

Josjin

ATP en organische C metingen in zwevend materiaal ter bepaling van
de verhouding tussen dood en levend plankton in de Waddenzee,
Eemsestuarium, Dollard en IJsselmeer

door

M.W. Manuels

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1973-11

13193

ATP en organische C metingen in zwevend materiaal ter bepaling van
de verhouding tussen dood en levend plankton in de Waddenzee,
Eemsestuarium, Dollard en IJsselmeer

door

M.W. Manuels

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1973-11

Rechten voorbehouden

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

ATP en organische C metingen in zwevend materiaal ter bepaling van
de verhouding tussen dood en levend plankton in de Waddenzee,
Eemsestuarium, Dollard en IJsselmeer

door

M.W. Manuels

Intern verslag

over

werkzaamheden verricht als onderwerp in het
tijdvak van april 1970 - december 1972

aan

het NIOZ te Texel

onder supervisie van

Prof. Dr. H. Postma

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1973-11

ATP en organische C metingen in zwevend materiaal ter bepaling van
de verhouding tussen dood en levend plankton in de Waddenzee,
Eemsestuarium, Dollard en IJsselmeer

door
M.W. Manuels

Inhoud:

I. Summary	1
Samenvatting	2
II. Inleiding	3
III. Methode	4
3.1 De ATP analyse	4
3.2 Analyse methode	5
3.3 ATP reactie	5
3.4 Werkzaamheden aan boord	6
3.5 Werkzaamheden in het laboratorium	7
IV. Resultaten	9
4.1 ATP	10
4.2 Organische C	11
4.3 Verhouding levende cel-C/org. C	13
4.4 Omrekening van organische C naar organisch materiaal	14
V. Litteratuur	15
Figuren	
Tabellen ATP, organisch C en % levende cel-C t.o.v. organische C	

I. SUMMARY

ATP and organic carbon

The relation between dead and living organic suspended matter has been studied by means of analyses of organic carbon and ATP. This study was carried out in the Wadden Sea, including the Dollard, Eemsestuary and the lake IJssel. The factor of HOLM HANSEN C/ATP = 250 for living matter was used in the calculations. It was shown that this ratio is only valid for fine fractions; a filter with a pore width of 150 μ was used to discard coarser material.

% living cel carbon against organic carbon

Since the amounts of organic carbon over the whole area during the periods I en II show only small variations, the changes in percentage of living cell carbon in relation to organic carbon are chiefly the result of changes in ATP- concentrations. Thus causes a distinct seasonal variation.

Near shore values are generally lower than those in the tidal inlets. Into the Emsestuary and in the Dollard the values are near zero. Also in the IJssel lake the amounts are fairly low, although primary production in the lake is higher than in the sea.

Total carbon

In addition to organic carbon and suspended matter total carbon analyses were carried out for a number of cruises. It appears that on an average suspended matter contains 18% inorganic carbon expressed as CaCO_3 , and 13% organic carbon compounds (Fig. 12 en 13). It has been estimated by means of röntgen diffraction analyses that the remainder on an average contains 85% quartz, 5% feldspates and 10% clay minerals.

SAMENVATTING

ATP en Organische C

Doormiddel van ATP- en organische C-analyses in getracht een beeld te verkrijgen van de in de Waddenzee, Eemsestuarium Dollard en IJsselmeer heersende verhouding tussen dood en levend plankton. Alleen met gebruik making van een voorfilter, poriegrootte 150μ mag de fytoplanktonfactor levende cel $\text{C}/\text{ATP} = 250$ worden gebruikt en kunnen in de Waddenzee en het Eemsestuarium met een factor 2,5 via organische C, concentraties aan organisch materiaal worden berekend.

% levende cel C t.o.v. organische C

Daar de gehalten aan organische C in het gehele gebied gedurende periode I en II weinig variëren zijn veranderingen in percentages levende cel C t.o.v. organische C grotendeels het gevolg van veranderingen in ATP-concentraties. Derhalve is een duidelijke seizoens variatie waarneembaar.

In de Waddenzee nemen de percentages naar de kust toe af. In het Eemsestuarium zijn de nul waarden ter hoogte van Delfzijl reeds bereikt. In de Dollard (st. nr 108) zijn gedurende periode II een aantal maal relatief hoge ATP waarden gemeten, maar ten gevolge van zeer hoge gehalten aan organische C zijn de percentages levende cel C laag. Het IJsselmeer geeft, niet volgens verwachting gedurende periode I en II lage percentages te zien.

Totaal C

Naast organische C en zwevend materiaal zijn tijdens een aantal tochten totaal C analyses verricht. Hieruit blijkt dat het zwevend materiaal gemiddeld voor 18% bestaat uit anorganische en voor 13% uit organische C verbindingen (Figuren 12 en 13). Met behulp van een röntgen diffractometer (v.d. Gaast) is bepaald dat het restant voor 85% uit kwarts, 5% uit veldspaten en 10% uit kleimineralen bestaat.

II. INLEIDING

In de periode april 1970 - augustus 1971, verder te noemen periode I, zijn de gehalten aan ATP, organische C en zwevend materiaal gemeten in de Waddenzee, Eemsestuarium, Dollard en IJsselmeer. Van maart tot en met december 1972, periode II, zijn de zelfde analyses verricht op een geringer aantal monsterpunten (onderstreept in Fig. 1 en Tabel XXII).

HOLM HANSEN (1966, 1969, 1970) heeft een factor bepaald, waarmee het ATP gehalte (ng/l) omgerekend kan worden naar het gehalte aan C in de levende cel.

Er van uitgaande dat het gehalte aan organische C (mg/l) afkomstig is van het totaal aanwezige plankton, levert $\frac{\text{levende cel C}}{\text{organische C}}$ de gevraagde verhouding tussen dood en levend plankton op.

Het gehalte aan zwevend materiaal (mg/l) wordt gemeten om naast de concentraties ook de percentages van de gemeten C-componenten te kunnen berekenen.

III. METHODE

3.1 De ATP analyse

De ATP- analyse berust op een aantal factoren, waarvan de belangrijkste zijn:

- a. Alleen levende cellen bevatten ATP; na afsterven verdwijnt het ATP door hydrolyse. ATP speelt een belangrijke rol bij de energieoverdracht in levende cellen. De cel neemt voedingsstoffen op, ATP wordt gevormd uit ADP door opname van een PO_4 groep. De energie benodigd ^{mm} van de processen in de cel komt vrij door de omzetting $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP}$ (Δ Energie = 12000 cal/mol) (Fig. 2).
- b. De verhouding ATP ten opzichte van levende cel-C is redelijk constant. De verhouding kan echter per organisme verschillen (Fig. 3). HOLM HANSEN heeft een gemiddeld verhoudingsgetal bepaald in monocultures van een 30 tal fytoplanktonsoorten (7 klassen) en bacteriën. Daarbij heeft hij gewerkt onder uiteenlopende omstandigheden, wat betreft temperatuur, licht en voedingsstoffen en met organismen zowel in de logaritmische als in de stagnerende groeifase. De gemiddelde verhouding levende cel C/ATP bedraagt 250.

Het is de vraag of deze voor de oceaan gevonden factor voor e *in culturas*
 estuarien gebied gehanteerd mag worden. Ten gevolge van de zout-
 gradient en de sterke seizoensinvloeden (temperatuur, licht)
 verschilt de samenstelling van het plankton in het zwevend materiaal
 van plaats tot plaats, van tijd tot tijd, hetgeen het uiteindelijk
 bepalen van een gemiddelde estuariumfactor zal bemoeilijken.

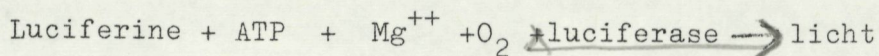
Bij het berekenen van de in dit verslag vermelde gegevens is
 desalniettemin uitgegaan van de factor 250.

3.2 Analysemethode

De analysemethode is volgens HOLM HANSEN & BOOTH (1966). Wijzigingen
 op deze methode aangebracht hebben voornamelijk betrekking op het
 gebruik van de vloeistofscintillatieteller en werkzaamheden aan
 boord.

3.3. ATP reactie

MAC ELROY (1953) en SCHRAM (1970) beschrijven de verschillende
 stappen der reactie. De vereenvoudigde totaal reactie ziet er als
 volgt uit:



De lichtopbrengst, in de vorm van fotonen, wordt gemeten als
 tellingen per minuut op een Nuclear Chicago Mark I vloeistofscyn-
 tillatieteller. De reactie komt zeer snel op gang. Binnen enkele
 seconden bereikt zij haar maximum, waarna eerst een snelle, daarna
 geleidelijke afloop optreedt (Fig. 4).

De reactie is pH gevoelig. Bij pH 7,75 is de lichtopbrengst
 maximaal (Fig. 5). De reactie is temperatuurgevoelig door de werking
 van het enzym luciferase. De reactie is gestandaardiseerd op 10 °C.

3.4 Werkzaamheden aan boord

Op een 40 tal stations worden, met behulp van een Postma-waterschepper, oppervlakte monsters genomen.

Tijdens het filtreren wordt gebruikt gemaakt van een voorfilter met een poriegrootte van 150 micrometer (μ). Gefiltreerd wordt over Whatman GF/C glasvezel filter, porie grootte $0,45/\mu$.

ATP

De ATP analyse geschiedt in tweevoud. De 1 liter monsters worden zo snel mogelijk gefiltreerd. De filters mogen tijdens het filtreren niet droogstaan omdat dan door afsterven van cellen verlies van ATP optreedt.

Na filtratie de filters snel overbrengen in een centrifugebuis, toevoegen 5 ml kokende Tris buffer pH 7,75 en 5 minuten laten door koken in een reageerbuisverwarmer.

Het is van belang dat na filtratie zo snel mogelijk kokende Trisbuffer wordt toegevoegd, de cellen worden dan onmiddellijk gedood. In de periode tussen filtratie en extractie treedt verlies van ATP op. Na 5 minuten kan dit verlies reeds 50% bedragen.

De extractietemperatuur moet zo hoog mogelijk zijn. Bij temperaturren lager dan 90°C treedt een aanzienlijk ATP verlies op, bij 50°C kan dit verlies 100% bedragen. De extractietijd moet minimaal 5 minuten zijn. Het effect van langer extraheren is niet merkbaar.

Er wordt een blanco bepaling verricht door 1 liter filtraat opnieuw te filtreren. Dit filter ondergaat de zelfde behandeling.

Organische C

Zo snel mogelijk wordt 1 liter gefiltreerd. Na filtratie wordt 5 ml HCl 1:1 op het filter gebracht.

De extractietijd is 6 minuten. Daarna wordt het filter grondig gespoeld en, in aluminium folie verpakt en voorgedroogd op 50°C .

In het laboratorium is beproefd hoelang en met welke concentratie zoutzuur het filter moet worden behandeld opdat alle carbonaten zijn verwijderd. HCl 1:1 is gebleken een geschikte concentratie te zijn; na 6 minuten extraheren treedt geen verandering in het gehalte aan zwevend materiaal meer op (Fig. 7). Een röntgendiffractieanalyse toonde reeds na 5 minuten geen CaCO_3 meer aan.

Zwevend materiaal

Het gehalte van zwevend materiaal wordt verkregen door filtratie van 1 liter water. De tevoren gewogen filters worden na filtratie gespoeld en verpakt in aluminium folie en voorgedroogd op 50°C (Fig. 6).

3.5 Werkzaamheden in het laboratorium

ATP (ng/l)

Aan vuurvliegenextract (Sigma FLE 50, bewaren op -25°C) wordt de avond voor de metingen 5 ml Trisbuffer pH 7,75 toegevoegd. Het mengsel wordt bewaard bij 4°C en de volgende morgen gecentrifugeerd. De bovenstaande heldere vloeistof wordt gedecanteerd en aangevuld met Trisbuffer (verdunningsfactor 5).

Door de lange periode tussen het toevoegen van 5 ml Trisbuffer en het centrifugeren is de werking van het vuurvliegenextract verminderd. Daarentegen is de reproduceerbaarheid van de analyse aanzienlijk toegenomen. Het onverdunde mengsel, bewaard bij -25°C , is lang tijd houdbaar.

Een serie centrifugebuizen wordt ontdooid, op kamer temperatuur gebracht en gecentrifugeerd.

Met behulp van Eppendorf micropipetten worden in een telvaatje achteréenvolgens 1000 microliter verdund vuurvliegenextract en 200 microliter monster gebracht.

Er wordt een minuut geteld.

- De serie centrifugebuizen mag niet te groot zijn. Gedurende de meettijd vermindert de werking van het vuurvliegenextract en kan verlies aan ATP ontstaan.
- Het reactiemengsel kan gewijzigd worden naar gelang het gebied waarbinnen gemeten wordt. Het oorspronkelijke mengsel (HOLM HANSEN & BOOTH 1966) geeft goede resultaten tot 100 ng/l. Binnen dit gebied kan uitsluitend in de planktonarme maanden worden gemeten. De teltijd varieert in de literatuur van enkele seconden tot enige minuten.
- Omdat de reactie tijdens de eerste minuut al sterk afloopt (Fig. 4).
 - a) is beproefd of het aantal tellingen gedurende de 2^e, 3^e.... minuut een gunstiger resultaat op levert. Dat blijkt niet het geval te zijn (Fig. 9).
 - b) kan niet worden geteld met gebruikmaking van een dode tijd correctie.
 - c) moet de tijd tussen het pipetteren van het reactiemengsel en het aanvangen van de telling (20 seconden) zo goed mogelijk worden gestandaardiseerd.

Voor de eerste metingen en na de laatste wordt een ijklijn gemaakt ($\text{CH}_{14} \text{O}_{13} \text{N}_5 \text{P}_3 \text{Na}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, molecuulgewicht :605, bewaard op -25°C). Door veroudering van het vuurvliegenextract en hydrolyse van ATP tijdens het meten zullen de ijklijnen in niveau verschillen. Het berekenen van de concentratie geschiedt met behulp van de gemiddelde ijklijn (Fig. 8).

- De ATP standaarden en monsters worden op anologe wijze bereid. Tijdens het koken der standaarden blijkt een gering verlies van ATP op te treden.

- Het lichtopwekkend vermogen verschilt per Sigma ampul. Daarom dient voor er na elke serie ATP metingen een ijklijn te worden gemaakt.
- Door niet gebruik te maken van de dode tijd correctie zal de ijklijn bij grote ATP- concentraties niet langer bruikbaar zijn. De vloeistofscyntillatieteller kan de grote hoeveelheid fotonen tijdens de aanvang der reactie niet voldoende verwerken

Organische C (mg/l)

De met HCl 1:1 behandelde en op 50 °C voorgedroogde filters worden gedroogd op 105 °C en met zuurstoftoevoer en CuO als oxydatiemiddel bij 850 °C verbrand in een Coleman junior C en H - analyzer.

Het gevormde CO₂ wordt gebonden aan een absorbtiemiddel, in een buisje dat tevoren gewogen is. Na terugweging vindt men het aantal mg/l CO₂, waarna het organische C-gehalte kan worden berekend.

Zwevend materiaal (mg/l)

De voorgedroogde filters worden gedroogd op 105 °C en teruggewogen. De gewichtstoename van de tevoren gewogen filters levert het gehalte aan zwevend materiaal $\leq 150 \mu\text{op}$.

IV. RESULTATEN

Gedurende periode I is tijdens het filtreren van monsters, bestemd voor ATP-, organische C-, gesuspendeerd P-, en zwevend materiaal analyses, gebruik gemaakt van een monylgas voorfilter, poriegrootte 150 (μ). Dit voorfilter is gedurende periode II niet gebruikt. Uit de resultaten blijkt dat door de aanwezigheid van zooplankton in het residue een aantal omrekeningfactoren niet meer juist is toe te passen.

