PROVINCIALE WATERSTAAT
VAN
FRIESLAND

-Intern rapport-

BIOLOGISCH WATERONDERZOEK
1976-1980

T.H.L. Claassen
april 1981.

BIOLOGISCH WATERONDERZOEK 1976-1980.

Inhoud.

	Blz.
1. Inleiding	1
2. Het aquatisch ecosysteem	3
3. Biologisch wateronderzoek	6
3.1. Algemeen	6
3.2. Gradiëntenonderzoek	8
3.3. Toetsing van het saprobiequotiënt volgens Dresscher en Van der Mark	12
3.4. Vergelijkend onderzoek tussen polder- en boezemwater	15
3.5. Onderzoek naar het gebruik van graskarpers	20
3.6. Onderzoek in enkele beken	21
3.7. Het onderzoek in 1978, 1979 en 1980 op verspreid in de provincie liggende punten	23
4. Eutrofiëringsonderzoek	45
4.1. Algemeen	45
4.2. De situatie in Friesland	45
4.3. Het Slotermeer en omgeving	52
5. Samenvatting	54
6. Begrippenlijst	55
7. Literatuurlijst	57
Bijlagen	60
Appendix (apart)	60

*****

1. Inleiding.

Begin 1979 is een 2de nota over biologische aspecten van de waterkwaliteit (26) verschenen. Deze nota, waarin diverse aspecten van het biologisch wateronderzoek werden belicht, ging samen met het rapport Waterkwaliteit Friesland 1974-1978 (27), de Rioleringsenquête (28) en het Bedrijfsresultatenrapport van de rioolwaterzuiveringsinstallaties (30) vooraf aan het Waterkwaliteitsplan. Dit nieuwe plan (31), dat in september 1980 door de Provinciale Staten is aangenomen, bevat naast waterzuiveringsaspecten ook een belangrijk stuk algemene informatie betreffende waterkwaliteit en de doelstellingen van het waterkwaliteitbeheer en is daardoor meer geënt op het nieuwe Indicatief Meerjarenprogramma-Water (IMP) (21) en recente wijzigingen van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (W.V.O.)

Onderhavige rapport heeft tot doel de tot nu toe verzamelde gegevens -buiten het routinematige oppervlaktewateronderzoek- te bundelen, zoals dat bijvoorbeeld ook gedaan is voor het controlerend oppervlaktewaterkwaliteitsonderzoek (Waterkwaliteit Friesland 1974-1978) en de bedrijfsvoering van de zuiveringsinstallaties (Bedrijfsresultatenrapport). Gegevens van de laatste 5 jaren zijn hierin zoveel mogelijk opgenomen, deels uitgewerkt in figuren of tabellen, deels in nog onbewerkte vorm. Deze bundeling maakt het mogelijk de verzamelde gegevens snel te raadplegen en waar nodig of gewenst dit materiaal te benutten of nader uit te werken bij het verdere onderzoek. Ook anderen kunnen er gebruik van maken. De periode van onderzoek -1976 t/m 1980- wordt hiermee afgescheiden van een (deels) nieuw opgezet onderzoeksprogramma. Dit nieuwe onderzoek richt zich vooral op het formuleren van regionale waterkwaliteitsnormen (5) en zal enkele jaren duren. Het is de bedoeling dit af te ronden voor 1985, dan immers zal het 3de IMP verschijnen. De tot nu toe verzamelde onderzoeksgegevens kunnen daarbij goed worden benut.

Na een algemeen inleidend hoofdstuk over het aquatisch ecosysteem worden in een aantal paragrafen de verschillende (deel)onderzoeken, gericht op biologische waterbeoordeling, besproken. Voor een deel is dit reeds gedaan in de genoemde 2de nota over Biologische aspecten van de waterkwaliteit (26). Hierna wordt dan ook regelmatig verwezen. Daarna komt het eutrofiëringsonderzoek ter sprake, dat vooral gericht is op de Friese (boezem)meren, met name het Slotermeer. Enkele bijzondere onderwerpen, zoals het verschijnsel zoute kwel, blijven buiten het bestek van dit rapport. Enkele proeven met graskarpers worden slechts kort beschreven. Een aantal gegevens zijn als bijlagen achter in het rapport opgenomen. Daarnaast zijn de basisgegevens gebundeld in een aparte appendix. Ter verduidelijking van een aantal (vak)termen is een verklarende begrippenlijst opgenomen. In de tekst worden deze verklaarde termen bij het eerste gebruik met een sterretje * aangeduid.

