaterstandsbuizen een week, voorafgaande aan de proef, dagelijks waargenomen.

Als watervoorziening voor de infiltratie is gebruik gemaakt van een drietal containers met een gezamenlijke inhoud van 360 liter, die waren aangesloten op een mechanische niveauregelaar in de kuil.

III. UITVOERING VAN DE PROEF EN DE BEREKENING VAN DE C-WAARDE

Op 17 maart 1975 om 13.00 uur is de infiltratieproef gestart, waarbij het niveau in de kuil globaal met 0,30 m is verhoogd. In fig. 3 is de proefopstelling weergegeven. Op 19 maart 1975 is de proef beëindigd; de wegstroming vanuit de kuil was gemiddeld 0,27 m³/dag.

In fig. 4 zijn de grondwaterstanden van de filters van 0,9 tot 1,2 m beneden maaiveld rondom de kuil en van het nulobject weergegeven. In de periode zonder infiltratie willen we nu het verband tussen de buizen bij de kuil en die van het nulobject vaststellen.

Daartoe zijn voor de periode 12-3 tot 17-3 de grondwaterstanden rondom de kuil en van het nulobject ongeveer 2 tot 4 keer per dag gemeten. Hieruit is voor iedere buis een gemiddelde stand over de dag bepaald. Vervolgens is per dag een gemiddelde grondwaterstand uit de 12 buizen per object berekend. Deze standen zijn tegen elkaar uitgezet en weergegeven in fig. 5. Indien de grondwaterstanden in de filters rondom de kuil afzonderlijk worden uitgezet tegen de afzonderlijke of de gemiddelde grondwaterstanden van het nulobject varieert de regressie-coëfficiënt van 0,45 tot 0,82. Hieruit blijkt dat er een aanzienlijke heterogeniteit van de grond bestaat. Van iedere buis 01-03; N1-N3; W1-W3; Z1-Z3 is de samenhang met de gemiddelde situatie op het nulobject vastgesteld en zijn regressie coëfficiënten berekend.

In tabel 1 zijn voor de periode met infiltratie de gemiddelde grondwaterstandsveranderingen van het nulobject vanaf 17-3 om 13.00 uur op een aantal tijdstippen weergegeven; met behulp van de zojuist genoemde regressie-coëfficiënten van de buizen 01-03; N1-N3; W1-W3; van de onbeïnvloede situatie is het grondwaterstandsverloop rondom de kuil, zoals dat zonder infiltratie zou zijn geweest, vast te stellen. Door nu de gemeten grondwaterstanden te corrigeren voor het grondwaterstandsverloop zoals dat zonder infiltratie zou zijn geweest, worden de stijgingen ten gevolge van de infiltratie gevonden.

In fig. 6, 7 en 8 zijn de grondwaterstandsstijgingen tengevolge van de infiltratie in de buizen rondom de kuil weergegeven als functie van de tijd. Gemiddeld bedraagt de grondwaterstandsstijging aan het eind van de proef op een afstand van 1,5; 3,5 en 10,5 m tot het midden van de kuil respectievelijk 14,7; 8,9 en 3,7 cm. De peilverhoging in de kuil zelf, gecorrigeerd op het ongestoorde verloop van de grondwaterstand, was 34 cm. Uit fig. 6,7 en 8 is de gemiddelde grondwaterstandsstijging in de stationaire situatie op het tijdstip $t = 2705$ minuten als functie van de afstand te construeren. Het resultaat staat weergegeven in fig. 9. Uit de verkregen kromme volgt een invloedssfeer van ongeveer 30 m.

Van de reeds aanwezige raai grondwaterstandsbuizen zijn de grondwaterstanden weergegeven in fig. 10. Uit fig. 2 en 9 volgt dat buis 25 binnen de invloedssfeer van de infiltratieproef ligt.

Tabel 1. Grondwaterstandsverhogingen, berekend uit gemeten grondwaterstanden rondom de kuil en van het nulobject en regressiecoëfficiënten

	Grondwaterstandsveranderingen vanaf 17-3; 13.00 uur in cm op										
	t = 0 min.	t=70	t=130	t=240	t=1140	t=1210	t=1330	t=1385	t=1665	t=2649	t=2705
Gemiddelde van het nulobject	0	-0,2	-0,4	-1,3	-8,5	-8,5	-9,3	-9,7	-10,2	-12,1	-11,7
Q ₁ (gemeten)	0	1,7	5,4	6,2	3,2	1,6	3,3	2,7	4,5	1,8	2,5
α: 1,22 (ongestoord)	0	-0,2	-0,5	-1,6	-10,4	-10,4	-11,3	-11,8	-12,4	-14,8	-14,3
(stijging)	0	1,9	5,9	7,8	13,7	12,0	14,6	14,5	16,9	16,6	16,8
Q ₂ (gemeten)	0	1,3	2,1	2,4	-1,1	-0,9	-2,1	2,2	-4,5	-4,5	-4,8
α: 1,0 (ongestoord)	0	-0,2	-0,4	-1,3	-8,5	-8,5	-9,3	-9,7	-10,2	-12,1	-11,7
(stijging)	0	1,5	2,5	3,7	7,4	7,6	7,2	7,5	5,7	7,6	6,9
Q ₃ (gemeten)	0	2,0	1,7	1,3	-5,3	-7,0	-5,3	-5,2	-6,7	-9,2	-9,5
α: 1,04 (ongestoord)	0	-0,2	-0,4	-1,4	-8,8	-8,8	-9,7	-10,1	-10,6	-12,6	-12,2
(stijging)	0	2,2	2,1	2,7	3,5	1,8	4,4	4,9	3,9	3,4	2,7
N ₁ (gemeten)	0	5,6	7,1	7,3	5,1	4,3	3,7	3,4	4,1	1,7	1,9
α: 0,82 (ongestoord)	0	-0,2	-0,3	-1,1	-7,0	-7,0	-7,6	-8,0	-8,4	-9,9	-9,6
(stijging)	0	5,8	7,4	8,4	12,1	11,3	11,3	11,4	12,5	11,6	11,5
N ₂ (gemeten)	0	1,9	3,6	4,5	2,9	1,9	1,7	1,9	2,2	0,8	-0,2
α: 0,94 (ongestoord)	0	-0,2	-0,4	-1,2	-8,0	-8,0	-8,7	-9,1	-9,6	-11,4	-11,0
(stijging)	0	2,1	4,0	5,7	10,9	9,9	10,4	11,0	11,8	12,2	10,8
N ₃ (gemeten)	0	-0,1	0,4	-0,3	-1,5	-1,5	-2,6	-2,3	-3,1	-7,1	-6,4
α: 0,65 (ongestoord)	0	-0,1	-0,3	-0,8	-5,5	-5,5	-6,0	-6,3	-6,6	-7,9	-7,6
(stijging)	0	0	0,7	0,5	4,0	4,0	3,4	4,0	3,5	-0,8	1,2
W ₁ (gemeten)	0	2,2	-0,1	2,3	5,0	5,4	5,4	5,5	4,0	4,2	4,6
α: 0,75 (ongestoord)	0	-0,2	-0,3	-1,0	-6,4	-6,4	-6,4	-7,0	-7,7	-9,1	-8,8
(stijging)	0	2,4	0,2	3,3	11,4	11,8	12,4	12,8	11,7	13,3	13,4
W ₂ (gemeten)	0	0,8	3,0	1,9	1,6	0,2	0,2	-0,3	0,5	-1,5	-1,0
α: 0,71 (ongestoord)	0	-0,1	-0,3	-0,9	-6,0	-6,0	-6,6	-6,9	-7,2	-8,6	-8,3
(stijging)	0	0,9	3,3	2,8	7,6	6,2	6,8	6,6	7,7	7,1	7,3
W ₃ (gemeten)	0	-5,2	-4,4	-1,7	-5,5	-5,1	-5,5	-6,1	-5,5	-7,8	-7,0
α: 1,14 (ongestoord)	0	-0,2	-0,5	-1,5	-9,7	-9,7	-10,6	-11,1	-11,6	-13,8	-13,3
(stijging)	-	-	-	-	4,2	4,6	5,1	5,0	6,1	6,0	6,3
Z ₁ (gemeten)	0	0,7	4,5	6,3	7,0	8,0	5,8	5,7	5,6	5,0	3,9
α: 1,03 (ongestoord)	0	-0,2	-0,4	-1,3	-8,8	-8,8	-9,6	-10,0	-10,5	-12,5	-12,1
(stijging)	0	0,9	4,9	7,6	15,8	15,8	15,4	15,7	16,1	17,5	16,0
Z ₂ (gemeten)	0	0,2	1,3	2,4	-0,3	-0,3	-1,5	-0,6	-1,7	-2,7	-3,3
α: 1,07 (ongestoord)	0	-0,2	-0,4	-1,4	-9,1	-9,1	-10,0	-10,4	-10,9	-12,9	-12,5
(stijging)	0	0,4	1,7	3,8	8,8	8,8	8,5	9,8	9,2	10,2	9,2
Z ₃ (gemeten)	0	0,2	-0,1	0	-0,8	-1,2	-2,3	-1,5	-2,8	-4,8	-4,8
α: 0,48 (ongestoord)	0	-0,1	-0,2	-0,6	-4,1	-4,1	-4,4	-4,7	-4,9	-5,8	-5,6
(stijging)	0	0,3	0,1	0,6	3,3	2,9	2,1	3,2	2,1	1,0	0,8

