NN31545.0880

NOTA 880 oktober 1975

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

DE CONSEQUENTIES VAN EEN WATERONTTREKKING IN DE GEMEENTE WESTKAPELLE TEN AANZIEN VAN DE WATERHUISHOUDING VAN DE AANGRENZENDE LANDBOUWGRONDEN

ing. K.E. Wit en ing. B. van der Weerd

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

544232



I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. DE GEO-HYDROLOGISCHE GESTELDHEID	2
3. INRICHTING VAN DE POMPPROEF	3
4. HET ONGESTOORDE VERLOOP VAN HET GRONDWATER TIJDENS DE POMPPROEF	4
5. UITVOERING VAN DE POMPPROEF	6
6. BEREKENING VAN DE HYDROLOGISCHE BODEMCONSTANTEN	8
7. DE TOEKOMSTIGE WATERONTTREKKING	13
8. BEREKENING VAN DE TE VERWACHTEN DALING ALS GEVOLG VAN DE TOEKOMSTIGE WATERONTTREKKING	14
9. SAMENVATTING EN CONCLUSIE	18

1. INLEIDING

Op verzoek van de gemeente Westkapelle is in samenwerking met de Commissie Waterbeheersing en Ontzilting te Goes onderzoek verricht naar de gevolgen voor de waterhuishouding van de nabij gelegen landbouwgronden van een eventuele stichting van een kreukelverwaterplaats in deze gemeente. Het bedrijfsterrein zal een oppervlakte beslaan van ca. 2,5 ha en worden gevestigd noordelijk van Westkapelle langs de zeedijk aan de Provincialeweg naar Domburg (zie fig. 1). Voor de verwerking van zijn produkt heeft genoemd bedrijf namelijk een hoeveelheid zout water nodig die het ter plaatse uit de bodem wil onttrekken. Aanvankelijk waren hiervoor 7 bronnen in het bestek opgenomen, ieder met een capaciteit van 50 m^3/h. In een later stadium, tijdens het onderzoek, is dit aantal echter teruggebracht tot 6 en de capaciteit van de bronnen verminderd tot 30 m^3/h.

2. DE GEO-HYDROLOGISCHE GESTELDHEID

Van de boring, uitgevoerd voor het installeren van het pompfilter, was een boorbeschrijving alsmede een aantal geroerde pulsmonsters beschikbaar. Hieruit is het lithologische profiel samengesteld, weergegeven in fig. 2, dat hydrologisch als volgt kan worden ingedeeld (fig. 3):

1. het afdekkend pakket vanaf maaiveld tot een diepte van 12 m beneden maaiveld (verticale weerstand aangegeven door C_1),
2. de eerste watervoerende laag, gelegen op een diepte van 12 tot ongeveer 29 m beneden maaiveld (horizontaal doorlatend vermogen aangegeven door k_1D_1),
3. een scheidingslaag van ongeveer 29 m tot ongeveer 36 m beneden maaiveld (verticale weerstand aangegeven door C_2),
4. de tweede watervoerende laag van ongeveer 36 m tot 53,5 m beneden maaiveld (horizontaal doorlatend vermogen aangegeven door k_2D_2.

In hoeverre de op 53 m beneden maaiveld aangetroffen kleilagen als hydrologische basis kunnen worden beschouwd, valt niet met zekerheid te zeggen.

Uit de geroerde pulsmonsters is door binoculaire waarneming de k_1D_1-waarde getaxeerd op: 614 m^2/dag en k_2D_2 op: 414 m^2/dag.

3. INRICHTING VAN DE POMPPROEF

Bij de inrichting van de pompproef was het directe probleem dat de pompput niet was geïnstalleerd ten behoeve van een uit te voeren pompproef, maar was bedoeld als toekomstig onttrekkingspunt. De pompput had namenlijk een filter in beide watervoerende lagen. Grotendeels vanwege de factortijd was het verder niet mogelijk waarnemingsfilters te stellen in zowel de eerste als de tweede watervoerende laag. De filterstelling is derhalve beperkt gebleven tot een diepte van 14 tot 15 m beneden maaiveld in de eerste watervoerende laag.

In een raai loodrecht op de kust zijn een vijftal waarnemingsfilters gesteld (fig. 1), waarbij I en II respectievelijk op een afstand van 30 en 10 m tot de pompput zijn gelegen tussen de pompput en de kust. Landinwaarts zijn III, IV en V gelegen op een afstand van 10, 30 en 90 m. Op een afstand van 140 m tot de pompput is een filter bij VI geïnstalleerd. Bij alle waarnemingsfilters zijn ondiepe buizen geplaatst met een filter van 1,0 tot 1,5 m beneden maaiveld; bij I en II is daarnaast nog een ondiepe buis geplaatst met een filter van 2,- tot 2,5 m beneden maaiveld.

Voor de afvoer van het aan het pompfilter onttrokken water is een leiding aangelegd naar een langs de weg lopende sloot (fig. 1), die afvoerde naar een hoofdafvoerleiding.

In de afvoerleiding is een watermeter gemonteerd voor het vaststellen van het debiet van de pompput.

4. HET ONGESTOORDE VERLOOP VAN HET GRONDWATER TIJDENS DE POMPPROEF

Daar de locatie van de pompproef in de naaste omgeving van de kust is gelegen, worden de grondwaterstanden in de waarnemingsfilters, afhankelijk van de diepte en de afstand tot de kust, beïnvloed door de buitendijkse getijbewegingen. Om tijdens de uit te voeren pompproef correcties te kunnen uitvoeren vanwege het ongestoorde verloop, is het nodig de naijling en de amplitudeverhouding van de waarnemingsfilters ten opzichte van de getijbewegingen te bepalen. Hiervoor zijn op een aantal waarnemingsfilters, ongeveer een week voorafgaande aan de pompproef, zelfregistrerende grondwaterstandsmeters geplaatst. De hiermee verkregen gegevens zijn in fig. 4 aangegeven. Daarnaast zijn op 2 en 7 juni alle filters gedurende één dag frequent waargenomen; in fig. 5 is dit weergegeven voor 7 juni.

Uit fig. 4 en 5 en de uit de getijtafels voor Vlissingen volgende tijden voor hoog en laag water alsmede de corresponderende waterstanden is de naijling en amplitudeverhouding voor alle 'diepe' filters bepaald. Betreffende de naijling zou nog een correctie voor West-kapelle moeten worden ingevoerd, daar bij de geconstrueerde tijdstijghoogtelijnen tijdens de pompproef weer is uitgegaan van de gegevens voor Vlissingen kan dit evenwel achterwege blijven. In tabel I zijn de verkregen gegevens samengevat.

Tabel 1. Naijling en amplitudeverhouding van de grondwaterstanden ten opzichte van de getijdebewegingen bij Vlissingen

Filter	Naijling hoog water (min)	Naijling laag water (min)	Amplitude-verhouding (%)
I	116	126	23,6
II	110	120	19,1
bron	77	87	24,7
III	110	120	16,4
IV	91	107	17,3
V	114	117	9,3
VI	122	132	8,1

Uitgaande van fig. 6, waarin de gegevens betreffende de getijdebewegingen voor Vlissingen in de week van de pompproef zijn weergegeven en tabel 1 zijn voor het diepe filter van IV op 8, 9, 10 en 11 juni en voor de pompput op 8 en 9 juni de ongestoorde tijdstijghoogtelijnen geconstrueerd (fig. 7). Voor de overige filters is dit achterwege gelaten, voor het bepalen van de correctie voor deze filters is gebruik gemaakt van tabel 1 en de geconstrueerde tijdstijghoogtelijn voor IV, hetgeen op hetzelfde neerkomt.

In fig. 4 zijn de fluctuaties van IV (1,5) weergegeven, terwijl in fig. 8 alle ondiepe buizen zijn weergegeven. Uit de laatste figuur blijkt dat III (1,5), IV (1,5) en VI (1,5) worden beïnvloed door de getijbewegingen. De overige buizen zijn in fig. 9 weergegeven over de periode 7/7 tot en met 11/7. Uit waarnemingen op 2 en 7 juni valt een ongestoorde daling af te leiden van 0,2 tot 0,7 cm/dag. Aangezien tijdens de pompproef geen verandering in het weer is opgetreden, is aangenomen dat deze ongestoorde daling zich in de week van de pompproef heeft voortgezet.

Van de ondiepe buizen, die worden beïnvloed door de getijbewegingen zijn van IV (1,5) met een zelfregistrerende grondwaterstandsmeter gegevens beschikbaar van 8 tot en met 11 juni (fig. 10). Daar hoog of laag water in één dag 50 min. verschuift, zal na ongeveer 1500 min. de grondwaterstand weer dezelfde waarde hebben indien niveauveranderingen buiten beschouwing worden gelaten. Daar voor IV (1,5) de verlaging tengevolge van de pompproef praktisch gelijk is aan de verlaging ten tijde t = 1500 min, is voor III (1,5) en VI (1,5) de verlaging ten tijde t = 1500 min. aangehouden.

5. UITVOERING VAN DE POMPPROEF

Teneinde de problemen bij de inrichting van de pompproef enigszins te ondervangen is de pompproef gesplitst in twee proefpompingen. Bij de 1e pompproef is water onttrokken aan de in de eerste en tweede watervoerende laag gestelde pompfilters terwijl bij de 2e pompproef het onderste filter is afgesloten en alleen water is onttrokken aan de eerste watervoerende laag.

1e p o m p p r o e f

Bij deze pompproef was het pompfilter gesteld van 15 tot 30 en van 28 tot 53 m beneden maaiveld. De pomp is gestart op 8 juni om 11.00 uur. Gedurende 25 uur is water onttrokken, in fig. 11 is de onttrekking weergegeven voor de eerste 24 uur. Het gemiddeld debiet was 44,6 m^3/uur of 1070 m^3/dag.

In fig. 12 tot en met 15 zijn de tijd-potentiaalkrommen voor de 'diepe' filters weergegeven; met behulp van tabel 1 en de geconstrueerde tijdstijghoogtelijn voor IV zijn correcties aangebracht voor het ongestoorde verloop. Uit de vorm van de gecorrigeerde krommen volgt dat het grondwater in de eerste watervoerende laag in de fase semi-spanningswater verkeert. In fig. 16 zijn de uiteindelijke verlagingen tengevolge van de onttrekking weergegeven.

De verlagingen van de ondiepe buizen volgen uit fig, 9 en 19, waarbij bij de in de eerste figuur aangegeven buizen rekening is gehouden met een ongestoorde daling van 0,2 tot 0,7 cm/dag. Voor III (1,5) en VI (1,5) is de verlaging ten tijde t = 1500 min. aangehouden. De verkregen gegevens zijn eveneens in fig. 16 weergegeven.

2e p o m p p r o e f

Het onderste pompfilter was bij deze pompproef afgesloten. De pomp is gestart op 10 juni om 11.00 uur en de volgende dag gestopt om 16.00 uur. De onttrekking gedurende de eerste 24 uur is weergegeven in fig. 11. Het gemiddeld debiet bedroeg gemiddeld 40,1 m^3/uur of 962 m^3/dag.

Voor het vaststellen van de verlaging tengevolge van de onttrekking is dezelfde procedure gevolgd als bij de 1e pompproef. De uit fig. 17 tot en met 21 voor de 'diepe' filters en uit fig. 9 en 10 voor de ondiepe buizen volgende verlagingen zijn in fig. 16 vermeld. De aangegeven verlaging voor III (1,5) en VI (1,5) geldt ten tijde t = 1500 min. In fig. 22 is naast de gemeten tijdstijghoogtelijn van IV, de geconstrueerde tijdstijghoogtelijn weergegeven, die mede is gebruikt voor het bepalen van de correcties voor de overige filters.

Uit fig. 16 blijkt dat de verlaging in het diepe filter van IV groter is dan in de dichter bij de pompput geïnstalleerde filters van II en III. Daar verder de gecorrigeerde potentiaalkrommen van filter I in fig. 12 en van V is fig. 15 en 21 een afwijkend beeld vertonen, is de diepte van de waarnemingsfilters gecontroleerd. Hierbij werd gevonden dat alleen IV en VI op de gewenste diepte waren gesteld, namenlijk onderkant filter 15,5 m-m.v. Voor I was onderkant filter: 11,90 m-m.v., voor III: 11,00 m-m.v. en voor V: 14,00 m-m.v. Van filter II was de diepte niet te meten; gezien de gemeten verlagingen in dit filter (fig. 16) mag worden verwacht dat dit filter niet aan de gestelde eisen voldeed. Daar niet kon worden vastgesteld of er sprake is van een onjuiste filterstelling danwel dat de filters zijn verzand, zijn bij de in het volgende uitgevoerde berekeningen alleen de in de pompput, IV en VI gemeten potentiaalverlagingen gebruikt (fig. 23).

6. BEREKENING VAN DE HYDROLOGISCHE BODEMCONSTANTEN

Uitgaande van fig. 3, waarin de geo-hydrologische gesteldheid schematisch is weergegeven, geldt voor:

- het afdekkend pakket:

$$v_z(r) = \frac{\phi_1(r) - \phi f(r)}{c_1} \tag{1}$$

- de eerste watervoerende laag:

$$Q_1(r) = 2\pi k_1 D_1 \frac{\phi_1(r_1) - \phi_1(r_2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \tag{2}$$

waarbij $r = r_1 + \frac{1}{3}(r_2 - r_1)$

- de scheidingslaag:

$$v'_z(r) = \frac{\phi_1(r) - \phi_2(r)}{c_2} \tag{3}$$

- de tweede watervoerende laag:

$$Q_2(r) = 2\pi k_2 D_2 \frac{\phi_2(r_1) - \phi_2(r_2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \tag{4}$$

Tussen het debiet van de pompput en $Q_1(r)$ en $Q_2(r)$ gelden de volgende betrekkingen:

$$Q_{01} - Q_1(r) = \pi r_2 (\bar{v}_z + v'_z) \tag{5}$$

$$Q_{02} - Q_2(r) = - \pi r_2 \bar{v}'_z \tag{6}$$

In de omgeving van de pompput zijn $Q_1(r)$ en $Q_2(r)$ respectievelijk praktisch gelijk aan Q_{01} en Q_{02}. Nemen we in fig. 24, waarin de

potentiaalverlagingen in de eerste watervoerende laag als gevolg van de 1e en 2e pompproef tegen de afstand tot de pompput zijn uitgezet, voor de afstand één logarithmische periode, dan kan (2) worden vereenvoudigd tot:

$$k_1D_1 = \frac{2{,}3\ Q_{01}}{2\pi\Delta\phi_1} \qquad (7)$$

Bij de 2e pompproef was Q_{01}: 962 m^3/dag; voor $\Delta\phi_1$ volgt uit fig. 24 1,60 m. Substitutie in (7) geeft:

$$k_1D_1 = \frac{2{,}3 \times 962}{2 \times 3{,}14 \times 1{,}60} = 220\ m^2/dag$$

Met de berekende k_1D_1-waarde en de waarde van 1,40 m voor $\Delta\phi_1$ tijdens de 1e pompproef zijn Q_{01} en Q_{02} als volgt afzonderlijk te berekenen:

$$Q_{01} = \frac{220 \times 2 \times 3{,}14 \times 1{,}40}{2{,}3} = 841\ m^3/dag$$

Daar (Q_{01} + Q_{02}) 1070 m^3/dag bedraagt, wordt voor Q_{02} een waarde verkregen van 229 m^3/dag.

In fig. 23 zijn de gemeten potentiaalverlagingen voor de pompput, IV en VI alsmede de corresponderende waarden voor Q_{01} en Q_{02} aangegeven. De potentiaalverlaging voor IV en VI is bij de 2e pompproef in de tweede watervoerende laag gesteld op respectievelijk a en b. Daar de potentiaalverlaging evenredig is met het debiet, wordt de verlaging bij de 1e pompproef in de tweede watervoerende laag tengevolge van de onttrekking aan het bovenste pompfilter $\frac{841}{962}$ a en $\frac{841}{962}$ b voor IV en VI. Wordt de potentiaalverlaging in de tweede watervoerende laag tengevolge van de onttrekking aan het onderste pompfilter gesteld op c en d, dan wordt de totale potentiaalverlaging in de tweede watervoerende laag bij de 1e pompproef voor IV en VI respectievelijk (0,87 a + c) en (0,87 b + d). Op identieke wijze kan worden gevonden dat de verlaging voor IV en VI in de eerste watervoerende laag bij de 1e pompproef respectievelijk (1,07 + e) en (0,32 + f) bedraagt, waarbij e en f aangenomen waarden zijn voor de invloed van het onderste pompfilter.

Uit de betrekking:

$$\phi'_{2,1} = \phi'_{1,2}$$

waarmee wordt bedoeld dat de potentiaalverlaging in de eerste watervoerende laag bij een onttrekking van Q' in de tweede gelijk is aan de potentiaalverlaging in de tweede watervoerende laag bij een onttrekking van Q' in de eerste, volgt dat a = 4,2 e en b = 4,2 f. Daar de berekende waarde (1,07 + e) gelijk moet zijn aan de gemeten waarde, betekent dit dat e = o. Voor VI geldt evenzo (0,32 + f) = 0,34, waaruit voor f een waarde volgt van 0,02 m. Voor a en b wordt met de eerder gevonden betrekking a = 4,2 e en b = 4,2 f respectievelijk 0 en 0,084 m gevonden. Hiervan uitgaande, wordt de verlaging bij de 1e pompproef in de tweede watervoerende laag voor IV en VI respectievelijk c en (0,07 + d). De waarde van d kan worden bepaald uit de 1e pompproef door de verlaging in de eerste watervoerende laag tengevolge van de onttrekking in dezelfde laag, te vermenigvuldigen met het quotiënt Q_{02}/Q_{01}; $d = \frac{229}{841} \times 0{,}32 = 0{,}09$ m. De verlaging bij II in de tweede watervoerende laag bij de 1e pompproef wordt:
0,07 + 0,09 = 0,16 m.

Uit de debieten Q_{01} en Q_{02} bij de 1e pompproef en praktisch gelijke waarden voor D_1 en D_2 volgt $k_2 < k_1$. De potentiaalverlaging in de tweede watervoerende laag bij de 1e pompproef zal bij VI praktisch gelijk aan of groter zijn dan die in de eerste. De berekende waarde van 0,16 m bij VI is derhalve te laag, de oorzaak hiervan is terug te vinden in een te hoge waarde voor f als gevolg van niet juist bepaalde potentiaalverlagingen. Uit het bovenstaande wordt duidelijk dat de verlaging in de tweede watervoerende laag bij de 2e pompproef is te verwaarlozen en dat de scheidingslaag als basis fungeert. Bij de 2e pompproef is derhalve de grafische oplossing van De Glee toe te passen, waarbij:

$$\Delta h = \frac{Q_{01}}{2\pi k_1 D_1} \qquad (8)$$

en

$$\lambda = \sqrt{k_1 D_1 c_1} \qquad (9)$$

Uit fig. 25 volgt voor Δh: 0,7 m, Q_{01} = 962 m^3/dag. Substitutie hiervan in (8) geeft voor k_1D_1: 219 m^2/dag. Substitutie van de gevonden k_1D_1-waarde en 160 m voor λ in (9) geeft voor c_1: 117 dagen. In fig. 25 is tevens de afpompingskromme van de 1e pompproef in de eerste watervoerende laag weergegeven. Voor Q_{01}: 841 m^2/dag, Δh = 0,60 m en λ = 165 m wordt met behulp van (8) en (9) voor k_1D_1: 223 m^2/dag en voor c_1: 122 dagen gevonden.

