

NN31545.0583

BIBLIOTHEEK
STARINGSGEBOUW

NOTA 583

29 oktober 1970

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

MOGELIJKE HYDROLOGISCHE CONSEQUENTIES VAN DE UITVOERING
VAN DE UITBREIDING VAN DE KATERBOSSE PLASSEN BIJ MOOK

drs. A.B. Pomper

279734

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.

24 NOV. 1970

1950

1950

1950

1950

1950

INLEIDING

In 1953 werd begonnen met de zand- en grindwinning in het huidige watersportgebied 'de Katerbosse plassen'. Zoals reeds van te voren was berekend ontstond als gevolg van deze ontgroning, weinig schade. Alleen bij Middelaar vielen een aantal waterputten droog. Deze worden gebruikt voor de watervoorziening voor huishoudelijk gebruik. De schade werd vergoed door een gratis aansluiting op de waterleiding.

In 1969 werd een plan ontworpen tot uitbreiding van de Katerbosse plassen door de Bureau Hasselt en de Koning te Nijmegen en Ir. G. Voogt en T.J. Voogt-Sporry te Arnhem. Met de grondeigenaren van het aan de landbouw te onttrekken gebied werd overeenstemming bereikt. Een voor de uitvoering noodzakelijke verandering van het geldende bestemmingsplan werd door Provinciale Staten goedgekeurd. Een aantal bezwaarden, inwoners van de ten Noordoosten van de plas gelegen Milsbeek, die hun grond buiten het plangebied hebben, vreesden schade aan het gewas als gevolg van grondwaterstandsverlagingen en gingen tegen het besluit van G.S. in beroep bij de Kroon. De 'Kombinatie Koliwaal-Bijland' die de ontgroning zal uitvoeren verzocht het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding een studie te maken van de omvang van de te verwachten grondwaterstandsverlagingen.

BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

In figuur 1 is de ligging van het gebied aangegeven. De op de kaart aangegeven uitbreiding van de plas beslaat 68,7 ha waardoor het totale wateroppervlak van de plassen op 173,0 ha wordt gebracht. Hier moet nog aan worden toegevoegd 259 ha aan voorzieningen (jachthaven, strand, kampeerterrein enz.) zodat na voltooiing het

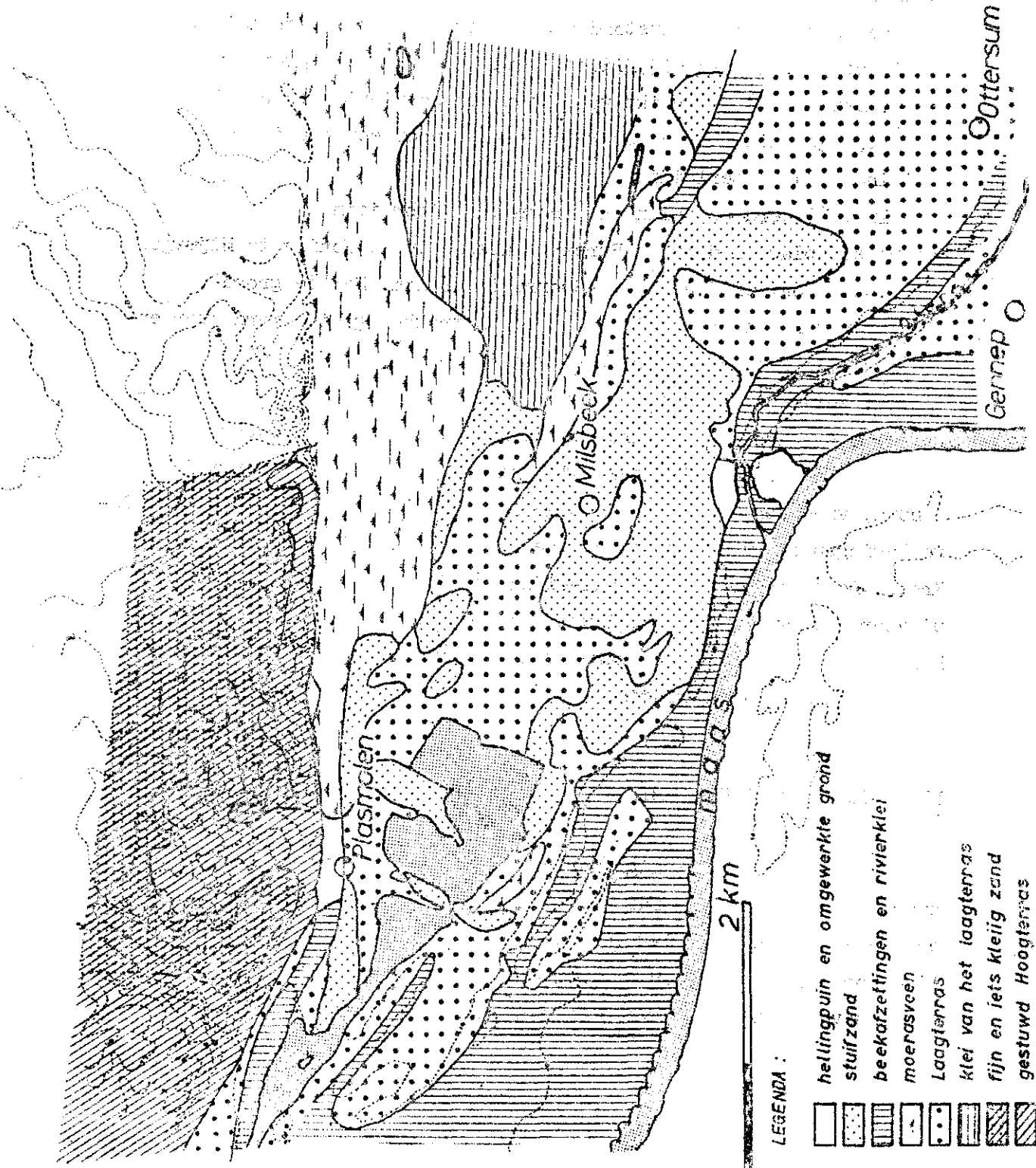
FIG. 2

m
70
60
50
40
30









m
20
10
0
10
20

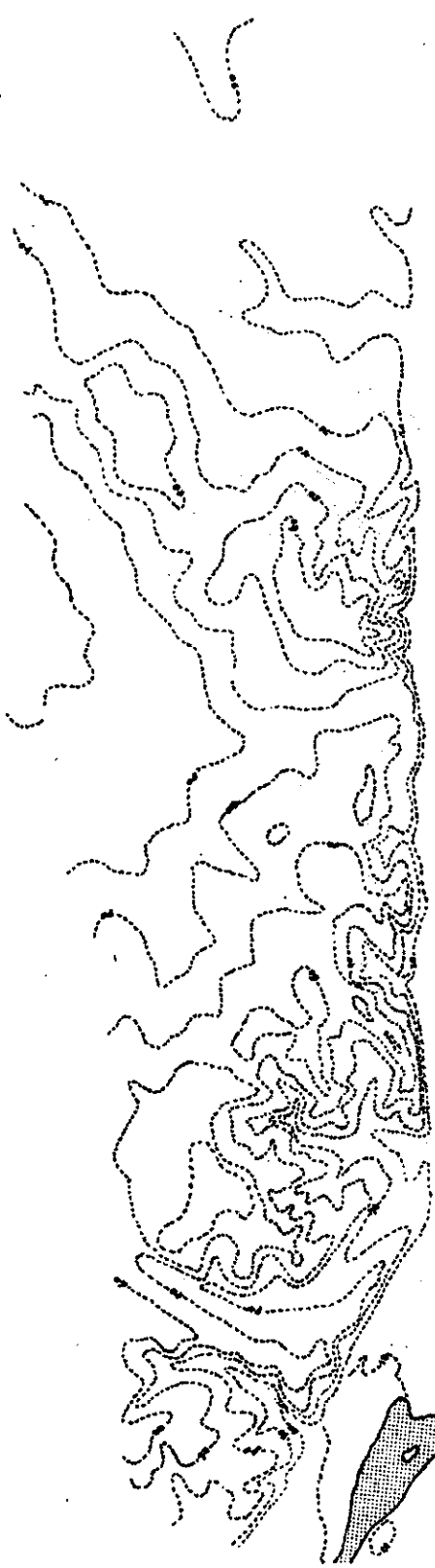
Præglaciaal ouder dan het Hoogterras

PLIOCEEN



LEGENDA :

-  hellingruin en omgewerkte grond
-  stuifzand
-  beekafzettingen en rivierklei
-  moerasveen
-  Laagterras
-  klei van het laagterras
-  fijn en iets kleilig zand
-  gestuwd Hoogterras



