

NN31545.0578

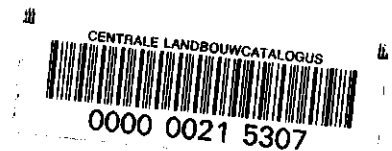
NOTA 578

1 oktober 1970

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

VERZILTINGSONDERZOEK IN DE KREKERAKPOLDER IN VERBAND
MET DE UITVOERING VAN KUNSTWERKEN TEN BEHOEVE VAN DE
SCHELDE - RIJN VERBINDING

K. E. Wit en M. Wijnsma



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.

25 NOV 1970

ISSN 210265-01

1. oktober 1919

Instituut voor Cultureel Wetenschappelijk Onderzoek

1919

VERGELIJKEND ONDERZOEK VAN DE KUNSTEN IN VERBAND

MET DE UITVOERING VAN KUNSTWERKEN IN BEZIT VAN

DE KUNSTEN - RIJKE

K. H. DE W. M. DE W.

Het is de bedoeling van de uitgeverij om de afzonderlijke delen van dit werk te laten verspreiden in de vorm van een reeks van afzonderlijke afleveringen. De afleveringen zullen de volgende zijn:

I. De aflevering van de afzonderlijke afleveringen.

II. De aflevering van de afzonderlijke afleveringen.

III. De aflevering van de afzonderlijke afleveringen.

INHOUD

	blz.
INLEIDING	1
METHODEN VAN ONDERZOEK	1
RESULTATEN	
Het chloride-gehalte van oppervlakte- en grondwater	5
Het geo-elektrisch onderzoek	6
SAMENVATTING	18
LITERATUUR	19

INHOUD

pag.

1

LEIDING

1

INHOUD VAN ONDERZOEK

5

Verhouding van oplosbaarheid van grondstoffen

6

Verhouding van oplosbaarheid van grondstoffen

13

17

LITERAAT

INLEIDING

In het kader van de werkzaamheden ten behoeve van de Schelde-Rijn verbinding wordt in de Krekerakpolder op Zuid-Beveland een nieuw kanaal gegraven. Bij de uitvoering hiervan zijn een aantal kunstwerken ge-projecteerd, te weten een brug over het nieuwe kanaal in de naaste om-geving van de Krekerakdam ten dienste van het trein- en wegverkeer en een sluizen-complex in de Ooster-Schelde.

Voor de afritten van de nieuwe brug is $\pm 1,5$ miljoen m^3 zand door persleidingen aangevoerd vanuit de Ooster-Schelde. De voor het zand-transport benodigde hoeveelheid zeewater was ongeveer 10 miljoen m^3 . In verband met de grote hoeveelheid zout spoelwater zijn een aantal voor-zieningen getroffen om verzilting van het polderwater tegen te gaan. Het cunet van de toekomstige afritten is aan weerszijden met plastic folie be-kleed, terwijl het met het zand aangevoerde zoute water naar de Ooster-Schelde is teruggepompt. Verder is het zandlichaam gedraineerd; het drainwater is via een nieuw gegraven leiding eveneens rechtstreeks afge-voerd naar de Ooster-Schelde.

Op verzoek van het Bouwbureau Schelde-Rijn te Bergen op Zoom is een onderzoek uitgevoerd of bovengenoemde werkzaamheden verzilting van de aangrenzende polders tot gevolg hebben gehad.

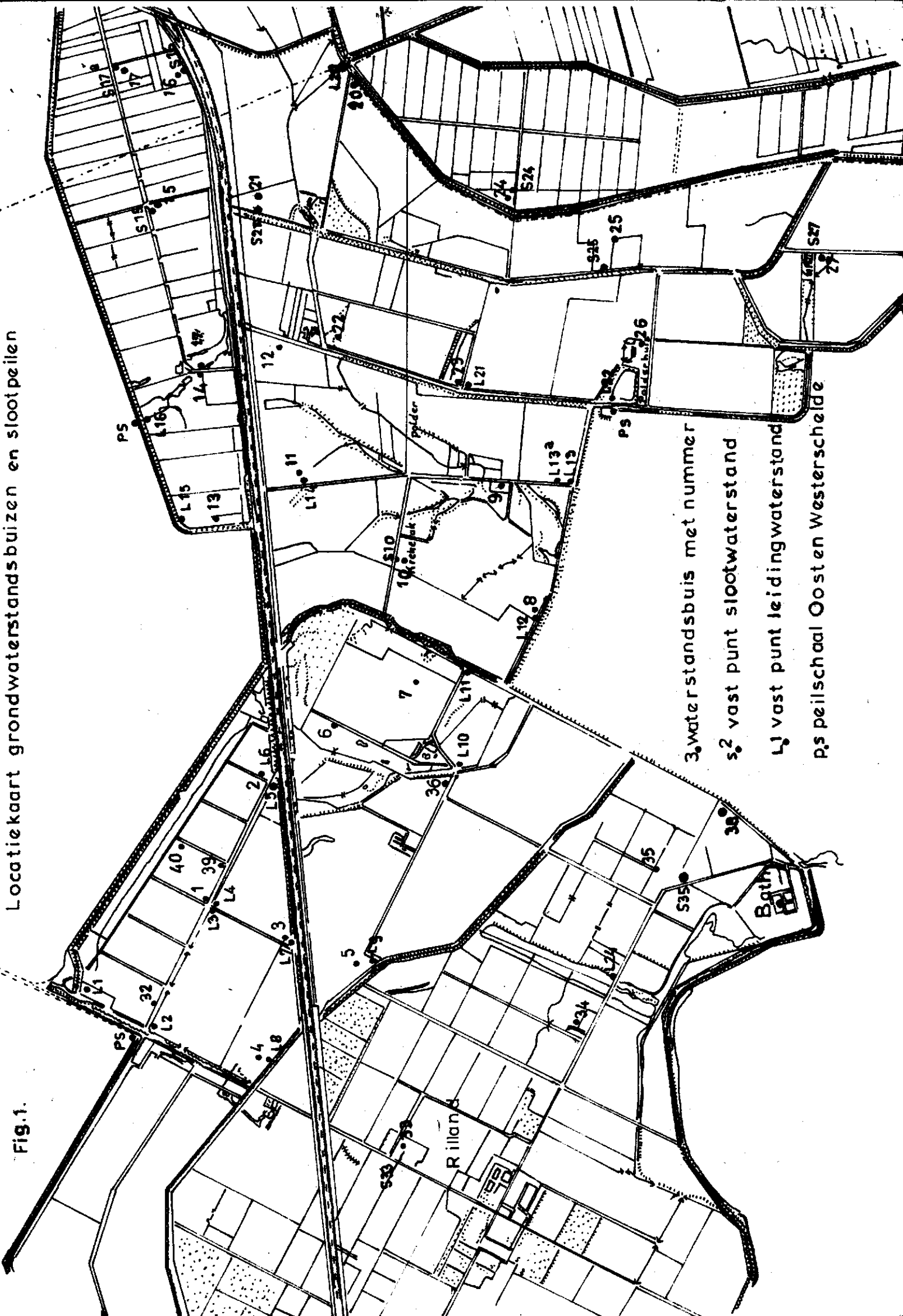
In het volgende zullen het verrichte onderzoek en de verkregen resul-taten worden besproken.

METHODEN VAN ONDERZOEK

Voor het vaststellen van een eventuele verzilting dient de oorspron-kelijke toestand te worden vastgelegd. Derhalve zijn in 1967, voor het begin van de werkzaamheden, de eerste metingen verricht. Deze beston-den uit:

Locatiekaart grondwaterstandsbuizen en slootpeilen

Fig.1.



