

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

ISOHYPSEN- EN DRUKVERSCHILLENKAARTEN VAN HET  
GRONDWATER IN NOORD-HOLLAND BENOORDEN HET IJ

M. Wijnsma, ing. K.E. Wit en ing. E. van Rees Vellinga

WERKGROEP NOORD-HOLLAND

XI

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, 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



ISBN 144 683-02

## I N H O U D

	Blz.
I. INLEIDING	1
II. BESCHIKBARE GEGEVENS	2
III. BEWERKING GRONDWATERSTANDEN	3
VI. GEOLOGISCHE VERKLARING VAN ENKELE TYPISCHE HYDROLOGISCHE VERSCHIJNSELEN	6
V. SAMENVATTING	6
VI. LITERATUUR	7
VII. LIJST VAN SYMBOLEN	8
VIII. LIJST VAN FIGUREN	8

## I. INLEIDING

Een onderdeel van het uitgevoerde geo-hydrologisch onderzoek in Noord-Holland was een analyse van de hydrologische processen van de ondergrond. De intensiteit van genoemde processen wordt voornamelijk bepaald door:

De samenstelling en opbouw van de ondergrond

De waterstaatkundige situatie in het gebied

De *peilen* van het aangrenzend open water

Het verrichte geologisch onderzoek heeft reeds uitgebreide informatie opgeleverd omtrent de samenstelling en opbouw van de ondergrond tot een diepte van globaal 400 m (BREEUWER en JELGERSMA, 1979; MULDER, 1979).

Ten aanzien van de grondwaterstroming in de in het geo-hydrologisch schema (fig. 1) onderscheiden lagen is uitgegaan van:

- een overwegend horizontale stroming in de watervoerende lagen
- een overwegend verticale stroming in de scheidende lagen en het afdekkend pakket

Voor het berekenen van de grondwaterstroming in de watervoerende lagen dienen  $kD$ -waarden en isohypsenkaarten beschikbaar te zijn. Ten aanzien van de grondwaterstroming in de scheidende lagen en het afdekkend pakket zijn naast  $c$ -waarden van deze lagen, gegevens nodig betreffende de drukverschillen van de verschillende watervoerende lagen ten opzichte van elkaar.

Er waren dus, uitgaande van het schema in fig. 1 drie isohypsenkaarten en drie drukverschillenkaarten nodig. In deze nota zal de wijze worden besproken waarop de isohypsen- en drukverschillenkaarten tot stand zijn gekomen. Aan de hand van een enkel profiel zal een

toelichting worden gegeven op de verkregen resultaten in enkele markante gebieden.

## II. BESCHIKBARE GEGEVENS

Voor het maken van de diverse kaarten is gebruik gemaakt van gegevens van bestaande waarnemingsputten, aangevuld met die van in samenwerking met andere diensten en instellingen gerealiseerde waarnemingspunten.

Door het ICW werden in eigen beheer 63 avegaarboringen met filterstelling uitgevoerd in de eerste watervoerende laag en 31 pulsboringen in diepte variërend van 30-130 m-mv met filterstelling (TE BEEST en WIT, 1980).

De diensten en instellingen die bij het hier behandelde onderzoek hun medewerking hebben verleend, zijn:

- Archief voor Grondwaterstanden TNO
- Bureau Grondmechanica van de gemeente Amsterdam
- Koninklijke Nederlandse Heidemaatschappij N.V.
- Hoogovens B.V.
- Provinciale Waterstaat Noord-Holland
- Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland
- Rijks Instituut voor Drinkwatervoorziening
- Rijks Geologische Dienst
- Rijks Waterstaat

Het opnemen van grondwaterstanden in de in eigen beheer dan wel in samenwerking met andere diensten uitgevoerde boringen met filterstelling is door het instituut zelf verricht.

Het grondwater in de ondergrond van het onderzoeksgebied varieert met betrekking tot het zoutgehalte van zoet naar praktisch zee-water (WITT, 1980). Tengevolge van verschillen in zoutgehalte treden verschillen in dichtheid op. Bij het samenstellen van isohypsen en drukverschillenkaarten diende hiermee rekening te worden gehouden.

Gegevens betreffende dichtheid zijn enerzijds ontleend aan de computeruitdraai van het Archief van Grondwaterstanden TNO en het Rijks Instituut voor Drinkwatervoorziening, anderzijds zijn ze ver-

kregen door aan de in het kader van het gehele onderzoek gestelde filters watermonsters te onttrekken en hieraan rechtstreeks de dichtheid te bepalen ofwel uit het chloridegehalte met behulp van een relatiegrafiek (JANSEN, 1980).

### III. BEWERKING GRONDWATERSTANDEN

De bewerking van grondwaterstanden is er primair op gericht geweest om de basisgegevens zodanig te transformeren dat ze direct bruikbaar waren voor het vervaardigen van isohypsen- en drukverschillenkaarten.

Alvorens hierop nader in te gaan moet een opmerking worden gemaakt over de gekozen periode waarvoor de kaarten zijn gemaakt. Hiervoor is de zomer van 1978 (1 april-1 oktober) genomen op grond van het feit dat voor deze periode de meeste gegevens beschikbaar waren en deze periode aansluiting gaf bij andere facetten van het onderzoek. Bij de uitgevoerde bewerkingen kunnen de volgende handelingen worden onderscheiden:

1. correctie van de gemeten stijghoogten naar dichtheid  $1000 \text{ kg.m}^{-3}$ , indien niet reeds uitgevoerd door DGV, TNO;
2. de gecorrigeerde stijghoogten corrigeren naar referentieniveaus. Afhankelijk van filterdiepte en lithologie zijn deze: 25, 65 en 130 m-NAP (computeruitdraai DGV, TNO);
3. in eigen beheer verzamelde waarnemingen omrekenen naar NAP en verwerken in tijdstijghoogtelijnen, vervolgens de onder 1 en 2 genoemde bewerkingen;
4. grafisch weergeven van alle gegevens als zomer-, winter- en jaargemiddelde over de periode 1 oktober 1976 tot 1 april 1979.

Voor het corrigeren van de stijghoogten van het grondwater met dichtheid  $r_w$  naar standaarddichtheid  $r_s$  is gebruik gemaakt van (WIT, 1980):

$$\phi_s(z) = \frac{r_w}{r_s} h_w + z \quad (1)$$

Daar filters in een bepaald watervoerend pakket niet altijd op dezelfde diepte zijn gesteld is het wenselijk gebleken om referentieniveaus in te voeren wanneer in het grondwater variërende dichtheden voorkomen. De met (1) verkregen standaardpotentialaal is met onderstaande vergelijking omgerekend naar de standaardpotentialaal op referentieniveau:

$$\phi_s(z_r) = \phi_s(z) - \frac{1}{r_s} \int_z^{z_r} r_w(z) dz + Z_r - Z \quad (2)$$

De in eigen beheer verzamelde waarnemingen zijn verwerkt in tijdstijghoogtelijnen (fig. 2), om een indruk te krijgen van de fluctuaties. In fig. 3 zijn de zomer-, winter- en jaargemiddelden weergegeven; deze manier van weergave is toegepast om filters die niet meer goed functioneren, als uitbijter te kunnen kenmerken.

De verticale verschillen in standaardpotentialaal tussen de referentieniveaus is berekend met:

$$\Delta\phi_s = \phi_s(z_{r_2}) - \phi_s(z_{r_1}) - \frac{1}{r_s} \int_{z_{r_2}}^{z_{r_1}} r_w(z) dz + Z_{r_1} - Z_{r_2} \quad (3)$$

In fig. 4, 5 en 6 zijn de isohypsenkaarten weergegeven voor de zomerperiode 1978, betrekking hebbende op de referentieniveaus 25, 65 en 130 m-NAP.

De verticale verschillen in standaardpotentialen tussen de niveaus 25 en 65 m-NAP en de niveaus 65 en 130 m-NAP worden gegeven in fig. 7 en 8. Van het duingebied is in fig. 9 een isohypsenkaart weergegeven van het bovenste watervoerende pakket; in fig. 10 is het verschil in standaardpotentialaal tussen het freatische water in de bovenste watervoerende laag en het referentieniveau op 25 m-NAP te zien.

Voor het samenstellen van een kaart (fig. 11), waarin het verticaal verschil in standaardpotentialaal tussen freatisch vlak en het referentieniveau op 25 m-NAP, is de polderpeilenkaart (DE WILDE, 1979)

gebruikt. De op de laatst genoemde kaart aangegeven peilen komen weliswaar goed overeen met gemeten slootpeilen (fig. 12) maar kunnen niet representatief worden geacht voor de gemiddelde hoogte van het freatisch vlak.