Plasmolen

Milsbeek

Aaldonk

Ottersum

Gennep

4 km

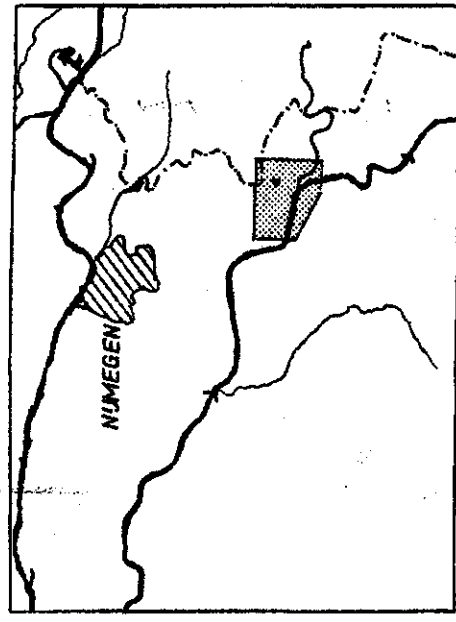


FIG. 1

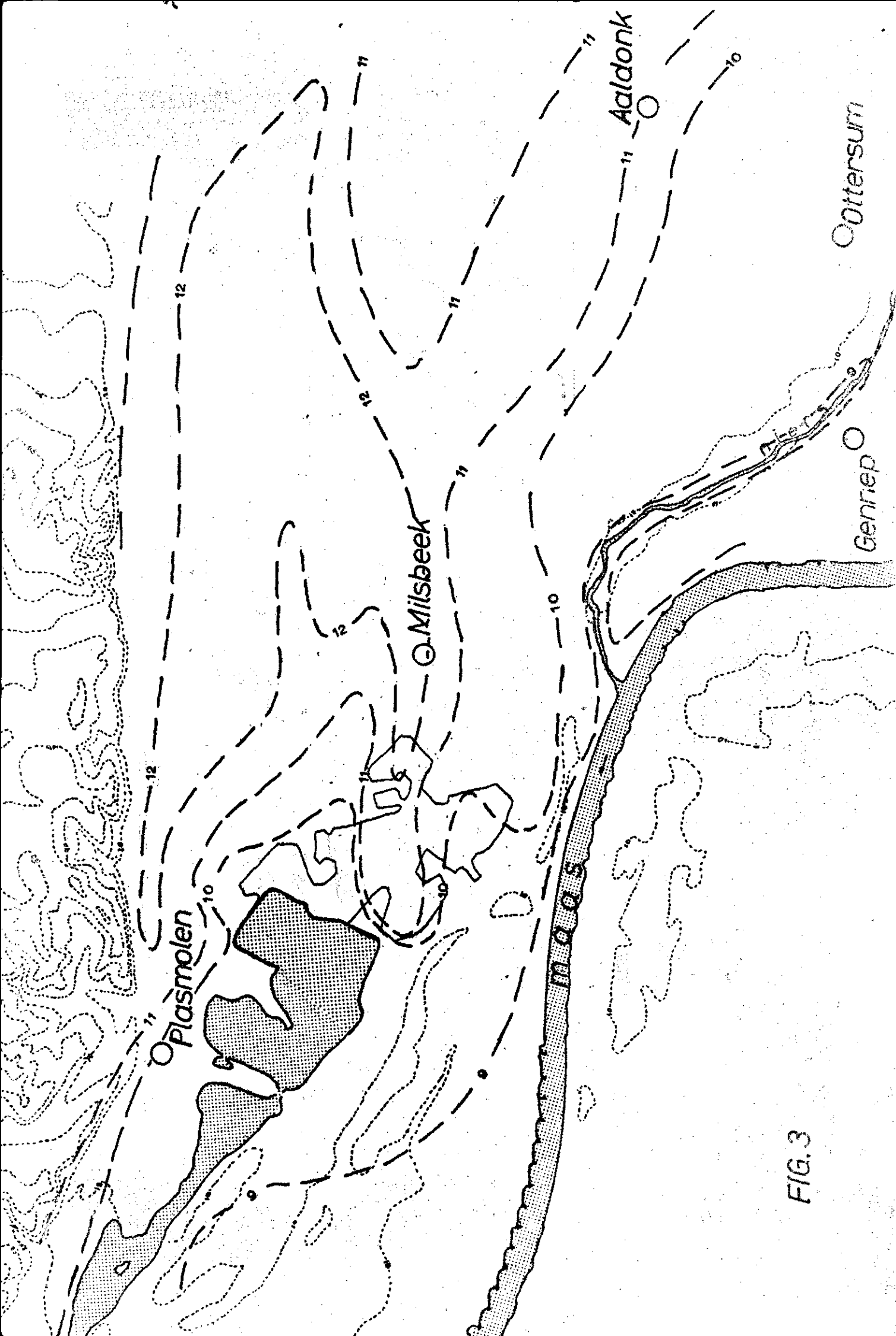


FIG. 3

gehele gebied van de Katerbosse plassen 432 ha beslaat. Hiervan bestaat 256.5 ha binnen de ontworpen uitbreiding uit land, de rest uit waterpartijen.

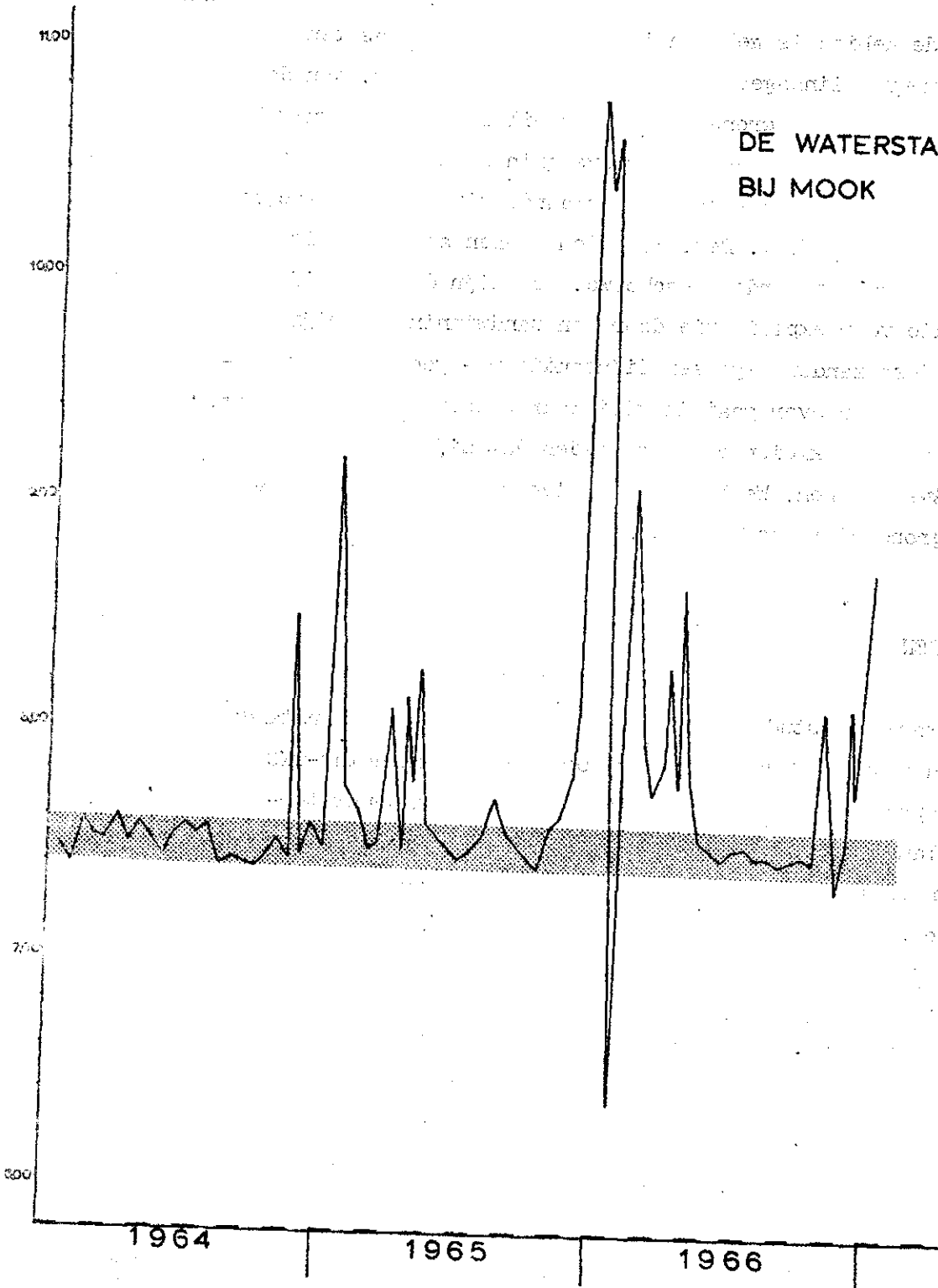
GEOLOGIE

Het bestudeerde gebied is gelegen in het dal van de Maas ten Noorden van het samenvloeiingsgebied van de Niers en de Maas. Aan de Noordzijde wordt het gebied begrensd door de steil oprijzende stuwwal van Nijmegen. De ondergrond bestaat uit grove grindrijke zanden (ongestuwd Hoogterras) op een dik pakket bestaande uit oud pleistocene fijne zanden en kleilagen (II₀). Deze laatsten kunnen als de basis van het watervoerend pakket worden beschouwd. Het zijn de grindrijke Hoogterraszanden die voor exploitatie door een zandwinningsbedrijf geschikt zijn. Op deze zanden ligt een fijnzandiger - goed doorlatend - pakket dat in het Noorden over gaat in klei waarop weer veen is afgezet. De geringe dikte van deze kleien doet vermoeden dat zij geen grote hydrologische invloed hebben. We kunnen derhalve stellen dat het gehele gebied freatisch grondwater heeft (fig. 2).