α^x: regressiecoëfficiënt

Van deze buis is derhalve de regressie-coëfficiënt tijdens de periode zonder infiltratie van 11-3 tot 17-3 met buis 2N berekend. Deze bleek praktisch 1 te zijn. In fig. 11 zijn de grondwaterstandsveranderingen vanaf 17-3 om 13.00 uur van buis 25 en buis 2N met de tijd weergegeven. Uit deze figuur volgt een stijging van 7,5 cm tengevolge van de infiltratie. Daar buis 2N op 26 m afstand van het midden van de kuil is gelegen, is het mogelijk dat de invloed enkele mm groter is geweest, zie fig. 9. De afstand van buis 25 tot het midden van de kuil is 2,9 m. De gevonden stijging van buis 25 blijkt volgens fig. 9 2,5 cm lager te zijn dan de kromme door de punten, gebaseerd op de filters van 0,9 tot 1,2 m beneden maaiveld. Hieruit kan worden afgeleid dat tussen de filters van 0,9 tot 1,2 m en van 1,5 tot 2,0 m een storende laag aanwezig is.

Vanwege de periode van het jaar, de weersgesteldheid en de verzadigde bovengrond kan worden aangenomen dat de grondwaterstandsverhoging rondom de kuil geen verhoogde capillaire opstijging tot gevolg heeft gehad. Hieruit volgt dat de uit de kuil weggestroomde hoeveelheid water in haar geheel naar de ondergrond is verdwenen. Op een afstand van 3 m vanaf het midden van de kuil is de fout te verwaarlozen indien de vierkante vorm van de kuil wordt vervangen door een cirkelvormige. Voor de grondwaterstroming vanuit de kuil voor $r > 3$ m geldt:

$$Q_r = 2 \pi r k D \frac{dh}{dr} \quad (1)$$

$$c = \frac{\pi r^2}{Q_o - Q_r} \bar{\Delta} h \text{ (vert)} \quad (2)$$

waarin: Q_o = wegzijging vanuit de kuil in m^3 /dag
 Q_r = intensiteit van de grondwaterstroming tengevolge van de infiltratie op afstand r in m^3 /dag
 r = afstand tot het midden van de kuil in m
 k = horizontale doorlaatfactor in m/dag
 D = dikte van een goed doorlatende laag in m
 $\frac{dh}{dr}$ = gradiënt

c = vertikale weerstand van de storende lagen in dagen

$\bar{\Delta}h$ (vert) = gemiddelde grondwaterstandsstijging in m

Uit fig. 9 volgt dat voor $r = 30$ m Q_r nul is; voor het bepalen van \bar{h} (vert) zijn in fig. 12 de gevonden stijgingen lineair uitgezet tegen de afstand. Voor het gebied met een straal $r = 30$ m draagt op $t = 2705$ \bar{h} (vert): 0,0186 m.

Substitutie van de bekende waarden in (2) geeft:

$$c = \frac{3,14 \times 30^2 \times 0,0186}{0,270} = 195 \text{ dagen}$$

Uitgaande van de gevonden c-waarde zijn met (2) voor een aantal waarden van r Q_r berekend. Uit fig. 9 zijn vervolgens waarden voor $\frac{dh}{dr}$ afgeleid, waaruit via (1) kD waarden worden berekend.

In tabel 2 zijn de berekende grootheden voor een aantal waarden van r weergegeven.

Tabel 2. Berekende waarden voor Q_r en kD

r (m)	Q_r (m ³ /dag)	dh/dr	kD (m ² /dag)
3	0,247	0,02	0,65
5	0,226	0,0086	0,84
10	0,162	0,004	0,64
15	0,102	0,002	0,54

Vanwege het feit dat de gevonden stijging in buis 25 niet samenvalt met de gegeven kromme in fig. 9 is een storende laag verondersteld tussen de filters op een diepte van 0,9 tot 1,2 m en 1,5 tot 2,0 m. Voor het verifiëren van de gevonden kD-waarden van tabel 2 en het verkrijgen van meer informatie omtrent de diepte van de storende laag zijn een aantal gaten geboord tot op verschillende diepten, waarin de boorgatenmethode is toegepast.

In tabel 3 zijn de verkregen resultaten weergegeven.

Tabel 3. Doorlaatfactoren, kD-waarden en grondwaterstanden

Diepte boorgat	Grondwaterstand t.o.v. referentievlak in m	K-factor m/dag	Laag t.o.v. mv. in m	K-factor m/dag	$m^2 \frac{kD}{dag}$
0,6	1,506	≈ 0,01	0,3-0,6	0,01	-
0,9	1,819	≈ 0,02	0,6-0,9	0,03	0,01
1,2	1,899	0,22	0,9-1,2	0,63	0,19
1,5	1,940	0,27	1,2-1,5	0,83	0,25
1,8	1,966	1,15	1,5-1,8	5,23	1,57
2,1	1,938	1,23	1,8-2,1	5,71	1,71

Indien de bovenste 90 cm in tabel 3 vanwege de geringe doorlatendheid buiten beschouwing wordt gelaten, volgt uit de grondwaterstanden de aanwezigheid van de storende laag op een diepte van 1,2 tot 1,5 m beneden maaiveld. Deze diepte past in het reeds genoemde traject, betrekking hebbende op fig. 9. Voor de kD-waarde boven de storende laag wordt een waarde verkregen van 0,20 tot 0,45 m^2/dag .

IV. SAMENVATTING

Op het proefperceel A te Fikkersdries zijn metingen uitgevoerd voor het verkrijgen van meer informatie omtrent de hydrologische eigenschappen van het afdekkend pakket. In fig. 14 zijn de resultaten van de toegepaste methodieken weergegeven.

Afhankelijk van de grondwaterstand volgt uit bovenstaand schema voor de bovenste 90 cm een c-waarde van 0 tot 45 dagen. De tijdelijke invloed van scheuren als gevolg van een voorafgaande droge periode is buiten beschouwing gelaten. Verder is een storende laag aangetroffen op een diepte van 1,2 tot 1,5 m -mv met een c-waarde van 195 dagen. Voor de laag 2,1 tot 3,0 m beneden maaiveld volgt uit de kernboring een c-waarde van 113 dagen; daar deze waarde ten opzichte van de waarden uit de infiltratieproef en de boorgatenmethode op aanzienlijk minder gegevens is gebaseerd, dient ze als orde van grootte te worden

beschouwd. Tijdens een bronbemaling in maart 1973 bij het pompstation daalde de grondwaterstand in de periode 7-3 tot 28-5 in de filters van 1,5 tot 2,0 m -mv 51 cm en in de in het zand gestelde filter 53 cm. De dalingen waren praktisch lineair met de tijd; bij een c-waarde van 200 dagen voor de laag vanaf maaiveld tot een diepte van 1,5 m en een bergingscoëfficiënt van 5% houdt dit een c-waarde in van hooguit enkele tientallen dagen voor de laag van 2 tot 3 m beneden maaiveld.

