

NN31545.0557

NOTA 557

29 april 1970

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding

ENIGE BESCHOUWINGEN OMRENT DE HYDROLOGISCHE ASPECTEN VAN  
HET 'ONTGRONDINGS- EN RECREATIEPLAN' BIJ BAKEL EN MILHEEZE

Ir J.J. Kouwe

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0121 6817

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 onderzoek  
nog niet is afgesloten.

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

1950

1950

1950

1950

1950

---

1950

1950

---

## I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. DE PROBLEEMSTELLING	3
3. DE BESCHIKBARE GEGEVENS	3
4. DE BODEMKUNDIGE SITUATIE	6
5. GRONDWATERSTANDEN	9
5.1. De stijghoogte van het grondwater	9
5.2. De ontwateringsdiepte	11
5.3. Diep- en ondiep water	11
6. DE BREUKZONES	16
7. DE INVLOED VAN DE PUT OP DE GRONDWATERSTAND	18
8. EEN NADERE BESCHOUWING VAN DE GEVOLGEN VAN DE AANWEZIGHEID VAN DE PUT	23
9. DE TE VERWACHTEN PEILFLUCTUATIES VAN DE PUT	28
10. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	32
11. NASCHRIFT	34
LITERATUUROPGAVE	36

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22

THE  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE  
HAS RECEIVED INFORMATION THAT  
THE FOLLOWING PERSONS ARE  
ASSOCIATED WITH THE  
ACTIVITIES OF THE  
INTERNAL SECURITY OF THE UNITED STATES  
AND ARE BEING MONITORED  
AS A RESULT OF THIS INFORMATION  
AND THE FACT THAT THEY  
ARE BEING MONITORED  
AS A RESULT OF THIS INFORMATION  
AND THE FACT THAT THEY  
ARE BEING MONITORED  
AS A RESULT OF THIS INFORMATION

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22

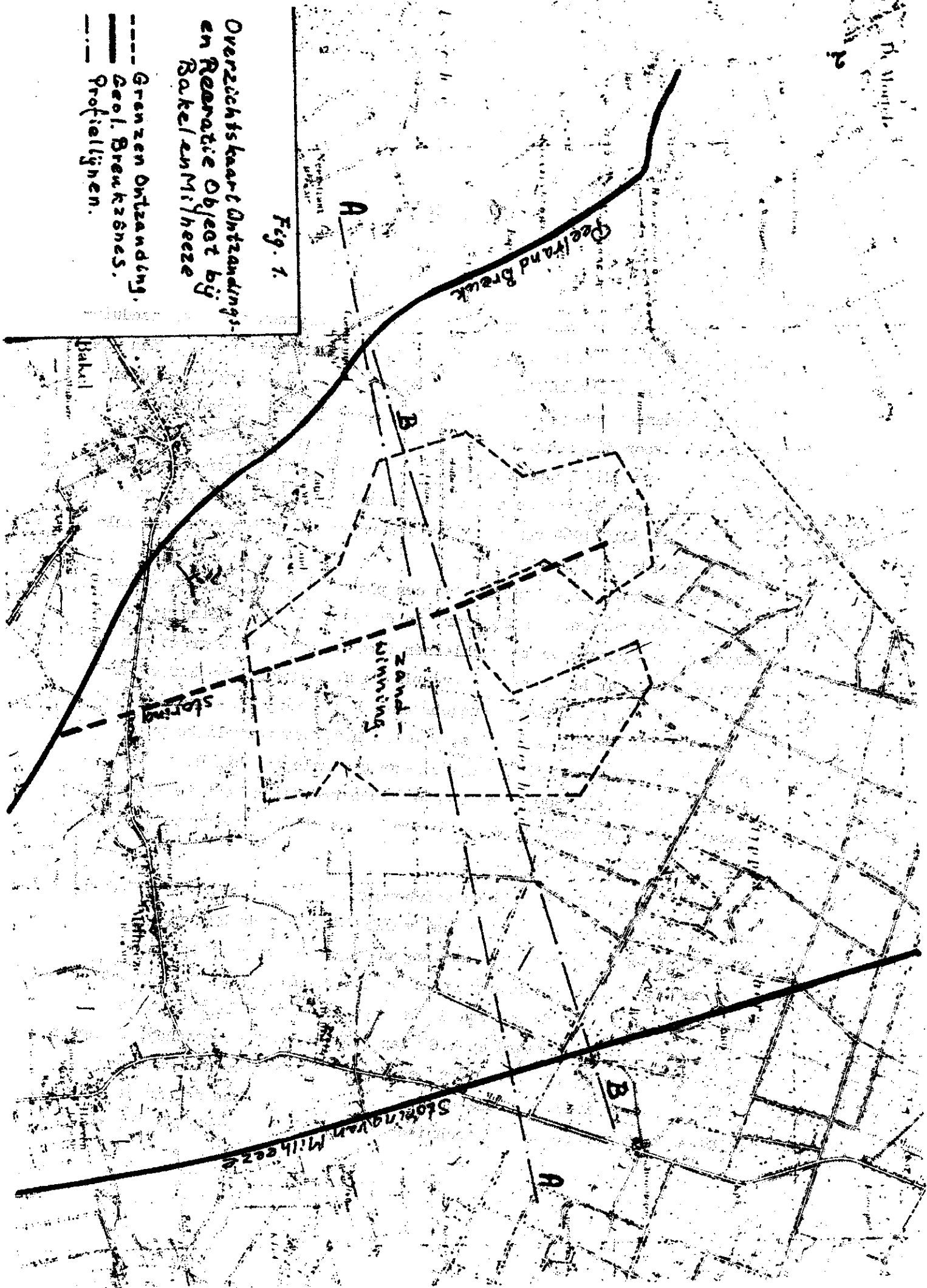
## INLEIDING

In de gemeente Bakel en Milheeze bestaan plannen voor een zandwinning, waarbij een ca 20 m diepe put zal ontstaan. Deze put zou dan als recreatie object ontwikkeld kunnen worden. Door de Koninklijke Nederlandse Heidemaatschappij en het Raadgevend Ingenieursbureau Van Der Kroft werd voor dit recreatieplan een ideeënschets opgesteld (1). In hoofdstuk 5 van dit rapport werd aan de mogelijke gevolgen van hydrologische aard voor de aan de zandput grenzende landbouw aandacht geschonken. In juli 1969 verscheen op dit rapport een 'Nota ter aanvulling op hoofdstuk V'.

Werd aanvankelijk gedacht aan een plas van 340 ha, uit te voeren gedurende een periode van 25 jaar, in de nota ter aanvulling werd geadviseerd het oppervlak te verkleinen door de oostelijke grens van de plas ca 1 km naar het westen te verplaatsen. Hierdoor zou het oppervlak tot ca 280 ha worden teruggebracht. Deze wijziging betekent dat de oostelijke oever van de plas, die bij het oorspronkelijke ontwerp op ca 500 m van de storing van Milheeze was gelegen, bij de nieuwe situatie op 1200 à 1300 meter van genoemde breuklijn komt te liggen. Tevens zullen hierdoor de verlagingen in het gebied ten oosten van de plas ook minder worden.

Op voorstel van de bij de voorbereiding van het object betrokken instanties werd tot het I.C.W. het verzoek gericht de hydrologische consequenties verbonden aan het ontgrondings- en recreatie-plan aan een bestudering te onderwerpen. Op 25 november 1969 vond op het kantoor van het waterschap van de Aa een bespreking plaats met de heren dr ir P.J. Huiswaard en W.G. Van Dijk van het waterschap, de heren ir A. Bruggeman en ir A.J.M. Van Der Kroft van het Ingenieursbureau en met de heren ir J.A. Blaak en H.J. Van Der Werff van de directie Noord Brabant van de Cultuurtechnische Dienst. Medegedeeld werd dat

1:50,000  
1895



door het Instituut geen onderzoek te velde kon worden verricht. De onderstaande beschouwingen steunen derhalve op de beschikbare gegevens, vermeld in de 'Ideeënschets' en verstrekt door de K.N.H.M. en die welke in het archief van het Instituut aanwezig waren.

## 2. DE PROBLEEMSTELLING

Het maken van een diepe zandwinningsput in een hellend zandgebied waarin dus ook de grondwaterspiegel een zekere helling heeft, zal hydrologische consequenties met zich brengen. De keuze van het waterpeil in de put zal bepalen welke invloed op de grondwaterstanden in de omgeving van de put zal worden uitgeoefend. Hiermee hangt samen de schade die door de aanwezigheid van de put aan 'de landbouw' zal worden toegebracht. Deze schade kan zowel door verdroging als door wateroverlast veroorzaakt worden.

De gebruikelijke vragen welke bij een ingreep in een bestaande situatie worden gesteld zijn:

1. Welk peil zal het water in de zandput moeten hebben opdat de schade die aan de landbouw wordt toegebracht zo klein mogelijk is;
2. Is deze minimale schade dan nog aanvaardbaar;
3. Welke verdere maatregelen kunnen nog getroffen worden om de gevolgen die de put voor de omliggende gronden heeft verder te compenseren.

Reeds aanstonds kan gesteld worden dat de beschikbare gegevens een exacte berekening van de schade veroorzaakt door verdroging en wateroverlast niet toelaten. Dat neemt niet weg dat er op grond van de beschikbare gegevens het wel mogelijk is enige globale uitspraken te doen. Hierop zal in een volgende paragraaf nog worden teruggekomen.

## 3. DE BESCHIKBARE GEGEVENS

Gegevens omtrent de bodemgesteldheid en de grondwaterstanden werden ontleend aan het onderzoek van DE RIDDER, HONDIUS en HELLINGS (2), van BON en DE RIDDER (3). Voorts werden gebruikt grondwaterstandsgegevens van het COLM-onderzoek (4) en van de Dienst Grondwaterverkenning te Delft.

fig. 2.

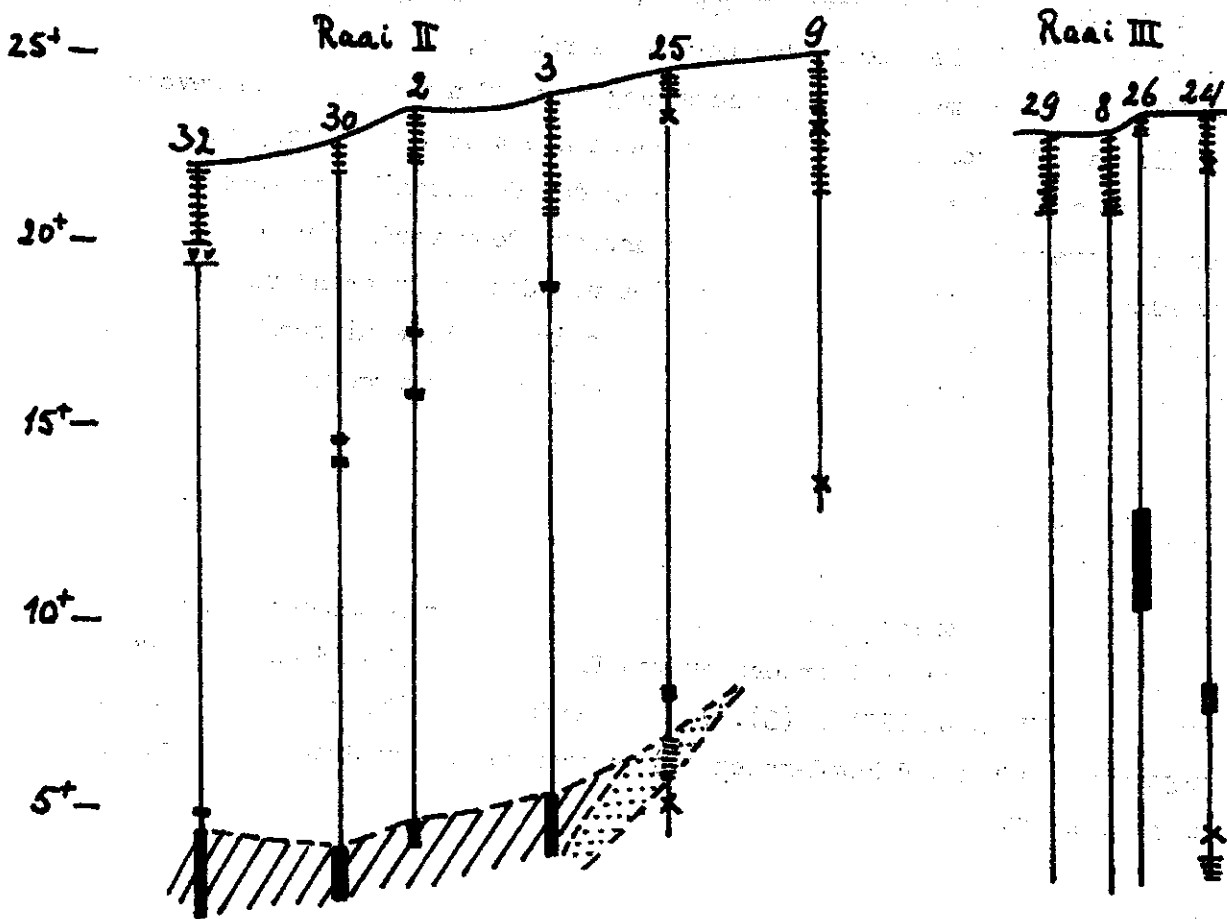
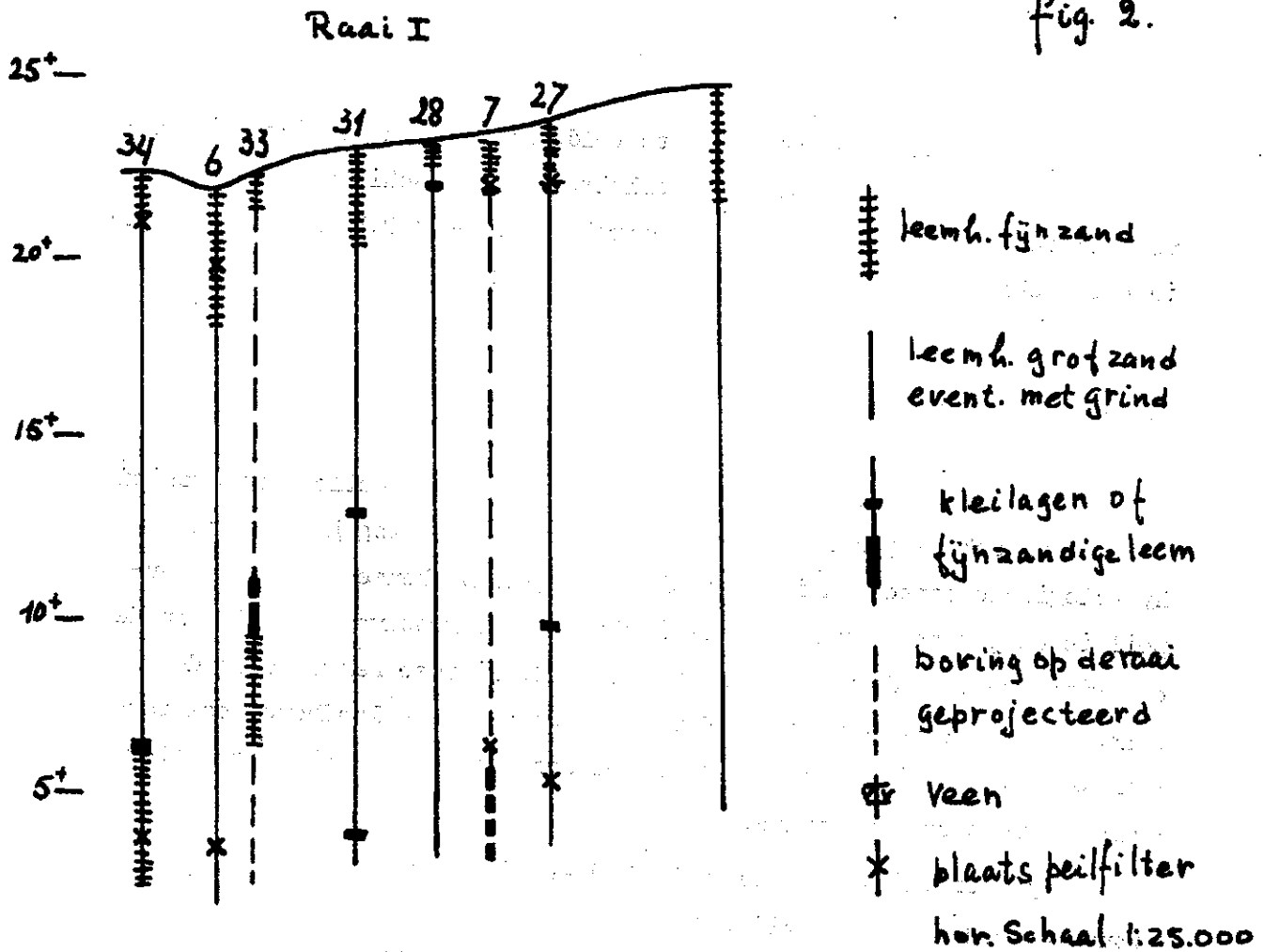