DE GRONDWATERSTANDEN

Deze kunnen worden bestudeerd aan de hand van de grondwaterstands-waarnemingen uit het Archief van de Dienst Grondwaterverkenning-TNO (DGV) en met de rapporten van de Commissie Onderzoek Landbouwwater-huishouding Nederland (COLN). Het bleek dat het aantal grondwaterstands-buizen gering zijn en (met één uitzondering) waren geconcentreerd om de reeds bestaande plas. Daarom zijn we 'teruggevallen' op de COLN-kaart. Deze kaart is daartoe gebracht op schaal 1 : 25 000 en herleid op hoogten boven N.A.P. (fig. 3).

METERS + NAP



DE WATERSTANDEN VAN DE MAAS
BIJ MOOK

FIG 4

DE WATERSTAND IN HET TOEKOMSTIGE RECREATIEMEER

Deze zal ongeveer gelijk zijn aan de waterstand van de Maas bij het mondingspunt van de Katerbosse plassen bij Mook. Daarvoor is het van belang de waterstandswaarnemingen te beschouwen. Fig. 4 geeft de waterstanden over de jaren 1964, 1965 en 1966. Het eerste wat opvalt is het feit dat de winterstanden een veel grilliger beeld geven dan de zomerstanden. Dit komt doordat de winterstanden meestal 'natuurlijke' waterstanden, terwijl de zomerstanden worden geregeld met behulp van de stuw bij Grave. Men kan zien dat de zomerstanden vrijwel altijd variëren tussen 7.40 meter + N.A.P. en 7.60 meter + N.A.P. Een enkele keer komt de stand boven 7.60 meter en slechts één keer beneden 7.40 meter. De stuwhoogte bij Grave bedraagt 7.50 meter + N.A.P. Bij de berekeningen zullen we uitgaan van dit bedrag. We concentreren ons op de zomerstanden omdat:

- a) het gewas voornamelijk door de zomerstanden wordt beïnvloed
- b) het zomerpeil constant is en aanzienlijk beneden het huidige grondwaterniveau ligt. De wintergrondwaterstanden zullen overigens weinig invloed ondergaan van de te uit te voeren uitbreiding van de plas omdat de gemiddelde winterstand weinig verschilt van het huidige grondwaterpeil.

VEREENVOUDIGINGEN

De beschouwde put heeft een grillige vorm. Hieruit volgt een nogal gecompliceerd beeld dat zich niet leent voor het uitvoeren van berekeningen. Daarom wordt de put vereenvoudigd tot een cirkelvormige put met een straal $r_0 = 500$ meter. Aangenomen wordt dat het gehele watervoerend pakket homogeen is en een dikte (D) heeft van 9 meter. Als gevolg van de vorming van de uitbreiding van de bestaande put ontstaat een 'afpompingskegel' als aangegeven in de doorsnede (fig. 5). Aangenomen wordt dat het water dat de plas binnenstroomt geen weerstand ondervindt.

De doorlatendheid is vastgesteld met behulp van pompproeven die in de omgeving hebben plaatsgevonden. Hieruit wordt een gemiddelde doorlatendheidscoëfficiënt (\bar{K}) berekend van 100 m/dag zodat de $kD \pm 900 \text{ m}^2/\text{dag}$ bedraagt.

NEERSLAG EN VERDAMPING

Bij het uitvoeren van berekeningen is het van belang een inzicht te hebben in deze grootheden. Volgens de Grote Atlas van Nederland (Litt. 4) bedraagt de totale neerslag over de zomermaanden (mei t/m september) gemiddeld $\pm 270 \text{ mm}$. Volgens mondelinge mededeling van de heer G.W. Bloemen, Ing., medewerker van het I.C.W. is in het onderhavige gebied een klein - verwaarloosbaar - verdampingoverschot.

VOORSPELLING VAN DE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN

We kunnen deze materie op twee manieren benaderen:

- 1) berekenen met behulp van pompputformules
- 2) schatten met behulp van de 'vierkantjes-methode van Ernst'.

Het algemene uitgangspunt bij beide benaderingswijzen is dat het gebied een homogene opbouw heeft. Een overal even dik, even doorlatend zandig pakket, dat aan de onderzijde geheel is afgesloten.

HET DEBIET

Bij het gebruik van de pompputformules is het noodzakelijk het debiet - de wateronttrekking als gevolg van het ontstaan van de put - te bepalen. Zoals reeds eerder vermeld wordt de uitbreiding van de plas - in beginsel - beschouwd als een cirkelvormige put met straal r_0 , in een homogeen pakket, reikend tot de basis van het watervoerend pakket. Voor de berekening van het debiet is het bovendien van belang aan te nemen dat een planparalelle stroming van de voet van de stuwwal naar de Maas gaat.