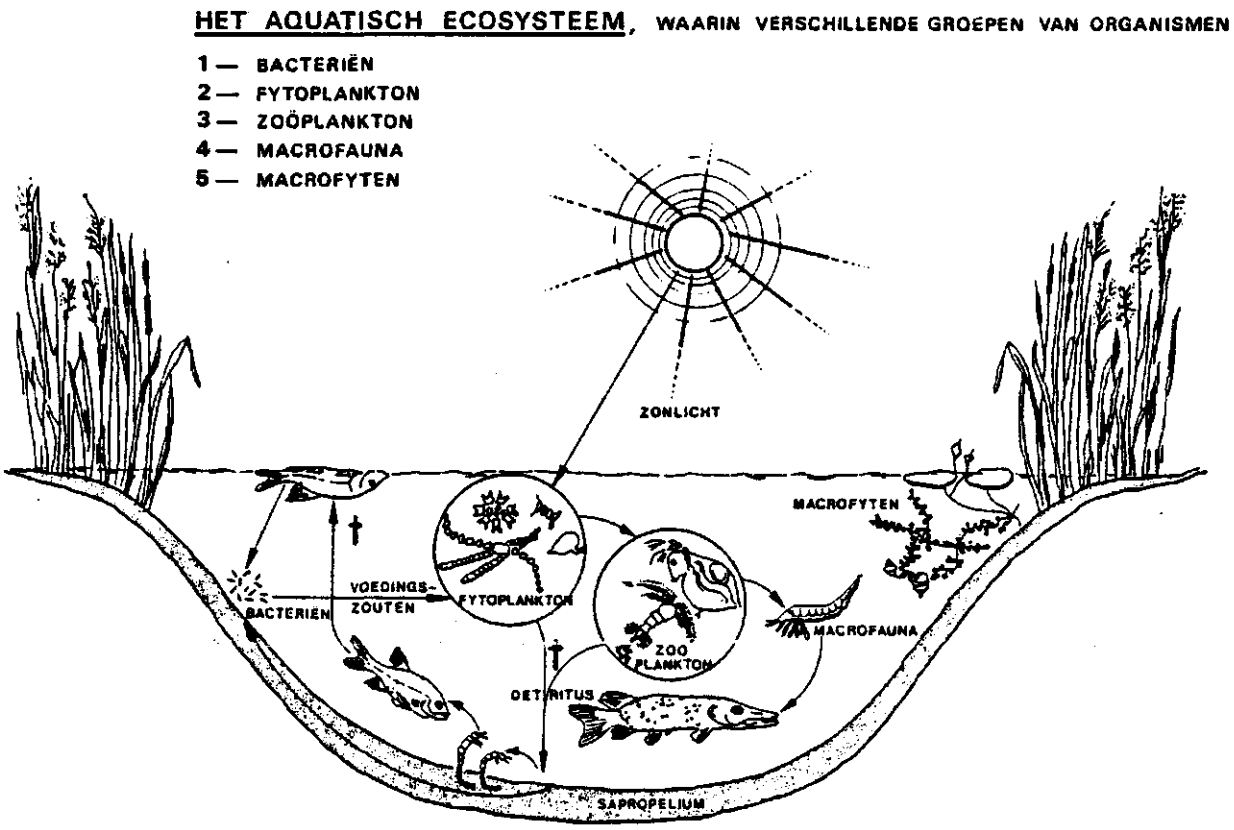
Nadat in hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de typologie van oppervlaktewateren, worden in hoofdstuk 3 de verrichte onderzoeken, welke kunnen bijdragen tot een waterbeoordeling op ecologische grondslag, besproken. De monsterpunten van het gradiëntenonderzoek worden aangeduid met letters (in combinatie met een cijfer), alle andere punten zijn voorzien van een volgnummer. In de bijlagen 1A t/m 1G, evenals in de figuren 1 t/m 11 zijn de punten opgenomen. In hoofdstuk 4 wordt het eutrofiërings-