fig. 3

25+

### Rasi IV

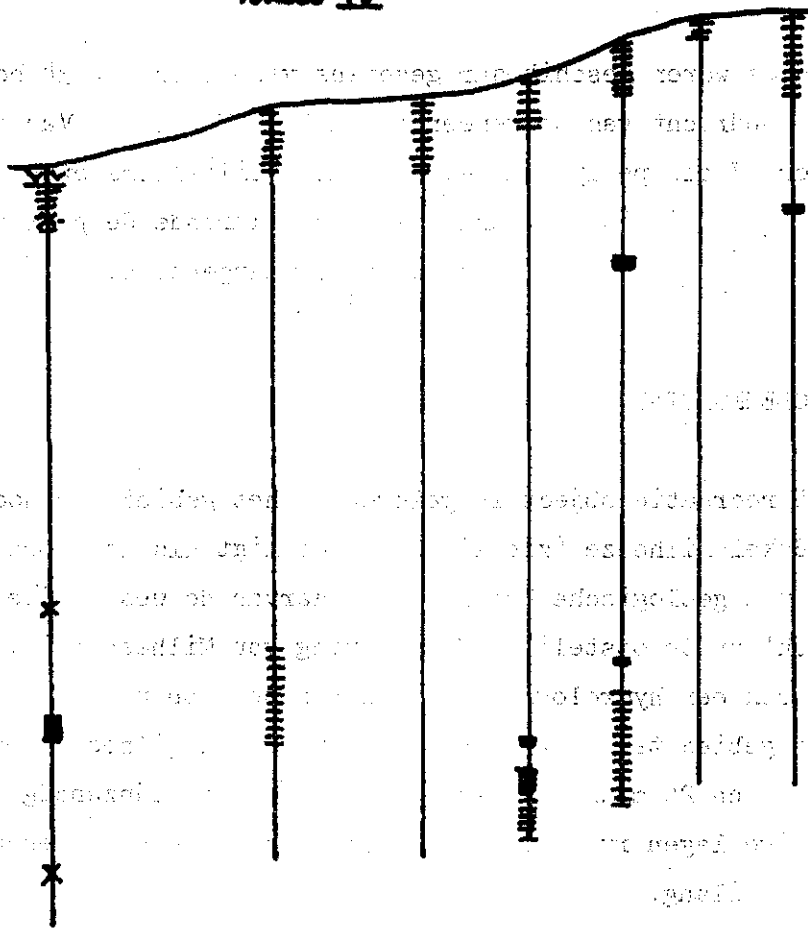
20+

15+

10+

5+

0-



25+

### Rasi V

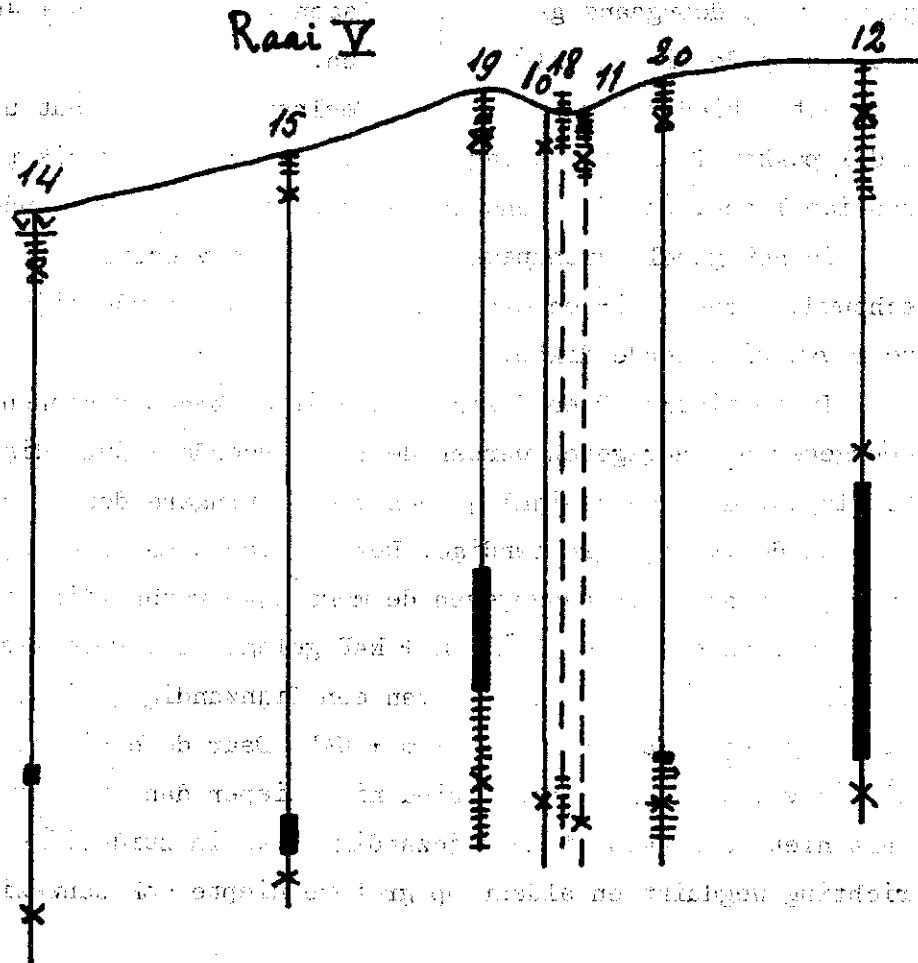
20+

15+

10+

5+

0-



Voorts waren beschikbaar gegevens verkregen uit 34 boringen verricht in opdracht van de gemeente Bakel en Milheeze. Van deze boringen werden er 17 als peilput afgewerkt. Met peilfilters op verschillende diepte. Deze peilfilters werden echter gedurende de periode november 1968-februari 1970 slechts incidenteel waargenomen.

#### 4. DE BODEMKUNDIGE SITUATIE

Het recreatie object is gelegen in het gebied ten noorden van de weg Bakel-Milheeze (zie fig. 1). Het ligt als het ware 'ingeklemd' tussen twee geologische breukzones, waarvan de westelijke de 'Peelrandbreuk' en de oostelijke de 'Storing van Milheeze' is. Deze breuken blijken ook een hydrologische betekenis te hebben.

Het gebied ten oosten van de storing van Milheeze bestaat uit pakket van ca 20 m dikte bestaande uit 6-8 m fijnzandige en 12-14 m grofzandige lagen rustend op een als ondoorlatend te beschouwen Miocene kleilaag.

Het gebied tussen beide breukzones bestaat uit enkele meters zand-diluvium op doorgaans grofzandige lagen ter dikte van  $\pm$  40 m eveneens rustend op de miocene klei ondergrond.

Het gebied ten westen van de Peelrandbreuk bestaat uit een ca 15 m dik pakket fijnzandige lagen gevolgd door ca 20 m dik pakket grofzandige lagen, weer rustend op een slecht doorlatende ondergrond.

In het gehele grondpakket dat als watervoerend kan worden beschouwd, komen klei- en min of meer leemhoudende fijnzandige lagen voor van wisselende dikte.

In de figuren 2 en 3 zijn een vijftal ZW-NO verlopende profielen weergegeven. Aangegeven werden de leemhoudende fijnzandige lagen en de kleilagen, die waarschijnlijk een veel geringere doorlatendheid hebben dan de overige grofzandige. Deze raaien staan weergegeven op fig. 4, waarop tevens staat aangegeven de mogelijke verbreiding van een kleilaag waarvan de top op 4 à 5 m + NAP gelegen is. Deze kleilaag lijkt te zijn afgezet in een laagte van een fijnzandig gebied, waarvan de top is gelegen tussen 3,5 en 7 m + NAP. Daar de boringen ter weerszijden van dit fijnzandig gebied niet dieper dan 20 m zijn uitgeboord valt niet te zeggen of de fijnzandige laag in zuidelijke en noordelijke richting wegduikt en aldaar op grotere diepte ook aanwezig is.