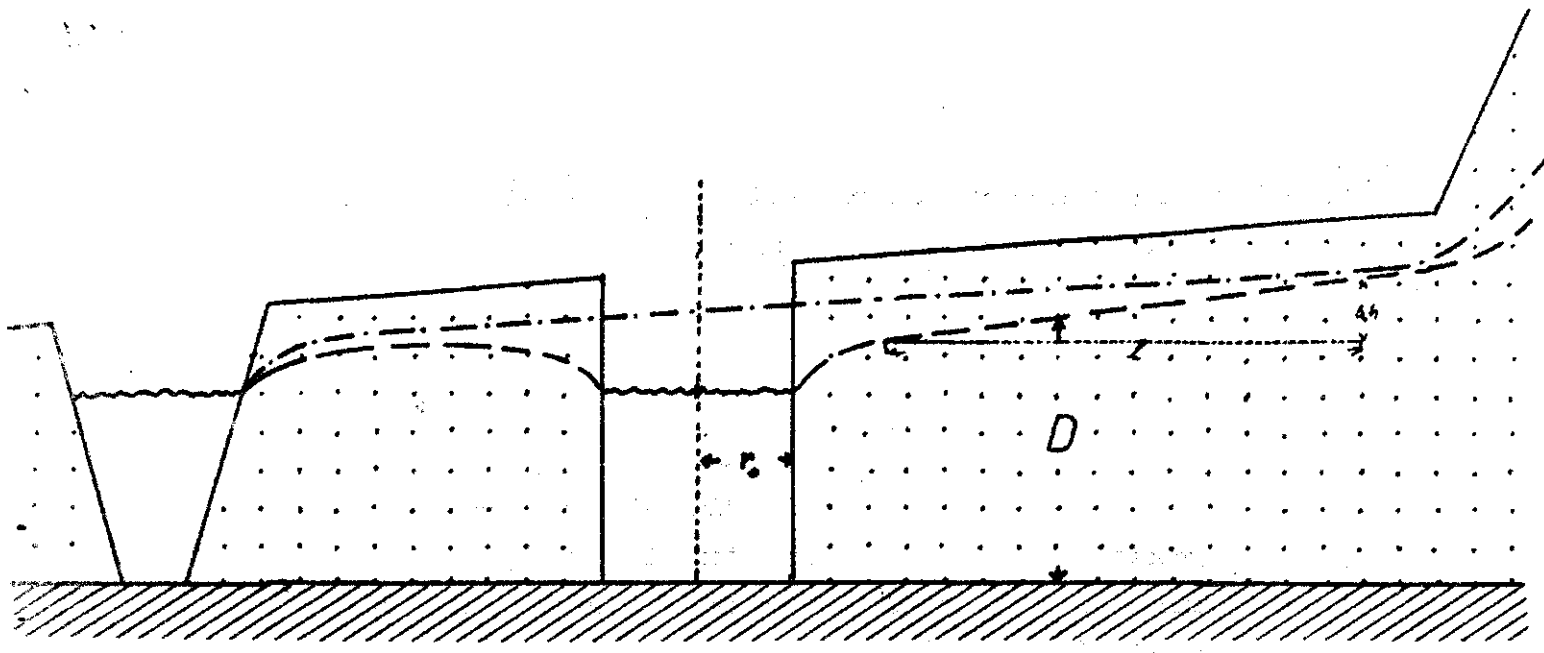


fig. 5

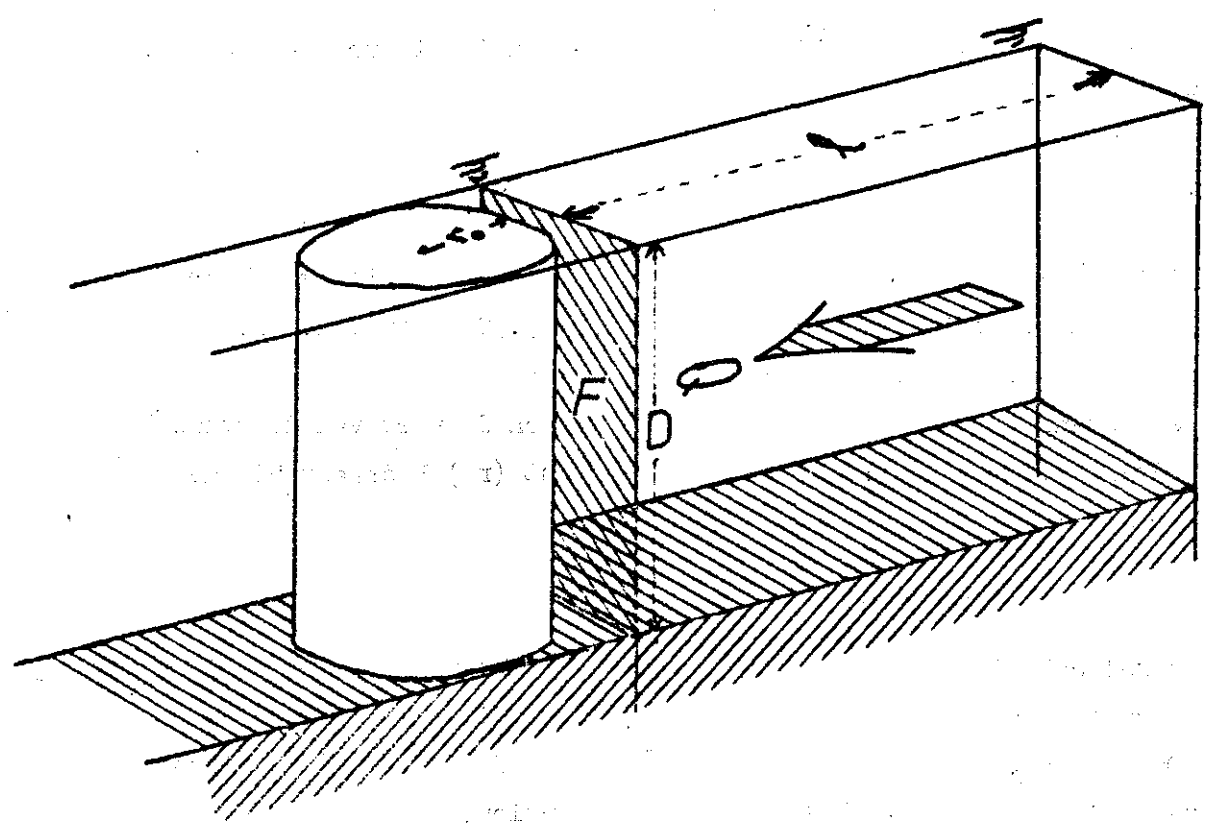


fig. 6

Bovendien is het doorlatend vermogen (kD) bekend ($= 900 \text{ m}^2/\text{dag}$).

We passen nu de wet van Darcy toe:

$$Q = k i F \quad (1)$$

Q = debiet in m^3/dag

k = doorlatendheidscoëfficiënt in m/dag

i = drukgradiënt van het grondwater (dimensieloos) $= \frac{\Delta h}{l}$

h = stijghoogte van het diepe grondwater (in meters)

l = afstand tussen de meetpunten waarmee het drukverschil Δh is bepaald (in meters)

F = oppervlak van het vlak \perp op de stromingsrichting in de ruimte waarbinnen zich het stromingsproces afspeelt $= 2 r_o \times D$ (in m^2)

r_o = straal van de put (in meters)

D = dikte van het watervoerend pakket (verzadigde zone) (in meters)

De gebruikte symbolen zijn - ten dele - ook in figuur 6 afgebeeld.

Formule (1) kan herleid worden tot

$$Q = 2 kD \times \frac{\Delta h}{l} \times r_o \quad (2)$$

De grondwaterstand aan de voet van de stuwwal van Nijmegen bedraagt 12 m + N.A.P.; in de put (na voltooiing) 7.50 meter + N.A.P.:

$$\Delta h = 12 - 7.50 = 4.50 \text{ meter.}$$

De afstand (l) tussen de rand van de put en de voet van de stuwwal bedraagt 1 125 meter; de straal van de put (r_o) bedraagt 500 meter.

Derhalve:

$$Q = 4\,400 \text{ m}^3/\text{dag}$$

Nu zal ook uit het Zuiden en zelfs uit het Noorden water toestromen.

We kunnen daarom zonder veel bezwaar het debiet afronden op

$5000 \text{ m}^3/\text{dag}$. Na toepassing van de 'vierkantjes-methode' van Ernst zal blijken dat we deze waarde moeten herzien.

Het resultaat zal daarvoor met een constante vermenigvuldigd moeten worden.

EERSTE BEREKENING (Zie litt. 5 pg. 114)

V e r o n d e r s t e l l i n g e n :

- a) de uitbreiding van de plas is een cirkelvormige put met een straal $(r_0) = 500$ meter
- b) het debiet bedraagt $5000 \text{ m}^3/\text{dag}$
- c) de Maas en de Niers vormen een recht, tot de ~~hante~~^{basis} van het watervoerend pakket reikend, kanaal
- d) de afstand (d) tussen het middelpunt van de put en het midden van het 'kanaal' bedraagt 915 meter
- e) aan de andere zijde van het kanaal bevindt zich op gelijke afstand d van het kanaal een cirkelvormige plas van waar infiltratie in de ondergrond plaats heeft. De verbindingslijn tussen deze imaginaire plas en de werkelijke plas staat loodrecht op het kanaal (spiegeling).

De hierboven beschreven schematisering is in figuur 7 weergegeven.

Over het aldus geschematiseerde gebied wordt een assenstelsel gebracht met de x-as samenvallend met het midden van het 'kanaal' en de y-as loodrecht daarop door beide putten (fig. 8). Voor elk van de roosterpunten wordt de verlaging uitgerekend met de formule:

$$\Delta Y_p = \frac{Q}{4\pi kD} \ln \frac{(d - y_p)^2 + x_p^2}{(d + y_p)^2 + x_p^2} \quad (3)$$

waarin:

$$\begin{aligned} \Delta Y_p &= \text{berekende verlaging in het punt } p \\ x_p^2, y_p^2 &= \text{coördinate van het roosterpunt } p \end{aligned}$$

Tussen de roosterpunten worden de lijnen van gelijke verlaging (equipotentiaallijnen) geconstrueerd (fig. 8).