Voor de berekening van k_2D_2 bij de 1e pompproef is uitgegaan van:

1. Q_{02} = 229 m^3/dag
2. $\phi_2(r_o)$ = 4,65 m
3. r_o = 0,08 m
4. $\phi_2(r) > \phi_1(r)$
5. c_1 = ∞
6. $\phi_2(R)$ = 0

Aan 1 tot en met 5 wordt voldaan door in:

$$k_2D_2 = \frac{2{,}3\, Q_{02}}{2\pi\Delta\phi_2} \qquad (10)$$

die is afgeleid van (4) voor Q_{02}: 229 m^3/dag en voor $\Delta\phi_2 = \Delta\phi_1$ = 1,40 m te substitueren; voor k_2D_2 wordt dan 60 m^2/dag berekend. Voor de stroming vanaf R naar de pompput geldt:

$$k_2D_2 = \frac{Q_{02}}{2\pi\phi_2(r_o)} \ln\frac{R}{r_o} \qquad (11)$$

Substitutie van 100, 1000 en 10 000 m voor R geeft respectievelijke waarden van 56, 74 en 92 m^2/dag voor k_2D_2. Hoewel geen exacte waarde voor k_2D_2 is te berekenen, lijkt een waarde van 70 m^2/dag in grootte-orde acceptabel.

Met de gevonden bodemconstanten is met (1) de verlaging van het

freatisch vlak berekend. Allereerst is met (2) $Q_1(r)$ berekend; voor r = 100 en 160 m is respectievelijk een waarde gevonden van 768 en 658 m^3/dag. Substitutie van deze waarden in (5) geeft voor $(\bar{v}_z + \bar{v}_z')$ respectievelijk 0,006 en 0,034 m/dag. Daar $\bar{v}_z'$ is te verwaarlozen hebben de gevonden waarden betrekking op $\bar{v}_z$. De gemiddelde waarde van ϕ_1 in de gebieden met een straal van r is 100 en 160 m rondom de pompput bedraagt respectievelijk 0,80 en 0,57 m. Substitutie van c_1 = 120 dagen en de bovengenoemde waarden voor $\bar{\phi}_1$ en $\bar{v}_z$ in (1) geeft voor $\bar{\phi}$f: 0,08 en 0,09 m, respectievelijk voor de gebieden met een straal van 100 en 160 m rondom de pompput. De gemiddelde daling van 0,10 tot 0,15 van het freatisch vlak uit fig. 16 bij de 2e pompproef stemt hier redelijk mee overeen.

Uit de in het voorgaande uitgevoerde berekeningen zijn voor de bodemconstanten de volgende waarden verkregen:

- het afdekkend pakket : c_1 = 120 dagen
- de eerste watervoerende laag: k_1D_1 = 220 m^2/dag
- de scheidingslaag : c_2 = ∞
- de tweede watervoerende laag: k_2D_2 = 70 m^2/dag

Betreffende de waarde c_2 = ∞ dient te worden opgemerkt dat hiermee is bedoeld dat potentiaalverlagingen in de tweede watervoerende laag geen potentiaalverlagingen van betekenis in de eerste watervoerende laag tot gevolg hebben.

De getaxeerde waarden voor k_1D_1 en k_2D_2 van respectievelijk 614 en 414 m^2/dag zijn aanmerkelijk hoger dan de berekende, een verklaring hiervoor is wellicht gelegen in het feit dat tijdens het legen van de puls de fijnere fracties en het slib gedeeltelijk zijn weggespoeld.

7. DE TOEKOMSTIGE WATERONTTREKKING

Volgens een schriftelijke opgave, d.d. 27 augustus 1975, waarvan in deze nota een copie is bijgesloten (bijlage I), zal in de toekomst de volgende onttrekking plaatsvinden:

- één keer per kwartaal 2160 m^3/dag; bij extreem hoge temperaturen één keer per twee maanden,
- dagelijk $\pm$ 60 m^3 (spoelwerkzaamheden),
- 120 m^3/dag bij buitentemperaturen boven 22°C (afkoeling).
- 180 m^3/dag bij extreem hoge temperaturen (afkoeling)

Uit het bovenstaande volgt dat in het meest ongunstige geval de toekomstige wateronttrekking zal neerkomen op:

- 240 m^3/dag (spoelwerkzaamheden en afkoeling),
- 2160 m^3 per twee maanden ofwel 36 m^3/dag (verversing).

8. BEREKENING VAN DE TE VERWACHTEN DALING ALS GEVOLG VAN DE TOEKOMSTIGE WATERONTTREKKING

Voor het berekenen van de dalingen tengevolge van de wateronttrekking zijn behalve gegevens, betreffende de hydrologische bodemconstanten en de hoeveelheid te onttrekken water, gegevens gewenst betreffende de waterstaatkundige toestand. Uit deze laatste volgen een aantal randvoorwaarden.

Daar de onttrekking zal plaatsvinden in de directe omgeving van de zee, is met:

$$x = \sqrt{k_1 D_1 \cdot c_1} \qquad (12)$$

de afstand x berekend vanaf de kustlijn, waarvoor gemiddeld zeeniveau gelijk is aan de potentiaal in de eerste watervoerende laag (fig. 26). Substitutie van de gevonden waarden voor k_1D_1 en c_1 in (12) geeft voor x: 162 m. Indien de pompfilters op een afstand van 180 m vanaf de kustlijn langs de provinciale weg Westkapelle-Domburg worden geïnstalleerd, betekent dit dat de potentiaal ϕ_1 in de richting van de zee op een afstand van 342 m van de putten bij de toekomstige wateronttrekking gelijk nul is.

Voor het vaststellen van de begrenzing in de polder landinwaarts is nagegaan, welke leidingen in het zomerhalfjaar - april tot en met september - water blijven houden. De afwatering vindt plaats via een natuurlijke afstroming naar de oostelijk lager gelegen polders. Bij het lozingspunt is op 22-8-1975 een afvoer gemeten van 2233 m^3/dag, hetgeen neerkomt op 0,91 mm/dag bij een oppervlakte van 245 ha. De gevonden waarde heeft betrekking op de overtollige neerslag en de kwel. Voor het berekenen van de kwel is een globale berekening uitgevoerd. Bij een dijklengte van 2200 m van de betreffende polder en een gradiënt van $\frac{0,287}{372}$, welke waarde volgt uit een gemiddelde zeestand van 0,06 m- en een waarde voor ϕ_1 in IV van 0,347 m-NAP op een afstand van 210 m tot de kustlijn en k_1D_1 = 220 m^2/dag, wordt Q_k

$$Q_k = 2200 \times \frac{0,287}{372} \times 220 = 373 \ m^3/dag$$

Daar de geplande onttrekking in het meest ongunstige geval van 276 m^3/dag geringer is dan de gevonden waarde van 373 m^3/dag voor de kwel, kan hieruit worden geconcludeerd dat de leiding op een afstand van 320 m vanaf de puttenrij het gehele jaar door water blijft houden. In fig. 26 is ϕ_s, als gevolg van de toekomstige onttrekking, derhalve nul gesteld.

Vanawege de afsluitende werking van de scheidingslaag ligt het voor de hand om de toekomstige wateronttrekking te concentreren in de tweede watervoerende laag. Indien vijf pompfilters op een onderlinge afstand van 50 m langs de provinciale weg in de tweede watervoerende laag worden geïnstalleerd (fig. 26) en voor de afpomping dezelfde waarde wordt aangehouden als bij de 1e pompproef, kan 790 m^3/dag of 33 m^3/uur worden onttrokken. De verlaging $\phi(x, y)$ tengevolge van deze onttrekking kan worden berekend met:

$$\phi(x, y) = \frac{Q_o}{2\pi kD} \sum_{n=-2}^{2} k_o \frac{\sqrt{(x - nb^2) + y^2}}{\sqrt{k_2 D_2 c_2}} \qquad (13)$$

waarbij de puttenrij is gelegen op de x-as en de oorsprong samenvalt met het middelste pompfilter (fig. 27). De afstand tussen de putten is b. In (13) komt c_2 voor; daar de uitgevoerde pompproef alleen een relatieve waarde heeft opgeleverd, is met:

$$\phi(r_o) = \frac{Q_{2^o}}{2\pi k_2 D_2} k_o \frac{r_o}{\sqrt{k_2 D_2 c_2}} \qquad (14)$$

de c_2-waarde in grootte-orde benaderd. Q_{2^o} = 229 m^3/dag, k_2D_2 = 70 m^2/dag, r_o = 0,08 m en $\phi(r_o)$ = 4,65 m. Voor c_2 is afgerond 5000 dagen gevonden. Om een indruk te verkrijgen van de invloed van verschillende waarden voor c_2 op $\phi(x, y)$, is (13) berekend voor c_2 is 3000 en 10 000 dagen. In fig. 28 zijn de berekende verlagingen langs de y-as weergegeven.

Wordt de aanname verricht dat $\phi_1(y) \ll \phi_2(y)$ dan is $v'_z = \frac{\phi_2(y)}{c_2}$; in fig. 29 is de stroming $v'_z(y)$ weergegeven. Daar ϕ_1 op een afstand van 342 links van de puttenrij nul is, betekent dit dat de eerste

watervoerende laag daar verder buiten beschouwing kan worden gelaten.

De verlaging $\phi_1(y)$ is berekend met:

$$\phi_1(y) = \frac{v_z'}{2k_1D_1}(1^2 - y^2) \qquad (15)$$

De verkregen uitkomsten zijn te hoog, daar (15) geldt voor een oneindige lange strook, terwijl de begrenzing in het onderhavige geval bestaat uit een rechte y = - 342 en een gedeeltelijke cirkelvormige begrenzing.

De in fig. 29 aangegeven waarden voor v_z' zijn geschematiseerd tot een aantal trappen, waarvoor een bepaalde waarde voor v_z' geldt. Voor elke strook is $\phi_1(y)$ berekend, waarna door superpositie de uiteindelijke verlagingen is berekend (fig. 30).

In fig. (31) is de verlaging van het aangrenzende perceel in detail weergegeven. Afhankelijk van de waarde van c_2 bedraagt de verlaging halverwege het perceel 0,21 en 0,18 m. Daar de gevonden waarden minder dan 15 % van ϕ_2 afwijken, is de bovenuitgevoerde berekening niet herhaald vanwege de aanname $\phi_1 = 0$. De toepassing van (15) heeft tot gevolg dat bij c_2 = 3000 een 20 % te hoge waarde is berekend en bij c_2 = 10 000 dagen 25 % te hoge waarde voor $\phi_1(y)$. Uit fig. 29 kan worden afgeleid dat de corresponderende waarden voor c_2 is 3000 en 10 000 dagen voor v_z' 0,0006 en 0,0003 m/dag zijn. Deze waarden hebben betrekking op toestroming vanaf y = - 342 en op de levering vanuit het freatisch vlak. Daar tijdens de pompproef dezelfde situatie aanwezig was als in fig.26, bedraagt de gemiddelde daling van het freatisch vlak voor:

c_2 = 3000 dagen

$$\bar{\phi}_1 > \bar{\phi}f > \bar{\phi}_1 - (v_z' \times c_1)$$
of $0,17 > \bar{\phi}f > 0,17 - (0,0006 \times 120)$
of $0,17 > \bar{\phi}f > 0,10$

en voor c_2 = 10 000 dagen

$$0,14 > \bar{\phi}f > 0,14 - (0,0003 \times 120)$$
of $0,14 > \bar{\phi}f > 0,10$

De hierboven uitgevoerde berekeningen hebben betrekking op een onttrekking van 790 m^3/dag. Voor 276 m^3/dag, welke hoeveelheid volgt uit bijlage I, wordt de gemiddelde verlaging ϕf voor:

c_1 = 3 000 dagen → $0{,}06 > \bar{\phi}f > 0{,}02$

en

c_2 = 10 000 dagen → $0{,}05 > \bar{\phi}f > 0{,}03$

9. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Onderzocht is in hoeverre een wateronttrekking ten behoeve van een nieuw te stichten kreukelverwaterplaats een verlaging van het freatisch grondwater en daardoor verdroging op de aangrenzende landbouwgronden tot gevolg kan hebben.

De voor de berekening noodzakelijke informatie inzake de hydrologische bodemconstanten is verkregen uit 2 pompproeven. Het profiel wordt gekenmerkt door een, in afhankelijkheid van de plaats, variërende bovenlaag van zware klei tot lichte zavel met een eveneens variërende dikte. Het daaronder liggende pakket kan worden onderscheiden in een 1e en 2e watervoerende laag gescheiden op 29 meter diepte door een kleipakket van 7 meter dik.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat onttrekking uit het bovenste watervoerend pakket een aanzienlijke verlaging van het freatisch grondwater tot gevolg kan hebben. Onttrekking uit dit pakket moet dan ook met het oog op het veroorzaken van droogteschade ten sterkste worden ontraden. Indien de onttrekking echter uit het tweede watervoerende pakket plaats vindt zal dit een veel geringere invloed op het freatisch grondwater hebben. Uitgaande van een onttrekking zoals die in de als bijlage I toegevoegde brief wordt opgegeven is een verlaging berekend van ca. enkele cm. Deze berekening is gebaseerd op een ongunstige cituatie waarbij de aangrenzende sloten droog staan en het dichtst bijzijnde punt van waaruit voeding uit de sloten plaats vindt op 320 m afstand is gelegen. Aangenomen mag echter worden dat in vele gevallen de voeding van water van dichterbij zal komen.

Door de onttrekkingspunten niet rondom het terrein maar dicht tegen de zeedijk aan te plaatsen kan de beïnvloeding van het grondwater in de aangrenzende landbouwgronden nog verder worden gereduceerd. Een en ander in overweging nemend kan derhalve worden gesteld dat mits:

a. van de in bijlage I opgegeven wijze van onttrekking niet wordt afgeweken,
b. de onttrekkingsputten langs de zeedijk worden geplaatst en met de bovenkant van de filters op een minimale diepte van 36 m,

c. langs de bron tussen de 1e en 2e watervoerende laag, voor een goede afdichting wordt gezorgd (b.v. door middel van bentoniet-korrels),

er geen droogteschade tengevolge van de wateronttrekking op de belendende cultuurgronden is te verwachten.

ADVIESBUREAU
ING. W. VAN OOST
Damstraat 100
YERSEKE
Tel. 01131-2121

Bijlage 1

Ons kenmerk: Pw/034 Uw kenmerk: Yerseke, 27 aug. 1975.

Betr.: Schelpdierenbewaarplaats te Westkapelle t.b.v. de fa. Th. Pekaar en Zn.

Zeer geachte heer Wit,

In aansluiting op onze gesprekken tijdens uw onderzoek te Westkapelle voor bovenvoornoemd werk geven wij u een overzicht van de werkmethode, dewelke tevens een opgave van de waterhoeveelheden geeft, die wij zullen onttrekken aan de te plaatsen bronnen (6 stuks).

Totaal inhoud van het projekt 2164 m3 bij maximale waterstand. Één maal per kwartaal doorspoelen en opnieuw vullen per pomp 30 m3 per uur gedurende 12 uur ofwel

6 x 30 x 12 = 2160 m3.

Bij totaalverversing is het zaak dit snel uit te voeren in verband met de aanwezige voorraad die zo snel mogelijk weer onder water moet staan .

De nuttige inhoud van de bassins is echter niet groter dan 1250 m3 maximaal (dan is dit nog zonder schelpdieren berekend). Deze waterhoeveelheid zal regelmatig moeten worden ververst. Hieraan wordt ruimschoots voldaan door de hierna omschreven werkmethode.

Dagelijks -

Ons kenmerk: PE/034 Uw kenmerk: Vervolg bijlage 1

Dagelijks zullen twee goten worden afgelaten voor het schoonmaken cq. het afvangen van de visprodukten. Een deel van dit water blijft in circulatie en een deel wordt voor het spoelen benut.

Tijdens het spoelen van de schelpdieren zal een hoeveelheid van ± 60 m3 water worden onttrokken, hetgeen neerkomt op 10 m3/uur (spoeltrommels). Dit water bevat na gebruikt te zijn wat zand en gruis en wordt dan afgevoerd middels het gemaal naar open water. De supletie welke hiervoor geschieden moet, zal bij gebruik van 1 pomp dus ± 2 uur vergen.

Bij temperaturen boven de 22° C. buitentemperatuur zal de totale waterhoeveelheid langzaam opwarmen. Mocht de watertemperatuur oplopen boven de 16° C. dan zal extra worden ververst, zodanig dat een temperatuur tussen de 15° en 16° C. ontstaat. Hiervoor wordt bij hoge temperaturen gerekend op eveneens 4 pompuren ofwel 120 m3. Bij extreem hoge temperaturen zal deze pomptijd 6 uur vergen ofwel een hoeveelheid van 180 m3.

Ook zal dan een totale verversing eerder plaatsvinden en zonodig een keer extra worden uitgevoerd.

Daar men bij stijging van de temperatuur direkt zal ingrijpen zullen de pompuren verdeeld liggen over verschillende uren van de dag. Men zal namelijk proberen te voorkomen dat grote schommelingen in de watertemperatuur ontstaan, dit in verband met de kwaliteit van de produkten en het afvangen hiervan.

De opstelling van 6 bronnen is dan ook alleen noodzakelijk voor verversing van het totaal.

