

De formatieconstanten in de Tieler-
waard berekend uit pompproeven

dr. N.A. de Ridder



De formatieconstanten in de Tielerwaard berekend

uit pompproeven

dr. N.A.de Ridder

Inleiding

Voor de berekening van de intensiteit en de verdeling van de kwel in de Tielerwaard is een inzicht in de hydrologische eigenschappen van het bodemprofiel tot op grote diepte noodzakelijk. Behalve het doorlatend vermogen van de diepere ondergrond, is ook de verticale weerstand van de semi-permeabele deklagen een gegeven, dat, althans in orde van grootte, bekend dient te zijn.

Deze hydrologische bodemeigenschappen, ook wel formatie- of bodem-constanten genoemd, zijn in de Tielerwaard op verschillende manieren bepaald, o.a. uit de voortplanting van de getijbeweging in de ondergrond (Colenbrander en Wesseling, 1961) uit de resultaten van korrelgrootte-analysen van monsters uit verschillende diepe boringen en uit doorlatendheidsmetingen van ongeroerde monsters in het laboratorium (Verbraeck en de Ridder, 1961).

Om evenwel de uitkomsten volgens bovengenoemde methoden verkregen te toetsen, zijn op twee plaatsen deze formatieconstanten eveneens door middel van pompproeven bepaald. De ligging van deze plaatsen is in figuur 1 aangegeven. De pompproef M 77 bij Dalem (gemeente Vuren) is door de geo-hydrologische afdeling van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen uitgevoerd. In het volgende zullen de resultaten van deze proef in het kort worden besproken.

De pompproef in de omgeving van Waardenburg was reeds enige jaren tevoren door de Waterleiding Maatschappij Oost-Gelderland te Doetinchem uitgevoerd met het oogmerk de mogelijkheden voor de stichting van een pompstation voor de waterleiding na te gaan. De Waterleiding Maatschappij Gelderland te Velp, waaronder dit gebied thans **ressorteert**, stelde ons de meetresultaten van deze proef welwillend ter beschikking. Wij stellen deze medewerking zeer op prijs en zijn genoemde maatschappij voor deze hulp zeer erkentelijk.

Uitvoering pompproef bij Dalem

Om vergelijkingsmogelijkheden te hebben is deze pompproef uitgevoerd ter plaatse van de verkenningsboring M 51, die van peilfilters was voorzien en waarin het doorlatend vermogen met behulp van de korrelgrootteverdelingen van grondmonsters was berekend. Een bezwaar is, dat deze 40 meter diepe boring de basis van het watervoerend pakket niet heeft bereikt, zodat over de laatste 6 m van dit pakket geen gegevens ter beschikking stonden. De keuze van deze plaats werd evenwel mede bepaald door het feit, dat hier de formatieconstanten eveneens zijn berekend uit metingen van de voortplanting van de getijbeweging in de ondergrond.

De pompput en de waarnemingsputten voor deze proef werden geplaatst in een raai, die ongeveer evenwijdig aan de Waal verloopt. Een eventuele getijbeweging zal in dit geval de verschillende filters gelijkwaardig beïnvloeden.

In figuur 2 is de ligging en de diepte van de verschillende putten aangegeven. De peilputten waren gelegen op 10, 30, 60, 90 en 120 m ten oosten van de pompput M 77. De beide peilputten op 90 en 120 m van de pompput zijn door de Provinciale Waterstaat van Gelderland uitgevoerd.

De pompput M 77 en de peilput 60 m oost hebben het gehele watervoerende pakket, dat ca. 35 m dik is, doorboord. Dit pakket bestaat uit drie geologische formaties, namelijk de formaties van Vuren, Waardenburg en Kreftenheye, die alle in hoofdzaak uit grove zanden met meer of minder grind bestaan. De formatie van Waardenburg bevat naast grove zanden ook vrij veel slibhoudende matig fijne zanden en enkele dunne kleilaagjes.

Het watervoerende pakket wordt aan de basis begrensd door de formatie van Kedichem, die althans in de bovenste lagen uit zware klei bestaat. De bovenzijde van deze zeer slecht doorlatende afzetting ligt op ca. 45 meter - N.A.P.

Aan de bovenkant wordt het watervoerend pakket afgedekt door holocene afzettingen, bestaande uit sterk slibhoudende fijne zanden, zware komklei, venige klei, kleilig veen en veenlagen. De dikte van de klei- en veenlagen varieert van 5 tot 9 m.

De pompproef werd in twee gedeeltes uitgevoerd. Op 16 mei 1961 werd gedurende 11,5 uur met een capaciteit van $38,75 \text{ m}^3/\text{uur}$ gepompt, waarna de evenwichtstoestand nagenoeg was bereikt (tabel 1). Het pompfilter was in de formatie van Vuren gesteld op 30,00-38,00 m beneden maaiveld. Ieder

uur werden de dalingen in alle filters waargenomen. De peilfilters op 14 en 36 m beneden maaiveld in put 30 m oost werden gedurende het eerste uur iedere 1 à 2 minuten opgenomen.

Vervolgens is het pompfilter opgetrokken en op een diepte van 11.00-19.00 m beneden maaiveld in de formatie van Kreftenheye gesteld.

