

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 405, d. d. 3 augustus 1967

Pompproef M219 te Vierakker

J. J. de Vries

**Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemid-
delen, 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 onder-
zoek nog niet is afgesloten.**

**Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking**

Inleiding

Op 17 en 18 april 1967 is ten behoeve van het geo-hydrologisch onderzoek in de Achterhoek een pompproef uitgevoerd in de omgeving van Vierakker.

Hiertoe werden de boringen M219, M220, M221 en M222 gezet. Hiervan werd M222 ingericht als pompput terwijl M219, M220 en M221, die respectievelijk gelegen zijn op een afstand van 135 m, 45 m en 15 m van de pompput, afgewerkt werden als waarnemingsputten.

In deze boringen werd zowel op ongeveer 25 m beneden maaiveld als op ongeveer 2 m beneden maaiveld een waarnemingsfilter geplaatst.

Als pompfilter is een met glasvlies omwikkeld spleetfilter van P.V.C., met een diameter van 3" en een lengte van 17 m gebruikt.

Verder zijn waarnemingen verricht in de bestaande waarnemingsbuizen M184, M185 en 33H/83 (voor lokatie zie fig. 1).

(M185, die niet op fig. 1 is aangegeven, ligt ongeveer 3,5 km ten noord-oosten van het proefgebied).

Hydro-geologische situatie

In figuur 2 is een litho-stratigrafisch profiel weergegeven. Zoals hieruit blijkt worden de watervoerende formaties gevormd door matig fijne- tot middel grove zanden waarin plaatselijk grindhoudende lenzen voorkomen. Verder zijn verspreid door het profiel dunne leemlaagjes aangetroffen die echter een beperkte horizontale uitbreiding te zien geven en dus niet als belangrijk storende horizonten gezien behoeven te worden.

Het watervoerende pakket begint op enkele meters beneden maaiveld als Formatie van Kreftenheye die van fluviatiele oorsprong is. Op ongeveer 15 m diepte gaat deze formatie over in fluvio-glaciale afzettingen die zich waarschijnlijk tot een diepte van meer dan 70 m uitstrekken. Waarschijnlijk echter beginnen op geringere diepte reeds slecht doorlatende kleilagen, die als ondoorlatende basis zijn te beschouwen.

In het algemeen wordt het sediment na 40 m diepte fijn zandiger en neemt het slibgehalte toe.

Op de overgang tussen de formatie van Kreftenheye en het Fluvio-glaciaal werd enkele meters glimmerrijk, veenhoudend materiaal aangetroffen. Waarschijnlijk behoren deze afzettingen tot het Continentaal Eemien.

Grondwaterstandswaarnemingen

Teneinde een indruk te verkrijgen van de beweging van de grondwater-
 spiegel onder invloed van het seizoen tijdens de pompproef, werden in de pe-
 riode van 5 april tot 20 april grondwaterstandswaarnemingen verricht. In
 figuur 3 zijn de waarnemingsuitkomsten van enkele diepe filters als tijd-
 stijghoogtelijnen weergegeven.

Hieruit blijkt dat in de periode dat de pompproef plaatsvond de na-
 tuurlijke daling van de grondwaterstand ongeveer 2 cm/dag bedroeg.

Analyse van de bij de pompproef verkregen gegevens

Van 17 april 10.22 uur tot 18 april 11.45 uur werd met een constant
 debiet van 850 m³/dag gepompt. De hierbij optredende potentiaaldalingen
 zijn voor de diepe- en de ondiepe filters, respectievelijk in de figuren
 4 en 5 weergegeven als tijd-potentiaalcurven.

Deze curven zijn gecorrigeerd op de natuurlijke grondwaterstands daling.

Zoals uit deze figuren blijkt was aan het einde van de proef nog geen
 evenwicht ingetreden. Verder geven de maximale dalingen uitgezet tegen de
 afstanden tot de pompput op dubbel logaritmisch papier een rechte lijn, zo-
 dat we mogen concluderen dat het water zich door het gehele watervoerende
 pakket als zuiver freatisch gedraagt.

De maximale potentiaaldalingen aan het einde van de proef waren als
 volgt:

	Maximale potentiaaldalingen	
	diep	ondiep
M221/ 15 m	20 cm	20 cm
M220/ 45 m	12 cm	11 cm
M219/135 m	4,5 cm	2,5 cm

Hierop dient echter nog een correctie te worden toegepast in verband
 met het feit dat we met een onvolkomen put hebben te maken, waardoor nabij
 de pompput een extra weerstand optreedt tengevolge van radiale stroming.