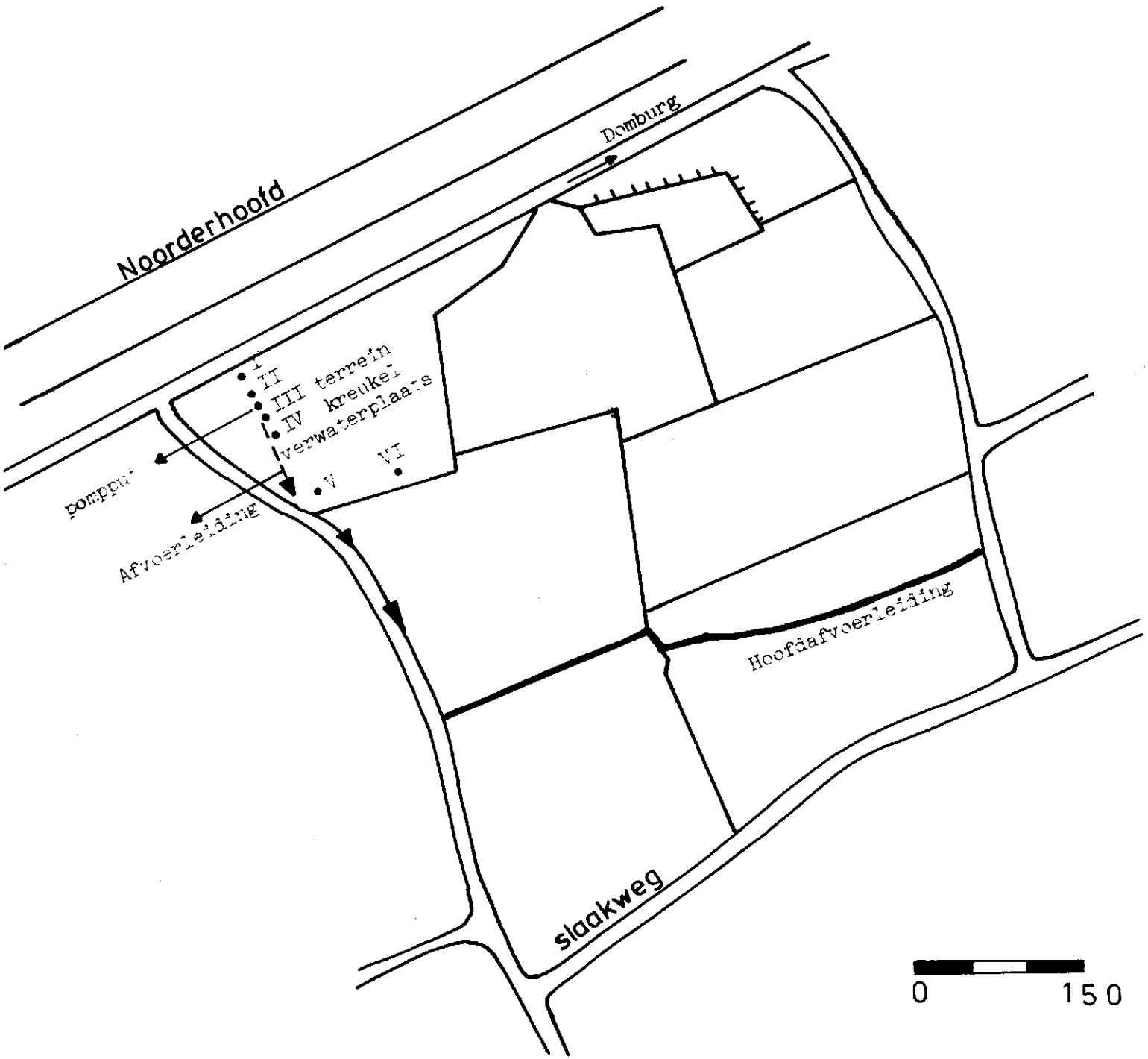
Eveneens de afvoer van water is hierop gedimensioneerd.

Hopende u hiermede naar behoren te hebben ingelicht, verblijven wij met de meeste hoogachting,

Ing. W. van Oost.

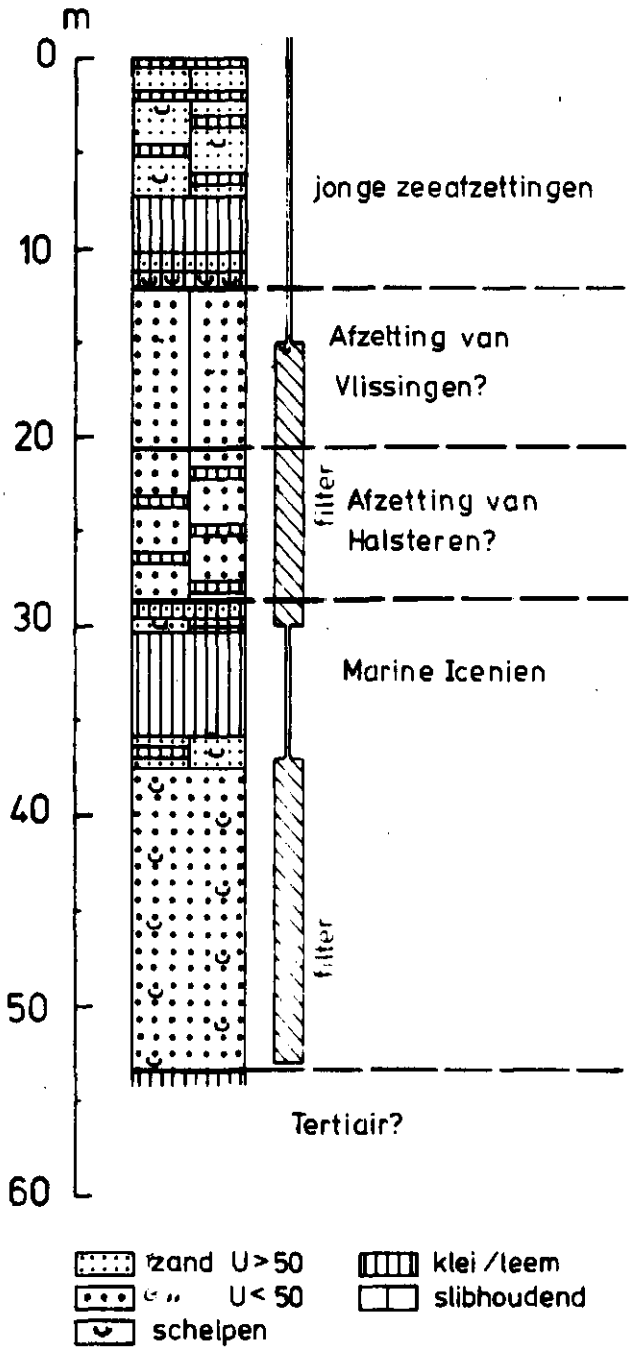
Overzichtskaart

Fig 1



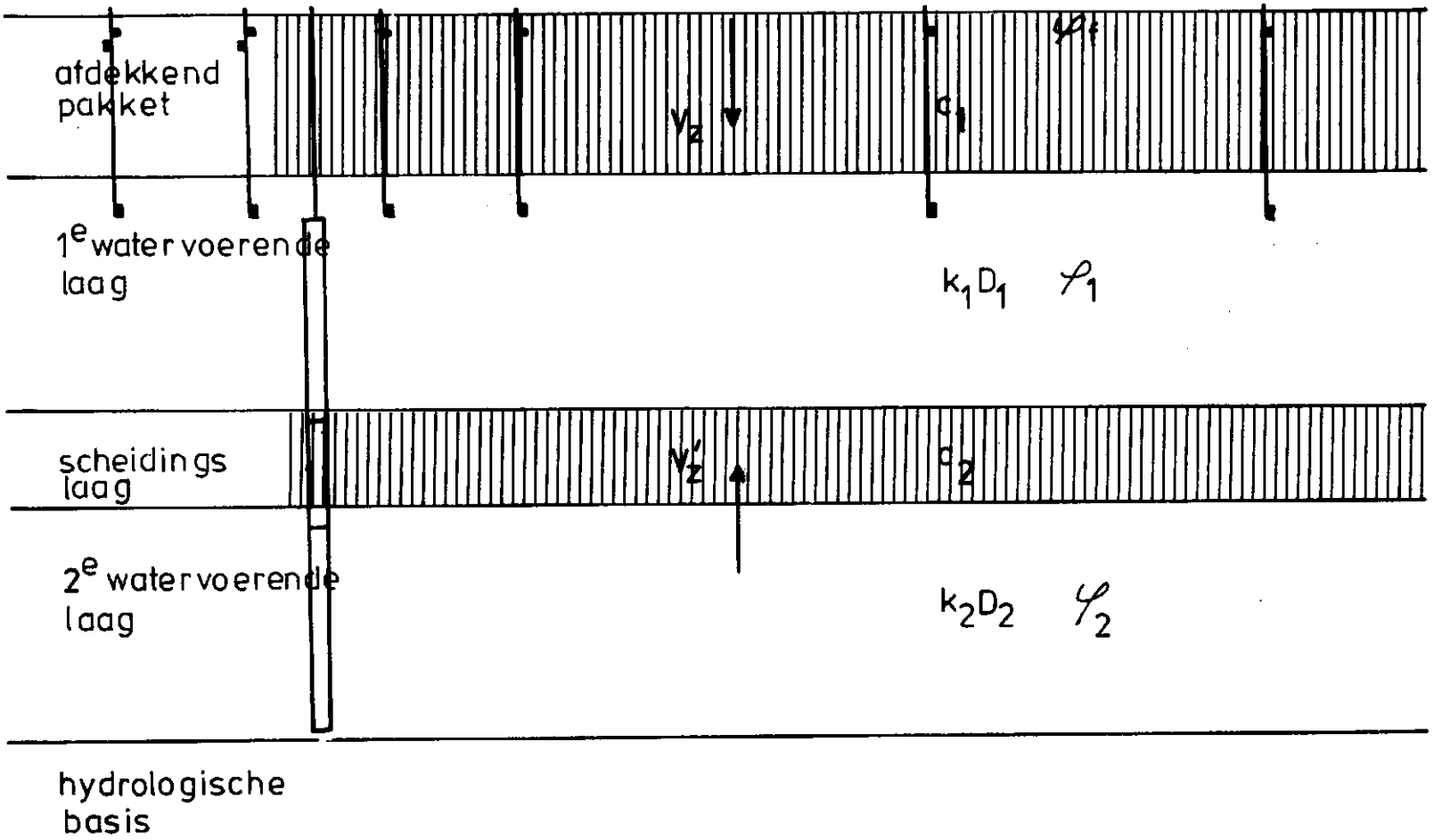
BOORPUNT. SCHAAL-EN SCHELPDIERCULTURES WESTKAPELLE

Fig 2



Een duidelijke stagnerende laag 29-36 m-mv. (verm. marien Icenien)
Mogelijk werd op 54 m Tertiair aangetroffen: als hydrologische basis niet betrouwbaar

Schematische voorstelling van de geo-hydrologische gesteldheid Fig 3



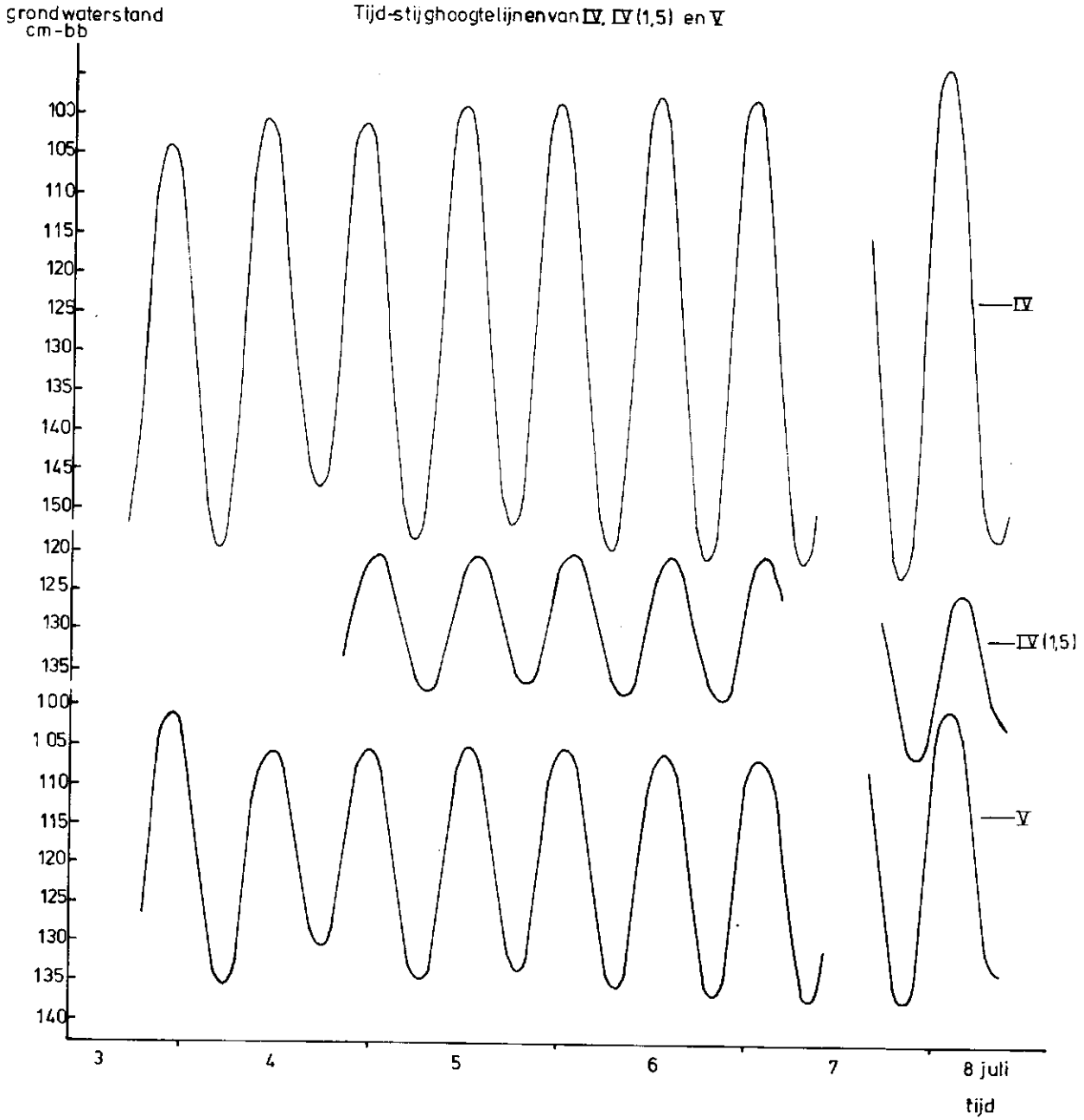
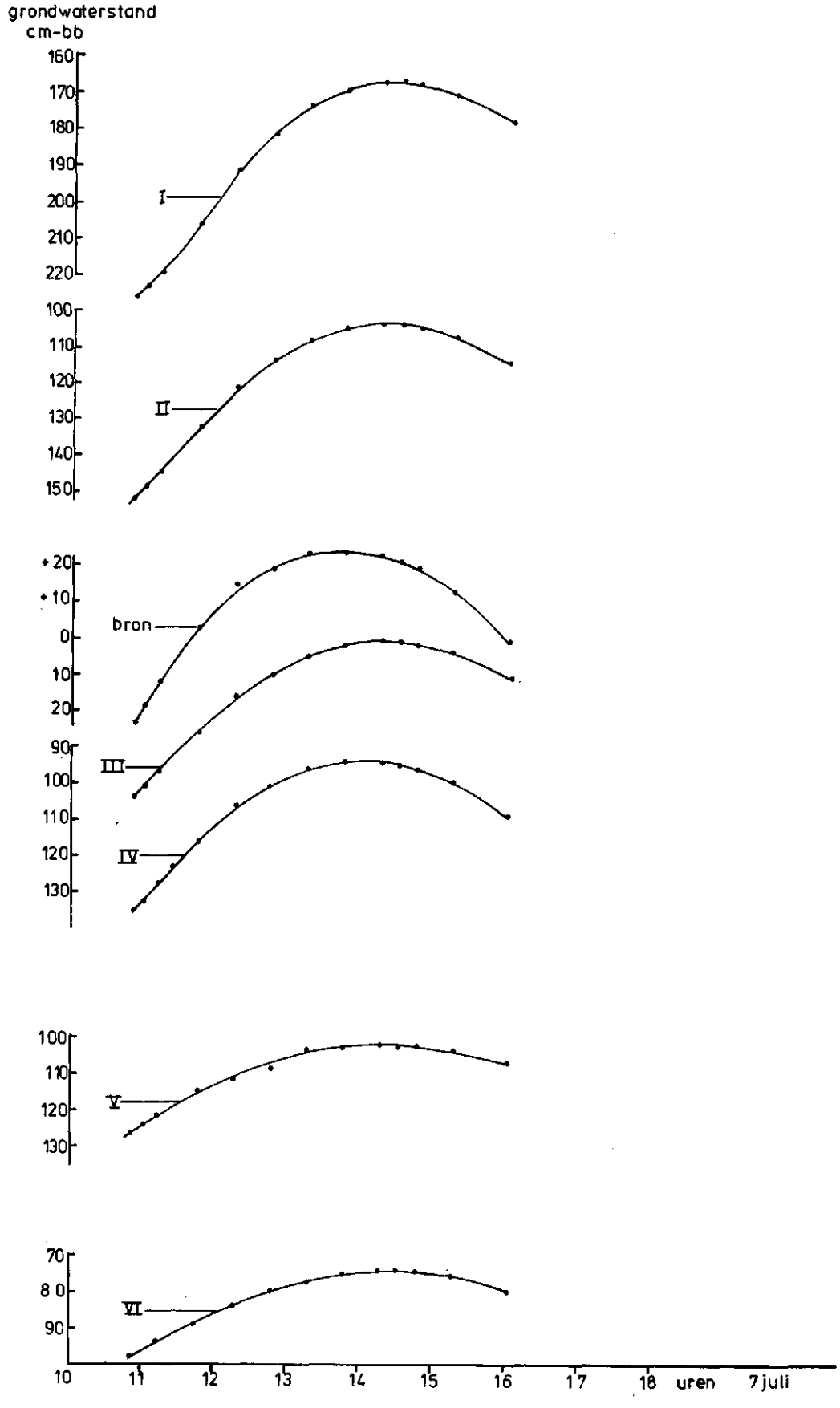

grondwaterstand
cm-bb
Tijd-stijghoogtelijnen van IV, IV (1,5) en V
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
120
125
130
135
100
105
110
115
120
125
130
135
140
IV
IV (1,5)
V
3
4
5
6
7
8 juli
tijd

Fig 4

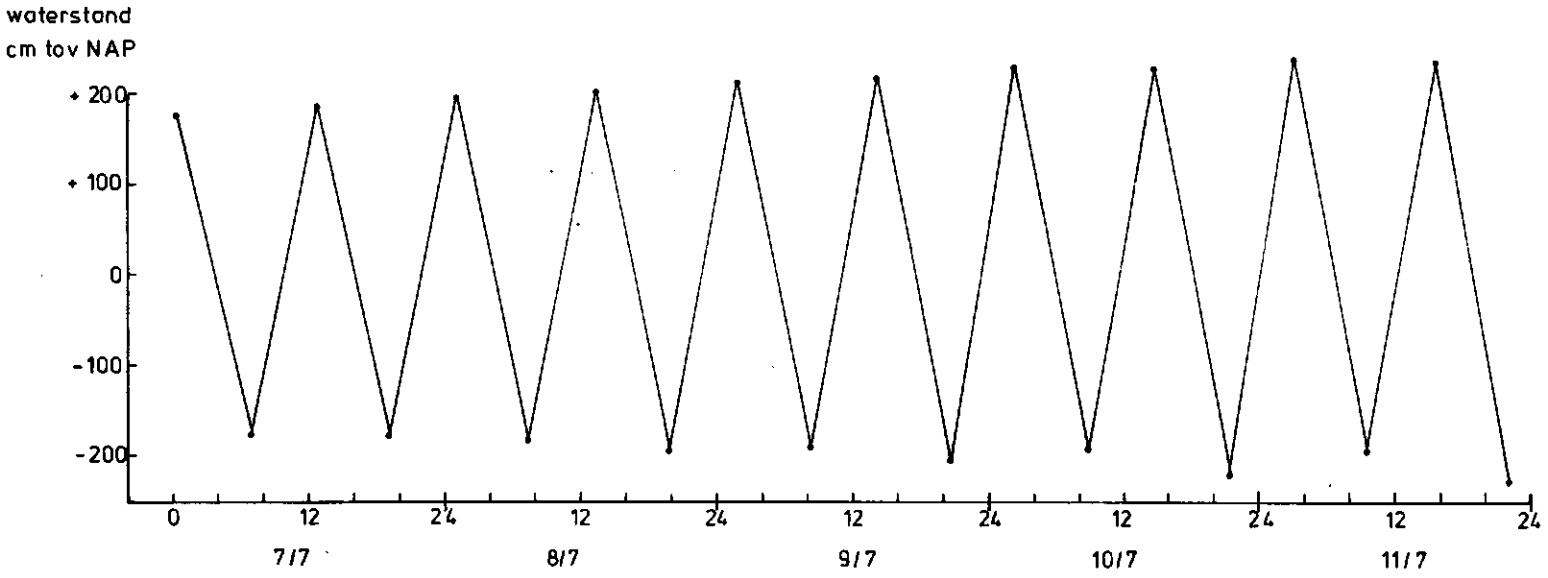
Tijdstijghootelijnen van de bron en de diepe filters