Uit een meer gedetailleerd onderzoek in een vijftal polders (PANKOW, 1980) kon een indruk worden verkregen omtrent de verschillen tussen de gemiddelde hoogte van het freatisch vlak en het slootpeil gedurende het winter- en zomerhalfjaar (fig. 13 t/m 16). De uit fig. 13 tot en met 16 afgeleide verschillen zijn ingevoerd in de polderpeilenkaart. Voor het zomerhalfjaar zijn de peilen met 15 cm verlaagd en in het winterhalfjaar met 10 cm verhoogd. Het is te verwachten dat op deze algemene correcties afwijkingen zullen voorkomen; de bewerking moet dan ook worden gezien in de grootschaligheid van het onderzoek. Voor de Wieringermeer is een aparte correctie ingevoerd. In deze polder bleken de grondwaterstanden namelijk aanmerkelijk hoger te liggen dan de opgegeven polderpeilen. De oorzaak is gelegen in een primaire ontwatering door diep ingesneden kanalen en een secundaire ontwatering door sloten met een geringere diepte die zomers droog vallen. Uit een beperkt aantal landbouwbuizen en slootpeilen is afgeleid dat de gemiddelde hoogte van het freatisch vlak over de beschouwde periode ongeveer 0,80 m hoger ligt dan het polderpeil. Een uitzondering hierop vormt het noord-westelijk deel van de polder waar, als gevolg van de toepassing van infiltratie in een aantal relatief hooggelegen gebieden, als correctiewaarde ~~0,25~~ <sup>1.00</sup> m is aangehouden.

Tussen het freatisch vlak en het referentieniveau op 25 m-NAP komen in bepaalde delen van het gebied relatief grote verschillen in chlorideconcentraties en dientengevolge van dichtheden voor (WITT, 1980). Om het vervaardigen van de drukverschillenkaart tussen freatisch vlak en het referentieniveau op 25 m-NAP te vereenvoudigen is in fig. 11 alleen het verschil aangegeven tussen  $\phi_s(z_r)$  en  $\phi_s(z_o)$  zoals dit wordt berekend met een gedeelte van formule 3, te weten:

$$\Delta\phi'_s = \phi_s(z_{r_1}) - \phi_s(z_o) \quad (4)$$

In fig. 17 is het resterende deel van (3) weergegeven, namelijk:

$$\Delta\phi_s'' = -\frac{1}{r_s} \int_{z_{r_1}}^{z_0} r_w(z) dz + Z_0 - Z_{r_1} \quad (5)$$

Volgens (3) is dus:

$$\Delta\phi_s = \Delta\phi_s' - \Delta\phi_s'' \quad (6)$$

#### IV. GEOLOGISCHE VERKLARING VAN ENKELE TYPISCHE HYDROLOGISCHE VERSCHIJNSELEN

Over het algemeen leveren de isohypsenkaarten van de referentieniveaus 25 en 65 m-NAP beelden die in zekere zin vergelijkbaar zijn. Een duidelijke uitzondering hierop vormt het resultaat onder de Schermer. Hier verschillen de kaartbeelden belangrijk als gevolg van de geologische situatie (fig. 19). Uit het isohypsenbeeld van de Wieringermeer op het referentieniveau 25 m-NAP (fig. 4) blijkt, dat aan de westrand van de polder een sterke toename in de gradiënt naar het centrum van de polder is waar te nemen. Dit kan alleen, wanneer de kD-waarde in het pakket belangrijk afneemt, of dat de voeding toeneemt. Gezien het feit dat de isohypsen van de dieper gelegen referentieniveaus een regelmatig patroon te zien geven, en de Wieringermeer een kwelpolder is, lijkt het eerstgenoemde, een afnemende kD-waarde, het meest waarschijnlijk. Dit wordt bevestigd door fig. 18. In dit geo-hydrologisch profiel blijkt dat het 1e watervoerend pakket in de Wieringermeer geheel verdwijnt door de hoge ligging van de keileem in de Formatie van Drente.

#### V. SAMENVATTING

Om voor Noord-Holland hydrologische berekeningen te kunnen uitvoeren zijn isohypsen- en drukverschillenkaarten vervaardigd voor het zomerhalfjaar 1978, betrekking hebbende op de in een hydrologisch schema onderscheiden watervoerende en scheidende lagen. Vanwege het



voorkomen van verschillen in dichtheid in het grondwater zijn in de kaarten standaardpotentialen weergegeven. Met behulp van een profiel-doorsnede is een beperkte toelichting op de verkregen kaartbeelden gegeven.

## VI. LITERATUUR

- BEEST, J.G. TE en K.E. WIT, 1980. Toepassing en produktiemogelijkheden van de Stihl boorstelling, de VB 120. Nota ICW 1201.
- BREEUWER, J.B. en S. JELGERSMA, 1979. Geologie van de provincie Noord-Holland. Rapport RGD nr OP 7106, Rijks Geologische Dienst.
- JANSEN, J.W., 1980. De dichtheid van het grondwater in Noord-Holland benoorden het Noordzeekanaal. Nota ICW 1203.
- MULDER, E.F.J. DE, 1979. Samenstelling en verbreiding Holocene afdek-pakket in Noord-Holland (TN van het Noordzeekanaal). Rapport RGD nr 5302.
- PANKOW, J., 1980. Hydrologisch onderzoek in vijf detailpolders in Noord-Holland. Nota ICW 1204.
- POMPER, A.B., 1979. De geologische en de geo-hydrologische opbouw van Noord-Holland benoorden het Noordzeekanaal. Nota ICW 1135.
- WILDE, J.G.S. DE, 1979. Begrenzing, oppervlakte, afvoer en peilen van polders in Noord-Holland ten noorden van het IJ en het Noordzeekanaal. Nota ICW 1160.
- WIT, K.E., 1980. Een hydrologische beschouwing over de gesteldheid van de ondergrond in Noord-Holland benoorden het Noordzeekanaal. Nota ICW 1229.
- WITT, H., 1980. Het chloridegehalte van het grondwater in Noord-Holland benoorden het IJ en het Noordzeekanaal. Nota ICW 1173.

## VII. LIJST VAN SYMBOLEN

$h_w$	hoogte waterkolom in peilbuis	L
$\phi_s$	standaardpotentiaal	L
$r_s$	standaarddichtheid	M.L <sup>-3</sup>
$r_w$	waargenomen dichtheid	M.L <sup>-3</sup>
$z_o$	hoogte freatisch vlak ten opzichte van NAP	L
$z_r$	hoogte n <sup>de</sup> referentieniveau ten opzichte van NAP	L
$z^n$	hoogte ten opzichte van NAP	

## VIII. LIJST VAN FIGUREN

- Fig. 1. Geo-hydrologisch schema
- Fig. 2. Tijdstijghoogtelijnen G 158
- Fig. 3. Seizoengemiddelden van grondwaterstanden om uitbijters te kenmerken
- Fig. 4. Isohypsenkaart grondwater. Referentieniveau 25 m-NAP
- Fig. 5. Isohypsenkaart grondwater. Referentieniveau 65 m-NAP
- Fig. 6. Isohypsenkaart grondwater. Referentieniveau 130 m-NAP
- Fig. 7. Drukverschillenkaart. Referentieniveaus 25- 65 m-NAP
- Fig. 8. Drukverschillenkaart. Referentieniveaus 65-130 m-NAP
- Fig. 9. Isohypsenkaart freatisch water (duingebied)
- Fig. 10. Drukverschillenkaart freatisch water - referentieniveau 25 m-NAP (duingebied)
- Fig. 11. Drukverschillenkaart freatisch water - referentieniveau 25 m-NAP
- Fig. 12. Vergelijking slootpeil en polderpeil
- Fig. 13. Verschillen tussen gemiddeld freatisch vlak en slootpeil
- Fig. 14. Idem
- Fig. 15. Idem
- Fig. 16. Idem
- Fig. 17. Correctie drukverschillenkaart (freatisch vlak - ref. niv. 25 m-NAP), als gevolg van het voorkomen van verschillende dichtheden
- Fig. 18. Geo-hydrologisch profiel over de Wieringermeer
- Fig. 19. Geo-hydrologisch profiel over de Schermer