Op 18 mei 1961 werd gedurende 8 uur met een capaciteit van $31,70 \text{ m}^3/\text{uur}$ uit dit filter gepompt, waarna de evenwichtstoestand nagenoeg was bereikt (tabel 2) Ieder uur werden de dalingen in alle filters waargenomen, terwijl gedurende het eerste uur sommige filters zeer frequent werden opgenomen.

Resultaten van de berekeningen

Uit de metingen tijdens de pompproeven verricht, kunnen de volgende formatieconstanten worden berekend:

- de doorlaatcapaciteit van de watervoerende lagen, ook wel kD-waarde genoemd. Hierin stelt k de gemiddelde horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en D de dikte van de watervoerende laag (in m) voor. De kD-waarde wordt uitgedrukt in m^2/dag .
- de verticale weerstand van de semi-permeabele deklaag, ook wel c-waarde genoemd. Deze bodemconstante wordt gedefinieerd $c = \frac{D'}{k'}$, waarin D' de dikte (in m) en k' de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de semi-permeabele laag voorstelt. De verticale weerstand wordt uitgedrukt in dagen.
- de spreidingslengte L (in m) ook wel voorgesteld door B of λ . Deze grootheid wordt gedefinieerd $\lambda = \sqrt{kD \cdot c}$
- de bergingscoëfficiënt S, een onbenoemd getal, dat de hoeveelheid water aangeeft, die per m^2 oppervlak van het watervorend pakket vrijkomt als de grondwaterstijghoogte 1 m wordt verlaagd.

Om bovengenoemde formatieconstanten te berekenen zal gebruik worden gemaakt van de methode van Hantush (1956), die geldt voor onvolkomen spanningswater. De methode berust op de door Hantush en Jacob (1955) ontwikkelde theorie voor de niet-permanente stroming in een oneindige watervoerende laag met onvolkomen spanningswater naar een put, waaraan continu water wordt onttrokken. Voor de daling geldt de formule:

$$\Delta h = \frac{Q}{4\pi kD} W(u, \frac{r}{B}) \quad (1)$$

hierin is h = de daling, Q = de hoeveelheid water die per tijdseenheid aan de laag wordt onttrokken, kD = de doorlaatcapaciteit van de laag en $W(u, \frac{r}{B})$ = de "putfunctie", waarin r = de afstand van de pompput tot ieder punt in het veld, B = de spreidingslengte of volgens Hantush en Jacob (1954) de "lekfactor".

$$u = \frac{r^2 S}{4kD \cdot t} \quad (2)$$

hierin is S = de bergingscoëfficiënt en t = de tijd sedert met de afpomping werd begonnen.

Voor de maximale daling bij stationaire stroming in de omgeving van een pompput geldt de formule van De Glee:

$$h_{\max} = \frac{Q}{2\pi kD} K_0 \frac{r}{B} \quad (3)$$

hierin is K_0 de gemodificeerde functie van Bessel van de orde nul.

Indien $\frac{r}{B}$ klein is ($\frac{r}{B} \leq 0,05$) kan formule (3) voor praktische doeleinden bij benadering als volgt worden geschreven:

$$h_{\max} \approx \frac{2.3Q}{2\pi kD} \log \left(0,89 \frac{r}{B} \right) \quad (4)$$

Wanneer aan het einde van de pompproef geen merkbare daling meer wordt waargenomen, kunnen de maximale dalingen in de verschillende peilputten tegen de afstanden van deze putten tot de pompput op half-logarithmisch papier worden uitgezet, zodat afstandspotentiaalcurven kunnen worden getrokken. Voor de afstanden (r) wordt de logarithmische, voor de dalingen de lineaire schaalverdeling gebruikt (figuur 3 en 4).

In het traject, waarin $\frac{r}{B}$ klein is, zullen de punten op een rechte liggen; voor het traject, waarin $\frac{r}{B}$ groot is, vallen de punten op een kromme, die de abscis, waar $h_{\max} = 0$, asymptotisch nadert.

Voor de helling van het rechte deel van de curve geldt:

$$\frac{\Delta h}{\Delta \log r} = \frac{2.3Q}{2\pi kD} \quad (5)$$

Indien voor Δh één logarithmische periode wordt genomen, dan is $\Delta \log r = 1$, zodat formule (5) kan worden geschreven:

$$\Delta h = \frac{2.3 Q}{2\pi kD} \quad (6)$$

Hieruit volgt dus voor het doorlatend vermogen

$$kD = \frac{2.3 Q}{2\pi \Delta h} \quad (7)$$

Om de spreidingslengte B (λ) te vinden, wordt het rechte deel van de curve verlengd tot deze de abscis, waarvoor $h_{\max} = 0$ in een punt r_0 snijdt.

B kan nu worden berekend uit:

$$B = 0,89 r_0 \quad (8)$$

In figuur 3 zijn de afstandpotentiaalcurven getekend van de pompproef op 16 mei 1961, waarbij het pompfilter in de diepe laag op 30,00 - 38,00 meter beneden maaiveld was gesteld. De curven geven de maximale dalingen weer, die zijn opgetreden in de peilfilters op ca. 14 en ca. 36 m beneden maaiveld. Het blijkt, dat bij toenemende afstanden van de pompput het verschil in daling tussen de diepe en ondiepe filters geleidelijk afneemt. Reeds op een afstand van 60 m blijken de dalingen in beide filters ongeveer even groot te zijn. Indien voor de peilputten op afstanden van 10 en 30 m van de pompput het gemiddelde van de daling in het diepe en ondiepe filter wordt bepaald, dan blijken deze punten met die op 60, 90 en 120 m van de pompput, nagenoeg op een rechte lijn te liggen. Deze rechte geeft de maximale afpompings weer, die bij benadering zou zijn bereikt, indien uit een volkomen filter was gepompt.