Zwevend materiaal en gesuspendeerd P cijfers zijn in dit verslag niet opgenomen omdat zij reeds grotendeels zijn gepubliceerd (DE JONGE 1971; MANUELS & ROMMETS, 1972).

4.1 ATP

Waddenzee

De ATP concentraties in de Waddenzee zijn sterk seizoenafhankelijk (Figs. 10 en 11). Gedurende periode I komen in de zonarme maanden de waarden niet boven 50 ng/l in de periode april-september stijgen ze tot 1000 ng/l.

Periode II geeft door het weglaten van het voorfilter veel hogere waarden te zien (juli 1971 9000 ng/l).

Naar de kust nemen de concentraties af. Het Noordzeewater in de zeegaten bevat weinig slib, er zal onder invloed van de zonne-energie en voldoende aanwezigheid van voedingstoffen, een grotere phytoplanktongroei dan in het slibrijkere ondiepe kustwater optreden.

Van een te verwachten concentratieverhoging op de wantijen lijkt nauwelijks sprake te zijn. In de omgeving van het Terschellinger wantij (st. nrs. 25-30) treedt een, vooral in de planktonrijke periode, duidelijk aantoonbare verlaging op, die geweten kan worden aan de uitgebreide mosselpercelen aldaar.

Ten bewijze van de planktonconsumptie door de mossellen kunnen de verhoogde P- en N concentraties ten plaatse dienen.

IJsselmeer

Er kan in de Waddenzee, wat ATP concentraties betreft, geen sprake zijn van een IJsselmeerinvoel. Integenstelling tot de in de plankton gunstige perioden t.o.v. de Waddenzee zeer hoge actuele primaire productie waarden (POSTMA & ROMMETS, 1970) blijken de ATP concentraties in het algemeen niet boven 500 ng/l uit te komen. De vermoedelijke oorzaak kan liggen in het feit dat Scenedesmus, die het gehele jaar een groot percentage (90%, CADÉE) van het IJsselmeerplankton uitmaakt, variërend van 10^7 tot 2×10^8 exemplaren per liter, zich moeilijk laat extraheren. Microscopproeven tonen aan

dat zowel na respectievelijk 5 min koken met Trisbuffer, ultrasonoor trillen en vermalen met Potterbuizen, *Scenedesmus* nog intact is.

Scenedesmus komt in de Waddenzee in te geringe hoeveelheden voor (CADÉE) om invloed op de ATP concentratie te kunnen uitoefenen.

Eemsestuarium

Het Eemsestuarium geeft naar binnen een snelle afname te zien. De nulwaarden worden reeds bereikt, voordat het troebelingsmaximum aanvangt (MANUELS & ROMMETS, 1972). Tot het troebelingsmaximum oefenen voornamelijk de afvoeren van Delfzijl en Emden een negatieve invloed uit op het voorkomen van fytoplankton. De nulwaarden in het troebelingsmaximum kunnen worden veroorzaakt door een geringe aanwezigheid van fytoplankton, daar fotosynthese ter plaatse nauwelijks mogelijk is, gecombineerd met ATP afbraak tijdens de analyse van slibrijke monsters (ERNST, 1970).

Dollard

In het binnendeel van de Dollard daalt het O_2 - percentage snel naar nul door oxydatie van het door de Westerwoldse A aangevoerde organische materiaal. De in dit reducerende milieu, in periode II, enige malen gemeten hoge waarden zijn dan ook hoogst waarschijnlijk niet afkomstig van fytoplankton.

4.2 Organische C

Waddenzee

In de Waddenzee geven de percentages organische C ten opzichte van zwevend materiaal $\leq 150 \mu$ over de gehele periode april 1970 - december 1972 weinig verschillen te zien. Het gemiddelde percentage bedraagt 5% (Fig. 12 en 13).

Wanneer toch de indruk van een verhoging - tot 15%, op monsterpunten waar de Noordzee z'n invloed doet gelden - bestaat, valt dit samen met perioden van planktonbloei.

IJsselmeer

In het IJsselmeer is de aanwezigheid van plankton veel spectaculairder aantoonbaar. Gedurende periode I stijgt het percentage van 10% in de planktonarme periode tot ca 25 - 30% in juni/september (Fig. 12). In periode II stijgt het percentage van ca 10% in de wintermaanden tot 65% in september 1972. Het niveau van de percentages ligt duidelijk hoger dan in period I. Waarschijnlijke oorzaak is de aanwezigheid van zooplankton op de filters (Fig. 13).

Eemsestuarium

De percentages in het Eemsestuarium (gemiddeld over de posities 86,93 en daar waar $\% S \leq 0,5$) vertonen weinig schommelingen. Het gemiddelde percentage over de gehele periode april 1970 - december 1972 bedraagt 4,5%.

Dollard

In de Dollard is er in periode II sprake van twee duidelijke pieken. Van september tot december 1972 stijgen, vermoedelijk ten gevolge van de aardappelmeel -, strokarton - en suikerbieten campagne, de percentages van 7 tot 30%. De piek in het voorjaar 1972 kan in geen geval door enig campagneffect worden verklaard. Er zou sprake kunnen zijn van opwervelen van organisch materiaal door slechte weeromstandigheden, alhoewel het regelmatig aflopende karakter van de curve van mei tot september deze veronderstelling tegenspreekt (Fig. 13).

Door de, in vergelijking tot het IJsselmeer, veel hogere concentraties zwevend materiaal in de Waddenzee (met uitzondering van de zeegaten) en het Eemsestuarium, zal de invloed van de aanwezigheid van zooplankton op de filters (periode II) gering van invloed zijn op de percentages organische C.

4.3 Verhouding levende cel C ten opzichte organische C

Door ATP concentraties met de fytoplankton factor 250 te vermenigvuldigen worden de concentraties levende cel C, verkregen.

Er van uitgaande dat gemeten organische C waarden corresponderen met de totaal aanwezige hoeveelheden (levend + dood) organisch materiaal geeft het percentage levende cel C ten opzichte van organische C een beeld van de verhouding dood/levend fytoplankton

Periode I

Daar de percentages organische C ten opzichte van zwevend materiaal $< 150 \mu$ weinig fluctueren worden de verkregen percentages levende cel C ten opzichte van organisch C voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van ATP.

- Er treedt der halve een duidelijk seizoneseffect op, terwijl daar waar mariene omstandigheden heersen de percentages hoger zijn dan aan de kust.
- In juli 1971 stijgen de waarden in het Vlie (posities 18 en 19) tot 75%, in de planktonarme maanden tot minder dan 1%.
- In de Eemsmond nemen de percentages snel af, de IJsselmeewaarden blijven de gehele periode april 1970 - december 1972 laag

In het oog lopend zijn, in de Waddenzee, de veel hogere ATP - en levende C t.o.v. organisch C - waarden van april tot en met juli 1971 vergeleken met de zelfde periode in 1970. Tijdens de eerstgenoemde periode zijn de omstandigheden voor fytoplanktongroei duidelijk gunstiger geweest.

Periode II

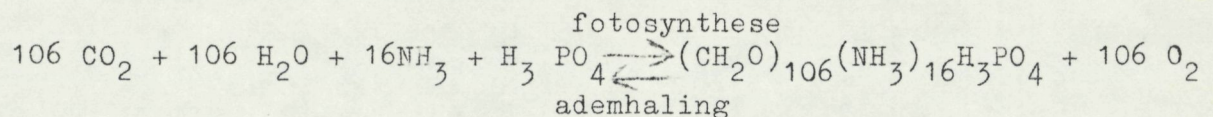
De aanwezigheid van zooplankton naast fytoplankton geeft aanleiding tot veel hogere ATP concentraties (Fig 11). Uit de berekeningen blijkt dat gedurende een periode van planktonrijkdom de percentages levende cel C t.o.v. organische C tot boven de 100% stijgen.

De factor 250, die geldt voor fytoplankton, is bij aanwezigheid van veel zooplankton te hoog en kan niet worden gebruikt (Tabel XIV - XXI). BALCH, (1972) en ERNST, (1970) gaan uit van een zooplankton factor 50.

4.4 Omrekening van organische C naar organisch materiaal

Om te kunnen bepalen of via een omrekening van organische C naar organisch materiaal het percentage organisch materiaal t.o.v. zwevend materiaal kan worden berekend is de moleculaire C/P verhouding bestudeerd.

De bruto fotosynthesereactie van Richards, (1965) luidt:



De moleculaire C/P verhouding bedraagt 106, de verhouding organisch materiaal/organisch C = 2,8

Period I

Uit Fig. 14 blijkt dat door het Waddenzeefytoplankton het empirische C/P verhoudingsgetal goed wordt benaderd. Het gemiddelde getal bedraagt 90. Grote overeenkomst hiermee vertoont de Eemsmonding met het zelfde gemiddelde. In deze gebieden kan een omrekeningsfactor organische materiaal/organisch C = 2,5 worden gebruikt.

De Eems verder stroomopwaarts tot daar waar %O₂ < 0,5 heeft een gemiddel C/P getal van 55.

Dit getal zal niet worden bepaald door fytoplankton, maar door de ter plekke heersende verhouding C/P in het gesuspendeerde materiaal. Verantwoordelijk voor de lage getallen zij de hoge gesuspendeerd P - waarden die kunnen oplopen tot 15 µgat/l.

Voor het IJsselmeer kan geen sprake zijn van een omrekeningsfactor organisch materiaal/organische C over de gehele periode.

In de voor plankton gunstige periode ontstaat een gebrek aan anorganisch P. Het plankton kan onvoldoende P inbouwen, maar groeit, bij voldoende aanwezigheid van consumeerbare N, desalniettemin door, waardoor de C/P getallen stijgen tot 260. In de winter blijkt, door mineralisatie en de aanwezigheid van weinig plankton, het anorganisch P - gehalte te stijgen, de C/P getallen dalen tot omstreeks 100.

Periode II

Door aanwezigheid van, geen fotosynthesebedrijvend zooplankton in het residue neemt de C/P verhouding in alle gebieden willekeurige waarden aan waardoor geen omrekeningsfactor organisch materiaal/organische C kan worden bepaald.

V. LITERATUUR

- ADDANKI, S., J.F. SOTOS & P.D. REARIK, 1966. Rapid determination of Picomol quantities of ATP with a liquid scintillation counter. *Analyt. Biochem.* 14: 261-264.
- BALCH, N., 1972. ATP Content of *Calanus finmarchicus*. *Limnol. Oceanogr.* 17: 906-909.
- DAUMAS, R. & M. FIALA, 1969. Evaluation de la matière organique vivante dans les eaux marine par la mesure de l'adenosine triphosphate. *Mar. Biol.* 3: 243-246.
- ERNST, W., 1968. Bestimmung von Adenosin - 5 - triphosphate im ng - Bereich in μ l - Proben mit Hilfe des Luciferin - Luciferase Systems unter Benutzung eines Flüssigkeitsszintillationszähler. *Z. analyt. Chem.* 238, (1): 35-37.
- , 1970. ATP als indikator für die Biomasse marine Sedimente *Oecologia (Berl.)* 5: 56-60.
- HOLM HANSEN, O. & C.R. BOOTH, 1966. The measurements of adenosine triphosphate in the ocean and its ecological significance. *Limnol. Oceanogr.* 11: 510-519.

- , 1969. Determination of microbiological biomass in ocean profiles. *Limnol. Oceanogr.* 14: 740-747.
- , 1970. ATP levels in algal cells as influenced by environmental conditions. *Pl. and Cell Physiol.* 11: 689-700.
- HOOD, D.W., 1971. Impingements of man on the oceans. Wiley - Interscience, a Division of John Wiley & Sons, Inc., New York, London, Sidney and Toronto.
- JONGE, V.N. de, 1972. Enige aspecten van de fosforcyclus in de Nederlandse Waddenzee. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, publicaties en verslagen nr. 1972-9.
- LEHNINGER, A.L., 1965. Bioenergetics. Benjamin, Inc., New York, N.Y. 258 p.
- LYMAN, G.E. & J.P. DE VINCENZO, 1967. Determination of Picogram Amounts of ATP Using the Luciferin - - Luciferase Enzyme System. *Analyt. Biochem.* 21: 435-443.
- MC ELROY, W.D. & B.L. STREHLER, 1949. Factors Influencing the Response of the Bioluminescent Reaction to Adenosine Triphosphate. *Archs. of Biochem. Biophys.* 22: 420-433.
- MC ELROY, W.D., J.W. HASTINGS, J. COULOMBRE & V. SONNENFIELD, 1953. The Mechanism of Action of Pyrophosphate in Firefly Luminescence. *Archs. of Biochem. and Biophys.* 46: 399-416.
- MANUELS, M.W. & J.W. ROMMETS, 1971. Metingen van zoutgehalte, temperatuur en zwevend materiaal in de Waddenzee, april 1970 - december 1971. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, publicaties en verslagen nr. 1971-12.
- POSTMA, H. & J.W. ROMMETS, 1970. Primary production in the Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 4 (4): 470-493.
- SCHRAM, E., 1970. Use of scintillation counters for bioluminescence assay of adenosine trifosfate (ATP). The current states

of liquid scintillation counting 1970. Edwin D. Bransome, Grune and Stratton, (eds) New York, N.Y. 129-133.

STREHLER, B.L. & J.R. TOTTER, 1952. Firefly Luminescence in the Study of Energy Transfer Mechanisms I. Substrate and Enzyme Determination. Archs. of Biochem. and Biophys. 40: 28-41.

STRICKLAND, J.P.H. & T.R. PARSONS, 1968. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Edited by J.C. Stevenson. Bull. Fish. Res. Bd. Can. Ottawa 167: 245-249.

Tabel I

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 1, 6-10 april 1970.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	263	1,5	4,6	43	228	2,5	2,5
6	321	1,8	4,8	51	225	2,1	2,9
8	358	1,7	5,5	58	350	1,2	8,1
9	458	1,5	8,2	62	250	2,7	2,4
11	73	5,5	0,4	72	80	3,5	1,0
13	35	5,8	0,2	76	133	2,3	1,5
15	355	3,2	2,9	81	150	2,7	1,5
17	355	2,3	4,1	86	120	1,9	1,7
18	239	1,8	3,6	88	185	1,6	3,1
19	235	1,8	3,5	89	33	2,2	0,4
20	334	1,5	6,0	92	50	2,8	0,5
22	109	2,4	1,2	93	6	2,6	0,1
30	278	2,3	3,2	112	79	3,6	0,6
37	294	3,8	2,1	114	415	2,2	5,5
41	475	3,7	3,4	120	290	0,9	8,6

Tabel II

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 2, 10-15 mei 1970.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2		1,7		76		2,3	
6		1,4		81	325	1,1	3,8
8		0,9		86		1,2	
11	243	0,6	11,3	87		1,0	
13	174	5,9	0,8	89	490	1,2	11,0
41	1000	1,5	17,3	92		1,6	
43	910	1,3	18,9	93		1,7	
51	1380	2,5	14,6	112	171	2,6	1,1
58	415	1,2	9,4	118	75	2,5	0,8
62	1505	1,0	38,5	119		1,3	
72	305	1,1	7,2	120		0,8	

Tabel III

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 3, 22-26 juni 1970.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2		0,9		51		1,1	
6		4,8		58		1,0	
8		5,2		62		0,7	
9		4,8		72		2,1	
11		1,3		78		3,4	
13		0,8		81		2,4	
15		5,2		86		2,5	
17		0,8		87		1,5	
18		0,7		89		1,3	
19		0,6		92		1,6	
20		0,7		93		1,6	
22		0,4		112		2,7	
30		1,2		118		2,0	
37		0,9		119		3,7	
41		0,8		120		1,5	
43		0,9					

Tabel IV

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 4, 20-25 juli 1970.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	215	0,6	8,9	51	20	6,5	0,1
6	150	0,4	11,6	58	80	2,0	1,1
8	110	0,5	5,5	62	130	0,6	6,2
9	265	0,4	16,5	72	40	2,2	0,5
11	195	1,0	5,2	77	60	2,1	0,7
13	150	0,3	14,8	81	130	1,1	3,1
17	180	1,0	5,0	86	40	3,6	0,3
19	190	0,3	18,2	88	50	2,8	0,5
20	125	0,6	6,0	89	29	5,5	0,1
22	85	0,7	3,4	91	0	2,3	0,0
30	75	1,8	1,1	93	20	2,0	0,3
37	145	2,4	1,6	112	265	6,9	1,0
41	70	2,0	0,9	119	50	3,8	0,3
43	120	3,9	0,8	120	140	1,5	2,6

Tabel V

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 5, 2-6 november 1970.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
6	15	0,1	3,9	58	20	2,5	0,2
8	15	0,1	5,8	62	10	1,4	0,2
9	15	0,2	1,9	72	20	5,4	0,1
11	15	0,9	0,5	77	25	5,3	0,1
13	10	0,3	1,1	81	45	1,5	0,8
14	20	1,6	0,3	86	20	4,2	0,1
15	10	1,1	0,3	89	25	4,3	0,1
17	10	0,0		91	40	3,0	0,4
19	5	0,1	1,9	93	20	3,6	0,1
20	30	1,1	0,7	114	45	2,6	0,5
22	10	1,3	0,2	116	30	2,9	0,3
30	5	1,7	0,1	118	30	1,9	0,4
41	10	3,8	0,1	119	20	1,2	0,4
43	10	3,4	0,1	120	30	1,2	0,7
51	10	5,5	0,0				

Tabel VI

ATP-, tocht 6, 14-18 december 1970.