**FIG. 1 GEOHYDROLOGISCH SCHEMA**

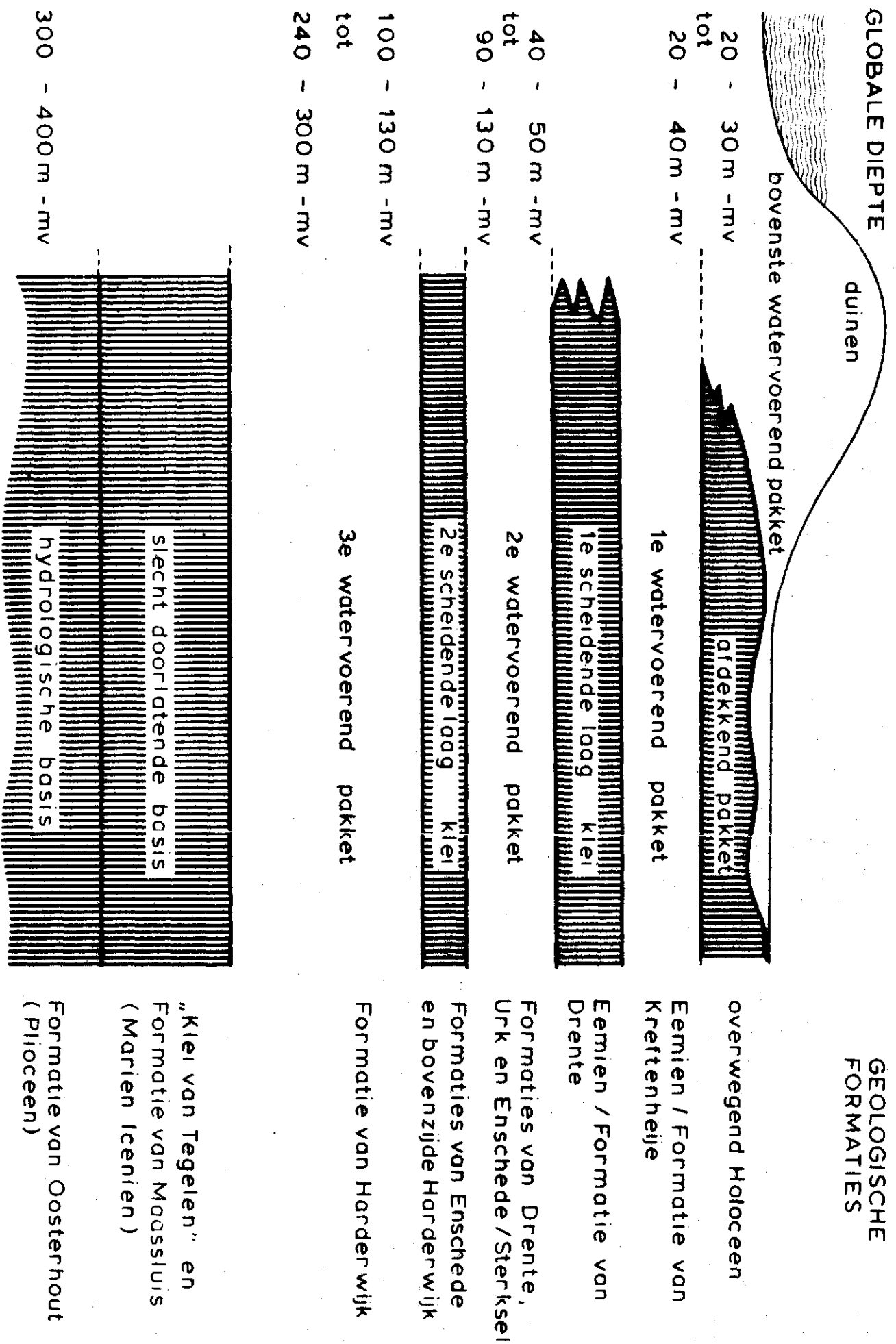
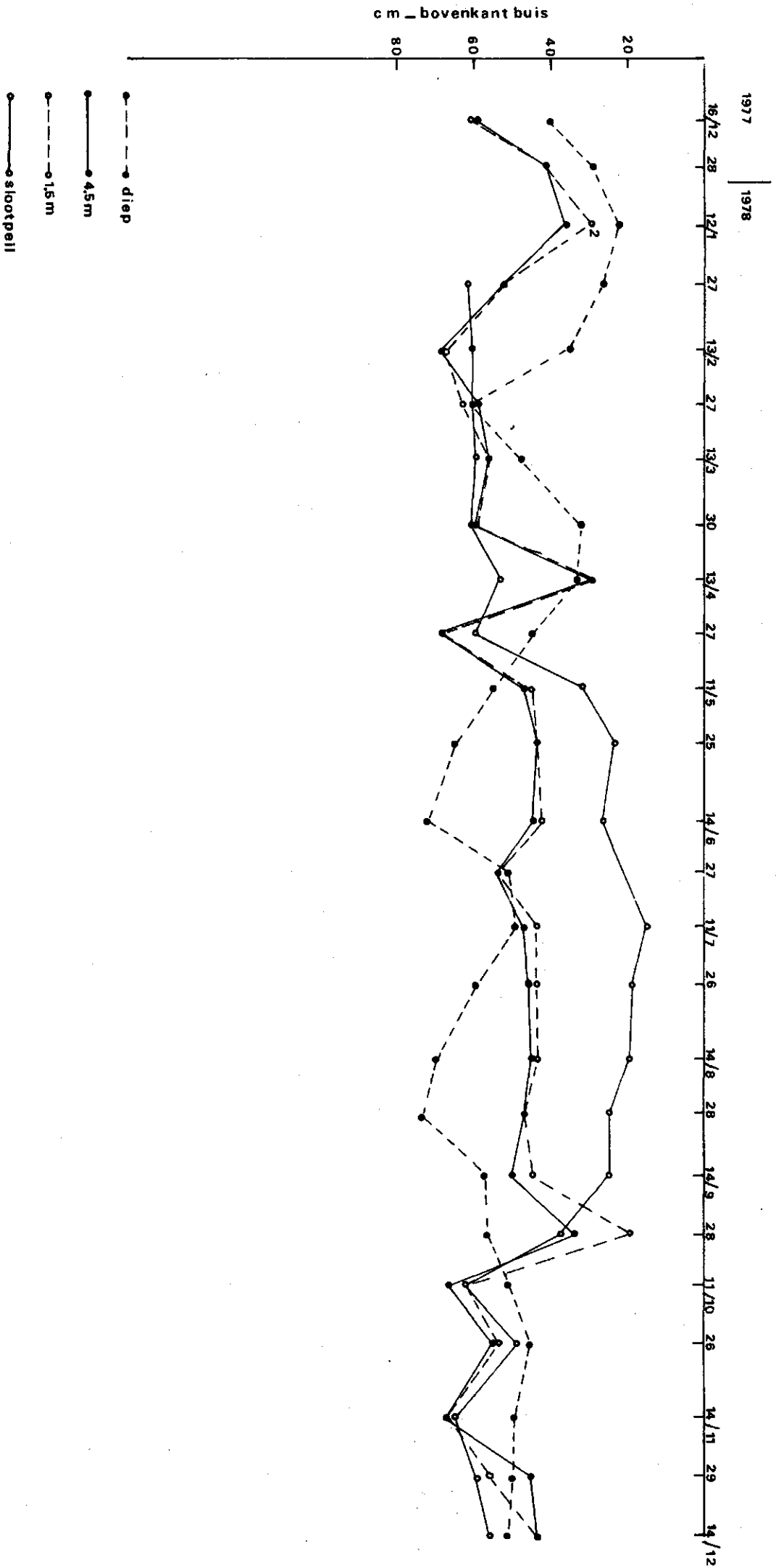


FIG. 2 TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN G158 (19C/635)