- a) Het plaatsen van grondwaterstandsbuizen
- b) Het vaststellen en markeren van slootpeilen
- c) Het nemen van watermonsters van oppervlakte- en grondwater
- d) Het uitvoeren van een serie geo-electrische sonderingen

Dezelfde metingen werden met een zekere tijdsinterval herhaald gedurende de uitvoering van de werken.

Door de Cultuurtechnische Dienst te Goes zijn grondwaterstandsbuizen geplaatst en vaste punten ingemeten voor het opnemen van slootpeilen (zie fig. 1). De grondwaterstanden en slootpeilen werden elke veertien dagen opgenomen. Vanaf juli 1967 werden twee keer per jaar watermonsters verzameld voor de bepaling van het chloride-gehalte van grond- en slootwater.

Het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen heeft de geo-electrische sonderingen uitgevoerd. Met deze metingen werd begonnen in de herfst van 1967, ze werden om het half jaar herhaald tot en met het voorjaar van 1969. De metingen zijn bewust in het voor- en najaar uitgevoerd, daar in gebieden met zoute kwel fluctuaties van het zoutfront kunnen voorkomen. De fluctuaties zijn afhankelijk van bodemprofiel, slootafstand, hoogteverschillen in het terrein en kwelintensiteit.

In het algemeen zal het zoutfront in het zomerhalfjaar geleidelijk stijgen tengevolge van een neerslagtekort; in het winterhalfjaar zal door de overtollige neerslag daarentegen zout worden uitgespoeld met als gevolg een daling van het zoutfront.

Bij de geo-electrische metingen wordt een stalen buis, waarop vier ringvormige elektroden geïsoleerd zijn aangebracht, in de grond gedreven. Door de bovenste en onderste elektrode wordt een constante stroom gevoerd, waardoor tussen de binnenste twee elektroden een spanningsverschil ontstaat (WIT en WIJNSMA, 1970). De specifieke weerstand van de laag waarin de vier elektroden zijn gesteld kan uit de constante stroomsterkte en het gemeten spanningsverschil worden berekend. Hoe meer zout het grondwater bevat, des te lager is de specifieke weerstand. Een specifieke weerstand van 100 tot 200 Ω -cm betekent dat het grondwater praktisch evenveel zout bevat als zeewater.

De eerste meting werd uitgevoerd op een diepte van 80 cm beneden maaiveld en vervolgens om de halve meter, totdat de specifieke weerstand een waarde bereikte van 100 tot 200 Ω -cm

Hiertoe werden in de Krekerak en aangrenzende polders een aantal

(a) De afname van de productie van... (b) De afname van de productie van... (c) De afname van de productie van... (d) De afname van de productie van... (e) De afname van de productie van... (f) De afname van de productie van... (g) De afname van de productie van... (h) De afname van de productie van... (i) De afname van de productie van... (j) De afname van de productie van... (k) De afname van de productie van... (l) De afname van de productie van... (m) De afname van de productie van... (n) De afname van de productie van... (o) De afname van de productie van... (p) De afname van de productie van... (q) De afname van de productie van... (r) De afname van de productie van... (s) De afname van de productie van... (t) De afname van de productie van... (u) De afname van de productie van... (v) De afname van de productie van... (w) De afname van de productie van... (x) De afname van de productie van... (y) De afname van de productie van... (z) De afname van de productie van...

Locatie kaart sonderingen:

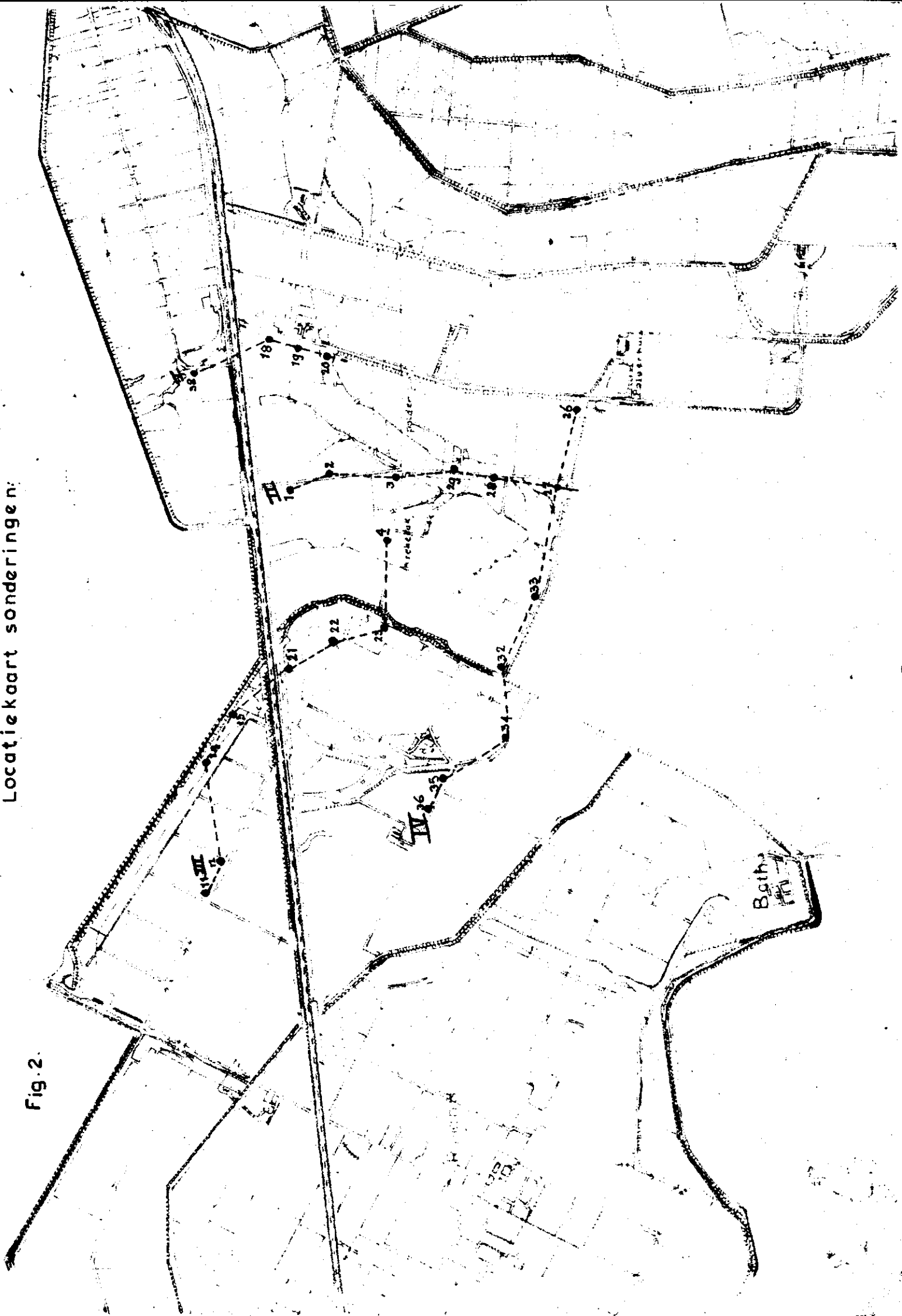


Fig. 2.

waarnemingspunten geprojecteerd om de situatie rondom het werkge-

bied te kunnen vastleggen. Deze punten zijn onderverdeeld in een viertal raaien (zie fig. 2). Enkele punten zijn tijdens de meetperiode vervallen tengevolge van de werkzaamheden, daarentegen is op andere plaatsen het meetprogramma uitgebreid.