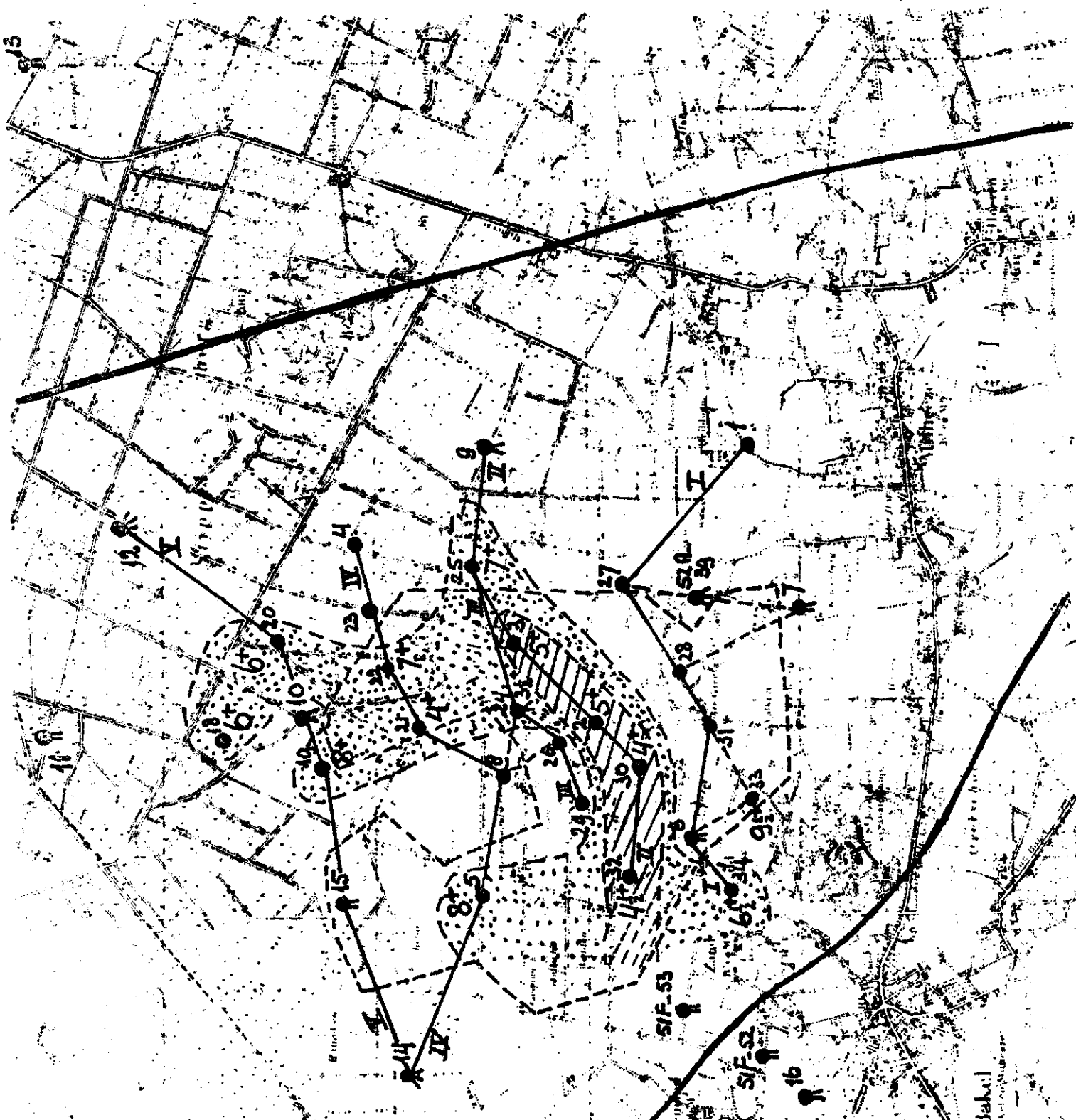








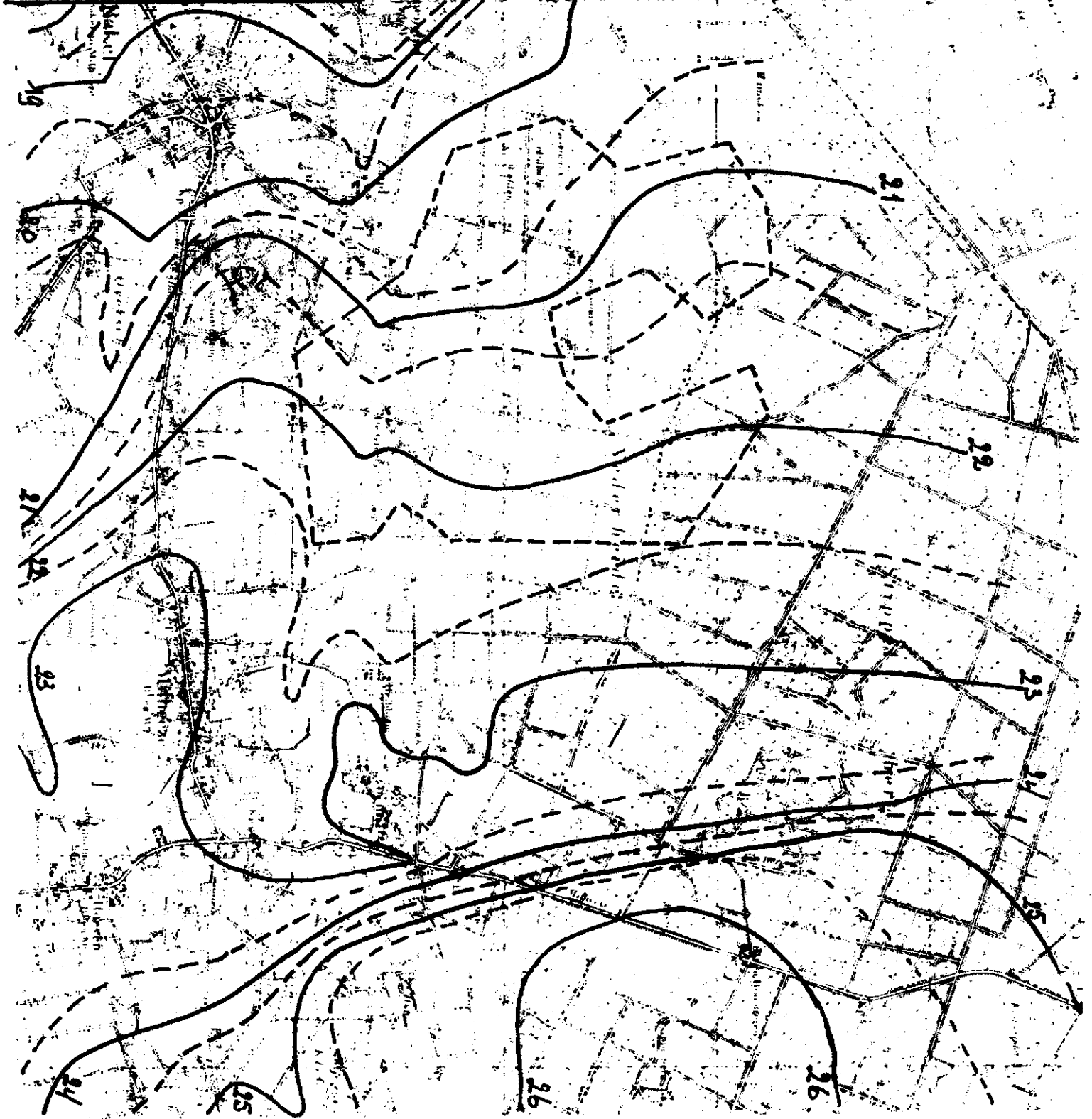
Fig. 4

Voorkomen van fijnzand en klei  
tussen 8 en 3 m + N.A.P.

-  Fijn zand
-  klei
-  Profiel
-  20 boring
-  boring met 2 resp. 3 peil. filters
-  6 1/2 Top v.d. formatie in m + N.A.P.

Isohypsen kaart van  
het Ondiepe Grondwater  
Zomer-toestand.  
(mt N.A.P.)  
(naar iv. J. Bon)

Fig. 5.



De kleilagen hoger in de boorprofielen kunnen beschouwd worden als lenzen van beperkte horizontale verbreiding.

Wanneer tot een diepte van de zandput van 20 m wordt besloten dan zou de bodem daarvan op ca 3 m + NAP komen te liggen. Het is dan niet uitgesloten dat hierdoor dan voor een groot deel de eerder veronderstelde samenhangende laag klei en fijn zand zal worden opgeruimd. In verband met de te verwachten wateronttrekkende werking van de put enerzijds en de wegzijging daaruit anderzijds lijkt het raadzaam de genoemde lagen zo min mogelijk te verstoren en moet er de voorkeur aan worden gegeven de bodem van de put niet dieper te leggen dan ca 7 m + NAP, overeenkomende met een diepte van 16 à 17 m beneden maai-veld.

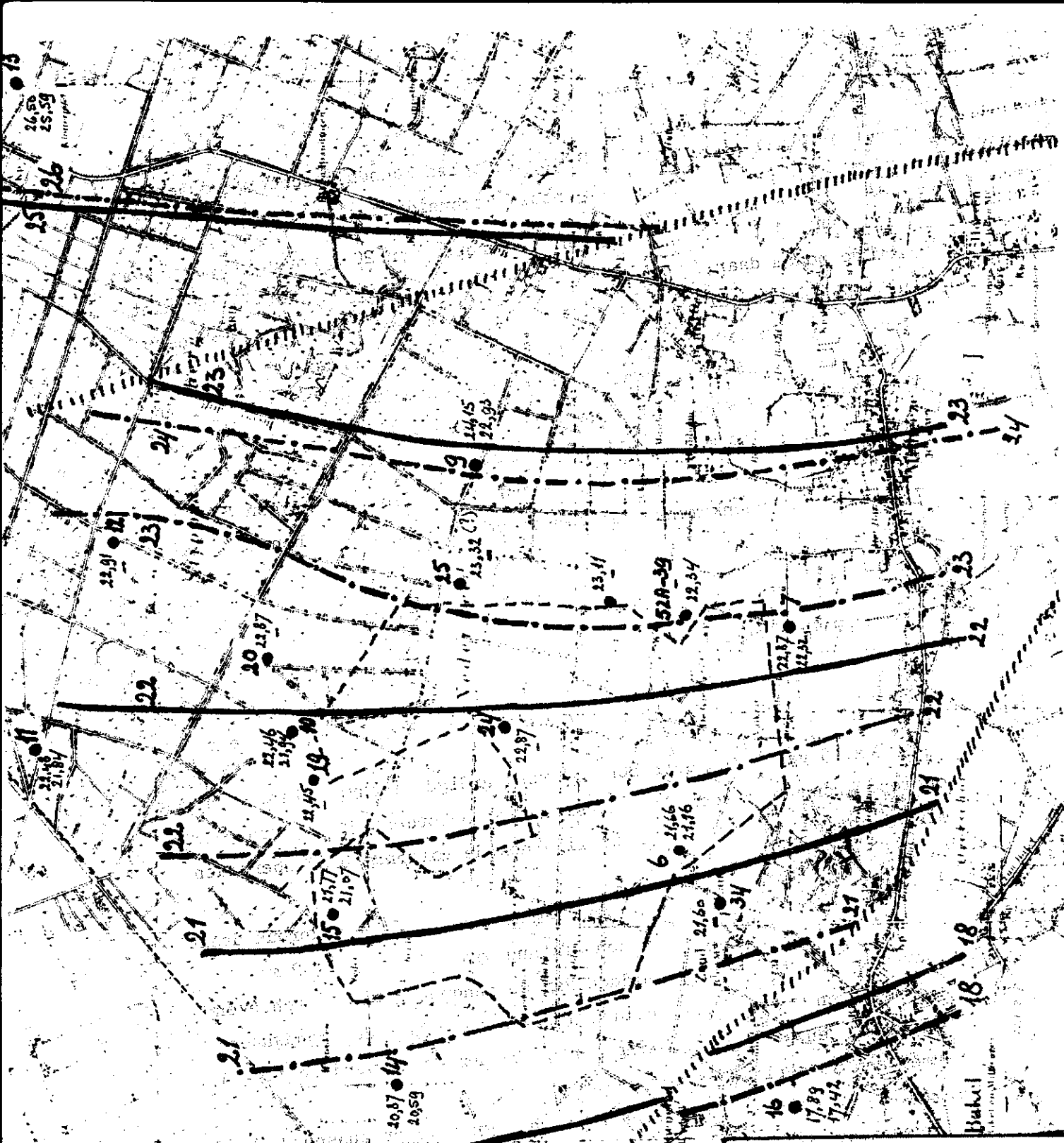
## 5. GRONDWATERSTANDEN

### 5.1. De stijghoogte van het grondwater

Fig. 5 geeft een door BON (3) vervaardigde isohypsenkaart van het ondiepe grondwater voor de zomersituatie. Behoudens de algemene stromingsrichting van O.N.O.-W.Z.W. zijn nog de volgende bijzonderheden te vermelden.

- a. ter plaatse van de storing van Milheeze en de Peelrandbreuk daalt de grondwaterspiegel over een afstand van 200-300 m ca 2 m;
- b. even ten westen van het midden van de zandput bevindt zich eveneens, doch veel minder duidelijk, een zone waar de grondwaterspiegel een sterkere helling vertoont, deze zone werd op fig. 1 met een streeplijn aangegeven;
- c. gemiddeld bedraagt het verhang van het grondwater tussen de beide breukzones 0,001;
- d. in het gebied ten oosten van de storing van Milheeze beweegt het grondwater zich ook in zuidelijke richting, ten gevolge van de wateronttrekkende werking van de Kaweise Loop en de drainage installatie van het vliegveld.

Op grond van de stijghoogten gemeten in de peilfilters van de boringen kan een isohypsenkaart van het diepe grondwater worden vervaardigd: fig. 6. Deze kaart is minder gedetailleerd, doch vertoont



**Fig. 6**

**Stijghoogte Diep Grondwater**  
(Filters ± 18 m - Mw.)

- 14 Sep. 1967
- 20 Feb. 1970
- 16,68 → 20/2 '70 } stijghoogte
- 16,19 → 14/19 '67 } stijghoogte
- ||||| Break zone

hetzelfde globale beeld als van het ondiepe water voor wat de stromingsrichting en de invloed van de beide breukzones betreft.

Fig. 7 geeft evenwijdig aan de stromingsrichting volgens de lijn A-A (fig. 1) een dwarsprofiel. Hier komen de zones met een abnormaal verhang van het grondwater duidelijk naar voren. In de figuur zijn opgenomen de verhanglijnen van het grondwater volgens de winter- en de zomerisohypsenkaart van BON en tevens de hoogste en laagste standen zoals die uit de overige grondwaterstandsgegevens die beschikbaar waren konden worden afgeleid.

Opvallend is voorts dat de fluctuatie van het grondwater nabij de breukzones gemiddeld ca 0,50 m bedraagt en in het midden van het gebied 0,80 à 1,00 m. De maximale waarden bedragen ca 1,0 respectievelijk 1,5 m.

Vergelijking van fig. 1 met fig. 4 laat zien dat de door BON aangetoonde zone met een grotere grondwaterspiegelhelling midden in het gebied van de zandput (streeplijn van fig. 1) globaal overeenkomt met de westelijke grens van het diepe kleilagenpakket waarvan de top tussen 3 en 6 m + NAP is gelegen.

## 5.2. De ontwateringsdiepte

De door BON (3) vervaardigde ontwateringsdiepte kaarten geven aan dat de westelijke helft van het gebied grondwaterstanden heeft die zich bewegen tussen 0,20 à 0,70 m in de winter en 40 à 100 cm in de zomer. Voor de oostelijke helft van het gebied zijn dezelfde gegevens 0,70 à 1,20 m respectievelijk 1,40 tot >-2,00 m. In het zuiden wordt het gebied begrensd door de hoge rug van Bakel naar Milheeze en in het noorden door het bosgebied van de Stippelberg beide met diepe ontwatering. Ten oosten van de storing van Milheeze ligt het gebied van de Klef met grondwaterstanden van 0,40 - 1,00 m in de winter en 1,00 - 2,00 m in de zomer. Het gebied direct ten westen van de Peelrandbreuk komt wat ontwateringstoestand betreft vrijwel overeen met het middendeel van het gebied van de zandput.