# PUTNUMMER EN FILTERDIEPTE

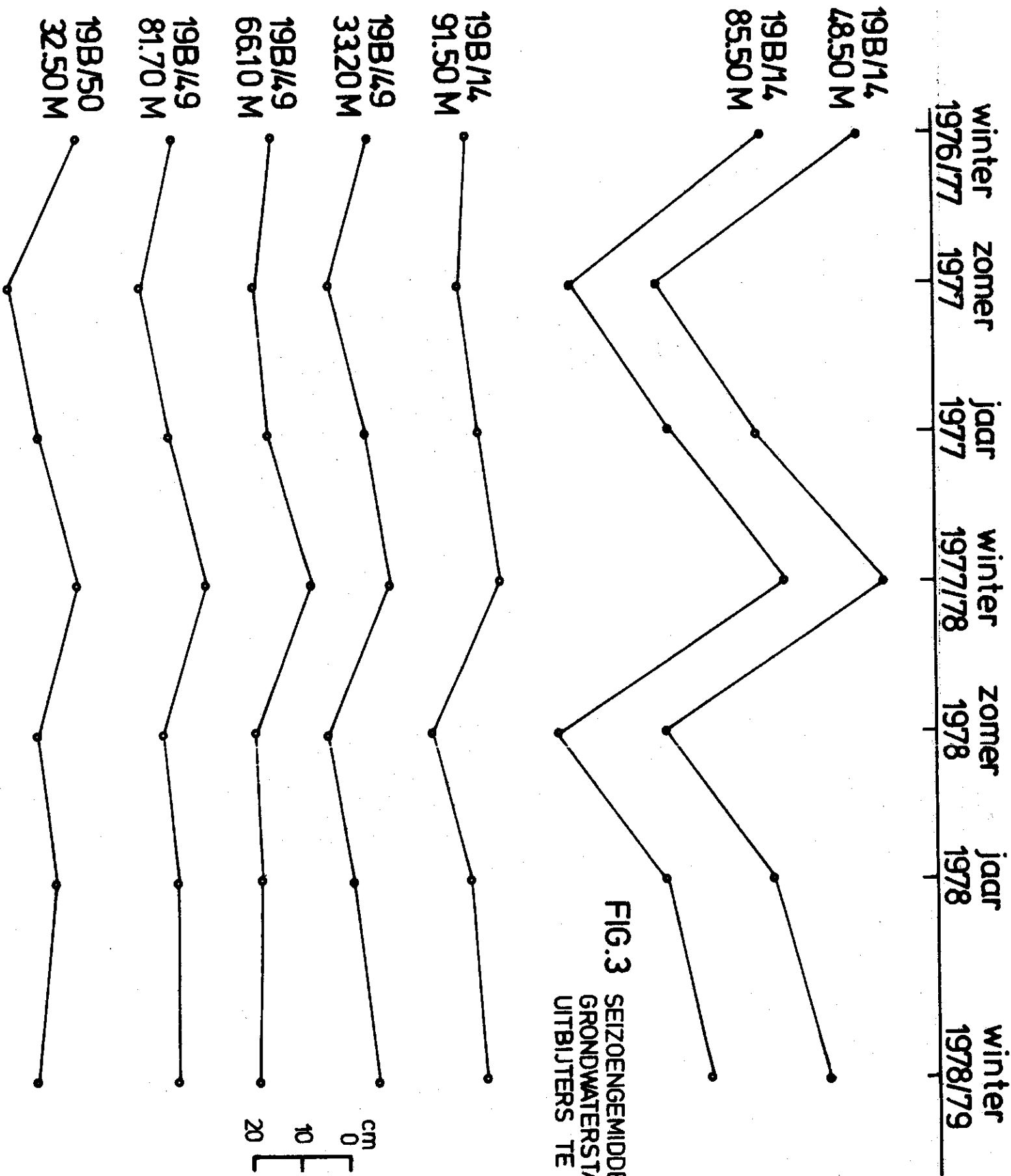


FIG. 3 SEIZOENGEMIDDELDEN VAN GRONDWATERSTANDEN OM UITBIJTERS TE KENMERKEN

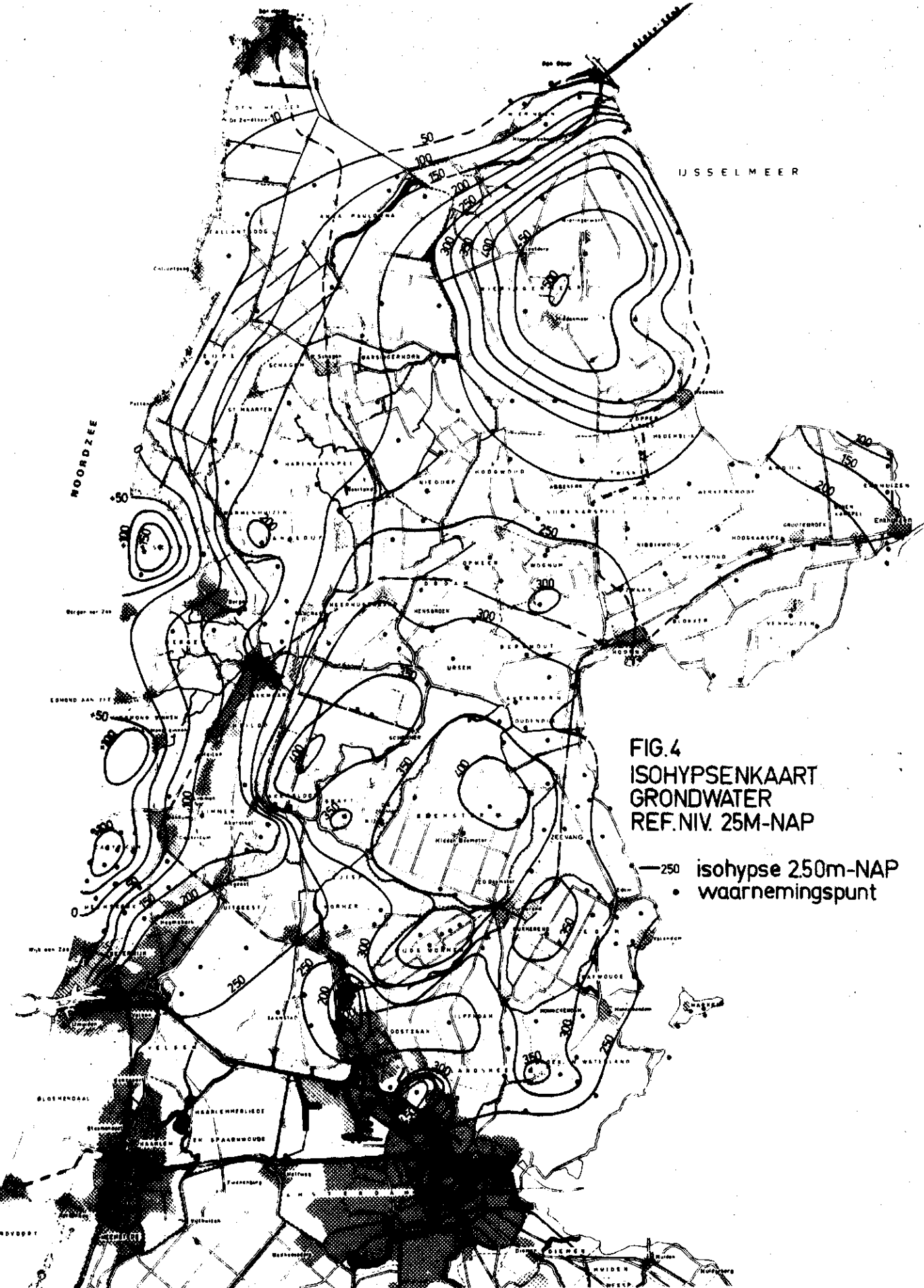


FIG. 4  
 ISOHYPSENKAART  
 GRONDWATER  
 REF. NIV. 25M-NAP

— 250 isohypse 250m-NAP  
 • waarnemingspunt

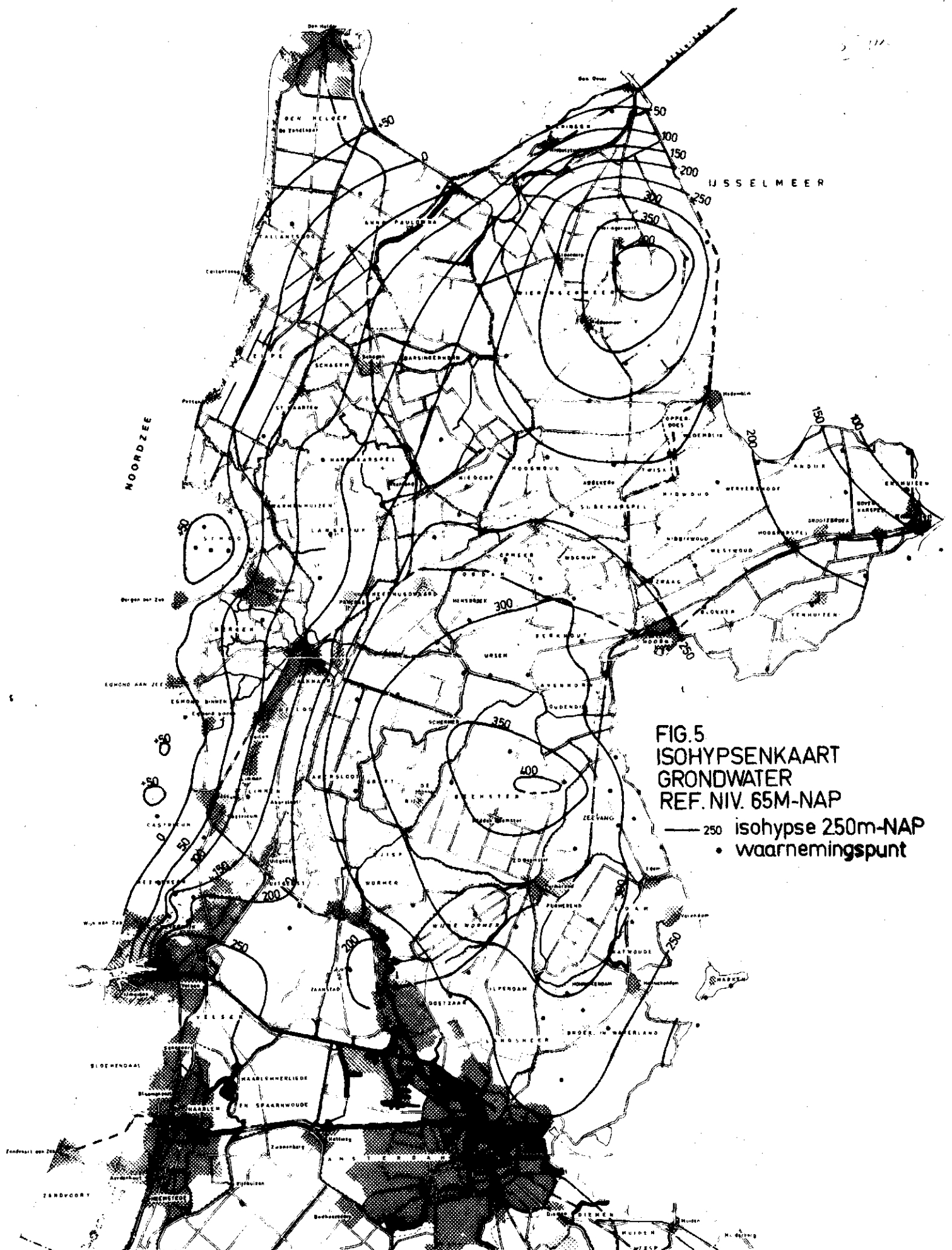


FIG. 5  
 ISOHYPSENKAART  