Deze rechte snijdt bij verlenging de abscis in een punt $r_0 = 960$ m.

De maximale daling Δh over één logaritmische periode bedraagt 0,357 - 0,177 = 0,180 m. Gesubstitueerd in (7) geeft:

$$kD = \frac{2,3 \times 24 \times 38,75}{2 \times 3,14 \times 0,18} = \frac{2139}{1,1304} = 1892 \text{ m}^2/\text{dag}$$

De waarde voor $r_0 = 960$ m gesubstitueerd in (8) geeft de spreidingslengte B :

$$B = 0,89 \times 960 = 854 \text{ m}$$

Volgens de definitie is de spreidingslengte $B = \sqrt{kDc}$. Hieruit volgt na substitutie van bovengenoemde uitkomsten de verticale weerstand

$$c = \frac{B^2}{kD} = \frac{854^2}{1892} = 385 \text{ dagen.}$$

De bergingscoëfficiënt S volgt uit (1) en (2). Op een afstand $r = 10$ m bedraagt $\Delta h = 0,357$ m, $B = 854$, zodat $\frac{r}{B} = \frac{10}{854} = 0,0117$. Gesubstitueerd in 1 geeft:

$$W(u, 0,0117) = \frac{4 \times 3,14 \times 1892 \times 0,357}{24 \times 38,75} = 9,1221$$

Uit de door Hantush gegeven tabel volgt voor deze functie de waarde voor $u = 0,00003 = 3 \times 10^{-5}$

De tijd (t) gedurende welke de afpompings plaatsvond bedroeg $11\frac{1}{2}$ uur of $\frac{23}{48}$ otmaal. Deze waarden gesubstitueerd in (2) geeft:

$$S = \frac{4 \cdot kD \cdot t \cdot u}{r^2} = \frac{4 \times 1892 \times \frac{23}{48} \times 3 \times 10^{-5}}{100} = 10,9 \times 10^{-4}$$

In figuur 4 zijn de afstandspotentiaalcurven getekend van de pomp-proef op 18 mei 1961, waarbij het pompfilter in de ondiepe laag op 11.00-19.00 m beneden maaiveld was gesteld. Ook in dit geval blijkt bij toenemende afstanden van de pompput het verschil in daling tussen de diepe en ondiepe filters geleidelijk af te nemen. Op 60 m van de pompput zijn de dalingen in beide filters nagenoeg even groot. De gemiddelden van de dalingen in de filters op 10 en 30 m van de pompput blijken met de gemeten dalingen in de ondiepe filters op ca. 14 m beneden maaiveld in de peilputten 60 m, 90 m en 120 m oost nagenoeg op een rechte lijn te liggen. Deze rechte snijdt bij verlenging de abscis in een punt $r_0 = 700$ m.

De maximale daling Δh over één logarithmische periode bedraagt $0,257 - 0,117 = 0,140$ m.

De verschillende formatieconstanten kunnen nu op dezelfde wijze worden berekend als boven.

Bij een debiet van $31,70 \text{ m}^3/\text{uur}$ is volgens (7) het doorlatend vermogen:

$$kD = \frac{2.3 \times 24 \times 31,70}{2 \times 3,14 \times 0,14} = \frac{1749,84}{0,8792} = 1990 \text{ m}^2/\text{dag}.$$

Bij een waarde van $r_0 = 700$ m is volgens (8) de spreidingslengte $B = 0,89 \times 700 = 623$ m.

$$\text{De verticale weerstand } c = \frac{B^2}{kD} = \frac{(623)^2}{1990} = \frac{388129}{1990} = 195 \text{ dagen}$$

De bergingscoëfficiënt S volgt uit (1) en (2). Op een afstand $r = 10$ m bedraagt $\Delta h = 0,257$, $B = 623$ m, zodat $\frac{r}{B} = \frac{10}{623} = 0,0160$. Substitutie in (1) geeft

$$W(u, 0,016) = \frac{4 \times 3,14 \times 1990 \times 0,257}{24 \times 31,70} = 8,4431$$

Uit de tabel van Hantush volgt voor deze functie de waarde voor $u = 0,00005$ of 5×10^{-5} .

De pompbeurt duurde 8 uur of $1/3$ etmaal. Bovenstaande waarden gesubstitueerd in (2) geeft voor de bergingscoëfficiënt S :

$$S = \frac{4 \cdot kD \cdot t \cdot u}{r^2} = \frac{4 \times 1990 \times 1/3 \times 5 \times 10^{-5}}{100} = 13,3 \times 10^{-4}$$

Resultaten pompproef Waardenburg

De opstelling voor deze pompproef bestond uit een pompput en vijf waarnemingsputten P_4 , P_3 , P_2 , P_1 en P_0 , die op afstanden van respectievelijk 0,20 m, 55,28 m, 110,75 m, 140,00 m en 230,00 m van de pompput waren geplaatst. De diepte van deze putten bedroeg 22 à 24 m, uitgezonderd P_1 , die slechts 11 m en P_0 (volgens ons nummersysteem M 30) die 60 m diep was. De pompproef is, gezien deze diepten, dus uitgevoerd in de formatie van Kreftenheye, die de bovenste etage van het watervoerend pakket vormt.