<u>Station</u> <u>nummer</u>	<u>ATP</u> <u>ng/l</u>	<u>Station</u> <u>nummer</u>	<u>ATP</u> <u>ng/l</u>
2	0	51	5
6	15	56	10
8	5	58	10
9	5	62	5
11	25	72	0
13	5	77	10
14	10	81	10
15	5	86	5
17	5	88	0
18	5	89	5
19	10	92	110
20	5	93	65
22	5	100	200
30	5	114	35
37	10	118	20
41	10	119	0
43	5	120	0

Tabel VII

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 7, 18-22 januari 1971.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	10	0,6	0,5	56		2,4	
4		1,1		58	50	1,2	1,1
6	5	0,8	0,2	62	25	0,9	0,8
7		1,1		66		1,1	
8	10	0,9	0,3	69		1,0	
9	10	0,7	0,4	72	40	1,4	0,7
10		1,0		74		1,0	
11	5	1,1	0,2	76	45	1,9	0,6
12		0,7		78	40	1,3	0,8
13	15	0,7	0,5	81	60	0,8	1,9
14	15	0,6	0,7	86	25	1,4	0,4
15	25	0,5	1,1	87		2,0	
17	30	0,7	1,2	89	30	1,1	0,8
18	35	0,5	1,8	92	95	1,7	1,5
19	30	0,7	1,0	93	35	1,6	0,6
20	10	0,7	0,4	94		3,4	
21		0,8		95		3,8	
22	15	1,0	0,4	96		4,3	
27		0,8		97		2,3	
30		2,6		98		0,9	
36	15	3,5	0,1	99		1,8	
37	35	3,0	0,3	100		3,9	
38		2,0		114	60	0,8	2,1
41	35	2,1	0,4	118	15	3,1	0,1
43	35	2,3	0,4	119	5	1,2	0,1
45		3,2		120	5	0,9	0,1
51	25	9,7	0,1				

Tabel VIII

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 8, 22-25 februari 1971.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	5	1,1	0,1	62	25	0,9	0,7
4		1,1		66		1,0	
6	10	0,9	0,3	69		1,3	
7		1,1		72	25	2,6	0,2
8	0	0,7	0,0	74	35	1,7	0,5
9	5	0,8	0,2	76	35	2,4	0,4
10		0,8		78	40	2,3	0,5
11	10	1,6	0,2	81	40	1,8	0,6
12		2,2		86	10	1,4	0,2
13	15	1,6	0,2	87	25	0,9	0,7
14	15	1,4	0,3	88		1,2	
15	15	0,9	0,4	89	25	2,0	0,3
16		1,0		91		2,5	
17	15	0,8	0,5	92	5	4,4	0,0
18	15	0,7	0,5	93	5	3,5	0,0
19	15	0,8	0,6	94		3,2	
20	25	1,4	0,5	95		3,5	
21		0,4		96		4,9	
22	15	0,4	1,1	97		3,7	
27		1,2		98		2,8	
30	25	1,1	0,6	99		2,5	
36		1,7		100		6,7	
37	20	1,0	0,6	102		13,3	
38		1,2		105		10,4	
41	15	1,0	0,4	106		9,5	
42		1,6		110		1,4	
43	60	1,2	1,3	114	75	2,2	0,9
45		3,4		116		1,8	
51	10	7,8	0,0	118	25	2,6	0,3
56		3,3		119	40	2,1	0,5
58	25	2,7	0,2	120	20	1,6	0,4

Tabel IX

Organische C; tocht 9, 22-26 maart 1971.

<u>Station nummer</u>	<u>Org. C mg/l</u>	<u>Station nummer</u>	<u>Org. C mg/l</u>
2	0,6	62	0,8
4	0,8	66	1,5
6	0,7	69	1,2
7	0,4	72	3,1
8	0,7	74	1,3
9	1,0	76	1,3
10	1,2	78	1,1
11	2,5	81	1,6
12	2,1	86	1,3
13	2,2	87	0,7
14	2,3	88	0,7
15	0,7	89	0,8
16	2,9	91	1,3
17	1,7	92	2,8
18	1,5	93	5,1
19	3,3	94	5,1
20	1,5	95	4,6
21	0,5	96	2,6
22	0,8	97	2,1
27	0,7	98	4,9
30	4,2	99	2,7
36	2,3	100	7,9
37	2,1	102	3,6
38	2,2	105	4,3
41	2,0	106	19,5
42	3,6	110	4,0
43	1,4	111	3,1
45	1,4	114	3,2
51	5,5	116	3,0
56	1,4	118	3,1
58	1,4	119	1,6
63	2,2	120	2,3

Tabel X

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 10, 19-22 april 1971.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	410	0,8	14,5	66	575	0,7	22,8
4	470	0,8	16,7	69		0,6	
6	590	1,0	16,3	72	640	0,8	21,9
7		1,2		74	370	0,5	18,9
8	610	0,9	18,7	76	575	0,7	21,8
9	370	0,8	12,8	78	525	1,6	9,0
10		1,2		81	940	0,9	28,4
11	250	1,4	4,8	86	650	1,1	15,4
12	60	1,6	1,0	87	625	1,0	17,1
13	200	2,0	2,7	88		1,2	
14	450	1,4	8,5	89	660	1,0	17,2
15	270	1,1	6,3	90	120	0,8	4,0
16		1,0		92	215	1,6	3,5
17	250	1,2	5,5	93	60	2,6	0,6
18	190	1,1	4,0	94		2,3	
19	170	0,8	5,2	95		5,8	
20	340	0,7	12,5	96		5,7	
21		0,7		97		5,8	
22	280	0,4	19,8	98		10,0	
27		0,3		99		7,1	
30	190	0,3	16,0	100		0,9	
36		0,8		102		1,4	
37	680	3,7	4,9	105		1,7	
38		1,4		107		1,7	
41	375	2,1	4,8	110		2,3	
42		1,9		111		2,1	
43	520	1,5	9,2	114	390	2,2	4,8
45		0,9		116		2,0	
51	130	1,6	4,4	118	225	2,0	3,0
56	245	0,9	7,0	119	125	2,2	1,5
58	305	1,2	6,5	120	485	2,0	6,3
62	555	0,5	28,9				

Tabel XI

Organische C; tocht 11, 17-20 mei 1971.

<u>Station nummer</u>	<u>Org. C mg/l</u>	<u>Station nummer</u>	<u>Org. C mg/l</u>
2	1,8	66	2,7
4	0,5	69	1,1
6	1,0	72	1,1
7	0,6	74	1,0
8	0,7	77	0,4
9	1,5	78	0,7
10	0,9	81	1,6
11	1,6	86	1,1
12	2,5	87	1,4
13	3,2	88	0,6
14	2,5	89	0,7
15	0,3	91	1,6
16	0,9	92	2,8
17	0,8	93	2,0
18	0,6	94	2,4
19	1,9	95	4,8
20	0,7	96	11,8
21	0,6	97	10,1
22	0,4	98	8,4
27	0,5	99	9,1
30	0,6	100	5,9
36	0,6	102	6,3
37	1,1	105	8,0
38	0,4	106	6,6
41	0,6	110	1,8
42	1,3	111	7,4
43	0,8	114	2,0
45	0,6	116	1,3
51	0,5	118	2,8
56	0,6	119	1,9
58	1,0	120	0,5
62	0,7		

Tabel XII

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 12, 7-11 juni 1971.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	260	0,6	11,8	62	900	1,2	20,8
4	570	0,7	22,0	66		2,2	
6	320	1,4	5,9	69	1230	2,1	15,7
7		0,4		72		2,1	
8	520	0,4	32,9	74	405	1,4	7,6
9	690	0,6	29,1	76	610	1,7	9,8
10		1,0		78	650	1,7	10,4
11	755	1,9	10,8	81	150	3,6	1,1
12		3,6		86	380	1,2	8,2
13	605	2,7	5,9	87	380	1,3	8,1
14	390	0,9	12,2	88	445	2,8	4,2
15	810	0,7	32,6	89	590	3,0	5,2
16		1,1		90		2,0	
17	585	1,0	15,0	92	55	3,9	0,4
18	710	0,5	38,5	93	0	3,0	0,0
19	755	0,9	21,8	94		2,7	
20	470	0,6	21,6	95		5,7	
21		1,0		96		5,4	
22	130	0,6	5,4	97		5,6	
27		0,8		98		9,5	
30	585	1,7	9,1	99		9,8	
36		1,3		100		4,6	
37	615	2,0	8,1	102		9,2	
38		1,2		105		10,4	
41	845	0,9	24,9	106		11,5	
42		1,3		110		1,6	
43	880	1,0	22,7	111		5,6	
45		0,9		114	260	2,4	2,8
51	900	0,7	33,3	118	70	2,6	0,8
56	1050	0,7	41,8	119	215	1,6	3,5
58	1050	0,7	39,9	120	115	1,8	1,7

Tabel XIII

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
tocht 13, 19-22 juli 1971.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%	Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	875	1,1	21,9	69	300	3,5	2,3
4	445	5,6	2,1	72		2,7	
6	240	1,7	3,8	74	410	1,1	9,5
7		1,2		76	310	0,9	8,9
8	410	0,9	11,9	78	310	1,3	6,3
9	325	0,7	12,6	81	170	1,5	2,9
10		1,9		86	725	0,8	24,8
11	165	2,5	1,7	87	960	0,6	40,5
12		3,1		88	634	0,7	22,8
13	1090	3,9	7,4	89	315	1,2	7,1
14	465	0,8	16,3	90	140	1,1	3,5
15	840	0,7	35,4	92	145	1,5	2,6
16		0,4		93	95	3,3	0,8
17	805	0,4	56,2	94		2,3	
18	970	0,3	75,9	95		3,0	
19	1030	0,6	49,8	96		1,9	
20	630	0,3	70,0	97		3,2	
21		0,4		98		4,9	
22	235	0,3	19,5	99		4,2	
27		0,5		-		8,5	
30	345	1,5	6,1	100	55	2,6	0,6
36		0,9		102		3,7	
37	720	1,1	18,2	105		7,3	
38		0,6		106		3,4	
41	640	0,5	33,2	107		13,6	
42		0,8		108		13,7	
43	560	0,7	20,4	110		1,3	
45		1,0		114	340	2,6	3,1
51	95	9,5	0,3	116		1,9	
56	580	1,2	12,5	118	425	2,9	4,4
59	610	1,4	11,5	119	365	2,0	5,0
62	185	0,7	7,1	120	175	2,5	1,9
66		1,0					

Tabel XIV

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
Tocht 18, 13-17 maart 1972.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2		2,2	
8	200	1,2	4,4
43	35	1,2	0,8
86	40	1,1	1,0
108	50	62,0	0,0
* -	0	26,0	0,0
93	35	1,2	0,8

Tabel XV

Tocht 19, 18-26 april 1972.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	465	2,4	5,2
8	225	2,4	2,5
18	900	0,8	29,9
30	475	7,0	1,8
43	430	3,6	3,2
72	190	2,0	2,5
86	640	2,4	7,1
108	1550	16,0	2,6
* -	0	4,4	0,0
93	385	2,2	4,6
114	580	4,8	3,2

Tabel XVI

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;
Tocht 20, 15-20 mei 1972.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	370	1,0	9,8
18	1000	1,0	26,6
30	620	2,2	7,5
43	260	1,3	5,3
72	430	4,4	2,6
86	350	1,9	4,9
108	1500	6,0	6,7
* -	95	4,4	0,6
93	325	2,4	3,6
114	155	4,4	0,9

Tabel XVII

Tocht 21, 26-30 juni 1972.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg	%
2	1715	0,5	91,2
8	2380	0,5	126,6
18	4625	0,9	136,7
30	2000	2,2	24,2
43	9025	1,4	171,5
72	890	0,8	29,6
86	4130	1,2	91,5
108	0	17,3	0,0
* -	50	5,9	0,2
93	0	1,4	0,0
114	740	3,1	6,3

*

Eems 0,5 ‰S

Tabel XVIII

Tabel XIX

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;

Tocht 22, 7-11 august 1972.

Tocht 23, 11-14 september 1972.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	1670	1,3	34,2
8	2850	0,8	94,8
18	1550	1,2	34,4
30	640	3,8	4,5
43	350	1,7	5,5
72	480	4,2	3,0
86	1875	1,5	33,3
-	0	5,6	0,0
93	70	1,4	1,3
114	430	4,4	2,6

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	460	2,2	5,6
8	445	1,1	10,8
18	470	0,7	17,9
30	170	1,9	2,4
43	280	3,4	2,2
72	1075	1,3	22,0
86	820	1,7	12,8
108	60	13,2	0,1
-	0	11,2	0,0
93	15	1,9	0,2
114	435	3,6	3,2
160		4,2	

Tabel XX

Tabel XXI

ATP-, organische C en % levende cel C t.o.v. organische C;

Tocht 24, 23-26 oktober 1972.

Tocht 25, 11-15 december 1972.

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	320	0,7	12,2
8	680	0,7	25,8
18	475	1,5	8,4
30	290	4,8	1,6
43	175	2,6	1,8
72	115	4,0	0,8
86	680	1,4	12,9
108	400	25,0	0,4
-	0	2,6	0,0
93	80	1,2	1,8
114	525	3,0	4,7
63	1900	1,7	29,7

Station nummer	ATP ng/l	Org. C mg/l	%
2	35	0,6	1,6
8	15	2,2	0,2
18	20	1,6	0,3
30	30	3,6	0,2
43	55	6,8	0,2
72	0	6,0	0,0
86	40	9,3	0,1
108	800	31,0	0,7
-	0	7,2	0,0
93	70	2,0	0,9
114	115	3,0	1,0

Tabel XXII

Posities van de monsterpunten; vergelijk Fig. 1.