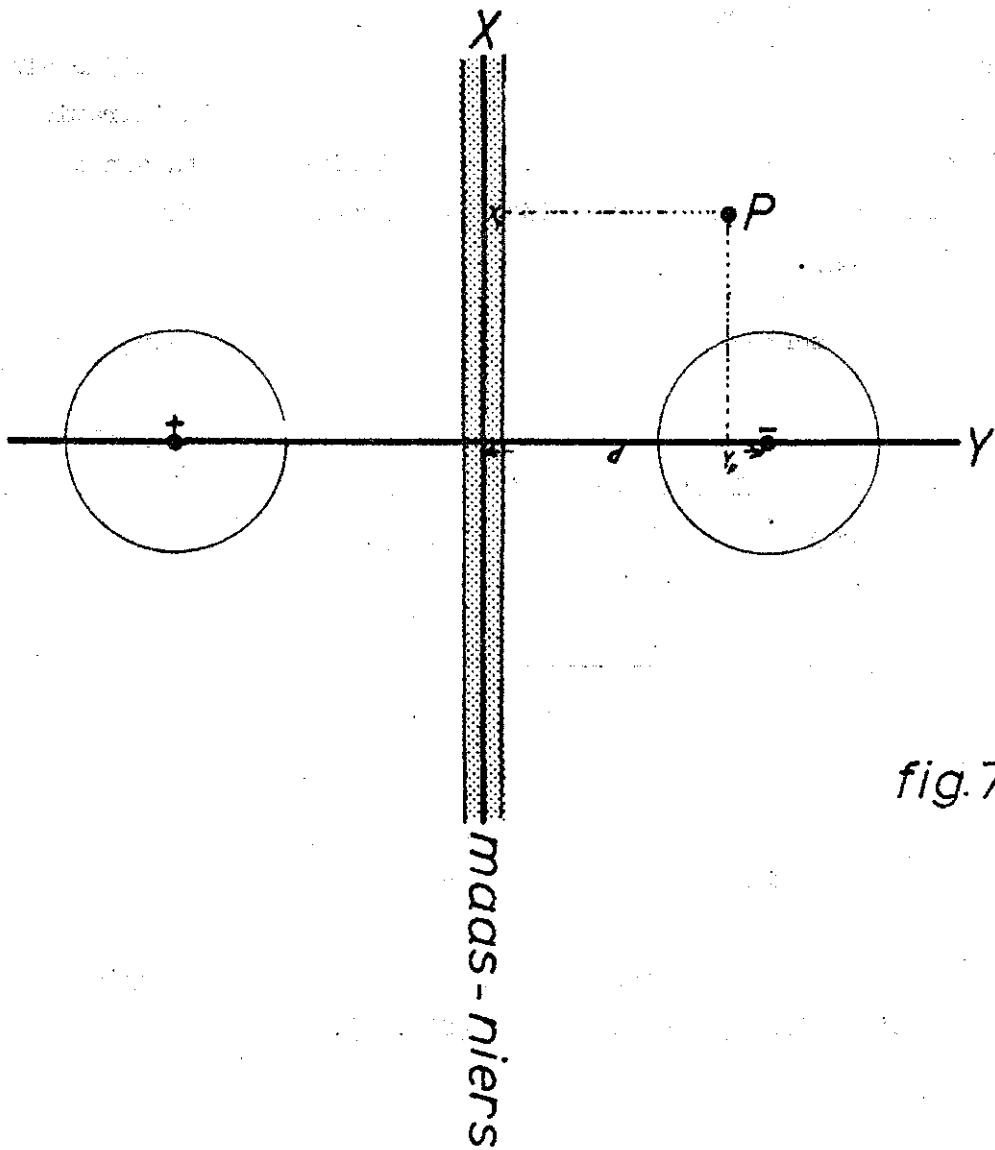


fig.7

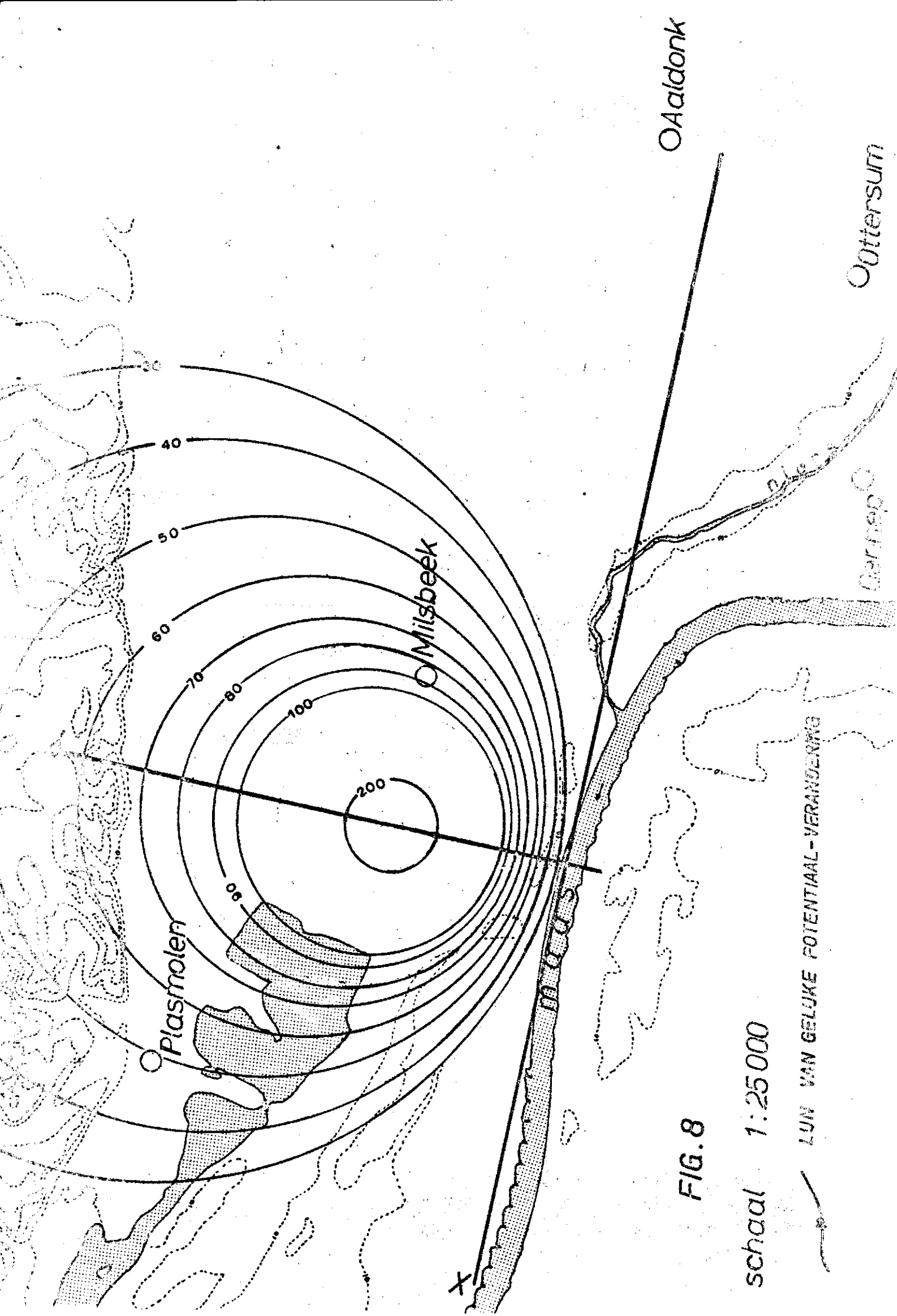


FIG. 8

schaal 1:25000

LUN VAN GELUKE POTENTIAL-VERANDERING

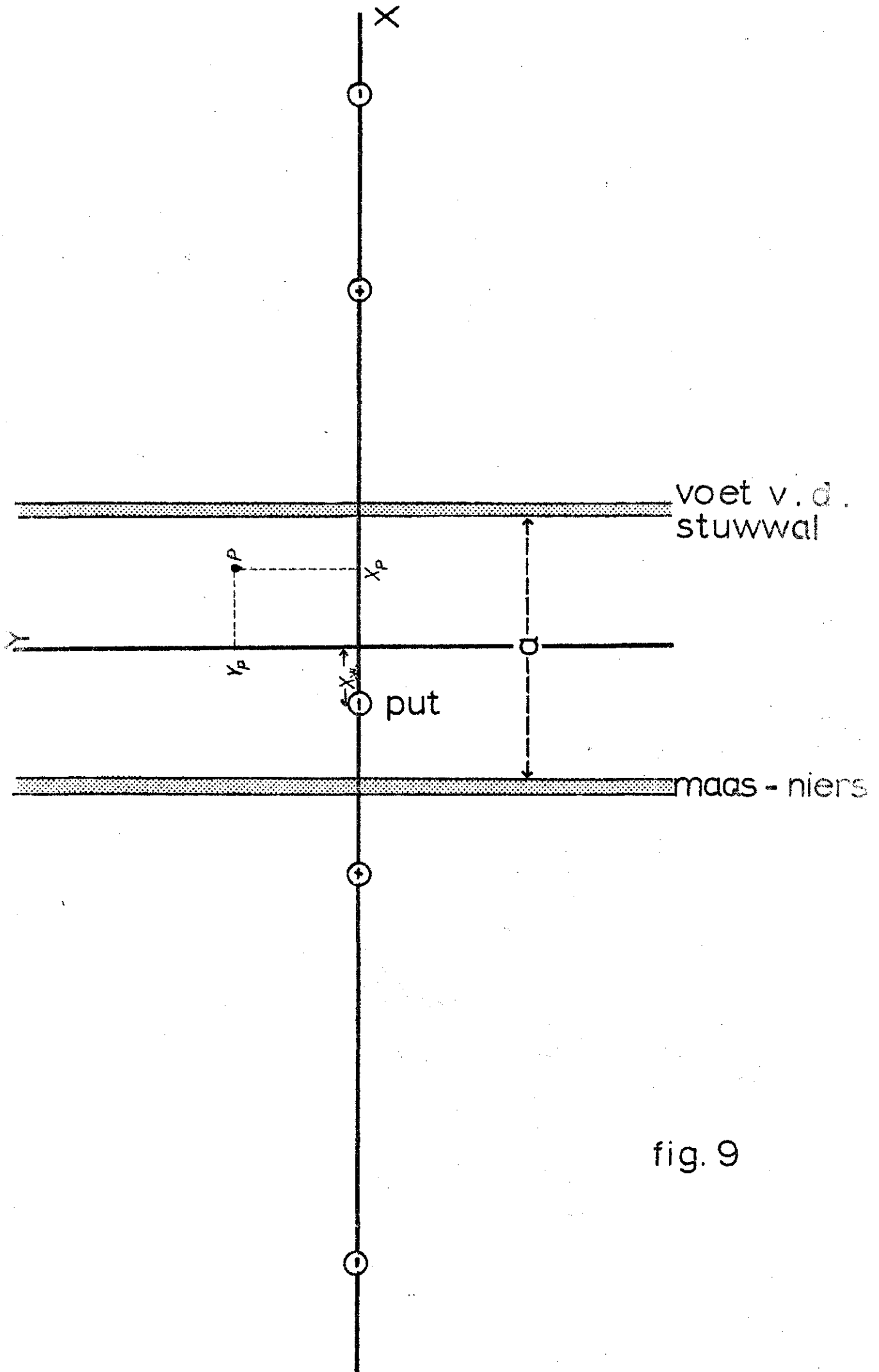


fig. 9

TWEEDE BEREKENING (Zie litt. 5 pg. 115)

V e r o n d e r s t e l l i n g e n :

- a) de uitbreiding van de plas is een cirkelvormige put met een straal van 500 meter
- b) het debiet bedraagt $5000 \text{ m}^3/\text{dag}$
- c) de Maas en de Niers vormen een recht tot aan de basis van het watervoerend pakket reikend kanaal
- d) aan de voet van de stuwwal wordt een recht tot de basis van het watervoerend pakket reikend kanaal verondersteld evenwijdig aan e)
- e) in fig. 9 is de situatie weergegeven met de bijbehorende reële en imaginaire onttrekkingspunten en infiltratiepunten.