RESULTATEN

Het chloride-gehalte van oppervlakte- en grondwater

Door de Cultuurtechnische Dienst te Goes zijn tussen 1967 en 1969, uitgezonderd het voorjaar van 1969, twee keer per jaar watermonsters genomen van grondwaterstandsbuizen en open water voor de bepaling van het chloride-gehalte. Deze monsters werden door het I. C. W. geanalyseerd. In tabel I tm III zijn de resultaten weergegeven van die meetpunten welke op elk bemonsteringstijdstip zijn bemonsterd, ingedeeld naar de betreffende polders.

Tabel I. Het chloride gehalte in gr/l in de Krekerakpolder

	buis no 11	buis no 12	slootpeil L13	slootpeil L13a
14 juli 1967	0,21	0,35	4,39	4,33
28 september 1967	0,14	0,36	4,40	3,69
29 april 1968	0,11	0,11	3,98	5,19
14 september 1968	0,11	0,28	1,92	3,34
2 oktober 1969	0,35	0,65	6,90	2,49

Tabel II. Het chloride-gehalte in gr/l in de Eerste Bathpolder

	buis							sloot- peil				
	no 1	no 2	no 3	no 4	no 5	no 6	no 7	L1	L2	L7	L10	L11
14 juli '67	4.54	4.25	4.25	0.50	7.08	2.13	0.28	5.95	13.40	2.49	4.75	4.11
28 sept. '67	4.62	5.61	3.83	0.92	3.76	1.70	0.36	6.90	9.60	4.70	1.99	2.80
29 apr. '68	3.98	3.05	0.71	0.36	1.06	1.52	0.11	6.02	8.55	1.40	1.63	2.55
14 sept. '68	3.76	4.34	2.34	0.21	3.02	0.60	0.21	6.80	10.80	1.21	10.10	10.30
2 okt. '69	4.25	5.90	1.89	0.74	0.55	0.86	0.08	7.72	10.70	2.62	4.80	3.53

Tabel III. Het chloride-gehalte in gr/l in de Hogerwaardpolder

	buis no 13	no 15	no 16	slootpeil L 16	L 17
14 juli '67	0,28	3,26	0,92	13,90	11,50
28 sept. '67	0,85	2,47	1,00	10,60	8,70
29 april '68	0,50	1,70	0,21	11,80	6,95
14 sept. '68	0,57	1,35	0,21	10,40	4,97
2 okt. '69	1,14	0,80	0,14	12,40	7,00

Zoals uit tabel I blijkt is het chloride-gehalte in de buizen 11 en 12 en in de sloot L 13 op de laatste bemonsteringsdatum toegenomen. De toename bij L 13 kan als een toevallige afwijking worden verklaard; immers het water uit het noordelijk gedeelte van de polder passeert L 13a, welk meetpunt vlak voor een stuw ligt en bij dit meetpunt is het chloride-gehalte iets afgenomen.

Volgens tabel II is de situatie in de buizen 1, 2 en 4 en in de sloot bij de punten L1, L2 en L7 praktisch niet veranderd. In de buizen 3, 5, 6 en 7 is een tendens van een afnemend chloride-gehalte aanwezig. Het resultaat van de bemonstering in buis no 6 op 14 september is niet goed te verklaren. In de slootpunten L10 en L11 zien we eveneens een relatief hoog chloride-gehalte in september 1968.

In tabel III is de situatie in de sloten bij L16 en L17 praktisch niet veranderd, terwijl in de buizen 15 en 16 de tendens van een afnemend chloride-gehalte aanwezig is. Bij buis no 13 geeft de laatste bemonstering een relatief hoog chloride-gehalte.

Beschouwen we alle analyse-resultaten, dan is tijdens de meetperiode op geen enkel meetpunt een toenemend chloride-gehalte gemeten. De enkele relatief hoge chloride-gehalten (ongeveer 7% van het totaal aantal waarnemingen), die op enkele meetpunten slechts één keer werden bepaald, kunnen worden toegeschreven aan de spreiding, die bij een dergelijk onderzoek voorkomt.

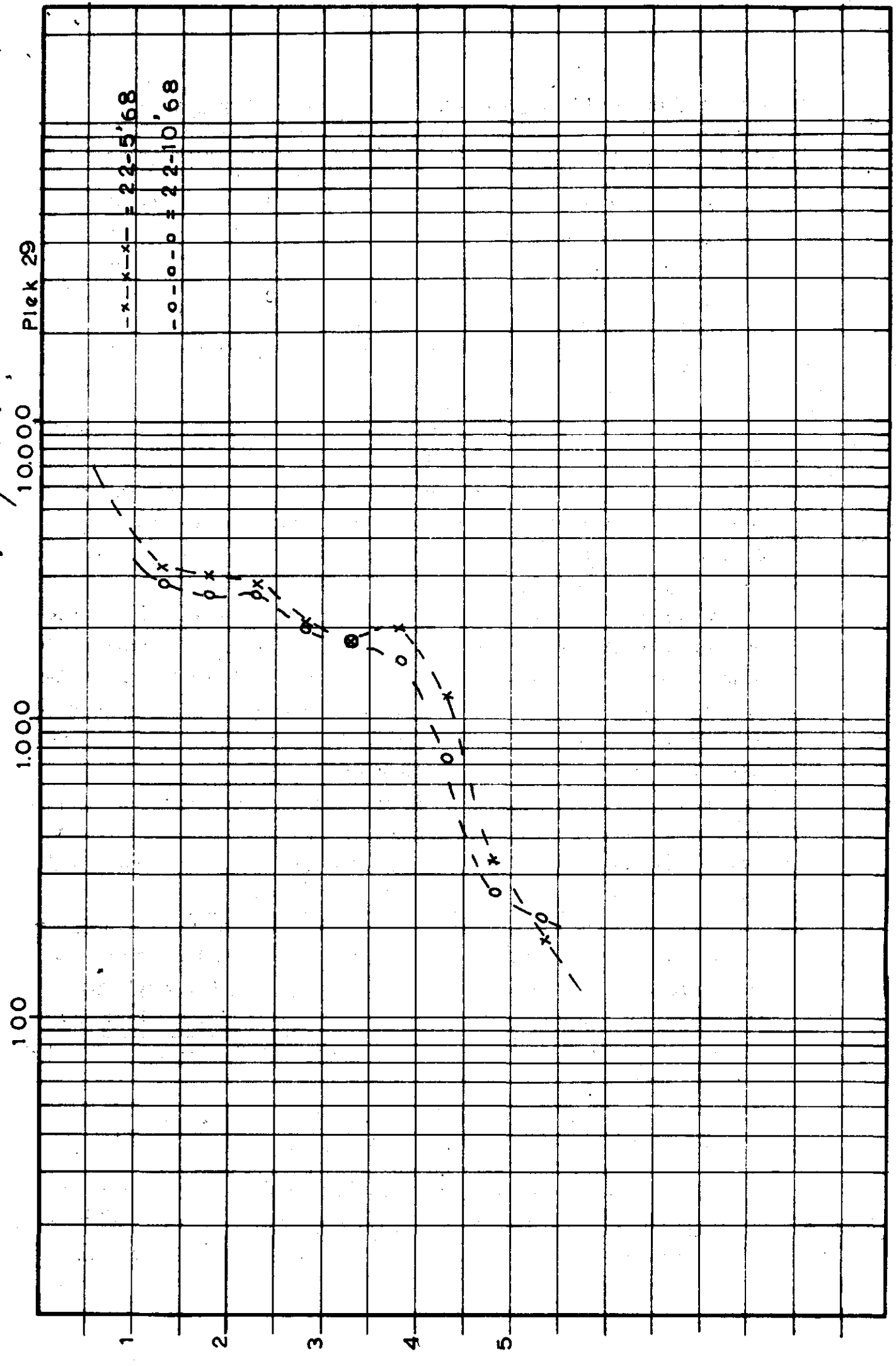
Het geo-elektrisch onderzoek

Om een indruk te krijgen omtrent de verschillen in zoutgehalte op verschillende diepten is voor elk meetpunt de in het veld gemeten spe-

m - mv

Fig. 3. Des specifieke weerstand afhankelijk v/d diepte

n. cm.