Fig 5



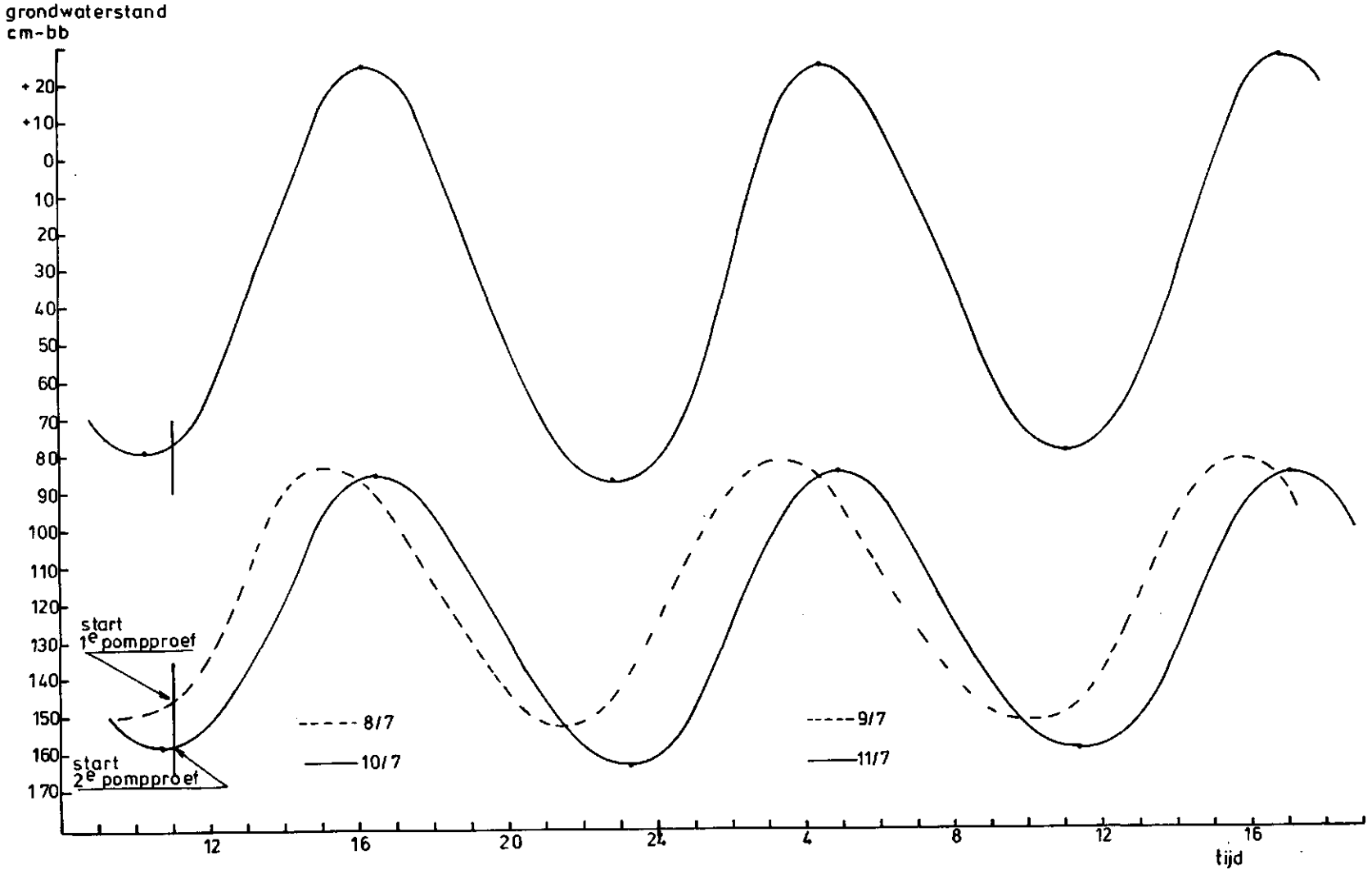
Hoog en laagwater te Vlissingen

Fig 6



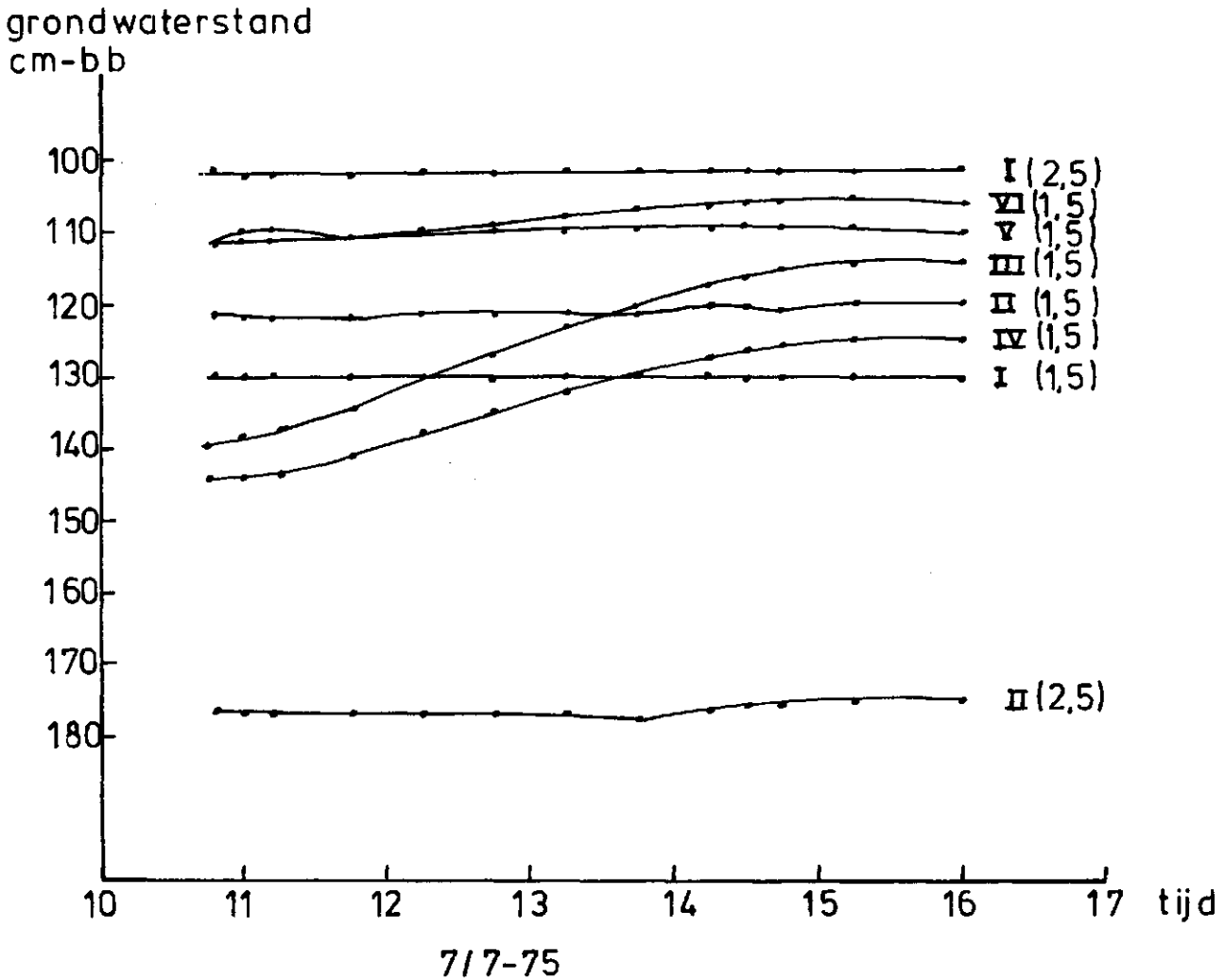
Geconstrueerde tijdstijghoogtelijnen van de bron en filter IV

Fig 7



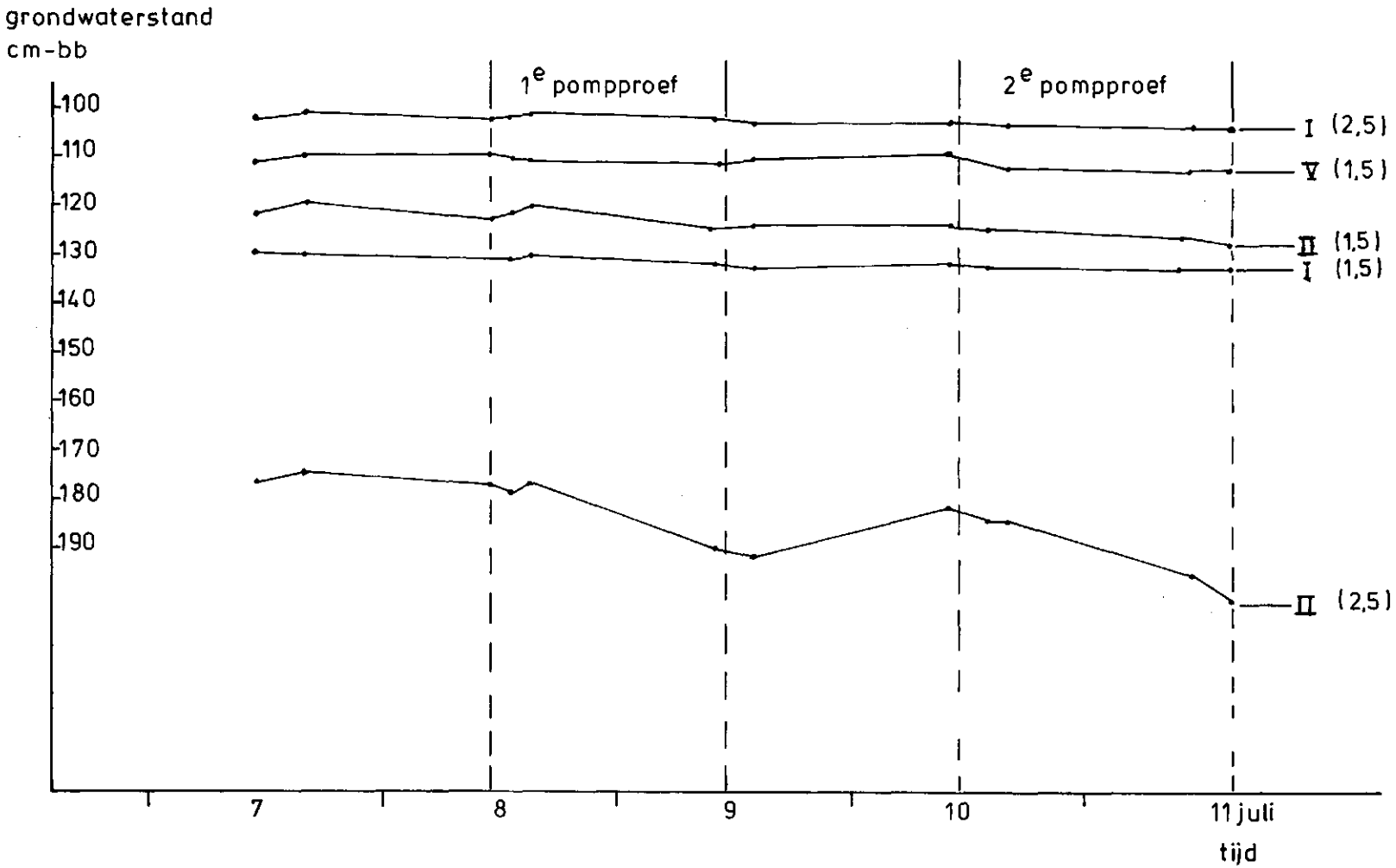
Tijd-stijghoogtelijn van de ondiepe buizen

Fig 8



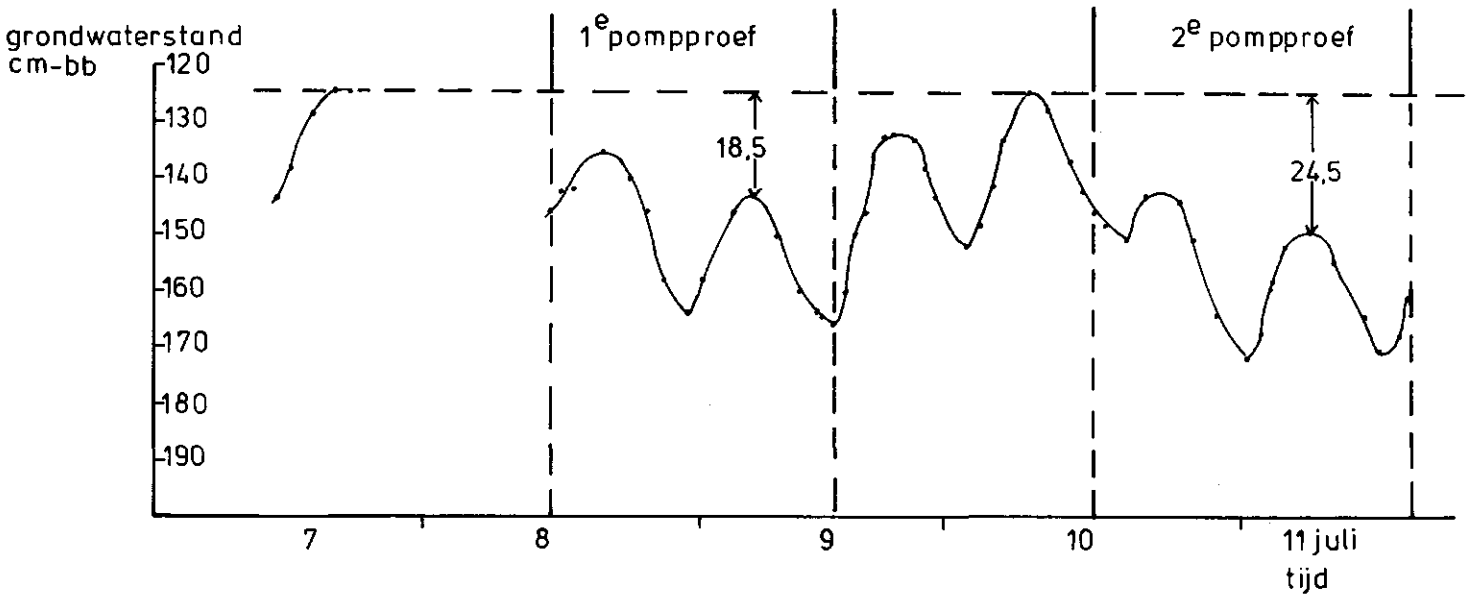
Tijd-stijghoogtelijnen van de ondiepe buizen

Fig 9



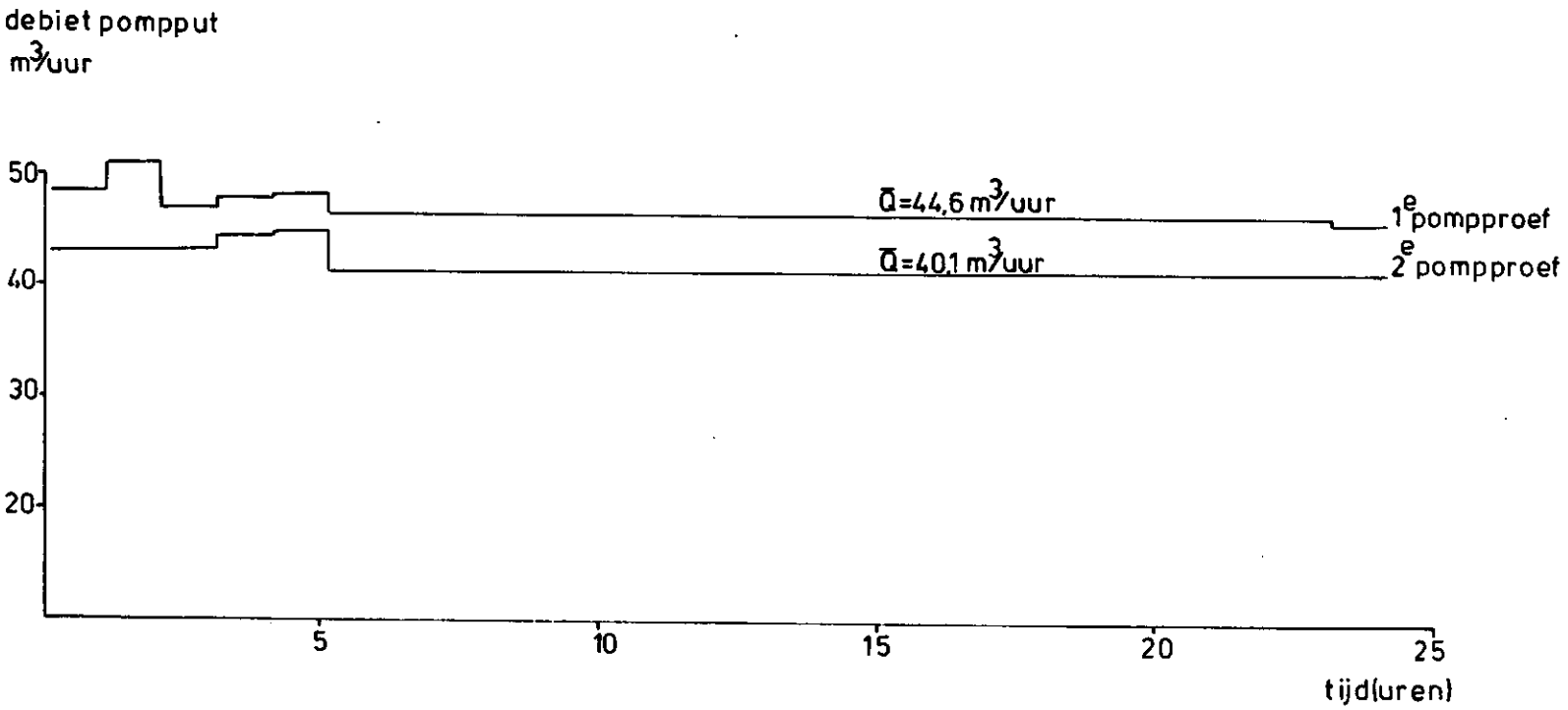
Tijd-stijghoogtelijn van IV (1,5)