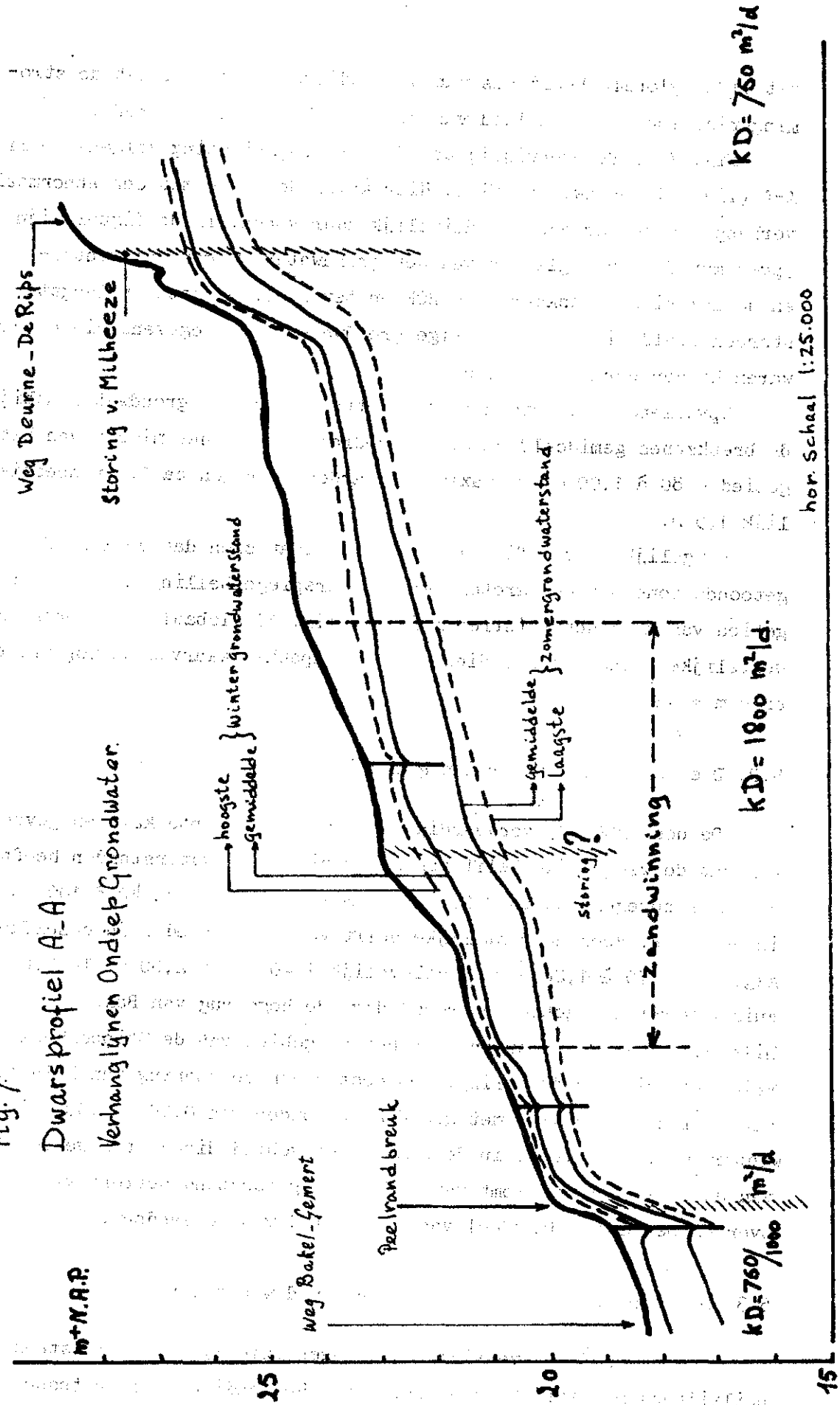
## 5.3. Diepe en ondiepe grondwater

In 17 van de 34 verrichtte boringen (zie 3) werden minstens twee peilfilters met stijgbuizen geplaatst. Het ondiepe filter tussen

Fig. 7

Dwarsprofiel A-A

Verhanglijnen Ondiepe Grondwater





2 en 3 m; het diepste filter tussen 15 en 20 m onder maaiveld. In de boringen nrs. 12 en 14 werd bovendien nog een filter geplaatst op een diepte tussen 10 en 12 m-maaiveld. De posities van deze filters werden in de figuren 2 en 3 aangegeven.

De peilbuizen met nummers kleiner dan 18 werden tijdens de periode september 1967-februari 1970 twaalf maal en de nrs. 19, 20, 24, 25, 27 en 34 slechts twee maal waargenomen. Op grond van deze gegevens berekende peilverschillen tussen de diepe en ondiepe filters zijn dan ook niet geheel representatief. In fig. 8 werden bij de peilbuizen de waarden bijgeschreven waartussen de stijghoogte verschillen diep-ondiep peilfilter zich hebben bewogen.

In aanmerking genomen dat het vermelde gegeven bij peilbuis 24 slechts één enkele waarneming betreft lijkt de eerder vermelde conclusie gerechtvaardigd dat zich binnen de grenzen van de zandput tussen 2 en 20 m onder maaiveld geen grondlagen bevinden welke in hydrologisch opzicht als storend kunnen worden beschouwd. Deze conclusie is overigens van weinig belang, aangezien de genoemde grondlaag grotendeels door de ontgronding zal worden verwijderd.

In par. 4 werd de mogelijkheid niet uitgesloten geacht dat het in fig. 4 aangegeven complex leemhoudende fijne zanden en leemlagen een aaneengesloten geheel zouden kunnen vormen. Indien ook peilfilters onder dit complex aanwezig geweest waren zou omtrent de weerstand tegen grondwaterstroming van genoemde lagen wat meer zekerheid kunnen worden verkregen. Thans is dit niet het geval.

Aanwezig zijn wel de T.N.O.-peilputten nr 51F-53 met filters van 18,40 - 17,90 m+ en van 8,80 - 9,80 m-NAP en put nr 52A-39 met filters van 14,20 - 13,20 m+ en van 2,10 - 3,10 m-NAP. De tijd-stijghoogte curven en de verschillen in stijghoogte van het grondwater in de diepe en in de ondiepe filters van beide waarnemingsputten staan weergegeven in fig. 9. Hieruit blijkt dat dit verschil voor put 52A-39 (fig. 9B) onder invloed van het neerslagoverschot en -tekort fluctueert tussen +35 cm en -30 cm. Op zich vormt dit peilverschil slechts een aanwijzing dat de grondlaag ter dikte van 15 m gelegen tussen beide filters een zekere weerstand heeft. De tijd-stijghoogte curven en de verschillen curven geven echter de indruk dat deze weerstand niet hoog is, zodat van een afsluitende werking geen sprake zal zijn.

Het peilverschil tussen beide filters van buis 51F-53 geeft een

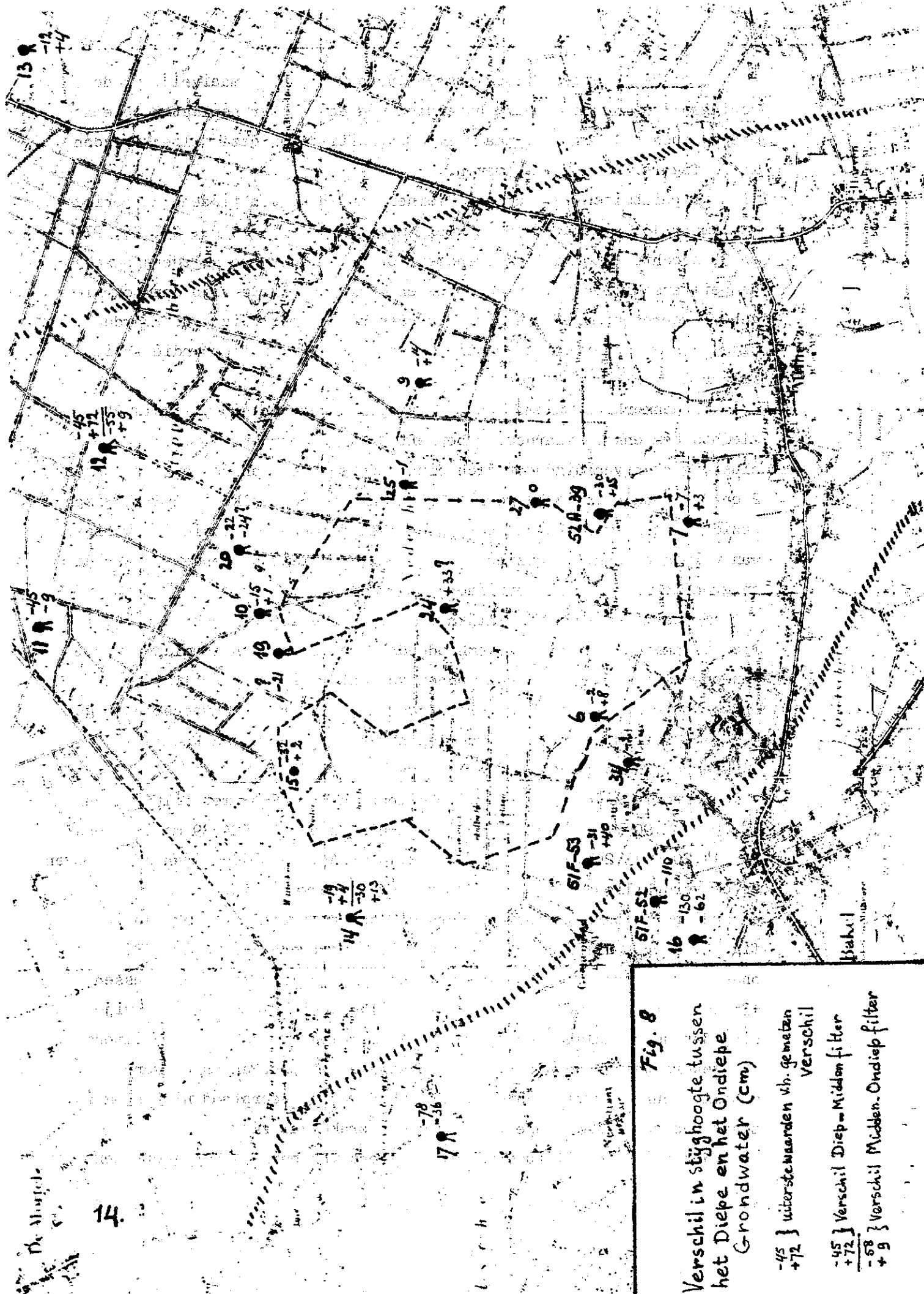


Fig. 8

Vershil in stijghoogte tussen  
het Diepe en het Ondiepe  
Grondwater (cm)

- 45 } uiterste waarden v.h. gemeten  
+72 } Verschil
- 45 } Verschil Diep = Midden filter  
+72 } Verschil
- 58 } Verschil Midden. Ondiep filter  
+9 } Verschil

Put 51F-53

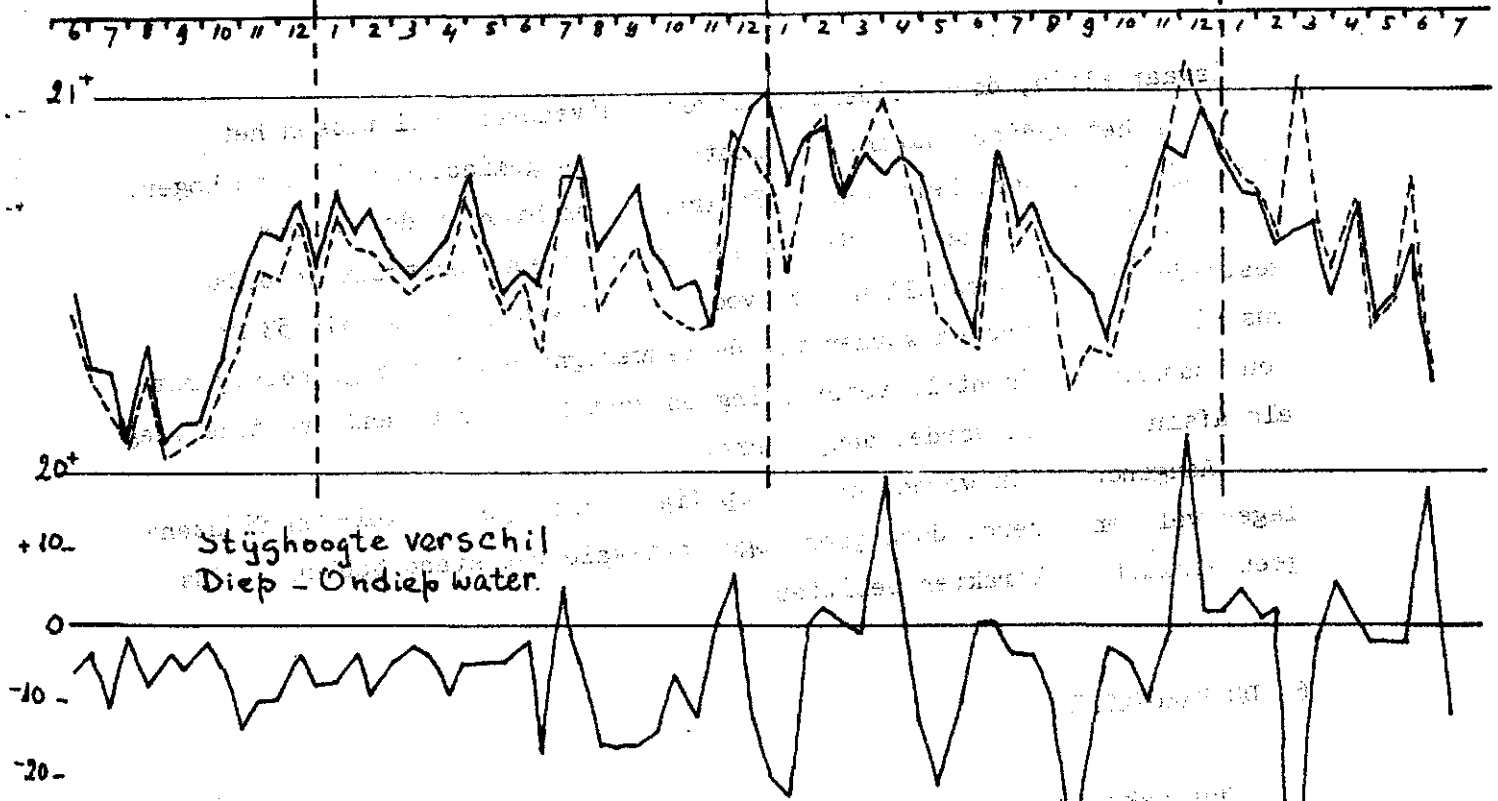
(A)

1964

1965

1966

1967



Put 52A-39

(B)