(raai I)

Diepte vande 1000cm grens op verschillende data

Fig 4

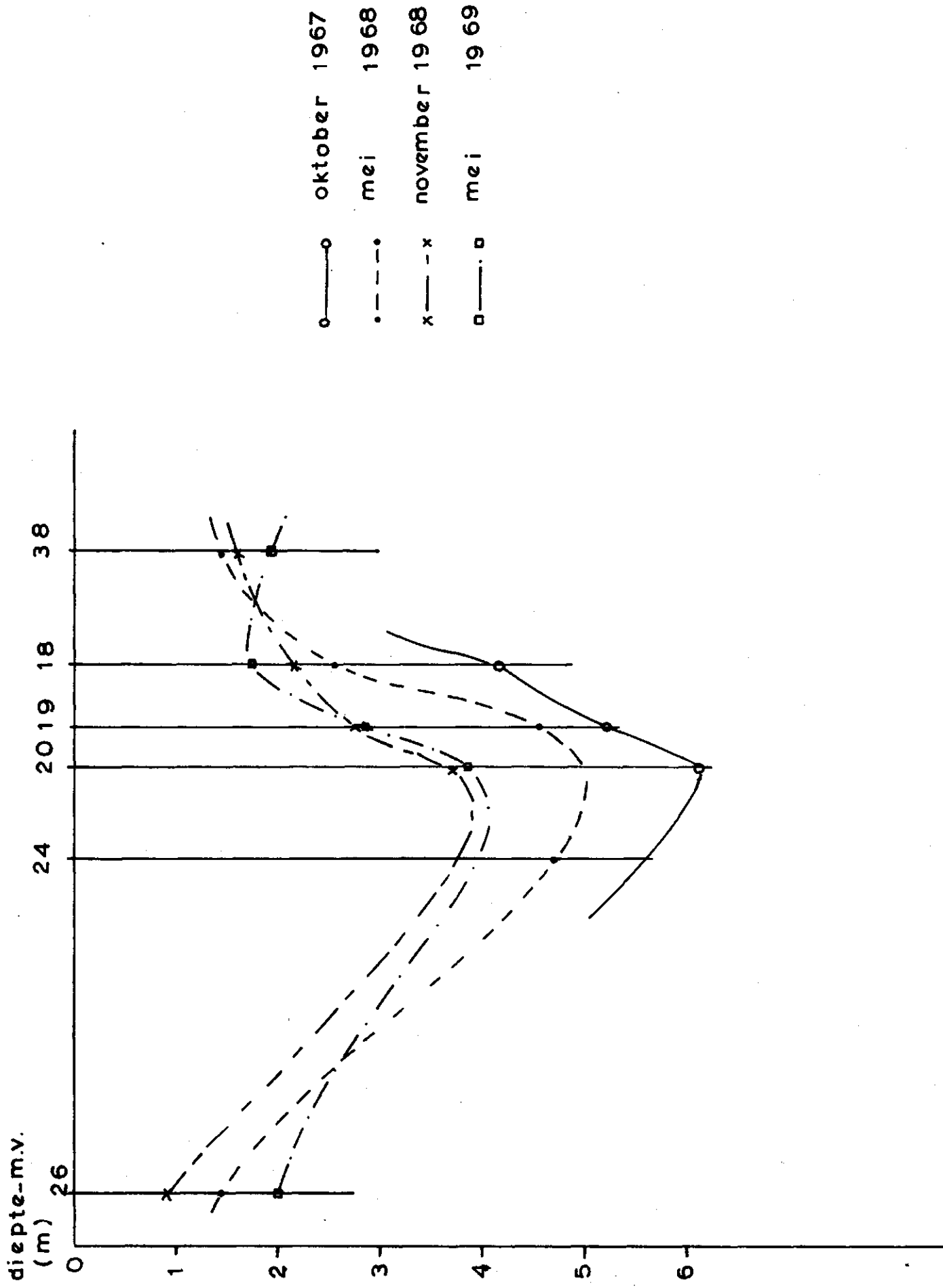


Fig. 5.

Diepte van de 1000 μ -cm grens op verschillende data.

(raai II)