 GRONDWATER  
 REF. NIV. 65M-NAP

— 250 isohypse 250m-NAP  
 • waarnemingspunt





NOORDZEE

IJSSELMEER

FIG.7  
DRUKVERSCHILLENKAART  
REF. NIVEAUS 25 EN 65M-NAP

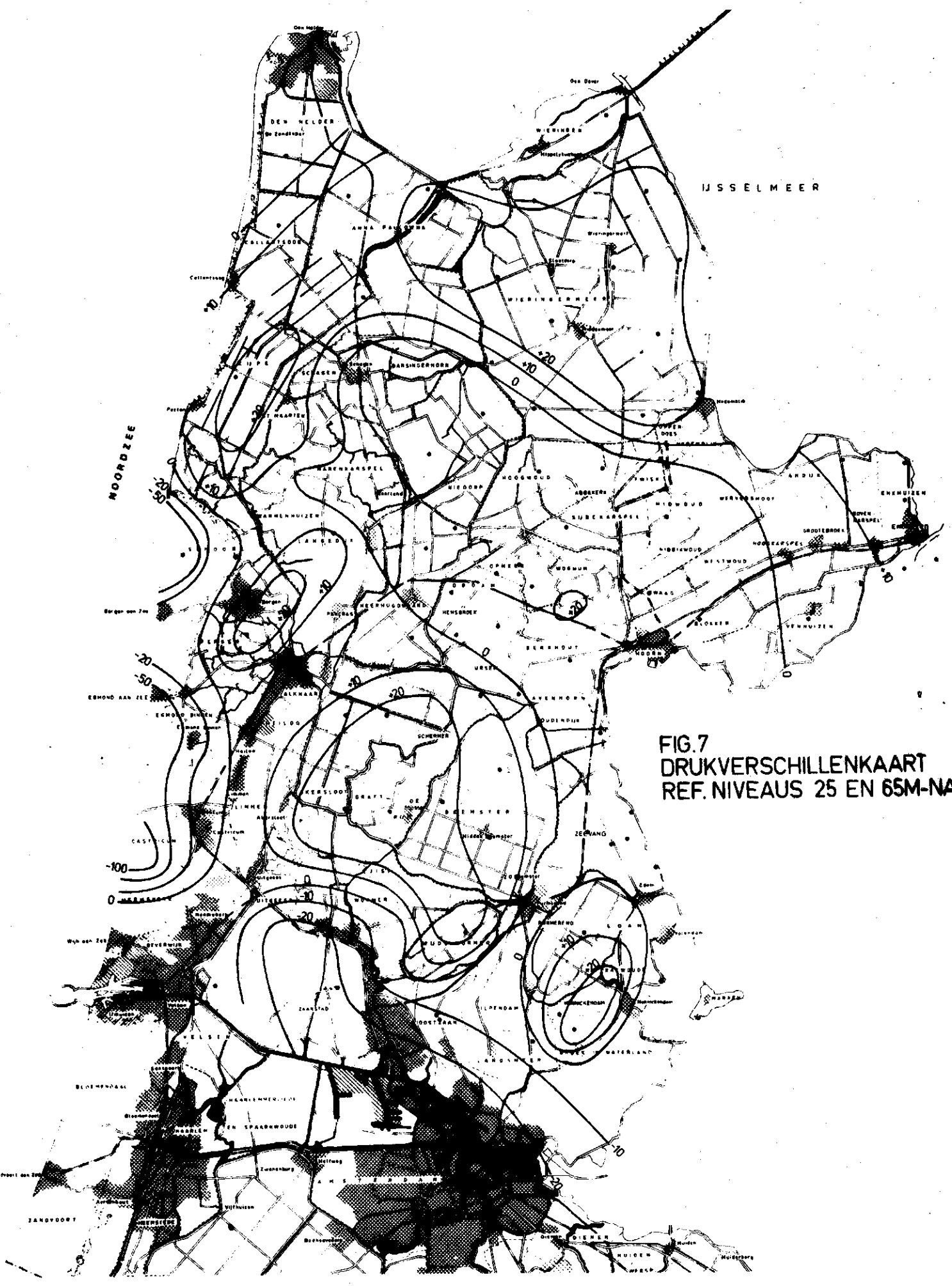




FIG 9

drukverschillenkaart  
tussen  
freatischwater en  
25 m\_NAP

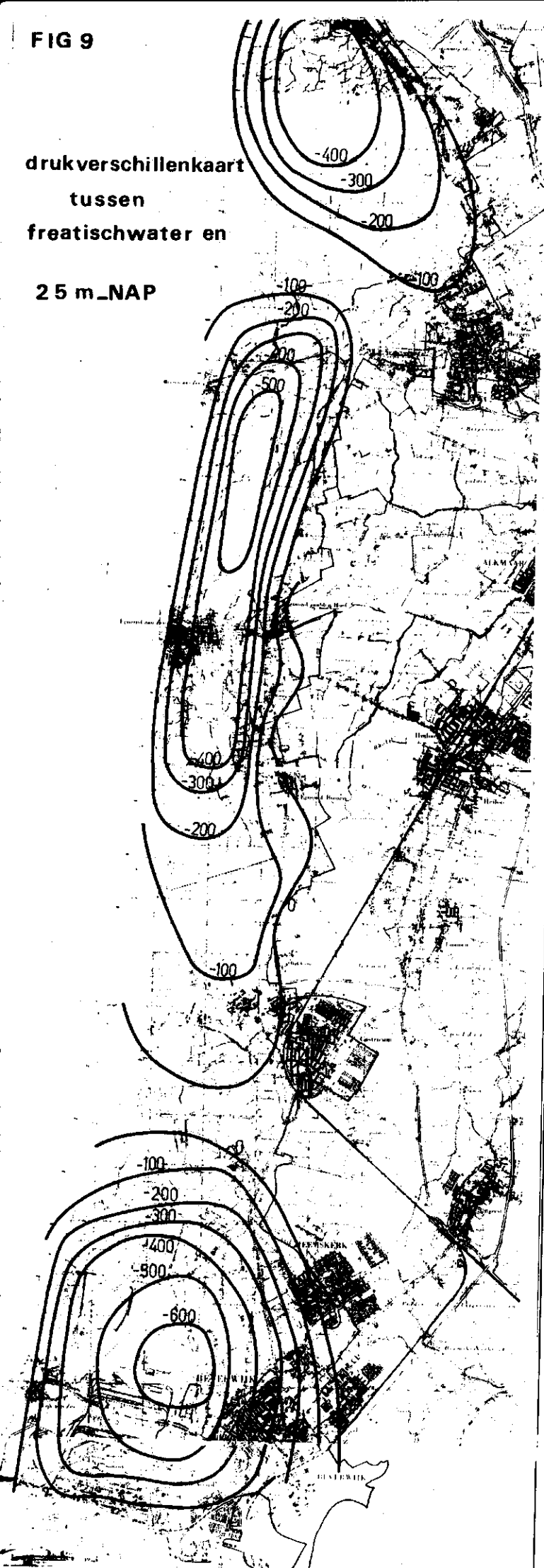
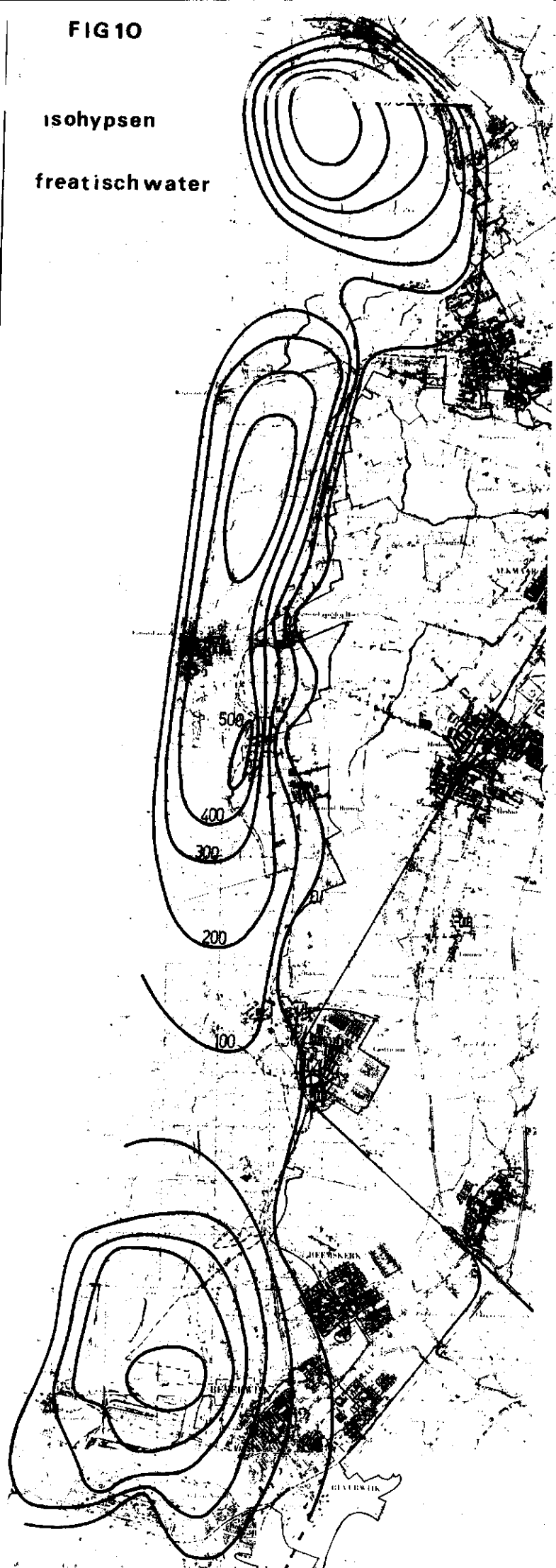