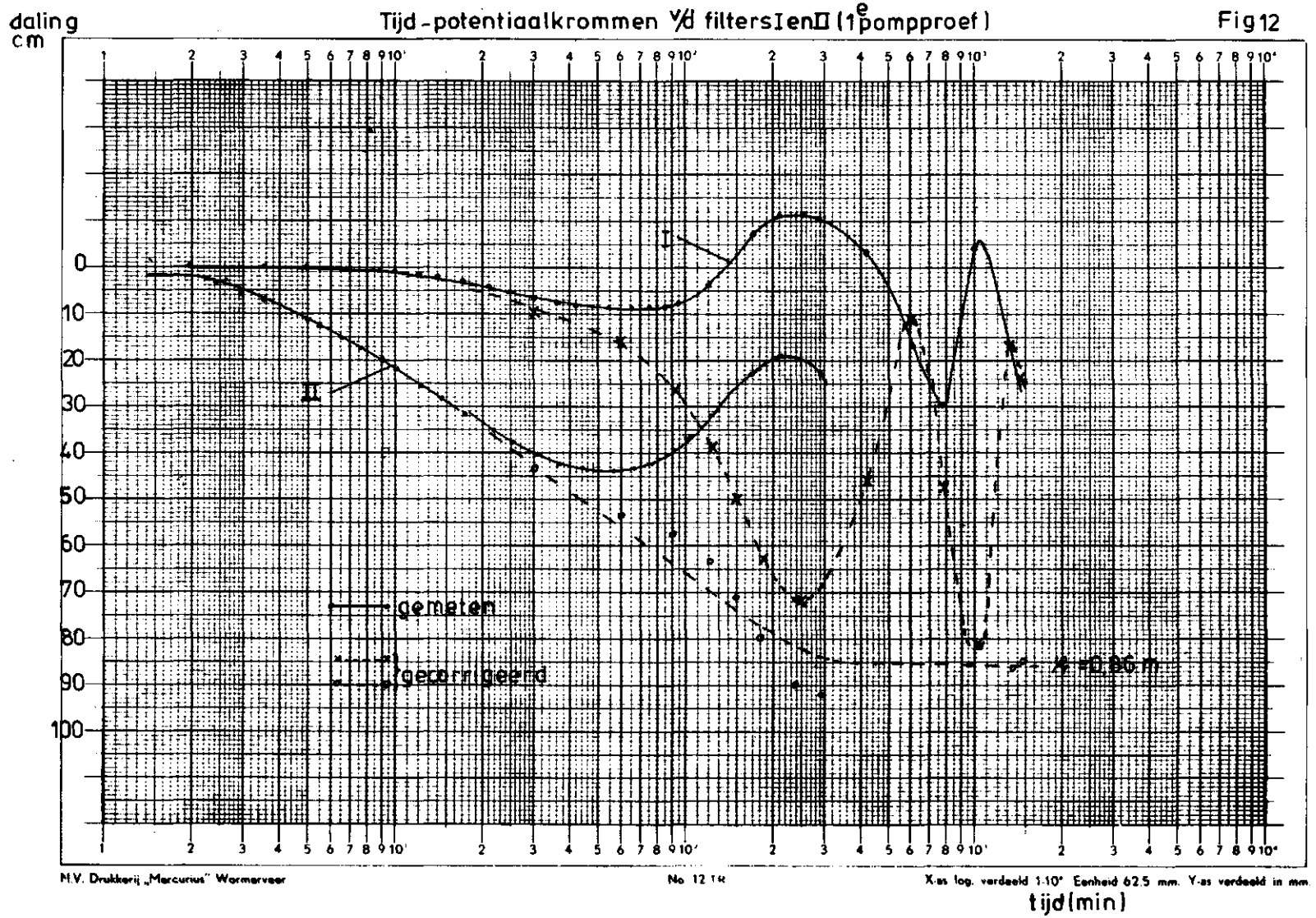
Fig10



De wateronttrekking tijdens de 1e en 2e pompproef

Fig 11



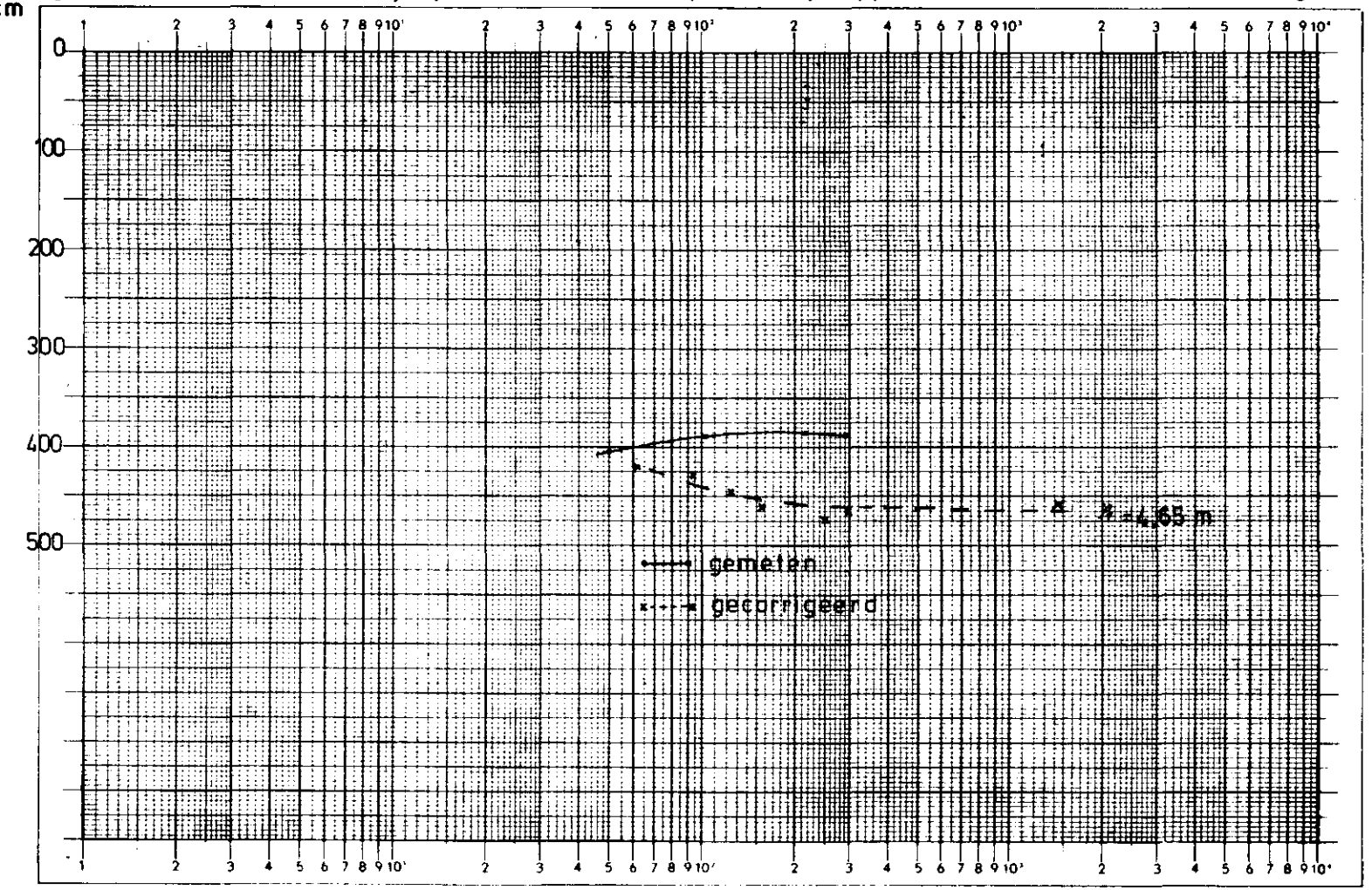


N.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer
No 12 1R

X-as log. verdeeld 1-10² Eenheid 62.5 mm. Y-as verdeeld in mm

Tijd - potentiaalkrommen v/d bron (1e pompproef)

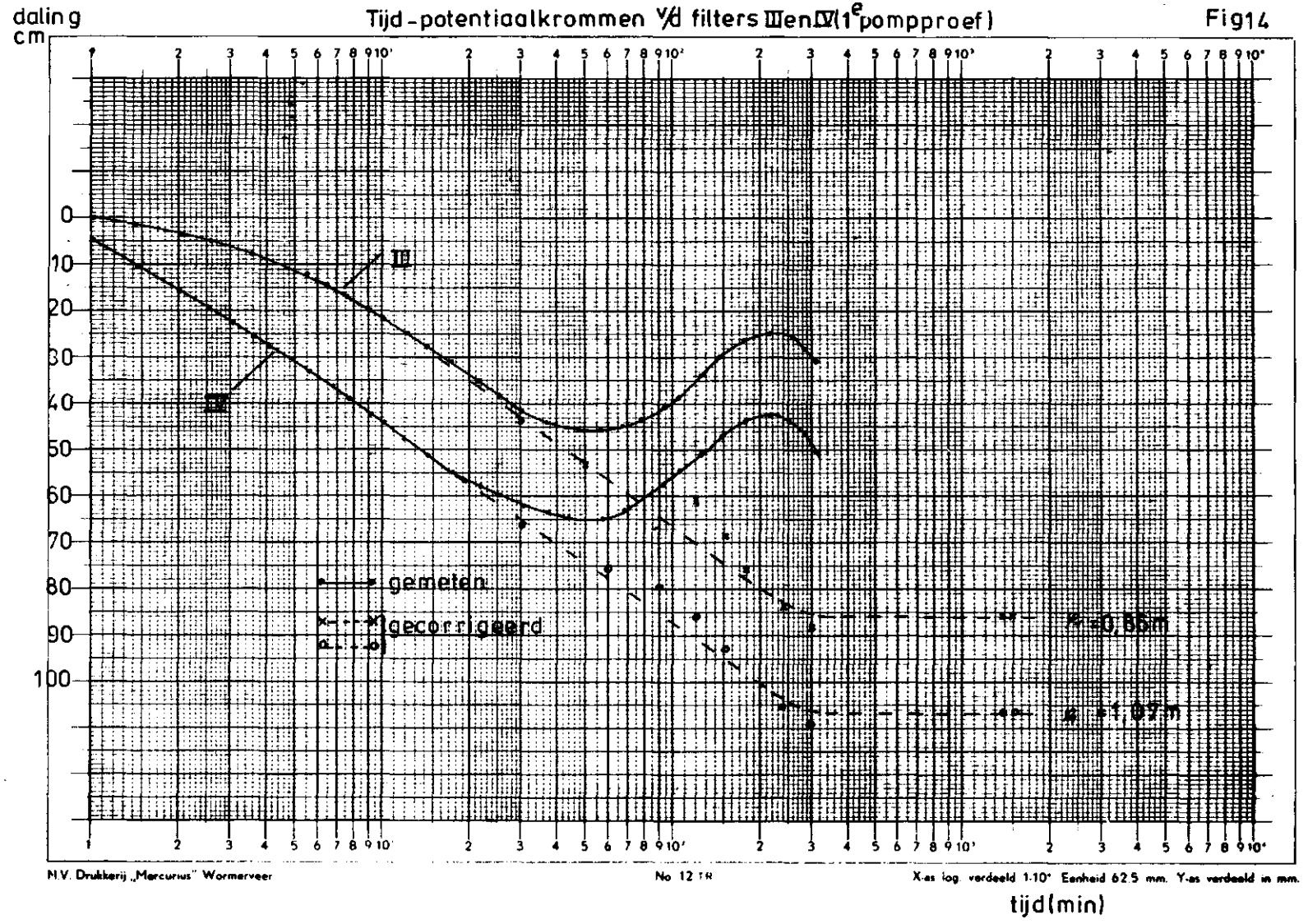
Fig13



N.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer

No 12 TR

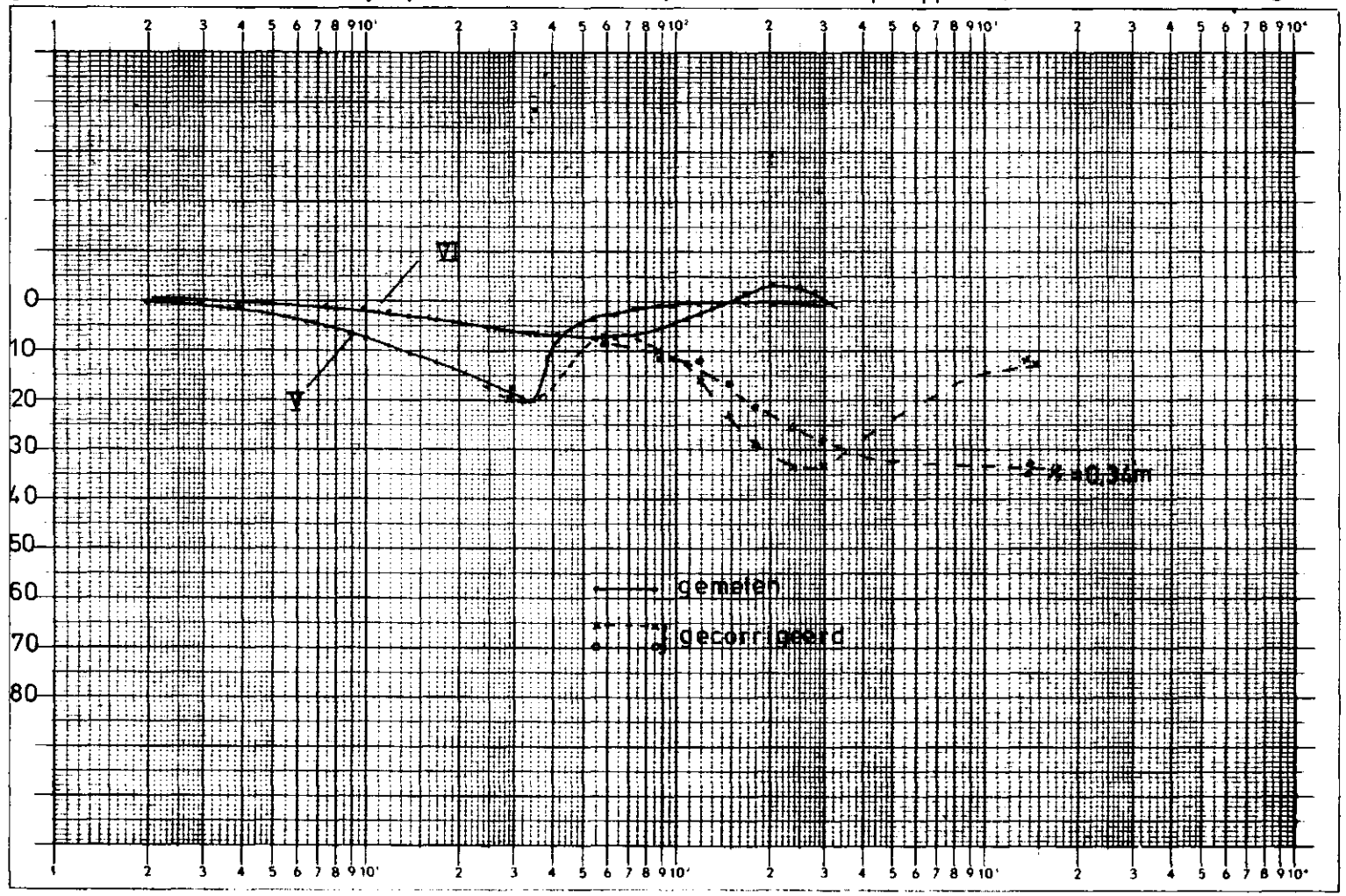
X-as log. verdeeld 1-10⁴ Eenheid 62.5 mm. Y-as verdeeld in mm.


daling
cm
Tijd-potentiaalkrommen v/d filters III en IV (1e pompproef)
Fig14
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
III
IV
gemeten
gecorrigeerd
s = 0,65m
s = 1,07m
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
10²
10³
10⁴
N.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer
No 12 TR
X-as log. verdeeld 1:10 Eenheid 62,5 mm. Y-as verdeeld in mm.
tijd(min)

daling
cm

Tijd - potentiaalkrommen v/d filters V en VI (1e pompproef)

Fig 15



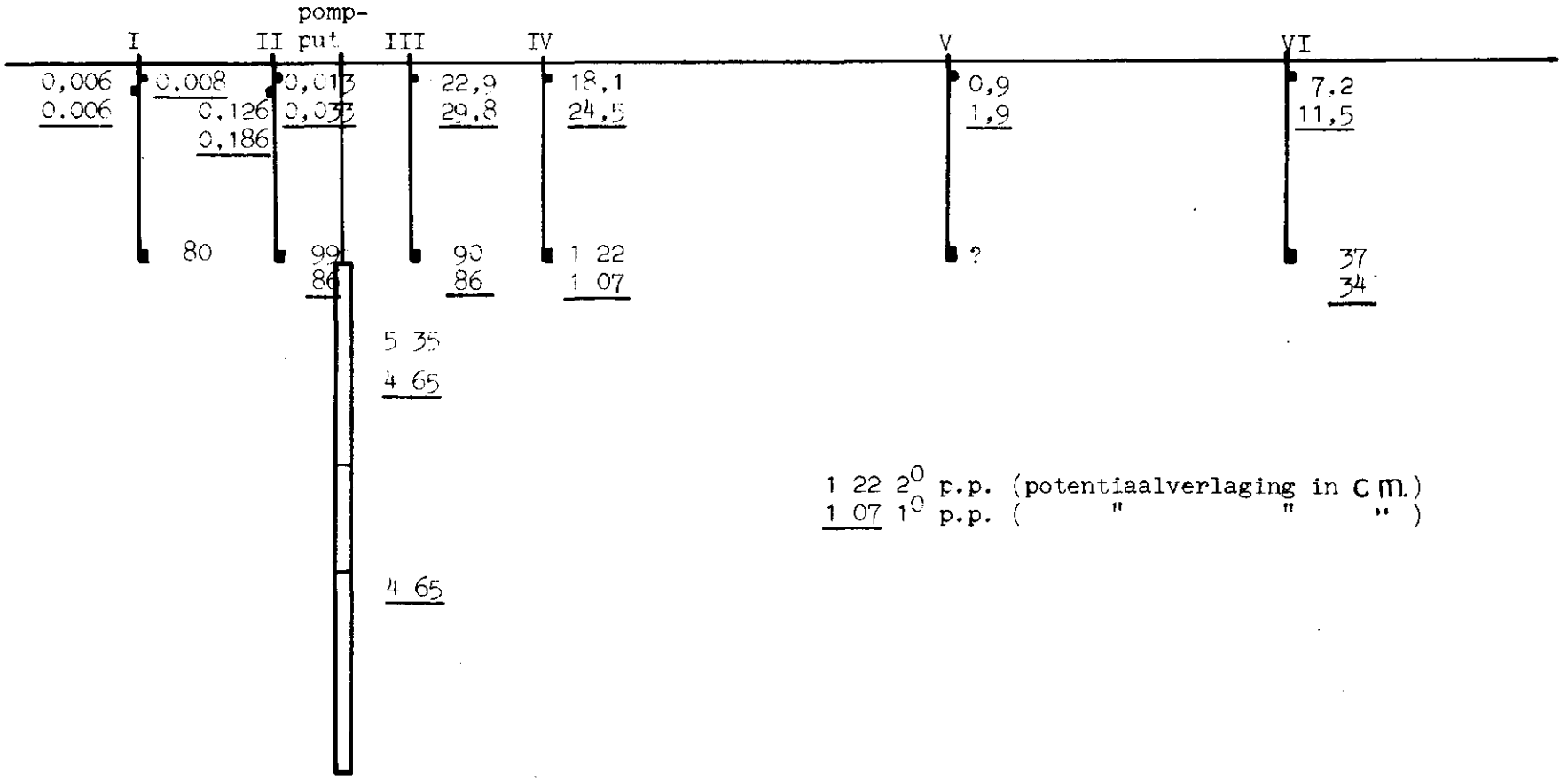
N.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer