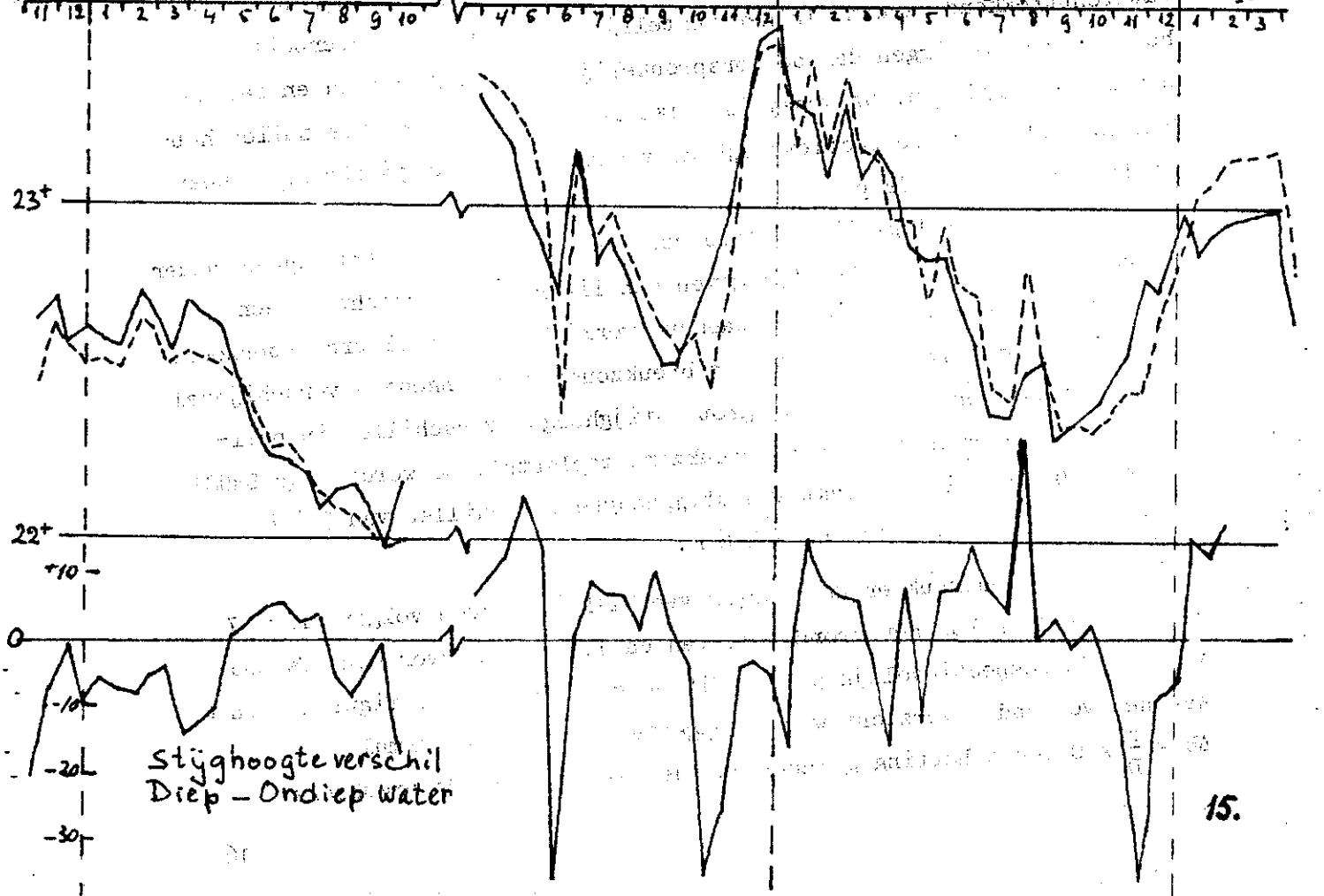
1963

1964

1966

1967

1968



weliswaar klein, doch duidelijk aanwezig niveauverschil tussen het diepe en het ondiepe water. Dit laatste staat gemiddeld 5 à 10 cm hoger. Mogelijk is de nabijheid van de Peelrandbreuk hiervan de oorzaak.

Een vergelijking van fig. 9A met 9B doet een soortgelijke bodemgesteldheid veronderstellen. Ook voor de omgeving van put 51F-53 kan dus niet geconcludeerd worden tot de aanwezigheid van een grondlaag met een zodanige horizontale verbreiding en verticale weerstand dat deze laag als afsluitend kan worden aangemerkt.

Aangenomen kan worden dat de op fig. 4 aangegeven klei- en fijnzandlagen wel een zekere, doch geen hoge verticale weerstand hebben en dus geen afsluitend karakter bezitten.

## 6. DE BREUKZONES

Het maken van de zandput zal tot gevolg hebben dat zich daarin een waterpeil zal instellen dat ongeveer midden tussen de oorspronkelijke grondwaterpeilen ligt van de oostelijke, respectievelijk de westelijke oever. De put zal in oostelijke richting een lager peil krijgen en dus wateronttrekkend werken. In het westelijke deel zal het waterpeil hoger komen te liggen dan de oorspronkelijke grondwaterstand en zal de put water verliezen. De vraag is welke invloed de breukzones zullen hebben op verlaging, respectievelijk de verhoging van de grondwaterstanden in de omgeving van de put.

Over de hydrologische invloed van breukzones is wel het een en ander bekend. ERNST en DE RIDDER (5) geven een literatuuroverzicht en een verslag van een door hen nabij Wanssum verricht gedetailleerd onderzoek. Het blijkt dat hoge weerstanden in breukzones geen ongewoon verschijnsel zijn en gemarkeerd worden door grote stijghoogte verschillen in peilfilters ter weerszijden van de breukzone geplaatst. Zo wordt door ERNST en DE RIDDER melding gemaakt van stijghoogte verschillen van 3 à 4 m over een horizontale afstand van 6 m.

De Peelrandbreuk en de storing van Milheeze geven volgens fig. 7 peilverschillen van het grondwater van ca 1,8 en 2 m over een afstand van ca 300 respectievelijk 500 m. Uit de gegevens van de figuren 7 en 8 kan het volgende overzicht worden opgesteld en met de formule

$$Ah = \frac{q}{D} \times C$$
 een schatting gemaakt van de weerstand in de breukzone.

Tabel 1.

		i	KD	q	q <sub>br</sub>	Δh <sub>br</sub>	D <sub>br</sub>	C <sub>br</sub>
		m/m	m <sup>2</sup> /dag	m <sup>2</sup> /dag	m <sup>2</sup> /dag	m	m	dagen
Storing van Milheeze	O	0,0011	750	0,825				
	W	0,0007	1800	1,260	1,04	2,0	25	50
Peelrandbreuk	O	0,0007	1800	1,260				
	N	0,0016	750	1,200	1,23	1,5	35	43

i = verhang; KD = watervoeren vermogen; q = debiet; C<sub>br</sub> = weerstand breukzone; O = oostelijk en W = westelijk van de breuklijn; Δh<sub>br</sub> = peilverschil over de breukzone; D<sub>br</sub> = dikte van het grondpakket in de breukzone

Deze blijkt ca 50 dagen te zijn. Hierbij werd verondersteld dat in de Miocene ondergrond geen stroming plaats vindt.

Een enkel gegeven kan ook worden verkregen uit de stijghoogten van de filters van de peilputten 51F-52 ten westen en 51F-53 ten oosten van de Peelrandbreuk gelegen (zie fig.4). De afstand tussen beide putten is ca 400 m.

Tabel 2

put	Ondiep filter m NAP	Diep filter m NAP	Stijghoogte ondiep m <sup>+</sup> NAP	14/5'64 diep m <sup>+</sup> NAP	Verskil diep-ondiep m
51F - 52	18,15 <sup>+</sup>	15,30 <sup>-</sup>	18,45	17,20	- 1,25
51F - 53	19,40 <sup>+</sup>	9,30 <sup>-</sup>	20,31	20,25	- 0,06
verschil			1,86	3,05	

Door DE RIDDER (3, hfást.III) wordt voor het gebied ten westen van de Peelrandbreuk voor het zanddiluvium ter dikte van 15 m een KD = 70 m<sup>2</sup>/d opgegeven. Wordt een verhang van het grondwater in deze laag van 0,001 aangehouden dan wordt via de bovenlaag dus

70 x 0,001 = 0,07 M<sup>2</sup>/dag aan water afgevoerd, waarbij aangenomen is dat zich op de grens tussen het fijnzandige en grofzandige materiaal een slecht doorlatende laag bevindt. Bij een doorstroom opening van 15 m wordt voor dit deel van de breukzone gevonden een weerstand  $C = 15 \times 1,86/0,07 = 400$  dagen.

De rest van het water  $1,23 - 0,07 = 1,16$  m<sup>2</sup>/dag passeert de breukzone door de resterende 20 m. Voor dit beneden deel van de breukzone wordt dan voor de weerstand gevonden  $C = 20/1,23 \times 3,05 = 50$  dagen. Een verschil in weerstand tussen het bovenste en het onderste deel van de breukzone kan, zoals eerder verondersteld, oorzaak zijn voor het gemiddelde peil verschil van 5 à 10 cm tussen het diepe en het ondiepe water in de beide filters van 51F - 53.

Met de gevonden C-waarden van 400 en 50 dagen zullen vermoedelijk de uiterste grenzen waartussen de weerstand van de breukzone zich kan bewegen wel zijn aangegeven. Er moet bovendien rekening mee worden gehouden dat een dergelijke variatie mogelijkheid zich ook in de horizontale zin kan voor doen. Uit de isohypsenkaart van fig. 5 valt op te maken dat in het gebied ten oosten van de zandput de storing van Milheeze vermoedelijk weinig variatie in weerstand zal vertonen. Bij de Peelrandbreuk zou dit wel eens anders kunnen zijn, voor welke veronderstelling het beloop van de isohypsen van fig. 5 reden kan geven.

De conclusie welke uit het voorgaande getrokken kan worden is, dat peilverschillen van de waterstand in de put met de oorspronkelijke grondwaterstanden ten gevolge van de vermoedelijk matige weerstanden in de breukzones ook aan de andere zijde daarvan merkbaar zullen zijn, zij het in mindere mate dan wanneer deze weerstanden niet aanwezig zouden zijn geweest.

## 7. DE INVLOED VAN DE PUT OP DE GRONDWATERSTAND

Wordt de put aangelegd op de plaats in fig. 7 als aangegeven dan kan het volgende peilen overzichtje worden opgesteld (tabel 3) waarbij is uitgegaan van de raai volgens lijn BB van fig. 1.

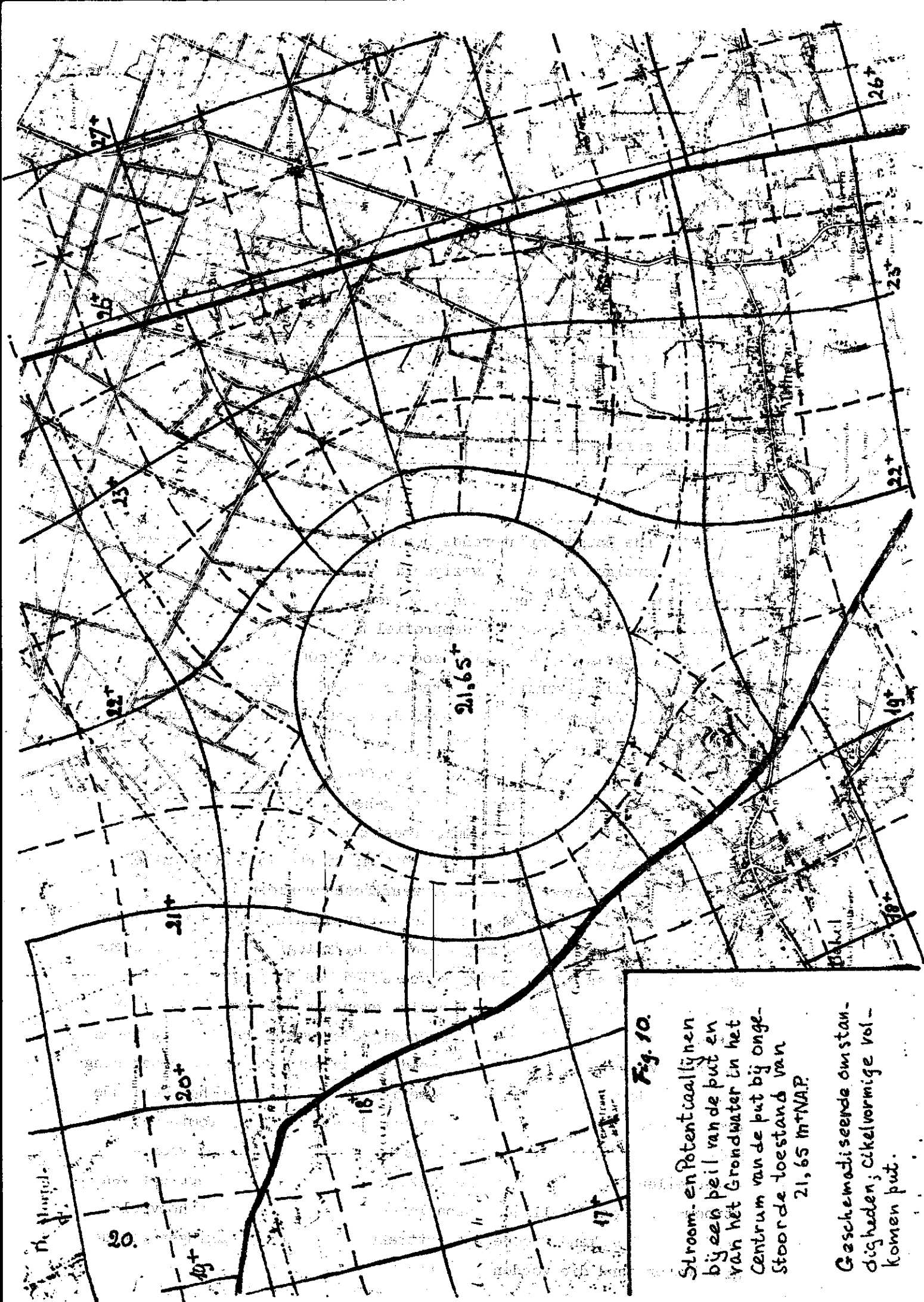
Tabel 3.

