

Rechten voorbehouden

Van interne verslagen zijn nadruk of aanhalingen
slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming
van het NIOZ.

Verdeling van saliniteit, nutriënten
en planktonpigment in de Zuidelijke
Bocht in voorjaar en zomer 1974

door

P. van Tilburg

P. de Voogt

B. van Hattum

Intern Verslag

over

werkzaamheden verricht als doctoraalstudie (bijvak)
in de periode maart - november 1974

aan

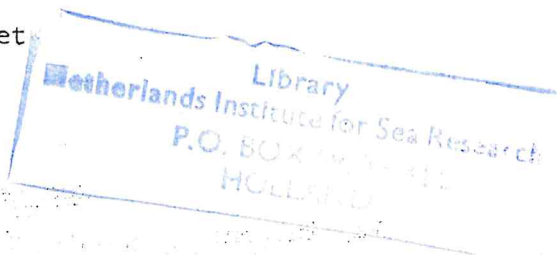
het NIOZ te Texel

onder supervisie van

Drs. S.B. Tijssen

in samenwerking met

W. van Arkel



NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

VERSLAGEN

nummer 1977 - 5

Verdeling van saliniteit, nutriënten
en planktonpigment in de Zuidelijke
Bocht in voorjaar en zomer 1974

door

P. van Tilburg

P. de Voogt

B. van Hattum

Intern verslag

Inhoud:

1. Summary en Samenvatting	1
2 Inleiding	3
2.1. Doel van het onderzoek	4
2.2. Uitvoering van het onderzoek	4
2.3. Uitgevoerde bepalingen	5
3. Hydrografie en nutriëntenregime van de Zuidelijke Bocht	5
4. Monsternamenet en statistische analyse	5
4.1. Theoretische uitwerking van monsternamenet en statistische analyse	5
4.2. Monsternamenet praktisch	10
5. Uitgevoerde berekeningen	11
6. Resultaten	11
6.1. Nutriëntenverdeling binnen de raaien	11
6.2. Uitwerking van de variantieanalyse	12
6.3. Verschillen tussen raaien	16
7. Betrouwbaarheid van de chemische analyses	18
7.1. $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{SiO}_4\text{-Si}$ en $\text{P}_{\text{tot. opg.}}$	18
7.2. P_{org} , P_{susp} en $\text{NO}_3\text{-N}$	20
7.3. Zuurstof, saliniteit en temperatuur	21
7.4. Chlorofyl <i>a</i> en phaeopigmenten	22
8. Diskussie	22
9. Literatuurreferenties	25
Bijlage met figuren	-

1. SUMMARY

In the Southern Bight of the North Sea samples were taken with distances of 2.5 , 25 and 250 meters or 10 , 100 and 1000 meters to each other.

Analysis were made on salinity, nutrients and chlorophyll-a. Attempts has been made to find the distance between the sampling points above which there is on an average hardly any difference in concentration of a certain variable.

For that purpose a special sampling program was established and an analysis of variance was made.

It was found that the assumed model of variance components is not useable under the circumstances.

A correlation between variance and length scale has not been found. Therefore it is not allowed to predict the necessary sampling density.

Considerable small scale variability (scale 2.5 and 10 meters) is found for nutrients and chlorophyll-a.

As expected there is a clear negative correlation between salinity and nutrients.

SAMENVATTING

In de Zuidelijke Bocht van de Noordzee werden monsters genomen met onderling afstand van 2,5 , 25 en 250 of 10 , 100 en 1000 meter. De monsters werden geanalyseerd op saliniteit, nutriënten en chlorofyl-a.

Er is een poging ondernomen die afstand tussen de monsterpunten te vinden waarboven de concentratie van een bepaalde parameter gemiddeld nauwelijks verschil meer vertoont.

Daartoe is een speciaal bemonsteringsprogramma opgesteld en is een variantieanalyse opgezet.

Er werd gevonden dat het gebruikte variantiecomponentenmodel voor

de heersende situatie niet bruikbaar is. Ook werd er geen duidelijke trend in de relatie variantie-lengteschaal gevonden. Een uitspraak over de noodzakelijke bemonsteringdichtheid is derhalve niet te doen.

Over kleine afstanden ($2\frac{1}{2}$ en 10 meter) de monsterpunten worden voor nutriënten en chlorofyl-a reeds aanmerkelijke verschillen gevonden. Er worden duidelijke, negatieve korrelaties gevonden tussen saliniteit en de nutriëntenkoncentraties, zoals te verwachten was.

2. INLEIDING

Wanneer men kaartjes ziet, waarop de nutriëntenverdeling in de Noordzee is aangegeven, is dit veelal gedaan door middel van isolijnen. Het vermoeden is echter gerezen dat de verdeling, beschouwd op kleinere schaal, niet het gesuggereerde regelmatige verloop heeft.

Als de zee beschouwd wordt als een grote bak met water, waarin nutriënten opgelost zitten, is men geneigd te denken dat deze stoffen homogeen verdeeld zijn; zeker over kortere afstanden verwacht men weinig spreiding in concentratie.

In werkelijkheid is er echter sprake van een gekompliceerd samenspel van allerlei chemische, biologische en fysische processen. De heersende evenwichten worden voortdurend verstoord.

Wanneer men de verdeling van nutriënten en andere parameters in de Noordzee wil beschrijven aan de hand van analyseresultaten van getrokken monsters, dient men er zich van te vergewissen of de getrokken monsters representatief zijn voor het gebied waar ze zijn genomen.

Men zal de dichtheid van het monsternet moeten aanpassen aan bestaande lokale concentratieverschillen. Het is denkbaar dat de dichtheid van bemonstering voor sommige parameters groter zal moeten zijn dan voor andere, wellicht ook groter dan tot nu toe gedaan is.

2.1. Doel van het onderzoek

Als uitgangspunt van dit onderzoek wordt geformuleerd:
er bestaat een karakteristieke lengteschaal (bij konstante saliniteit) waarboven de spreiding in nutriëntenconcentratie niet meer toeneemt.

Het doel van het onderzoek is te komen tot uitspraken over de variantie in de concentratie van voedingsstoffen, zuurstof en chlorofyl in relatie met de afstanden tussen de monsterpunten. Om de invloed van de saliniteit te minimaliseren werden de raaien parallel aan de kust gevaren.

De gegevens lenen zich uitstekend voor verdere analyse over verschillen tussen raaien. (Zie verslag no. 1976-2, "Saliniteit, nutriënten en planktonpigment in open zee en in de brandingszône van de Zuidelijke Bocht in voorjaar en zomer 1974", intern verslag door B. van Hattum, P. de Voogt en P. van Tilburg. Verder verslag 1976-2 genoemd).

In het ideale geval zouden uitspraken gedaan kunnen worden over de noodzakelijke bemonsteringsdichtheid, bij gewenste relatieve spreiding in concentratie.

Het verkregen cijfermateriaal zou bovendien bruikbaar kunnen zijn voor het signaleren van bepaalde korrelaties en voor het opsporen van de bronnen die verantwoordelijk zijn voor gevonden spreidingen in concentraties.

2.2. Uitvoering van het onderzoek

Het onderzoek bestond uit drie tochten met het onderzoeksvaartuig "Aurelia" in de periode april-juli 1974. Tijdens de tochten in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee werden op verschillende plaatsen tot circa 50 zeemijlen uit de Nederlandse kust raaien gevaren, zoveel mogelijk parallel aan de kust, opdat het zoutgehalte van het zeewater zoveel mogelijk konstant blijft.

De raaien zijn gesitueerd op lijnen die men loodrecht op de Nederlandse kust trekt bij Callantsoog, Bloemendaal en Kijkduin. Er werden monsters genomen op stations met onderlinge afstanden variërend van 2,5 tot 6000 meter. De lengte van een raai bedroeg in april 11 km. Resultaten van de april-tocht wezen uit dat er reeds grote verschillen worden aangetroffen op 10-meter-schaal, zodat werd besloten tijdens de juni-tocht niet gebruik te maken van afstanden van 10, 100 en 100 meter, maar van resp. $10/4$, $100/4$ en $1000/4$ meter, terwijl tevens de lengte van een raai met een faktor 4 werd verkleind.

Op de derde tocht in juni is slechts één raai gevaren vanwege de slechte weersomstandigheden.

2.3. Uitgevoerde bepalingen

In elke watermonster werden de volgende bepalingen gedaan:

- de concentratie van $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{SiO}_4\text{-Si}$, gesuspendeerd-P, organisch-P (opgelost).
- chlorofyl a en phaeopigment
- zuurstofgehalte
- saliniteit en temperatuur.

Voor de daarbij gebruikte analysemethoden wordt verwezen naar verslag 1976-2.

3. Hydrografie en nutriëntenregime van de Zuidelijke Bocht

Voor dit hoofdstuk wordt verwezen naar verslag 1976-2.

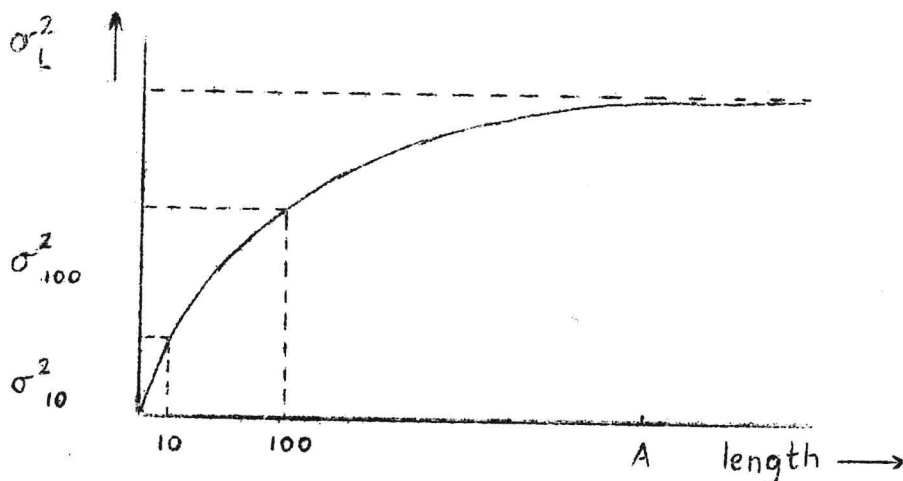
4. Monsternamenet en statistische analyse

4.1. Theoretische uitwerking van monsternamenet en statistische analyse.

Om in een bepaald onderzoek de juiste beslissingen te nemen ten aanzien van het aantal te nemen monsters en de onderlinge afstanden

tussen de monsterpunten, dient bekend te zijn hoe de verschillen in concentratie afhankelijk zijn van de onderlinge afstand der monsterpunten. Het doel van het onderzoek is te komen tot uitspraken over de spreiding in de concentratie van voedingsstoffen en chlorofyl-a in relatie met de afstanden tussen de monsterpunten.

Een maat voor de spreiding in concentratie is de variantie. Er wordt bij dit onderzoek aangenomen dat de totale variantie over een raai van bepaalde (x) lengte ($\sigma_{L=x}^2$), groter zal worden naarmate de lengte (L) van de raai wordt dan gegeven door de zogenaamde Variance-Length-Curve:



Praktisch betekent dit, dat waarnemingen met onderlinge afstanden groter dan A gemiddeld nauwelijks verschillen zullen vertonen.

σ_L^2 wordt samengesteld uit bijdragen die informatie leveren over de spreiding op een bepaalde afstand.

$$\text{Bijvoorbeeld: } \sigma_L^2 = \sigma_{10}^2 + \sigma_{100}^2 + \sigma_{1000}^2 + \sigma_{2000}^2 + \sigma_{6000}^2$$

Hierin geeft σ_{10}^2 de spreiding in concentratie weer tussen waarnemingen met onderlinge afstand van 10 meter.

σ_{100}^2 geeft de verhoging van de variantie aan, wanneer van onderlinge afstand tussen de monsterpunten van 10 meter wordt overgegaan op een

onderlinge afstand van 100 meter (zie in de grafiek).

σ_{1000}^2 geeft de verhoging van de totale variantie aan bij vergroting van 100 naar 1000 meter onderlinge afstand.

De genoemde variantiecomponenten kunnen worden berekend door de verkregen data aan een statistische analyse te onderwerpen. De daarvoor meest geëigende techniek is de variantieanalyse.

Het monsternamenet moet zodanig zijn opgezet dat deze methode kan worden gebruikt.

Uitgangspunt voor het gebruikte monsternamenet is een zogenaamd vertakt schema geweest. Een volledige raai zou eruit gezien hebben als weergegeven in figuur 61 (zie bijlage. Aan de figuur is een toelichting gehecht).

Per raai worden volgens dit schema 48 monsters genomen (de monsters E). Voor de over drie tochten geplande 27 raaien, levert dit 12960 te verrichten analyses (10 analyses per monster); nog afgezien van de ter verhoging van de nauwkeurigheid en ter controle noodzakelijke duplicaties.

Omdat een dergelijk groot aantal metingen binnen de beschikbare tijd niet haalbaar was, is voor het onderzoek gebruik gemaakt van een gehalveerd schema, dat nog wel de trekken van een vertakt schema vertoont. In fig. 61 wordt met $\bullet$ aangegeven welke monsters E werkelijk getrokken zijn.

Om schattingen te kunnen maken van de verschillende variantiecomponenten is gebruik gemaakt van een variantieanalyse, met een model gebaseerd op het vertakte bemonsteringsschema:

$$y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \gamma_{k(ij)} + \delta_{l(ijk)} + \epsilon_{m(ijkl)}$$

waarin: y_{ijklm} de verkregen waarnemingsuitkomst

μ	algemeen gemiddelde
α_i	effekt van afstand 6000 meter
$\beta_{j(i)}$	effekt van afstand 2000 meter (binnen 6000 meter)
$\gamma_{k(ij)}$	effekt van afstand 1000 meter (binnen 2000 meter)
$\delta_{l(ijk)}$	effekt van afstand 100 meter (binnen 1000 meter)
$\epsilon_{m(ijkl)}$	effekt van afstand 10 meter (binnen 100 meter)

Literatuur: Mc HUGH & MIEKE

Voor het toegepaste monsterschema geldt theoretisch:

$$\sigma_E^2 = \sigma_{10}^2 + \sigma_{mn}^2 + \sigma_{opw}^2 + \sigma_{meting}^2$$

$$\sigma_D^2 = \sigma_E^2 + \sigma_{100}^2$$

$$\sigma_C^2 = \sigma_E^2 + \sigma_{100}^2 + \sigma_{1000}^2$$

$$\sigma_B^2 = \sigma_E^2 + \sigma_{100}^2 + \sigma_{1000}^2 + \sigma_{2000}^2$$

$$\sigma_A^2 = \sigma_E^2 + \sigma_{100}^2 + \sigma_{1000}^2 + \sigma_{2000}^2 + \sigma_{6000}^2$$

waarin:

1. De spreiding in concentratie tussen punten E1 en E2 (zie figuur 61) is in theorie de variantie σ_E^2 , die informatie levert over spreiding op 10-meter-schaal. De spreiding σ_E^2 is opgebouwd uit een spreiding ten gevolge van werkelijke concentratieverschillen maar ook uit een bijdrage ten gevolge van analyse-, opwerk- en monsternamfouten.

Theoretisch geldt:

$$\sigma_E^2 = \sigma_{10}^2 + \sigma_{mn}^2 + \sigma_{opw}^2 + \sigma_{meting}^2$$

- waarin σ_{10}^2 = spreiding door werkelijke verschillen in concentratie
- σ_{mn}^2 = spreiding door fouten in de monsternam
- σ_{opw}^2 = spreiding door fouten t.g.v. het opwerken van de monsters
- σ_{meting}^2 = spreiding door fouten die veroorzaakt worden door het meten van de monsters.

De spreiding in concentratie tussen E1 en E2 is uit de verkregen data geschat via de zogenaamde Range-methode:

$$\sigma_E \doteq s_E = 0,8865 \cdot \bar{R}$$

hierin is $\bar{R}$ het gemiddelde van de verschillen tussen twee punten die 10 meter uiteen liggen. De faktor 0,8865 is afhankelijk van de steekproefgrootte.

$\doteq$ staat voor "wordt geschat door".

2. Uit het materiaal wordt verder de spreiding tussen de punten D_1 en D_2 berekend. De theoretische spreiding (σ_D^2) is opgebouwd uit bijdragen van spreiding op 10-meter-schaal (σ_E^2) en de extra bijdrage ten gevolge van de schaalvergroting van 10 naar 100-meter-schaal (σ_{100}^2):

$$\sigma_D^2 = \sigma_E^2 + \sigma_{100}^2$$

De spreiding in concentratie tussen D_1 en D_2 is geschat via de zogenaamde Range-methode:

$$\sigma_D \doteq s_D = 0,8865 \cdot \bar{R}$$

Hierin is $\bar{R}$ het gemiddelde van de verschillen tussen twee punten die 100 meter uit elkaar liggen. Feitelijk zijn er slechts 4 paar monsterpunten met onderlinge afstand van 100 meter (zie fig. 61). Een -te rechtvaardigen- aanname is dat ook die punten die 90 meter uiteen liggen bij de schatting van σ_D mogen worden betrokken. Met bekende σ_E^2 (geschat door s_E^2) is s_{100}^2 dan te berekenen (een schatting van σ_{100}^2).

3. Voor de spreiding tussen de punten C, B en A gelden de op vorige pagina vermelde formules.

Met behulp van een komputer zijn schattingen gemaakt van σ_C^2 , σ_B^2 en σ_A^2 , resp. s_C^2 , s_B^2 en s_A^2 met behulp van de 12 waarnemingsresultaten van monsterpunten die 1000 meter uiteen liggen.

Daarbij geldt in de variantieanalyse:

$$MS_C = s_C^2 = s_E^2 + s_{100}^2 + s_{1000}^2$$

$$MS_B = s_C^2 + 2 s_{2000}^2$$

$$MS_A = s_C^2 + 2 s_{2000}^2 + 6 s_{6000}^2$$

hierin zijn s_{2000}^2 en s_{6000}^2 schattingen van resp. σ_{2000}^2 en σ_{6000}^2

terwijl MS staat voor "mean square" (gemiddeld kwadraat).

$MS_A = s_C^2 + 2s_{2000}^2 + 6s_{6000}^2$ betekent dat

$$\sigma_{\bar{x}_{6000}}^2 = s_{6000}^2 + \frac{s_{2000}^2}{3} + \frac{s_{1000}^2}{6}$$

Literatuur: McHUGH & MIELKE

4.2. Monsternamen praktisch

Voor het onderzoek werden per tocht 9 raaien gepland, waarvan

3	voor de kust bij Callantsoog (1,25 en 50 zeemijlen uit de kust)
3	" " " " Bloemendaal (idem)
3	" " " " Kijkduin (idem)

Voor de situering van de raaien, zie fig. 62.