Voor de correctie op de potentiaaldalingen geldt de volgende formule:

$$\phi_{\text{onvolkomen}} - \phi_{\text{volkomen}} = \frac{Q}{2\pi kD} \cdot \frac{2D}{\pi h} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\sin \frac{n\pi b}{D} - \sin \frac{n\pi a}{D} \right) \cdot \cos \frac{n\pi z}{D} \cdot K_0 \left(\frac{n\pi r}{D} \right)$$

hierin is:

- ϕ de potentiaaldaling in m
- Q de putopbrengst in m^3/dag
- D de dikte van het watervoerende pakket ≈ 60 m
- kD de doorlatendheid in $m^2/dag \approx 2500 m^2/dag$ (geschat)
- h de lengte van het pompfilter
- b de afstand van bovenkant pompfilter tot ondoorlatende basislaag
 $= 48$ m
- a de afstand van onderkant pompfilter tot ondoorlatende basislaag
 $= 32$ m
- h de lengte van het pompfilter $= 17$ m
- z de afstand van het midden van het pompfilter tot de ondoorlatende basislaag $= 40$ m
- r de afstand van de pompput tot de waarnemingsput in m
- K_0 een gemodificeerde Besselse functie

Volgens deze formule moet op de potentiaaldaling in de buis op 15 m een correctie van 8 cm worden toegepast, en op de daling in de buis 45 m een correctie van 1 cm.

Deze bedragen lijken niet waarschijnlijk, aangezien het potentiaalveld zonder deze correcties het juiste verloop toont voor freatisch water. Worden deze correcties toegepast dan ontstaat een onwaarschijnlijk potentiaalveld. De oorzaak van het verschijnsel dat de invloed van de radiale stroming geringer is dan uit de formule zou blijken ligt mogelijk in het feit dat zich onder het pompfilter vrij stugge kleilagen bevinden.

In het volgende zal een correctie van 2 cm worden aangebracht op de potentiaaldaling in de put op 15 m.

Methode van Theis

Voor dit niet-stationaire stromingsgeval geldt de formule van Theis:

$$\Delta h = \frac{Q}{4\pi kD} \int_{\frac{r^2 S}{4kDt}}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

hierin is:

- Δh de potentiaaldaling in m
- Q de putopbrengst in m^3/dag
- kD de doorlatendheid in m^2/dag
- r de afstand van de waarnemingsput tot de pompput
- t de tijd in dagen, verlopen sedert het starten van de pomp
- S de storage-coëfficiënt

$$u = \frac{r^2 S}{4kDt}$$

In figuur 6 is de grafische voorstelling van deze integraal weergegeven voor de verschillende waarnemingsfilters. Vergelijking van deze curven met de zogenaamde type-curve van de functie $\int_0^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$ levert de volgende uitkomsten:

voor M221 $\frac{Q}{4\pi kD} = 2,5 \cdot 10^{-2} \rightarrow kD = 2700 \text{ m}^2/dag$
 en $\frac{4kD}{S} = 6 \cdot 10^6 \rightarrow S = 2 \cdot 10^{-3}$
 voor M220 $\frac{Q}{4\pi kD} = 1,5 \cdot 10^{-2} \rightarrow kD = 3400 \text{ m}^2/dag$
 en $\frac{4kD}{S} = 10^7 \rightarrow S = 1,4 \cdot 10^{-4}$
 voor M219 $\frac{Q}{4\pi kD} = 8 \cdot 10^{-3} \rightarrow kD = 8000 \text{ m}^2/dag$
 en $\frac{4kD}{S} = 8 \cdot 10^6 \rightarrow S = 4 \cdot 10^{-3}$

Deze laatste uitkomst is zeer onwaarschijnlijk. Een dergelijke hoge uitkomst voor de kD -waarde kan een gevolg zijn van vertraagde levering van water, waarop ook het feit wijst dat de ondiepe buis pas na 200 minuten potentiaaldalingen begint te vertonen.