St. Positie nrs. boei	St. Positie nrs. boei
1 T 2	31 BG 0
2 Marsdiep	32 BG 25
3 T 5	33 BG 23
4 T 9	34 BG 23A
5 T 11	35 BG 19
6 T 13 (BZD)	36 BG 11
7 T 15	37 WG-BG
8 D-SO	38 WG-KB
9 D-J	39 VO 7
10 D 20/D13	40 VO 35
11 D-AD	41 VH-DG
12 BO 19	42 DG 7
13 BO 29	43 DG 14
14 BS 29	44 DG 20
15 BS 15	45 DG-KG
16 BS 8A	46 DG 25
17 BS 1/BS 2	47 DG 31
18 Vlieree	48 DG 36
19 VL-SG	49 1 ^e staak
20 SG 9	50 3 ^e staak
21 O-R	51 Holwerd wantij
22 NB-O(osterom)	52 FW-HB
23 O 20	53 HB 5
24 O 22	54 HB-PG
25 O 24	55 2 ^e wantij
26 O 24A	56 PR-SG
27 O 26	57 PR 6
28 Groene boei	58 PR-WR
29 O 28	59 WG-SG
30 O 30 (O 32)	60 Z-WR

Tabel XXII(vervolg)

Posities van de monsterpunten; vergelijk Fig. 1.

St. Positie nrs. boei	St. Positie nrs. boei
61 GS 2	91 BW 10
62 O(ort)4	92 BW 18
63 Lauwersmeer	93 PS 1
64 O 13	94 EE
65 O 17	95 LC
66 O 14	96 LL/LK
67 2 ^e staak	97 LN/LO
68 5 ^e staak	98 56
69 EB-LW	99 Leer KM-Paal 12 $\frac{1}{2}$
70 EB 13	100 MZS
71 4 ^e staak	101 GG 7
72 Hormhuizer wantij	102 GG 11
73 SP 13	103 GG 13
74 SP 12/SP 11	104 GG 15
75 SP-PW	105 GG 17
76 ZOL-SP	106 GG 23
77 ZOL-RG	107 Reiderland
78 ZOL-VN	108 Nieuw Statenzijl buiten
79 ZOL 24	109 Nieuw Statenzijl binnen
80 ZOL 32	110 Delfzijl binnen
81 ZOL 34	111 Harlingen binnen
82 ZOL 23	112 Stavoren IJsselmeer
83 wantij	113 VF 15
84 R 9	114 VF1
85 R 5	115 Dijksmagazijn IJsselmeer
86 E-R	116 Breezanddijk IJsselmeer
87 A5	117 Monument IJsselmeer
88 Q-Alte Ems	118 WV 6
89 DG 2(T)	119 O(ever) 1
90 V (22)	120 M 21

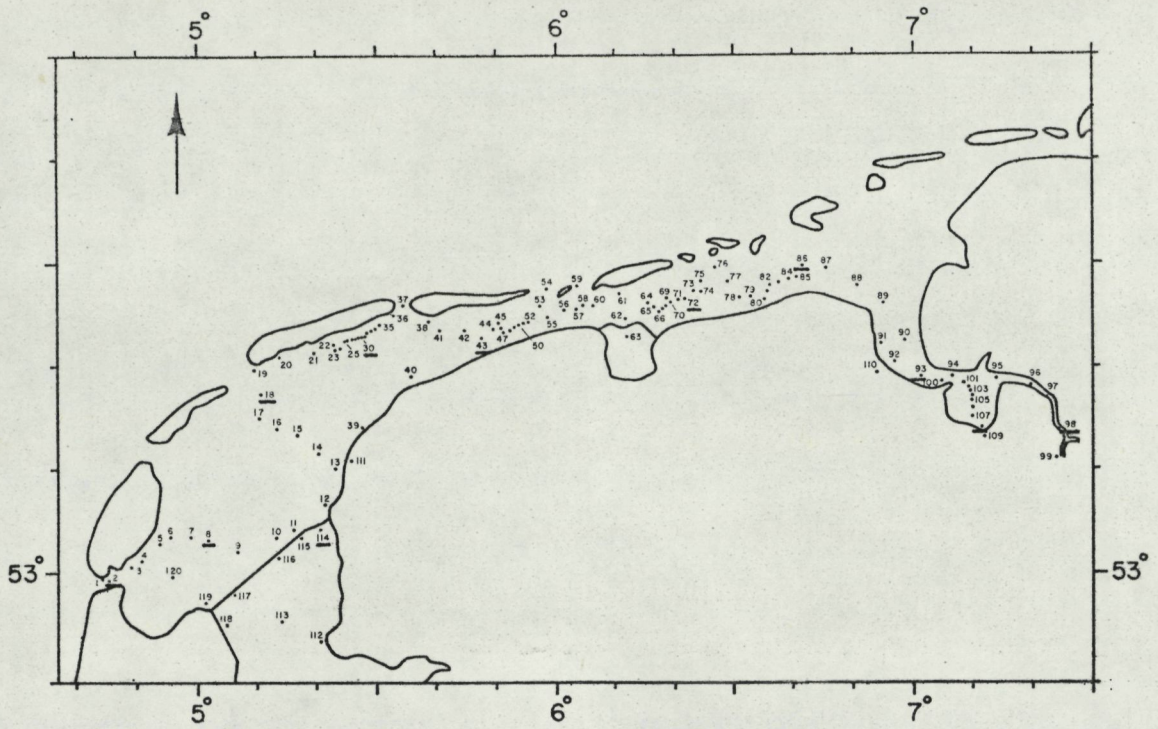


fig 1. Monsternet vande vaartochten Waddenzee, Ems, Dollard, Ysselmeer

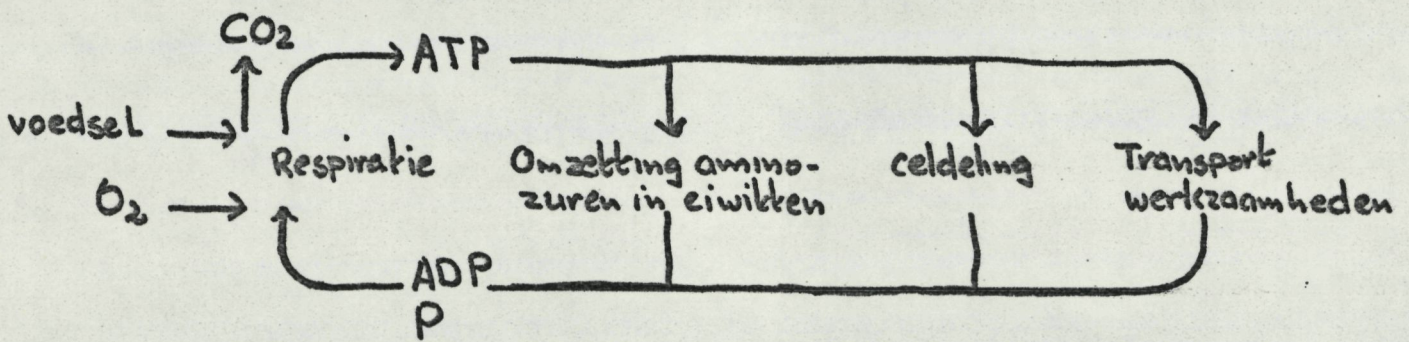


fig.2 Energie overdracht in levende cellen d.m.v. ATP-ADP systeem (Lehninger 1965)

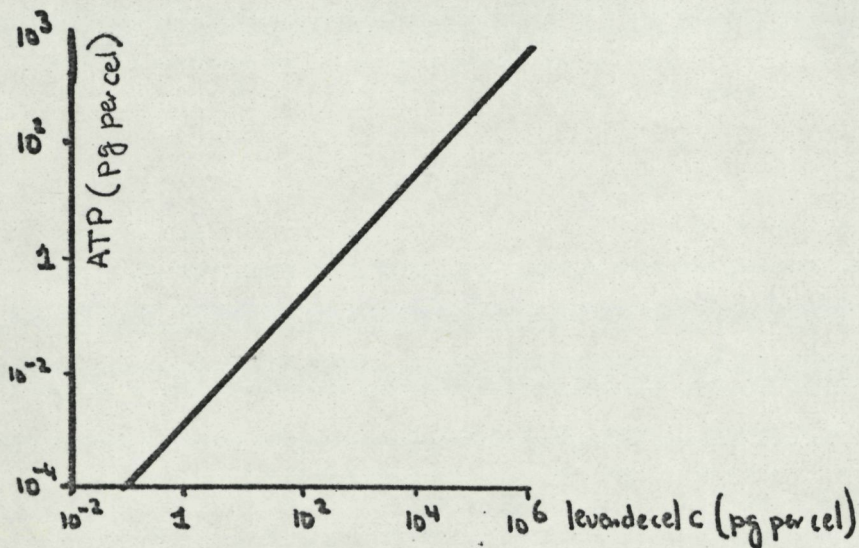


fig.3 Relatie ATP - levende cel C (Holm Hansen, 1970)

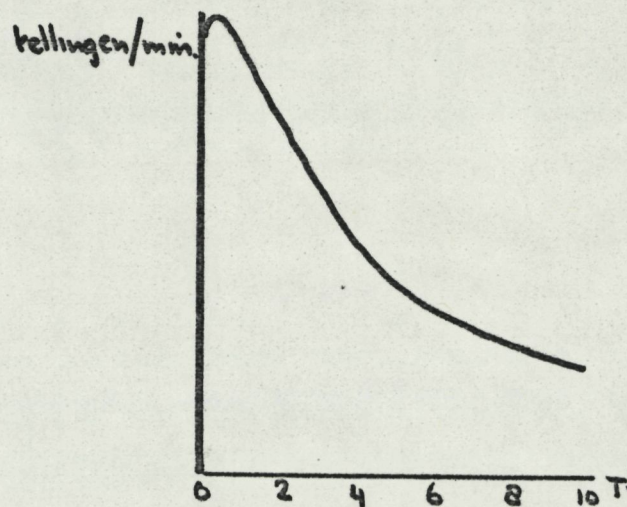


fig.4. Verloop ATP-reactie
Relatie tussen lichtopbrengst en tijd.

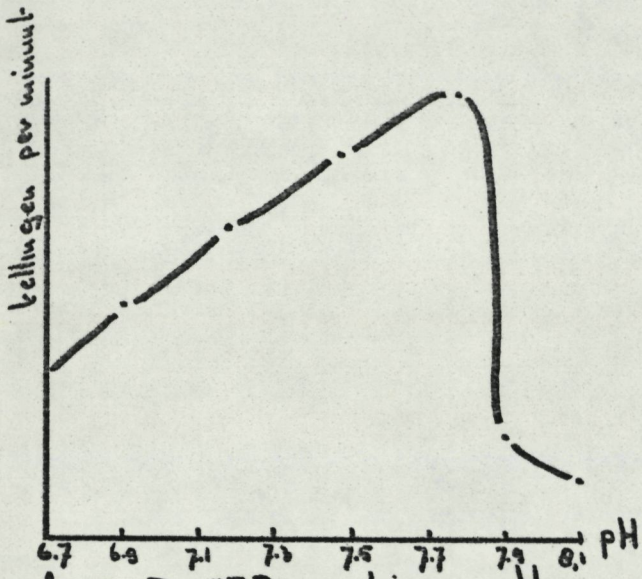


fig.5 De ATP-reactie is pH gevoelig

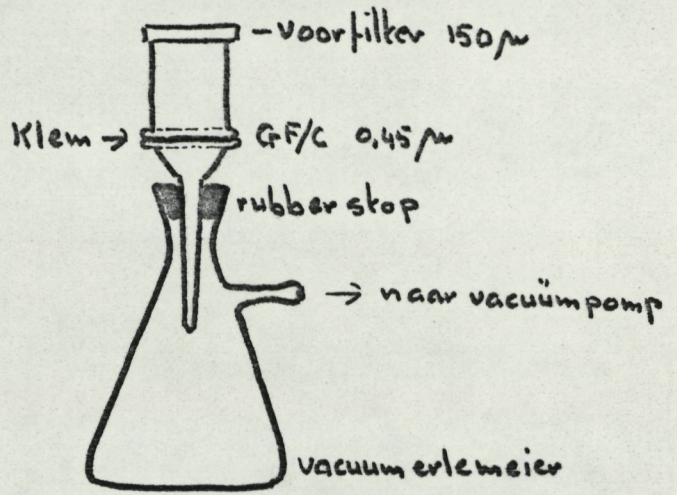


fig.6 Filtratie opstelling

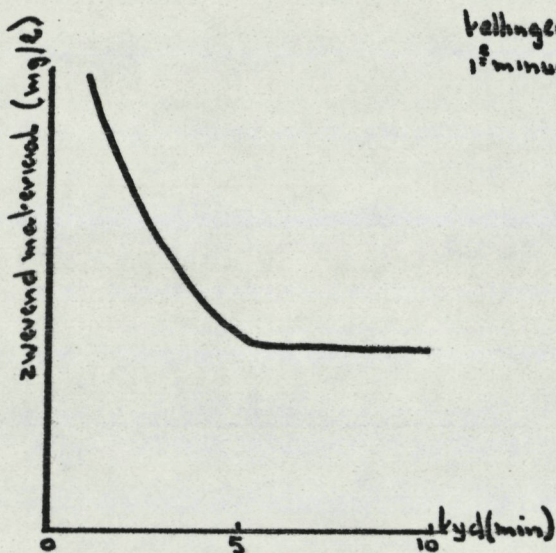


fig.7 Relatie tussen afname anorganische C. verbindingen en extractie tijd (HCl 1:1)