Uit het bovenstaande volgt voor het gehele afdekkend pakket een c-waarde van 250 tot 300 dagen.

Fig.1

LOKATIEKAART



M99: Polderberden A
A--B raai grondwaterstands buizen

Elderveeld

Drie

De Straken

Holländerbroek

Het Broek

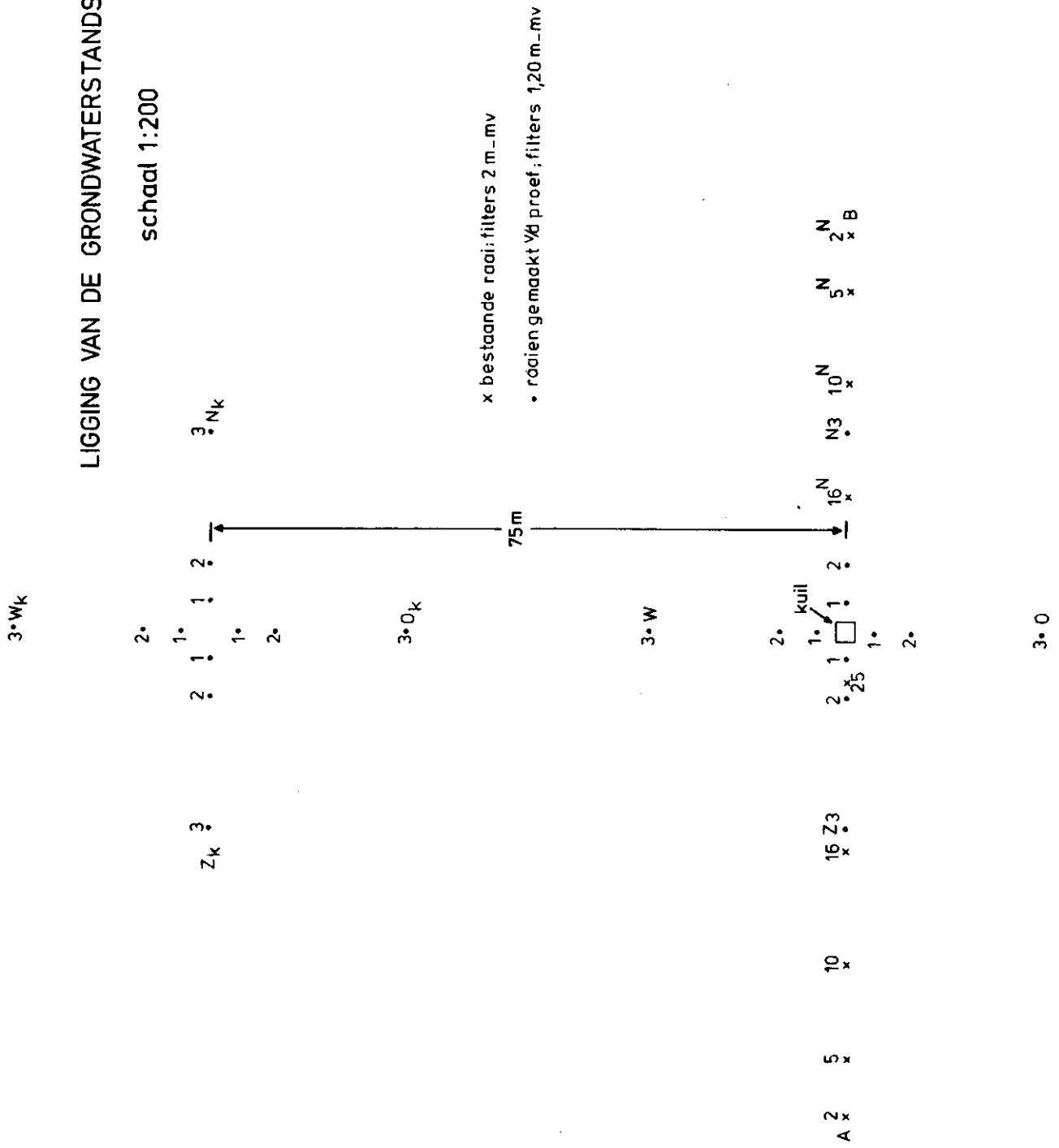
B

A

Fig. 2

LIGGING VAN DE GRONDWATERSTANDSBUIZEN

schaal 1:200



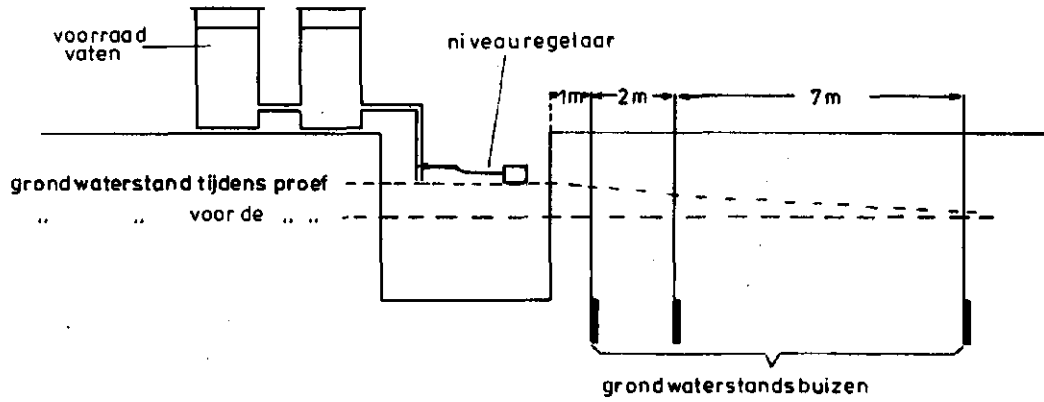
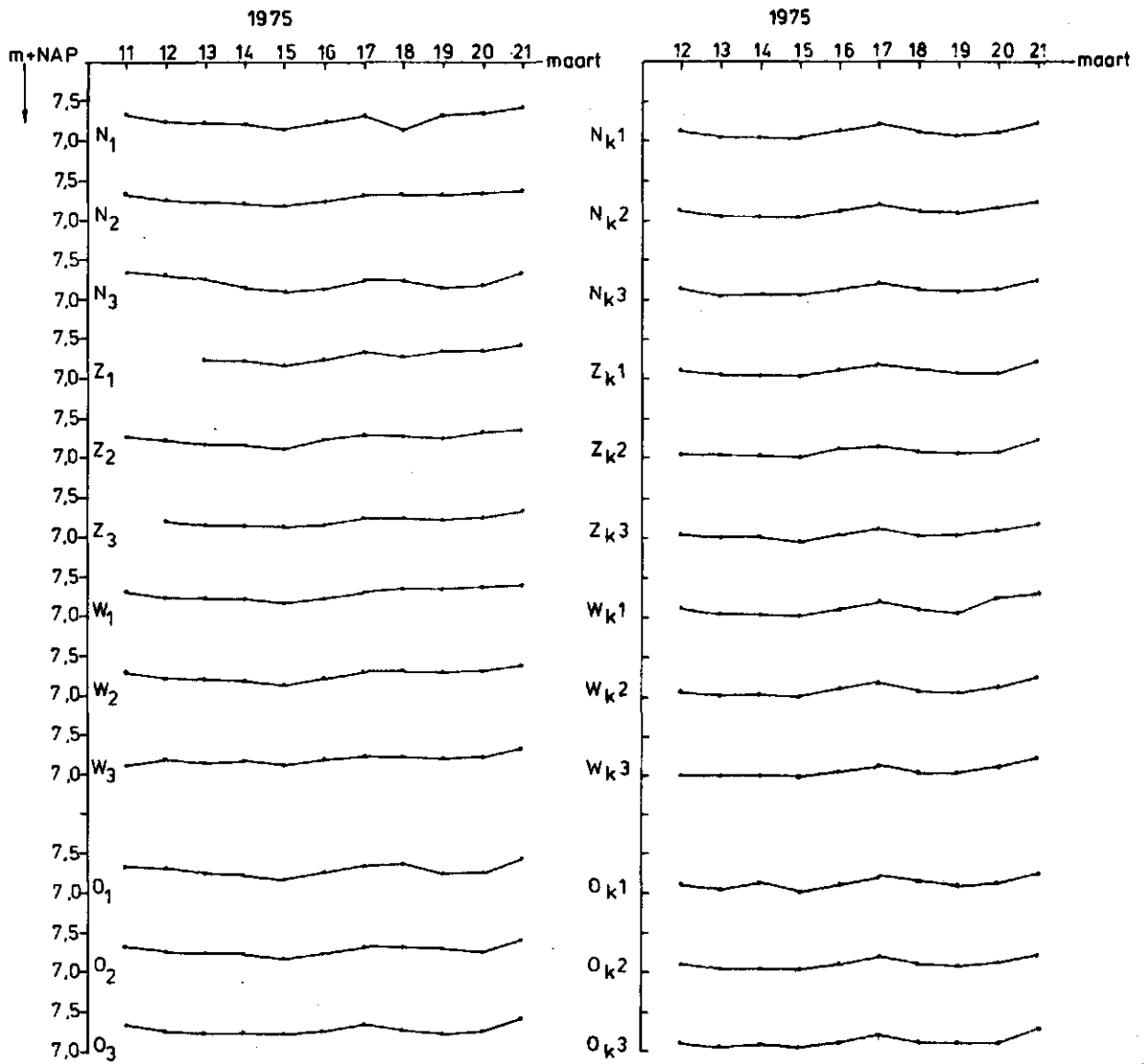