Formule van Thiem

Tegen het einde van de pompproef blijven de verschillen in potentiaaldaling tussen de verschillende diepe filters constant. Verder blijkt uit het voorgaande dat radiale weerstanden geen grote rol zullen spelen zodat we bij benadering met horizontale stroming hebben te maken.

Voor dit stromingsgeval geldt de formule van Thiem:

- 5 -

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

hierin is:

- Q de putopbrengst in m³/dag
kD de doorlatendheid in m²/dag
h₁ en h₂ respectievelijk de potentiaaldalingen aan het einde van de proef
in de putten gelegen op afstand r₁ en r₂ van de pompput

Toegepast op

- M221 en M220 levert dit kD = 2500 m²/dag
M221 en M219 levert dit kD = 2000 m²/dag
M220 en M219 levert dit kD = 1800 m²/dag

Conclusie

De uitkomsten volgens Theis (ongeveer 3000 m²/dag) en volgens Thiem (ongeveer 2000 m²/dag) liggen nogal wat uit elkaar. Waarschijnlijk is in dit geval het resultaat volgens Thiem het meest betrouwbaar.

De doorlatendheid zal tussen de 2000 m²/dag en de 2500 m²/dag liggen.

Literatuur

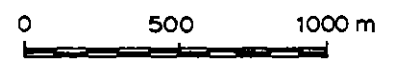
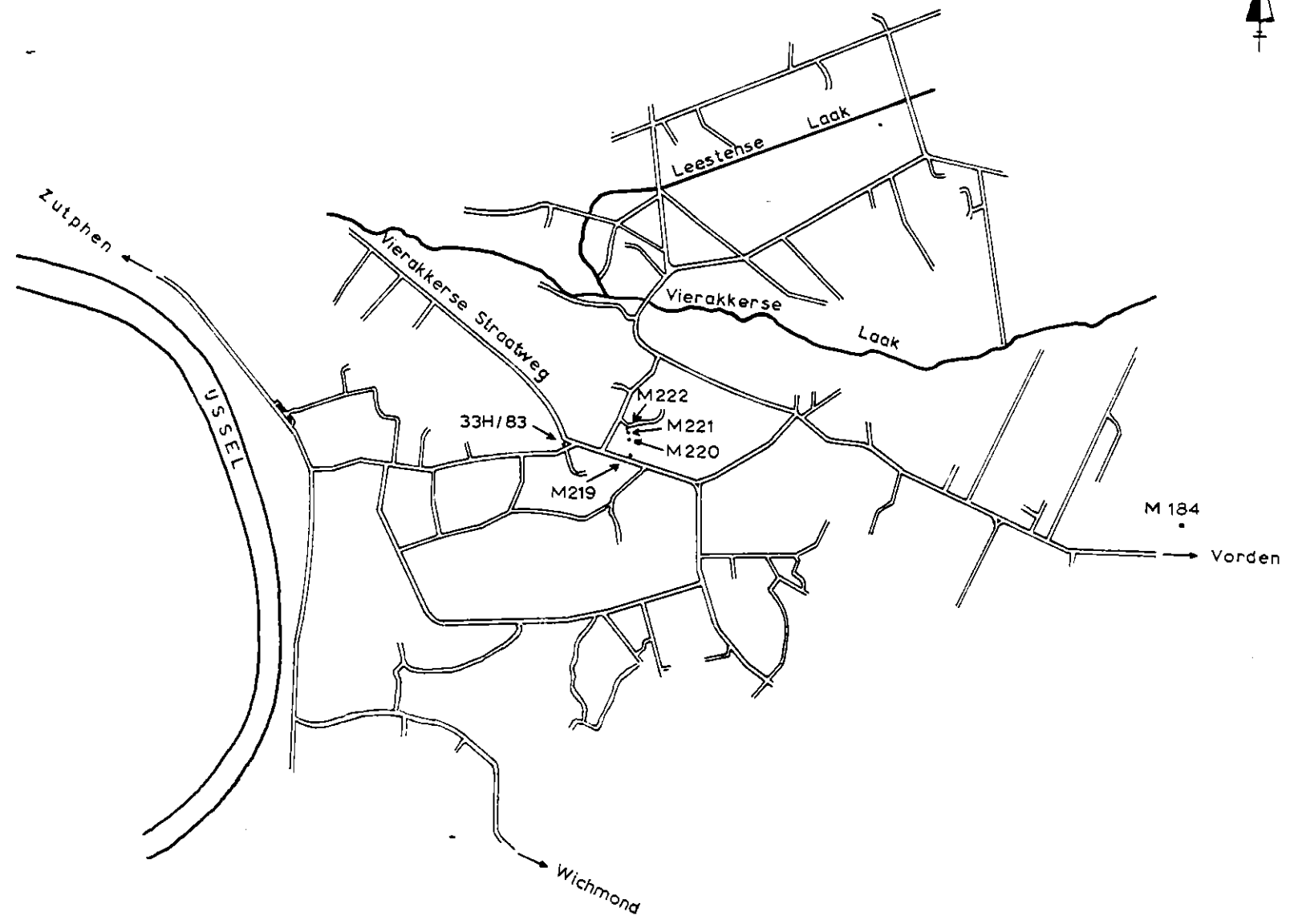
HYDROLOGISCH COLLOGIUM. Permanente grondwaterstroming naar putten. T.N.O.