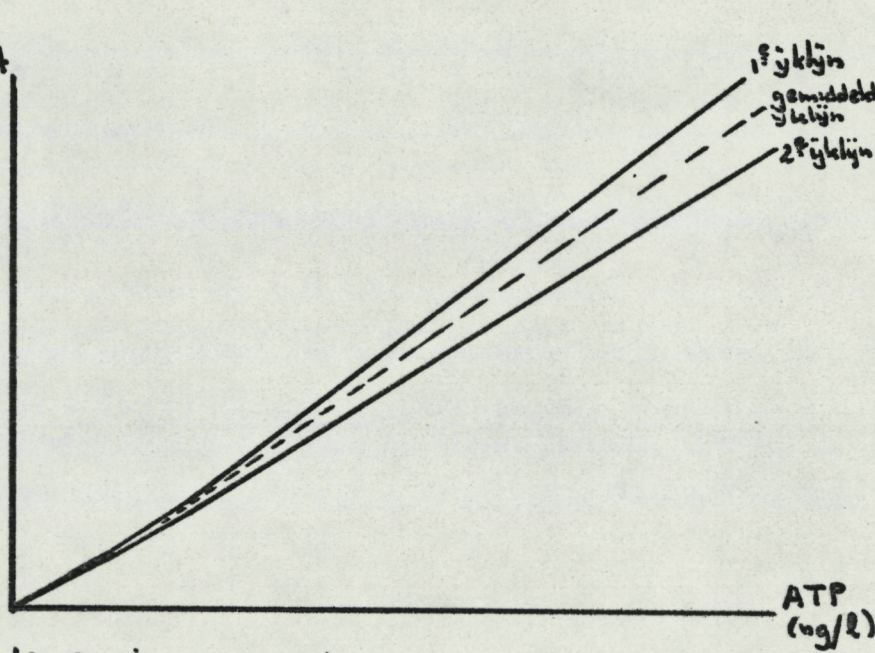


fig.8 Niveau verschil yklijn voor en na de meettijd

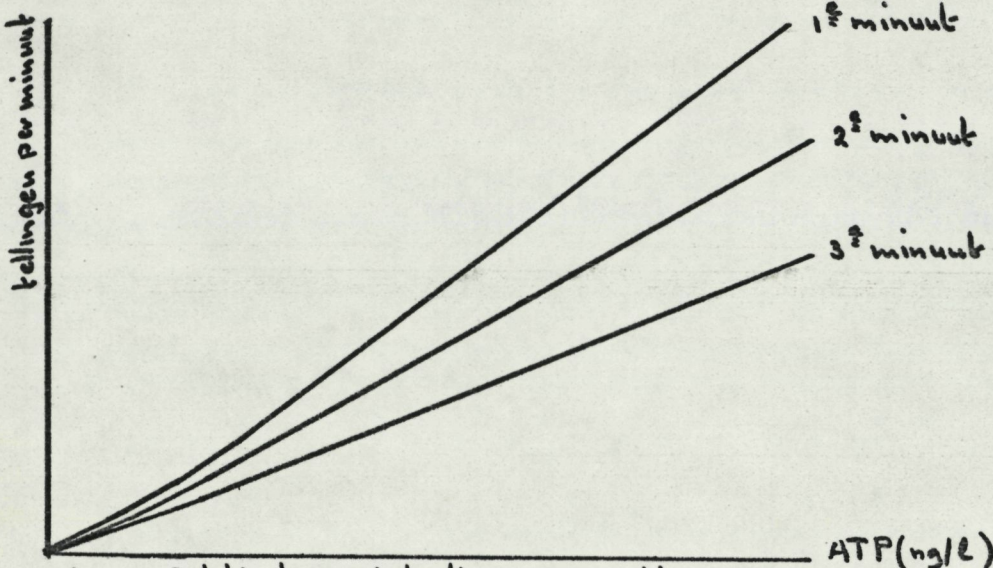
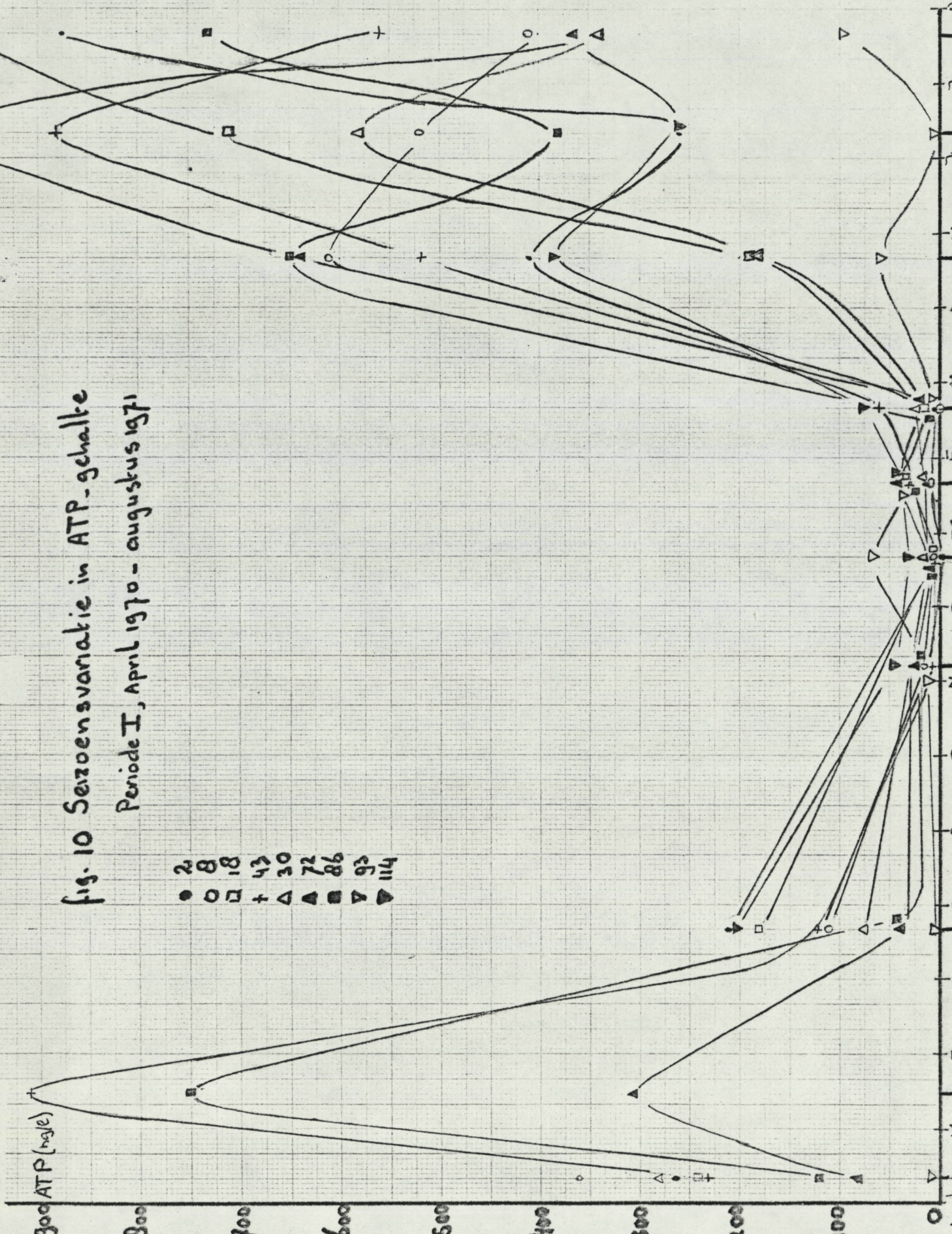


fig.9 Relatie tussen het aflopende karakter van de ATP-reactie en de afname van het aantal tellingen gedurende de 1e, 2e en 3e minuut

fig. 10 Seizoensvariatie in ATP-gehalte
 Periode I, April 1970 - augustus 1971

- 2
- 8
- 18
- + 43
- △ 30
- ▲ 72
- 86
- ▽ 93
- ▼ 114



$\times 10^2$ ng/l ATP

25

20

15

10

5

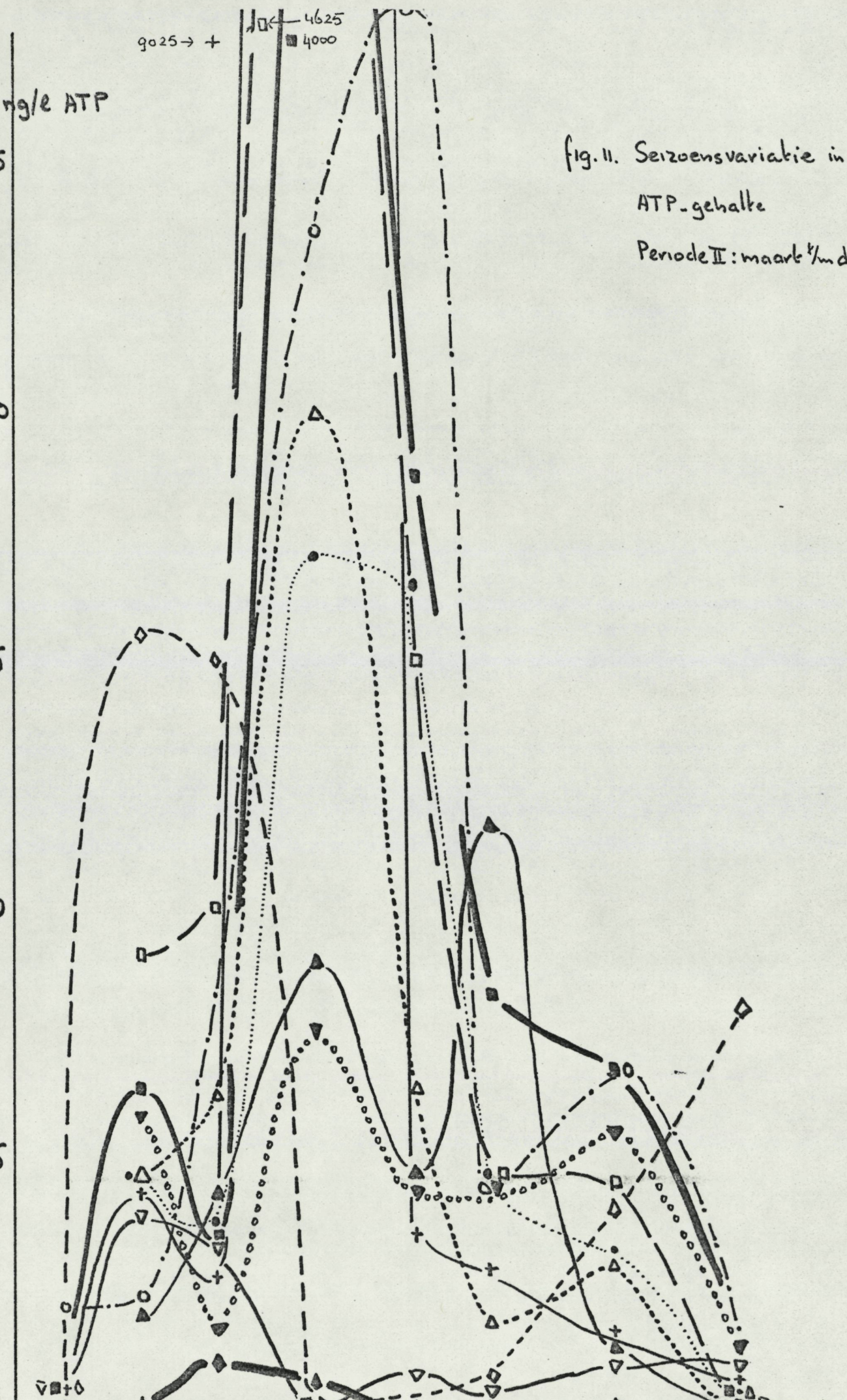
0

9025 → +

4625
4000

fig. 11. Seizoensvariatie in ATP-gehalte
Periode II: maart 1/2 dec. 1972

Maart 18 A 19 M 20 J 21 A 22 S 23 O 24 N 25 Dec 1972 tocht no. kúd



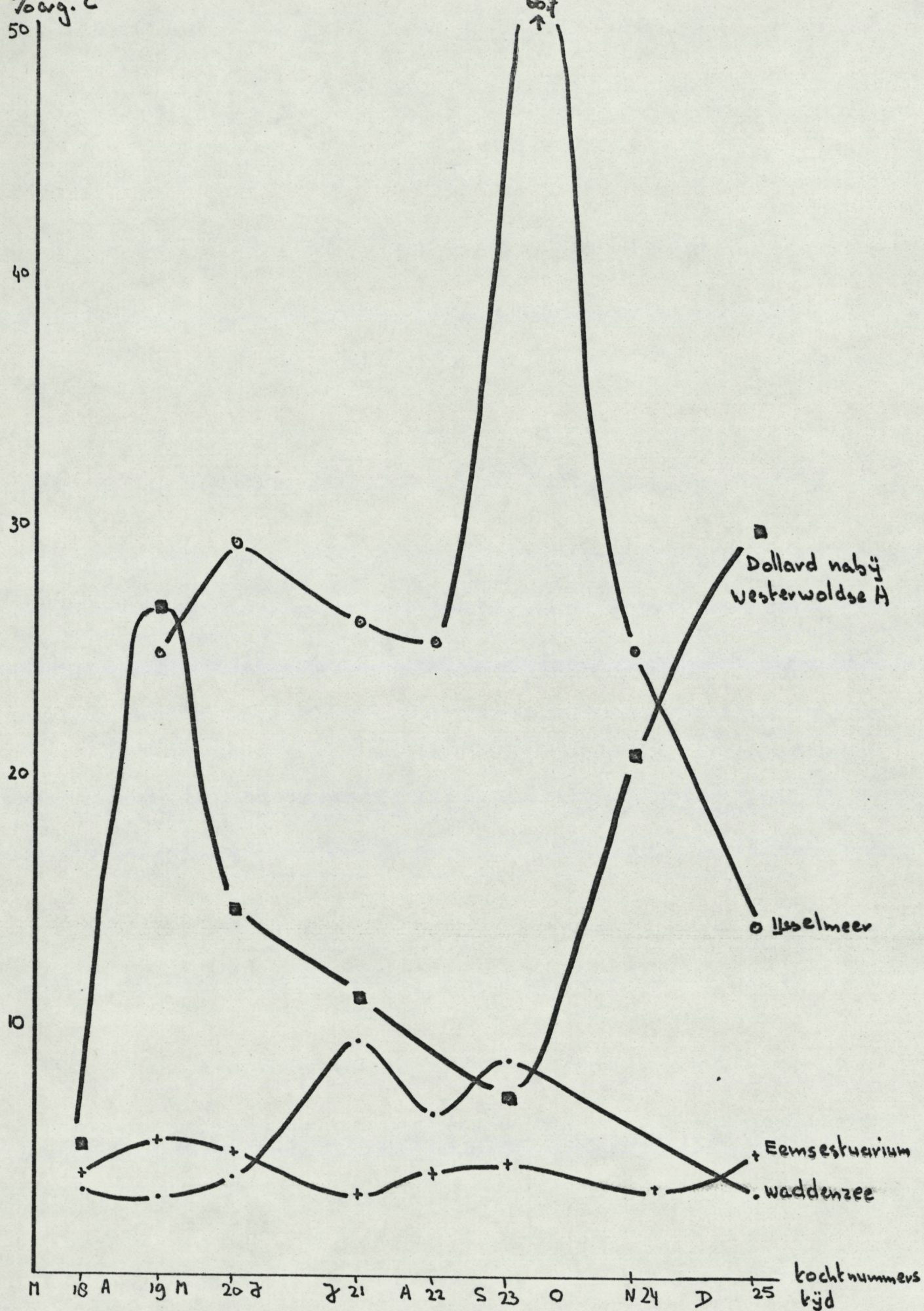


fig. 13 % organische C t.o.v zwevend materiaal periode II, maart - december 1972

Berekening gemiddelde waarden:
 Waddenzee posities : 2, 0, 18, 30, 43, 72
 Eemsestuarium posities: 86, 93, %S < 0,5
 Dollard positie : 108
 IJsselmeer positie : 114