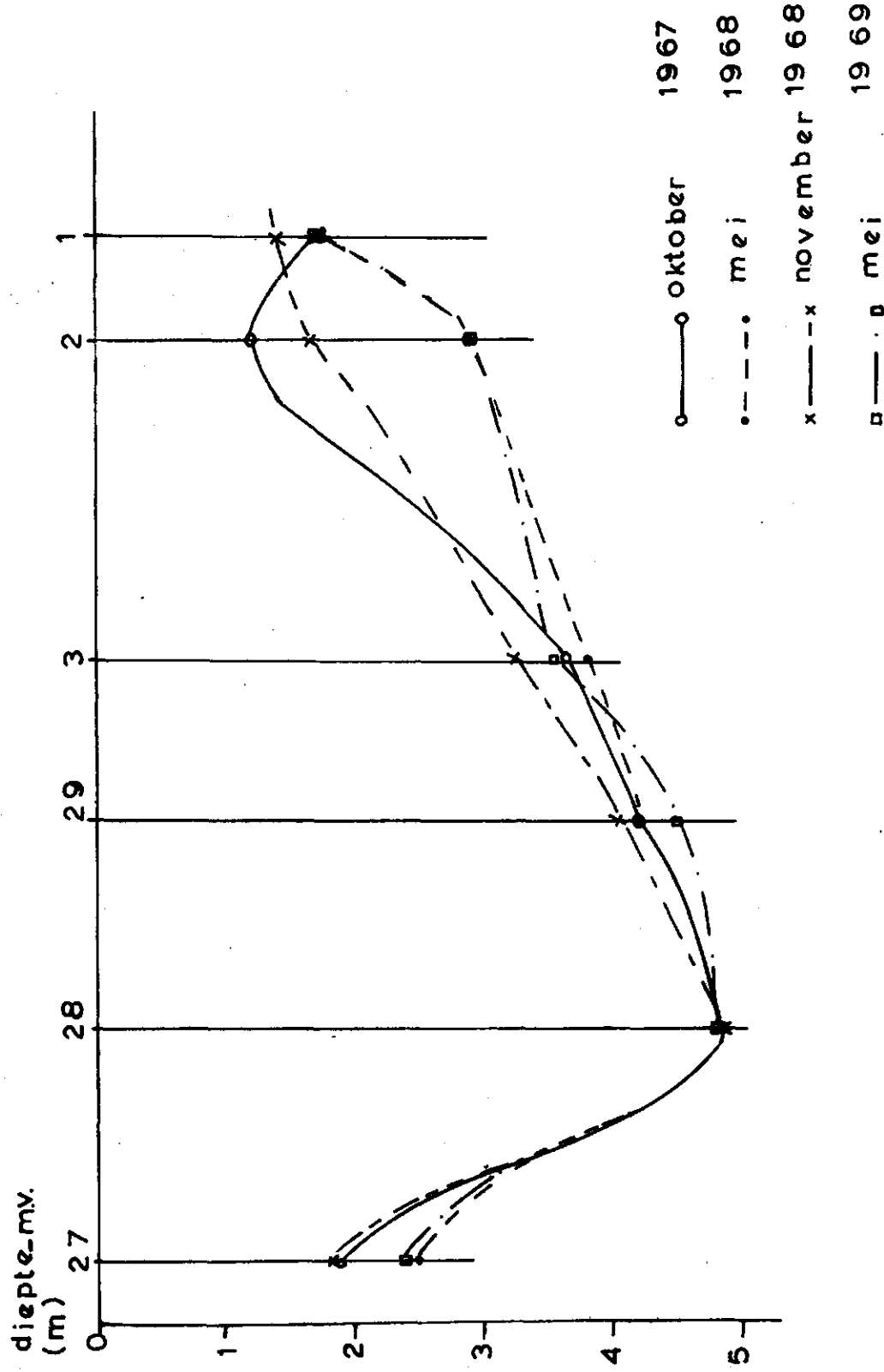


Fig. 6.

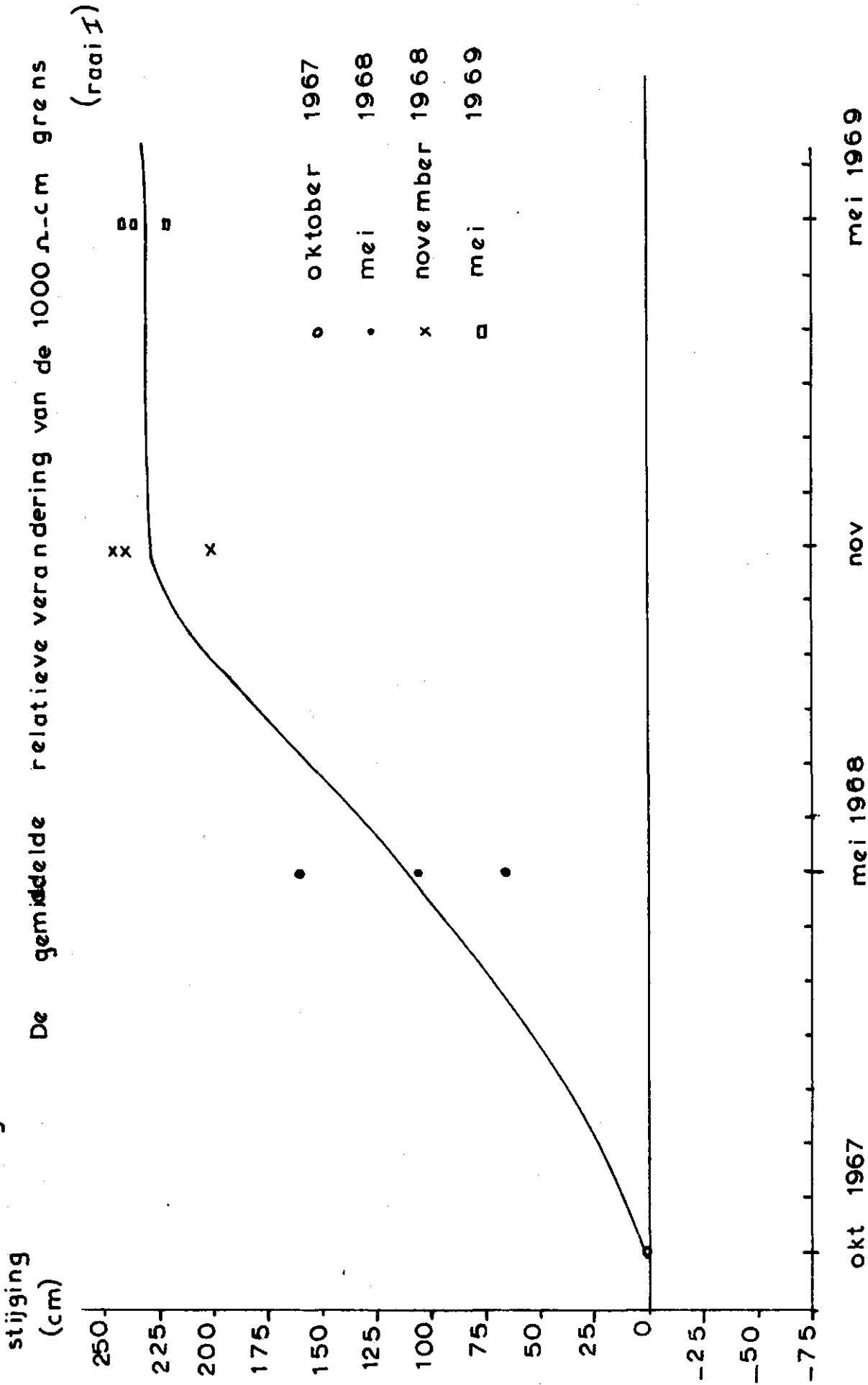
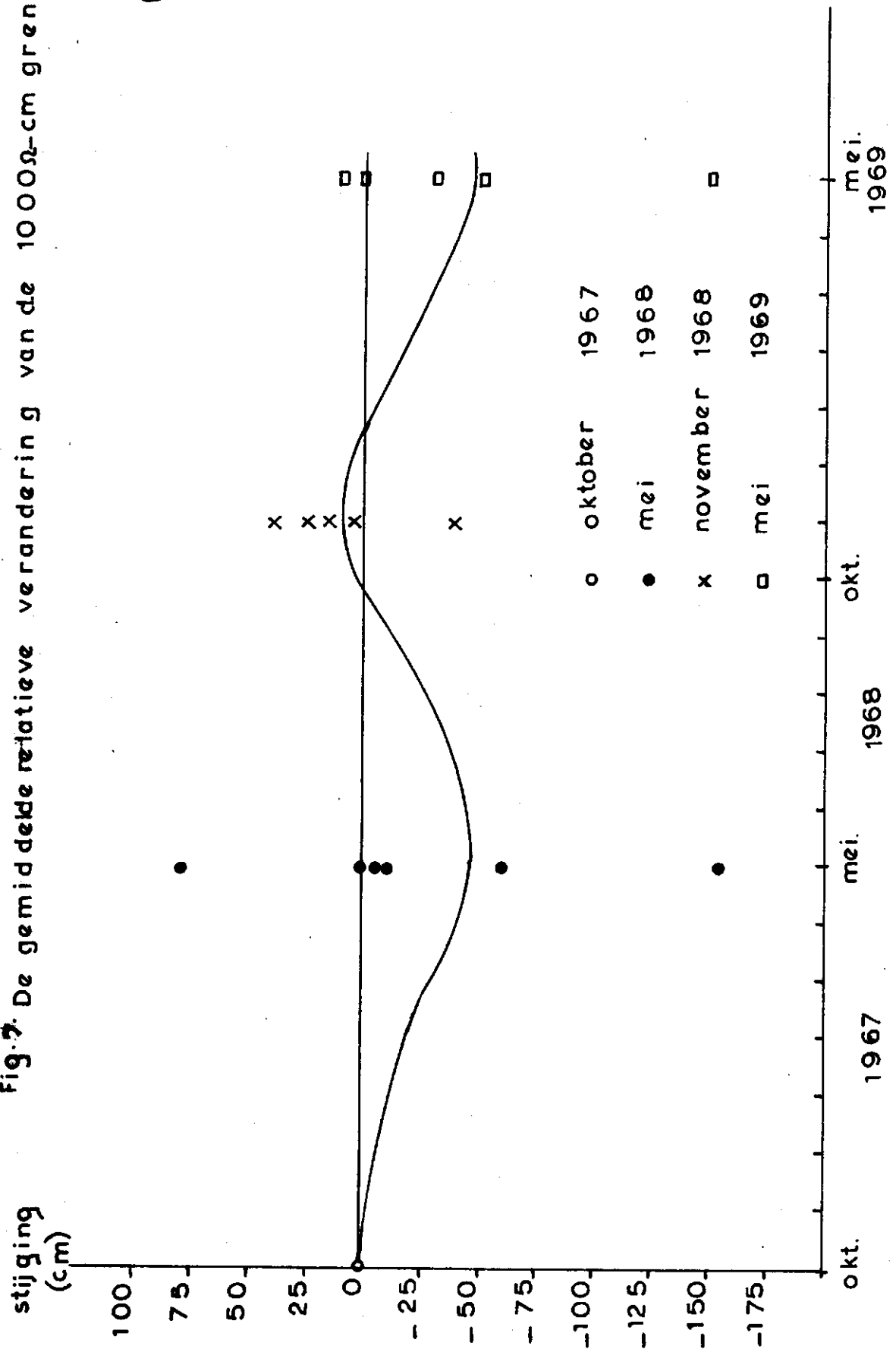