THEIS, C.V. The relation between the lowering of the piezo metric surface
and the duration of discharge of a well using groundwater storage.
T.A.G.U. vol. 16 1935.

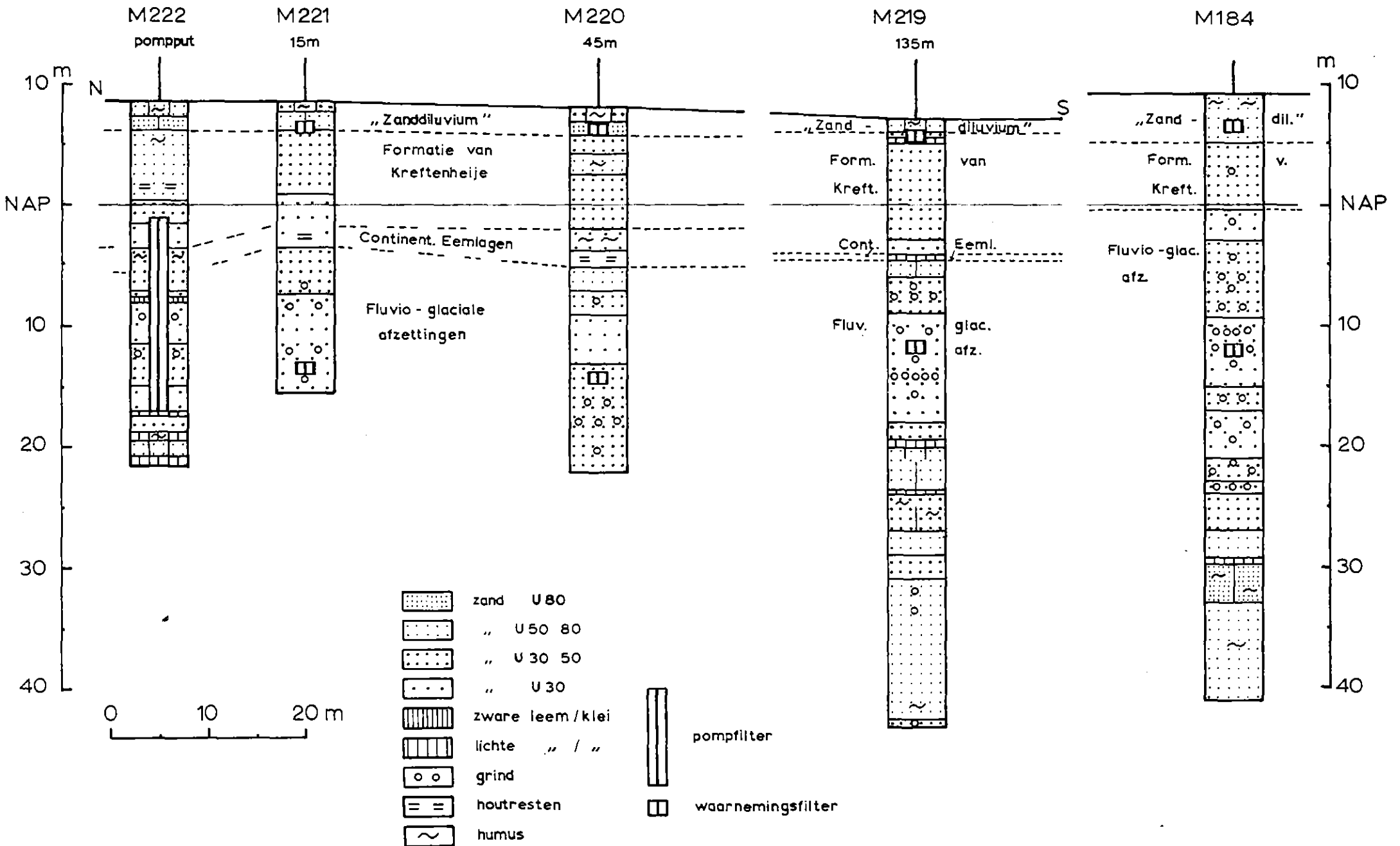
THIEM, G. Hydrologische Methoden. Gebhardt, Leibzig 1906.