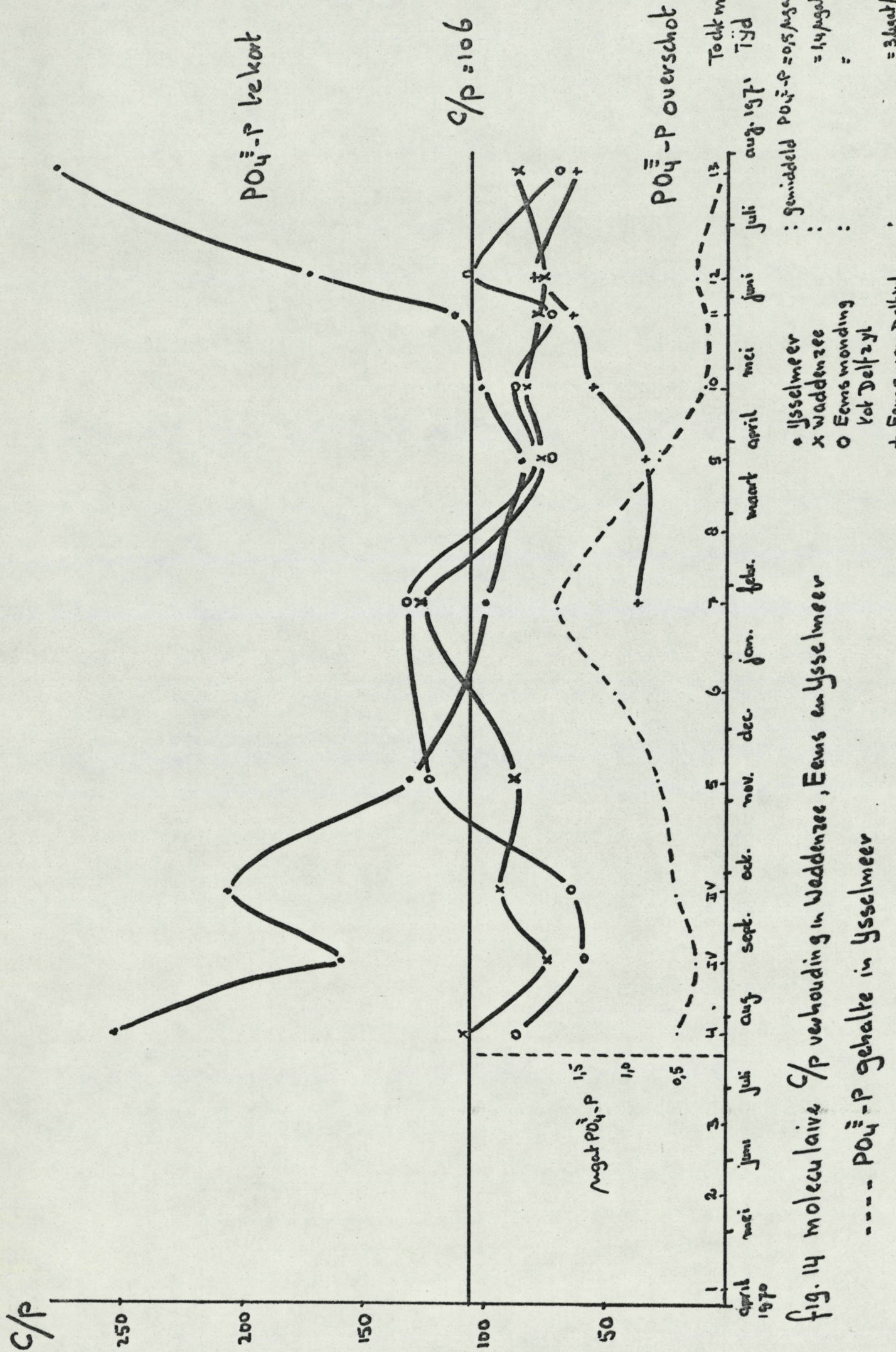


fig. 14 moleculaire C/P verhouding in Waddenzee, Eems en Ysselmeer

---- PO₄-P gehalte in Ysselmeer

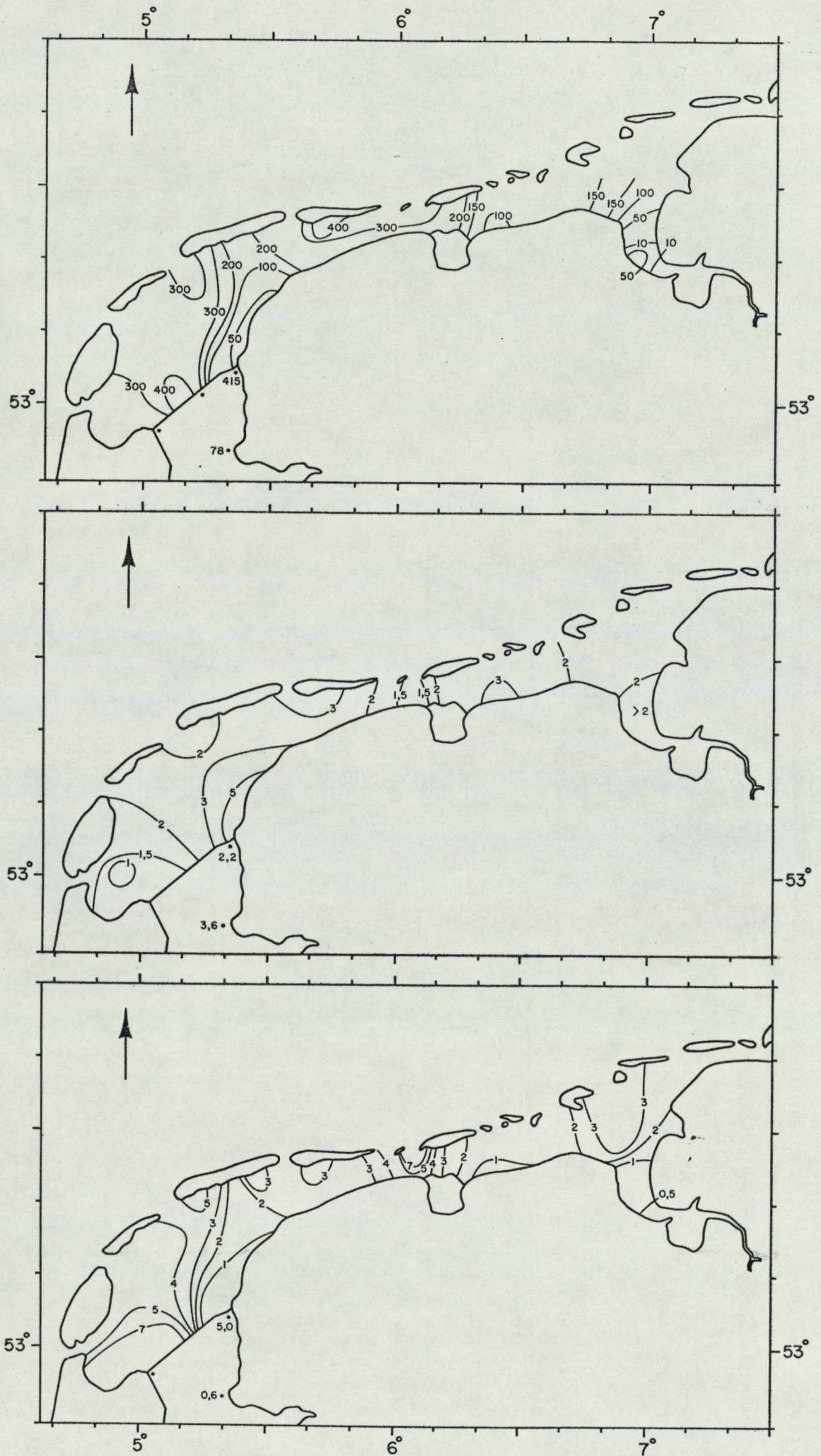


Fig. 15. Tocht 1, 6-10 april 1970; boven: ATP, ng/l; midden; organische C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

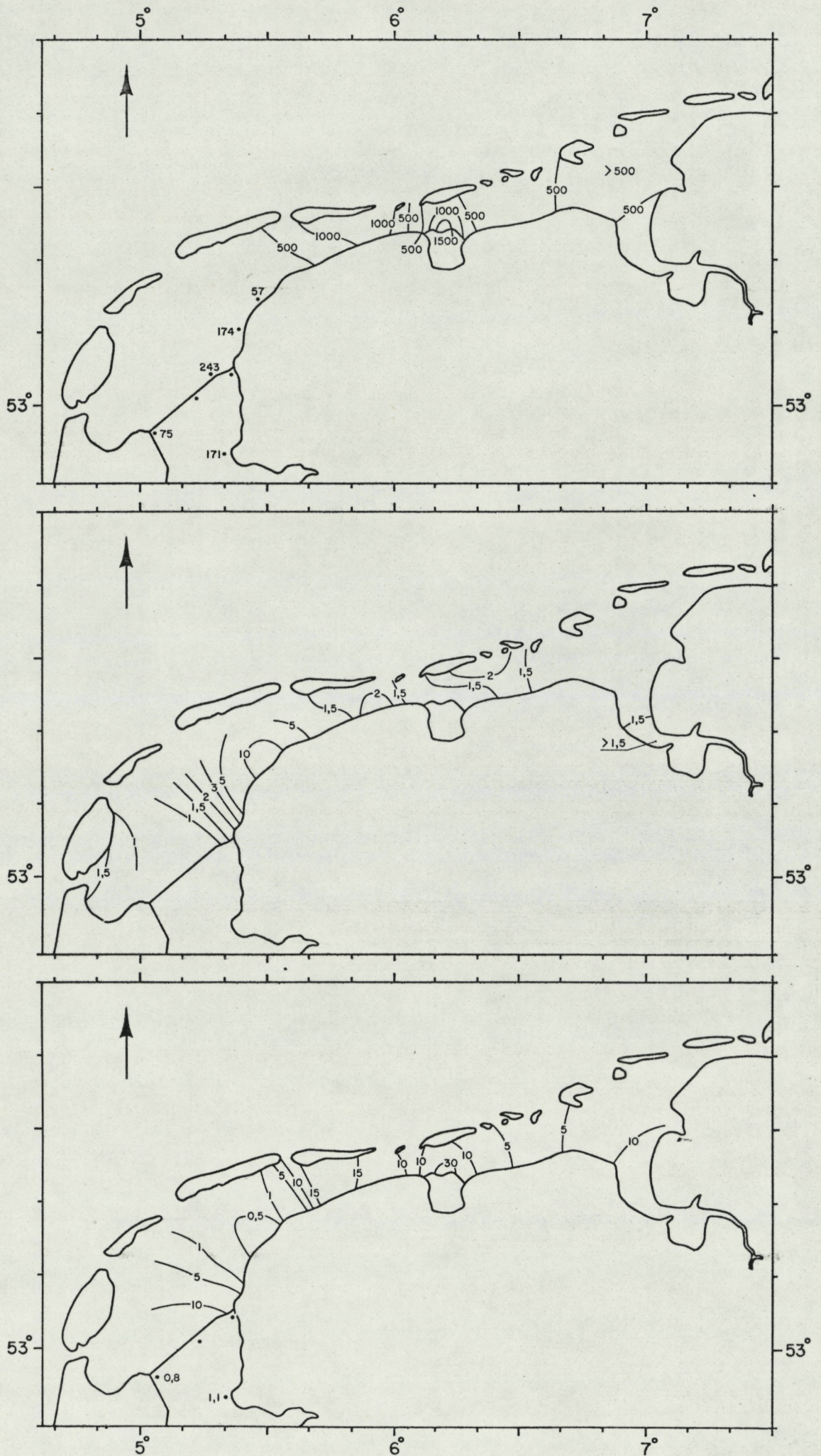


Fig. 16. Tocht 2, 10-15 mei 1970; boven: ATP, ng/l; midden: organische C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

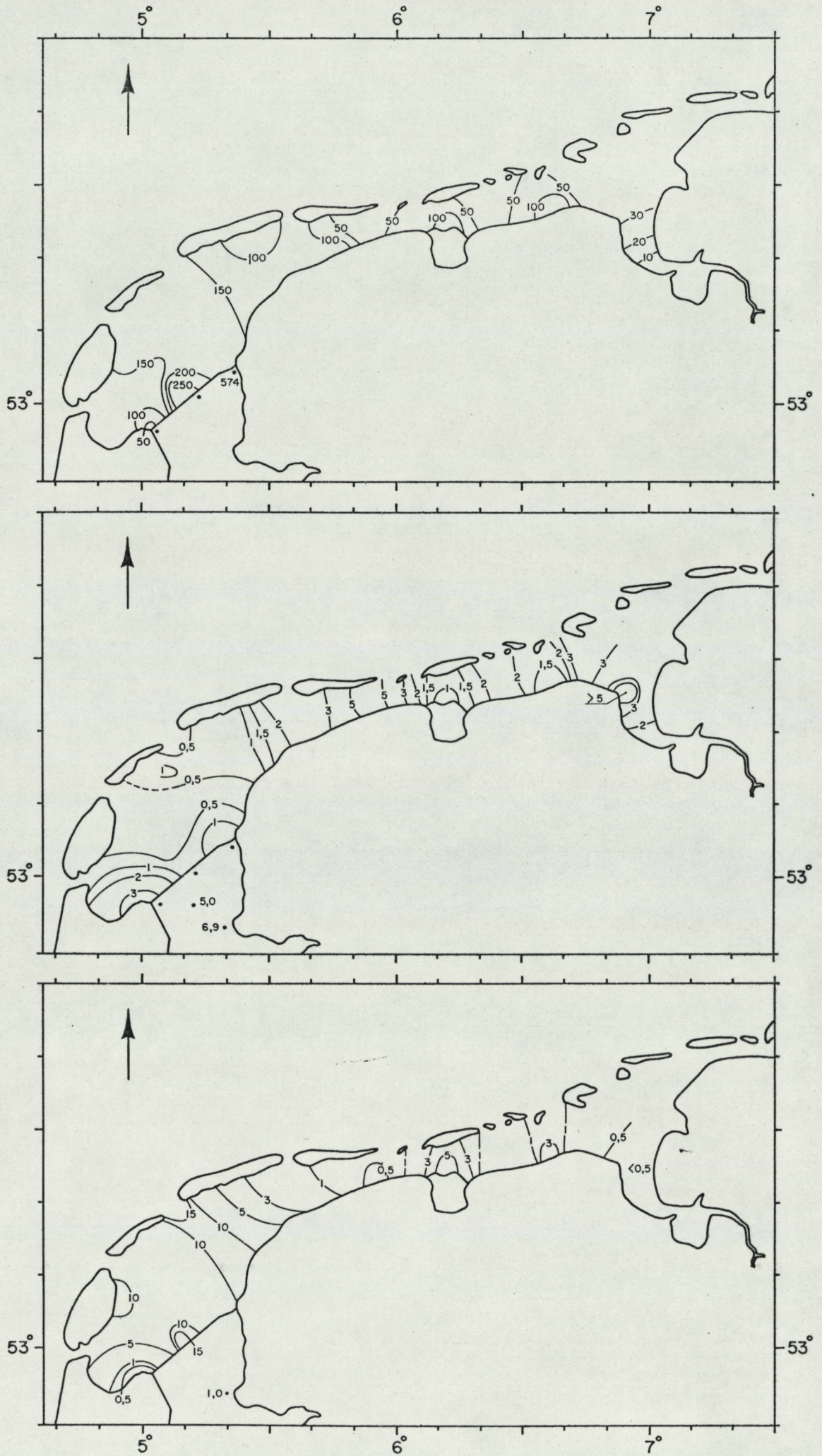


Fig. 17. Tocht 4, 20-25 juli 1970; boven: ATP, mg/l; midden; organische C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