	Gr.w.Peil m+NAP		Gem.Peil Peilverand.m			max.Peilversch.
	beneden	boven	m+NAP	beneden	boven	m
a.hoogste winterpeil	21,00	23,50	22,25	+ 1,25	- 1,25	± 2,50
b.gem. winterpeil	20,75	23,25	22,00	+ 1,25	- 1,25	2,50
c.gem. zomerpeil	20,15	22,40	21,25	+ 1,10	- 1,15	2,25
d.laagste zomerpeil	19,90	22,10	21,00	+ 1,10	- 1,10	2,20

Teneinde enige oriënterende berekeningen te kunnen maken omtrent de gevolgen van de aanwezigheid van de put dienen enige schematiseringen te worden aangebracht, te weten:

1. Een homogeen doorlatend bodemprofiel met een dikte  $D = 40$  m en een doorlatendheid  $K = 45$  m/dag, zodat  $KD = 1800 \text{ m}^2/\text{dag}$ .
2. De put is cirkelvormig met straal  $r = 100 \sqrt{\frac{280}{\pi}} = 950$  m
3. De put is volkomen, dat wil zeggen de diepte ervan reikt tot de ondoorlatende basis.
4. Het verhang van het grondwater is 0,001.
5. Het peil in de put wordt constant gehouden.
6. Er is een stationaire stromingstoestand.

De afmetingen van de put ( $r = 950$  m; diepte 16 à 20 m) maken dat de radiale weerstand ervan verwaarloosbaar klein is ( $w < 0,1$  dag/m). Voorts kan ook aangenomen worden dat onder de bodem van de put (dieper dan 20 m-mv) geen in hydrologisch opzicht storende lagen voorkomen. De verticale weerstand van de aangetroffen matig fijnzandige lagen kan derhalve eveneens als verwaarloosbaar klein worden beschouwd. Beide omstandigheden maken dat beschouwingen op grond van aanname 3 (volkomenheid van de put) een goede benadering geven van de werkelijkheid. De afmetingen van de put en het hellende grondwatervlak maken het toepassen van de normale putstromingsformules niet goed mogelijk. Daarom werd langs grafische weg voor 4 waterpeilen van de put door het tekenen van vierkantjes het net van stroom- en potentiaallijnen bepaald en daaruit globaal de hoeveelheid water berekend die de put onttrekt en van de verlagingen van de grondwaterstand die worden veroorzaakt.



**Fig. 10.**

Stroom- en Potentiaallijnen  
 bij een peil van de put en  
 van het Grondwater in het  
 Centrum van de put bij onge-  
 stoorde toestand van  
 21,65 m+N.A.P.

Geschematiseerde omstan-  
 digheden; cirkelvormige vol-  
 komen put.



Bij deze bewerking werd ervan uitgegaan dat het peil in de put constant gehouden wordt. Dit betekent dat voor hogere peilen dan de evenwichtsstand van 21.65 m + NAP een zodanig slecht doorlatende sliblaag op het infiltrerende deel van de bodem en de wanden van de put moet worden verondersteld dat wateronttrekking en infiltratie met elkaar in evenwicht zijn. Anderzijds wordt bij lagere peilen het wateronttrekkingsoverschot geacht te worden afgevoerd via een overlaat in een verbindingskanaal met de Zuidwillemsvaart. Tabel 4 geeft het resultaat van de bewerking.

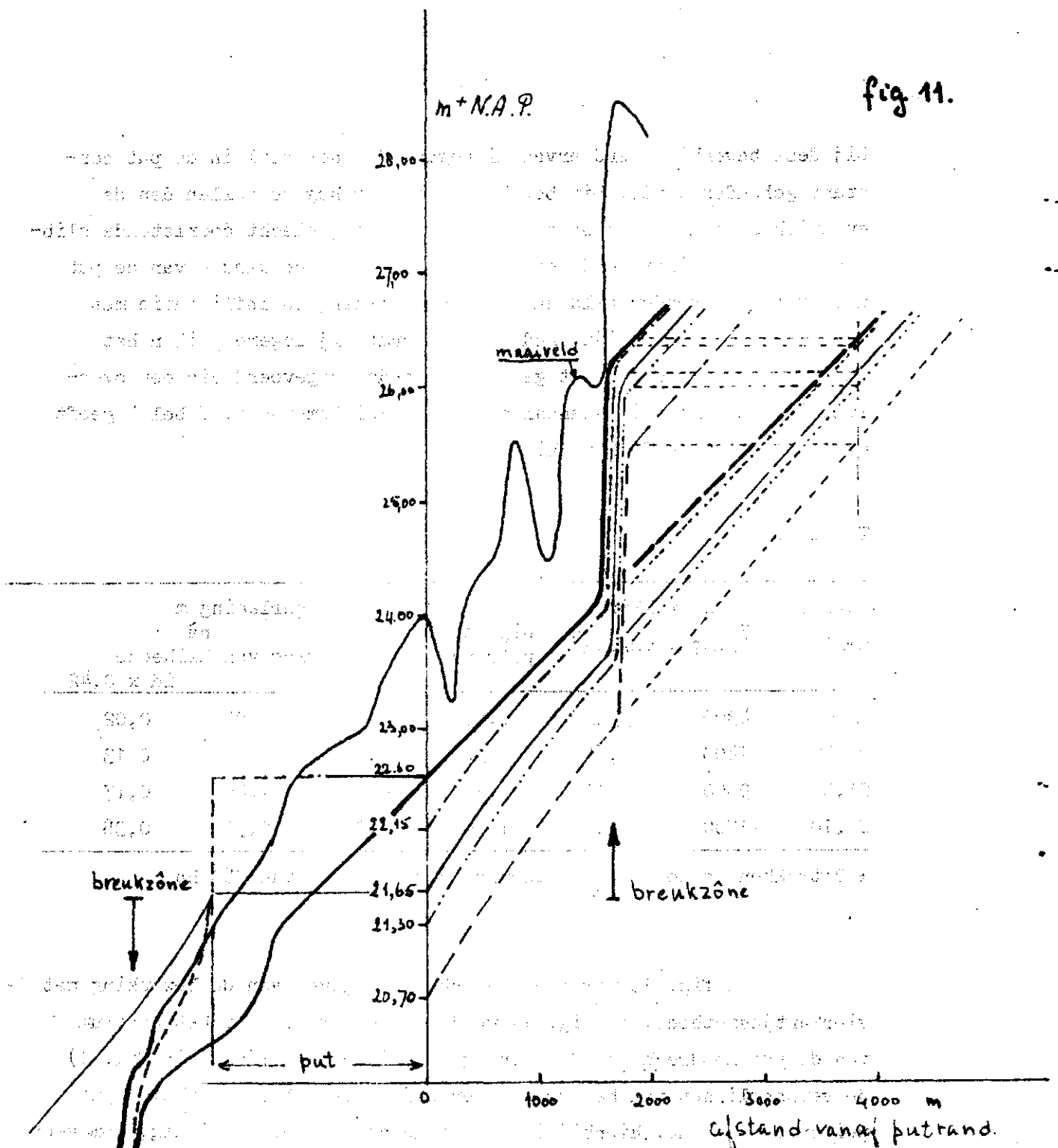
Tabel 4.

Putpeil m+NAP	Onttrekking		bij de putrand	grondwater verlaging m		
	m <sup>3</sup> /dag	mm/dag*		vóór de storing	nà van Milheeze	id x 0,42
22,15	4300	1,54	0,45	0,10	0,05	0,02
21,65	7400	2,65	0,95	0,55	0,30	0,13
21,30	9000	3,15	1,30	0,70	1,40	0,17
20,70	11700	4,18	1,90	1,20	0,90	0,38

\* Betrokken op de totale oppervlakte van de put van 280 ha

In fig. 10 wordt een voorbeeld gegeven van de bewerking met de vierkantjesmethode. In fig. 11 werden in een raai door het centrum van de put loodrecht op de storing van Milheeze (lijn BB in fig. 1) de verhanglijnen van het grondwater bij de in tabel 4 genoemde putpeilen ingetekend. Hierbij is dus uitgegaan van een oneindig, homogeen doorlatend stroomveld met een  $KD = 1800 \text{ m}^2/\text{dag}$ , een verhang van de waterspiegel van 0,001. Vervolgens is de weerstand van de breukzone met een grondwatersprong van 2 m ingevoerd. De verlagingen van het grondwater direct ten oosten van de breukzone worden gevonden door daarvoor de waarden te nemen zoals aangegeven met de horizontale stippellijnen. Dit zijn dus die welke in het homogene stroomveld 2 km verder van de put bereikt zouden zijn. Daar in feite het gebied ten oosten van de breukzone een kleinere KD-waarde heeft ( $750 \text{ m}^2/\text{dag}$ ) zullen deze verlagingen ca  $750/1800 = 0,42$  maal kleiner zijn dan

fig 11.



breukzône

breukzône

put

- — — — — Oorspr. grondw. stand.
- - - - - Grondw. stand bij putpeil 22,15 m<sup>+</sup>
- — — — — id. id. 21,65 m<sup>+</sup>
- - - - - id. id. 21,30 m<sup>+</sup>
- — — — — id. id. 20,70 m<sup>+</sup>

De gebroken lijnen geven de grondwaterstanden bij afwezigheid van de breukzône en uniforme doorlatendheid van de grond.

Dwars profiel B-B; Grondwater standen bij verschillende waterpeilen in de put

aangegeven. Ze zullen veeleer de waarden hebben zoals in de laatste kolom van tabel 4 werd aangegeven.

In fig. 10 werd voor het putpeil van 21,65 m + NAP het net van stroom en potentiaallijnen gegeven. Hierbij zijn de omstandigheden geschematiseerd volgens de eerder genoemde vijf punten. Bij de storing van Milheeze werd een sprong in het grondwaterpeil van 2 m en bij de Peelrandbreuk van 1,80 m aangehouden. Tevens werden de lijnen van gelijke stijghoogte van het grondwater voor de gemiddelde toestand ingetekend. De figuur geeft niet meer dan een zeer globaal beeld van de grondwaterstroming in de buurt van de put en van de verhogingen of verlagingen van de grondwaterstand.

Wanneer, zoals te verwachten valt, de bodem en de wanden van het westelijke deel van de put tot op zekere hoogte dichtslibben, dan zullen ten westen van de put lagere grondwaterstanden optreden dan in fig. 10 aangegeven en zal in fig. 11 de stijghoogtelijn meer overeenkomstig de streeplijn verlopen.

Zowel fig. 10 als fig. 11 maken wel duidelijk dat met het verschijnsel wateroverlast ernstig rekening gehouden zal moeten worden. Daartegen zullen de geëigende maatregelen moeten worden getroffen. Daarbij zal dan het probleem van de instandhouding van de sloot-taluds vermoedelijk veel zorgen kunnen geven.

## 8. EEN NADERE BESCHOUWING VAN DE GEVOLGEN VAN DE AANWEZIGHEID VAN DE PUT

In het voorgaande werd uitgegaan van een stationaire stromings-toestand. Hierbij kwam de voeding van het gebied dus niet ter sprake. De vraag is echter hoe de kwestie van de voeding van het gebied met overtollige neerslag de situatie beïnvloed. Ook op deze vraag kan slechts een globaal antwoord gegeven worden. In principe zal daarbij uitgegaan moeten worden van de formule van de waterbalans van de put en van het gebied waaruit de put water onttrekt.

$\text{Invoer} + \text{regen} = \text{verdamping} + \text{afvoer}.$

Vooreen gemiddeld jaar geldt bij een peil in de put van 21.65 m+NAP (zie tabel 4):

$$967 + 694^* = 687^* + \text{afvoer}$$

$$\text{afvoer} = 974 \text{ mm/jaar}$$

Het blijkt dat op jaarbasis bij een gemiddeld jaar het peil in de put constnt is. Hoe de afvoer uit de put tot stand komt doet daarbij niet ter zake. Het water stroomt door de grond of vloeit voor een deel over de overlaat indien de bodem en taluds van de put dichtgeslibd zijn. De vraag is echter of de wateronttrekking door de put een niet zodanig grote daling van de grondwaterstanden in het voedingsgebied zal veroorzaken dat het peil in de put beneden een toelaatbaar minimum zal zakken.

Uit de figuren 5 en 10 kan globaal het gebied worden bepaald waarvan de put het water ontvangt. Dit blijkt voor het geval van fig. 10 ca 1300 te zijn. Uit lysimeter onderzoeken en waterbalansonderzoek van stroomgebieden is gebleken dat de tot afvoer komende overtollige neerslag in een gemiddeld jaar 200 à 250 mm of 0,55 à 0,68 mm/d bedraagt. Wordt aangenomen dat de put al de in het gebied, begrensd door de streep-stip lijn van fig. 10 en een lijn op ca 4000 m vanuit het middelpunt van de put loodrecht op lijn BB tot afvoer komende overtollige neerslag opvangt, dan betekent dit een gemiddelde hoeveelheid van  $1300 \times 250 \times 10/365 = 9800 \text{ m}^3/\text{dag}$ .

In tabel 5 werden dezelfde gegevens samengevat ontleend aan de niet gegeven vierkantjes figuren. Het blijkt dat ook voor lagere en hogere peilen van de put dan 21,65 m + NAP gerekend over een lange periode er geen aanleiding bestaat te veronderstellen dat de grondwaterstanden permanent lager zullen komen te liggen dan in tabel 4 en in fig. 11 werd aangegeven.