No 12 TR

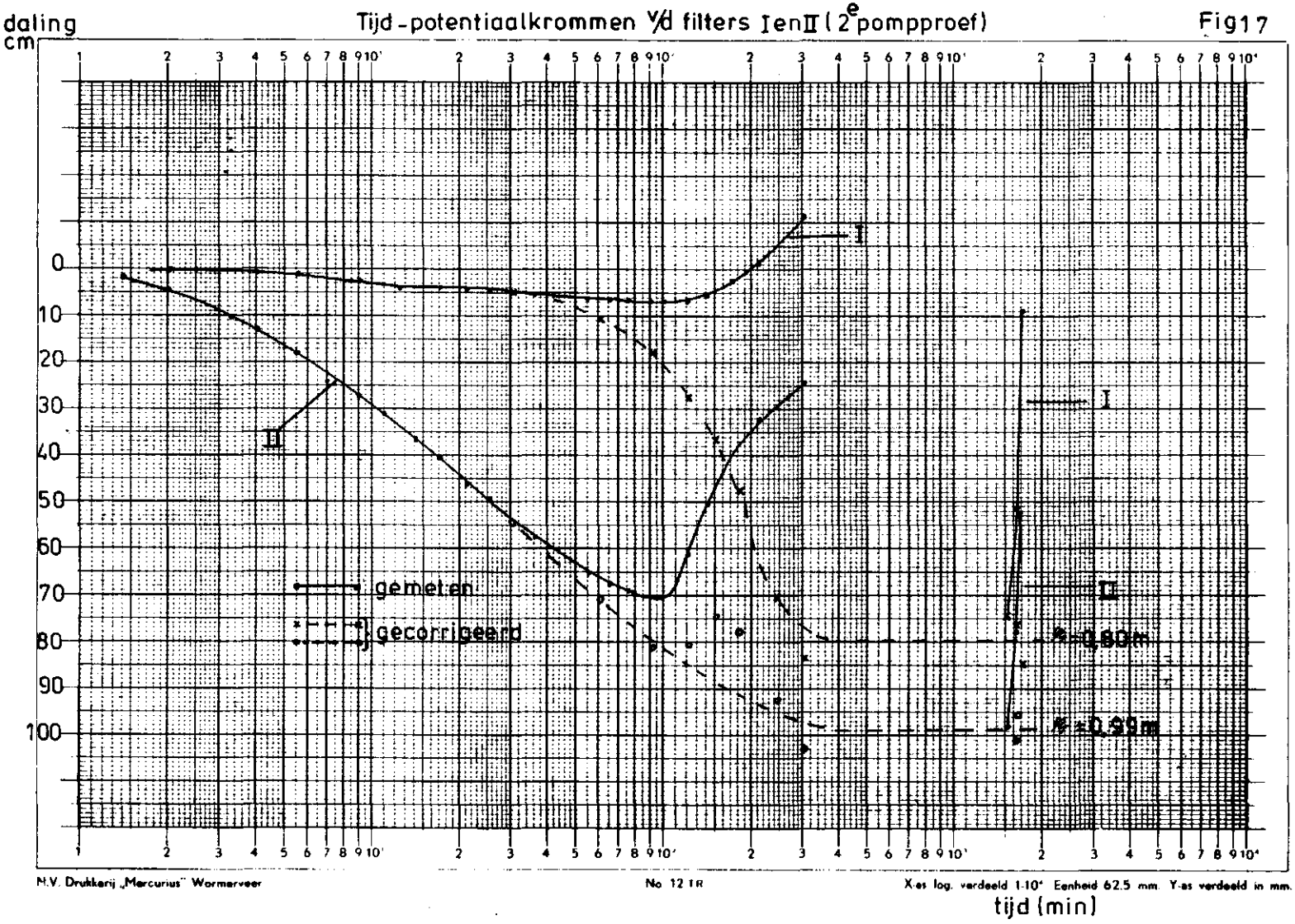
X-as log verdeeld 1-10 Eenheid 62.5 mm. Y-as verdeeld in mm.

Gemeten potentiaalverlagingen bij de 1e en 2e pompproef

Fig 16



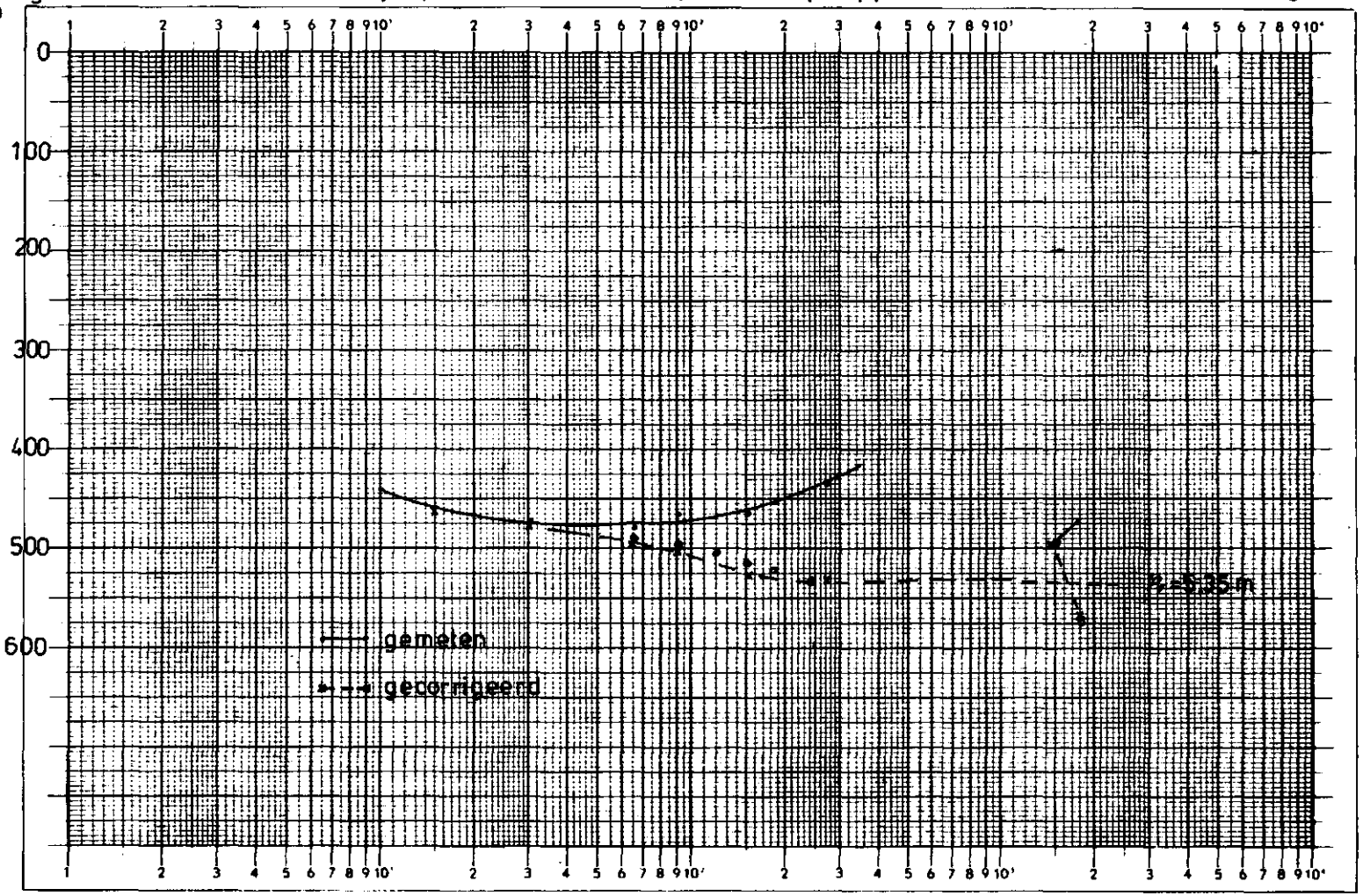
1 22 2^0 p.p. (potentiaalverlaging in cm.)
1 07 1^0 p.p. (" " ")


daling
cm
Tijd-potentiaalkrommen v/d filters I en II (2e pompproef)
Fig 17
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
I
II
gemeten
gecorrigeerd
I
II
s = 0,80 m
s = 0,99 m
N.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer
No 12 1 R
X-es log. verdeeld 1-10⁴ Eenheid 62,5 mm. Y-es verdeeld in mm.
tijd (min)

daling
cm

Tijd - potentiaalkrommen v/d bron (2e pompproef)

Fig 18



N.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer

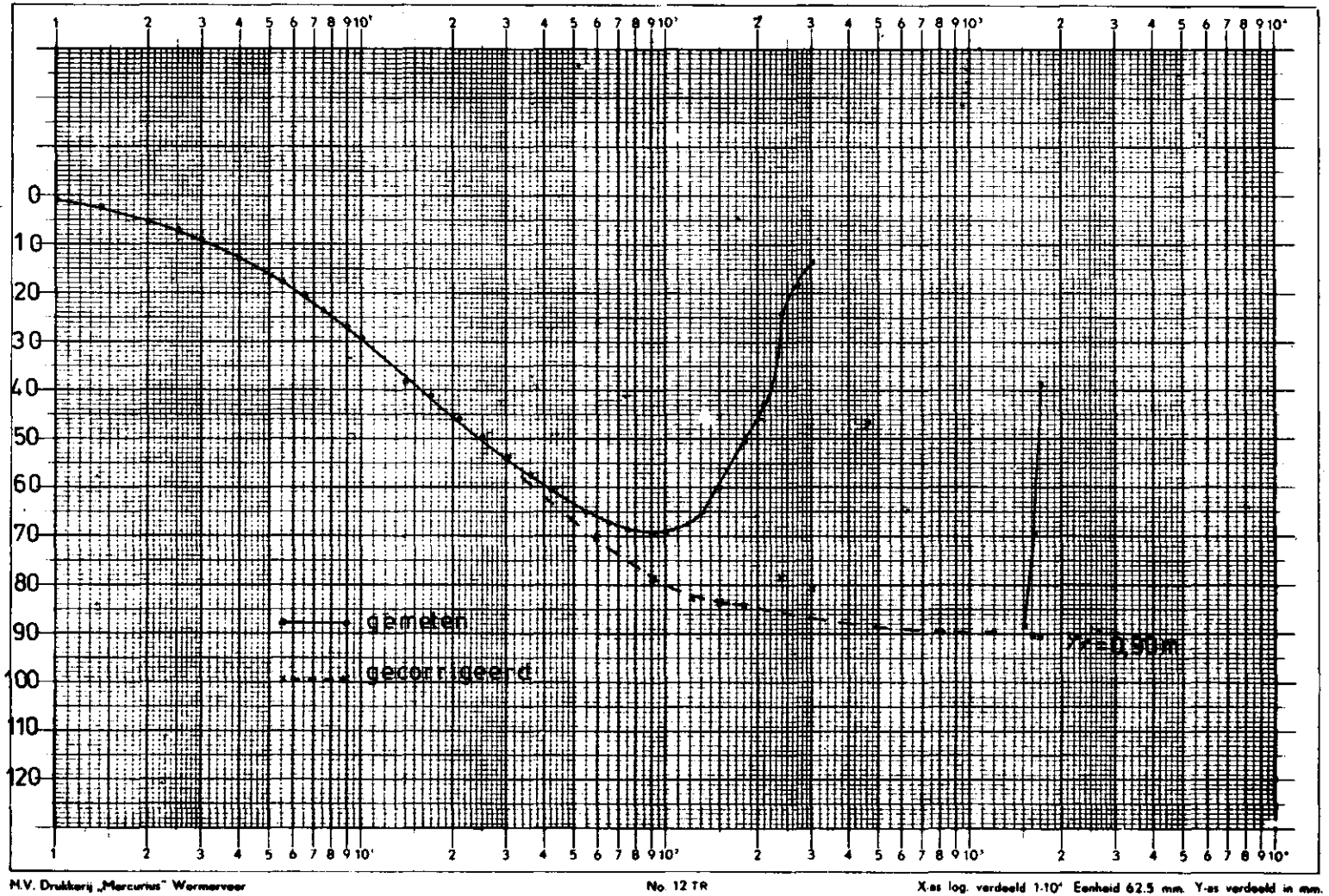
No. 12 TR

X-as log. verdeeld 1-10 Eenheid 62.5 mm. Y-as verdeeld in mm

daling
cm

Tijd-potentiaalkromme van filter III (2e pompproef)

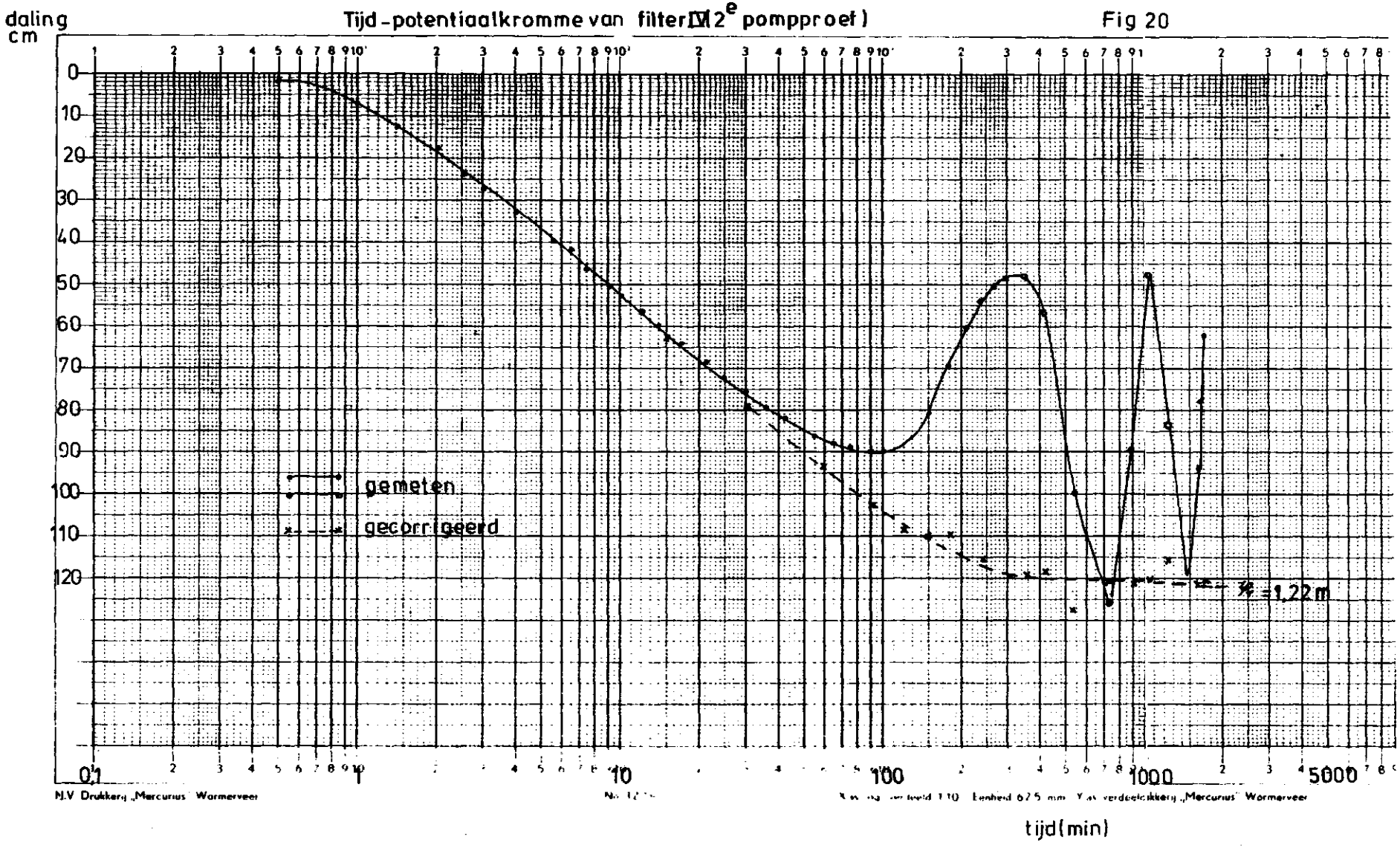
Fig19



M.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer

No. 12 TR

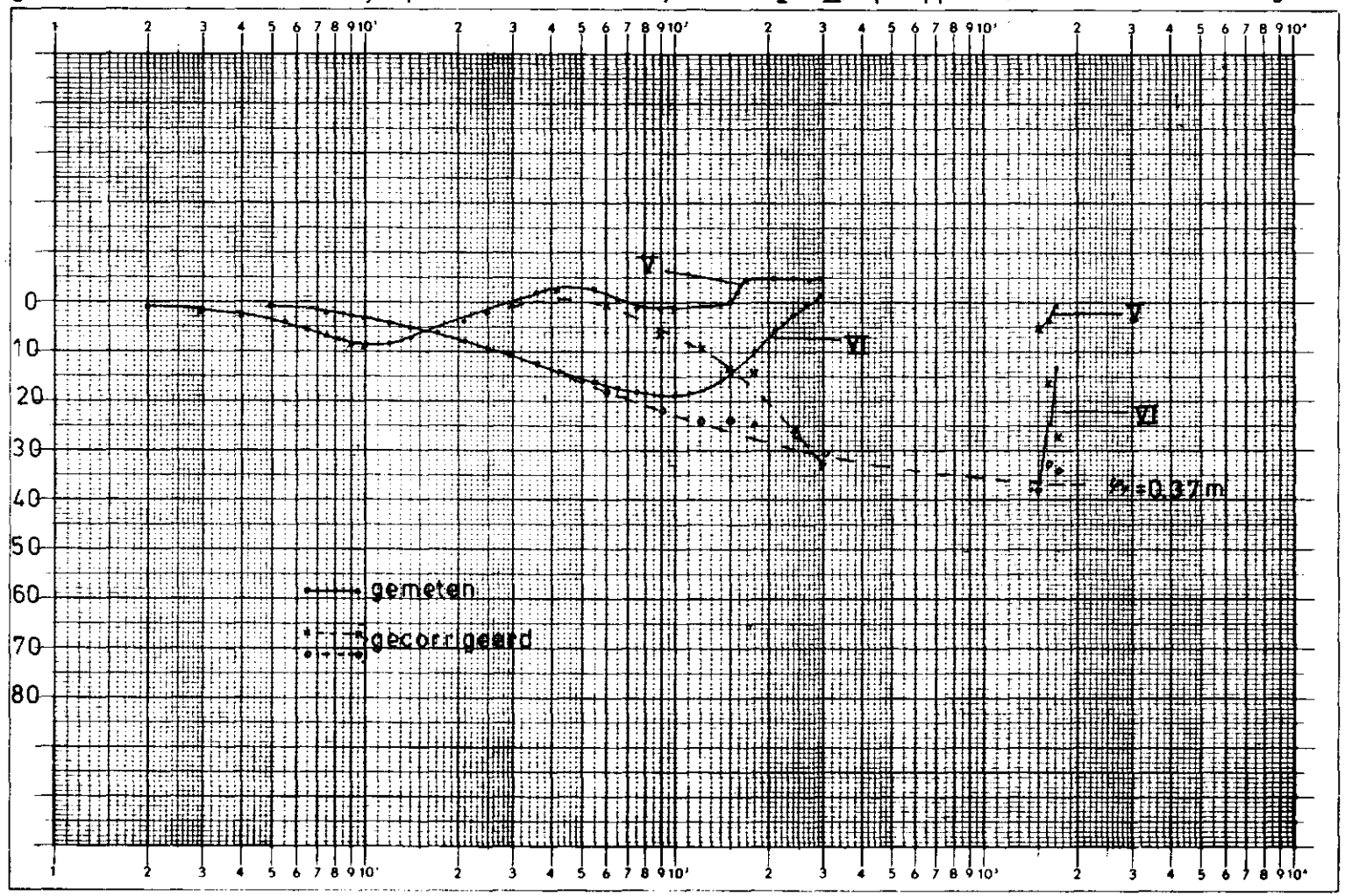
X-as log. verdeeld 1-10² Eenheid 62.5 mm. Y-as verdeeld in mm.