FIG. 4

TIJD-STIJGHOOGTELIJNEN VAN DE FILTERS 0.9 TOT 1.2M - MAAVELD



CORRELATIE TUSSEN DE GRONDW.ST. BIJ DE KUIL EN HET NUL- OBJECT FIG.5

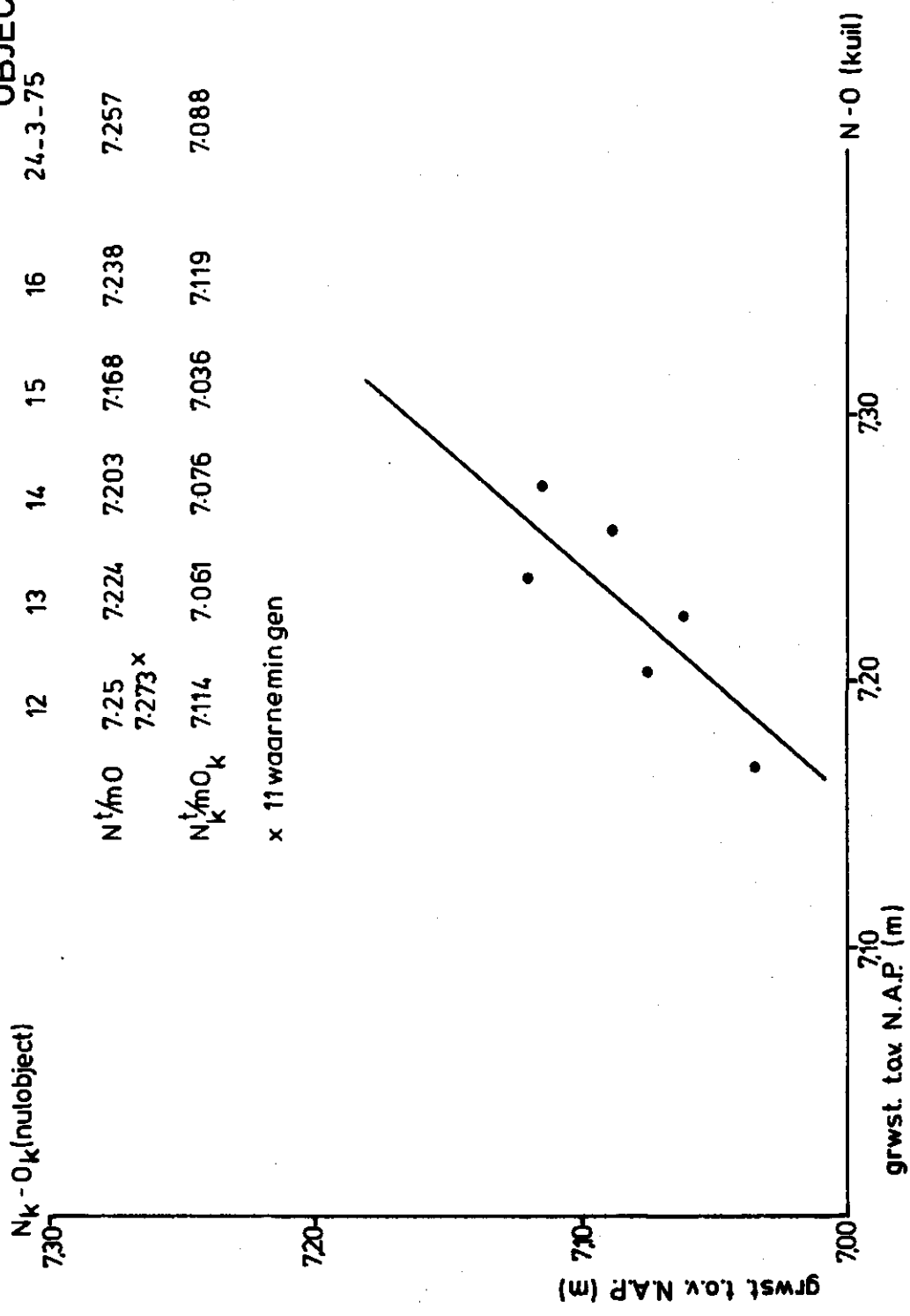


Fig.6

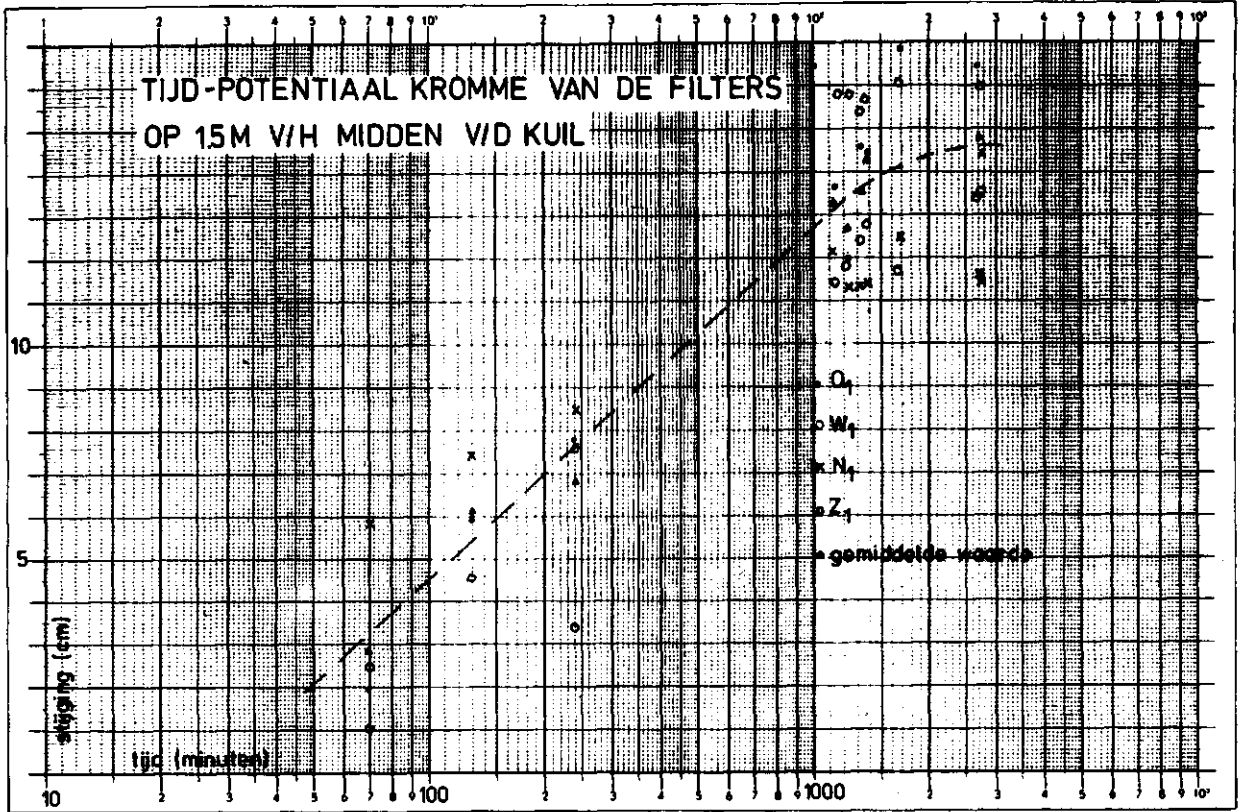