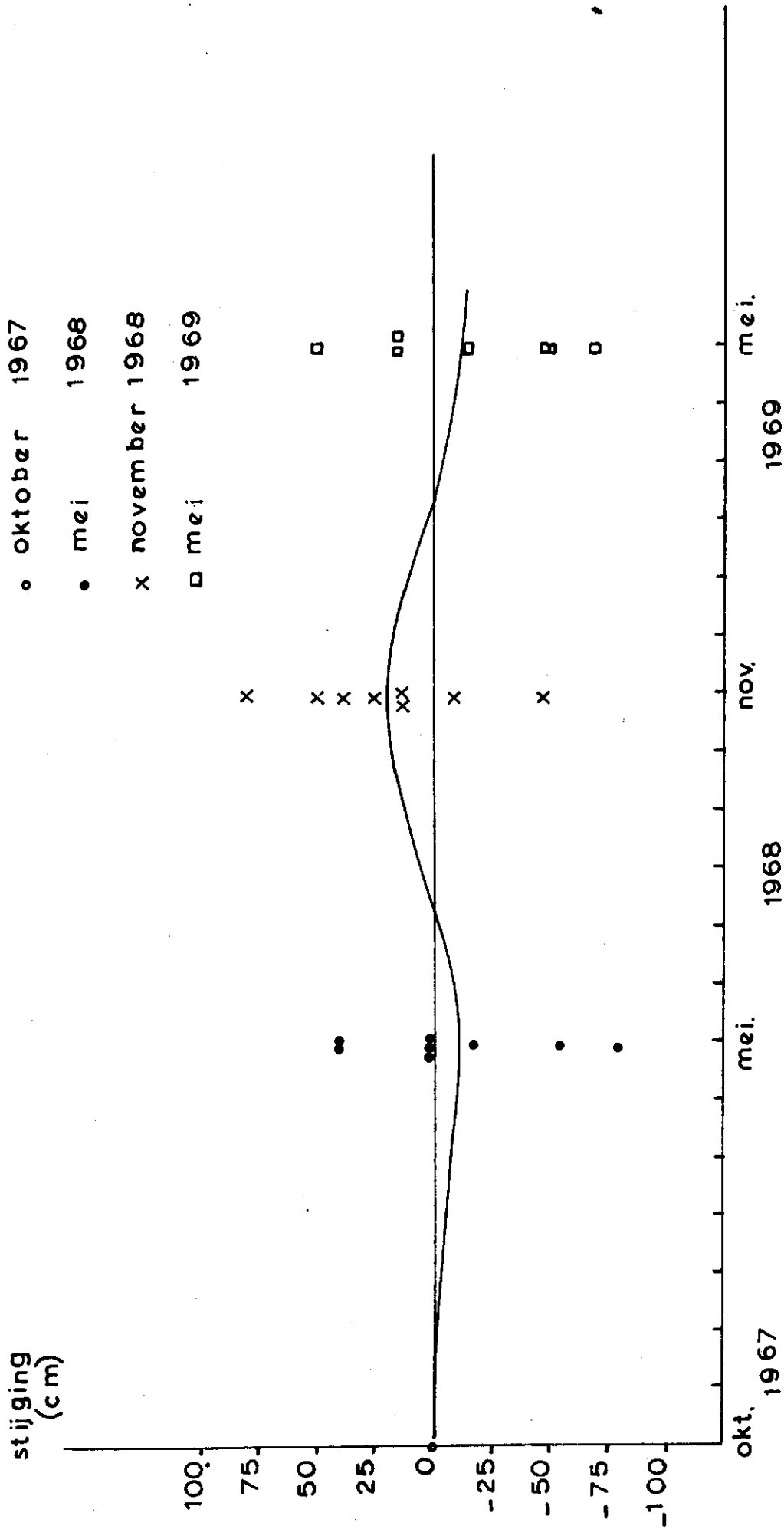
Fig. 7. De gemiddelde relatieve verandering van de 1000Ω-cm grens

(raai II)



De gemiddelde relatieve verandering van de 1000 Ω -cm grens
(rooi III)