FIG 10

isohypsen  
freatischwater



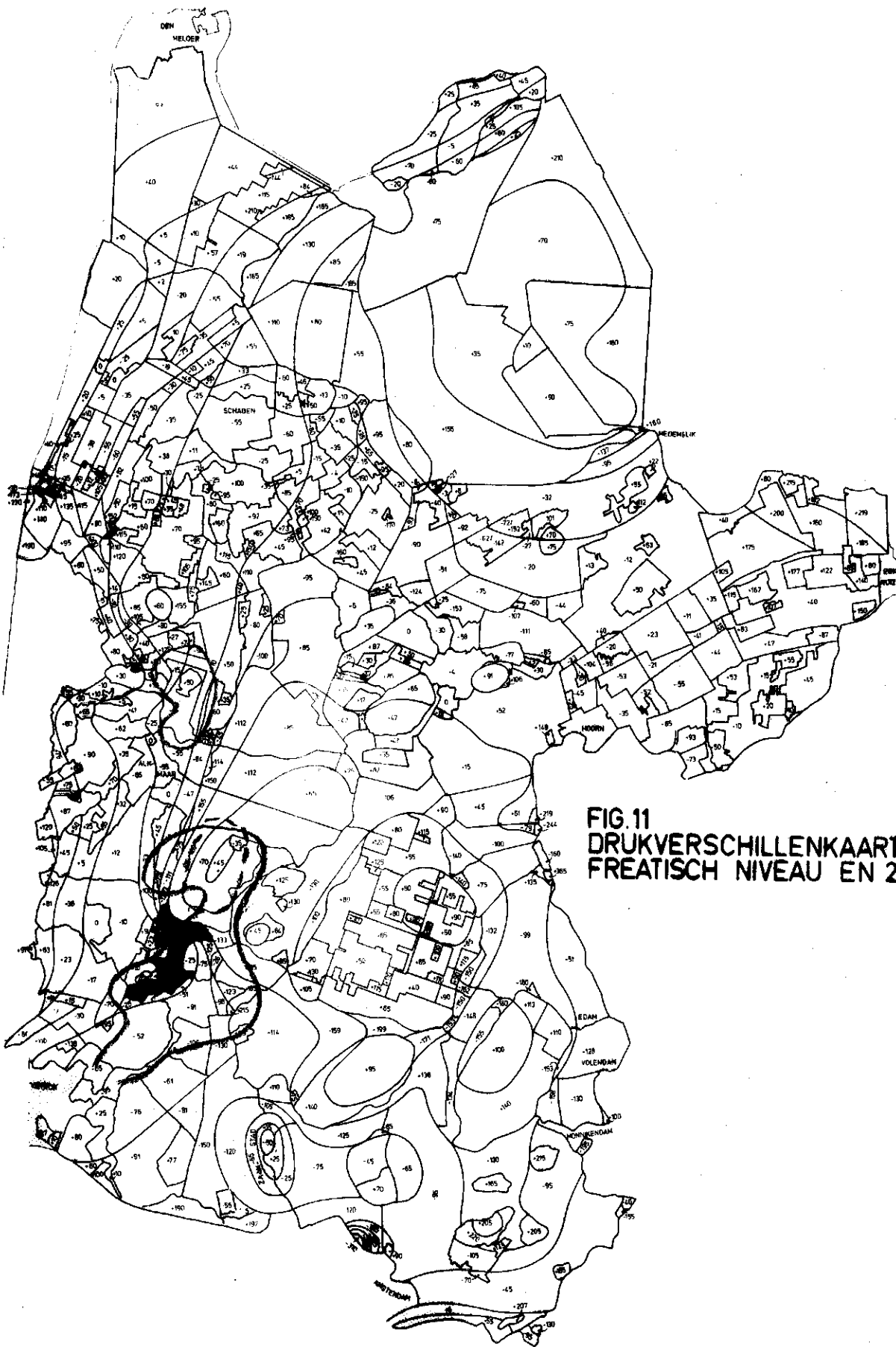


FIG.11  
DRUKVERSCHILLENKAART  
FREATISCH NIVEAU EN 25M-NAP

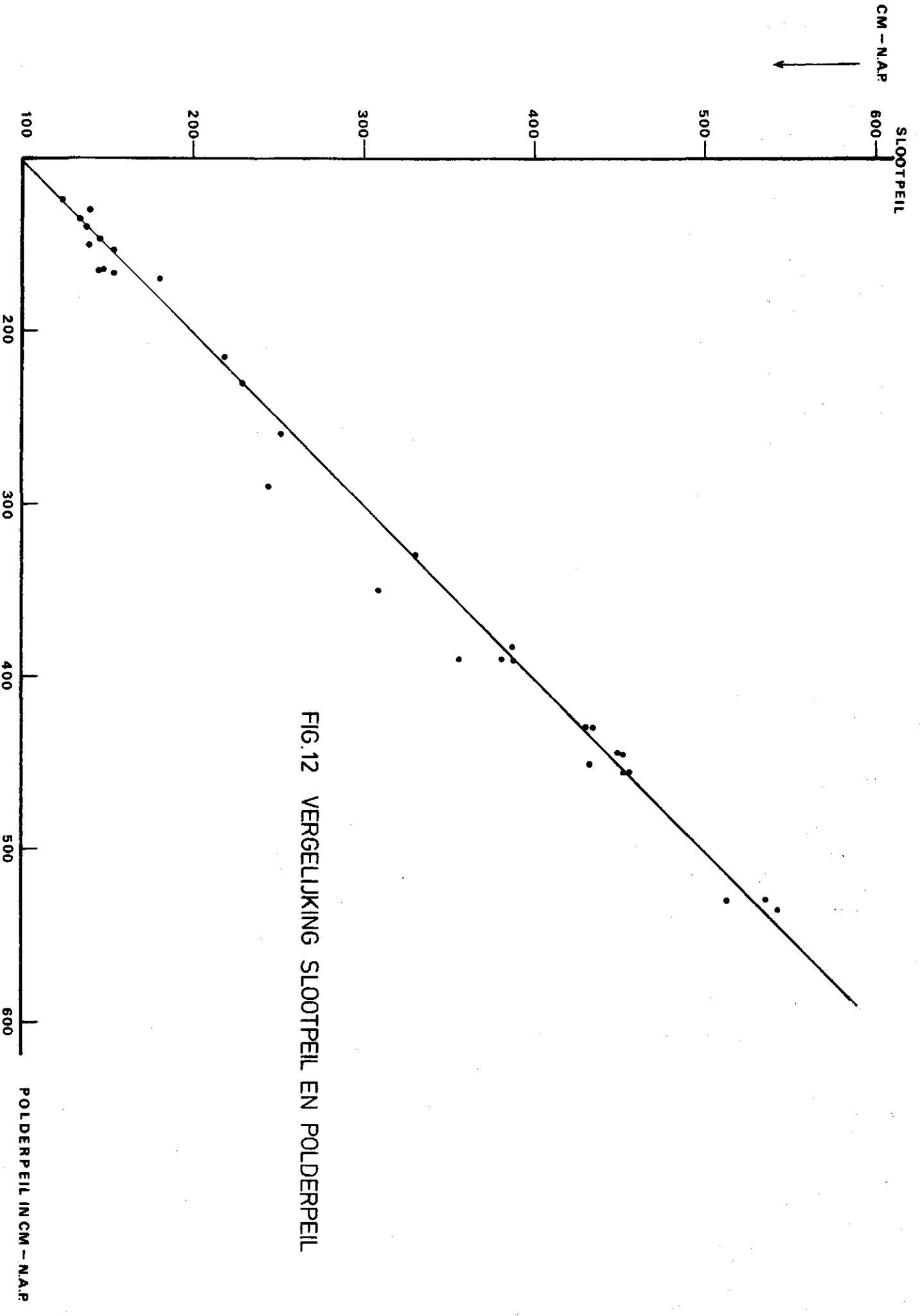


FIG.12 VERGELIJKING SLOOTPEIL EN POLDERPEIL