Wegens de slechte weersomstandigheden werden niet alle raaien gevaren.

In fig. 62 is met A, JN of JL aangegeven welke raaien resp. in april, juni of juli zijn gevaren.

Tijdens het nemen van de monsters voer de "Aurelia" met konstante bekende snelheid (1 zeemijl per uur). Met een stopwatch werd het tijdstip bepaald waarop de betreffende afstand is afgelegd. Op dat moment wordt met een puts water geschept.

Voor de behandeling van het gemonsterde water wordt verwezen naar verslag 1976-2.

5. Uitgevoerde berekeningen

- schattingen van σ_D^2 en σ_E^2 (resp. s_D^2 en s_E^2)
- MS_A , MS_B en MS_C
- s_{10}^2 tot en met s_{6000}^2
- het gemiddelde van de twaalf kilometerpunten ($\bar{x}_{12}$)
- het gemiddelde van alle 24 stations op een raai ($\bar{x}_{24}$)
- de spreiding uitgedrukt in procenten van het raai-gemiddelde
- de standaarddeviatie uit 24 waarnemingen s_{24}^2
- de standaarddeviatie uit 24 waarnemingen gekorrigeerd voor opwerk- en analysefouten: $(s_{24}^2)'$
- de trouwbaarheid van de schatting van de variantie met behulp van:

$$\frac{\nu s^2}{\chi^2_{\nu, (1+\frac{1}{2}\alpha)}} < \sigma^2 < \frac{\nu s^2}{\chi^2_{\nu, (1-\frac{1}{2}\alpha)}}$$
- voor alle gevallen is bekeken of $s_{x\text{-meter}}^2$ een significante bijdrage is. Dit geschiedde met de F-toets.
- de P : N : Si verhoudingen.

6. Resultaten

Een deel van de resultaten is reeds gepubliceerd in verslag 1976-2. Voor nutriëntendistributie in de Zuidelijke Bocht en relaties tussen nutriënten en saliniteit wordt verwezen naar dit verslag: 4.2.1 en 4.2.2. en de figuren 1,2,3a t/m o,4a t/m h en fig. 12.

6.1. Nutriëntenverdeling binnen de raaien

In de figuren 1 t/m 60 wordt een overzicht gegeven van de waarnemingen, met een eraanvooraafgaande toelichting. De raai-gemiddelden zijn in Tabel I gegeven, de meest opvallende dingen zijn:

- bij de lagere zoutgehaltes treft men de hoogste nutriëntkoncentraties aan. (Zie verslag 1976-2).

-de nutriëntconcentraties bij lagere zoutgehaltes zijn bij Kijkduin het hoogst en bij Callantsoog het laagst.

-bij hogere zoutgehaltes treft men een lagere P:N verhouding aan (gem. 1:6) dan bij lagere zoutgehaltes (gemiddeld 1:25).

Over alle raaen gemiddeld wordt de P:M verhouding 1:15

-in april lijkt Si vaker in de laagste concentratie voor te komen dan P, terwijl in juni P vaker in de laagste concentratie voorkomt.

In juni is P de minst voorkomende nutriënt in water met hoog zoutgehalte en laag chlorofylgehalte, terwijl Si in de laagste concentraties voorkomt in water met laag zoutgehalte en hoog chlorofylgehalte.

De P:Si verhouding komt echter nooit boven de 5:1 uit.

-de Si-waarden van Kijkduin-1-A zijn uitzonderlijk hoog in vergelijking met andere Si-koncentraties.

6.2. Uitwerking van de variantieanalyse

Bij uitwerking van de variantieanalyse blijkt, dat de veronderstelling dat er bij grotere afstanden een extra positieve bijdrage in de variantie bestaat niet altijd opgaat. In veel gevallen zou er zelfs een negatieve bijdrage bestaan.

Op basis van het gekozen model is dit echter niet mogelijk. De oorzaak hiervan kan zijn: (ANDERSON, THOMPSON, McHUGH & MIELKE NELDER)

a) het gekozen model is niet juist, bijvoorbeeld omdat sommige effecten onderling niet onafhankelijk zijn.

b) de statistische ruis overheerst het fysisch verschijnsel.

Als het gekozen model niet juist is, is het niet geoorloofd het verkregen cijfermateriaal in een ander model te gebruiken. Wel kan wordennagegaan in welk opzicht de effecten onderling afhankelijk zijn. Als achteraf korrelaties worden gevonden, moet het materiaal gebruikt worden voor het opstellen van een hypothese die met behulp van nieuw

materiaal moet worden getest.

Voorlopig wordt er vanuit gegaan dat het gekozen model juist is en dat de statistische ruis overheerst.

In dat geval kan aangenomen worden dat de negatieve variantiecomponenten nul zijn ("restricted maximum likelihood"). Dit is een vrij algemeen aanvaarde zaak.

Er zijn ook andere veranderingen van de schattingsprocedure mogelijk zoals de methode die bekend staat onder de naam "pool the minimum violator". Daarbij wordt MS (zie 4.1.), wanneer die lager is geworden door additie van een negatieve variantiecomponent, gewogen gemiddeld met de mean square van vóór de additie van de negatieve variantiecomponent (THOMPSON & MOORE).

Het lijkt dat "pool the minimum violator" een betere schattingsprocedure is dan de "restricted maximum likelihood"-methode.

Vanwege de eenvoud van de laatste methode en het feit dat de laatste vrij algemeen is aanvaard, werd gekozen voor het nul stellen van negatieve variantiecomponenten. Op deze wijze kunnen toch verantwoorde schattingen worden verkregen (ANDERSON). De resultaten worden weergegeven in Tabel II.

Opvallend in Tabel II is het grote aantal (30% van het totaal) negatieve variantiecomponenten. Volgens ANDERSON is dit een sterke aanwijzing dat het variantiecomponentenmodel onjuist is. Veel van de negatieve componenten zijn zelfs significant negatief.

Er kan niet gekonkludeerd worden dat de totale variantie tot een maximum nadert bij het bereiken van een karakteristische raailengte (zie hoofdstuk 2.1. en 4). Er is geen regelmatig verloop van s_L^2 met de raailengte te konstaten.

De waarden van $s_{L=6000}$ variëren voor elke parameter van raai tot raai zonder duidelijke correlatie met de raai-gemiddelde concentraties ($\bar{x}_{24}$).

Er is gepoogd verband te vinden tussen een andere deviatie behorende bij het raai-gemiddeldé en de raai-gemiddelde concentratie. De gebruikte deviatie s'_{24} is de standaarddeviatie uit 24 waarnemingen (s_{24}), gekorrigeerd voor afwijkingen ten gevolge van opwerken en meten:

$$s'_{24} = \sqrt{s_{24}^2 - s_{opw}^2 - s_{meting}^2}$$

De index 24 staat voor het aantal waarnemingsresultaten waaruit de deviatie is berekend. Het accent geeft de korrektie aan.

Er is geen verband tussen s'_{24} en de raai-gemiddelde concentratie gevonden.

De getalwaarden van de deviaties zijn ten opzicht van het raai-gemiddelde erg groot te noemen. De relatieve spreiding $\%_{24}'$ (berekend uit s'_{24} en $\bar{x}_{24}$) is voor de belangrijkste parameters raaisgewijs weer-gegevens in Tabel III.

Wanneer de verschillen tussen de spreidingen in april en juni worden beschouwd, valt op dat P_{org} en SiO_4 in april een spreiding vertonen die veel groter is dan in juni, terwijl de concentraties even hoog zijn (zie Tabel V).

In juni vertoont P_{sus} een veel grotere spreiding als in april, terwijl l ook hier de concentraties zowel in april als in juni even groot zijn. De standaarddeviaties van het totaal-gemiddelde over alle raaien ($\bar{x}$), gekorrigeerd voor $(s_{opw}^2 + s_{meting}^2)$ voor de verschillende parameters vergeleken voor april en juni met behulp van de F-toets, zijn weergegeven in Tabel IV.

Duidelijk blijkt dat voor de fosforverbindingen, voor NH_4 , SiO_4 en chlorofyl-a de spreidingen rond het totaal-gemiddelde $\bar{x}$ significant verschillen als april en juni worden vergeleken.

Dit is een aanwijzing dat de totale chemisch-biologische situatie in april anders lag dan in juni.

Wanneer de relatieve spreidingen naar grootte worden gerangschikt krijgen we:

april: $\%SiO_4 > P_{org} > P_{sus} > PO_4 > chlor. > NH_4 > NO_2 > NO_3 > \mu gat\ O_2 > \%S$

juni: $\%P_{sus} > NH_4 > chlor. > P_{org} > SiO_4 > PO_4 > NO_2 = NO_3 > \mu gat\ O_2 > \%S$

Resumerend kan gesteld worden dat:

- er geen regelmatig verloop van s_L^2 met de raailengte is
- er geen duidelijke korrelatie is tussen $s_{L=6000}$ en $\bar{x}_{24}$
- er geen duidelijke korrelatie is tussen s_{24}^2 en $\bar{x}_{24}$
- er veel negatieve variantiecomponenten zijn
- er significante spreiding in concentratie bestaat tussen concentraties aan chlor-a, PO_4 , P_{org} , P_{sus} , NH_4 , SiO_4 en wellicht NO_3 als de situatie in april wordt vergeleken met die in juni.

Dat er verschillen tussen de totale chemisch-biologische situatie in april en juni is duidelijk; dat er verschillen tussen individuele raaien zijn is duidelijk / ook .

Het gebruikte variantiecomponentenmodel heeft echter niet geleid tot het verkrijgen van een duidelijk beeld. Het is mogelijk dat het uitgangspunt van het onderzoek niet juist is geweest.

Het is zeer de vraag of de negatieve variantiecomponenten inderdaad ontstaan zijn doordat statistische ruis het verschijnsel overheerst. Er is nader onderzoek gewenst of sommige effecten onderling niet onafhankelijk zijn, dan wel dat het uitgangspunt van het onderzoek niet juist is geweest (zie ook de discussie).

De gegevens lenen zich uitstekend voor verdere analyse van verschillen tussen raaien. Bij het rekenen met raaiemiddelden bestaat het mogelijke voordeel, dat allerlei meetwaarden uitmiddelen, zodat wellicht een- duidiger uitkomsten worden verkregen.

6.3. Verschillen tussen raaien

Zie hiervoor ook Tabel I. Voor de relatie tussen nutriënten en saliniteit, zie B. van HATTUM, P. de VOOGT en P. van TILBURG; (1976-2: Fig. 12).

Voor de verschillen tussen de raaien is weer een variantieanalyse opgezet (Tabel V).

In Tabel V valt op dat de raaien Bloem 1-A, Kijkd 1-A, Call 1-JN en Bloem 1-JN een hoge afwijking hebben ten opzichte van het totaal-gemiddelde over alle raaien. Voor bijna alle nutriënten betreft het afwijking naar boven (vergelijk ook 6.1).

In april gedraagt Call 1-A zich grotendeels als de gemiddelde raai, terwijl Call 50-A en Kijkd 25-A de tegenhangers zijn van Bloem 1-A en Kijkduin 1-A (vergelijk ook 6.1).

In juni zijn de raaien Call 25-JN, Bloem 50-JN, Kijkd 25-JN en Kijkd 50-JN grotendeels vergelijkbaar.

Voor de verschillen is weer een variantieanalyse opgezet, volgens het model:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \gamma_{k(ij)} + \delta_{l(ijk)}$$

waarin μ =algemeen gemiddelde

 α_i = effect van raai i

$\beta_j(i)$ = effect van 6000 m-verschillen binnen raai i

$k_{(ij)}$ = effect van 2000 m- verschillen binnen raai i en 6000 m

$\delta_1(ijk)$ = effect van 1000 m-verschillen binnen raai i en 2000 m

Theoretisch zal gelden:

$$\sigma_T^2 = \sigma_{\text{innen}}^2 + \sigma_C^2 + \sigma_B^2 + \sigma_A^2$$

waarin σ_{binnen}^2 = spreiding binnen de raaien t.g.v. 1000 meter monstersname afstand

$\sigma_C^2 =$ 2000

$$\sigma_B^2 = \text{'' '' '' '' '' 6000 '' '' ''}$$

$$\sigma_A^2 = \text{spreiding tussen de raaien onderling}$$

In de variantieanalyse zal gelden:

$$MS_A = s_{bin}^2 + 2s_C^2 + 6s_B^2 + 12s_A^2$$

$$MS_B = s_{bin}^2 + 2s_C^2 + 6s_B^2$$

$$MC_C = s_{bin}^2 + 2s_C^2$$

$$MS_{bin} = s_{bin}^2$$

Hierin staan s_{bin}^2 , s_C^2 , s_B^2 en s_A^2 respectievelijk voor schattingen van σ_{bin}^2 , σ_C^2 , σ_B^2 en σ_A^2 .

MS staat weer voor "mean square".

De uitwerking van de variantieanalyse wordt gegeven in Tabel VI; de weergegeven variaties zijn gecorrigeerd voor opwerk- en analysefouten.

Tabel VI vertoont veel minder negatieve variantiecomponenten dan Tabel II. De variantiecomponenten die nog wel negatief zijn, zijn alle te vinden in de laatste twee kolommen van Tabel VI.

De grootste toename wordt steeds gevonden van $s_{T,B}^2$ naar $s_{T,A}^2$. Dit is niet zoverwonderlijk als men bedenkt dat de componenten $s_{T,bin}^2$, $s_{T,C}^2$ en $s_{T,B}^2$ de bijdragen zijn berekend uit effecten binnen een raai i en $s_{T,A}^2$ juist het effect van de verschillende raaien i weergeeft. De verschillen in concentratie binnen een raai zijn blijkbaar geringer dan tussen raaien onderling.

Het is op grond van het in Tabel VI gegeven materiaal niet ver-
antwoord te konkluderen dat voor de verschillende parameters een
Variance-Length-Curve is te konstrueren als bedoeld in hoofdstuk 4.

Men mag uit Tabel VI voorzichtig konkluderen dat de spreiding tussen punten 1000 meter uiteen. Evenzo geldt dat $s_{T,B}^2 > s_{T,A}^2$ en dat de verschillen tussen de raaien groter zijn dan de verschillen binnen een raai. De verschillen tussen de raaien onderling is in juni groter dan in april voor wat de nutriënten en chlorofyl-a betreft. Silikaat vormt een uitzondering; de verklaring wordt gevonden in raai Kijkduin 1-A, de enige raai met een bijzonder hoog silikaat-gehalte. Deze raai werd in juni niet gevaren.

7. Betrouwbaarheid van de chemische analyses

De nauwkeurigheid speelt in dit onderzoek een speciale rol. In hoofdstuk 4 is al opgemerkt dat

$$\sigma_E^2 = \sigma_{10}^2 + \sigma_{mn}^2 + \sigma_{opw}^2 + \sigma_{meting}^2$$

Om uitspraken te kunnen doen over werkelijk bestaande verschillen in concentratie op 10-meter-schaal, moeten σ_{opw}^2 en σ_{meting}^2 bekend zijn. Helaas is σ_{mn}^2 niet te achterhalen omdat daar niet voldoende monsters voor zijn genomen.

De onzekerheid in het analyseresultaat ("nauwkeurigheid") is een gevolg van toevallige fouten, en van systematische fouten ("juistheid").

Systematische fouten ontstaan onder andere bij ijking en onvoldoende rekening houden met kromming van ijkcurven.

Toevallige fouten kunnen optreden door de voorbereiding van het monster en door de meting zelf. Bij het eerste type kan men grof gezien nog twee mogelijkheden onderscheiden: de fluctuaties zijn onafhankelijk van het gemeten gehalte of ze zijn daarmee evenredig.

7.1. PO_4P , NO_3N + NO_2N , NO_2N , SiO_4Si en P_{tot} opg.

Deze nutriënten zijn geanalyseerd met behulp van de Technicon Auto-analyzer CSM 6 volgens de in STRICKLAND en PARSONS (1968) beschreven methoden na filtratie over milipore celluloseacetaat filters (poriëngrootte 0,45 mikrometer). Het betreft fotometrische analyses.

Bronnen van systematische fouten zijn:

verontreiniging der gebruikte chemicaliën, verschil in samenstelling tussen ijkoplossing en meetoplossing (zogenaaide matrikeffekten) en onvoldoende rekening houden met de kromming van de ijkcurven.

Toevallige fouten worden geïntroduceerd door pipetteren, afwegen en door fluctuaties in het afleessysteem (de fotometrische fout).

Uit de wet van BEER kan men afleiden voor de relatieve fout in de concentratie:

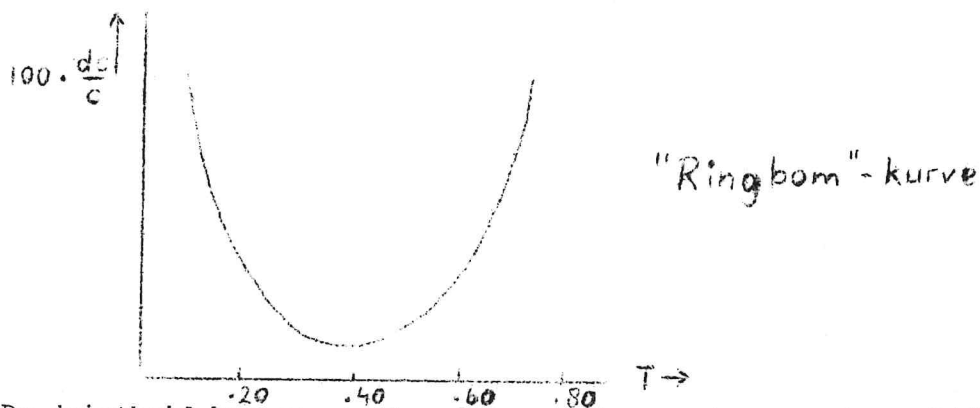
$$\frac{dc}{c} = \frac{0,43}{0,10^{-E}} \cdot dT$$

waarin: c = concentratie
 E = gemeten extinktie
 dT = absolute fout in de transmissie

De absolute fout in de transmissie is een gevolg van de onzekerheid in responsie van de detektor (veelal 0,1 à 1 %).

Bij hoge T zijn opvallende en doorvallende intensiteit ongeveer even groot en wordt dus een grote fout geïntroduceerd; bij lage T valt er weinig straling op de detektor en is derhalve de nauwkeurigheid minder goed. $T_{\text{optimaal}} = 0,368$

In grafiek:



De juistheid kan men testen door monsters met zo goed mogelijk overeenkomende samenstelling als het analysemonster te analyseren, of door analyse van het zelfde monster met enkele andere analysemethoden. Dit laatste is nogal bewerkelijk.