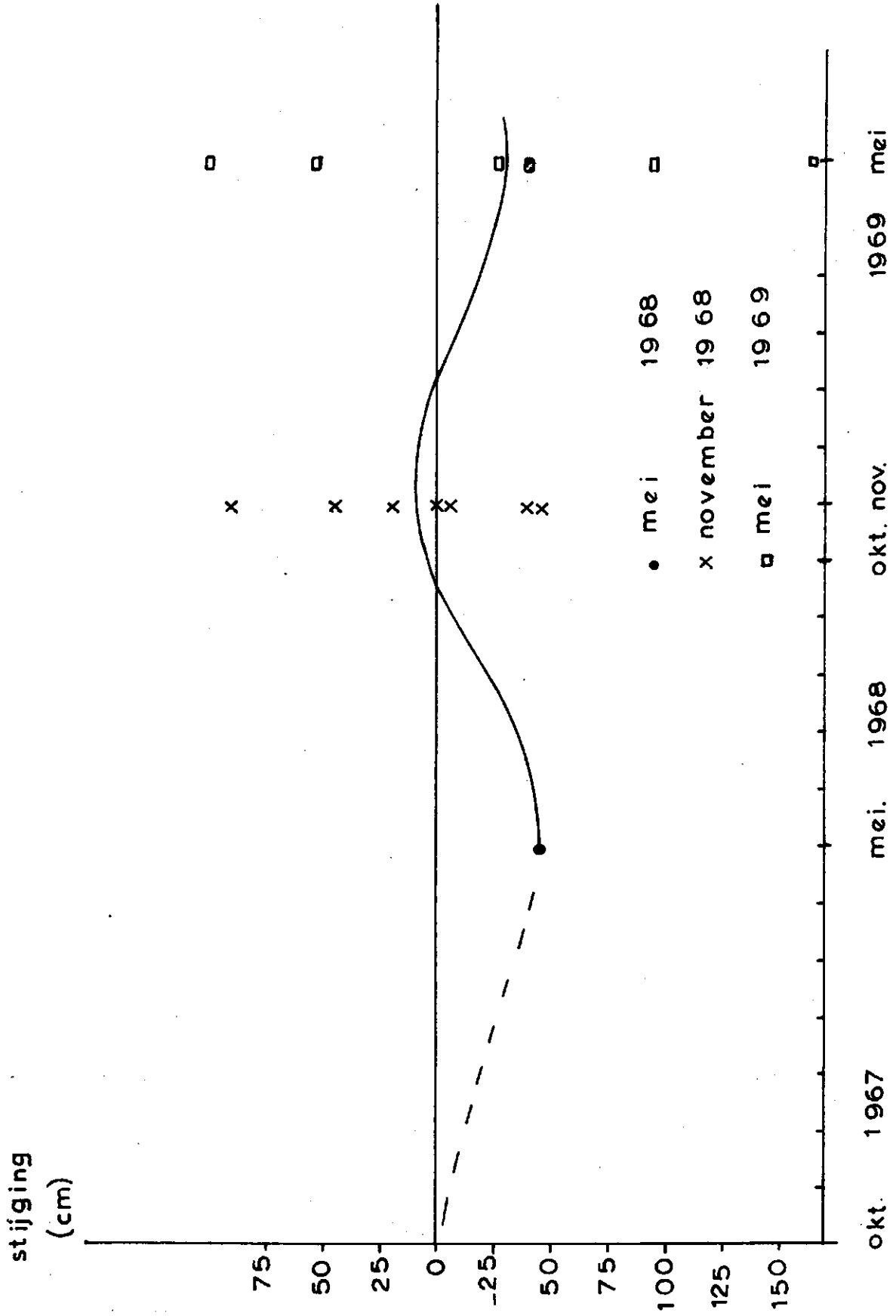
Fig. 8.



De gemiddelde relatieve verandering van de 1000 Ω -cm grens

(raai IV)

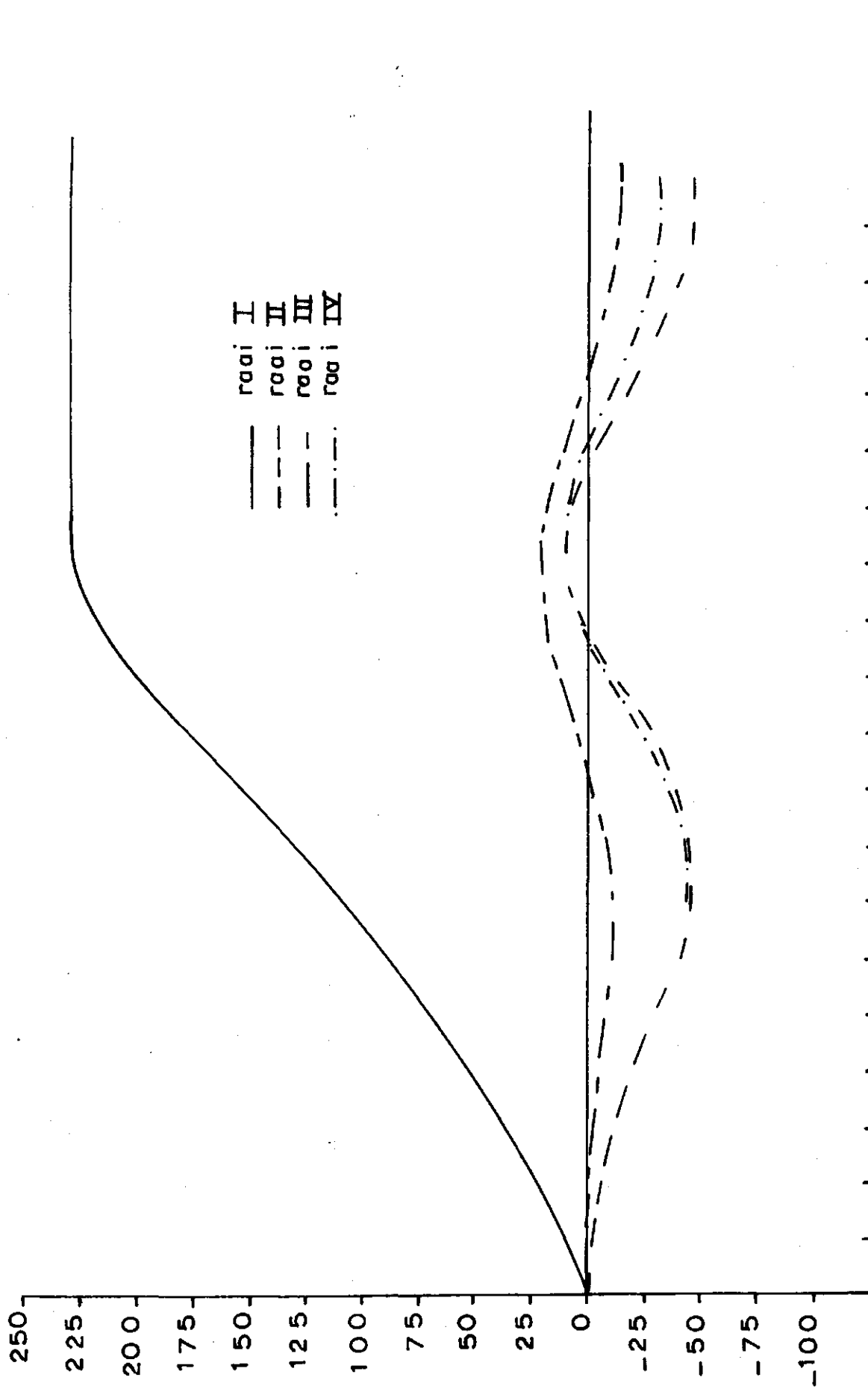
Fig. 9.



stijging
(cm)

Fig. 10.

De gemiddelde relatieve verandering van de 1000 Ω -cm grens
(raai I t/m IV)



Oktober 1967, Januari 1968, April 1968, Juli 1968, Oktober 1968, Januari 1969, Februari 1969, April 1969

1967

1968

1969

cifieke weerstand uitgezet tegen de diepte waarop deze werd gemeten. Fig. 3 geeft een voorbeeld van een dergelijk profiel.

Uit dergelijke grafieken kan de diepte worden vastgesteld waarop een zekere weerstand wordt overschreden. Voor een zoutgehalte in het grondwater overeenkomend met dat van zeewater is dat ongeveer 200 Ω -cm. Als grens tussen zout en brak water is hier een waarde van 1000 Ω -cm aangehouden.

In de figuren 4 en 5 zijn de diepten van de 1000 Ω cm-grens in de raaien I en II op verschillende data weergegeven. Uit deze figuren blijkt dat soms nogal belangrijke verschillen in diepte voor kunnen komen, terwijl ook de veranderingen niet steeds gelijk zijn.