In tabel 3 zijn de resultaten van de metingen in de verschillende peilfilters weergegeven. Uit deze tabel blijkt, dat na 12 uur afpompen met een gemiddelde capaciteit van $85 \text{ m}^3/\text{uur}$ geen merkbare daling meer optrad.

In figuur 5 zijn de maximale dalingen tegen de afstanden van de verschillende peilputten tot de pompput op half-logaritmisch papier uitgezot.

Op de hierboven beschreven wijze kunnen met behulp van deze afstands-potentiaalcurve de verschillende formatieconstanten worden bepaald.

De rechte, die de beide eerste punten verbindt, snijdt bij verlenging de abscis in een punt $r_0 = 380 \text{ m}$. Uit de figuur volgt verder, dat de daling over één logaritmische periode $\Delta h = 0,42 \text{ m}$.

$$kD = \frac{2,3 Q}{2\pi \Delta h} = \frac{2,3 \times 24 \times 85}{2 \times 3,14 \times 0,42} = \frac{4692}{2,6376} = 1778,8 \text{ m}^2/\text{dag}$$

$$\text{De spreidingslengte } B = 0,89 r_0$$

$$B = 0,89 \times 380$$

$$B = 338 \text{ m}$$

$$\text{De verticale weerstand } c = \frac{B^2}{kD} = \frac{(338)^2}{1778,8}$$

$$c = 64 \text{ dagen}$$

Opgemerkt moge worden, dat de berekening van het doorlatend vermogen volgens de meer bekende formule van Thiem, die voor stationaire stroming geldt, tot nagenoeg dezelfde uitkomst leidt. Gaan wij uit van de putten P_3 en P_2 op afstanden van 55,28 en 110,75 m van de pompput. De hierin gemeten dalingen bij stationaire stroming zijn respectievelijk 0,35 m en 0,22 m. Volgens Thiem is

$$kD = \frac{Q}{2\pi(h_2 - h_1)} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

$$kD = \frac{24 \times 85}{2 \times 3,14(0,35 - 0,22)} \ln \frac{110,75}{55,28} = \frac{2040}{6,28 \times 0,13} \ln 2,0034$$

$$kD = 2498,7 \times 0,695 = 1737 \text{ m}^2/\text{dag}$$

Ofschoon de dikte van de holocene deklaag, die ook hier uit veen en zware komklei bestaat, ca. 6 m bedraagt (M 30), is de gevonden c-waarde van 64 dagen opvallend laag.

Anderzijds is de gevonden kD-waarde voor de formatie van Kreftenhcy van 1700 à 1800 m²/dag betrekkelijk hoog. Indien men verder bedenkt, dat zich op 34 tot 57 m -N.A.P. de grofzandige formatie van Vuren bevindt, dan zal de kD-waarde van het gehele watervoerende pakket nog belangrijk groter moeten zijn en naar schatting 2500 à 2600 m²/dag kunnen bedragen.

Vergelijken we ten slotte de resultaten van deze pompproeven met die, welke zijn verkregen uit berekeningen met behulp van korrelgrootte-verdelingen van grondmonsters, dan blijken de pompproeven, wat betreft het doorlatend vermogen, belangrijk hogere uitkomsten te geven. In boring M 30 werd uit de korrelgrootte-verdeling een kD-waarde van ca. 1200 m²/dag voor het gehele pakket berekend, terwijl de werkelijke waarde vermoedelijk tweemaal hoger is. De pompproef bij Dalem leverde als uitkomst voor de kD-waarde van het gehele watervoerende pakket 1900 à 2000 m²/dag. Uit de korrelgrootte-verdeling van de monsters in boring M 51 werd een kD-waarde van ca. 1000 à 1200 m²/dag berekend.

Literatuur

Colenbrander, H.J. en
J. Wesseling (1961)

De bepaling van hydrologische constanten uit
getijwaarnemingen

Glee, G.J. de (1930)

(1951)

Over grondwaterstromingen bij wateronttrekking
door middel van putten. Delft, J. Waltman
Berekeningsmethoden voor de winning van grond-
water in: Drinkwatervoorziening, 3e vakantie-
cursus 4-5 januari 1951, Den Haag.

Hantush, M.S. and
C.E. Jacob (1954)

Plane potential flow of groundwater with linear
leakage. Trans. Amer. Geoph. Union 35, pp.917-936

Hantush, M.S. and
C.E. Jacob (1955)

Non-steady radial flow in an infinite leaky
aquifer. Trans. Amer. Geoph. Union, 36, pp.95-100

Hantush, M.S. (1956)

Analyses of data from pumping tests in leaky
aquifers. Trans. Amer. Geoph. Union, 37, pp.702-714

Verbracck, A en
N.A. de Ridder

De kwartair geologische geschiedenis van de
Tielervwaard-West en haar betekenis voor de
Waterhuishouding. Nota nr. 82. I.C.W.-Wagenin-
gen.