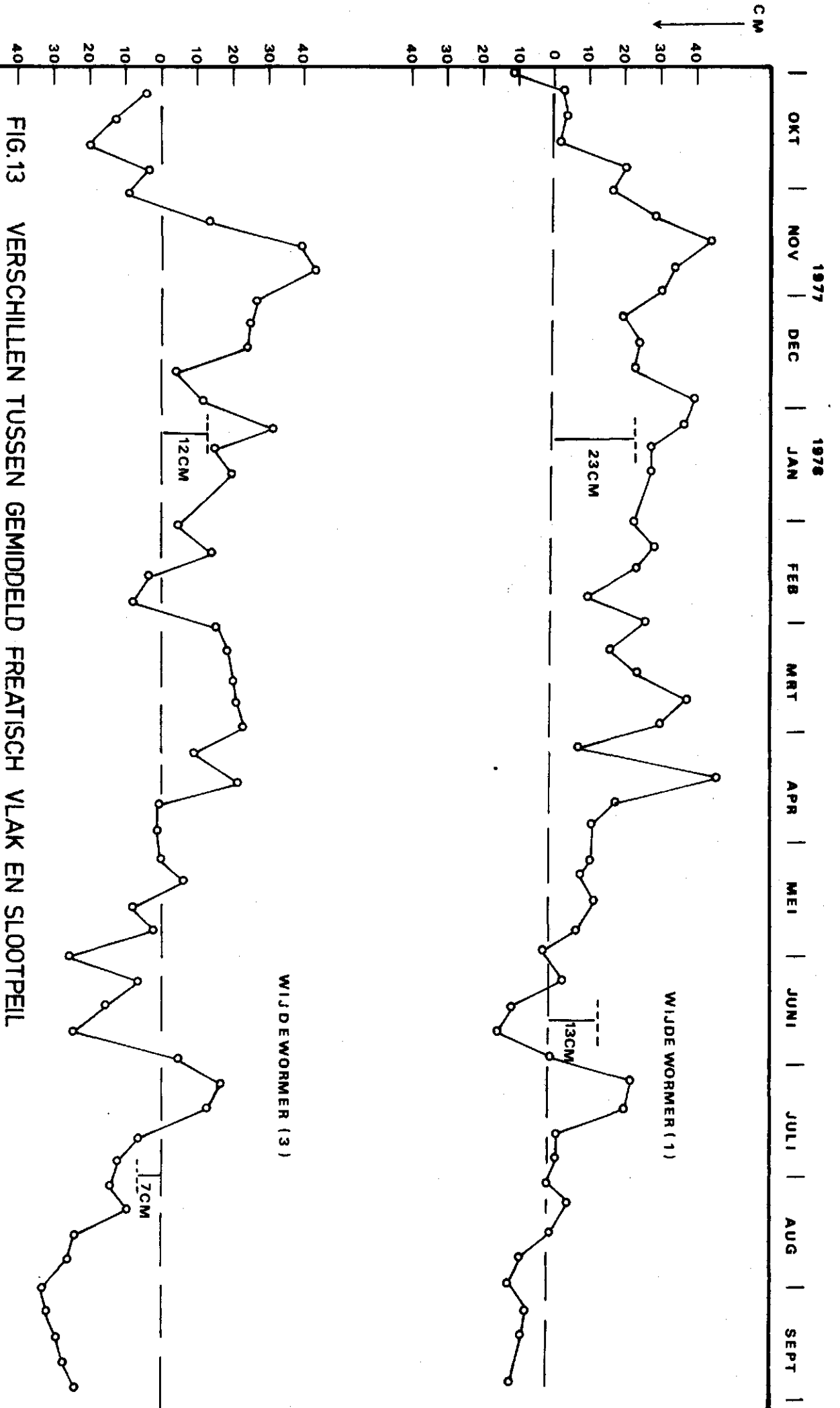


FIG.13 VERSCHILLEN TUSSEN GEMIDDELD FREATISCH VLAKE EN SLOOTPEIL

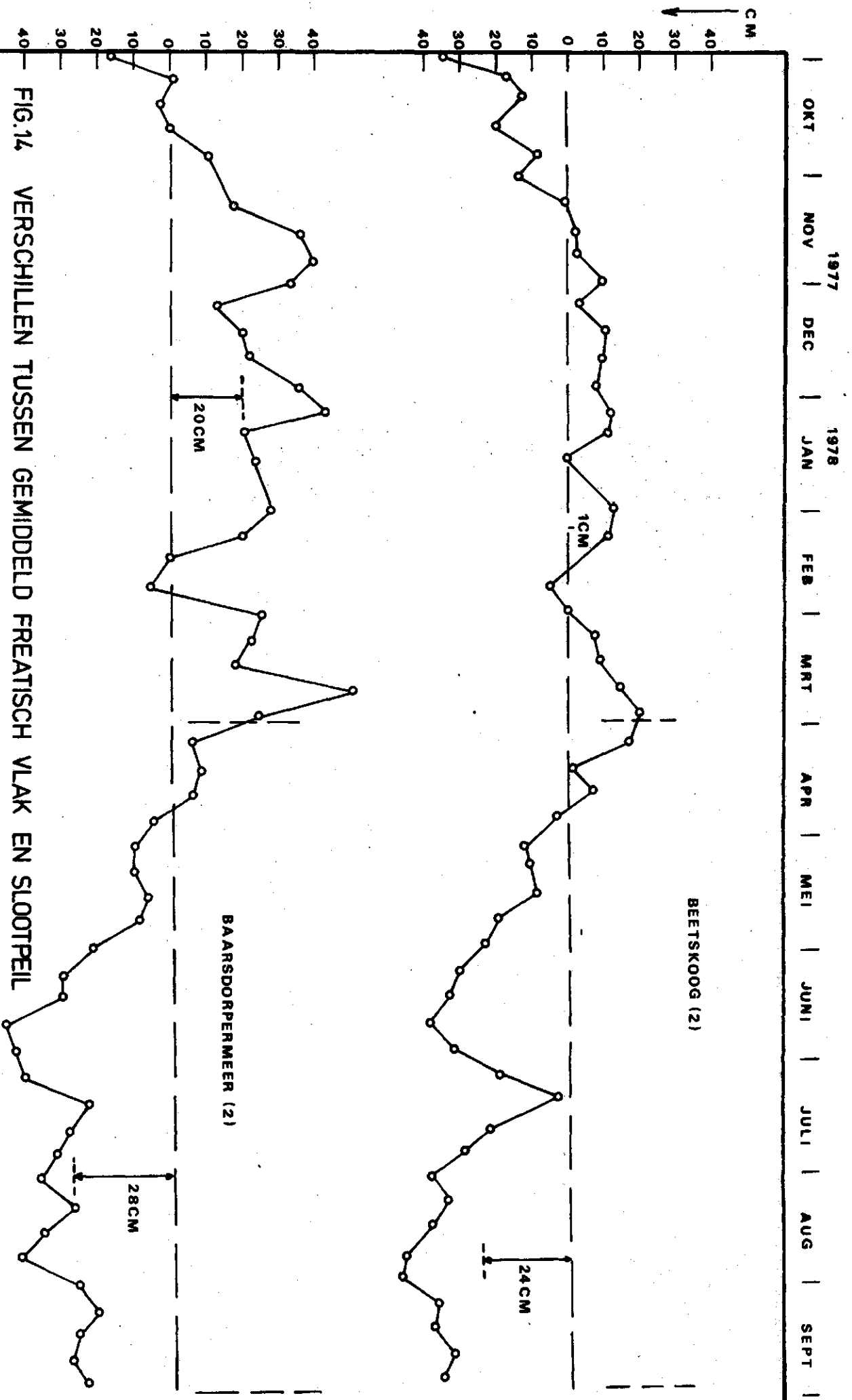


FIG.14 VERSCHILLEN TUSSEN GEMIDDELD FREATISCH VLAK EN SLOOTPEIL