Fig.7

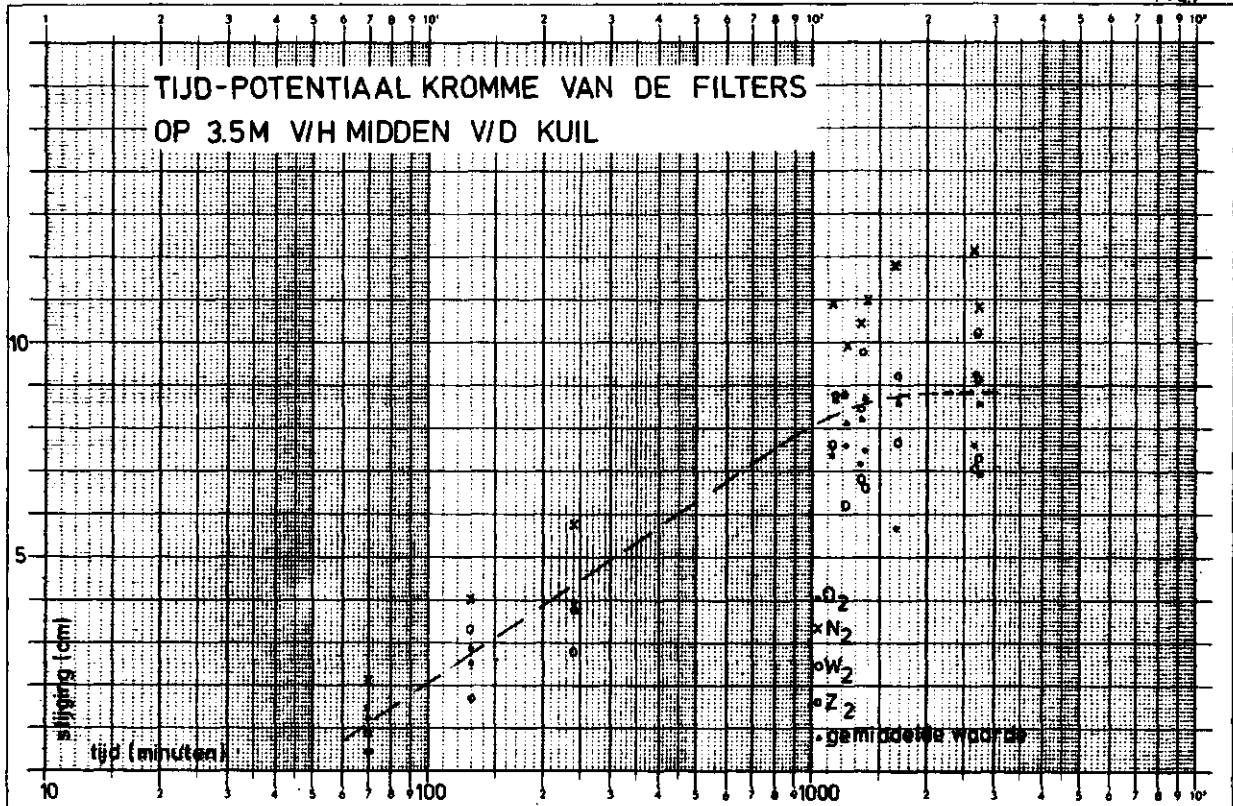


Fig. 8

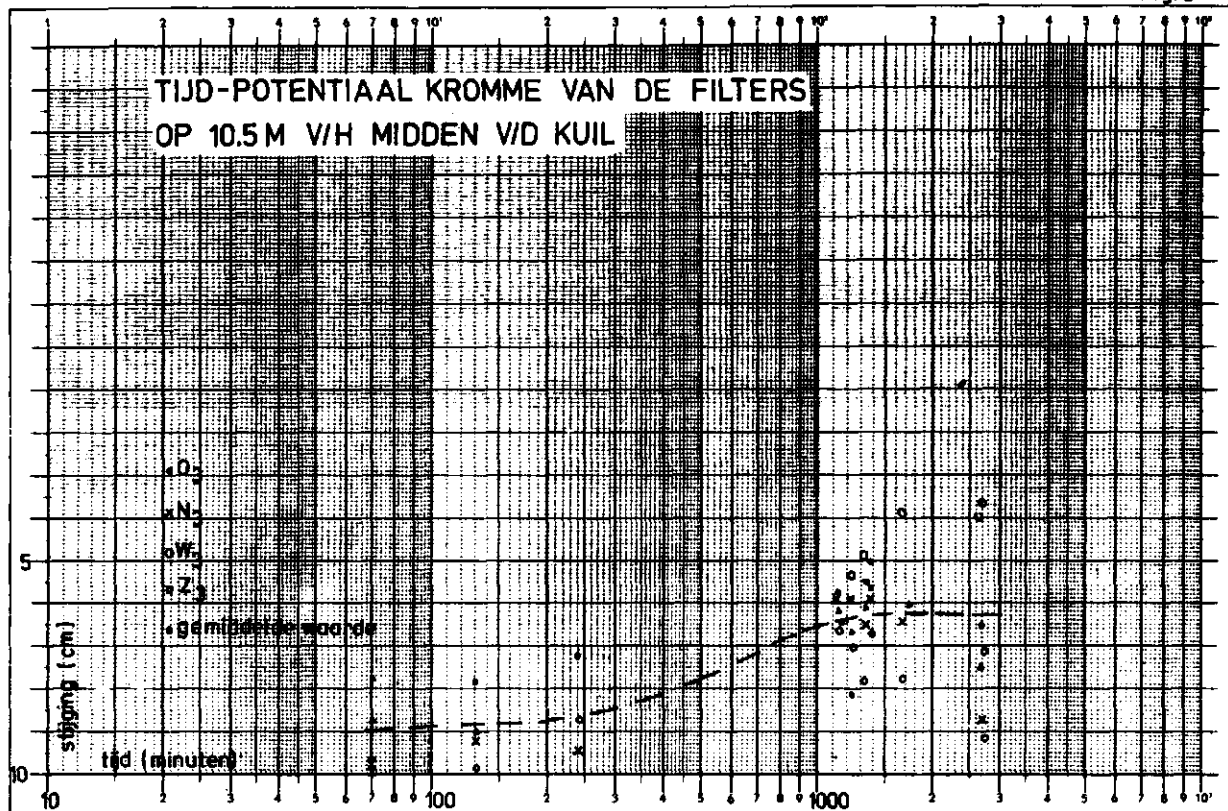
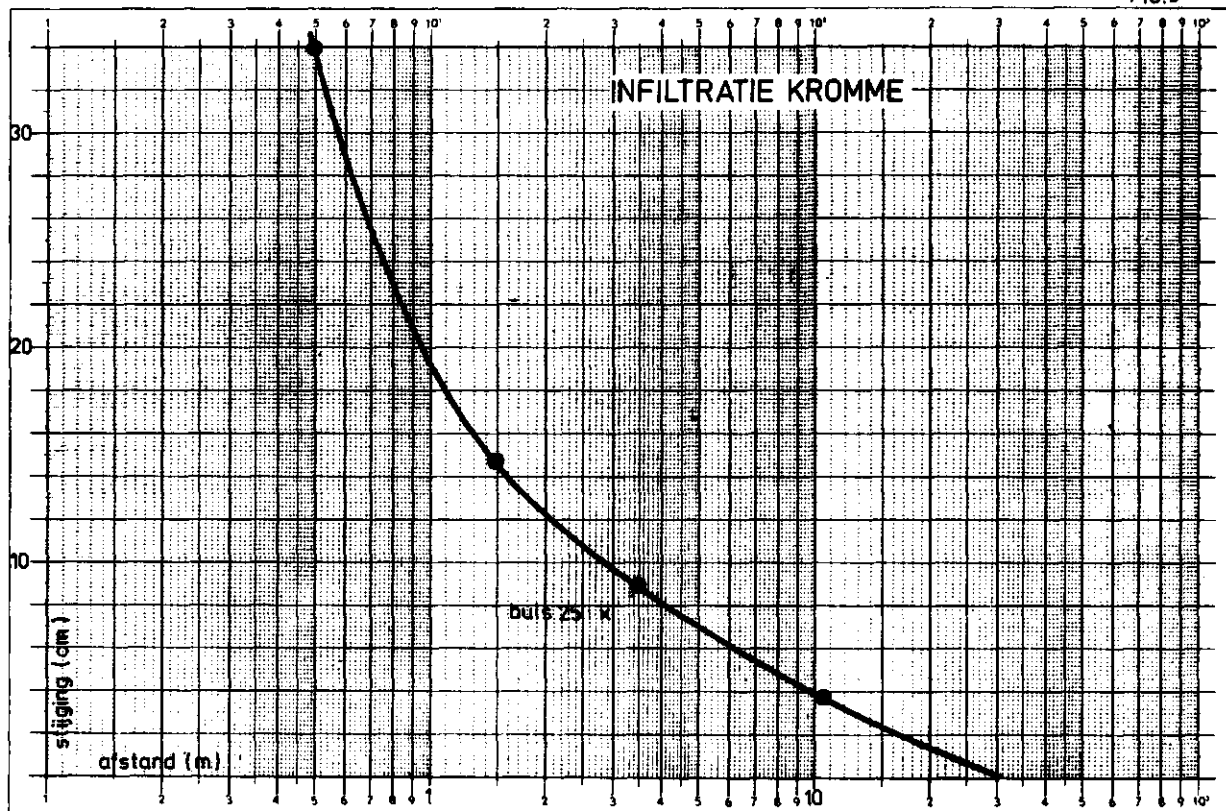


FIG. 9



TIJD-STIJGHOOGTELIJNEN V/D FILTERS VAN 15 TOT 2.0M - MV.