Tabel 1

Meetresultaten van pompproef M 77 op 16-5-'61. Pompfilter op 30,00-38,00 m beneden maaiveld

tijd	pompput	M 51(10 m Oost)			30 m Oost			60 m Oost			90 m Oost			120 m Oost		
minuten	M 77	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70 min. → 128 min.	0	0		0	0
60	447,6	36,4	17,2	1,8	20,2	16,0	1,1	12,6	12,0	0,9		9,9	1,0		7,9	-0,2
120	446,1	38,1	18,8	2,3	22,1	17,6	2,4	13,9	13,5	1,7		11,6	0,9		9,2	0
180	447,0	39,1	19,7	1,5	23,2	18,8	4,1	15,1	14,5	2,0		12,3	1,6		10,3	0,2
240	448,0	39,7	20,5	0,3	23,8	19,2	4,5	15,7	15,1	2,3		12,9	1,7		10,9	0
300	449,1	40,4	21,2	-1,9	24,7	20,2	4,7	16,4	15,7	2,0		13,8	1,7		11,6	0,2
360	450,1	41,3	22,1	-4,5	25,1	20,9	4,7	17,1	16,6	1,9		14,5	1,8		12,3	0,2
420	449,6	42,2	22,9	-6,5	25,9	21,7	5,5	18,0	17,5	2,2		15,1	1,7		13,1	0
480	449,6	43,2	23,8	-7,5	26,9	22,7	5,4	18,9	18,2	2,2		16,2	2,2		14,0	0,3
540	450,1	44,0	24,7	-9,5	27,7	23,1	5,5	19,9	19,1	2,4		17,1	2,3		14,9	0
600	450,6	44,7	25,7	-10,8	28,6	24,3	5,2	20,7	20,0	1,9		17,9	2,3		15,8	0,3
660	450,1	45,3	26,1	-12,1	29,1	24,6	4,5	21,0	20,4	1,8		18,4	2,3		16,0	0,4

I = filter op ca. 36 m beneden maaiveld

II = filter op ca. 14 m beneden maaiveld

III = filter op ca. 2 m beneden maaiveld

Het debiet $Q = 38,75 \text{ m}^3/\text{uur}$

Tabel 2

Meetresultaten van pompproef M 77 op 18-5-'61. Pompfilter op 11,00-19,00 m beneden maaiveld

tijd	pompput	M 51(10 m Oost)			30 m Oost			60 m Oost			90 m Oost			120 m Oost		
minuten	M 77	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0	0
60	216,1	14,8	28,9	1,4	14,0	17,1	0,9	10,4	10,6	0,3		8,9	-4,4		6,6	0
120	216,1	16,8	30,5	2,0	15,7	18,7	2,8	12,3	12,3	1,4		10,3	-3,5		8,2	0
180	219,6	17,5	31,4	0,7	16,4	19,4	3,7	12,8	13,0	1,7		11,3	-3,4		9,8	0,2
240	219,6	17,7	31,6	-1,5	16,6	19,6	4,5	13,2	13,4	2,0		11,5	-3,4		9,9	0,2
300	219,6	17,6	31,5	-3,9	17,0	19,6	4,9	13,4	13,4	2,1		11,5	-3,4		10,1	0,4
360	221,1	17,8	31,7	-6,0	16,8	19,6	4,9	13,4	13,4	2,0		11,7	50,1		10,1	0,4
420	222,1	17,9	32,0	-8,3	17,1	19,9	5,2	13,5	13,5	2,3		11,7	40,9		10,2	0,3
480	222,6	18,4	32,2	-10,5	17,7	20,5	5,3	14,0	14,1	2,3		12,0	33,1		10,6	0,5

I = filter op ca. 36 m beneden maaiveld

II = filter op ca. 14 m beneden maaiveld

III = filter op ca. 2 m beneden maaiveld

Het debiet $Q = 31,70 \text{ m}^3/\text{uur}$

139/0661/25/T2

Tabel 3

Metingen pompproef Waardenburg

Datum	Tijd in uren	Cap. in m ³ / uur	Pomp- put	Stijghoogten in de peilputten				
				P ₄ (15-16m)	P ₃ (15-22m)	P ₂ (19-24m)	P ₁ (9,6-10,6m)	P ₀ (17-18m)
16-7	17.00	0	0,27	0,27	0,69	0,67	0,72	0,76
17-7	8.05	0	0,29	0,29	0,74	0,71	0,77	0,80
	8.30	start	-	-	-	-	-	-
	10.30	51	2,39	2,32	0,88	0,78	0,83	0,84
	12.30	78	3,54	3,44	0,99	0,84	0,90	0,88
	14.30	95	4,35	4,20	1,04	0,88	0,92	0,90
	16.30	95	4,35	4,20	1,05	0,90	0,94	0,92
	18.30	95	4,42	4,32	1,07	0,92	0,95	0,94
	20.30	95	4,43	4,34	1,09	0,93	0,96	0,94
18-7	0.30	95	4,40	4,31	1,08	0,93	0,96	0,94
	4.30	87	3,93	3,82	1,06	0,92	0,96	0,93
	8.30	86	3,85	3,78	1,06	0,92	0,96	0,94
	12.30	99	4,56	4,46	1,08	0,93	0,98	0,94
	16.30	90	4,29	4,19	1,06	0,92	0,95	0,93