onderzoek besproken. De betreffende onderzoekspunten zijn opgenomen in bijlage 1H en weergegeven in figuur 12. Deze bijlagen en figuren bevinden zich achterin dit rapport. Onbewerkte basisgegevens (fysisch-chemische analyseresultaten, planktonlijsten en macrofaunalijsten) zijn opgenomen in een aparte appendix, aanwezig bij de sector Milieu van de provinciale waterstaat.

*****

2. Het aquatisch ecosysteem.

Over de algemene opbouw en samenstellende componenten van een aquatisch ecosysteem* en de processen die zich erin afspelen, wordt verwezen naar hoofdstuk 2 en figuur 1 in de 1ste nota over biologische aspecten van de waterkwaliteit (25). Een nadere uitwerking is opgenomen in de 2de nota (26), waarin in hoofdstuk 2 aandacht is besteed aan de omvang van de stofwisselingsprocessen*. Daarin komt de intensiteit van de trofie-* en saprobiegraad* van een water tot uiting. De daar opgenomen figuren 1, 2 en 3 spreken voor zich. In onderstaande figuur 13 is het gesloten aquatisch ecosysteem nog eens schematisch weergegeven.



Figuur 13. Het gesloten aquatisch ecosysteem.

Ook in bijlage A van het nieuwe IMP (21) wordt uitgebreid ingegaan op de opbouw en samenstelling van het aquatisch ecosyteem. Er worden een 5-tal fundamentele componenten onderscheiden: I anorganische materie*, II producenten*, III consumenten*, IV dode organische materie* en V afbrekers*. Gewezen wordt ook nog op het feit dat de materiestroom een kringloop vormt (stoffen circuleren in het systeem), de energiestroom (zonlicht wordt uiteindelijk omgezet in warmte) echter niet.

Bij het waterkwaliteitsbeleid kan men onderscheid maken in een 2-tal hoofduitgangspunten:

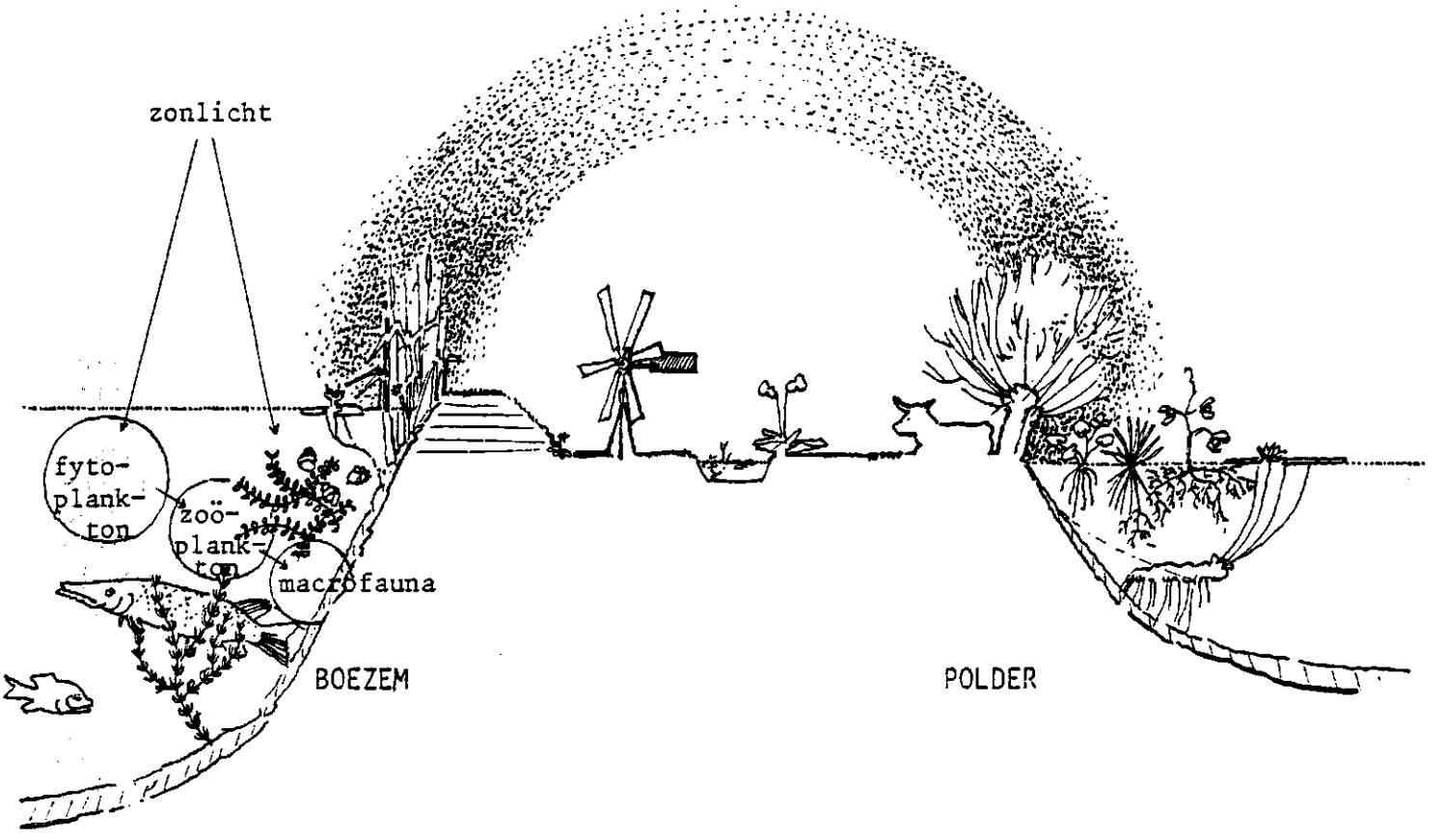
1. uitgaande van de menselijke gebruiksfuncties van het water (hoofd-

motieven voor de bescherming van het milieu: volksgezondheid en de materiële belangen van de menselijke samenleving);

2. uitgaande van de algemene ecologische functie van een water (hoofdmotief voor de bescherming van het milieu: ecosystemen).

Voor een algemene overkoepelende waterkwaliteitsbeoordeling zal worden uitgegaan van het aquatisch ecosysteem zelf en daarmee aansluiten op het onder 2 genoemde uitgangspunt. Dit leidt dan tot de wens tot het behouden of herkrijgen van een zo natuurlijk mogelijke verscheidenheid aan soorten en ecosystemen (21). Ook wel anders geformuleerd: men streeft naar biologisch gezond oppervlaktewater, dat is water met een zodanige kwaliteit dat zich daarin zonder menselijk ingrijpen een bij de geografische situatie behorende evenwichtige aquatische flora en fauna kan handhaven (32). Om tot invulling van het begrip biologisch gezond water te komen (en in het algemeen bij waterbeoordeling op ecologische grondslag) is de aard (en ligging) van het water van groot belang. De beoordeling wordt (mede) bepaald door het type water. Betreffende de typologie van het Nederlandse oppervlaktewater en de daarbij aansluitende referentienormen voor waterkwaliteitsbeoordeling is nog onvoldoende bekend. Er zijn typologiën op basis van abiotische* kenmerken, zoals stroming, zoutgehalte en morfometrie en ook primair biotisch* gefundeerde typologiën op grond van bijvoorbeeld trofiegraad of diversiteit. Schroevers of Dresscher (19) hebben op basis van het microfytenbestand een biologische typologie van het Nederlandse oppervlaktewater gemaakt en komen dan tot een 7-tal zgn. hydrobiologische districten. Deze indeling waarbij vrijwel geheel Friesland behoort tot één district (zoete boezem- en poldergebieden), is slechts globaal en beperkt bruikbaar. De in het IMP (21) gepresenteerde indeling van oppervlaktewateren in verschillende typen is gebaseerd op meerdere kriteria en mede daardoor minder duidelijk en onvolledig. Bovendien ontbreekt het bij elk type behorende referentiekader. In de nabije toekomst zullen de diverse waterkwaliteitsbeheerders voor hun wateren moeten werken aan het formuleren van waterkwaliteitsnormen of referenties voor de algemene ecologische functies van het water (5). Een indeling in watertypen (vooraf als hulpmiddel bij het onderzoek, achteraf als resultaat van het onderzoek) is daarbij onmisbaar. Volledigheidshalve kan hier vermeld worden dat ten behoeve van het onderzoek naar de verspreiding en oecologie van macrofauna-organismen van binnenwateren in het kader van de European Invertebrate Survey-Nederland (36) en ten behoeve van interprovinciale coördinatie bij milieukarteringswerk (16) indelingen in watertypen zijn opgesteld. Ook in CUWVO-verband wordt aan deze problematiek gewerkt.