Over het aldus geschematiseerde gebied wordt een assenstelsel gebracht waarbij de x-as over de middelpunten van de diverse reële en imaginaire infiltratie- en onttrekkingspunten loopt en de y-as loodrecht daarop tussen beide kanalen op gelijke afstand van beide. Hierover wordt een roosternet gebracht. Voor elk van de roosterpunten wordt de verlaging berekend met behulp van de volgende formule:

$$\Delta Y_p = \frac{Q}{2\pi kD} \times \ln \frac{\cosh \frac{\pi y_r}{a} + \cos \frac{\pi(x_p + x_w)}{a}}{\cosh \frac{\pi y_r}{a} + \cos \frac{\pi(x_p - x_w)}{a}}$$

waarin:

ΔY_p = verlaging in roosterpunt p

x_w = x coördinaat van de reële onttrekkingsput

x_p, y_p = coördinaten van het roosterpunt p

a = afstand tussen de kanalen.

Tussen de roosterpunten worden de equipotentiaallijnen geconstrueerd (fig. 10).

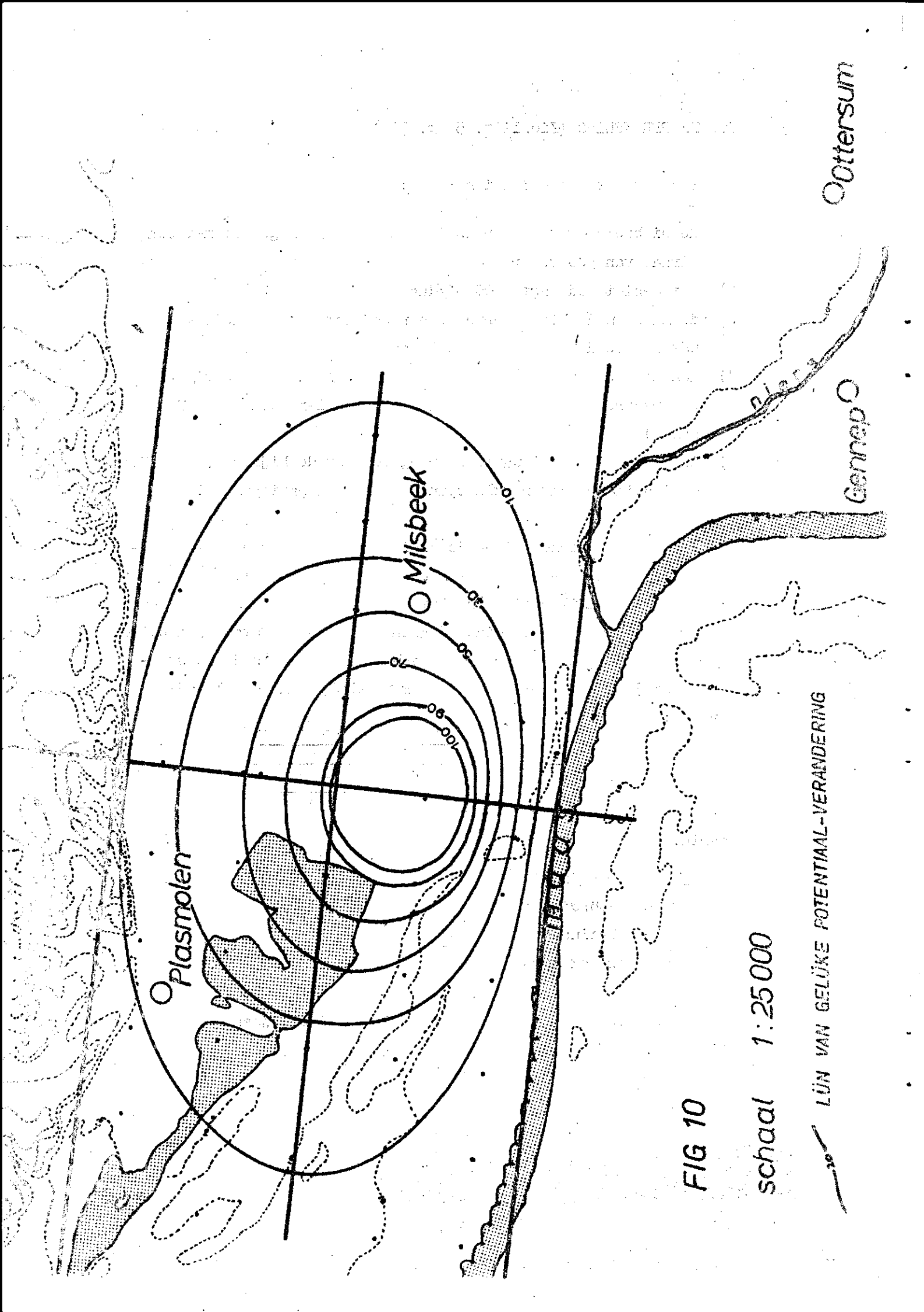


FIG 10

schaal 1:25 000

LÛN VAN GELÛKE POTENTIAL-VERANDERING

Ottersum

Gennep

Milsbeek

Plasmolen

IJssel

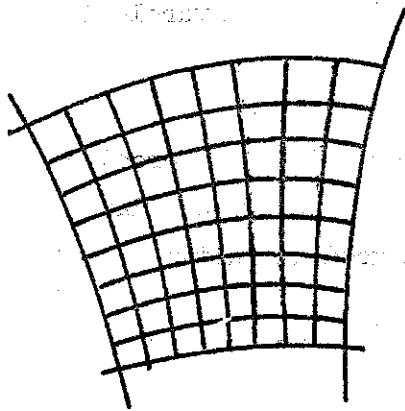
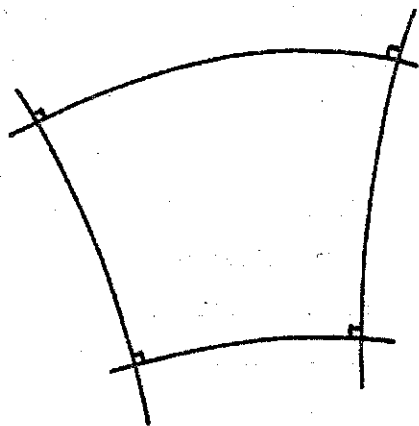


FIG. 11

Hierbij wordt begonnen de punten en lijnen waar de te verwachten verlagings bekend is in de kaart aan te geven. Hierna wordt de ruimte rondom de plas in vierkanten verdeeld. Hiervoor worden eerst de stroomlijnen (de lijnen waar langs logischerwijs de beweging van het water plaats zal hebben) ingeschetst. De afstand tussen de ingeschetste stroomlijnen is zodanig dat kleine lijngedeelten bij benadering evenwijdig lopen. In gedeelten waar een sterk divergente of convergente stroming is te verwachten vinden we dus veel stroomlijnen en een gedeelte met meer evenwijdige stroming lopen de stroomlijnen verder van elkaar.

Daarna worden de equipotentiaallijnen ingeschetst. Deze lopen loodrecht op de stroomlijnen en op een zodanige afstand van elkaar dat de stroken tussen de equipotentiaallijnen in figuren worden verdeeld die bij benadering vierkanten vormen (zie fig. 11).

Indien men erin is geslaagd het gehele gebied met in achtname van de randvoorwaarden van een dergelijk vierkantennet te voorzien, dan heeft men het meest waarschijnlijke beeld van potentiaallijnen verkregen. Het toepassen van deze techniek vereist grote hydrologische ervaring en zeer veel geduld.

Ook hier wordt weer uitgegaan van verschillende veronderstellingen. Evenals bij de berekeningen geldt als uitgangspunt dat wij te maken hebben met een homogeen pakket, een goed afsluitende basis en freatisch water.

a) V e r o n d e r s t e l l i n g e n

1. De potentiaalveranderingen langs de oever van de Maas en de Niers en de bestaande plas zijn nul, de intrede-weerstand is verwaarloosbaar.
2. In het nieuw te stichten plasedeelte varieert de potentiaalverlaging van 0 bij het aansluitpunt met de oude plas naar 350 cm direkt ten Westen van Milsbeek. De isohypsenkaart (fig. 3) ligt aan deze veronderstelling ten grondslag.