Afstand pompput tot P₄ is 0,20 m
 Afstand pompput tot P₃ is 55,28 m
 Afstand pompput tot P₂ is 110,75 m
 Afstand pompput tot P₁ is 140,00 m
 Afstand pompput tot P₀ is 230,00 m

BOORLOCATIE - EN PROFIELKAART

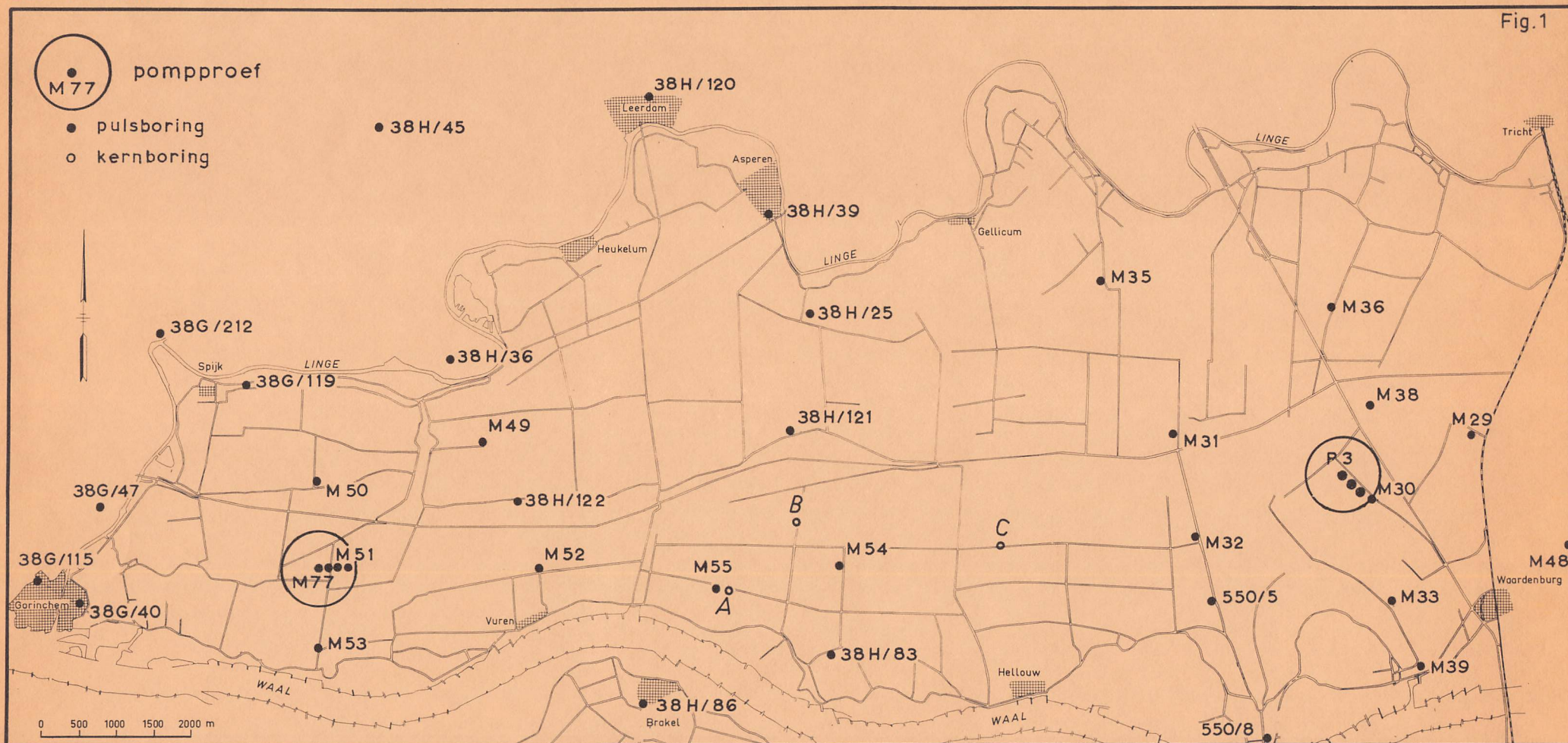


Fig.1

POMPPROEF DALEM (GEM. VUREN)