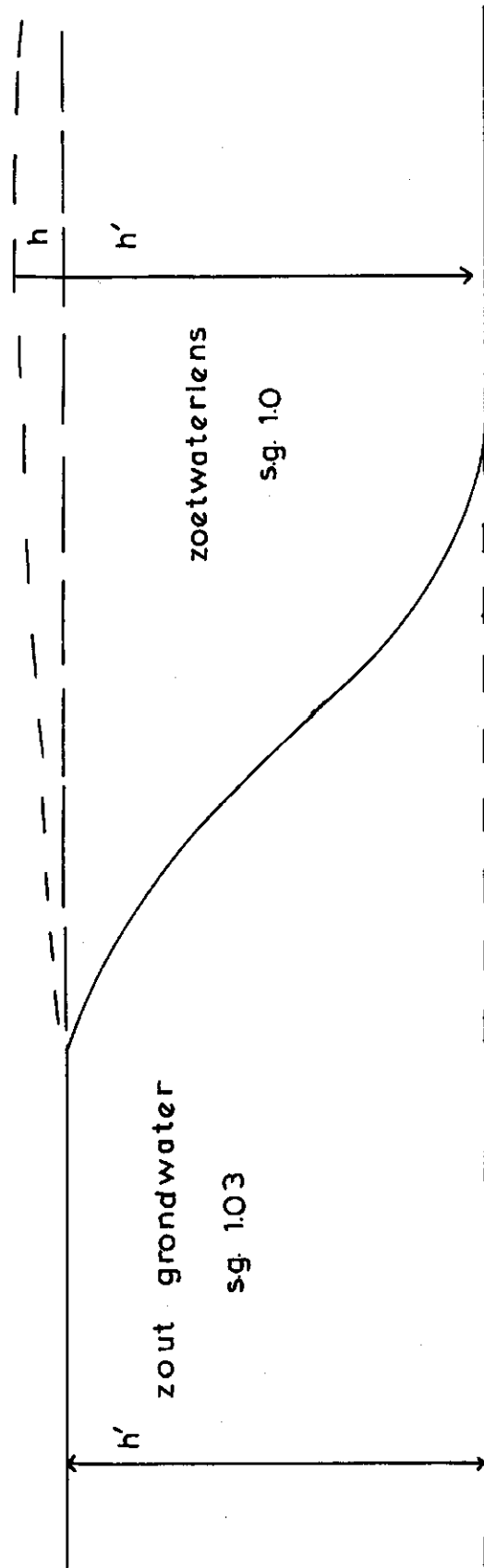
Om een indruk van eventuele veranderingen te krijgen zijn de metingen van oktober 1967 als uitgangspunt genomen. Dit was zonder meer mogelijk in de raaien I tm III. Voor raai IV waar in oktober 1967 slechts enkele metingen werden uitgevoerd was dit wat moeilijker. Daarom is op grond van enkele metingen een gemiddelde daling van 45 cm berekend voor mei 1968.

Om enigszins overzichtelijke figuren te krijgen werd voor elke raai de gemiddelde verandering van de 1000 Ω cm-grens berekend van de metingen die in alle meetperioden werden uitgevoerd. Het resultaat is weergegeven in de figuren 6 tm 9.

In fig. 10 zijn de aldus verkregen gemiddelde relatieve veranderingen in raai I tm IV in een verzamelfiguur weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat de fluctuaties van de 1000 Ω cm-grens van raai II tm IV overeenkomen met fluctuaties tengevolge van seizoensinvloeden. Daar geringe variaties in de neerslagsommen per winterhalfjaar praktisch geen invloed zullen hebben op de diepte van uitspoeling zijn de metingen in mei 1968 vergeleken met die in mei 1969. Het zoutfront blijkt in deze periode enkele centimeters te zijn gestegen. De nauwkeurigheid van de toegepaste methode van onderzoek is acht genomen, kan worden geconcludeerd dat bij de raaien II tm IV tengevolge van de uitgevoerde werken geen verzilting is opgetreden.

Voor raai I is in fig. 10 een stijging van de 1000 Ω cm-grens af te lezen van 230 cm. Nemen we aan dat een normale seizoenschommeling van het zoutfront in deze raai van 50 cm opgetreden zou zijn, dan is de totale stijging 280 cm. De stijging van het zoutfront ter plaatse van raai I is echter niet zozeer het gevolg van de uitgevoerde zandopspui-

Fig.11. Schematische voorstelling van een zoetwaterzak



$$h' \times 1.03 = h' + h$$

$$h' = 280 \text{ cm} \rightarrow h = 84 \text{ cm}$$

ting, doch eerder het gevolg van een verbeterde ontwatering in dit gedeelte van de polder door een nieuw gegraven leiding. Deze conclusie kan worden getrokken uit een vergelijking van de in deze omgeving opgetreden sloot- en grondwaterpeilen in de maanden januari en februari 1968 (zie tabel IV)

Tabel IV. Grondwaterstanden en slootpeilen in de Krekerakpolder

Hoogte, o.v. N.A.P. in m in jan. en febr. 1968		
Meetpunt	grondwater	sloot
12	1.37	
11	1.39	
L14		0.74
10	1.11	
S10		0.87
8	1.02	
L12		0.34
9	0.42	

Uit de tabel blijkt dat in het noordelijk gedeelte van de polder de grondwaterstand ongeveer 30 cm hoger is. Buis no 9 is hierbij buiten beschouwing gelaten, daar deze in een oude, lager gelegen kreekbedding is geplaatst. Uit de hoogtekaart blijkt dat het maaiveld in de omgeving van buis no 12 ongeveer 20 à 30 cm hoger ligt. Door dit hoogteverschil, een enigszins storende ontwatering en een zandig profiel is bij raai I een zoetwaterzak ontstaan. Door de nieuw gegraven leiding, bestemd voor de afvoer van in het opgespoten zand achtergebleven zoute water, is de grondwaterstand in dit gedeelte van de polder gedaald, waardoor het zoutfront is gestegen. In fig. 11 is dit schematisch weergegeven. Daar buis no 2 evenals buis no 10 vanwege de uitgevoerde werkzaamheden enige keren is verstoord, kan alleen buis no 11 enige indicatie geven omtrent een mogelijke daling van de grondwaterspiegel, tengevolge van de nieuwe leiding. Vanaf herfst 1967 tot herfst 1968 is de grondwaterspiegel in de buizen 8 en 9 respectievelijk 20 en 17 cm gestegen, in buis 11 is de grondwaterspiegel daarentegen 2 cm gedaald. Dit wijst inderdaad in de richting van een verbeterde ontwatering.

SAMENVATTING

Op verzoek van **Bouwbureau Schelde-Rijn te Bergen op Zoom** is in de **Krekerakpolder** een **verziltingsonderzoek** uitgevoerd in verband met het **opsputten van zand uit de Ooster Schelde**.

Uit de analyse van regelmatig verzamelde watermonsters van oppervlakte- en grondwater was geen toenemende verzilting in de **Krekerak en aangrenzende polders af te leiden**. Het **geo-elektrische onderzoek gaf hetzelfde resultaat**. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een **zoetwaterlens van beperkte omvang in het noordoosten van de Krekerakpolder** tengevolge van een verbeterde ontwatering door een nieuw gegraven leiding is verdwenen.

De hierdoor opgetreden verandering kan echter geen invloed gehad hebben op de produktie van de grond, omdat de **1000 Ω cm-grens** (brak water met ca 1 gram Cl/liter) in de nieuwe toestand nog altijd op ca 2 m beneden maaiveld ligt.

LITERATUUR

WIT, K. E. en M. WIJNSMA, 1970, Bepaling van de specifieke weerstand in situ. Nota nr. 559