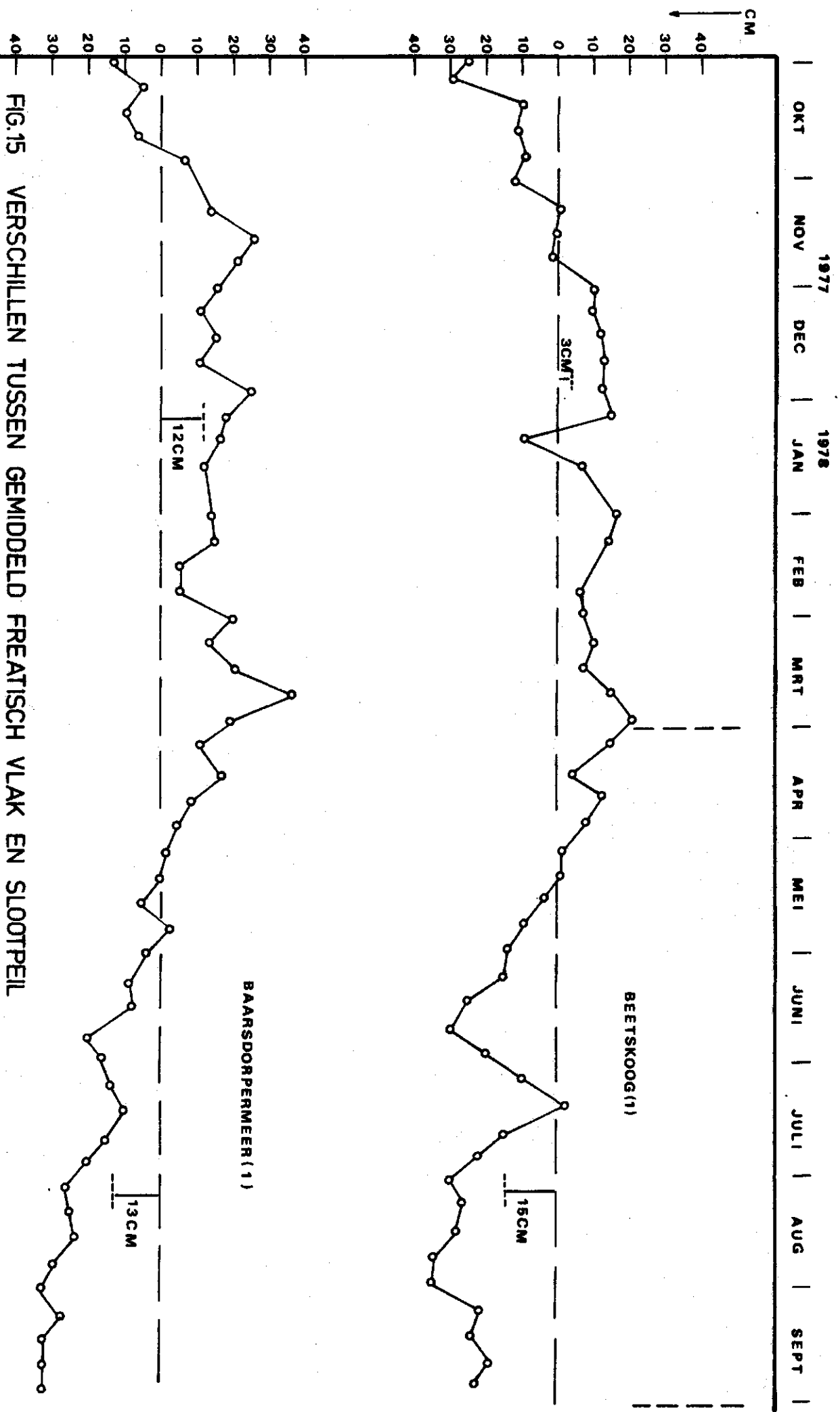


FIG.15 VERSCHILLEN TUSSEN GEMIDDELD FREATISCH VLAK EN SLOOTPEIL



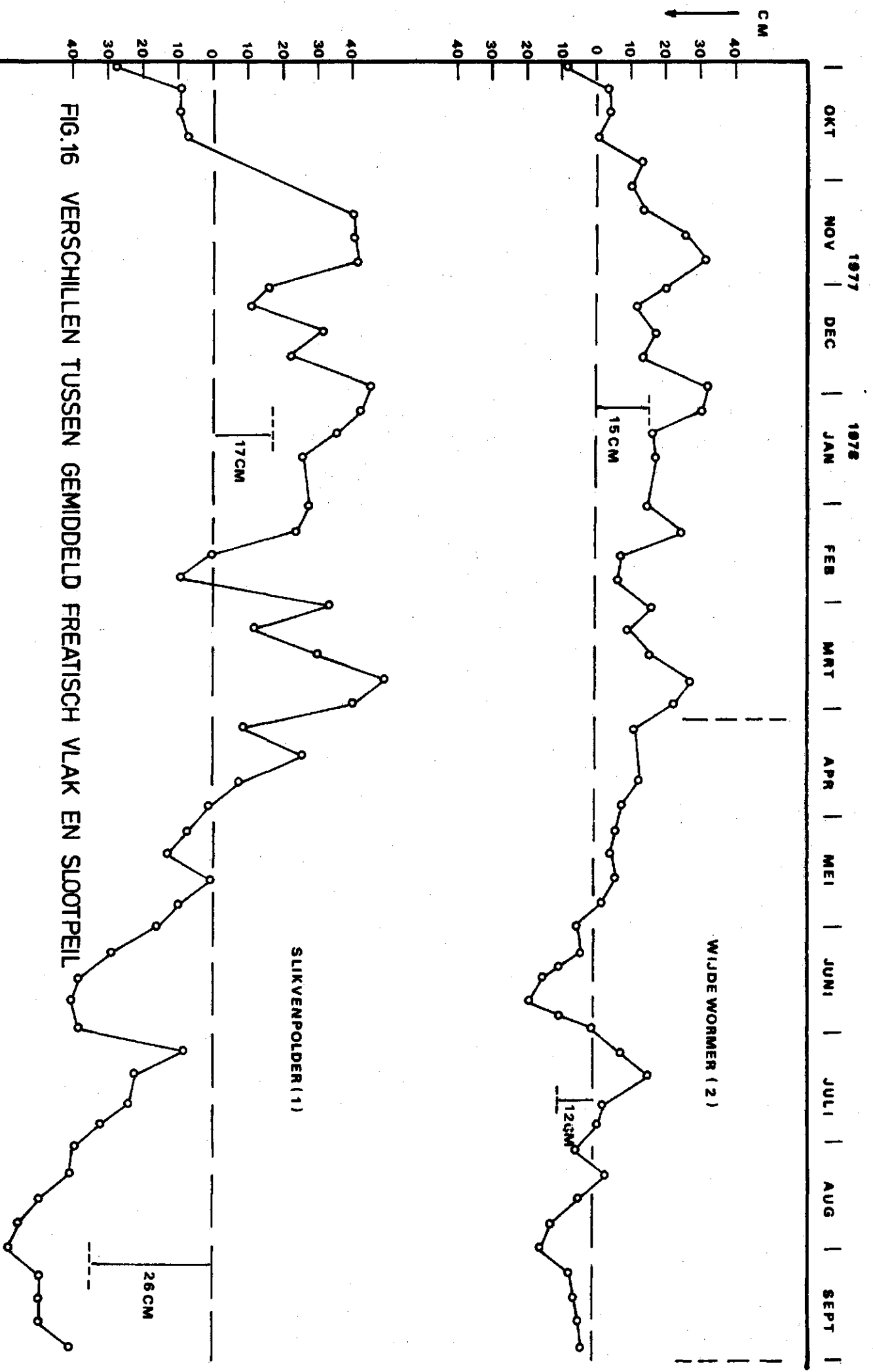


FIG.16 VERSCHILLEN TUSSEN GEMIDDELD FREATISCH VLAK EN SLOOTPEIL