De precisie van de analyse kan men testen door een zelfde monster meermalen te analyseren volgens de bedoelde methode.

In dit onderzoek is getracht systematische fouten te vermijden door gebruik te maken van reagentiablanko's, standaardoplossingen bereid in standaardzeewater en door te meten aan oplossingen met concentraties in het lineaire deel van de ijklijkheid niet getest.

Uit duplometingen (metingen aan analysemonsters die zijn verkregen door twee gelijke hoeveelheden van oorspronkelijk monster naast elkaar te bewerken en te analyseren volgens geheel dezelfde methoden) is de fout veroorzaakt door opwerken en meten bepaald. De resultaten zijn weergegeven in Tabel VII.

Bij de berekening werden de duplo's ingedeeld in grootteklassen met gemiddelde $\bar{X}$ en standaarddeviatie s_x

7.2. P-org, P-susp en $\text{NO}_3\text{-N}$

De bepaling van totaal fosfaat verliep volgens J. MURPHY & J.P. RILEY (1962). De destructie met behulp van kaliumpersulfaat volgens de methode van D.W. MENZEL & M. CORWIN. De extinkties werden gemeten met Zeiss spektrofotometers PMQ II met (doorstroom) kuvetten van 1 en 5 cm. Een gedeelte van de $P_{\text{tot. opg.}}$ -monsters werd gemeten met de CSM 6.

Er geldt dat:

$$\text{PO}_4\text{P} + P_{\text{org}} = P_{\text{tot. opg.}}$$

$$P_{\text{tot. opg.}} + P_{\text{susp.}} = P_{\text{tot. tot.}}$$

Met bekende PO_4P , $P_{\text{tot. opg.}}$ en $P_{\text{tot. tot.}}$ zijn $P_{\text{org.}}$ en $P_{\text{susp.}}$ te berekenen.

$P_{\text{org.}}$

De fout is geschat door uit 9 combinaties van $P_{\text{tot. opg.}}$ en PO_4P de waarde van $P_{\text{org.}}$ te berekenen. De 9 combinaties zijn combinaties van raaigemiddelden.

Er geldt:

$$\sigma_{P_{\text{org.}}}^2 = \sigma_{\text{PO}_4\text{P}}^2 + \sigma_{P_{\text{tot. opg.}}}^2$$

Resultaat is vermeld in Tabel VIII.

P_{susp.}

Er geldt:

$$\sigma_{P_{\text{susp.}}}^2 = \sigma_{P_{\text{tot. tot.}}}^2 + \sigma_{P_{\text{tot. tot.}}}^2$$

Van $P_{\text{tot. tot.}}$ zijn geen duplometingen verricht, zodat $\sigma_{P_{\text{tot. tot.}}}^2$ niet bekend is.

Als wordt aangenomen dat de fout in $P_{\text{tot. tot.}}$ circa 30 % is bij een gehalte van $0,60 \mu\text{gat. l}^{-1}$ en de fout in $P_{\text{tot. opg.}}$ eveneens 30 % bij een gehalte van $0,30 \mu\text{gat. l}^{-1}$, zal gelden:

$$\bar{P}_{\text{susp.}} = 0,30 \pm 0,22$$

NO₃N

Met behulp van 10 raaigemiddelde NO₂-koncentraties en de bijhorende NO₃-koncentraties, zijn de raaigemiddelde NO₂ + NO₃-gehalten berekend.

Er geldt:

$$\sigma_{\text{NO}_3}^2 = \sigma_{\text{NO}_2 + \text{NO}_3}^2 + \sigma_{\text{NO}_2}^2$$

Voor de resultaten wordt verwezen naar Tabel VIII.

7.3. Zuurstof, saliniteit en temperatuur

Het opgeloste zuurstofgehalte werd bepaald met behulp van de door CARRIT & CARPENTER aanbevolen aanpassingen van de Winkler-methode (CARRIT & CARPENTER, 1966).

Wanneer men aanneemt dat alle zuurstof kwantitatief wordt neergeslagen, kunnen de volgende foutenbronnen aangegeven worden volume van het zuurstofflesje, titel en toegevoegde hoeveelheid titrant. Het is bij deze methode onmogelijk eenzelfde monster meermalen te analyseren. Uit praktijkervaringen (TIJSSSEN) is gebleken dat de totale fout ongeveer 1,5 % bedraagt.

De saliniteit werd bepaald met een inductief gekoppelde salinometer. De voornaamste foutenbron is de apparaatfout. Deze is minimaal

gezien de uitgevoerde duplometingen. De relatieve fout zal de 0,03 % niet veel overschrijden.

De temperatuur werd bepaald met putsthermometers. De fout wordt geschat op 1 %.

Ingeval het zuurstofgehalte wordt opgegeven in het verzadigingspercentage, is dit berekend uit het opgeloste zuurstofgehalte in $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, de saliniteit in promillen en de temperatuur in graden Celsius. De opgegeven waarden zijn derhalve behept met een fout van circa 1,6 %.

7.4. Chlorofyl-a en phaeopigmenten

Deze bepalingen werden verricht in 90 % alkohol/water-extracten met een Turner III-fluorimeter volgens de methoden beschreven in STRICKLAND en PARSONS (1968) en DERENBACH (1970).

De volgende filters werden gebruikt: voor excitatielicht een combinatie van Wratten 2A en 47B (436 nm) en voor het emissielicht Corning 2-64.

Er werden geen duplometingen verricht, zodat de fout geschat moet worden op grond van praktijkervaringen. STRICKLAND & PARSONS geven voor chlorofyl-a gehalten groter dan $0,5 \text{ mg/m}^3$ een toevallige fout van maximaal 8%.

Voor lagere gehalten is de fout groter dan 8%.

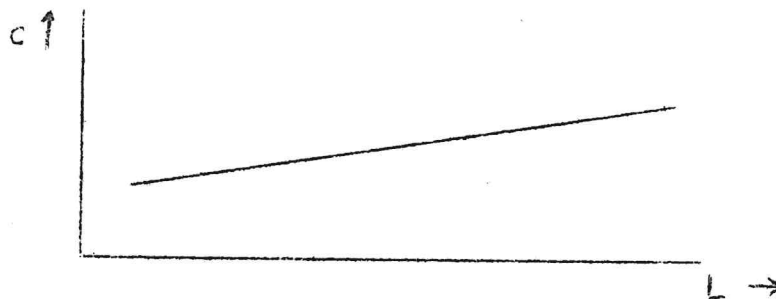
Wanneer het gehalte phaeopigmenten meer dan 10 % van het totaal bedraagt, kan gezegd worden dat de betrouwbaarheid slechter is dan die van het chlorofyl-a gehalte. Voor gehalten minder dan 10 % van het totaal is de betrouwbaarheid slecht.

8. Diskussie

Voor het voorkomen van de negatieve variantiecomponenten werd als reden aangenomen dat de statistische ruis het fysisch verschijnsel

overheerst. Gezien het aantal negatieve variantiecomponenten en de mate van negativiteit (die hier niet vermeld is, maar die in veel gevallen zodanig was dat er sprake van een significante verlaging van s_L^2 was), en gezien er niet gekonkludeerd kan worden dat er een karakteristieke raailengte bestaat waarboven de spreiding in nutriënten-koncentratie niet meer toeneemt, lijkt het te rechtvaardigen aan te nemen dat het gebruikte variantiecomponentenmodel niet toe te passen is op de nutriëntenverdeling in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee.

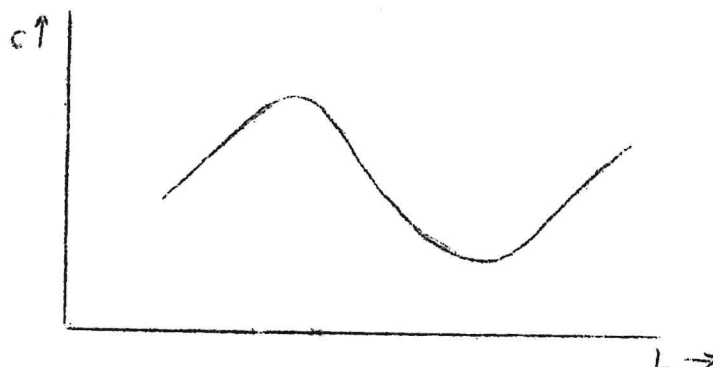
Het is ook mogelijk dat het uitgangspunt van het onderzoek niet juist is. Hierop is de Variance-Length-Curve gebaseerd. Wanneer het concentratieverloop over een raai is, zoals weergegeven in;



zullen alle monsterpunten die 10, 100, 1000, meter uiteen liggen een even grote spreiding in concentratie vertonen, waarbij de spreiding evenredig groter wordt met de afstand der monsterpunten.

De Variance-Length-Curve wordt dan een parabool.

In het geval het concentratieverloop over een raai gegeven wordt door;



zal het duidelijk zijn dat de Variance-Length-Curve een geheel andere vorm krijgt, en kan leiden tot negatieve variantiecomponenten.

De door ons gebruikte vorm van de Variance-Length-Curve is gebaseerd op praktijkgegevens.

Daar de raaien zoveel mogelijk langs de isolijnen zijn gevaren verwacht men inderdaad dat spreiding rond de concentratie behorende bij de isolijn een konstante gaat worden naarmate de afstand groter wordt.

Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die een grote spreiding op kleine afstanden aan het licht brengen. SCHOTT & EHRHARDT vonden op 500 meter een spreiding van 50% in nutriëntenconcentraties en schrijven dat toe aan diffusie.

Recente onderzoeken naar de variabiliteit van phytoplankton op kleine schaal (DENMAN & PLATT; HORWOOD; STEELE; EVANS; KULLENBERG & STEELE) duiden een gekompliceerde relatie tussen diffusie enerzijds en de reproductiesnelheid van plankton anderzijds weer.

Er mag gesteld worden dat de variabiliteit van nutriënten en plankton op kleine schaal een zeer gekompliceerde zaak is. Het is dit onderzoek gebruikte variantiekomponentenmodel is niet toereikend het probleem op te lossen. Er dient nagegaan te worden of sommige effecten onderling afhankelijk zijn. Indien onderlinge afhankelijkheid wordt gevonden, moet op grond van het verzamelde materiaal een hypothese worden opgesteld die met nieuw materiaal wordt getoetst. Bij het opstellen van de nieuwe hypothese dient profijt getrokken te worden uit de laatst genoemde artikelen.

Vanzelfsprekend behoudt het in dit onderzoek verzamelde materiaal haar hydrografische waarde. Hiervoor wordt verwezen naar verslag; B. VAN HATTUM; P. DE VOGT & P. VAN TILBURG 1976-2.

9. Literatuurreferenties

- ANDERSON, 1965. Technometric (7). Query 9.
- DENMAN & PLATT, 1976. "The variance spectrum for phytoplankton patchiness in a turbulent ocean" ICES. ICES - C.M. 1976/L:4.
- EVANS, KULLENBERG & STEELE, 1976. "A shear-diffusion model of plankton populations". ICES - C.M. 1976/L:25.
- HATTUM, B. van, P. de VOOGT & P. van TILBURG, 1976. Saliniteit, nutriënten en planktonpigment in open zee en in de brandingszone van de Zuidelijke Bocht in voorjaar en zomer 1974.
- HORWOOD, 1976. "A critical investigation of small scale variability in phytoplankton". ICES - CM 1976/L:7.
- MCHUGH & MIELKE, 1968. "Negative variance estimates and statistical dependence in nested sampling". JASA 1968.
- NELDER, 1954. "The interpretation of negative components of variance" Biometrika (41).
- SCHOTT, F. & M. EHRHARDT, 1969. "On fluctuations and mean relations of chemical parameters in the Northwestern North Sea". Kieler Meersf. 25 (2), p. 272-278.
- STEELE, 1976. "Patches or patchiness". ICES - C.M. 1976/L:24.
- THOMPSON, 1962. "The problem of negative estimates of variance components". Annals of Mathematical statistics. (33) p. 273-289.
- THOMPSON & MOORE, 1963. "Non-negative estimates of variance components". Technometrics, Vol. (5). no. 4. November 1963.

Tabel I

Raaigemiddelden van de saliniteit, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{SiO}_4\text{-Si}$ alsmede de P:N:Si verhouding gegeven. De saliniteit S wordt opgegeven in promillen, de nutriënten in mikrogrammatomen per liter en chlorofyl a in mg per m³. Gebruikte afkortingen: Call., Bloem., Kijkd. resp. Callantsoog, Bloemendaal en Kijkduin. De cijfers 1,25 en 50 geven het aantal zeemijlen aan dat de raai uit de Nederlandse kust verwijderd is. A, JN, JL resp. april, juni en juli.

		S	$\text{PO}_4\text{-P}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{SiO}_4\text{-Si}$			chlor-a
		‰	µgat/l	µgat/l	µgat/l	µgat/l	µgat/l	P:N:Si	P:N	mg/m ³
Call	1-A	32,9	0,9	19,3	0,6	1,9	0,2	5:114:1	1:23	6,2
Call	50-A	35,1	0,3	1,3	0,1	0,8	0,1	3: 20:1	1:83	3,1
Bloem	1-A	31,0	1,4	40,7	1,6	4,5	0,3	5:167:1	1:33	8,0
Kijkd	1-A	31,1	2,1	39,1	1,5	7,1	6,1	1: 23:3	1:23	5,8
Kijkd	25-A	34,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	1: 2:1	1: 8	3,1
Call	1-JN	32,3	0,9	17,6	1,0	4,0	0,2	4: 94:1	1:24	4,1
Call	25-JN	35,3	0,1	0,2	0,0	0,6	0,2	1: 12:3	1:12	0,4
Bloem	1-JN	29,6	2,1	29,7	3,4	17,0	0,8	3: 60:1	1:23	4,1
Bloem	50-JN	35,3	0,2	---	0,1	0,7	0,2	1: ? :1	?	0,4
Kijkd	25-JN	34,5	0,1	0,0	0,1	0,5	0,6	1: 5:1	1:5	0,4
Kijkd	50-JN	35,3	0,1	0,3	0,1	0,4	0,3	1: 7:2	1:7	0,2
Call	JL	35,2	0,4	0,2	0,0	1,0	0,4	1: 3:1	1:3	0,3

Tabel II a) Variantie als functie van de raailengte (s_L^2), gekorrigeerd voor opwerk- en meetfouten ($s_{\text{opw}}^2 + s_{\text{met}}^2$). In de tabel wordt - aangegeven dat de variantie kleiner is dan ($s_{\text{opw}}^2 + s_{\text{met}}^2$). Met wordt aangegeven dat er sprake is van een negatieve variantiecomponent die nul gesteld is.

Het accent geeft de correctie aan.

b) Standaarddeviatie (s_L) en procentuele afwijking $\frac{s_L}{x} \cdot 100 \%$

Gebruikte teken als in Tabel IIa.

(Tabel II vervolg)

Tabel II $\sigma_{\text{PO}_4}^2 - P$

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}^2$	$\sigma_{L=100}^2$	$\sigma_{L=1000}^2$	$\sigma_{L=2000}^2$	$\sigma_{L=6000}^2$
Call	1-A	.9	.05	.32	*	.64	*
Call	50-A	.3	.03	.06	*	*	.09
Bloem	1-A	1.4	.03	*	.03	.03	.04
Kijkd	1-A	2.1	.05	.09	*	*	-
Kijkd	25-A	.2	.11	*	-	*	-
Call	1-JN	.9	.01	*	.03	*	*
Call	25-JN	.1	-	-	.00	.00	.00
Bloem	1-JN	2.1	-	-	.42	.45	.54
Bloem	50-JN	.2	-	-	.12	*	.13
Kijkd	25-JN	.1	-	-	.06	.10	.10
Kijkd	50-JN	.1	-	-	.00	*	*
Call	1-JL	.7	.09	*	.17	*	.19

Tabel IIa. P_{org}

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}^2$	$\sigma_{L=100}^2$	$\sigma_{L=1000}^2$	$\sigma_{L=2000}^2$	$\sigma_{L=6000}^2$
Call	1-A	.1	.02	*	.08	*	.09
Call	50-A	.2	.11	*	.25	*	*
Bloem	1-A						
Kijkd	1-A	.2	.02	.05	*	*	-
Kijkd	25-A	.3	-	.03	*	.06	*
Call	1-JN	.3	-	-	-	.00	*
Call	25-JN	.1	-	-	*	*	-
Bloem	1-JN						
Bloem	50-JN	.1	-	-	*	-	*
Kijkd	25-JN	.3	-	*	.05	.05	.06
Kijkd	50-JN	.2	-	*	-	-	-
Call	1-JL	.4	.28	*	-	*	.28

Tabel IIa. P_{susp}

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma^2_{L=10}$	$\sigma^2_{L=100}$	$\sigma^2_{L=1000}$	$\sigma^2_{L=2000}$	$\sigma^2_{L=6000}$
Call	1-A	.2	—	—	※	※	—
Call	50-A	.1	—	※	—	—	※
Bloem	1-A	.7	.99	※	—	※	※
Kijkd	1-A	.7	.05	※	.14	※	.21
Kijkd	25-A	.2	—	—	—	—	※
Call	1-JN	.1	.00	※	.05	※	.06
Call	25-JN	.2	—	—	.24	.25	※
Bloem	1-JN	.9	.26	—	※	.37	.37
Bloem	50-JN	.3	.14	※	—	※	※
Kijkd	25-JN	.3	—	.00	.52	※	.61
Kijkd	50-JN	.2	—	—	.13	※	.16
Call	1-JL						

Tabel IIa. NO_2-N

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma^2_{L=10}$	$\sigma^2_{L=100}$	$\sigma^2_{L=1000}$	$\sigma^2_{L=2000}$	$\sigma^2_{L=6000}$
Call	1-A	.6	.03	※	.14	.15	※
Call	50-A	.1	.01	※	—	※	—
Bloem	1-A	1.6	.00	※	—	※	.00
Kijkd	1-A	1.5	.01	※	—	.04	.06
Kijkd	25-A	.1	—	.00	※	—	.00
Call	1-JN	1.0	—	—	※	.01	.02
Call	25-JN	.0	.00	※	※	※	※
Bloem	1-JN	3.4	.01	※	.02	.09	※
Bloem	50-JN	.1	—	—	.30	※	※
Kijkd	25-JN	.1	—	※	※	.00	.00
Kijkd	50-JN	.1	.00	.00	※	.00	※
Call	1-JL	.0	—	※	.00	.00	—