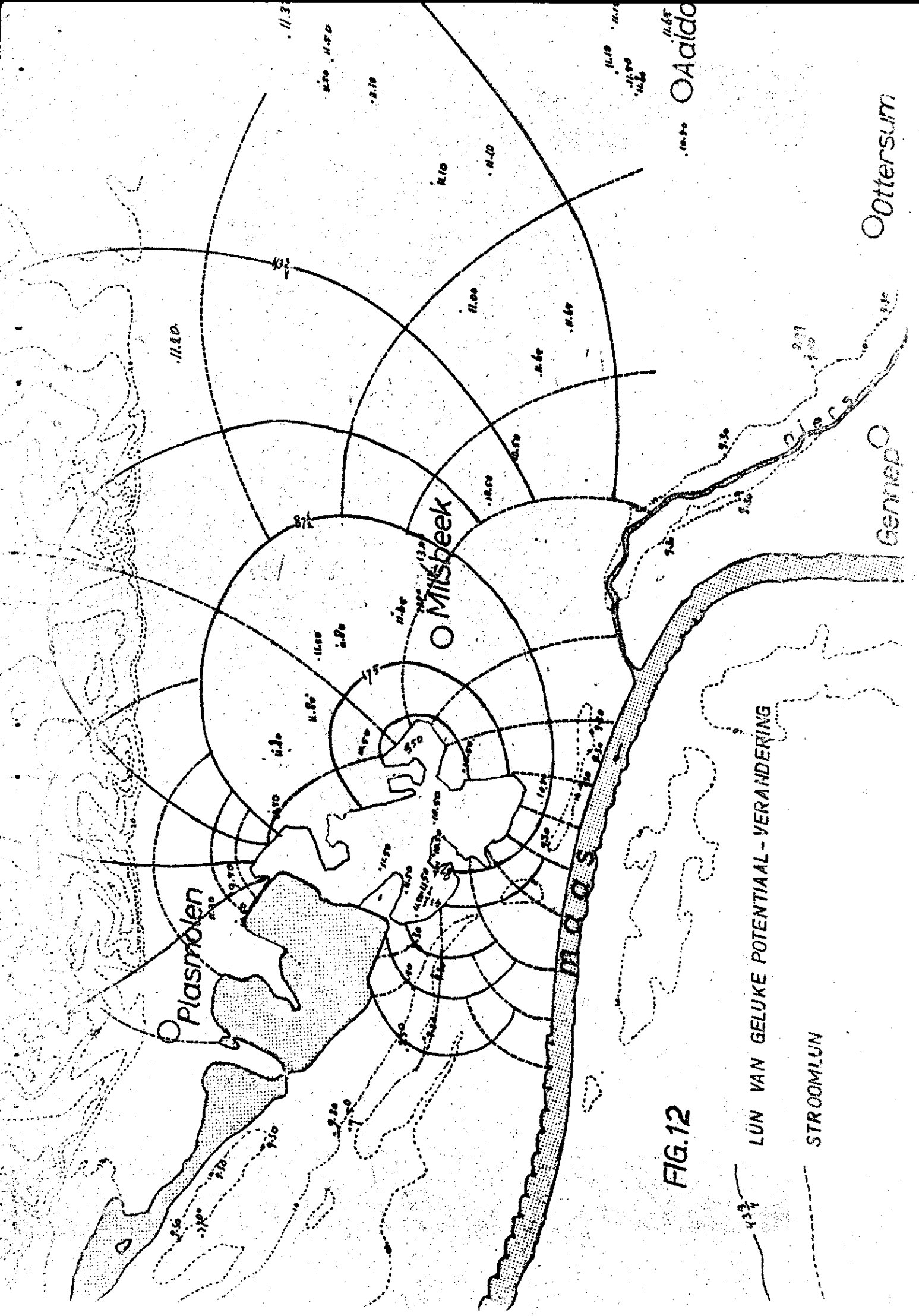


FIG.12

LUN VAN GELUKE POTENTIALIAAL-VERANDERING

STROOMLUN

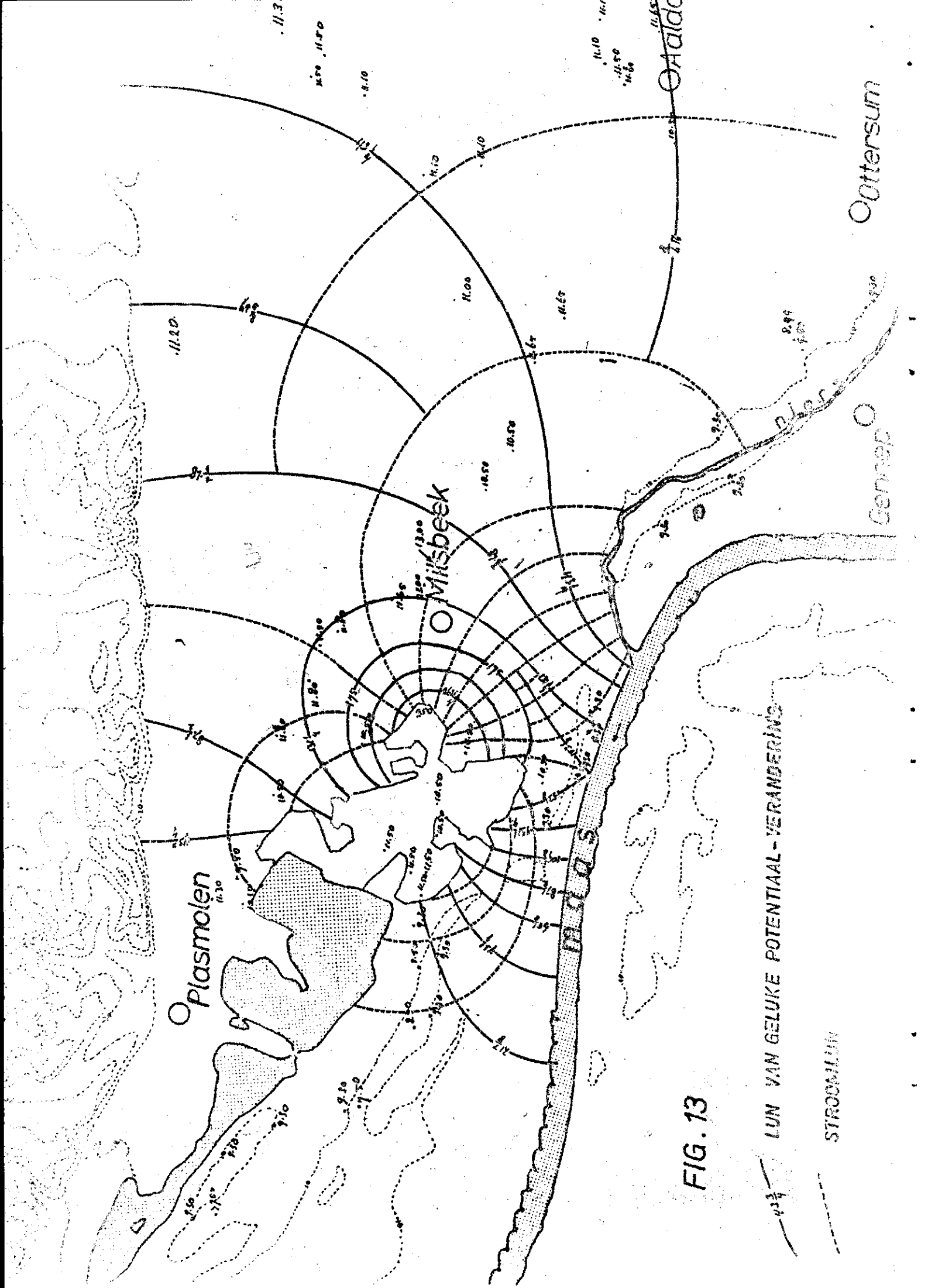


FIG. 13

LUN VAN GELUKE POTENTIAL-VERANDERING

STROOMLIJN

Het te verwachten stromingsbeeld is in fig. 12 aangegeven. In het gehele gebied tussen Milsbeek en de heuvelrug is een verlaging van meer dan 50 cm te verwachten, in de direkte omgeving van Milsbeek zelfs meer dan 100 cm.

b) V e r o n d e r s t e l l i n g e n

1. De Maas en de Niers zijn 'afgesloten' (b.v. door een versmeerde breuk op een dikke kleiige oeverafzetting) en zijn dus door een slecht doorlatende laag van de rest van het gebied afgescheiden. Op de isohypsenkaart (fig. 3) is te zien dat betrekkelijk dicht bij de rivier het grondwater al een peil heeft dat $1\frac{1}{2}$ meter hoger ligt dan het gemiddelde zomerpeil van de Maas.
2. Aan de voet van de stuwwal wordt een afsluitende laag gevonden (leem, versmeerde breuk).
3. In het nieuw te stichten plasgedeelte varieert de potentiaalverlaging als bij a.2