Fig.10

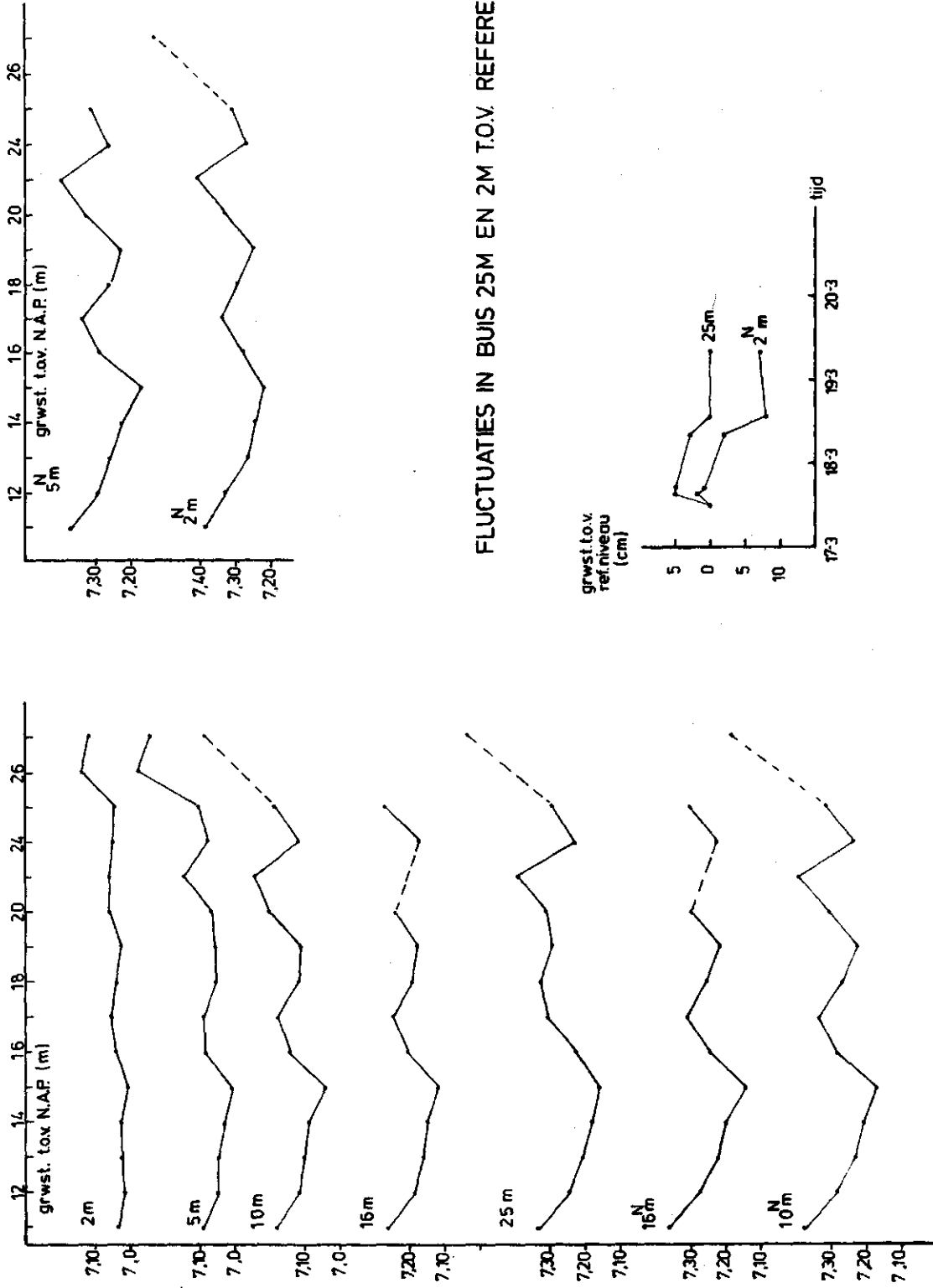


Fig.11

FLUCTUATIES IN BUIS 25M EN 2M T.O.V. REFERENTIE NIVEAU

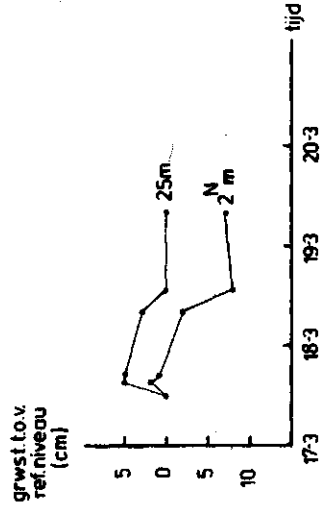