Tabel IIa. $\text{NO}_3\text{-N}$

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma^2_{L=100}$	$\sigma^2_{L=10}$	$\sigma^2_{L=1000}$	$\sigma^2_{L=2000}$	$\sigma^2_{L=6000}$
Call	1-A	19.3	--	4.49	*	--	6.11
Call	50-A	1.3	.32	*	*	*	--
Bloem	1-A	40.7	.21	.51	.81	1.39	1.44
Kijkd	1-A	39.0	3.79	*	--	4.44	*
Kijkd	25-A	.2	.00	--	.06	*	*
Call	1-JN	17.6	--	.09	*	.53	.79
Call	25-JN	.2	.00	*	--	.01	.01
Bloem	1-JN	29.7	.01	.13	.53	2.35	6.78
Bloem	50-JN						--
Kijkd	25-JN	.0	--	--	--	--	--
Kijkd	50-JN	.3	.00	.04	*	--	--
Call	1-JL	.2	.00	.02	*	--	.02

Tabel IIa. $\text{NH}_4\text{-N}$

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma^2_{L=10}$	$\sigma^2_{L=100}$	$\sigma^2_{L=1000}$	$\sigma^2_{L=2000}$	$\sigma^2_{L=6000}$
Call	1-A	1.9	.14	.28	*	.60	.64
Call	50-A	.8	.08	*	.32	*	*
Bloem	1-A	4.5	--	--	.00	.01	*
Kijkd	1-A	7.1	.06	.19	.29	.34	.43
Kijkd	25-A	.1	--	.01	*	--	.01
Call	1-JN	4.0	.12	.25	*	.26	.31
Call	25-JN	.0	.00	.04	*	*	*
Bloem	1-JN	17.0	.07	50	*	70	130
Bloem	50-JN	.7	.01	*	40	*	40
Kijkd	25-JN	.5	--	.00	.03	*	.05
Kijkd	50-JN	.4	.00	.02	*	--	.02
Call	1-JL	1.0	.11	*	*	*	*

Tabel IIa. $\text{SiO}_4\text{-Si}$

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}^2$	$\sigma_{L=100}^2$	$\sigma_{L=1000}^2$	$\sigma_{L=2000}^2$	$\sigma_{L=6000}^2$
Call	1-A	.2	.00	.57	*	*	-
Call	50-A	.1	.01	.02	*	-	*
Bloem	1-A	.3	.06	*	*	.09	.11
Kijkd	1-A	6.1	1.19	*	1.20	15	60
Kijkd	25-A	.2	.00	.00	*	.00	.01
				.13			
Call	1-JN	.2	-	*	.00	*	.00
Call	25-JN	.2	.06	.06	*	.07	*
Bloem	1-JN	.8	.04	*	-	.07	.19
Bloem	50-JN	.2	.02	-	.02	*	*
Kijkd	25-JN	.6	-	*	.00	*	.00
Kijkd	50-JN	.3	.01	*	-	*	-
Call	1-JL	.4	.07	*	.13	*	.16

Tabel IIa. $\mu\text{grat } \text{O}_2/\text{l}$

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}^2$	$\sigma_{L=100}^2$	$\sigma_{L=1000}^2$	$\sigma_{L=2000}^2$	$\sigma_{L=6000}^2$
Call	1-A	635	15	*	140	*	500
Call	50-A	674	40	240	370	*	*
Bloem	1-A	644	-	50	100	*	660
Kijkd	1-A	642	70	*	110	190	230
Kijkd	25-A	732	200	200	2600	*	4200
Call	1-JN	565	270	*	*	-	-
Call	25-JN	549	13	30	*	-	-
Bloem	1-JN	550	-	*	20	210	*
Bloem	50-JN	548	13	180	2300	*	2400
Kijkd	25-JN	526	520	530	750	*	*
Kijkd	50-JN	569	640	*	-	*	700
Call	1-JL	523	-	-	20	25	50

Tabel IIa. % O₂

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma^2_{L=10}$	$\sigma^2_{L=100}$	$\sigma^2_{L=1000}$	$\sigma^2_{L=2000}$	$\sigma^2_{L=6000}$
Call	1-A	108	—	*	4	*	20
Call	50-A	116	—	2	10	*	*
Bloem	1-A	110	—	—	1	*	20
Kijkd	1-A	109	—	*	2	7	*
Kijkd	25-A	126	4	5	70	*	110
Call	1-JN	106	—	*	*	—	*
Call	25-JN	101	—	1	*	1	2
Bloem	1-JN	105	—	*	0	7	*
Bloem	50-JN	101	0	3	80	*	80
Kijkd	25-JN	97	20	*	30	*	*
Kijkd	50-JN	105	20	*	—	*	20
Call	1-JL	101	—	—	1	1	*

Tabel IIa. % S

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma^2_{L=10}$	$\sigma^2_{L=100}$	$\sigma^2_{L=1000}$	$\sigma^2_{L=2000}$	$\sigma^2_{L=6000}$
Call	1-A	32.9	.13	*	—	—	—
Call	50-A	35.1	—	*	—	.00	.01
Bloem	1-A	31.0	—	.00	.00	.00	—
Kijkd	1-A	31.1	.00	*	.01	.03	.07
Kijkd	25-A	34.4	—	*	.00	.00	.01
Call	1-JN	32.3	.00	*	.01	.00	.02
Call	25-JN	35.3	—	—	—	*	—
Bloem	1-JN	29.6	.00	*	.00	.07	.19
Bloem	50-JN	35.3	—	.01	*	—	—
Kijkd	25-JN	34.5	—	*	—	.00	.00
Kijkd	50-JN	35.3	—	—	—	—	—
Call	1-JL	35.2	—	—	—	.00	.00

Tabel IIa. chlor-a (mg/m³)

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma^2_{L=10}$	$\sigma^2_{L=100}$	$\sigma^2_{L=1000}$	$\sigma^2_{L=2000}$	$\sigma^2_{L=6000}$
Call	1-A	6.2	.71	1.12	3.76	*	8.81
Call	50-A	3.1	.04	.34	.73	*	.73
Bloem	1-A	8.0	2.21	*	--	3.93	3.94
Kijkd	1-A	5.8	.86	*	--	2.72	3.53
Kijkd	25-A	9.0	1.81	4.26	*	*	*
Call	1-JN	4.1	--	.31	.43	*	1.41
Call	25-JN	.4	.01	.01	.02	.03	.03
Bloem	1-JN	4.1	--	*	--	.13	3.05
Bloem	50-JN	.4	--	.00	*	.00	.00
Kijkd	25-JN	.4	.00	*	--	*	--
Kijkd	50-JN	.2	--	.00	--	*	--
Call	1-JL	.3	.01	*	--	.01	*

Tabel IIa. % phaeo

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma^2_{L=10}$	$\sigma^2_{L=100}$	$\sigma^2_{L=1000}$	$\sigma^2_{L=2000}$	$\sigma^2_{L=6000}$
Call	1-A	35	10	*	--	30	60
Call	50-A	22	10	50	280	*	--
Bloem	1-A	28	90	*	160	160	*
Kijkd	1-A	30	30	*	--	80	*
Kijkd	25-A	25	--	--	*	*	--
Call	1-JN	22	--	--	*	4	50
Call	25-JN	22	--	110	*	--	120
Bloem	1-JN	26	--	--	--	--	30
Bloem	50-JN	21	--	*	*	*	*
Kijkd	25-JN	32	--	--	*	--	0
Kijkd	50-JN	44	--	50	*	*	60
Call	1-JL	36	330	*	1500	*	

Tabel IIb. PO_4-P

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	.9	20	60	*	90	*
Call	50-A	.3	70	90	*	*	110
Bloem	1-A	1.4	10	*	10	10	20
Kijkd	1-A	2.1	10	14	*	*	-
Kijkd	25-A	.2	180	*	-	*	-
Call	1-JN	.9	10	*	20	*	*
Call	25-JN	.1	-	-	30	40	60
Bloem	1-JN	2.1	-	-	30	30	40
Bloem	50-JN	.2	-	-	200	*	210
Kijkd	25-JN	.1	-	-	200	300	300
Kijkd	50-JN	.1	-	*	30	*	*
Call	1-JL	.4	70	*	100	*	100

Tabel IIb.

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	.9	.2	.6	*	.8	*
Call	50-A	.3	.2	.2	*	*	.3
Bloem	1-A	1.4	.2	*	.2	.2	.2
Kijkd	1-A	2.1	.2	.3	*	*	-
Kijkd	25-A	.2	.3	*	-	*	-
Call	1-JN	.9	.1	*	.2	*	*
Call	25-JN	.1	-	-	.0	.0	.0
Bloem	1-JN	2.1	-	-	.7	.7	.7
Bloem	50-JN	.2	-	-	.3	*	.4
Kijkd	25-JN	.1	-	-	.3	.3	.3
Kijkd	50-JN	.1	-	*	.0	*	*
Call	1-JL	.4	.3	*	.4	*	.4

Tabel IIb. $P_{org.}$

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
				$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	.1		110	*	210	*	210
Call	50-A	.2		150	*	240	*	*
Bloem	1-A							
Kijkd	1-A	.2		90	140	*	*	-
Kijkd	25-A	.3		-	50	*	70	*
Call	1-JN	.3		-	-	-	4	*
Call	25-JN	.1		-	-	*	*	-
Bloem	1-JN							
Bloem	50-JN	.1		-	-	*	-	*
Kijkd	25-JN	.3		-	*	80	80	90
Kijkd	50-JN	.2		-	*	-	-	-
Call	1-JL	.4		130	*	-	*	130

Tabel IIb.

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	.1		.2	*	.3	*	.3
Call	50-A	.2		.3	*	.5	*	*
Bloem	1-A							
Kijkd	1-A	.2		.1	.2	*	*	-
Kijkd	25-A	.3		-	.2	*	.3	*
Call	1-JN	.3		-	-	-	.0	*
Call	25-JN	.1		-	-	*	*	-
Bloem	1-JN							
Bloem	50-JN	.1		-	-	*	-	*
Kijkd	25-JN	.3		-	*	.2	.2	.2
Kijkd	50-JN	.2		-	*	-	-	-
Call	1-JL	.4		.5	*	-	*	.5

Tabel IIb. P_{susp.}

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
				$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	.2	--	--	--	*	*	--
Call	50-A	.1	--	--	*	--	--	*
Bloem	1-A	.7	140	*	--	*	*	*
Kijkd	1-A	.7	40	*	60	*	*	70
Kijkd	25-A	.2	--	--	--	--	--	*
Call	1-JN	.1	50	*	200	*	*	220
Call	25-JN	.2	--	--	260	260	*	*
Bloem	1-JN	.9	60	*	--	70	70	70
Bloem	50-JN	.3	120	*	--	*	*	*
Kijkd	25-JN	.3	--	30	290	*	*	300
Kijkd	50-JN	.2	--	--	225	*	*	250
Call	1-JL							

Tabel IIb.

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	.2	--	--	--	*	*	--
Call	50-A	.1	--	--	*	--	--	*
Bloem	1-A	.7	1.0	*	--	*	*	*
Kijkd	1-A	.7	.2	*	.4	*	*	.5
Kijkd	25-A	.2	--	--	--	--	--	*
Call	1-JN	.1	.1	*	.2	*	*	.2
Call	25-JN	.2	--	--	.5	.5	*	*
Bloem	1-JN	.9	.5	*	--	.6	.6	.6
Bloem	50-JN	.3	.4	*	--	*	*	*
Kijkd	25-JN	.3	--	.1	.7	*	*	.8
Kijkd	50-JN	.2	--	--	.4	*	*	.4
Call	1-JL							

Tabel IIb. $\text{NO}_3\text{-N}$

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	19.3	-	10	*	-	10
Call	50-A	1.3	50	*	*	*	-
Bloem	1-A	40.7	1	2	2	3	3
Kijkd	1-A	39.0	5	*	-	5	*
Kijkd	25-A	.2	10	-	120	*	*
Call	1-JN	17.6	-	2	*	4	5
Call	25-JN	.2	40	*	-	60	70
Bloem	1-JN	29.7	1	1	2	5	9
Bloem	50-JN						
Kijkd	25-JN	.0	-	-	-	-	-
Kijkd	50-JN	.3	30	80	*	-	-
Call	1-JL	.2	10	60	*	-	60

Tabel IIb.

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	19.3	-	2.1	*	-	2.5
Call	50-A	1.3	.6	*	*	*	-
Bloem	1-A	40.7	.5	.7	.9	1.2	1.2
Kijkd	1-A	39.0	2.0	*	-	2.1	*
Kijkd	25-A	.2	.0	-	.2	*	*
Call	1-JN	17.6	-	.3	*	.7	.9
Call	25-JN	.2	.1	*	-	.1	.1
Bloem	1-JN	29.7	.2	.4	.7	1.5	2.6
Bloem	50-JN						
Kijkd	25-JN	.0	-	-	-	-	-
Kijkd	50-JN	.3	.1	.2	*	-	-
Call	1-JL	.2	.0	.1	*	-	.2

Tabel IIb. $\text{NO}_2\text{-N}$

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	.6	30	*	60	60	*
Call	50-A	.1	60	*	-	*	-
Bloem	1-A	1.6	2	*	-	*	2
Kijkd	1-A	1.5	6	*	-	10	20
Kijkd	25-A	.1	-	30	*	-	40
Call	1-JN	1.0	-	-	*	10	20
Call	25-JN	.0	70	*	*	*	*
Bloem	1-JN	3.4	3	*	4	9	*
Bloem	50-JN	.1	-	-	500	*	*
Kijkd	25-JN	.1	-	*	*	30	50
Kijkd	50-JN	.1	70	80	*	100	*
Call	1-JL	.0					

Tabel IIb.

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	.6	.2	*	.4	.4	*
Call	50-A	.1	.1	*	-	*	-
Bloem	1-A	1.6	.0	*	-	*	.0
Kijkd	1-A	1.5	.1	*	-	.2	.3
Kijkd	25-A	.1	-	.0	*	-	.0
Call	1-JN	1.0	-	-	*	-1	.2
Call	25-JN	.0	.0	*	*	*	*
Bloem	1-JN	3.4	.1	*	.1	.3	*
Bloem	50-JN	.1	-	-	.6	*	*
Kijkd	25-JN	.1	-	*	*	.0	.0
Kijkd	50-JN	.1	.0	.1	*	.1	*
Call	1-JL	.0	-	*	.0	.0	-

Tabel IIb. NH_4-N

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	1.9	20	30	*	40	40
Call	50-A	.8	30	*	70	*	*
Bloem	1-A	4.5	-	-	1	3	*
Kijkd	1-A	7.1	4	6	8	8	9
Kijkd	25-A	.1	-	50	*	-	60
Call	1-JN	4.0	8	10	*	10	10
Call	25-JN	.6	6	30	*	*	*
Bloem	1-JN	17.0	2	40	*	50	70
Bloem	50-JN	.7	10	*	1000	*	1000
Kijkd	25-JN	.5	-	10	30	*	40
Kijkd	50-JN	.4	9	30	*	-	30
Call	1-JL	1.0	30	*	*	*	*

Tabel IIb.

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	1.9	.4	.5	*	.8	.8
Call	50-A	.8	.3	*	.6	*	*
Bloem	1-A	4.5	-	-	.0	.1	*
Kijkd	1-A	7.1	.3	.4	.5	.6	.7
Kijkd	25-A	.1	-	.1	*	-	.1
Call	1-JN	4.0	.3	.5	*	.5	.6
Call	25-JN	.6	.0	.2	*	*	*
Bloem	1-JN	17.0	.3	7.1	*	8.4	11.5
Bloem	50-JN	.7	.1	*	6.7	*	6.7
Kijkd	25-JN	.5	-	.1	.2	*	.2
Kijkd	50-JN	.4	.0	.2	*	-	.2
Call	1-JL	1.0	.3	*	*	*	*

Tabel IIb. $\text{SiO}_4\text{-Si}$

$\bar{x}_{24}$			$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	.2	40	400	*	*	-
Call	50-A	.1	80	120	*	-	*
Bloem	1-A	.3	90	*	*	110	120
Kijkd	1-A	6.1	20	*	20	60	130
Kijkd	25-A	.2	30	30	*	30	40
Call	1-JN	.2	-	*	4	*	20
Call	25-JN	.2	120	125	*	130	*
Bloem	1-JN	.8	20	*	-	30	50
Bloem	50-JN	.2	25	-	75	*	*
Kijkd	25-JN	.6	-	*	6	*	8
Kijkd	50-JN	.3	30	*	-	*	-
Call	1-JL	.4	60	*	80	*	90

Tabel IIb.

$\bar{x}_{24}$			$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	.2	.1	.8	*	*	-
Call	50-A	.1	.1	.1	*	-	*
Bloem	1-A	.3	.3	*	*	.3	.3
Kijkd	1-A	6.1	1.1	*	1.1	3.9	7.9
Kijkd	25-A	.2	.1	.1	*	.1	.1
Call	1-JN	.2	-	*	.0	*	.0
Call	25-JN	.2	.2	.3	*	.3	*
Bloem	1-JN	.8	.2	*	-	.3	.4
Bloem	50-JN	.2	.1	-	.2	*	*
Kijkd	25-JN	.6	-	*	.0	*	.1
Kijkd	50-JN	.3	.1	*	-	*	-
Call	1-JL	.4	.3	*	.4	*	.4

Tabel IIb. $\mu_{\text{grat } 0_2/1}$

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	635	1	*	2	*	4	
Call	50-A	674	1	2	3	*	*	
Bloem	1-A	644	-	1	2	*	4	
Kijkd	1-A	642	1	*	2	2	2	
Kijkd	25-A	732	2	2	7	*	9	
Call	1-JN	565	3	*	*	-	-	
Call	25-JN	549	1	1	*	-	-	
Bloem	1-JN	550	-	*	1	3	*	
Bloem	50-JN	548	1	2	9	*	9	
Kijkd	25-JN	526	4	4	5	*	*	
Kijkd	50-JN	569	4	*	-	*	5	
Call	1-JL	523	-	-	1	1	1	

Tabel IIb.