TODD, D.K. Groundwater Hydrology. John Wiley 1964

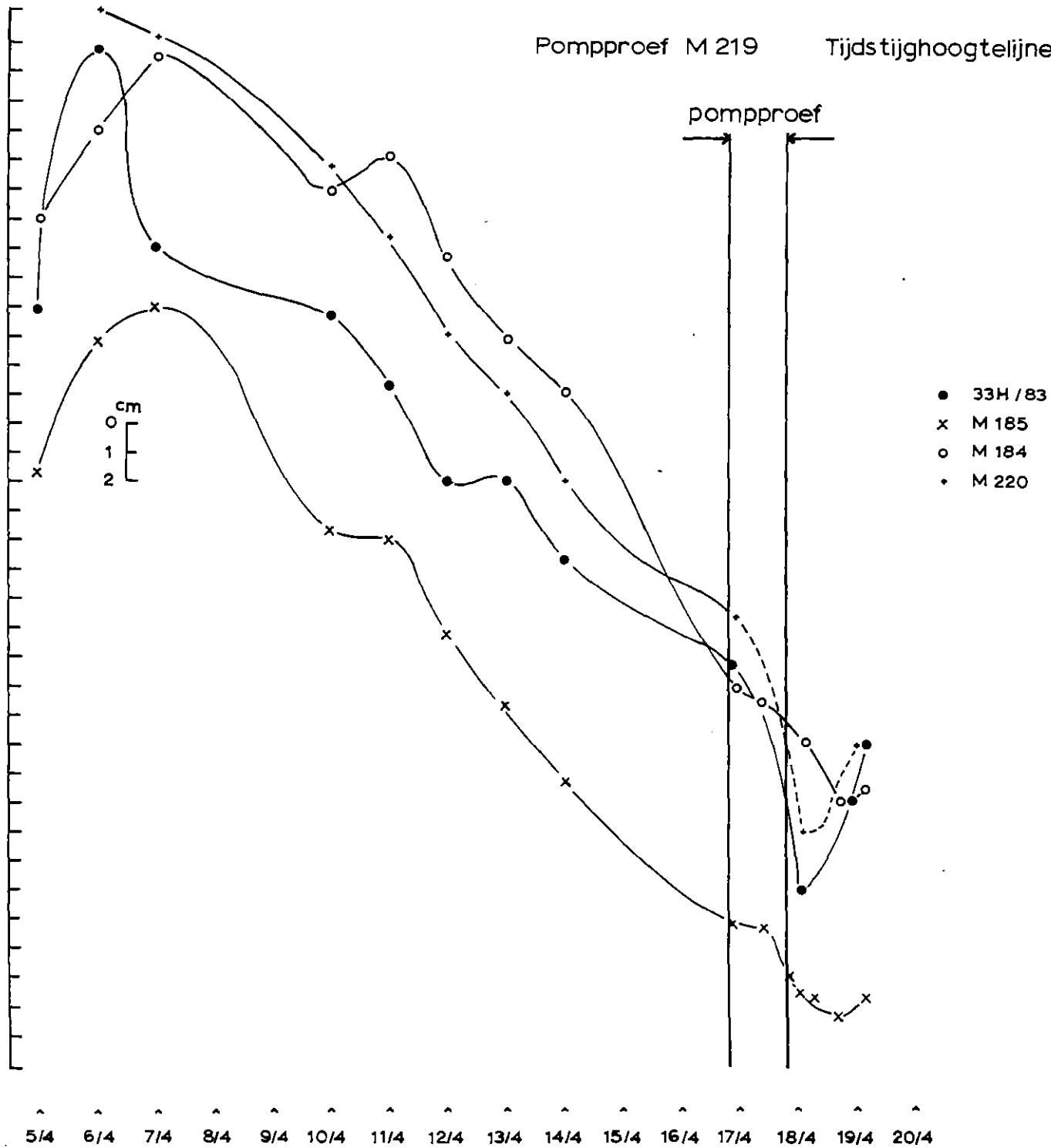
Pompproef M 219
Situatieschets