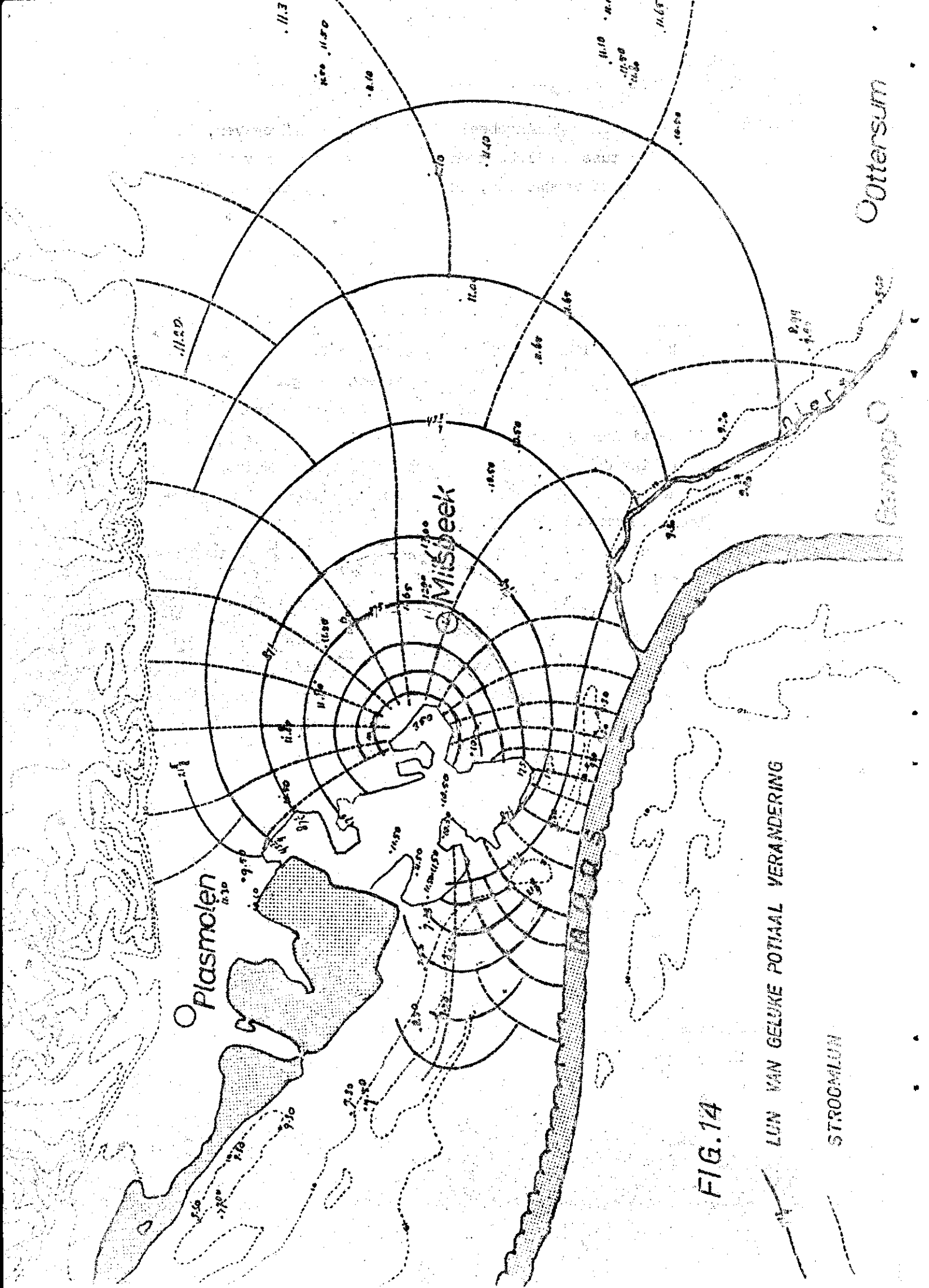
Het te verwachten stromingsbeeld is afgebeeld in fig. 13.

We zien dat in de omgeving van Milsbeek aanzienlijk grotere waterstandsveranderingen optreden dan in het vorige geval. In vrijwel het gehele gebied tussen Milsbeek en de heuvelrug zijn grondwaterstandsveranderingen van meer dan 1 meter te verwachten.

c) V e r o n d e r s t e l l i n g e n

1. Geen verlaging langs de Maas, de Niers en de voet van de heuvelrug (als bij de tweede berekening pg. 11 dus).
2. In het nieuw te stichten plasgedeelte varieert de potentiaal als bij a.2 .

Het te verwachten stromingsbeeld is weergegeven in fig. 14. Het gebied met de grote verlagingen wordt nu vooral ten oosten van Milsbeek aangetroffen.



VERGELIJKING VAN DE VERSCHILLENDE FIGUREN

Leggen we nu de berekende en de met de vierkantjesmethode bepaalde stromingsbeelden naast elkaar dan zien we dat er een goede overeenstemming bestaat tussen het resultaat van de eerste berekening (fig. 8) en dat van punt a (fig. 12) met dien verstande dat de geschatte verlagings 75 % hoger ligt dan de berekende. Het verschil zou veroorzaakt kunnen zijn door een te lage waarde voor het debiet zoals deze bij de berekening is gebruikt. Indien deze waarde niet op $5000 \text{ m}^3/\text{dag}$ maar op $8750 \text{ m}^3/\text{dag}$ wordt gebracht dan komen beide stromingsbeelden meer met elkaar overeen. Tussen de figuren 10 en 14 is minder overeenstemming. Dit zou o.a. veroorzaakt kunnen zijn door het feit dat bij de berekening de invloed van de oude plas geen rol speelt. Het is te verwachten dat als wij deze oude plas ook in de berekening invoeren, meer overeenstemming tussen het berekende en het geschatte stromingspatroon ontstaat. Deze berekening is in verband met het feit dat zij zeer gecompliceerd zal zijn niet uitgevoerd.

CONCLUSIES EN OPMERKINGEN

Wil een nauwkeurigere schatting van de te verwachten grondwaterstandsverlagingsen uitgevoerd kunnen worden dan zal aanvullend onderzoek nodig zijn. Dit zou moeten bestaan uit:

1. Het uitvoeren van boringen met name langs de Maas, de Niers en de heuvelrug teneinde een beter inzicht te krijgen van de geologische situatie ter plaatse.
2. Het plaatsen van grondwaterstandsbuizen voor het vaststellen van een betere isohypsenkaart van het grondwater. Deze buizen kunnen ook benut worden bij het uitvoeren van controles tijdens en na de uitvoering van de ontgroning.
3. Het uitvoeren van een pompproef in het oostelijk gedeelte van de nieuw te stichten plas.

Intussen is het niet te verwachten dat grote verschillen met de met behulp van de vierkantjesmethode bepaalde stromingsbeelden ontstaan. Wel is het goed een keuze te kunnen maken uit één van de pakketten van veronderstellingen, vandaar het aanvullend geologisch onderzoek.

Wij zijn bij deze studie uitgegaan van een homogeen, niet afgedekt pakket. Desalniettemin is het niet juist de ogen te sluiten voor inhomogeniteiten zoals:

- a) Het dal van de Aaldonkse beek, de Spiekerbeek en de Schravelse beek, waar een opvulling met beekafzettingen worden gevonden (I9).
- b) In het gebied ten N.O. van Milsbeek wordt een afdekkend pakket van kleiige laagterrasafzettingen gevonden (II8K).
- c) Aan de voet van de stuwwal van Nijmegen, waar de Kroonbeek als 'vangbeek' fungeert wordt Holoceenveen gevonden (I6V).

Hoewel deze afzettingen niet dik zijn en niet te verwachten is dat zij veel verticale weerstand zullen veroorzaken zal onder invloed van deze afzettingen de grondwaterstands dalingen daar iets geringer, en buiten deze gebieden iets groter zijn.

LITERATUUR

1. Ir. G. VOOGD: Toelichting op het Ontwerp Watersportgebied 'Katerbosse Plassen', 1970.
2. De Geologische Kaart, blad 46 Vierlingsbeek, kwart blad I opname 1927 - 1934.
3. Hydrologisch Colloqium: 'Permanente Grondwaterstroming naar Putten', 1962.
4. 'De Grote Atlas van Nederland', Staatsdrukkerij en Uitgeverij.
5. KRUSEMAN, G.P. en N.A. de RIDDER: 'Analysis and Evaluation of pumping test data', Bull. 11, I.I.L.C., 1970.
6. ERNST, L.F.: 'Grondwaterstroming in de verzadigde zone en hun berekening bij aanwezigheid van horizontale evenwijdige open leidingen'. Thesis Utrecht 1962.