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	635	4	*	10	*	20	
Call	50-A	674	6	20	20	*	*	
Bloem	1-A	644	-	7	10	*	30	
Kijkd	1-A	642	9	*	10	10	20	
Kijkd	25-A	732	10	10	50	*	60	
Call	1-JN	565	20	*	*	-	-	
Call	25-JN	549	4	5	*	-	-	
Bloem	1-JN	550	-	*	5	10	*	
Bloem	50-JN	548	4	10	50	*	50	
Kijkd	25-JN	526	20	20	30	*	*	
Kijkd	50-JN	569	30	*	-	*	30	
Call	1-JL	523	-	-	5	5	7	

Tabel IIb. % O₂

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
				$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	108	-	*	2	*	4	
Call	50-A	116	-	1	3	*	*	
Bloem	1-A	110	-	-	1	*	4	
Kijkd	1-A	109	-	*	1	2	*	
Kijkd	25-A	126	2	2	7	*	8	
Call	1-JN	106	-	*	*	-	*	
Call	25-JN	101	-	1	*	1	1	
Bloem	1-JN	105	-	*	0	3	*	
Bloem	50-JN	101	0	2	9	*	9	
Kijkd	25-JN	97	5	*	5	*	*	
Kijkd	50-JN	105	4	*	-	*	5	
Call	1-JL	101	-	-	0	1	*	

Tabel IIb.

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	108	-	*	2	*	5	
Call	50-A	116	-	2	3	*	*	
Bloem	1-A	110	-	-	1	*	5	
Kijkd	1-A	109	-	*	1	3	*	
Kijkd	25-A	126	2	2	9	*	10	
Call	1-JN	106	-	*	*	-	*	
Call	25-JN	101	-	1	*	1	1	
Bloem	1-JN	105	-	*	0	3	*	
Bloem	50-JN	101	1	2	9	*	9	
Kijkd	25-JN	97	5	*	5	*	*	
Kijkd	50-JN	105	5	*	-	*	5	
Call	1-JL	101	-	-	0	1	*	

Tabel IIb. $\%S$

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
				$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	32.9	1	*	-	-	-	-
Call	50-A	35.1	-	*	-	0	0	0
Bloem	1-A	31.0	-	0	0	0	0	-
Kijkd	1-A	31.1	-	*	0	1	1	1
Kijkd	25-A	34.4	-	*	0	0	0	0
Call	1-JN	32.3	0	*	-	0	1	1
Call	25-JN	35.3	-	-	-	*	-	-
Bloem	1-JN	29.6	0	*	0	1	1	1
Bloem	50-JN	35.3	-	0	*	-	-	-
Kijkd	25-JN	32.9	-	*	-	0	0	0
Kijkd	50-JN	35.1	-	-	-	-	-	-
Call	1-JL	35.2	-	-	-	0	0	0

Tabel IIb.

			$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	32.9	.4	*	-	-	-	-
Call	50-A	35.1	-	*	-	.0	.1	.1
Bloem	1-A	31.0	-	.0	.0	.1	-	-
Kijkd	1-A	31.1	.0	*	.1	.2	.3	.3
Kijkd	25-A	34.4	-	*	.0	.1	.1	.1
Call	1-JN	32.3	.0	*	-	.1	.2	.2
Call	25-JN	35.3	-	-	-	*	-	-
Bloem	1-JN	29.6	.0	*	.0	.3	.4	.4
Bloem	50-JN	35.3	-	.1	*	-	-	-
Kijkd	25-JN	32.9	-	*	-	.0	.0	.0
Kijkd	50-JN	35.1	-	-	-	-	-	-
Call	1-JL	35.2	-	-	-	.0	.0	.0

Tabel IIb. chlor.a mg/m³

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Call	1-A	6.2	10	20	30	*	50
Call	50-A	3.1	6	20	30	*	30
Bloem	1-A	8.0	20	*	--	25	25
Kijkd	1-A	5.8	20	*	--	30	32
Kijkd	25-A	9.0	15	20	*	*	*
Call	1-JN	4.1	--	10	20	*	30
Call	25-JN	.4	30	30	40	50	50
Bloem	1-JN	4.1	--	*	--	9	40
Bloem	50-JN	.4	--	6	*	9	9
Kijkd	25-JN	.4	7	*	--	*	20
Kijkd	50-JN	.2	--	10	--	*	--
Call	1-JL	.3	30	*	--	30	*

Tabel IIb.

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	6.2	.8	1.1	1.9	*	3.0
Call	50-A	3.1	.2	.6	.9	*	.9
Bloem	1-A	8.0	1.5	*	--	2.0	2.0
Kijkd	1-A	5.8	.9	*	--	1.7	1.9
Kijkd	25-A	9.0	1.4	2.1	*	*	*
Call	1-JN	4.1	--	.6	.7	*	1.2
Call	25-JN	.4	.1	.1	.1	.2	.2
Bloem	1-JN	4.1	--	*	--	.4	1.8
Bloem	50-JN	.4	--	.0	*	.0	.0
Kijkd	25-JN	.4	.0	*	--	*	.1
Kijkd	50-JN	.2	--	.0	--	*	--
Call	1-JL	.3	.1	*	--	.1	*

Tabel IIb. % phaeo

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
			$\bar{x}_{24}$	$\bar{x}_{24}$	$\bar{x}_{24}$	$\bar{x}_{24}$	$\bar{x}_{24}$
Call	1-A	35	9	*	—	20	20
Call	50-A	22	10	30	70	*	—
Bloem	1-A	28	35	*	50	50	*
Kijkd	1-A	30	20	*	—	30	*
Kijkd	25-A	25	—	—	*	*	—
Call	1-JN	22	—	—	*	9	30
Call	25-JN	22	—	50	*	—	50
Bloem	1-JN	26	—	—	—	—	20
Bloem	50-JN	21	—	*	*	*	*
Kijkd	25-JN	32	—	—	*	—	2
Kijkd	50-JN	44	—	20	*	*	20
Call	1-JL	36	50	*	100	*	—

Tabel IIb.

		$\bar{x}_{24}$	$\sigma_{L=10}$	$\sigma_{L=100}$	$\sigma_{L=1000}$	$\sigma_{L=2000}$	$\sigma_{L=6000}$
Call	1-A	35	3	*	—	6	8
Call	50-A	22	3	7	17	*	—
Bloem	1-A	28	10	*	13	13	*
Kijkd	1-A	30	6	*	—	10	*
Kijkd	25-A	25	—	—	*	*	—
Call	1-JN	22	—	—	*	2	7
Call	25-JN	22	—	11	*	—	11
Bloem	1-JN	26	—	—	—	—	6
Bloem	50-JN	21	—	*	*	*	*
Kijkd	25-JN	32	—	—	*	—	1
Kijkd	50-JN	44	—	7	*	*	8
Call	1-JL	36	18	*	40	*	—

Tabel III

Relatieve spreiding t.o.v. het raai­gemiddelde (%) $\frac{1}{24}$.

		PO ₄	P _{org}	P _{sus}	NO ₃	NO ₂	NH ₄	SiO ₄	µgat O ₂	% S	chlor.a
Call	1-A	48	164	0	8	13	41	74	2	0	
Call	50-A	68	162	0	50	58	44	91	2	0	
Bloem	1-A	16		59	3	2	0	96	3	0	gem. 33%
Kijkd	1-A	22	131	53	6	10	10	90	2	1	
Kijkd	25-A	194	65	0	40	0	171	53	6	0	
Call	1-JN	12	0	27	5	8	15	21	2	0	
Call	25-JN	0	0	168	28	0	25	110	2	0	
Bloem	1-JN	24	0	64	8	5	59	41	2	1	gem. 27%
Bloem	50-JN	141	0	134	72	98	45	8	0	0	
Kijkd	25-JN	183	0	184	0	0	75	0	5	0	
Kijkd	50-JN	0	0	206	54	50	18	24	4	0	

Tabel IV

F waarden van de standaarddeviaties ($s_{\bar{x}, \text{april}}^2$) en ($s_{\bar{x}, \text{juni}}^2$)

	PO ₄	P _{org}	P _{sus}	NO ₃	NO ₂	NH ₄	SiO ₄	chl.a	% S	µgat O ₂
($\frac{s^2}{\bar{x}}$, april)	.13	.06	.04	1.93	.01	.27	6.09	2.69	.01	600.7
($\frac{s^2}{\bar{x}}$, juni)	.07	0	.15	1.17	.01	16.73	.03	1.10	.02	563.2
F-waarden	1.92	610	3.51	1.65	1.25	61.66	203	2.45	1.54	1.07
Sign. grens										
$\frac{1}{2}\%$ eenzijdige overschr. kans				1.61						

Tabel V

Afwijkingen van raaiagemiddelden ten opzichte van het totaalgemiddelde
 $\bar{x}$ over alle raaien.

	$\mu\text{gat.l}^{-1}$								mg/m^3 chlor	$\%$ Sal	$\%$ O_2	$\%$ Phae
	PO_4P	P sus	P org	NO_2N	NO_3N	NH_4N	SiO_4Si	O_2				
Call 1-A	-.00	-.24	.00	-.15	- 1.0	-.96	-1.17	-28.6	-5.15	-.01	-.22	4.3
Call 50-A	-.63	-.25	.05	-.69	-19.0	-1.98	-1.26	11.0	2.77	2.16	-3.52	-3.1
Bloem 1-A	.45	.36	-.14	.79	20.5	1.65	1.05	-20.2	-3.90	-1.86	1.59	1.0
Ki jkd 1-A	1.03	.26	1.04	.74	19.4	4.12	4.68	-28.3	-5.82	-1.80	-.23	-1.9
Ki jkd 25-A	-.05	-.13	.13	-.70	-19.9	-2.83	-1.19	66.2	12.1	1.50	2.39	-.2
$\bar{x}$	.97	.78	.17	.78	20.1	2.89	1.36	66.6	1.14	32.89	6.54	27.4
Call 1-JN	.31	-.15	.09	.24	9.3	-.74	-.15	11.44	2.82	-1.43	2.42	-4.9
Call 25-JN	-.55	-.10	-.05	-.78	-8.1	-4.07	-.17	-3.97	-1.60	1.59	-1.21	-6.0
Bloem 1-JN	1.61	.55		2.63	21.6	13.27	.41	-1.39	2.90	-4.10	2.47	-2.1
Bloem 50-JN	-.40	-.19	-.08	-.61	-6.4		-.17	3.03	-.26	1.54	-1.14	-6.9
Ki jkd 25-JN	-.46	.05	-.06	-.74	-8.3	-4.18	.24	-27.47	-6.10	.80	-1.17	-3.7
Ki jkd 50-JN	-.51	-.17	-.02	-.74	-8.1	-4.28	-.15	18.36	2.24	1.60	1.38	16.1
$\bar{x}$	.63	.34	.18	.80	8.3	4.71	.39	550.14	102.43	33.72	1.6	28.7

Tabel VIa. April

a). Variantie als functie van de afstand der monsterpunten, betrokken op raai-gemiddelden. De variantie is gekorrigeerd voor opwerk- en meetfouten. Met -- wordt aangegeven dat de totale variantie kleiner was dan de opwerk- en meetfout. Met x wordt aangegeven dat er sprake is geweest van een negatieve variantiekomponent die nul is gesteld. b). Als a) maar met standaarddeviatie in plaats van de variantie. c). Als a) en b) maar met de relatieve afwijking $\frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$.

	$\bar{x}$	$s_{T,bin}^2$	$s_{T,C}^2$	$s_{T,B}^2$	$s_{T,A}^2$
PO ₄ -P	1.0	.09	*	--	.68
P _{susp}	.4	.04	*	.04	.12
P _{org}	.2	.07	*	*	.07
NO ₂ -N	.8	.03	.04	*	.57
NO ₃ -N	20.1	.44	1.24	1.44	390
NH ₄ -N	2.9	.17	.24	.27	8.36
SiO ₄ -Si	1.4	.49	2.58	12.05	13.78
µgat/l O ₂	666	670	*	1200	2500
% O ₂	114	20	*	30	80
% S	32.9	.00	.01	.02	3.42
chlor-a	6.5	2.00	2.62	3.81	8.10
% phaeo	27.4	140	*	*	*
Call JL					

Tabel VIa. Juni

	$\bar{x}$	$s_{T,bin}^2$	$s_{T,C}^2$	$s_{T,B}^2$	$s_{T,A}^2$
PO ₄ -P	.6	.11	.15	.17	.87
P _{susp}	.3	.19	*	.20	.26
P _{org}	.2	--	--	--	--
NO ₂ -N	.8	.05	.06	*	1.86
NO ₃ -N	8.3	7.50	7.82	8.66	166.28
NH ₄ -N	4.7	9.11	17.79	29.92	78.90
SiO ₄ -Si	.4	.02	.02	.04	.10
µgat/l O ₂	550	600	*	600	800
% O ₂	102	20	*	*	30
% S	33.7	.00	.01	.03	5.41
Chlor-a	1.6	.13	.16	.82	4.07
% phaeo	28.2	25	30	60	120
Call JL					

Tabel VIb. April

	$\bar{x}$	$s_{T,bin}$	$s_{T,C}$	$s_{T,B}$	$s_{T,A}$
PO ₄ -P	1.0	.3	*	-	.8
P _{susp}	.4	.2	*	.2	.3
P _{org}	.2	.3	*	*	.3
NO ₂ -N	.8	.2	.2	*	.8
NO ₃ -N	20.1	.7	1.1	1.2	19.8
NH ₄ -N	2.9	.4	.5	.5	2.9
SiO ₄ -Si	1.4	.7	1.6	3.5	3.7
µgat/l O ₂	666	25	*	30	50
% O ₂	114	5	*	6	9
% S	32.9	.1	.1	.1	1.9
Chlor-a	6.5	1.4	1.6	2.0	2.9
% phaeo	27.4	12	*	*	*
Call JL					

Tabel VIb. Juni

		$s_{T,bin}$	$s_{T,C}$	$s_{T,B}$	$s_{T,A}$
PO ₄ -P	1.0	.3	.4	.4	.9
P _{susp}	.4	.4	*	.5	.5
P _{org}	.2	-	-	-	-
NO ₂ -N	.8	.2	.3	*	1.4
NO ₃ -N	20.1	2.7	2.8	2.9	12.9
NH ₄ -N	2.9	3.0	4.2	5.5	8.9
SiO ₄ -Si	1.4	.1	.2	.2	.3
µgat/l O ₂	666	20	*	20	30
% O ₂	114	5	*	*	6
% S	32.9	.0	.1	.2	2.3
Chlor-a	6.5	.4	.4	.9	2.0
% phaeo	27.4	5	6	8	11
Call JL					

Tabel VIc. April

	$\bar{x}$	$s_{T, bin/\bar{x}}$	$s_{T, C/\bar{x}}$	$s_{T, B/\bar{x}}$	$s_{T, A/\bar{x}}$
PO ₄ -P	1.0	30	*	--	90
P _{susp}	.4	60	*	60	90
P _{org}	.2	160	*	*	160
NO ₂ -H	.8	20	20	*	100
NO ₃ -N	20.1	3	6	6	100
NH ₄ -N	2.9	10	20	20	100
SiO ₄ -Si	1.4	50	120	250	270
µgat/l O ₂	666	4	*	5	8
% O ₂	114	4	*	5	8
‰ S	32.9	0	0	0	6
Chlor-a	6.5	20	25	30	40
% phaeo	27.4	40	*	*	*
Call	JL				

Tabel VIc. Juni

		$s_{T, bin/\bar{x}}$	$s_{T, C/\bar{x}}$	$s_{T, B/\bar{x}}$	$s_{T, A/\bar{x}}$
PO ₄ -P	1.0	50	60	65	150
P _{susp}	.4	130	*	130	150
P _{org}	.2	--	--	--	--
NO ₂ -N	.8	30	30	*	170
NO ₃ -N	20.1	30	30	35	165
NH ₄ -N	2.9	60	90	120	190
SiO ₄ -Si	1.4	30	40	50	80
µgat/l O ₂	666	4	*	5	5
% O ₂	114	4	*	*	5
‰ S	32.9	0	0	1	7
Chlor-a	6.5	20	30	60	130
% phaeo	27.4	20	20	30	40
Call	JL				

Tabel VII

Toevallige fouten veroorzaakt door opwerken en meten. n is het aantal duplo's waaruit de fout werd berekend. Voor duplometingen geldt:
 $s=0,8865 \cdot \bar{R}$.

	n	X	s_X	$s_{opw}^2 + s_{met}^2$	rel. fout (%)
PO ₄	18	0,14	0,08	0,01	57
	3	0,83	0,04	0,00	5
	6	1,73	0,08	0,01	5
NO ₂	18	0,05	0,02	0,00	40
	9	2,15	0,05	0,00	2
NO ₂ +NO ₃	19	0,13	0,01	0,00	8
	9	25,61	0,44	0,19	2
NH ₄	18	0,48	0,08	0,01	17
	10	9,35	0,28	0,08	3
SiO ₄	18	0,22	0,04	0,00	18
	10	0,76	0,06	0,00	8
P _{tot. opg.}	21	0,31	0,10	0,01	32
	7	1,54	0,16	0,03	10

Tabel VIII

Toevallige fouten veroorzaakt door opwerken en meten.

	nivo	stand.dev.	$s_{opw}^2 + s_{met}^2$	rel.fout
P _{org}	0,23 µgat.l ⁻¹	0,16 µgat.l ⁻¹	0,03	70
P _{susp}	0,30	0,22	0,05	73
NO ₃	0,43	0,05	0,00	2
	30,00	0,57	0,08	2
O ₂	596,32	8,94	79,92	2
Sal.	33,50 ‰	0,01 ‰	0,00	0
Chlor. a	0,50			≤8
Phaeo	>10 % vh totaal			≥8
	<10 % vh totaal			slecht

Toelichting bij de figuren 1 t/m 60

Per pagina wordt een overzicht gegeven van alle gegevens over één raai. Het betreft 5 figuren.

Boven de eerste figuur is op elke pagina aangegeven welke raai het betreft, wat het verloop insaliniteit over de raai is in de gevaren richting en welke figuren men op de betreffende pagina aantreft. Bij de raai-aanduiding wordt gebruikt gemaakt van de getallen 1, 25 en 50. Deze geven het aantal zeemijlen dat de raai uit de Nederlandse kust verwijderd is aan.

In de grafieken is horizontaal de plaats van monsternamen aangegeven met een "semilogaritmische" schaal: de grotere streepjes geven punten aan die 1 km uiteen liggen.

Het eerste resp. tweede kleinere streepje geven punten aan die resp. 10 en 100 meter verwijderd zijn van het voorgaande kilometerpunt. Daarbij moet in acht worden genomen dat de raaien die in juni werden gevaren niet 11 km maar $11\frac{1}{4}$ km lang zijn en dat de gebruikte afstanden 2, 5, 25, en 250 meter zijn in plaats van 10, 100 en 1000 meter.