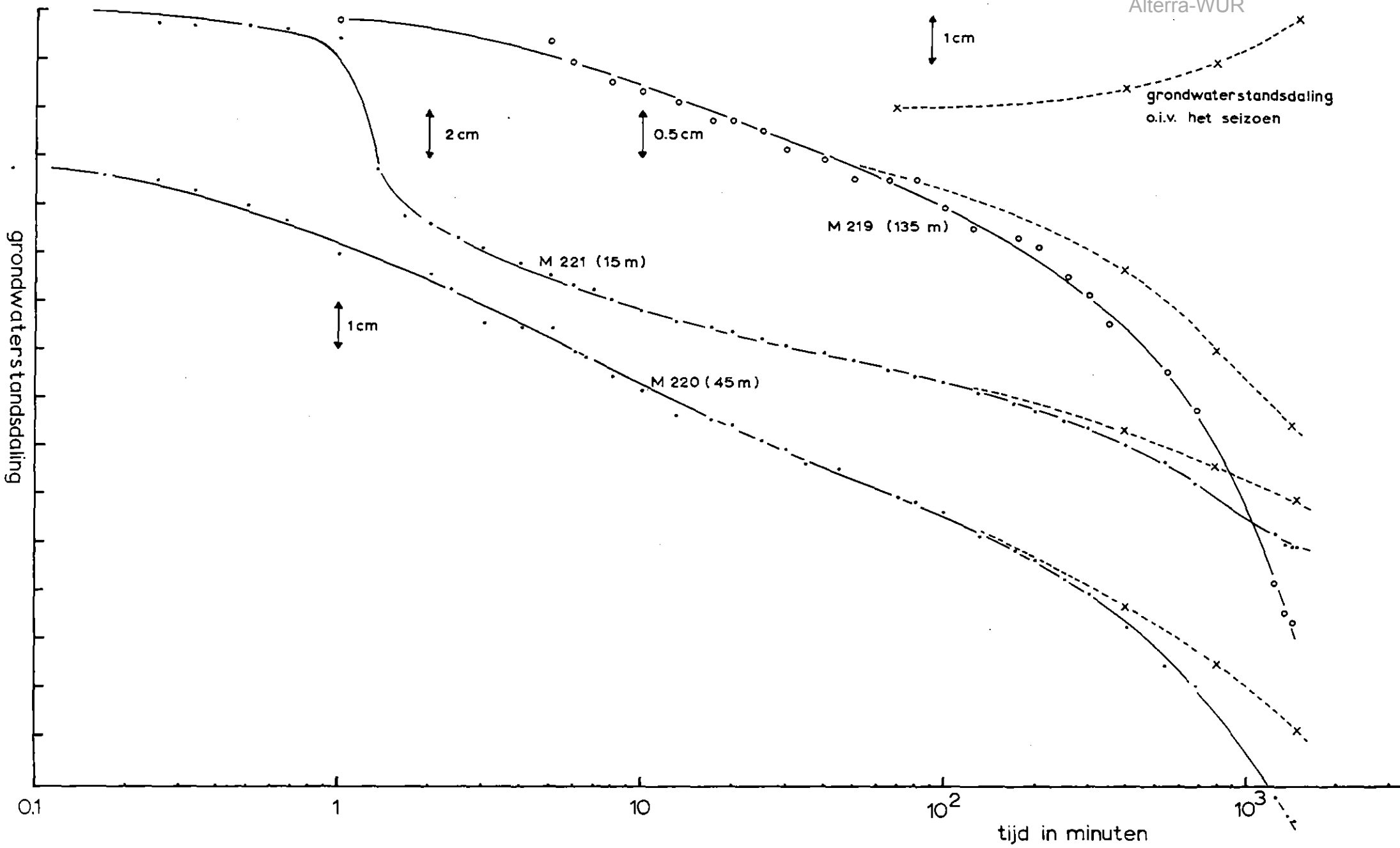


Geo-lithologisch profiel pompproef M 219



Pompproef M 219 Tijdstijghoogtelijnen van het diepe grondwater