Tot nu toe heeft het routinematige fysisch-chemische waterkwaliteitsonderzoek in Friesland zich vooral beperkt tot de meren, kanalen en vaarten behorende tot het boezemwater. De indeling in 8 waterkwaliteitsgebieden (26, 27) geldt dan ook voor dit (sub)type. In verband met de waterkwaliteitsdoelstellingen is het gewenst diverse typen te onderscheiden en invloeden over en weer te kennen. In figuur 14 is geprobeerd dit aanschouwelijk te maken en is het gesloten systeem van figuur 13 omgevormd tot een open systeem.



Figuur 14. Het open aquatisch ecosysteem.

3. Biologisch wateronderzoek.

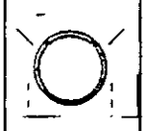
3.1. Algemeen.

In de voorgaande nota (26) zijn kenmerken genoemd van fysisch-chemisch en biologisch wateronderzoek. Afhankelijk van de doelstelling van het onderzoek zal de nadruk (mogelijk) op een van beide liggen, voor een volledig beeld zijn echter beide soorten onderzoek gewenst en vullen elkaar nuttig aan (11). Althans voor de gebruiksfuncties lijkt het mogelijk de gevonden relevante fysisch-chemische parameters (abiotische milieucondities) voor de betreffende referentiewateren als norm voor de gewenste waterkwaliteit te gebruiken. Er zijn op landelijk niveau reeds normen in bewerking voor zwemwaterkwaliteit, schelpdierteelt, viswater en water als grondstof voor drinkwater. Zolang er nog geen (uitgewerkte) normen zijn, gericht op de algemene ecologische functie van het water, wordt gebruik gemaakt van de zgn. basiskwaliteit. Het betreft hier een 39-tal parameters, waarvoor (met uitzondering van zwevende stof, geleidingsvermogen en hardheid) absolute of gemiddelde normen zijn opgesteld. Bij sommige normen wordt vermeld dat tengevolge van natuurlijke omstandigheden afwijkende waarden kunnen voorkomen. De doelstelling basiskwaliteit is in het IMP (21) als volgt omschreven: Een zodanige kwaliteit van het oppervlaktewater dat het geen overlast (met name stank) voor de omgeving veroorzaakt, er niet vervuild uitziet (drijvend vuil, verkleuring), goede levenskansen biedt voor een aquatische levensgemeenschap, waarvan ook hogere organismen zoals diverse vissoorten deel uit kunnen maken en dat tevens ecologische belangen buiten het water (b.v. vogels en zoogdieren die waterdieren consumeren) worden beschermd. Voor een praktische, snelle en uniforme waterbeoordeling wordt (nog) gebruik gemaakt van de zgn. IMP-index, gebaseerd op de parameters zuurstofverzadigingspercentage, biochemisch zuurstofverbruik en ammoniumstikstof.