Op de vertikale as wordt de concentratie van de betreffende componenten aangegeven in de volgende eenheden:

zuurstof % verzadiging

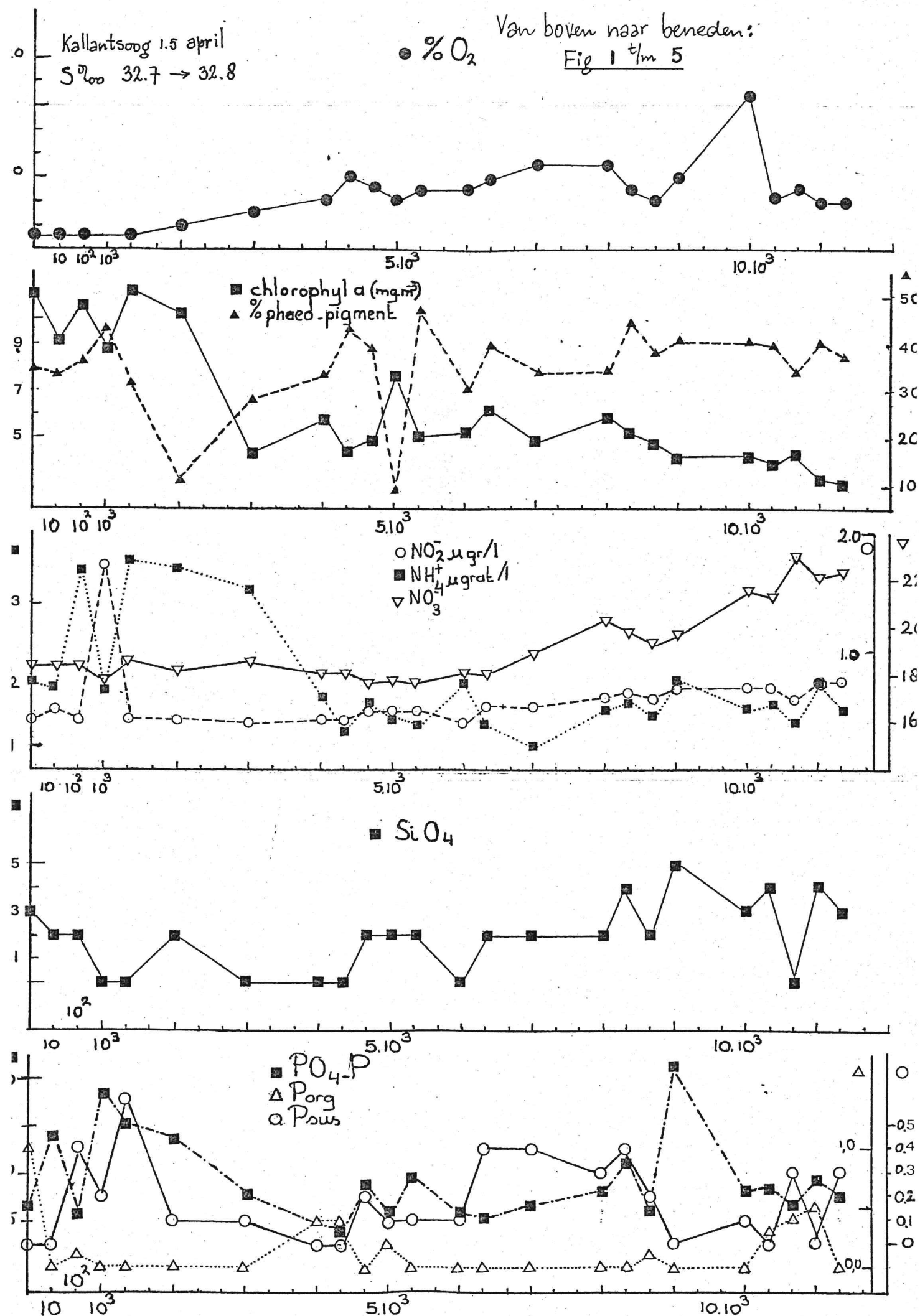
phaeopigmenten % (gewichtsfractie van phaeo+chl-a)

chlorofyl-a mg/m^3

nutriënten $\mu\text{g/l}$

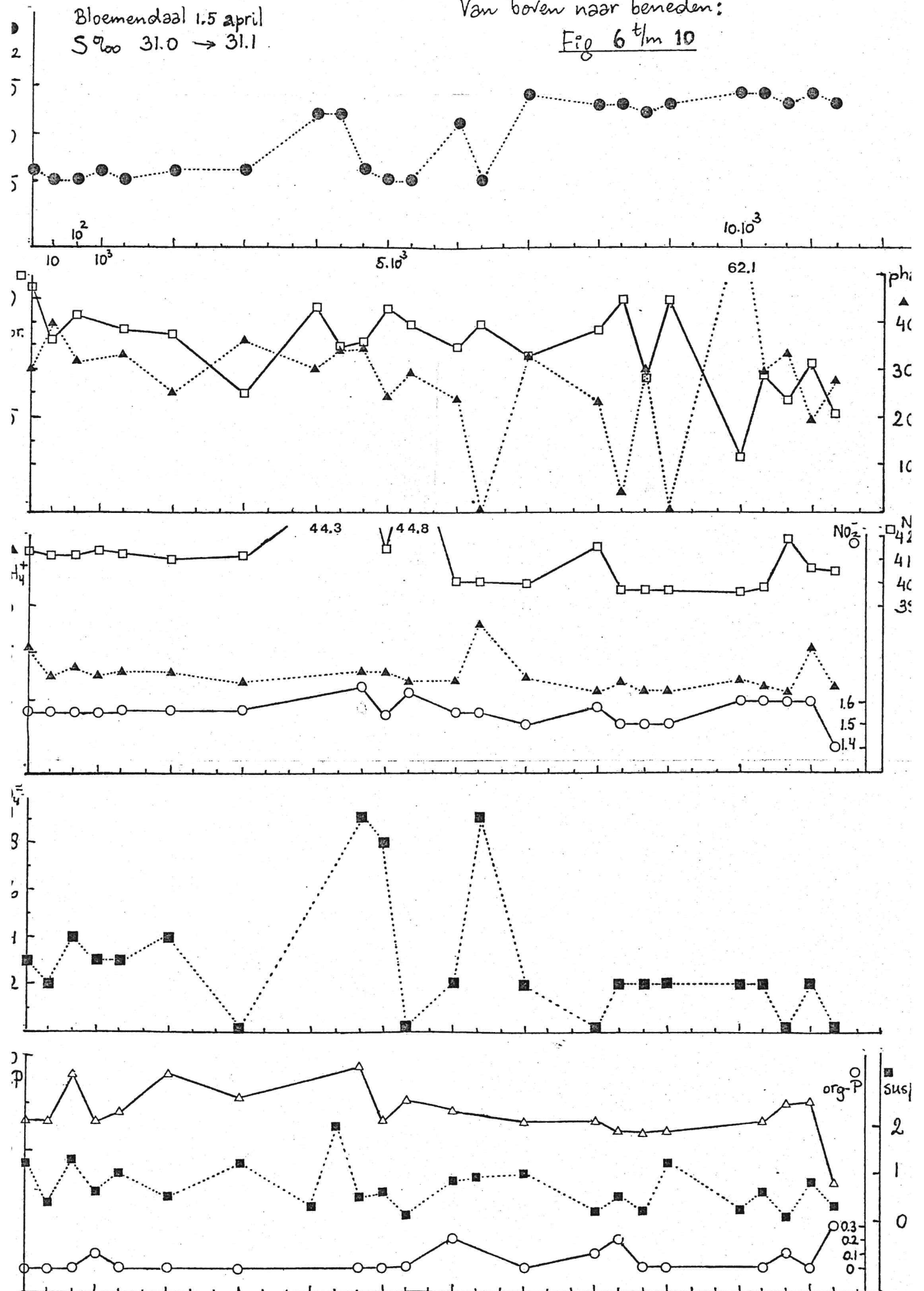
Kallantsoog 1.5 april
 S_{∞} 32.7 $\rightarrow$ 32.8

• % O_2 Van boven naar beneden:
 Fig 1 t/m 5



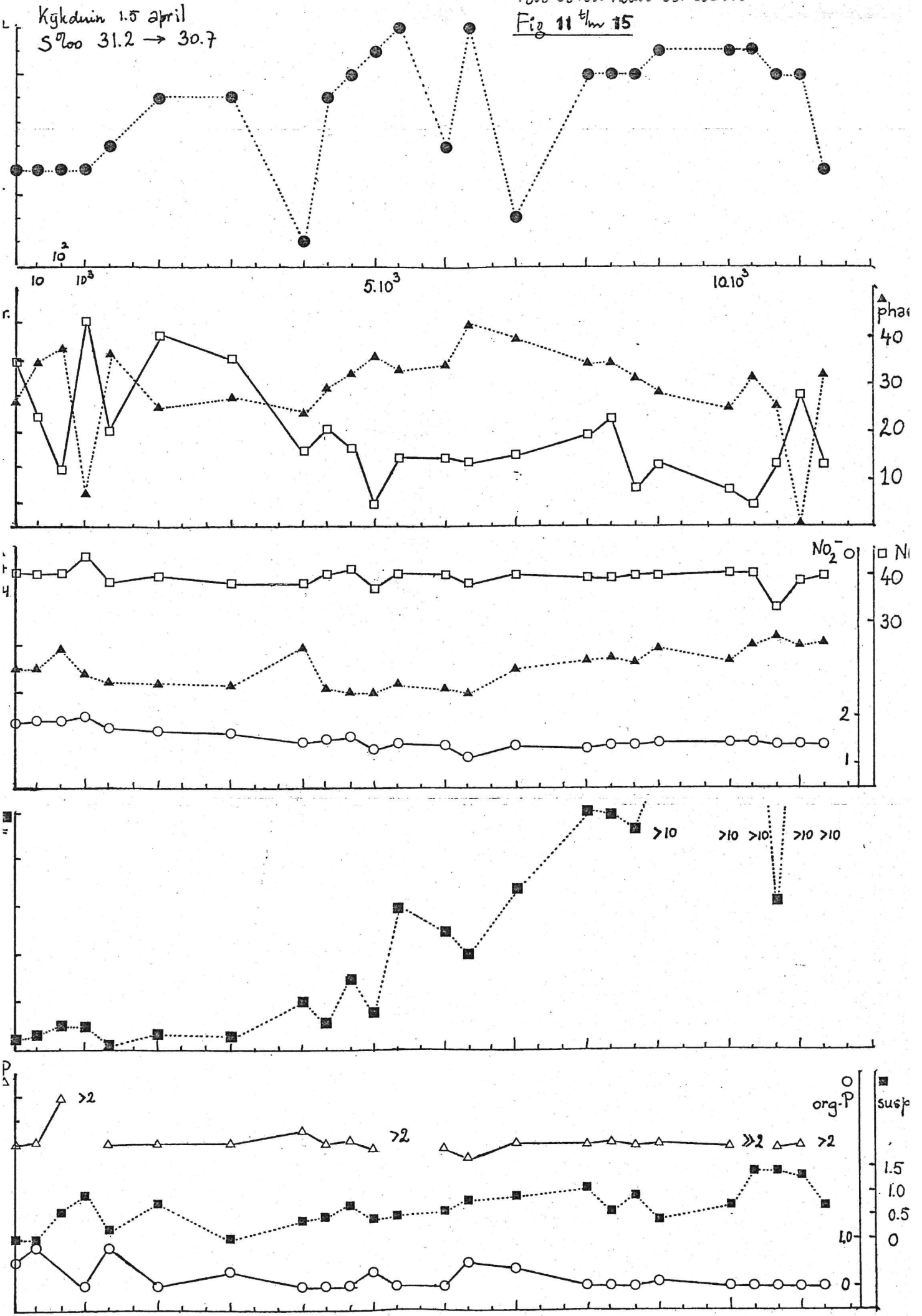
Bloemendaal 1.5 april
 S_{∞} 31.0 $\rightarrow$ 31.1

Van boven naar beneden:
Fig 6 t/m 10



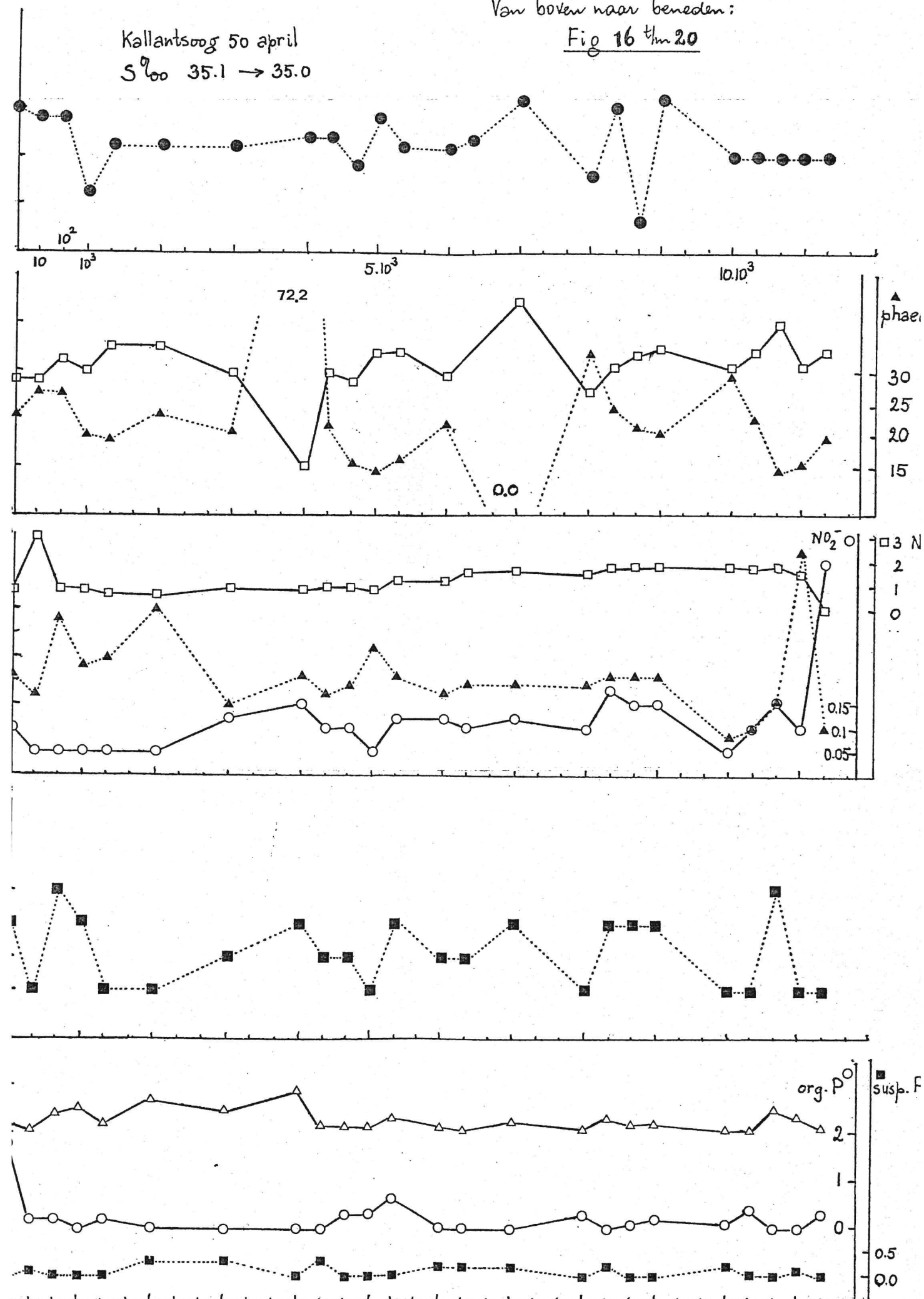
Kgkduin 1.5 april
 $S_{\text{loo}} 31.2 \rightarrow 30.7$

Fig 11 ^{thm} 15



Kallantsoog 50 april
 S_{∞} 35.1 $\rightarrow$ 35.0

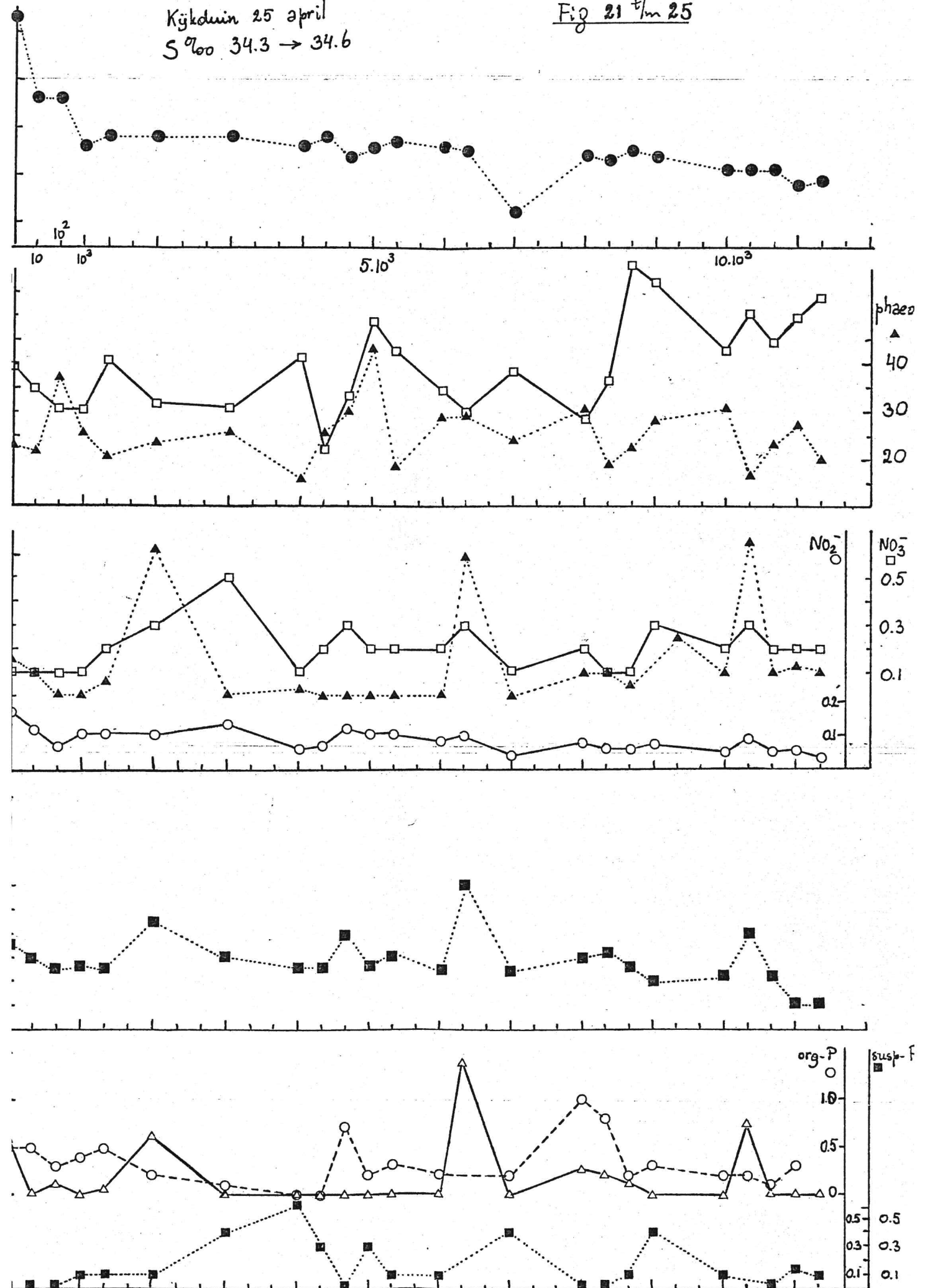
Van boven naar beneden:
Fig 16 t/m 20



Kijkduin 25 april
 $S_{\text{‰}} 34.3 \rightarrow 34.6$

Van boven naar beneden:

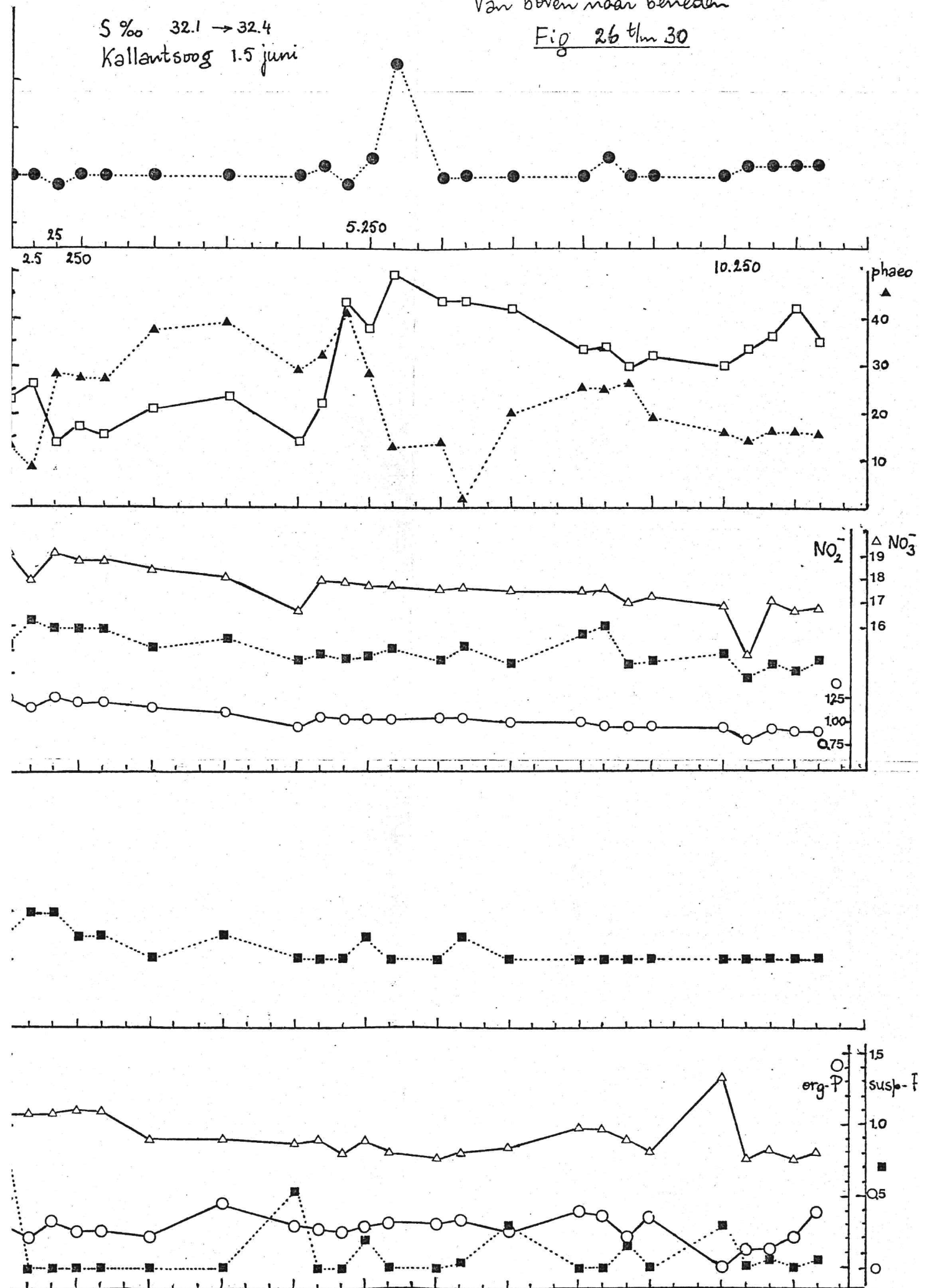
Fig 21 t/m 25



5 ‰ 32.1 → 32.4
Kallantsoog 1.5 juni

Van boven naar beneden

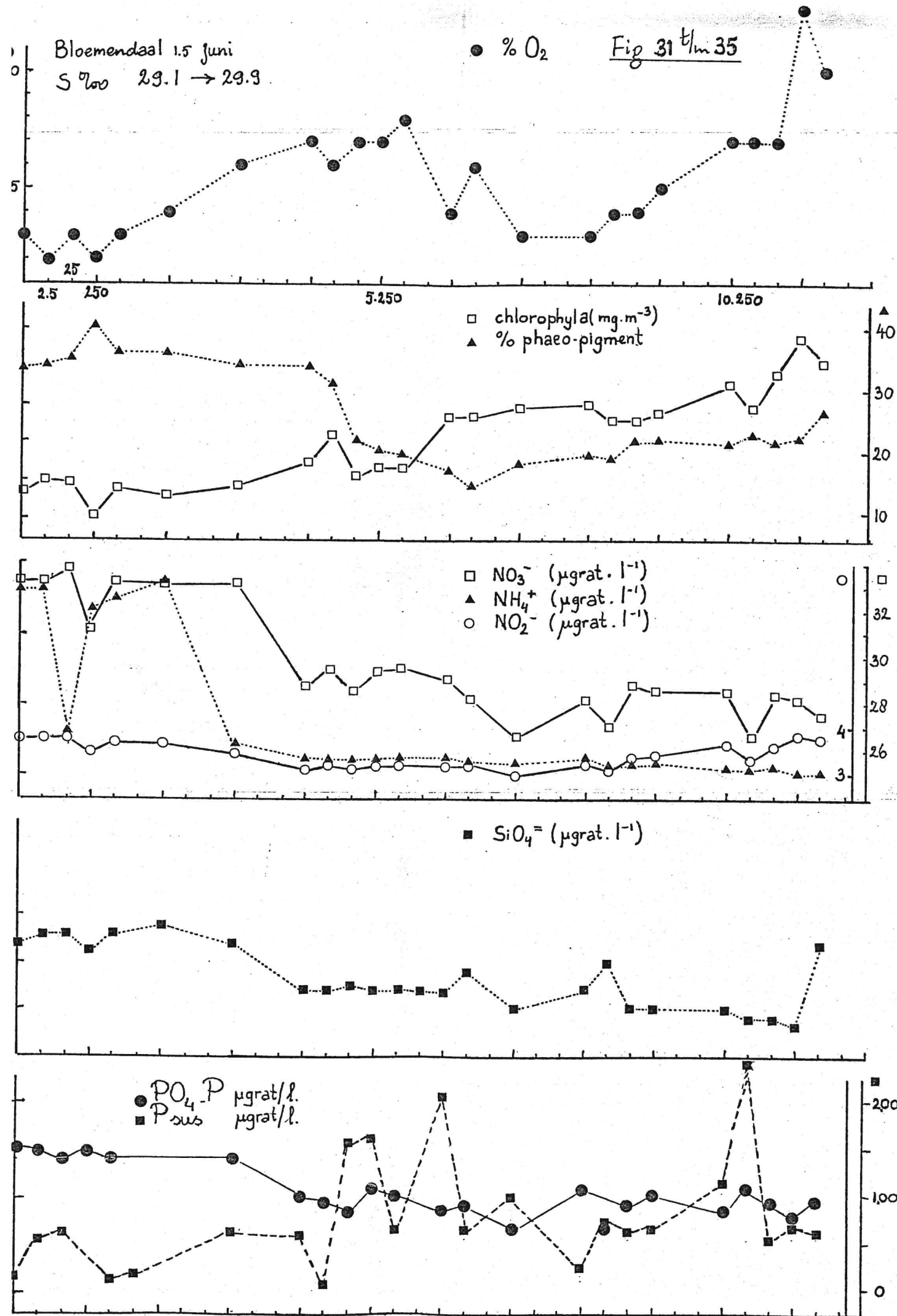
Fig 26 t/m 30



Bloemendaal 1.5 juni
 S₇₀₀ 29.1 → 29.9

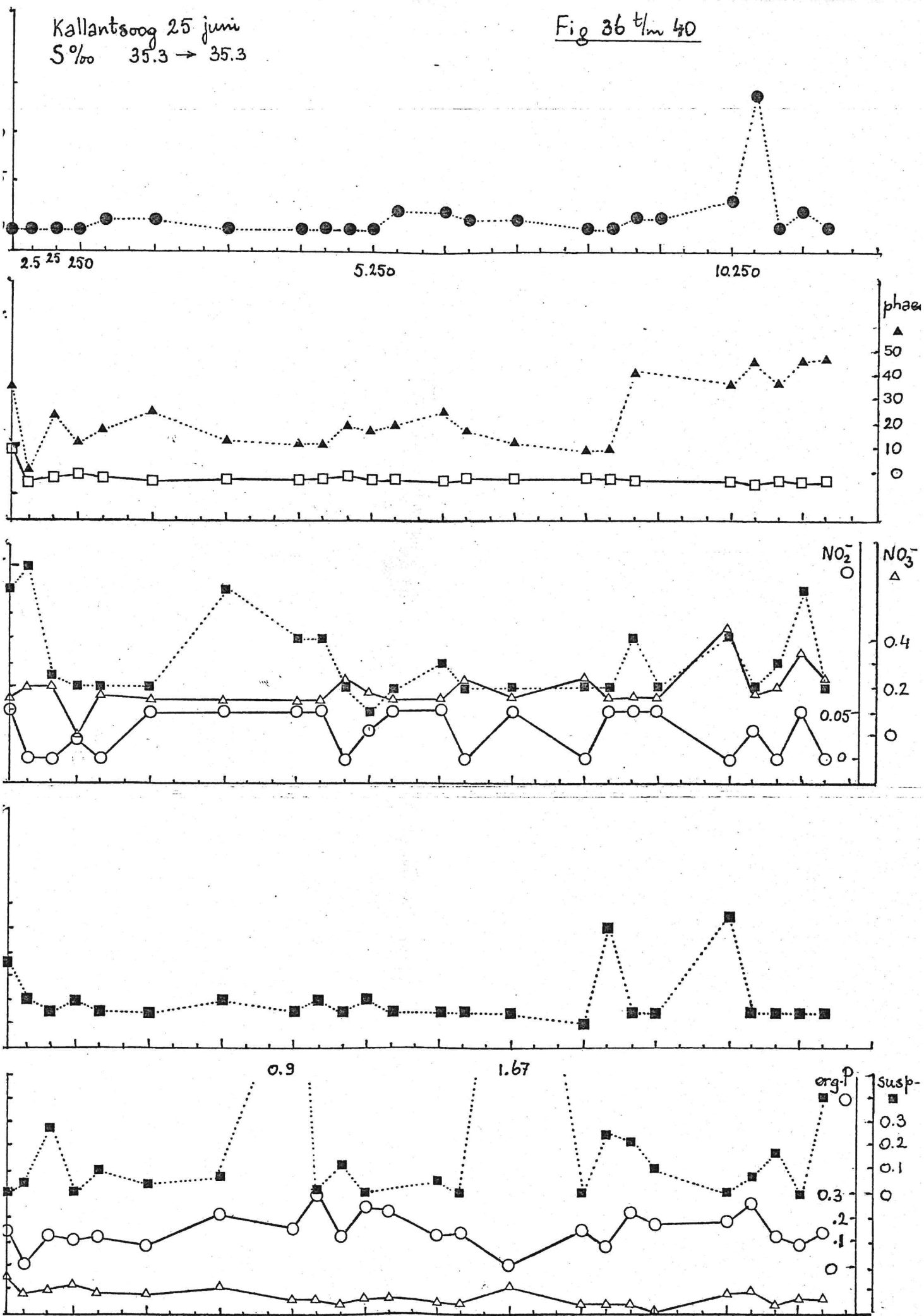
● % O₂

Fig 31 t/m 35



Kallantsøog 25 juni
 5‰ 35.3 → 35.3

Fig 36 t/m 40



Kjelduin 25 juni
 S‰ 34.6 → 34.5

Fig 41 t/m 45

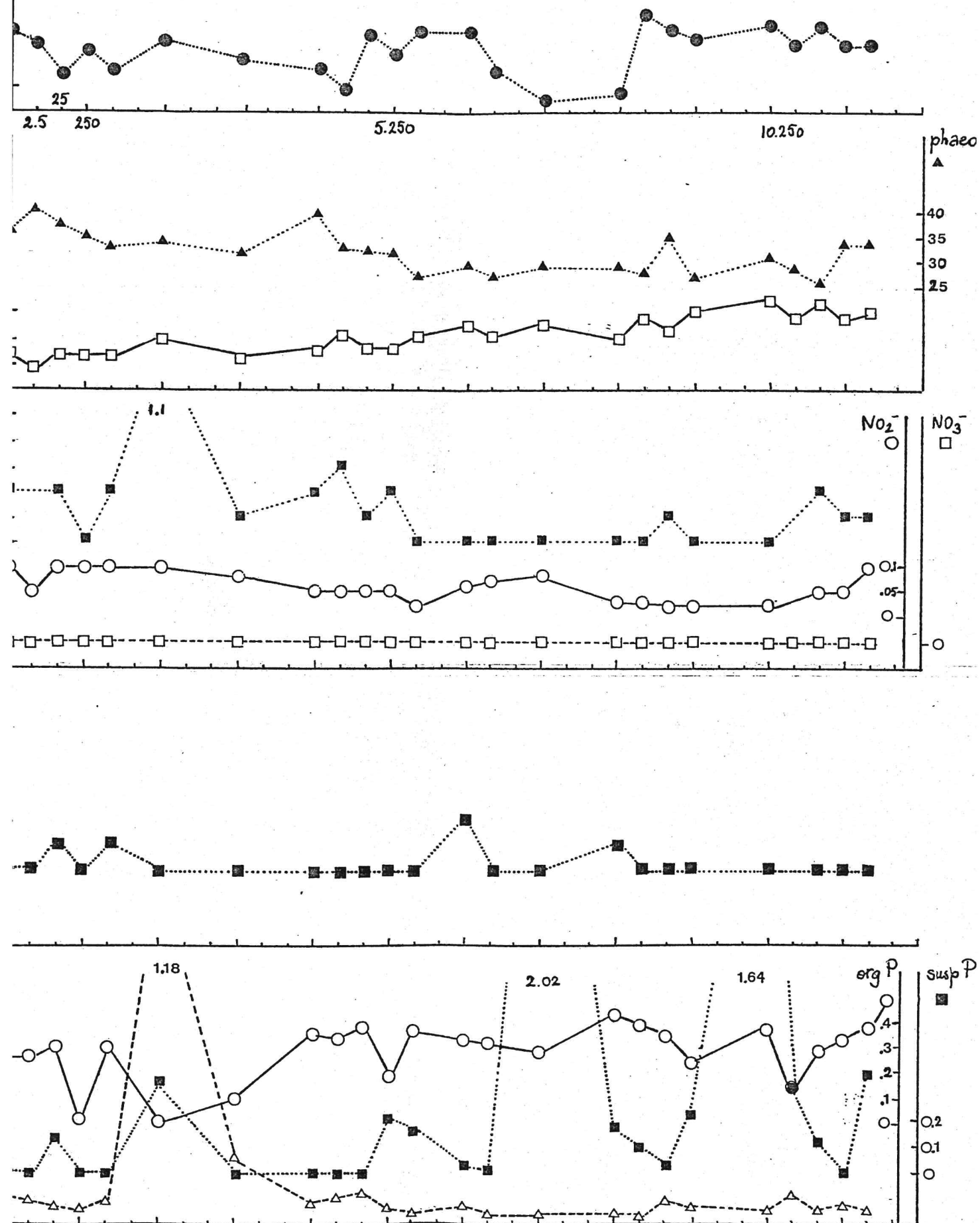
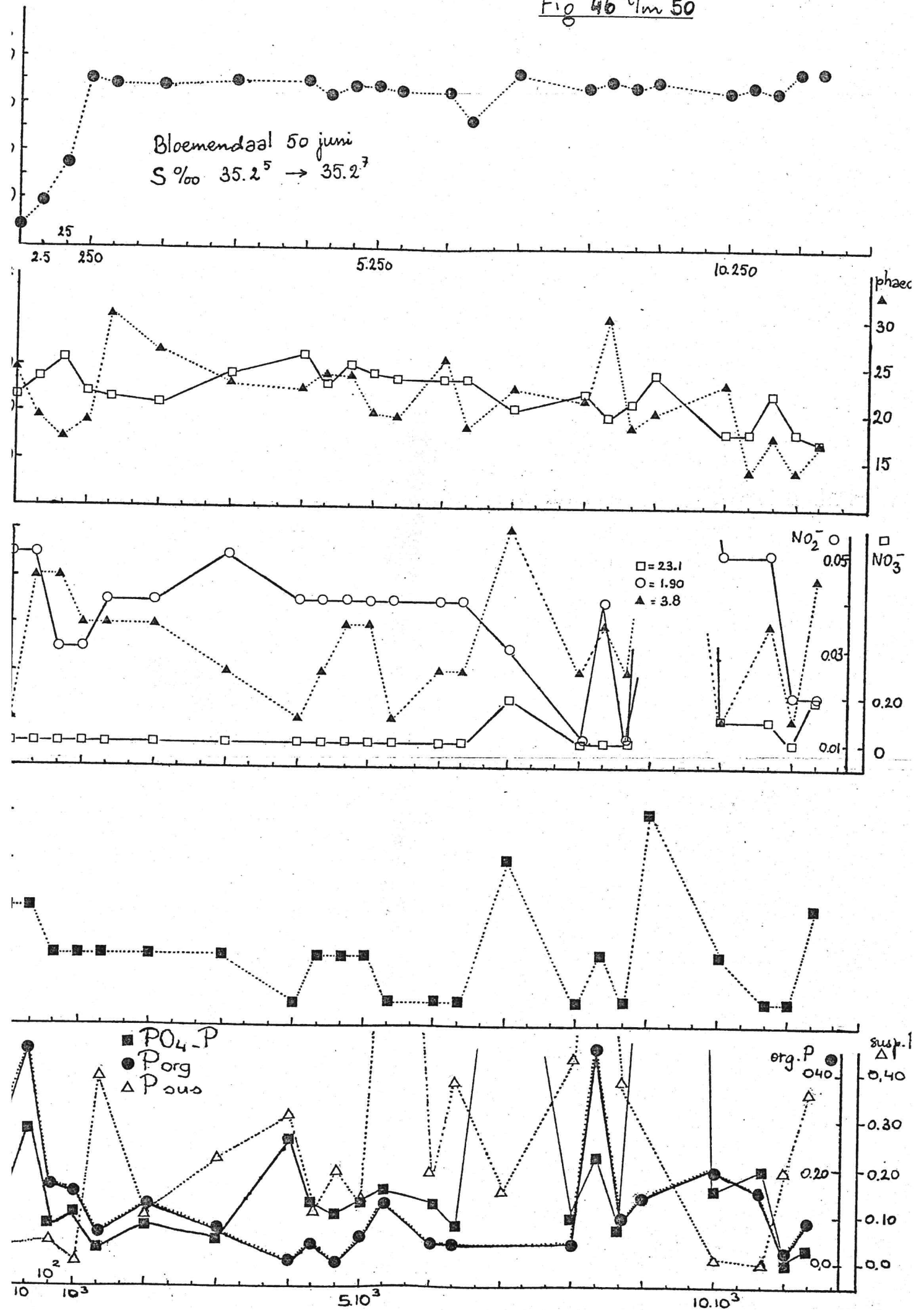