Pompproef M 219 Tijdpotentiaalcurven van het ondiepe grondwater

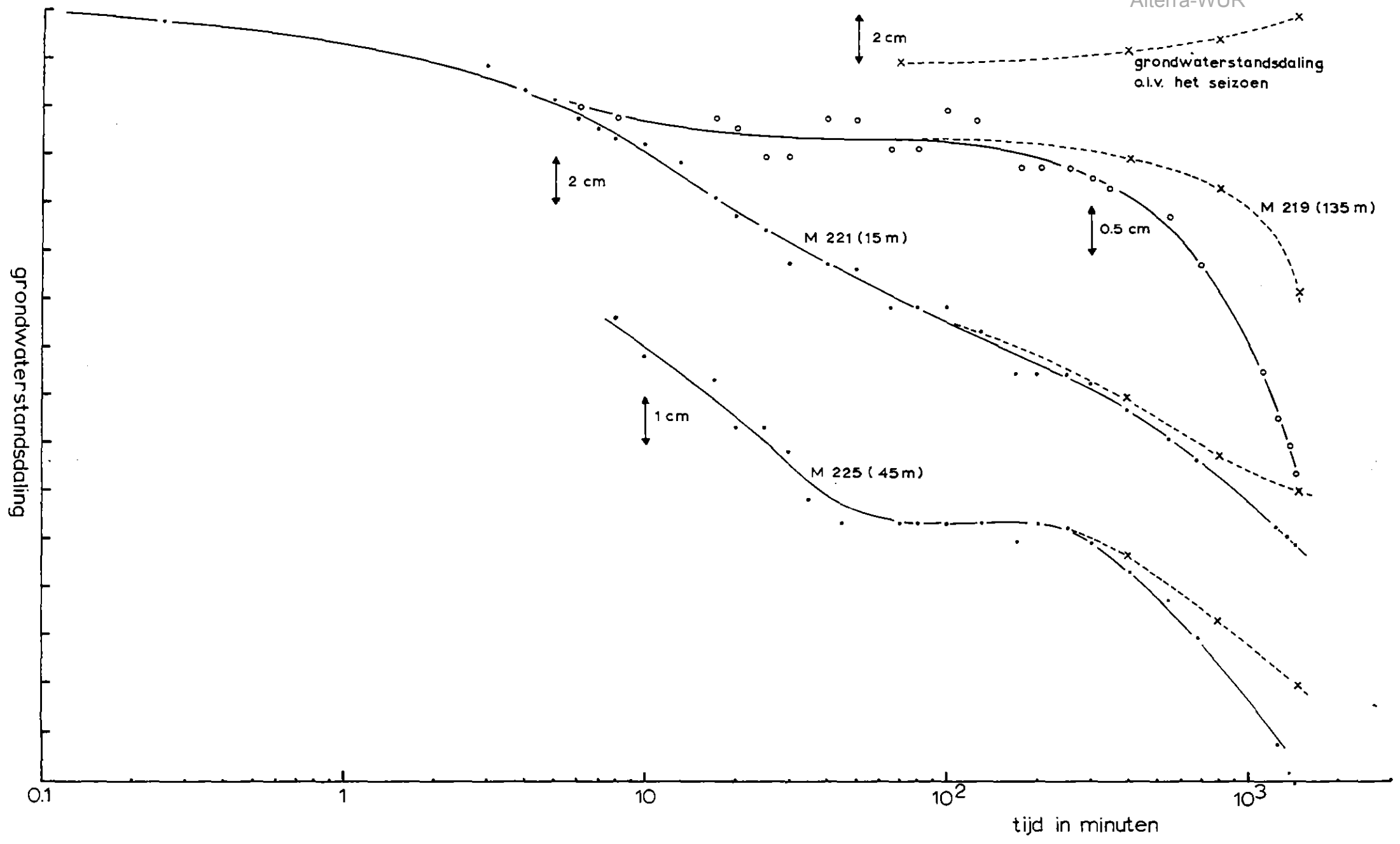


FIG. 6

Pompproef M 219 Methode van Theis