Fig. 2

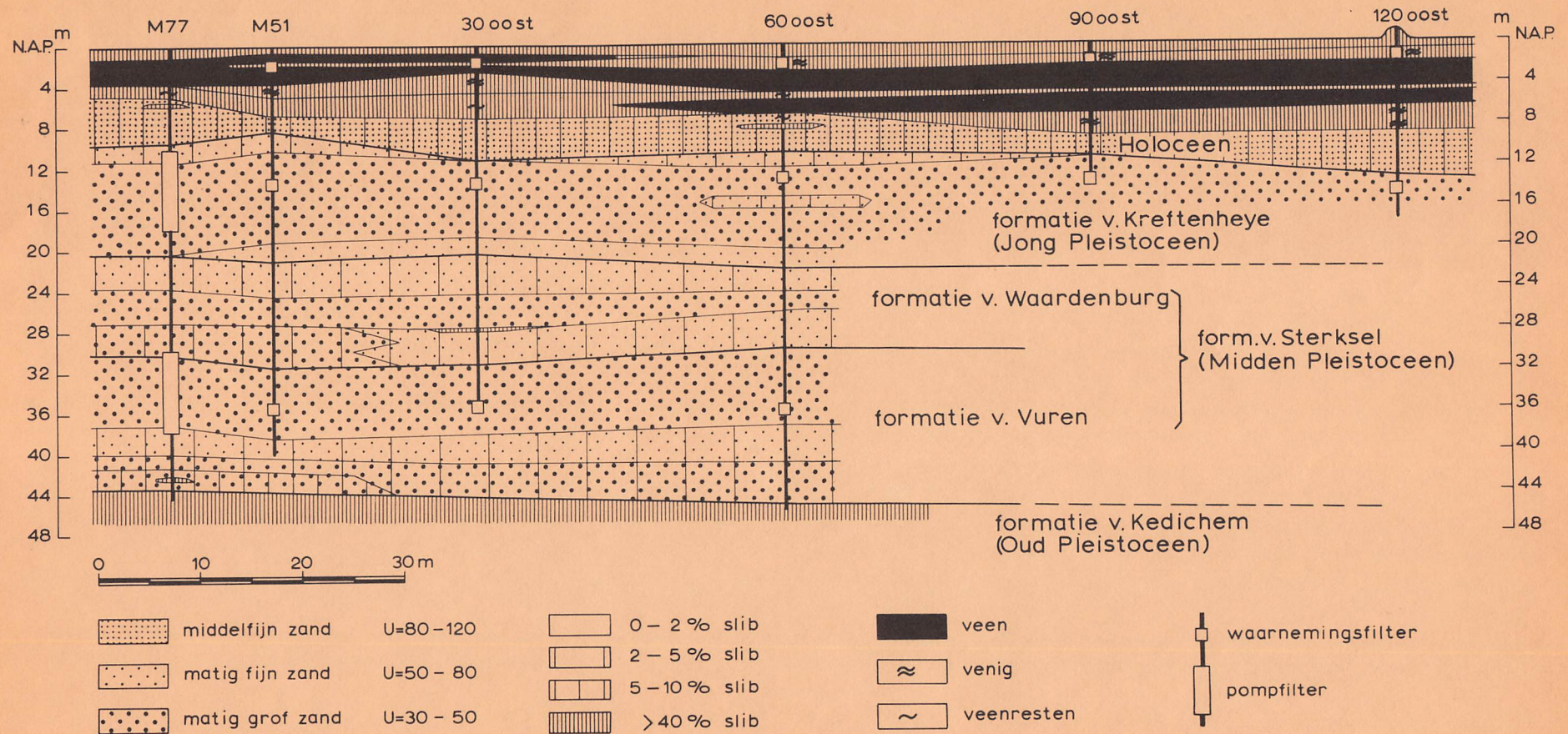


fig 3

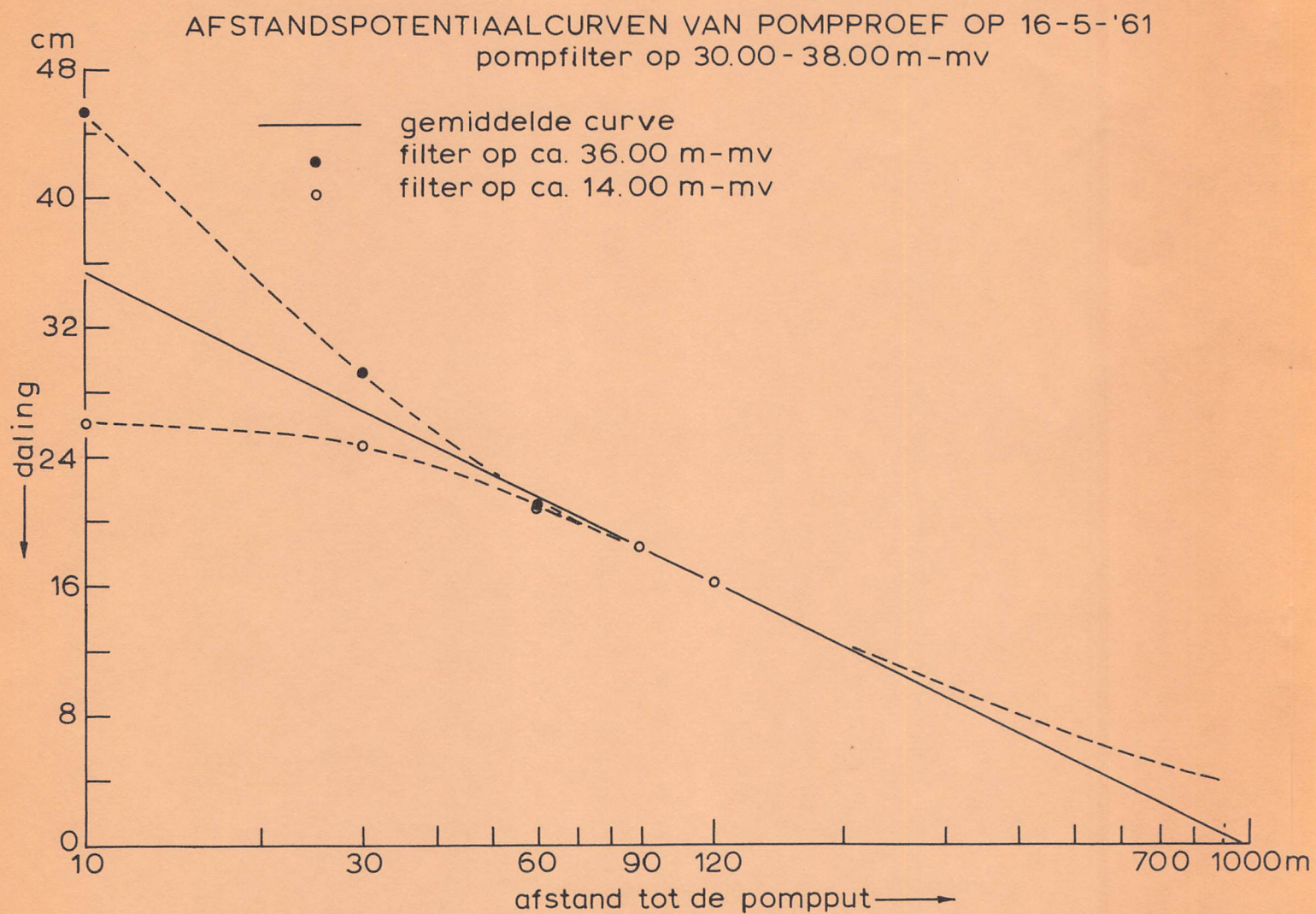