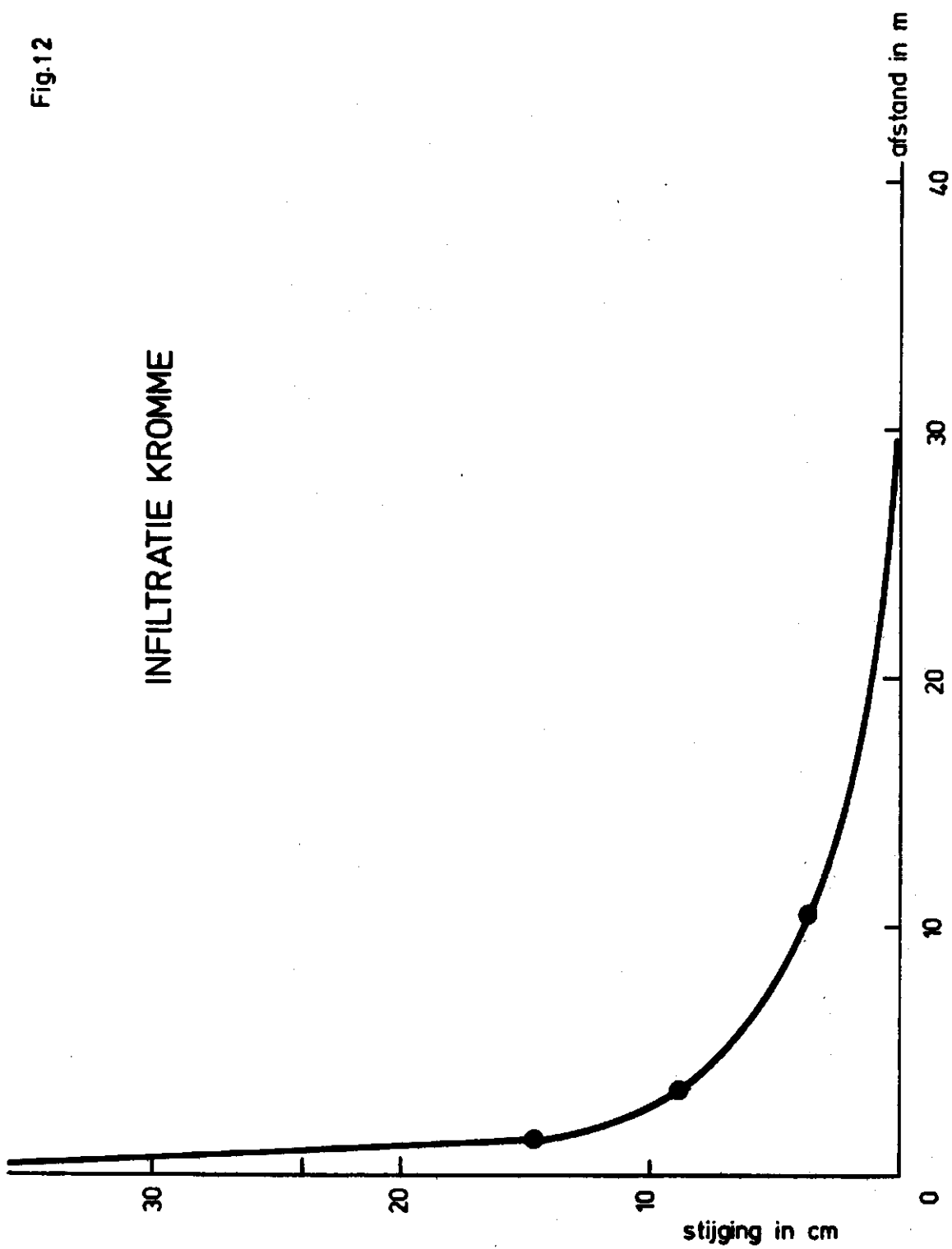


Fig.12

INFILTRATIE KROMME



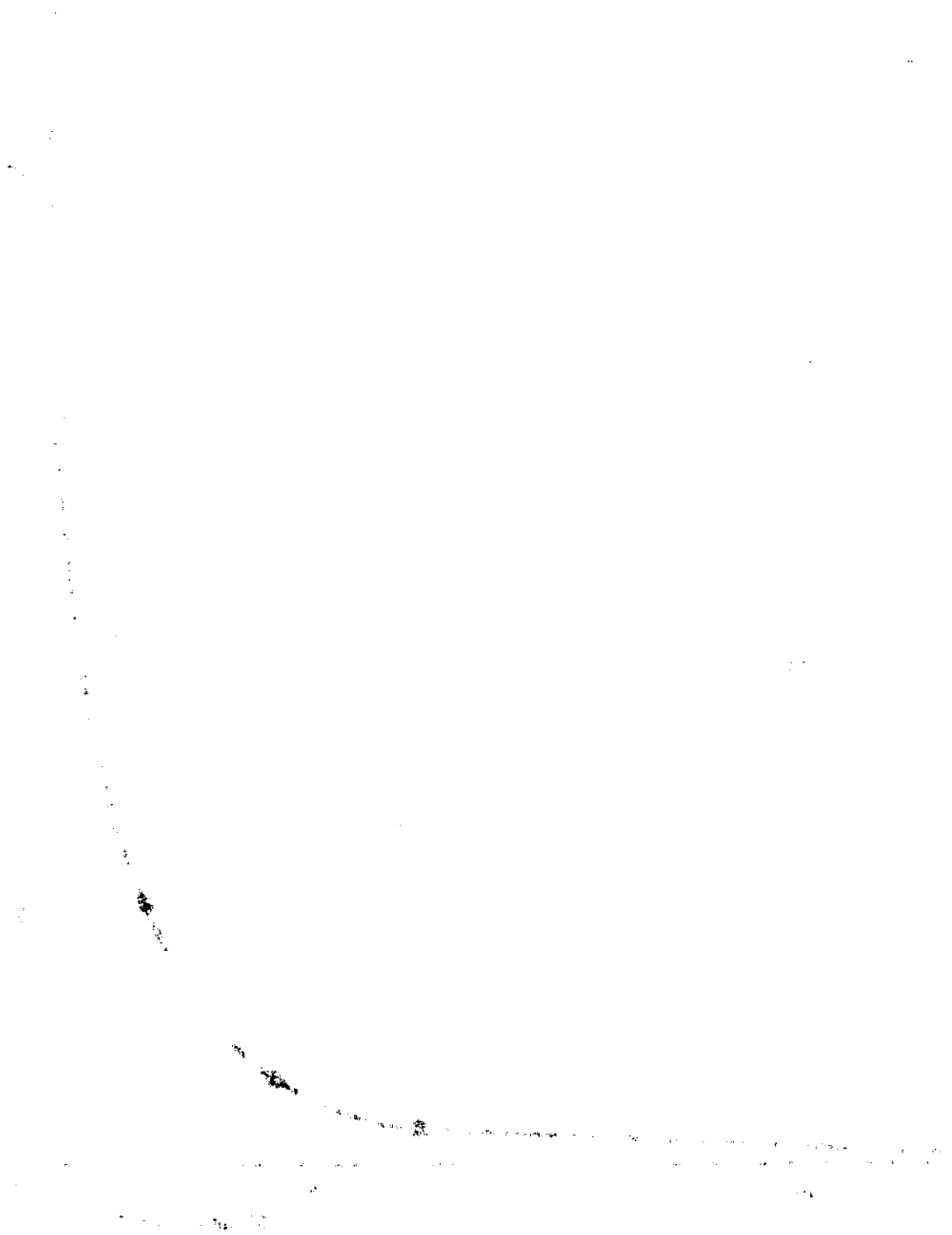
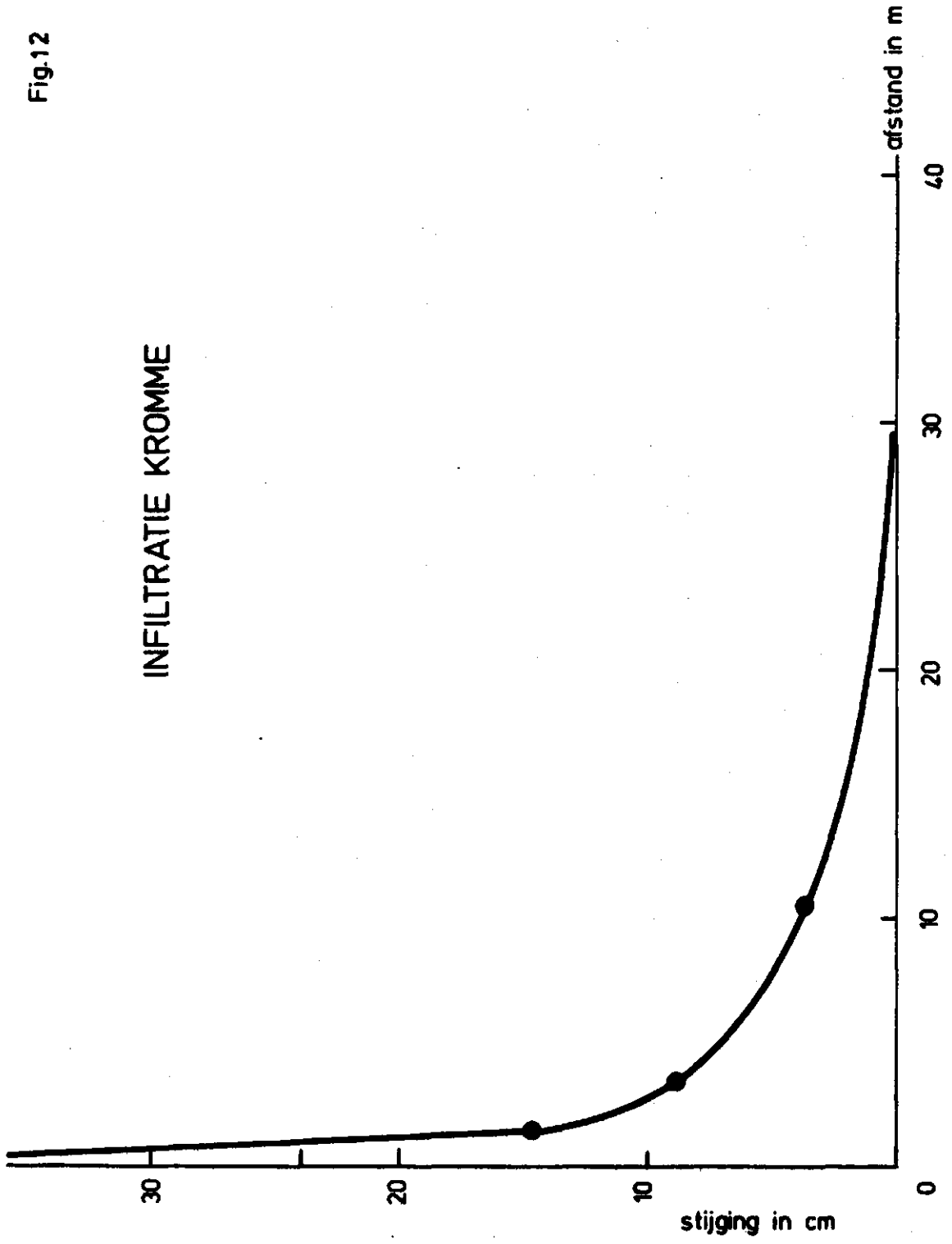