daling
cm
Tijd-potentiaalkromme van filter IX (2e pompproef)
Fig 20
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
gemeten
gecorrigeerd
=1,22 m
0,1
1
10
100
1000
5000
tijd (min)
N.V Drukkerij „Mercurius" Wormerveer

daling
cm

Tijd-potentiaalkrommen V/d filters V en VI (2e pompproef)

Fig 21



N.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer

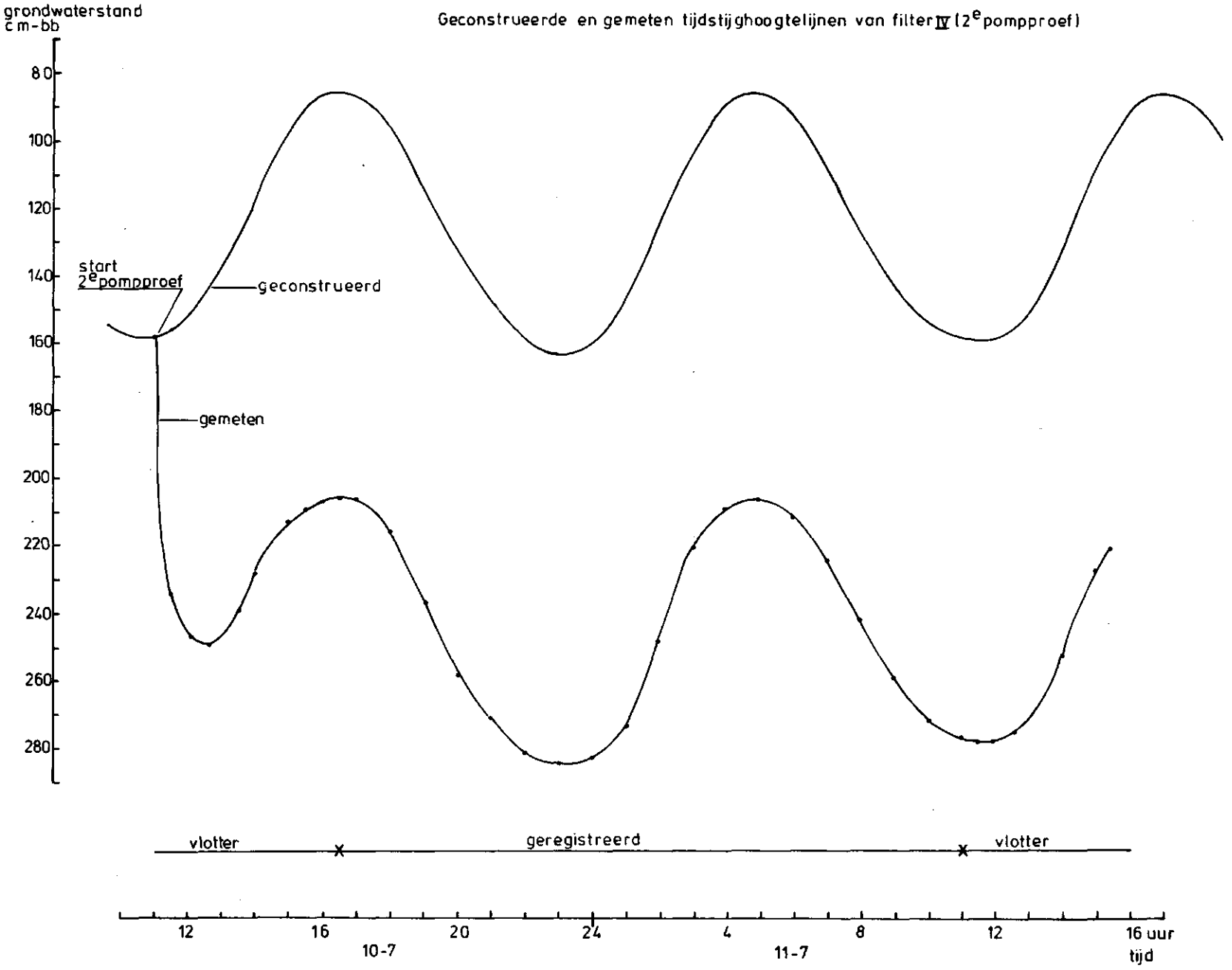
No 12 TR

X-as log. verdeeld 1:10¹ Eenheid 62,5 mm. Y-as verdeeld in mm.

tijd (min)

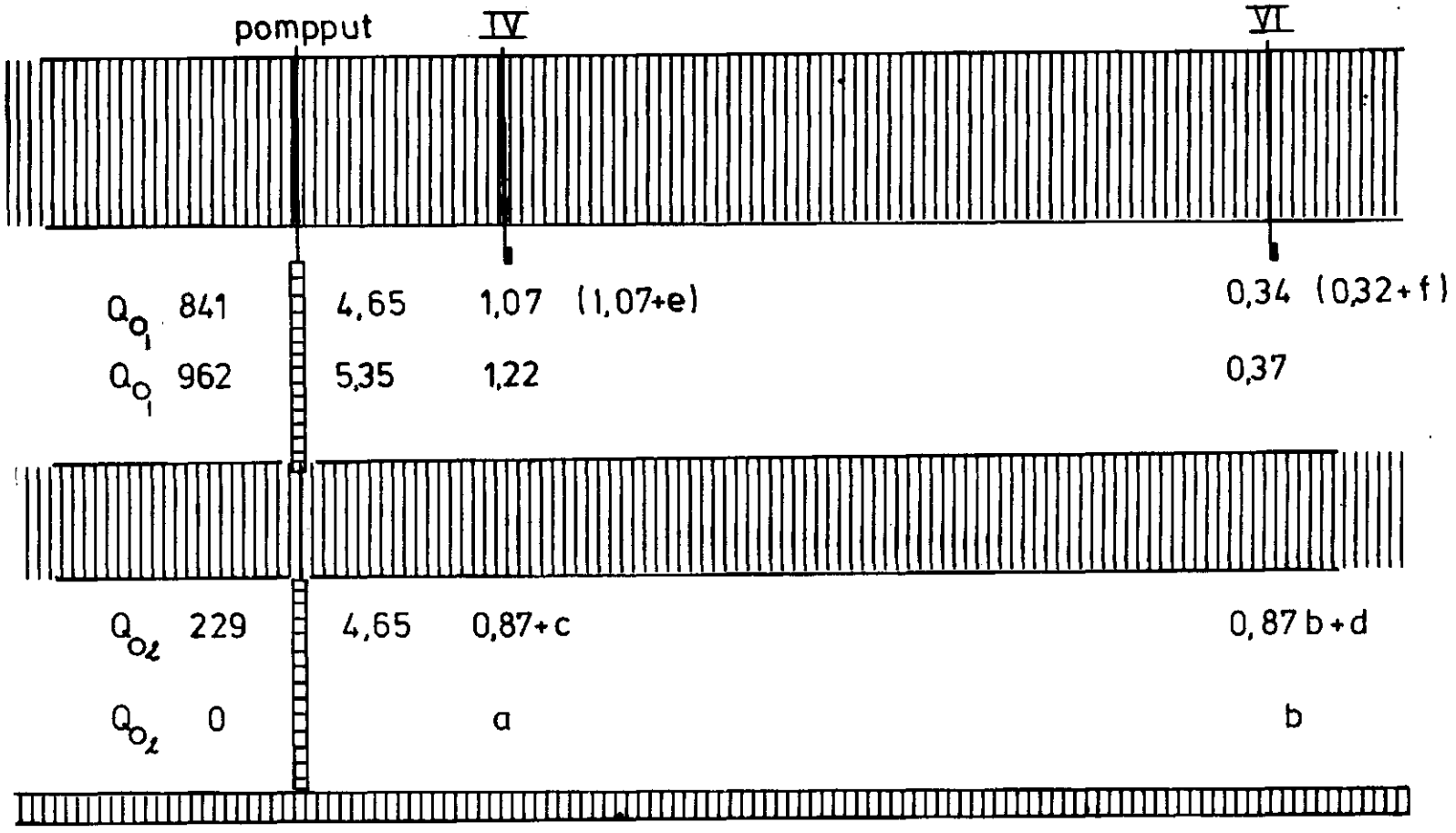
Geconstrueerde en gemeten tijdstijghoogtelijnen van filter IV (2e pompproef)

Fig 22



Gemeten en berekende potentiaalverlagingen

Fig23



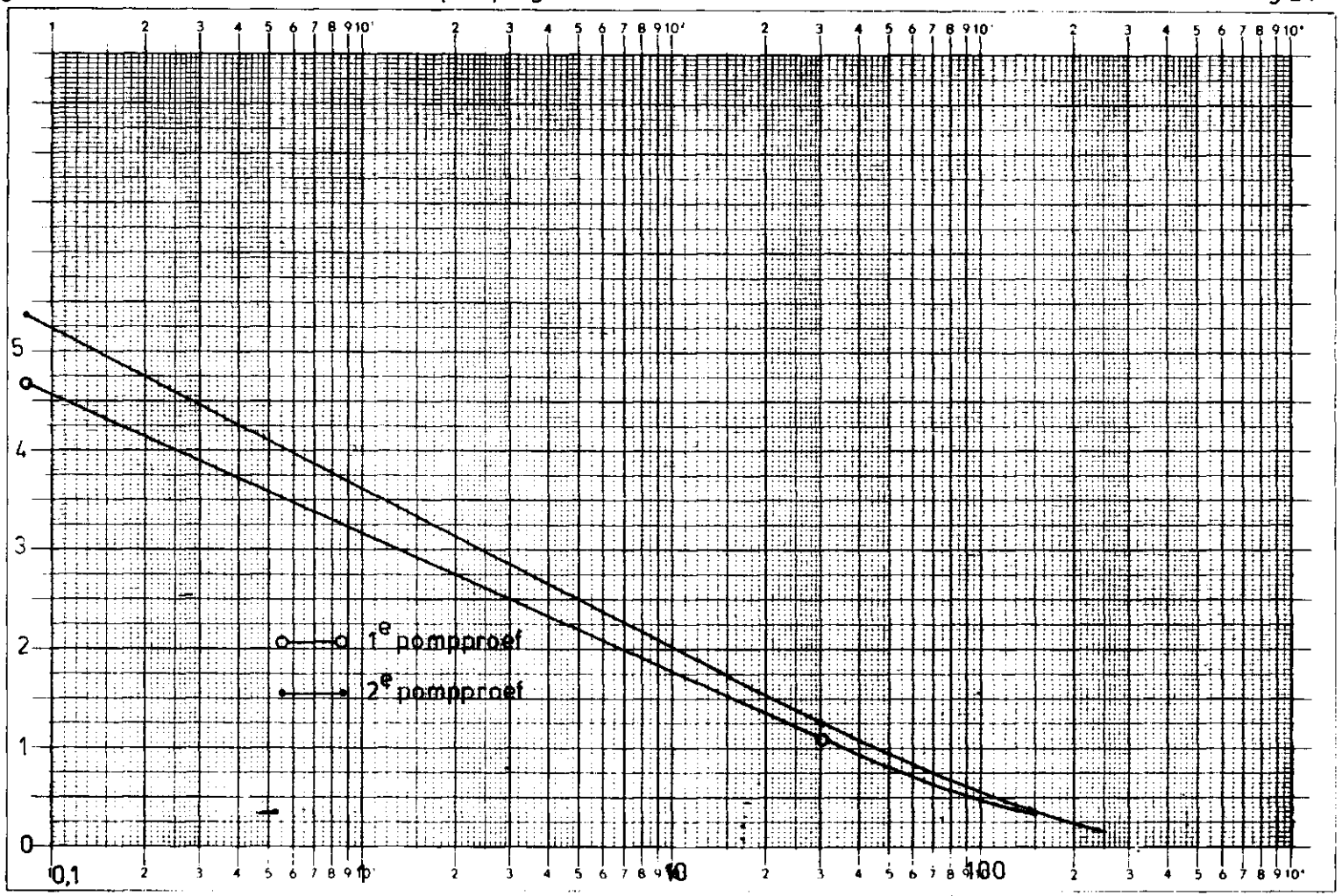
a = 4,2 e
b = 4,2 f

1.07 : potentiaalverlaging in m. in de eerste watervoerende laag (1e pompproef)
1.22 : " " " " " " " (2e proef)
(0.87a+c),(0.87b+d) : " " " " tweede " " (1e proef)
a, b : " " " " " " " (2e proef)

daling
m

Afpompingskrommen

Fig 24



N.V. Drukkerij „Mercurius" Wormerveer

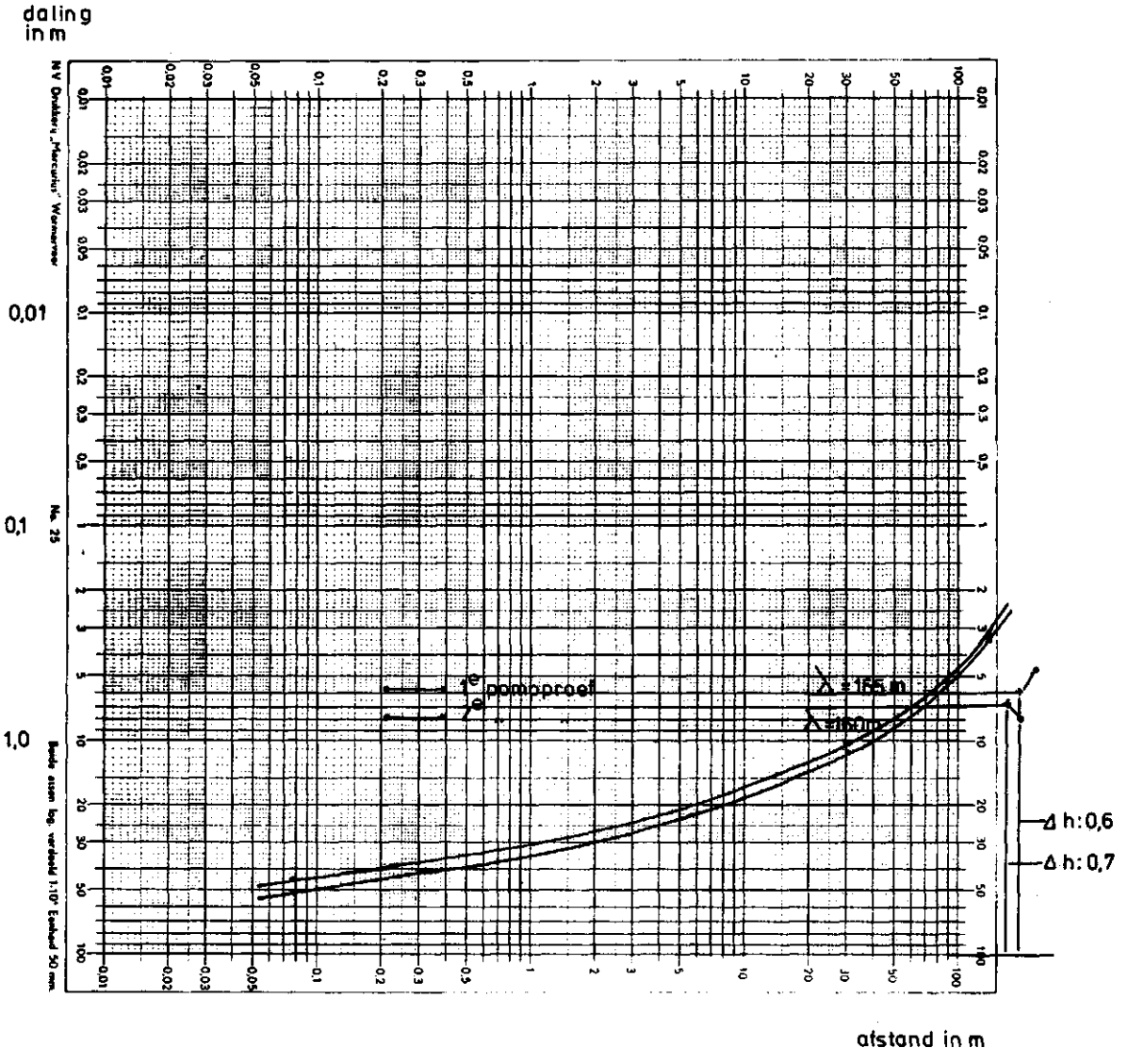
No 12 1K

X as log verdeeld 1 10 Eenheid 62 5 mm. Y as verdeeld in mm

afstand tot de pompput (m)