Tabel 5

Peilput m+NAP	Debiet $\text{m}^3/\text{d}$	Voedings- gebied ha	Wateronttrekking	
			mm/d	mm/jaar
22,15	4300	700	0,61	225
21,65	7400	1300	0,57	245
21,30	9000	1550	0,58	210
20,70	11700	2100	0,56	205

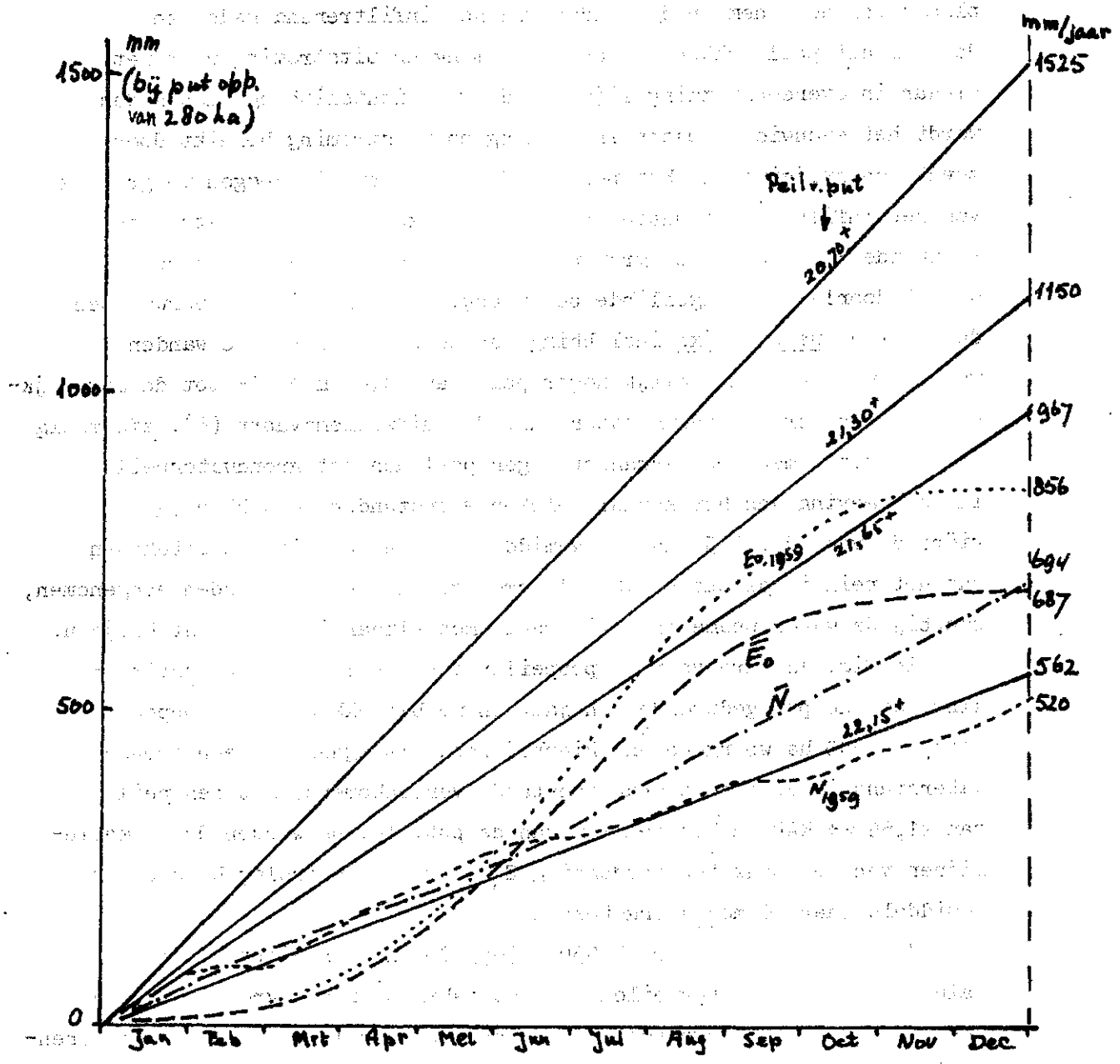
\* Gegevens K.N.M.I. voor Gemert.

Bij hogere peilen van de put dan 21,65 m+NAP is het infiltrerend oppervlak groter dan het water opnemend. Vindt geen dichtslibbing plaats van de bodem en de wanden van het infiltrerend gedeelte dan zal het peil zakken totdat instroming en uitstroming weer met elkaar in overeenstemming zijn. Vindt wel dichtslibbing plaats dan wordt het evenwicht tussen instroming en uitstroming bereikt door zowel een stijging van het peil in de put - dat wil zeggen vergroting van het infiltrerende natte oppervlak ten koste van het wateronttrekkende - als door het groter worden van het verhang over de slecht doorlatende ingeslibde bodemlaag. Het valt niet te verwachten dat door de natuurlijke inslibbing van de bodem en van de wanden van de put een aanmerkelijk hoger peil dan 21,65 m + NAP tot de mogelijkheden zal behoren. Bodemonsters uit de Zuidwillemsvaart (6), afkomstig uit gedeelten met een permanent hoger peil dan het grondwaterpeil in de omgeving van het kanaal, bleken weerstanden te hebben variërend van 12 tot 56 dagen, gemiddeld 30 dagen. Dit zou betekenen dat het peil in de put ca 10 à 15 cm hoger zou kunnen worden aangenomen, waarbij de wateropname en infiltratie met elkaar in evenwicht blijven.

In fig. 12 werd voor de putpeilen van tabel 5 de wateronttrekking door de put gedurende een jaar in mm betrokken op het oppervlak van 280 ha weergegeven. Hierbij werd uitgegaan van een grondwaterstand in de ongestoorde toestand overeenkomende met een peil van 21,65 m+ NAP in het centrum van de put. Tevens werden de sommatielijnen van de openwater verdamping  $E_0$  en van de neerslag  $N$  voor een gemiddeld jaar (Gemert) ingetekend.

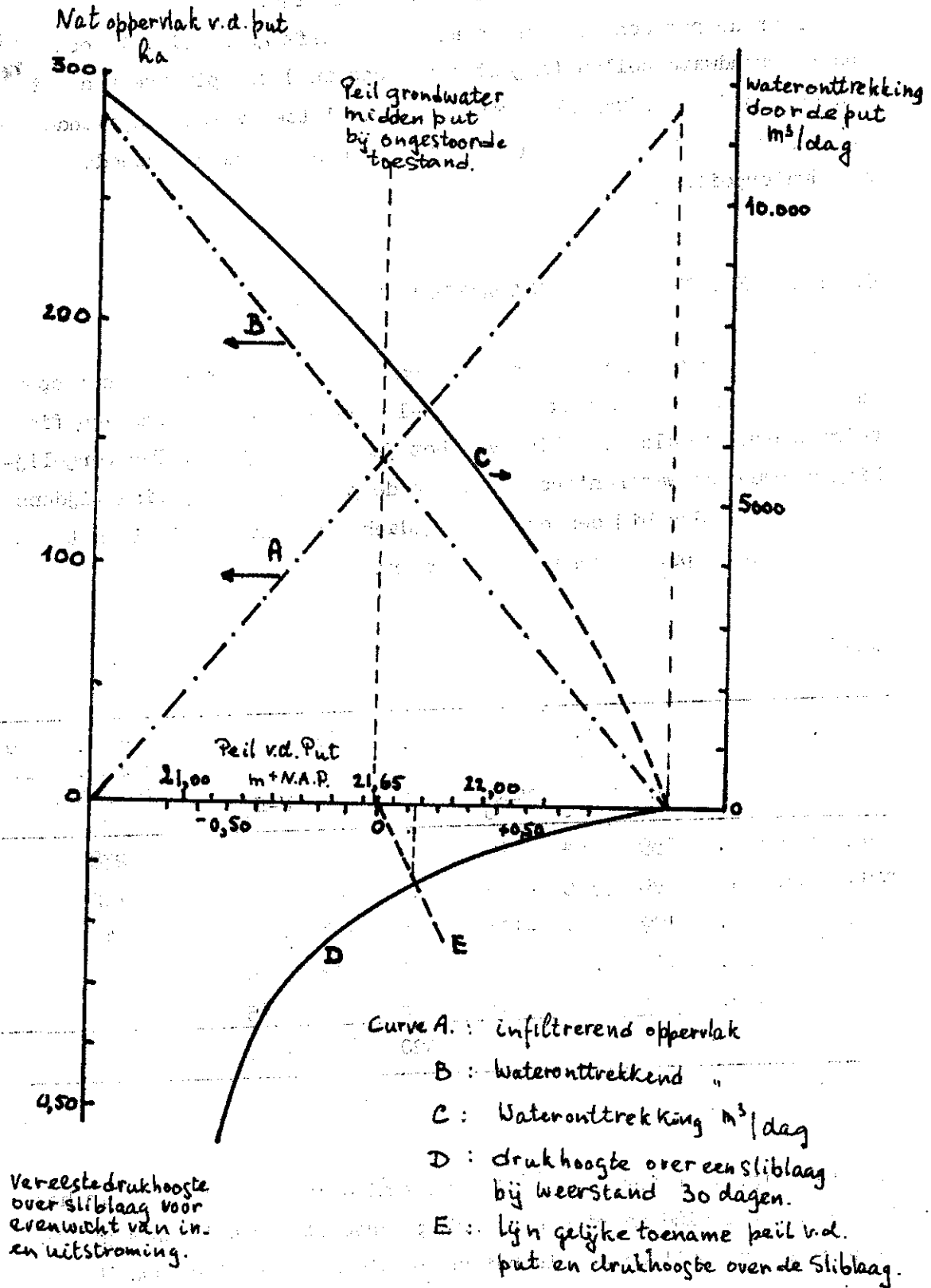
Voor een put met straal 950 m (opp 280 ha) en diepte 20 m met taluds 1 : 4, de waterpeilen volgens tabel 5 en een grondwaterstand van 21,65 m + NAP (ongestoorde toestand) werden in fig. 13 de drainerende (A) en infiltrerende (B) natte oppervlakten in ha weergegeven. Tevens werd de lijn voor het verband tussen de wateronttrekking in  $m^3/dag$  en het peil van de put ingetekend (C). In de figuur werd tevens aangegeven het verband tussen het peil in de put en het vereiste drukverschil over een sliblaag met weerstand  $C = 30$  dagen, ten einde drainage en wegzijging met elkaar in evenwicht te houden (D). Het snijpunt van lijn D met de lijn E, voor gelijke waterpeil- en drukhoogte verandering geeft het mogelijke hogere putpeil dan 21,65 m+NAP ten gevolge van de aanwezigheid van de sliblaag. Dit verschil

Fig. 12.



- Sommatie curren voor:
- 21.65<sup>+</sup> Wateronttrekking door de put bij peil 21.65 m<sup>+</sup> N.A.P.
  - — — — Open water verdamping  $\bar{E}_0$  voor een gemiddeld jaar
  - · — · — · — — open " "  $E_0$  voor het jaar 1959
  - · — · — · — — Neerslag  $\bar{N}$  voor een gemiddeld jaar
  - · — · — · — — Neerslag  $N$  voor het jaar 1959

figuur: 13.



blijkt dus zoals al vermeld 10 à 15 cm te bedragen, waardoor de wateropname door de put ca 6650 m<sup>3</sup>/dag zal zijn.

Daar de put een zeer grote afmeting heeft geldt fig. 13 ook voor andere grondwaterpeilen (ongestoorde toestand) ter plaatse van het midden van de put. Derhalve werd een schaal toegevoegd aangevende een hoger (+) of een lager (-) putpeil dan het eerder genoemde grondwaterpeil.

#### 9. DE TE VERWACHTEN PEILFLUCTUATIES VAN DE PUT

Door de regen wordt de put gevoed, door verdamping van het open water wordt water onttrokken. In tabel 6 werden de gegevens van fig. 12 volgens een bepaalde indeling van het jaar weergegeven. Ter vergelijking daarmee de wateronttrekking door de put aan de omgeving tijdens dezelfde perioden bij een constant gedacht grondwaterpeil in het centrum van de put volgens de ongestoorde toestand.

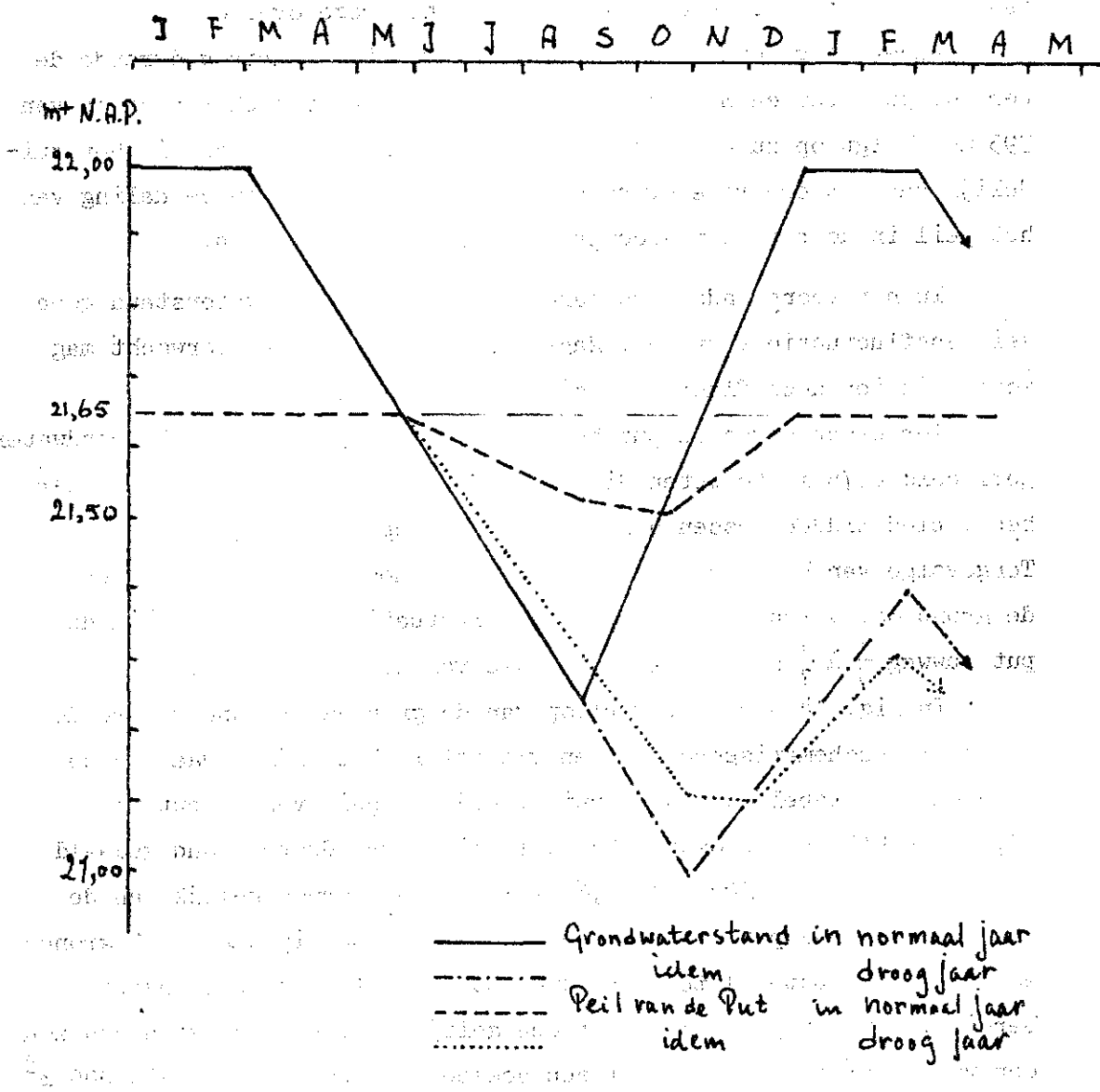
Tabel 6

		Gem. Jaar mm			1959 mm			Waterontr.put mm bij grondw. peil 21,65 m+NAP
		N	E <sub>o</sub>	N-E <sub>o</sub>	N	E <sub>o</sub>	N-E <sub>o</sub>	
jan.	t/m mrt.	159	64	95	159	71	88	238
mrt.	t/m mei	96	185	- 89	114	206	- 92	162
jun.	t/m aug.	199	337	-138	109	414	-305	243
sept.	t/m okt.	119	87	32	50	142	- 90	162
nov.	t/m dec.	121	14	107	88	23	65	162
Totaal		694	687	7	520	856	-333	967

Uit fig. 12 blijkt dat er in een gemiddeld jaar, evenals in het jaar 1959, tot eind maart een neerslagoverschot bestaat van + 95 mm. In de maanden april en mei is het verdampingsoverschot 89 mm. Wordt dus in een peilstijging van 10 cm van de put voorzien dan behoeft de waterstand dus per 1 juni als gevolg van de verdamping alleen niet



... van de ...