Fig.12

INFILTRATIE KROMME



1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is essential for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for consistent and reliable data collection processes to support informed decision-making.

3. The third part of the document focuses on the role of technology in modern data management. It discusses how advanced software solutions can streamline data collection, storage, and analysis, thereby improving efficiency and accuracy.

4. The fourth part of the document addresses the challenges associated with data security and privacy. It stresses the importance of implementing robust security measures to protect sensitive information from unauthorized access and breaches.

5. The fifth part of the document provides a summary of the key findings and recommendations. It concludes that a comprehensive data management strategy is crucial for the long-term success and growth of the organization.

Fig.13

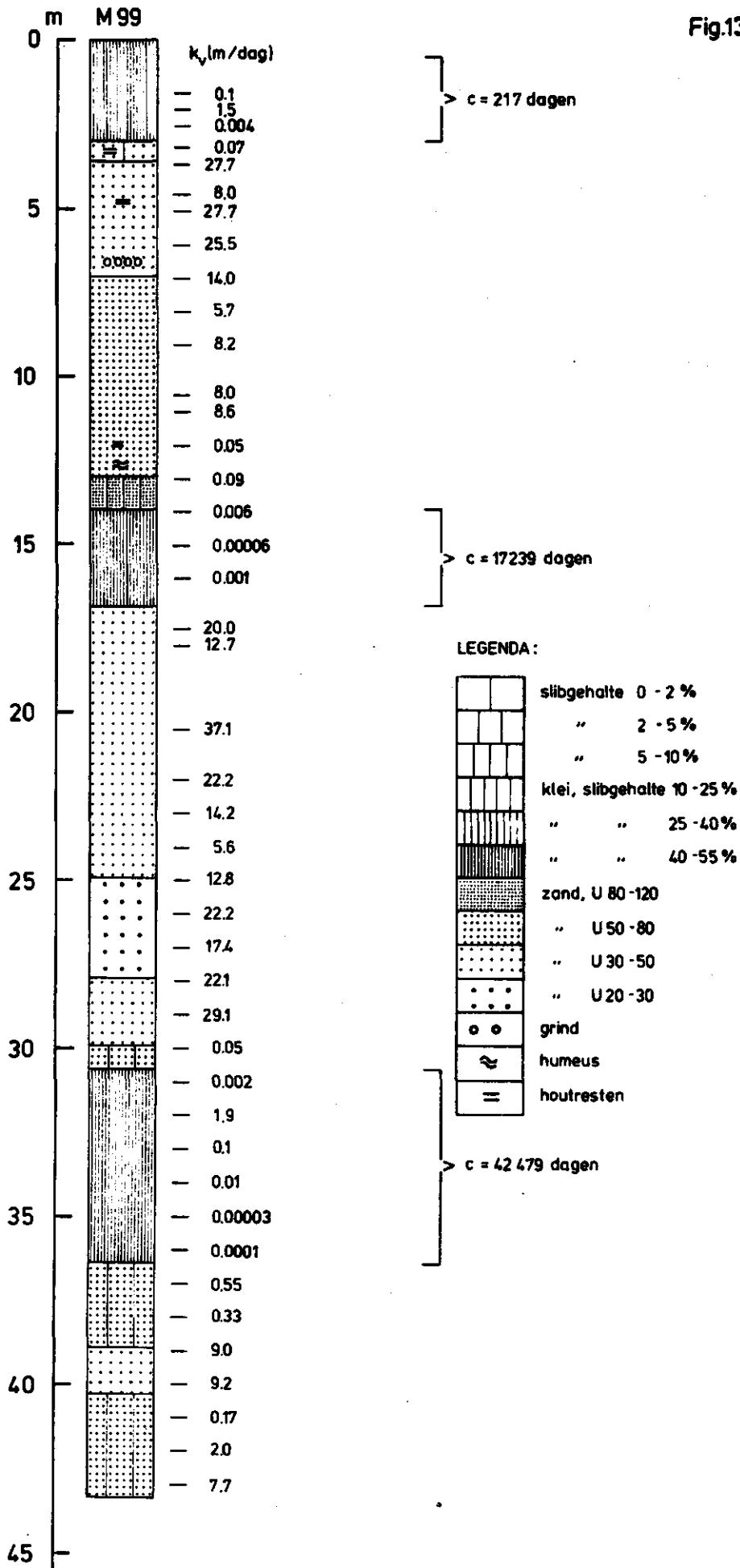


Fig14