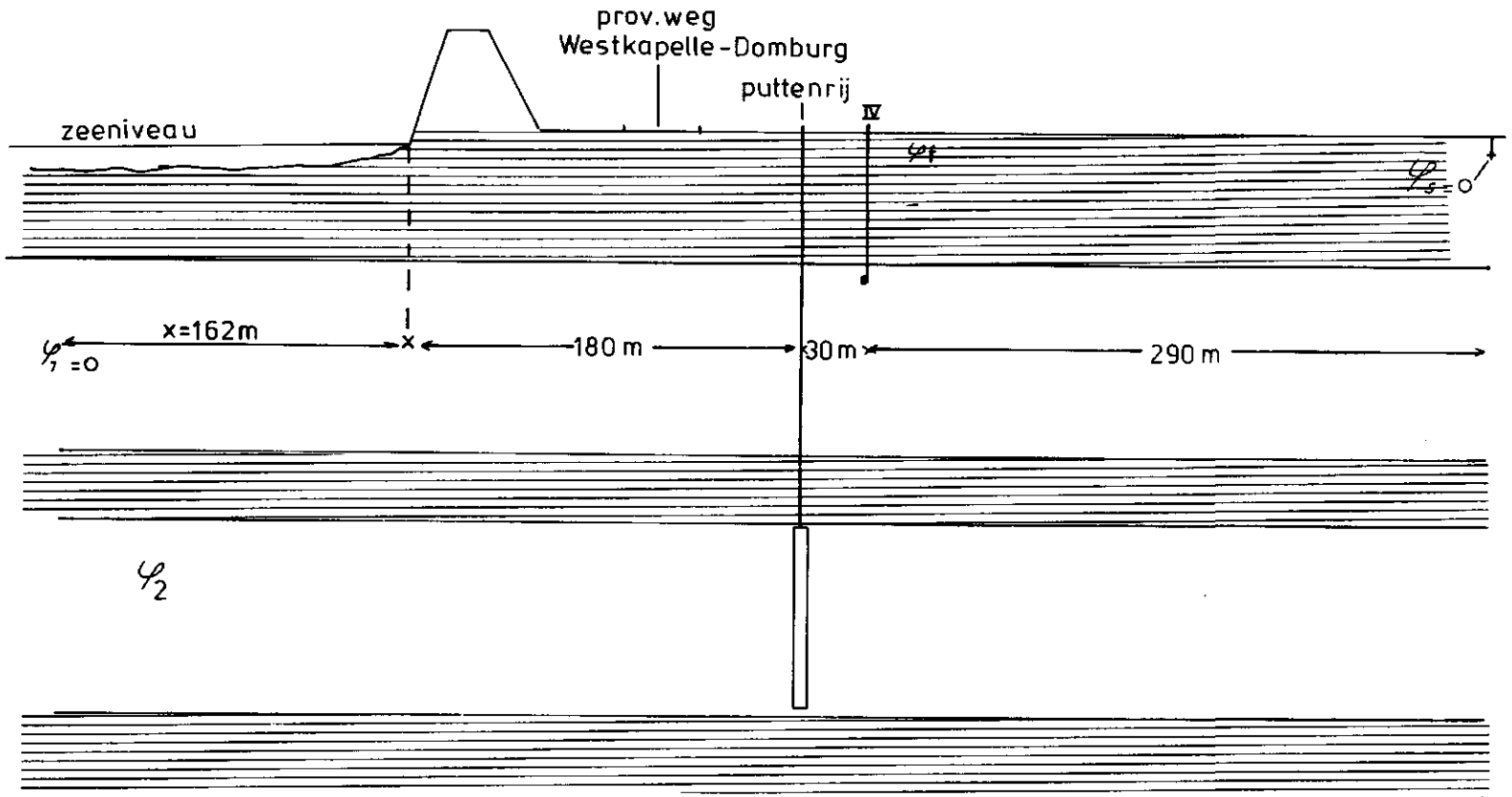
Afpompingskrommen

Fig 25



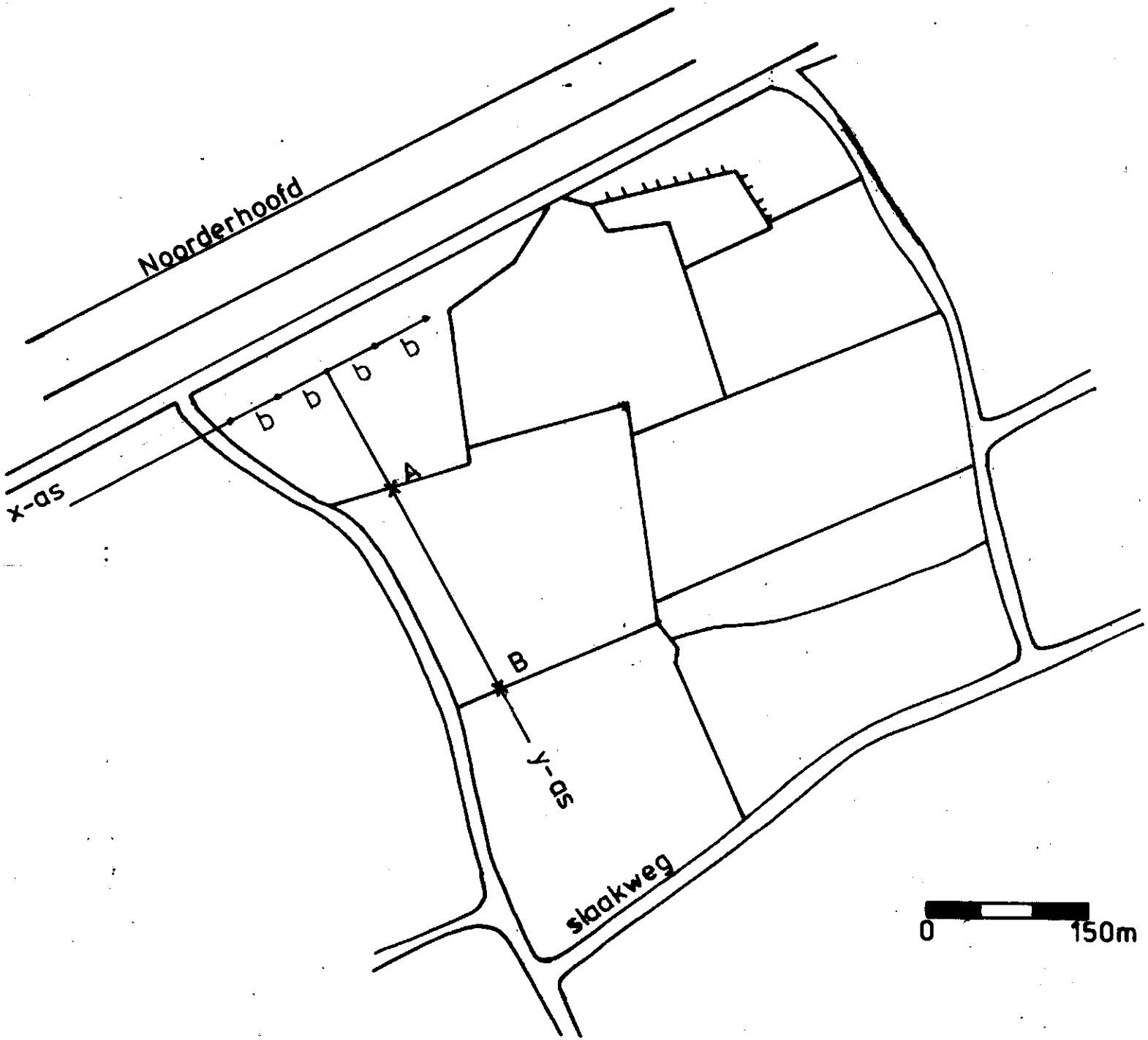
Randvoorwaarden bij de toekomstige onttrekking

Fig 26



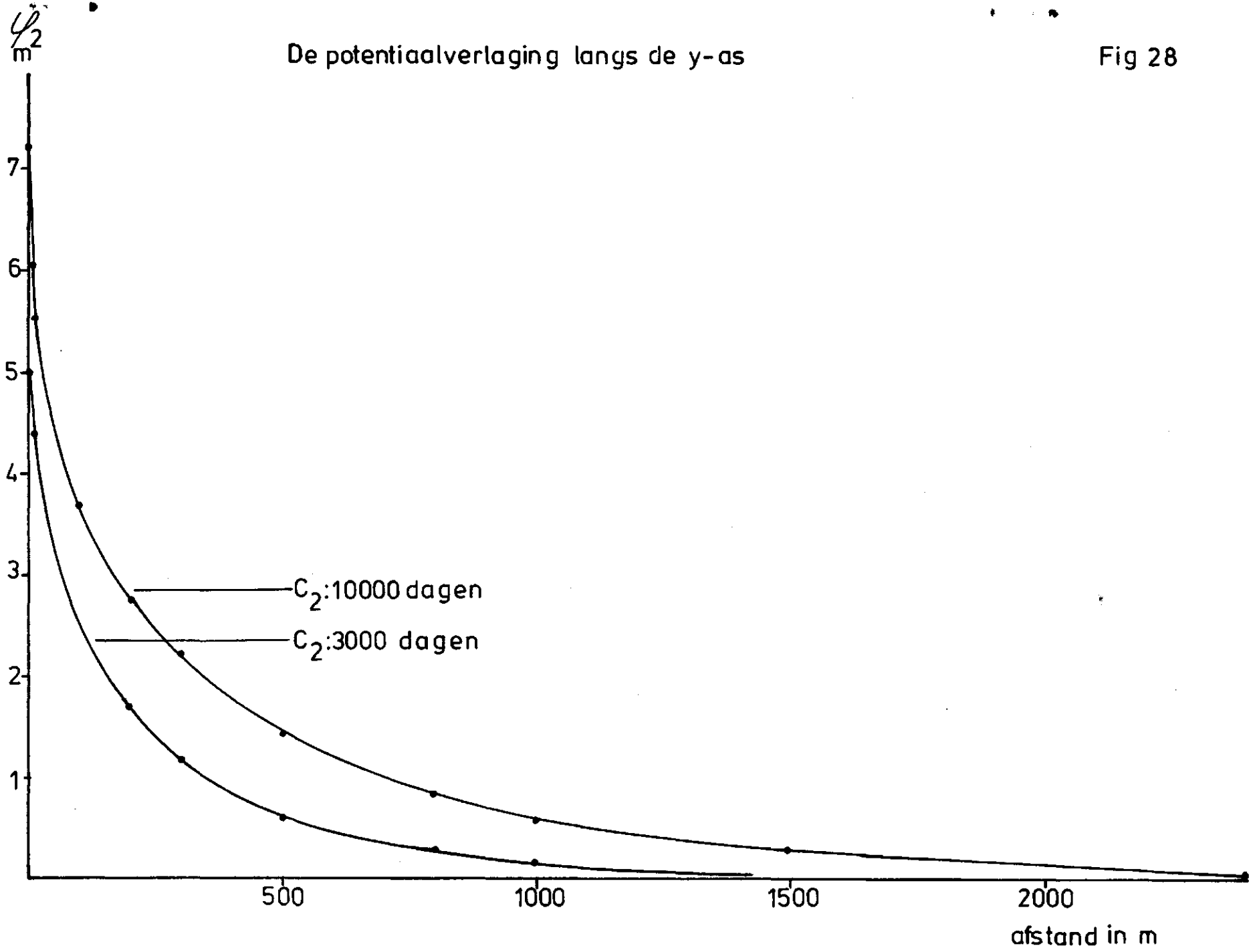
Overzichtskaart

Fig 27



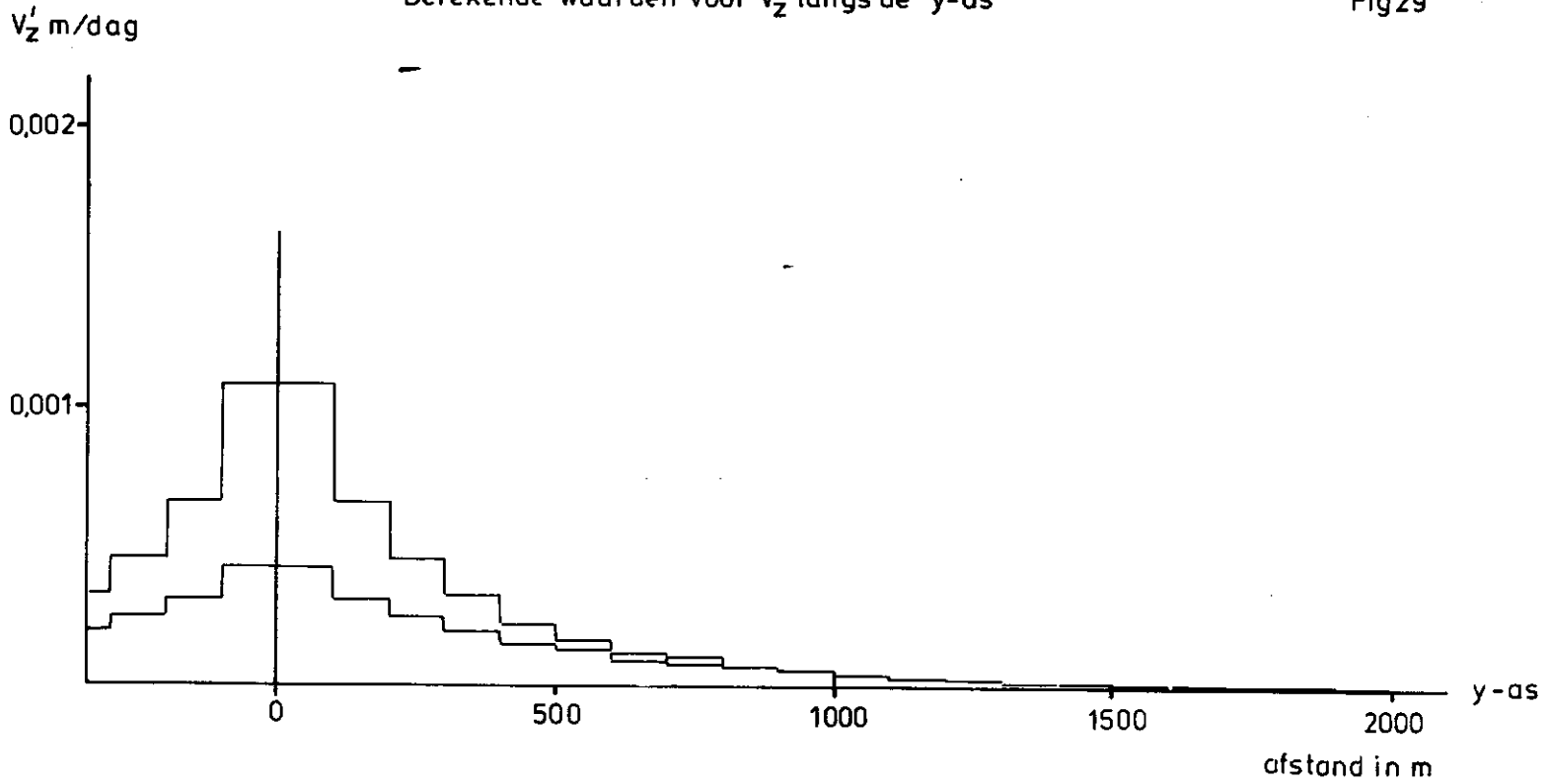
De potentiaalverlaging langs de y-as

Fig 28



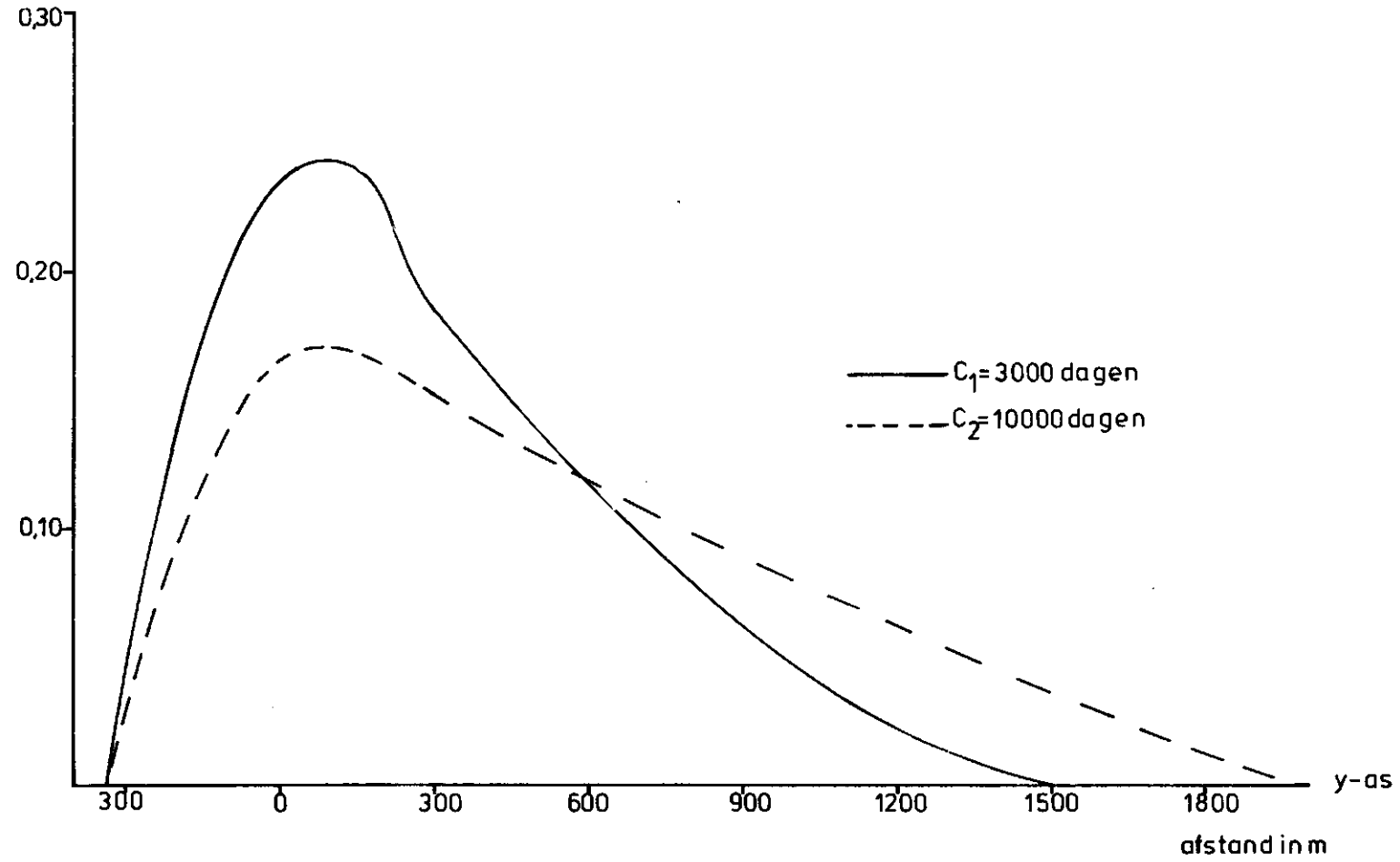
Berekende waarden voor V_z' langs de y-as

Fig 29



Daling φ (y) bij een onttrekking van 790 m^3/dag

Fig 30



De berekende daling φ (y) tussen A en B in fig 27

Fig 31