Geschematiseerde tijd-stijghoogte lijn van het grondwater en van de waterstand in de put.

... van de ...

beneden streefpeil te dalen. In de periode mei tot en met augustus is er een verdampingsoverschot van 138 mm. Dit wordt in de periode september tot en met december gevolgd door een vrijwel even groot neerslagoverschot. Een peildaling alleen door de verdamping zal dus vanzelf weer te niet gedaan worden door het regenoverschot.

Anders ligt dit in een extreem jaar 1959, waarin gedurende de periode juni tot en met oktober een verdampingsoverschot bestaat van 395 mm. Volgt op zulk een jaar weer een normaal jaar, dan is het duidelijk dat met een regenoverschot van  $65 + 95 = 160$  mm de daling van het peil in de put niet gecompenseerd zal kunnen worden.

In het voorgaande werd aangenomen dat de grondwaterstand geen seizoensfluctuatie vertoont. Nagegaan moet worden wat verwacht mag worden indien deze fluctuatie zich wel voordoet.

Ter plaatse van de put bedraagt de fluctuatie van het grondwater gemiddeld 0,75 m, te weten dicht bij de breuklijnen ca 0,50 m, naar het gebied midden tussen deze lijn toe oplopend tot 1,00 m.

Tengevolge van het verschil in bergend vermogen tussen de put en de grond mag verwacht worden dat de fluctuatie van het peil in de put ruwweg  $\frac{1}{5}$  à  $\frac{1}{7}$  zal bedragen van die van het grondwater.

In fig. 14 werd het verloop van de grondwaterstand gedurende het jaar geschematiseerd tot een viertal rechte lijnen waarbij de gegevens van tabel 3 zijn gebruikt. Bij een peil van de put van 21,65 m + NAP zal op omstreeks half mei de grondwaterstand gedaald zijn van 22,00 m + NAP tot 21,65 m + NAP en daarmee gelijk aan de waterstand in de put zijn geworden. Na dit tijdstip daalt het grondwater beneden putpeil tot eind augustus zijn laagste punt heeft bereikt. Zou het peil in de put een gelijke daling ondergaan dan zou een waterschijf van 0,40 m of een hoeveelheid water van 1 120 000 m<sup>3</sup> moeten worden afgevoerd. Wordt hiervan het verdampingsoverschot van 138 mm of 386 000 m<sup>3</sup> afgetrokken dan resteert 734 000 m<sup>3</sup> die in ± 100 dagen via de bodem van de put zou moeten wegzijgen. Tengevolge van het verschil in bergend vermogen tussen de grond en de put zal het grondwater sneller dalen dan het peil in de put. Bij een maximaal peilverschil tussen het peil in de put en de grondwaterstand van + 0,40 m bedraagt de wateronttrekking door de put 5 000 m<sup>3</sup>/dag, doch de infiltratie zal bij dit peilverschil 9 400 m<sup>3</sup>/dag kunnen bedragen.

Er is dus een infiltratie overschot van  $4\ 400\ \text{m}^3/\text{dag}$ . Gemiddeld over de gehele periode van 100 dagen dat het grondwaterpeil beneden putpeil zakt bedraagt dit overschot dus  $2\ 200\ \text{m}^3/\text{dag}$ . Gedurende de gehele periode van 100 dagen tot eind augustus wordt dan afgevoerd  $220\ 000\ \text{m}^3$ . Het peil in de put zal daarom slechts een daling vertonen van ongeveer

$$\frac{220\ 000}{734\ 000} \times 0,40 = 0,12\ \text{m}$$

Daarna zal het peil in de put nog ca  $0,015\ \text{m}$  zakken als gevolg van door het nog steeds bestaande peilverschil optredend infiltratie overschot. Door het regen overschot en het onttrekkingsoverschot zal dan omstreeks eind december de put het peil van  $21,65\ \text{m} +$  weer hebben bereikt.

In een droog jaar, zoals 1959, zal het grondwater  $0,65\ \text{m}$  zakken onder het putpeil van  $21,65\ \text{m} + \text{NAP}$  en bereikt dit laagste peil tegen eind oktober, dus 160 dagen nadat in het voorjaar het grondwaterpeil en de grondwaterstand gelijk zijn geworden. Op dezelfde wijze als hiervoor valt met behulp van fig. 13 te berekenen dat een waterschijf van  $0,65\ \text{m}$  zou moeten worden afgevoerd:  $1\ 820\ 000\ \text{m}^3$ . Hiervan verdampt  $0,395\ \text{m}$  of  $1\ 100\ 000\ \text{m}^3$ , zodat resteert  $720\ 000\ \text{m}^3$ .

Door de daling van het grondwater bedraagt het maximale wegzijgingsoverschot over de periode van 160 dagen gemiddeld  $0,5 \times 7\ 500\ \text{m}^3/\text{dag}$ , zodat infiltreert  $160 \times 7\ 500 \times 0,5 = 600\ 000\ \text{m}^3$ . De daling van het peil in de put zal dus bedragen:

$$\frac{600\ 000}{720\ 000} \times 0,65 = 0,54\ \text{m}$$

Wordt aangenomen dat het grondwater tot 1 maart van het volgende jaar slechts  $0,40\ \text{m}$  stijgt dan zal het peil in de put door het onttrekkingsoverschot ongeveer  $0,05\ \text{m}$  stijgen. Hierbij komt dan het neerslag overschot van ca  $160\ \text{mm}$ , zodat de totale stijging van de put ongeveer  $0,21\ \text{m}$  zal bedragen. Daarbij blijft het peil in de put nog ongeveer  $0,33\ \text{m}$  onder het streefpeil van  $21,65\ \text{m} + \text{NAP}$ . Het zal dus na een droog jaar lang duren voor het peil in de put weer het vereiste niveau heeft bereikt. Mogelijk is dit pas het geval in de tweede winterperiode na een droge zomer. Uiteraard hangt dit natuurlijk af van het neerslag overschot in het jaar volgend op een droge zomer.

De putdalingen berekend op bovenstaande wijze geven wellicht wat te ongunstige uitkomsten. Zodra de grondwaterstand (bij ongestoorde toestand) in het centrum van de put beneden putpeil zakt, zal dit laatste eveneens een daling ondergaan die zolang aanhoudt tot beide peilen weer gelijk zijn geworden. Als gevolg van dit proces zal het infiltratie overschot van gemiddeld 2200 en 3750 m<sup>3</sup>/dag voor een normaal jaar, respectievelijk voor het jaar 1959 ook kleiner zijn. Verwacht mag dus worden dat de dalingen van de waterstand in de put ook wat kleiner zullen zijn dan berekend werd.

Een tweede effect dat de daling van het peil in de put tegenwerkt zal de sliblaag zijn die zich op de bodem vormt. Wellicht moet hiervan niet te veel worden verwacht. Een weerstand van 30 dagen is niet hoog, zodat de reductie van de infiltratie uit de put ook niet groot zal zijn.

#### 10. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Aan de hand van beschikbare gegevens werd nagegaan wat voor gevolgen het maken van een ca. 280 ha grote vijver in het gebied ten noorden van de weg Bakel-Milheeze voor de grondwaterstanden in de omgeving zal hebben. Deze gegevens bleken op een aantal punten onvolledig te zijn. Met name verstrekken de verrichtte 20 m diepe boringen geen inzicht in de bouw en de hydrologische eigenschappen van de ondergrond. De in deze boringen geplaatste peilfilters bleken slechts kort en onvolledig te zijn waargenomen. Op grond van aan de literatuur ontleende gegevens werd getracht toch op een aantal vragen een antwoord te geven. Voor geschematiseerde omstandigheden werd met de vierkantjesmethode het grondwaterstromingspatroon in de omgeving van de put benaderd. Op grond hiervan werd de wateronttrekking door de put bij enkele waterpeilen berekend. Tezamen met gegevens over de neerslag en de verdamping van het K.N.M.I. voor het station Gemert werd een globale berekening van de verwachten peilfluctuaties in de put opgezet.

Enige conclusies zijn

## 1. Gevolgen voor de landbouw

In het gebied ten oosten van de put zullen grondwaterstandsverlagingen van 1-1,5 m zich voor kunnen doen. Daar echter de ontwateringsdiepte van deze gronden gedurende een groot deel van het jaar reeds nu dieper dan 1 m-maaiveld is behoeft geen schade van enige betekenis te worden verwacht.

Het gebied ten westen van de put zal echter door wegzijging van water uit de put wateroverlast kunnen ondervinden. Hiertegen zullen de geëigende drainage maatregelen moeten worden getroffen.

## 2. Slecht doorlatende lagen in de ondergrond

Op een niveau tussen 3 en 6 m + NAP werden in 20 m diepe boringen klei- en fijnzandige lagen aangetroffen. Daar over de diepere ondergrond geen gegevens omtrent de bodemgesteldheid voorhanden waren en behoudens van een tweetal bestaande peilbuizen verder geen gegevens omtrent stijghoogte van het dieper dan 20 m-maaiveld voorkomende grondwater aanwezig waren, kon omtrent het al of niet voorkomen van in hydrologisch opzicht storende grondlagen slechts gesteld worden dat deze ter plaatse van de put vermoedelijk niet aanwezig zijn. Van de aangetroffen fijnzandige en kleilagen mag dan ook niet op een aanmerkelijke weerstand tegen grondwaterstroming worden gerekend.

Het verdient echter toch aanbeveling de put niet dieper te maken dan 16 à 17 m zodat de eerder genoemde zand- en kleilagen intact blijven.

## 3. De breukzones

Afgaande op de gegevens van de isohypsenkaart en de kD-waarden kaart aan de literatuur ontleend werd gevonden dat de weerstand van de breukzones ca. 50 dagen zal kunnen bedragen. Met een aanmerkelijke variatie in verticale en horizontale zin moet echter rekening worden gehouden. Ten oosten van de storing van Milheeze zullen de door de zandput veroorzaakte grondwaterstandsdalingen bij een peil van de put van 21,65 m + NAP slechts 10-20 cm bedragen. Schade aan de landbouw

in het gebied van de Klef behoeft niet te worden gevreesd.

#### 4. De invloed van de put

Verwacht wordt dat de put zich op een gemiddeld waterpeil van 21,65 m + NAP zal instellen. De peilschommelingen in aanmerking genomen zal aan een gebied van 1000 à 1600 ha gemiddeld 0,6 mm/dag worden onttrokken of ca. 220 mm/jaar. Deze hoeveelheid is vrijwel gelijk aan de overtollige neerslag die normaal tot afvoer komt.

Tengevolge van het peilverschil tussen het hellend grondwatervlak en het waterpeil in de put zal een deel van het natte oppervlak van de put water onttrekken en het andere deel water doen infiltreren. Als gevolg hiervan zal dit laatste deel tot op zekere hoogte dichtslibben. Hierdoor wordt een peil dat 10 à 15 cm hoger is dan 21,65 m+ mogelijk geacht.

Tengevolge van het regen- en verdampingsoverschot zal het waterpeil in de put niet boven het streefpeil stijgen door de peilbeheersing door middel van een overlaat in een verbindingskanaal, maar wel lager worden dan dat streefpeil. Voor een gemiddeld jaar wordt een daling verwacht van ca. 15 cm. Omstreeks eind december zal het peil van de put weer op streefpeil zijn teruggekeerd.

In een extreem droog jaar (1959 bijvoorbeeld) wordt verwacht dat het peil in de put 55 cm zal kunnen zakken. Het zal echter lang duren, vermoedelijk tot na de tweede winter volgend op de droge zomer, al eer het streefpeil weer is bereikt.

Genoemde peildalingen zijn vermoedelijk aan de ongunstige kant.

#### 11. NASCHRIFT

Bij de bestudering van de gevolgen welke de inrichting van een + 280 ha grote recreatie vijver voor de omgeving zal hebben werd noodzakelijkerwijs gebruik gemaakt van enkele zeer globale benaderingsmethoden. De in dit rapport gegeven meningen en uitspraken moeten derhalve met veel reserve worden gehanteerd. Ze dienen daarom meer als een aanwijzing en orden van grootte beschouwd te worden dan als zekerheden.