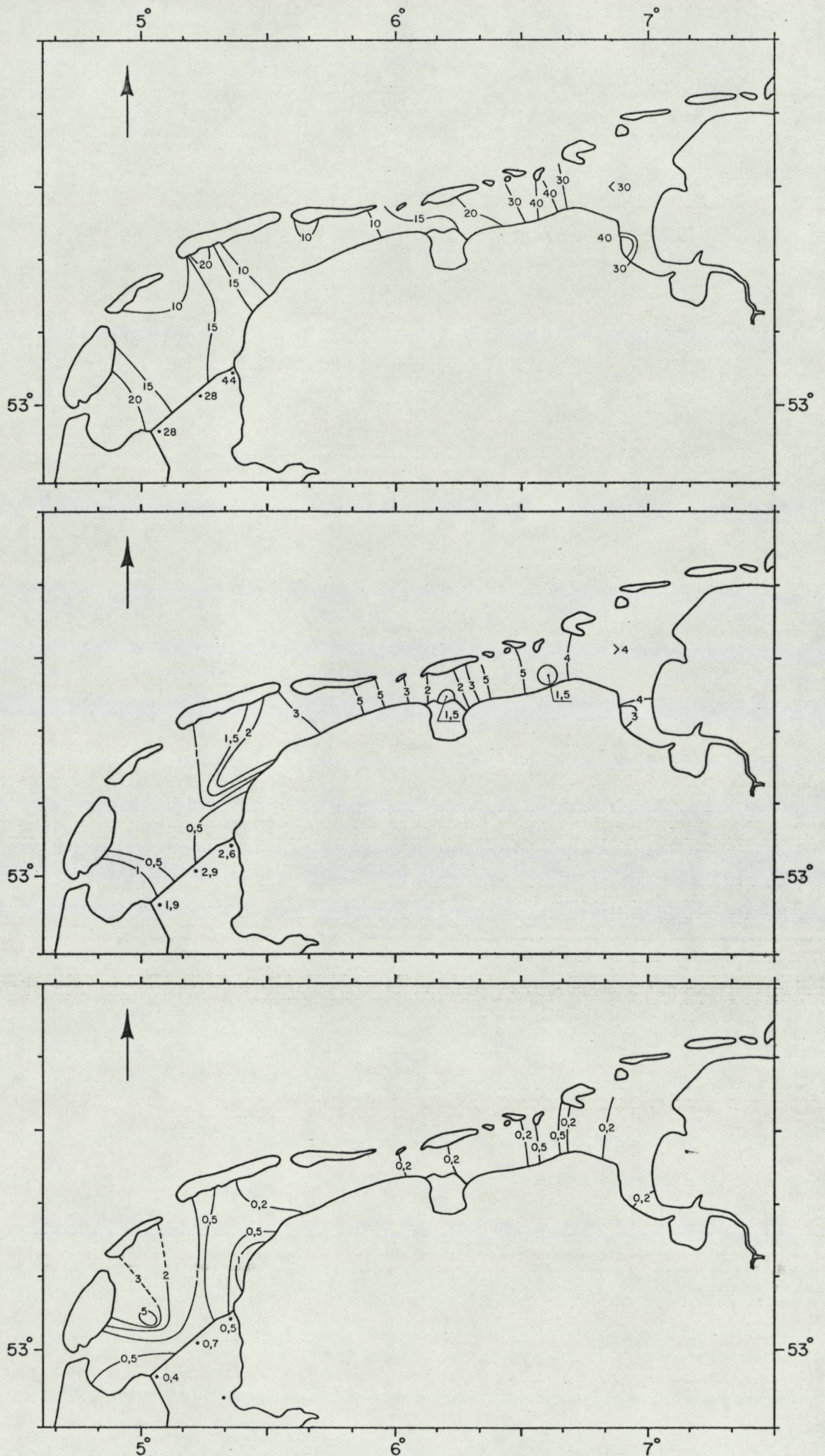


Fig. 18. Tocht 5, 2-6 november 1970; boven: ATP, ng/l; midden: organisch C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

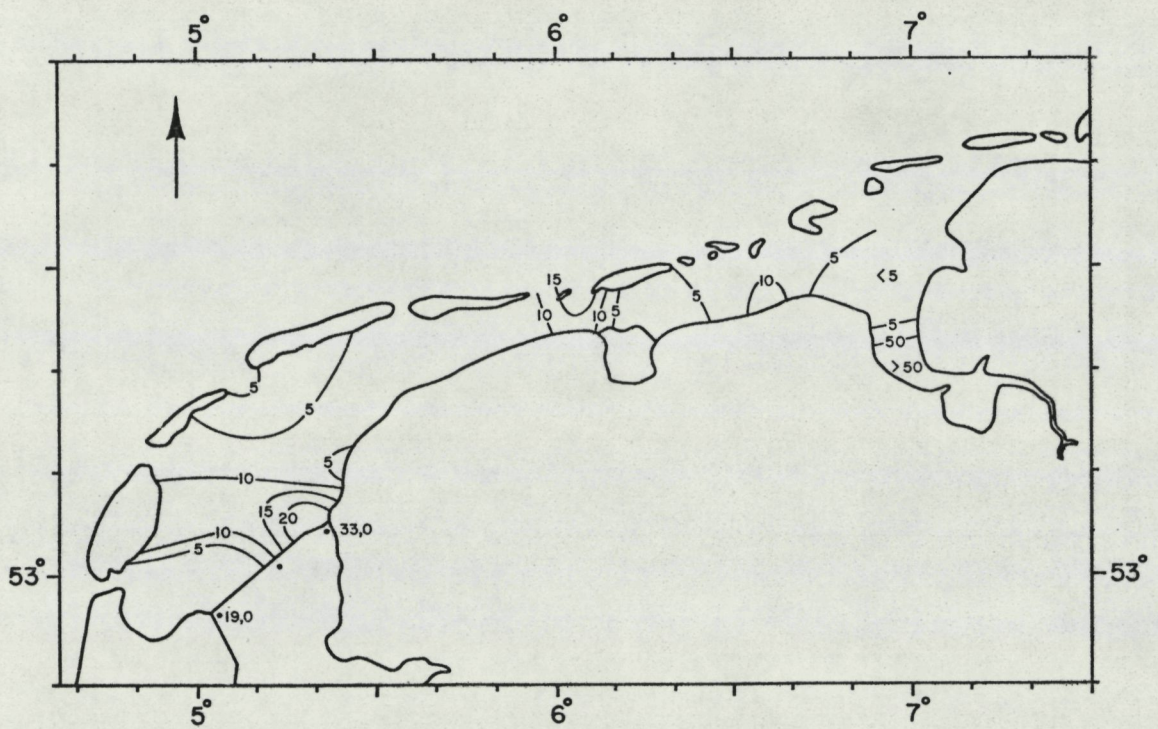


Fig. 19. Tocht 6, 14-18 december 1970; ATP, ng/l.

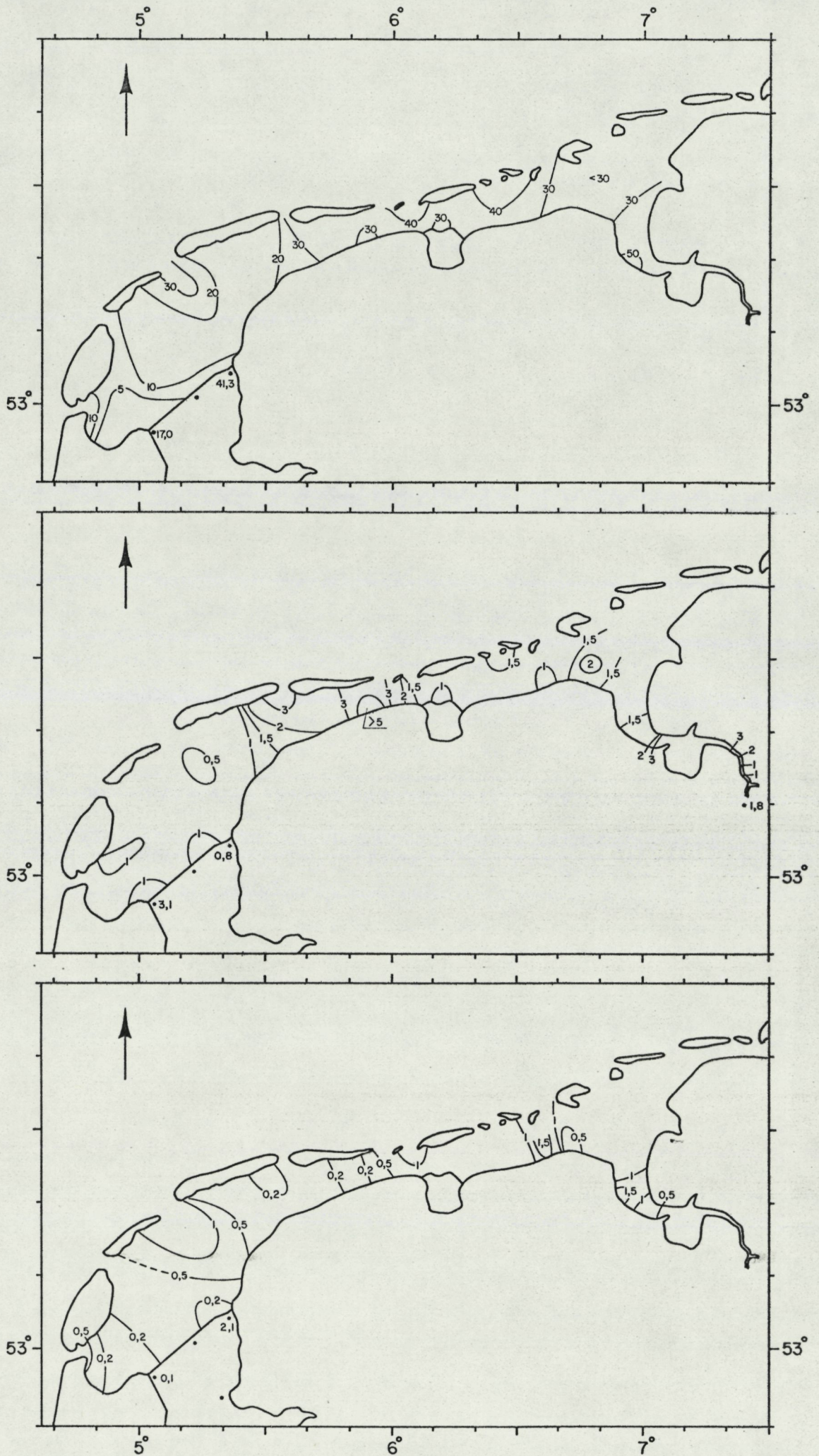


Fig. 20. Tocht 7, 18-22 januari 1971; boven: ATP, ng/l; midden: organische C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

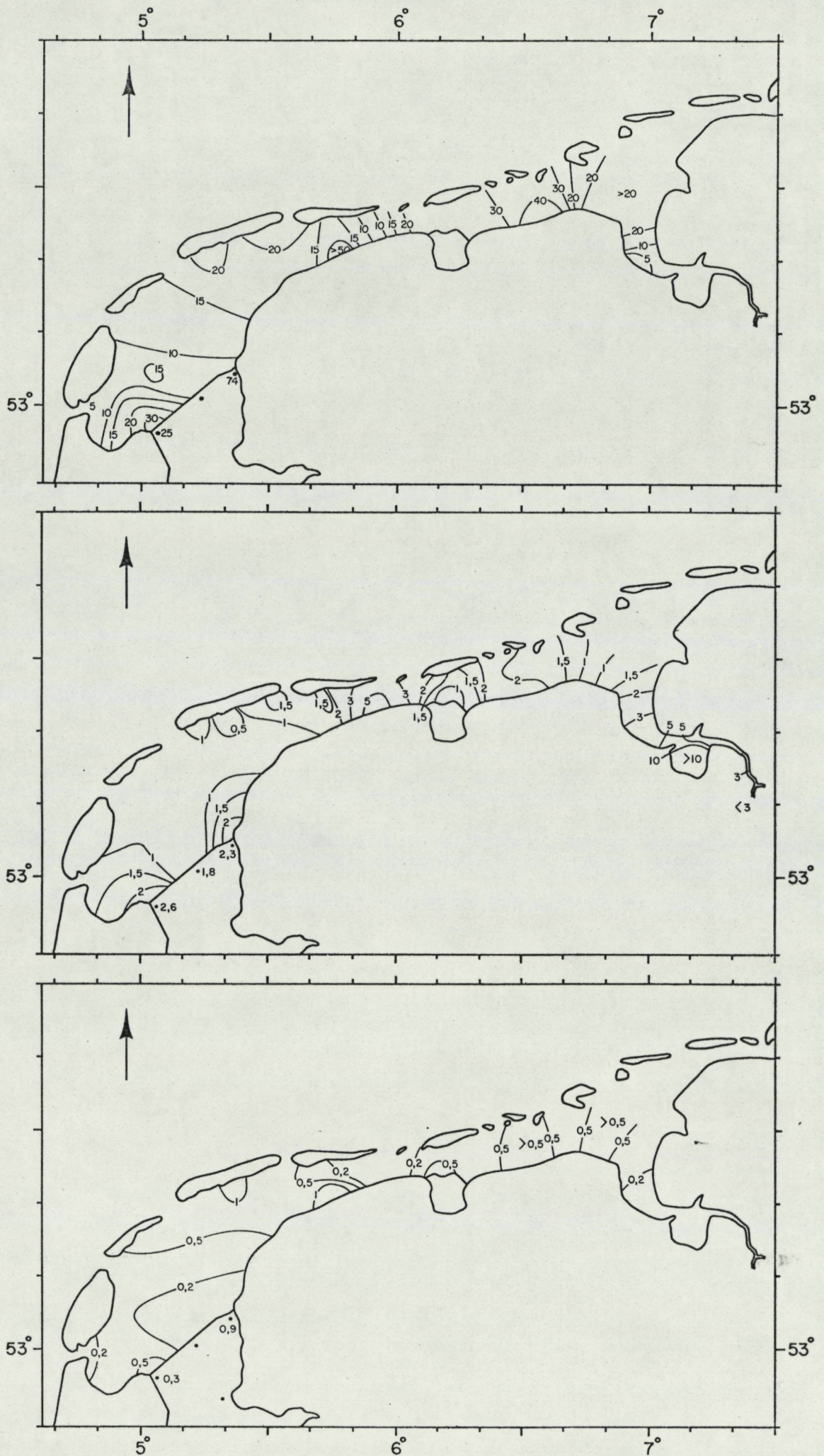


Fig. 21. Tocht 8, 22-25 februari 1971; boven: ATP, ng/l; midden: organisch C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

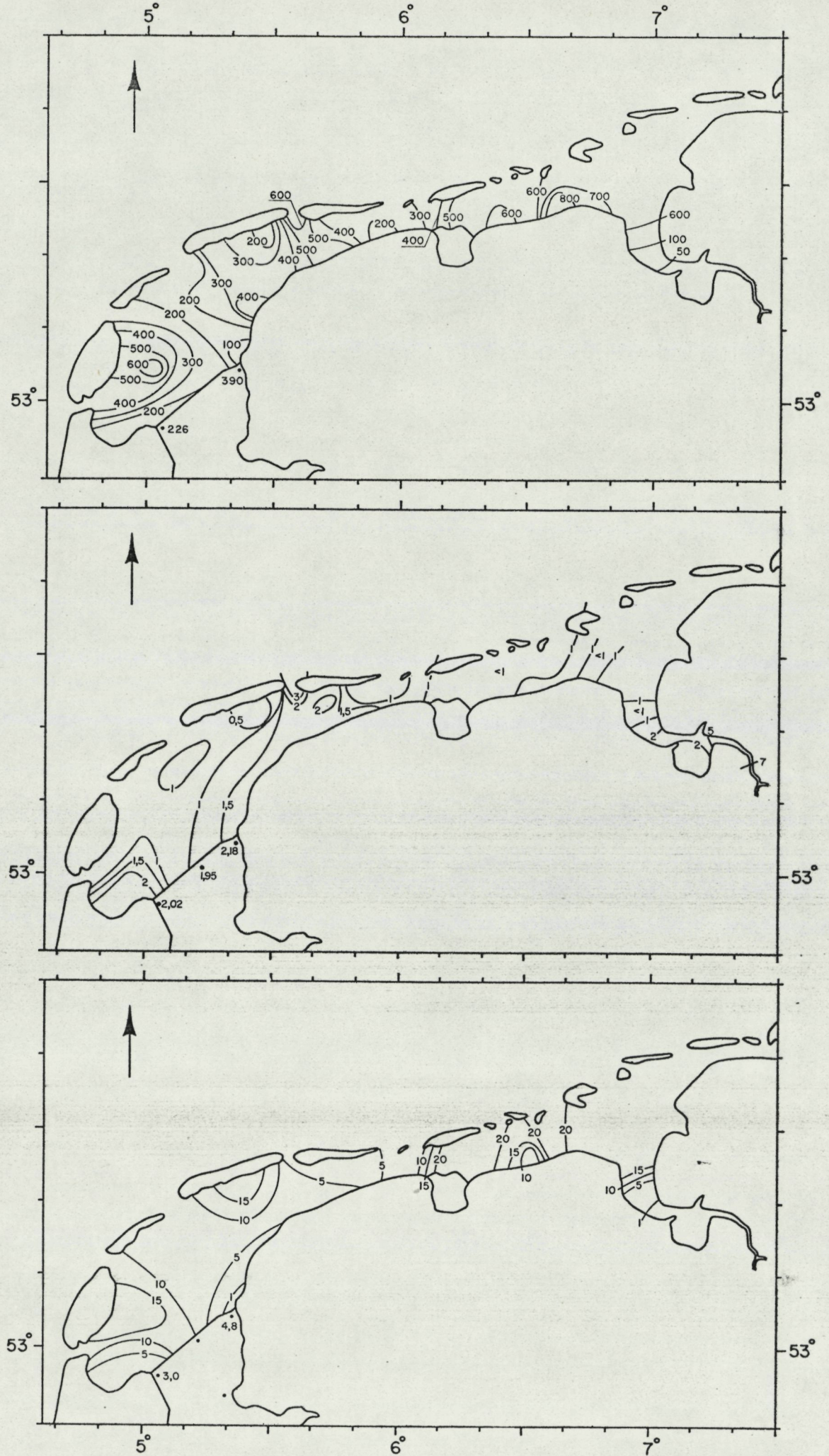


Fig. 22. Tocht 10, 19-22 april 1971; boven: ATP, ng/l; midden: organis C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