fig 4

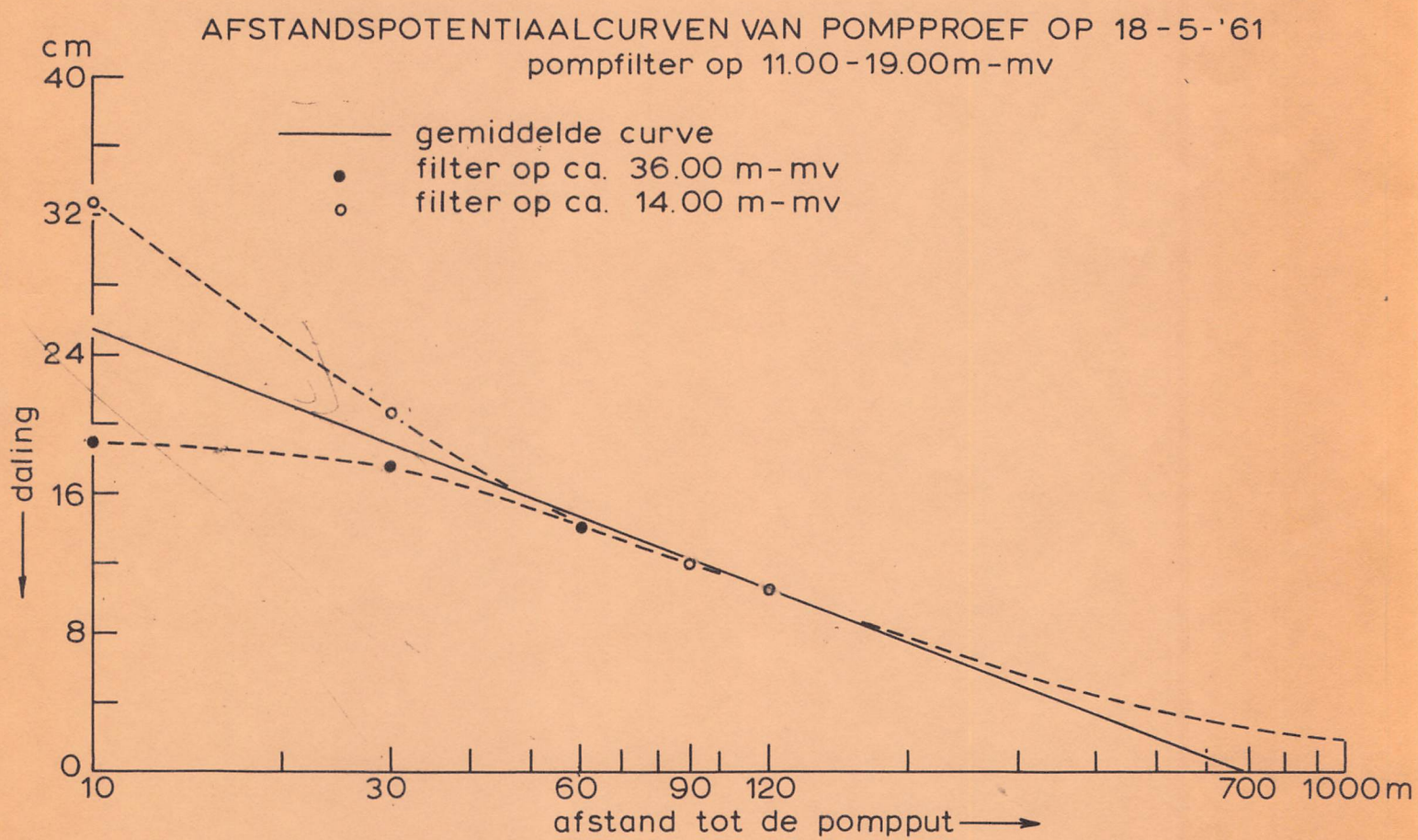


fig 5

AFSTANDSPOTENTIALAALCURVE POMPPROEF WAARDENBURG