Fig 46 t/m 50

Bloemendaal 50 juni
S‰ 35.2⁵ → 35.2⁷



Kijkduin 50 juni
 $S_{\text{‰}} 35.3 \rightarrow 35.3$

Fig 51 t/m 55

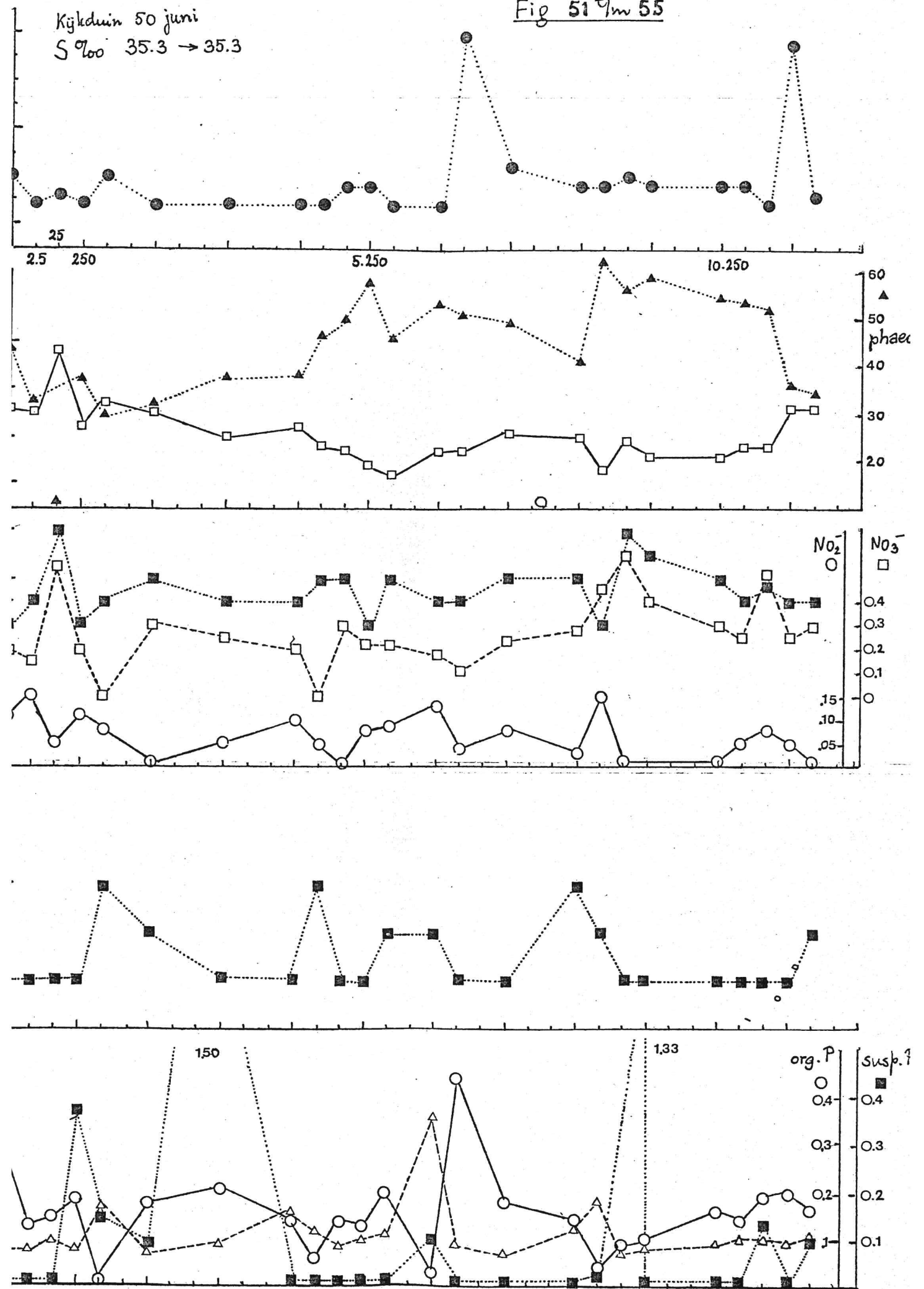
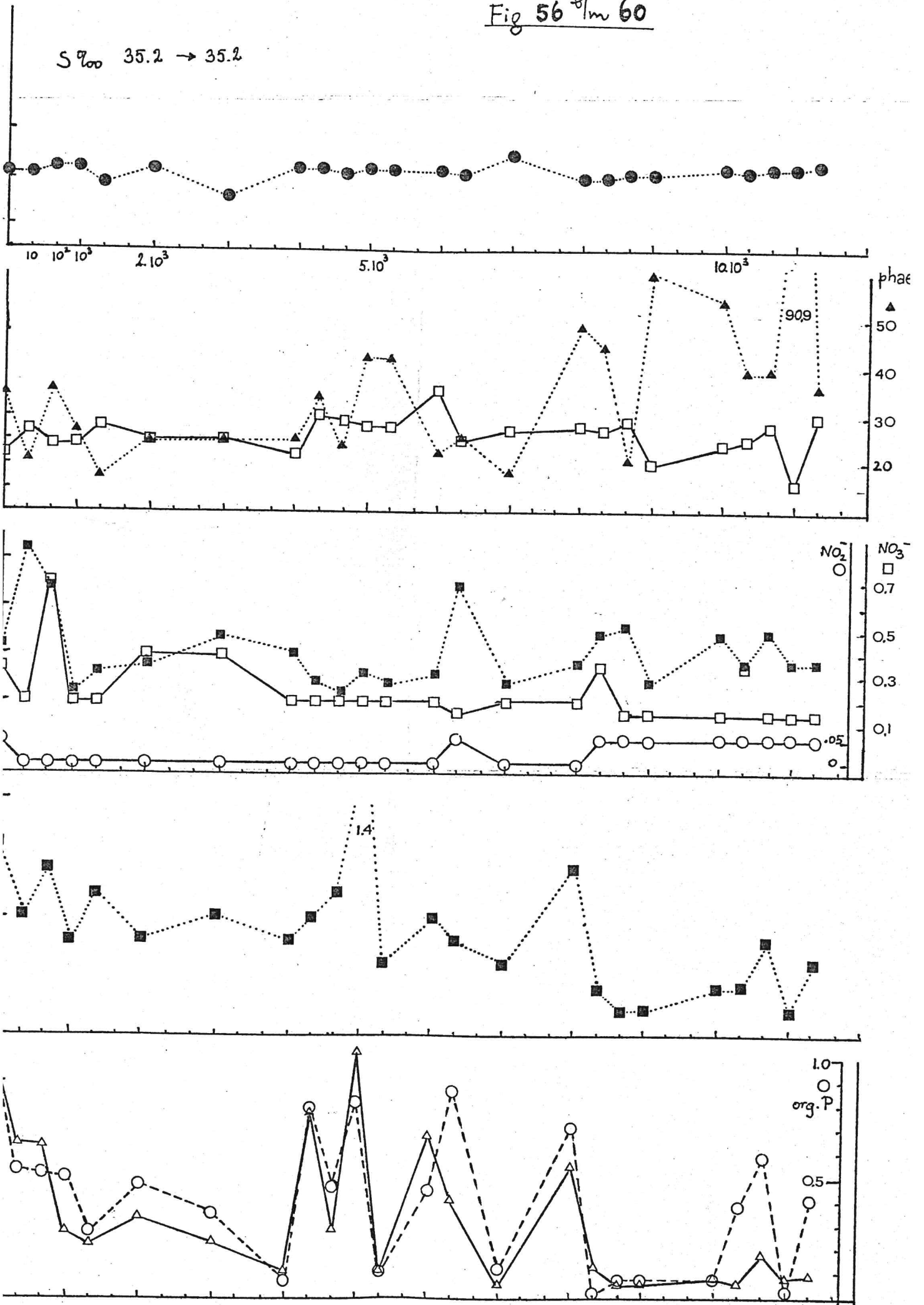


Fig 56 ⁴/_m 60

S‰ 35.2 → 35.2



Toelichting bij figuur 61

Volgens dit schema worden ALLEEN de monsters E getrokken.

De overige "monsters" worden berekend uit de analyseresultaten van de monsters E:

de monsters D zijn gemiddelden van E_1 en E_2

de monsters C zijn gemiddelden van D_1 en D_2

de monsters B zijn gemiddelden van C_1 en C_2

de monsters A zijn gemiddelden van B_1 , B_2 en B_3 .

De getallen in het schema geven de afstand in meters tussen de monsterpunten aan. In april bedroegen deze 10, 100, 1000, 2000 en 6000 meter, in juni resp. 2,5, 25, 250, 500 en 1500 meter.

Het schema is zo opgebouwd dat weerszijden van de kilometerpunten C, de monsterpunten D liggen met onderlinge afstand van 100 meter. Weerszijden van de punten D liggen de punten E met onderlinge afstand van 10 meter.

Door twee aan twee samenvoegen van de punten C, wordt een net verkregen met mazen van 2000 m. (punten B).

Door de punten B_1 , B_2 en B_3 samen te voegen ontstaat een net met mazen van 6000 m.

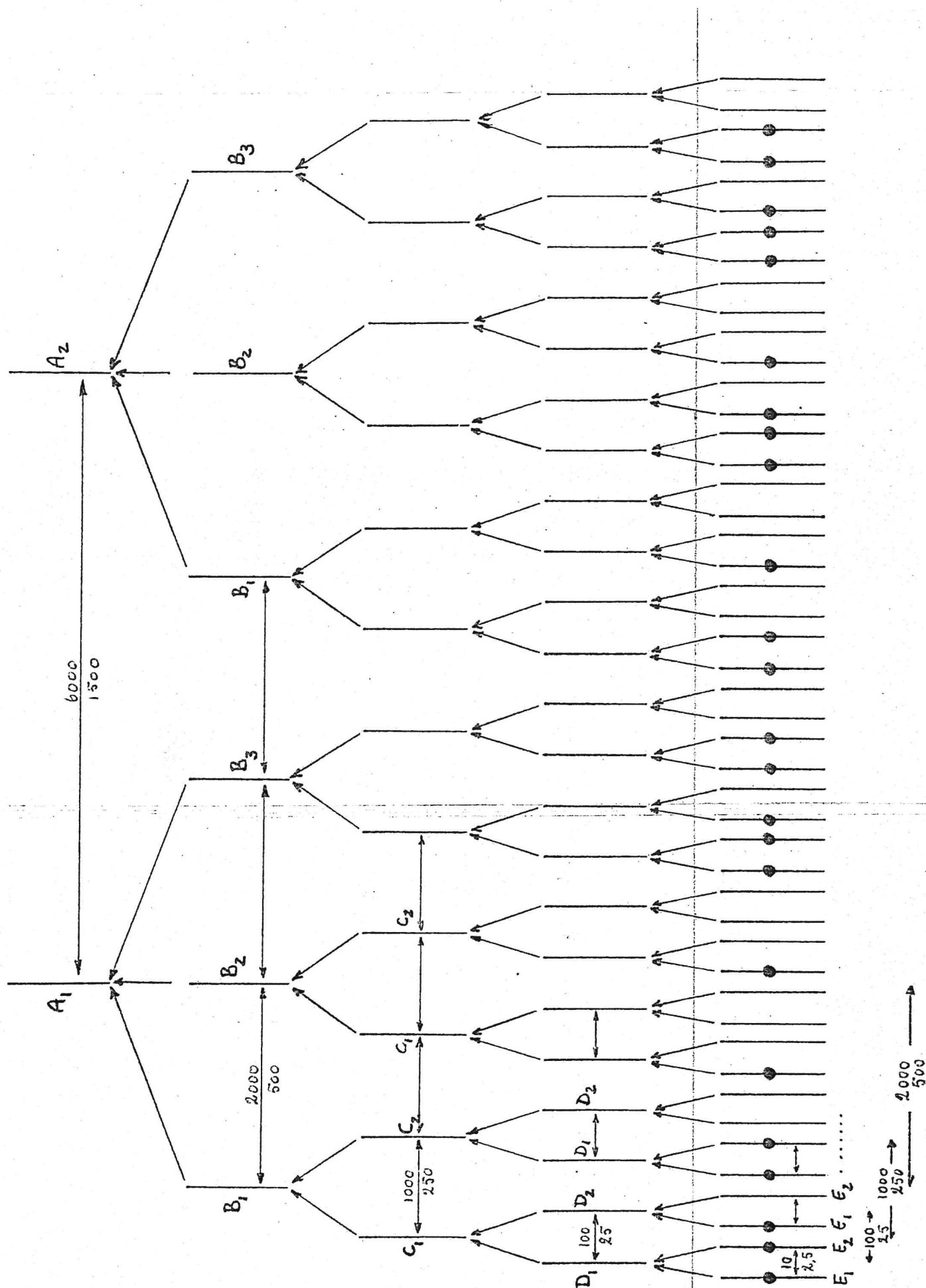


Fig. 61 Fiktieve monsters

Getrokken
monsters

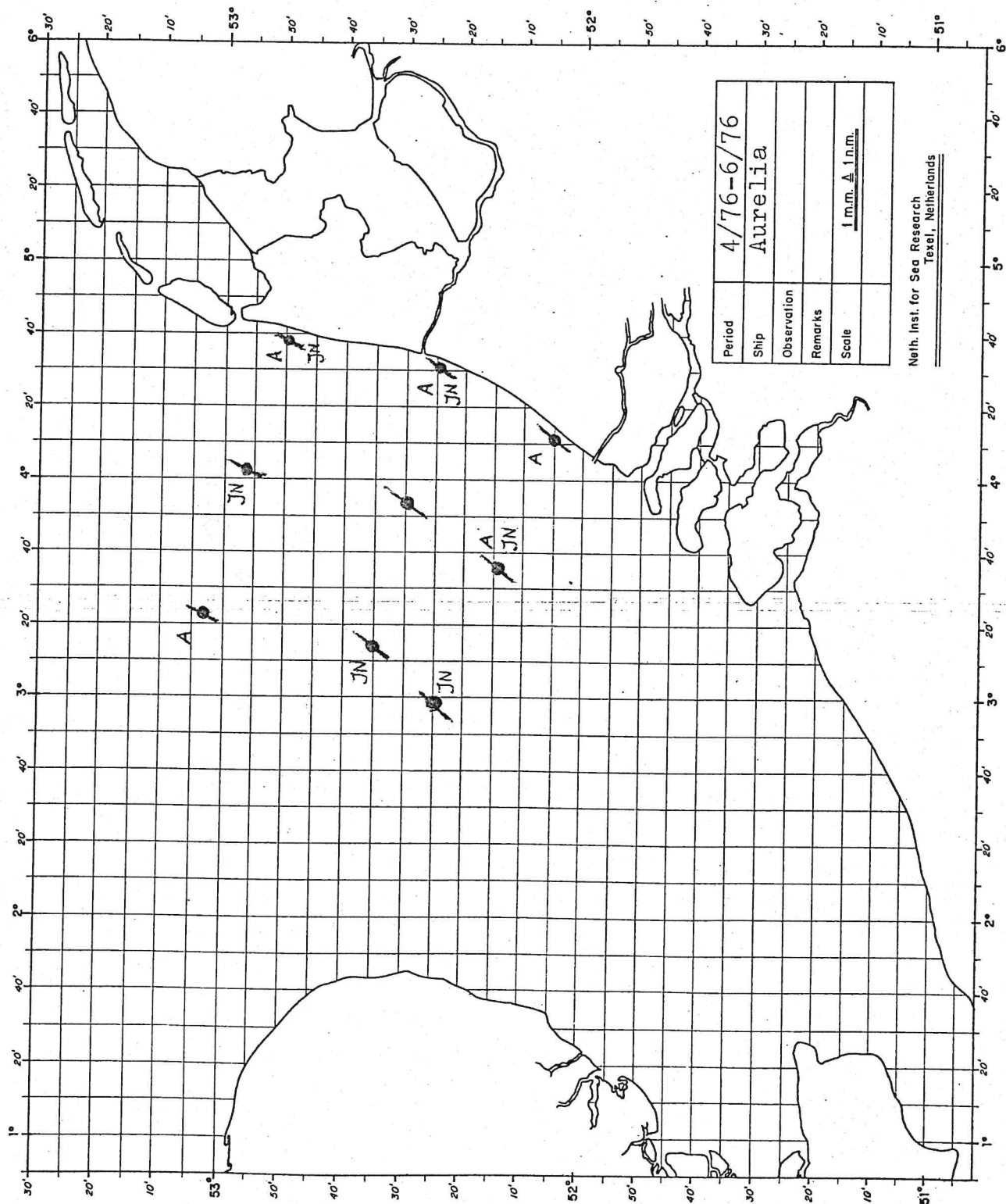


Fig. 62

● = per tocht
geplande raaien

A = in april gevaren

JN = in juni gevaren