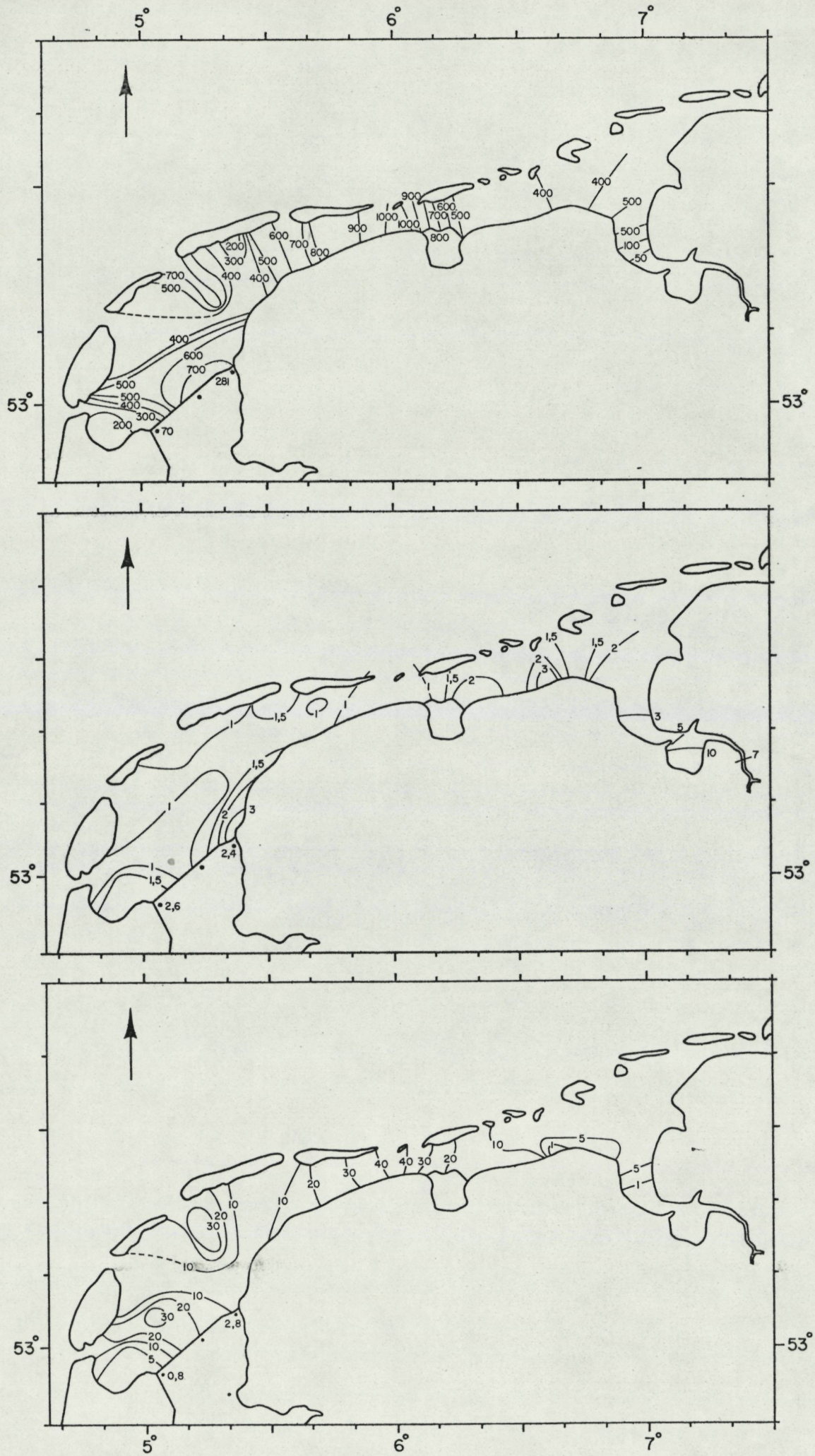


Fig. 23. Tocht 12, 7-11 juni 1971; boven: ATP, ng/l; midden: organische C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

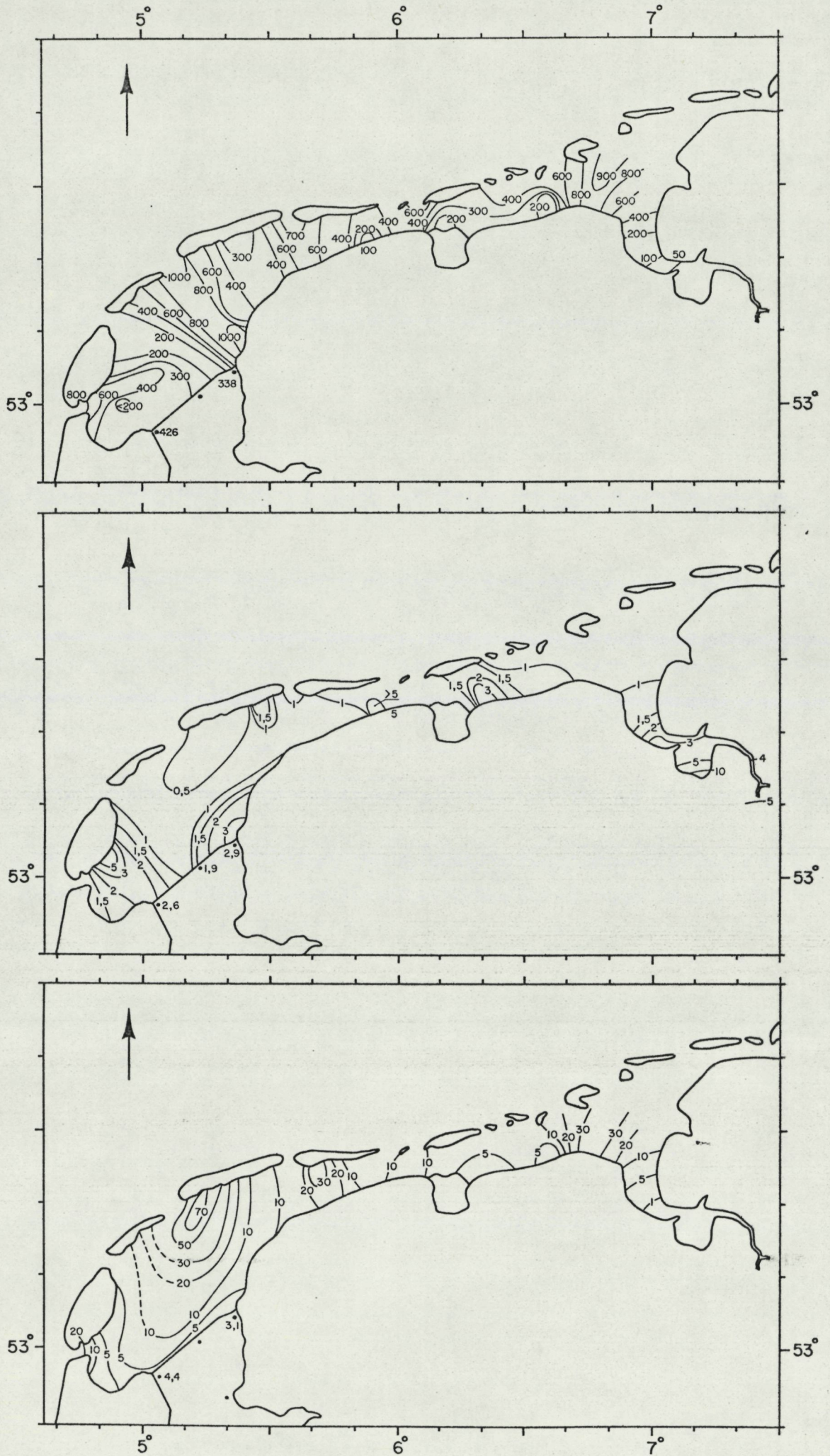


Fig. 24. Tocht 13, 19-22 juli 1971; boven: ATP, ng/l; midden: organische C, mg/l; onder: % levende cel C t.o.v. organische C.

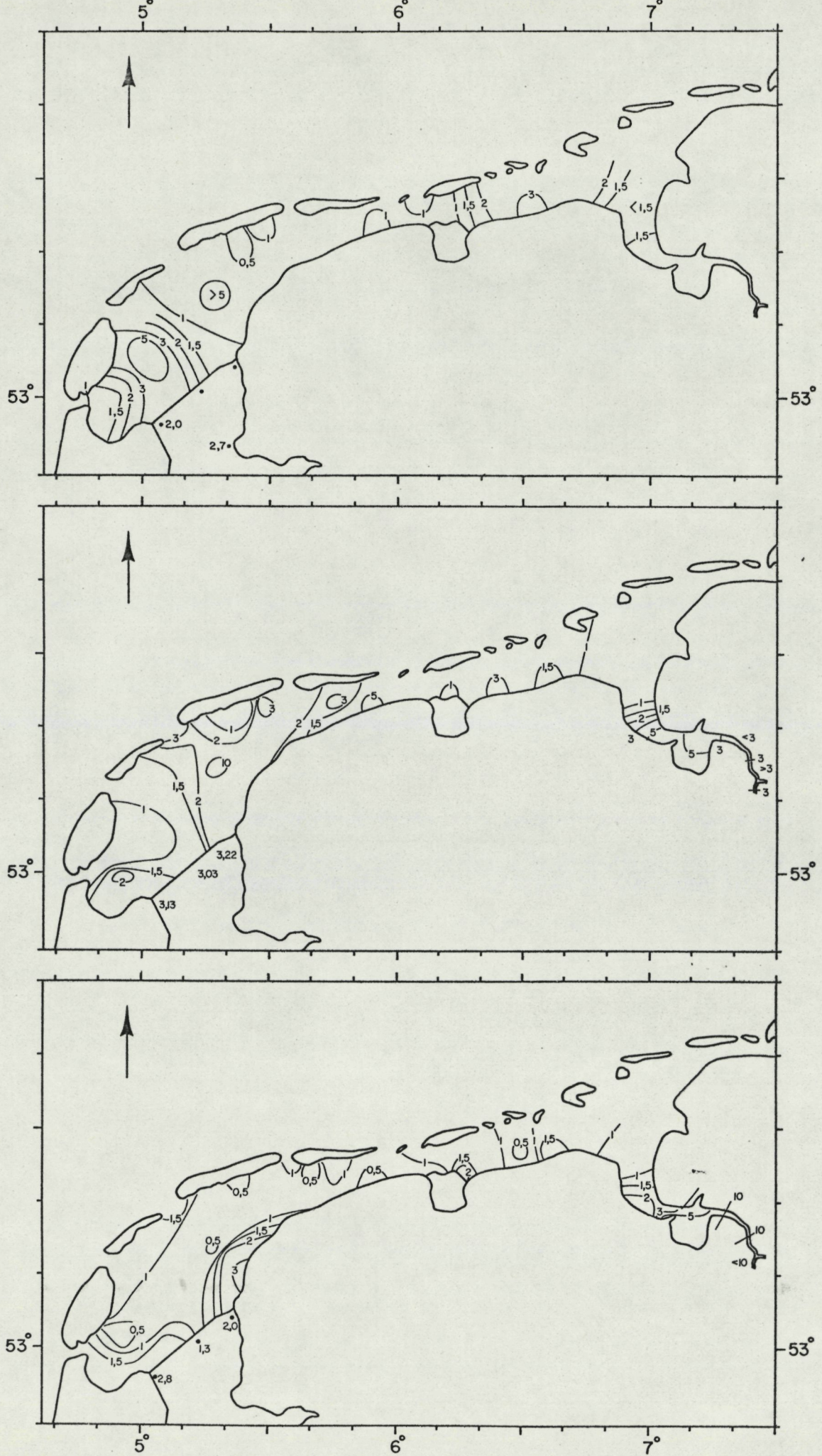


Fig. 25. Organische C, mg/l; boven: Tocht 3, 22-26 juni 1970; midden: Tocht 9, 22-26 maart 1971; onder: Tocht 11, 17-20 mei 1971.

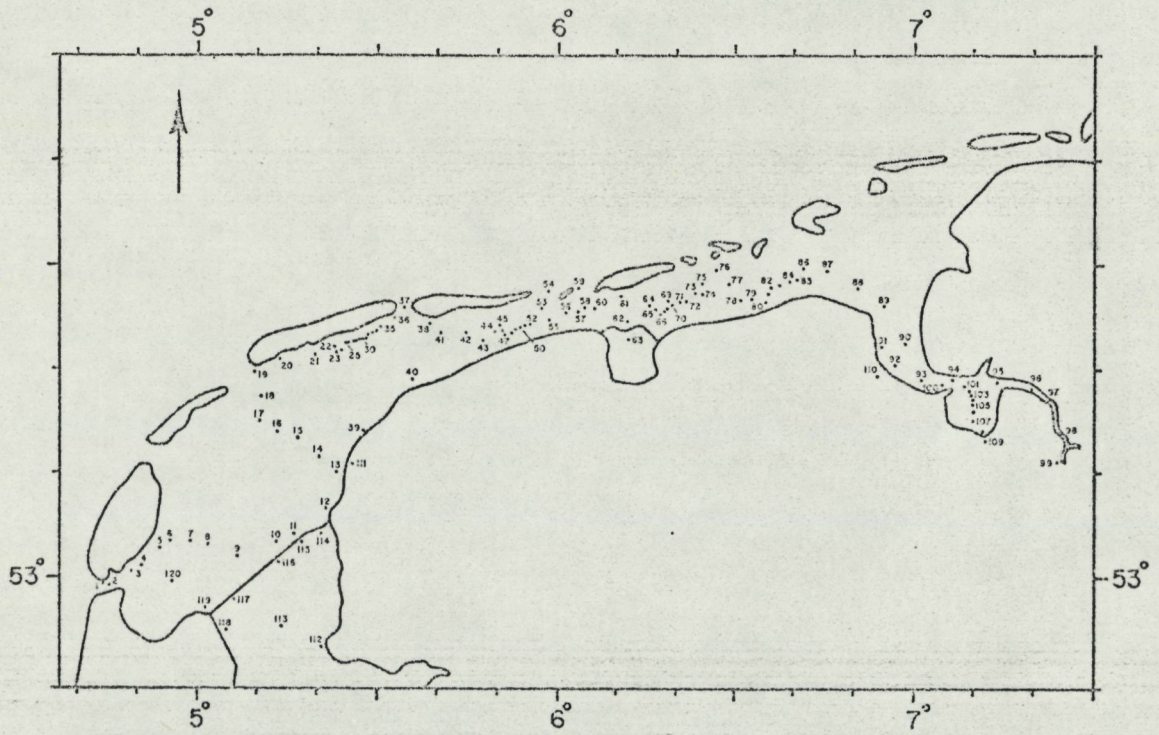


Fig. 26. Kaart van de monsterpunten.