Voor de nabije toekomst is het gewenst (ook) parameters te kiezen en normen te formuleren voor diverse typen wateren, welke meer aansluiten bij de doelstelling van het waterkwaliteitsbeleid, te weten het streven naar biologisch gezond oppervlaktewater. In algemene zin lijkt voor een dergelijke beoordeling het door Caspers & Karbe (2, 3, 18) ontwikkelde systeem bruikbaar, echter concrete invulling zal voor afzonderlijke watertypen moeten geschieden. Het uitgangspunt van het systeem van Caspers & Karbe is het (actuele) stofwisselingsproces, de kringloop van opbouw* en afbraak* , in het water als gevolg van de in dat water levende organismen. Niet alleen wordt gekeken naar energetische kriteria (gebaseerd op opbouw en afbraak), ook de samenstelling van de levensgemeenschap speelt een rol. In afbeelding 1 is het beoordelingssysteem van Caspers & Karbe schematisch samengevat.

In dit raamwerk zal in eerste instantie gezocht moeten worden naar bruikbare parameters. Voor de opbouw lijkt chlorofyl* bruikbaar, voor de afbraak het biochemisch zuurstofverbruik, waarbij discussie mogelijk is over de duur van de proef, de temperatuur en de remming van de nitrificatie. Kolom B, zuurstofhuishouding, spreekt voor zich. Kolom C benadrukt de structuur van de aquatische levensgemeenschap. Hier kunnen mogelijk trofie- en saprobiequotiënten worden toegepast,

Afbeelding 1. Indeling in waterkwaliteitsklassen op basis van stofwisselingsprocessen in het water. In de kringloop is weergegeven: opbouw (boven), detritus (rechts), afbraak (onder) en voedingszouten (links). De pijlen duiden op: invoer voedingszouten (linksboven), invoerorganische stof (rechts boven), overschot detritus (rechts onder) en overschot voedingszouten (linksonder). (Gewijzigd naar Caspers en Karbe).

Klasse	Kringloop	A. Bio-aktiviteit	B. Zuurstofhuishouding	C. Levensgemeenschappen
I.		evenwicht tussen opbouw en afbraak, kleine biomassa, geringe aktiviteit β - *oligosaproob*	zuurstofgehalte in water bijna onafhankelijk van processen. Overdag en 's nachts hoog (verzadigingswaarde)	individuen-arm, matig soortenrijk, micro- en macro-organismen, plantaardig en dierlijk
II.		evenwicht tussen opbouw en afbraak, grote biomassa, grote activiteit χ - *oligosaproob*	zuurstofgehalte mede onder invloed van processen, overdag en 's nachts hoog	individuenrijk en soortenrijk, micro- en macro-organismen, plantaardig en dierlijk
III.		bijna evenwicht tussen opbouw en afbraak, afbraak > opbouw, grote biomassa, grote aktiviteit β - *mesosaproob*	zuurstofgehalte afhankelijk van aktiviteit van organismen, overdag hoog, 's nachts laag	individuenrijk en soortenrijk, micro- en macro-organismen, plantaardig en dierlijk
IV.		afbraak >> opbouw, grote biomassa, zeer grote aktiviteit χ - *mesosaproob*	zuurstofgehalte afhankelijk van aktiviteit van organismen en van wisselende aanvoer van stoffen, overdag laag, 's nachts zuurstofarm	individuenrijk, soortenarm, massale bacterie-ontwikkeling, weinig macro-organismen
V.		nauwelijks opbouw, grote biomassa, grote aktiviteit β - *polysaproob*	zuurstofgehalte grotendeels bepaald door aanvoer van stoffen, overdag meer zuurstofloos, 's nachts zuurstofloos	zeer individuenrijk, zeer soortenarm, massale bacterie-ontwikkeling, slechts enkele soorten macro-organismen; deze in grote hoeveelheden
VI.		geen opbouw, grote biomassa, grote aktiviteit χ - *polysaproob*	zuurstofgehalte geheel bepaald door aanvoer van stoffen, vrijwel altijd zuurstofloos	zeer individuenrijk, uiterst soortenarm, voornamelijk gistingsbacteriën en schimmels geen macro-organismen

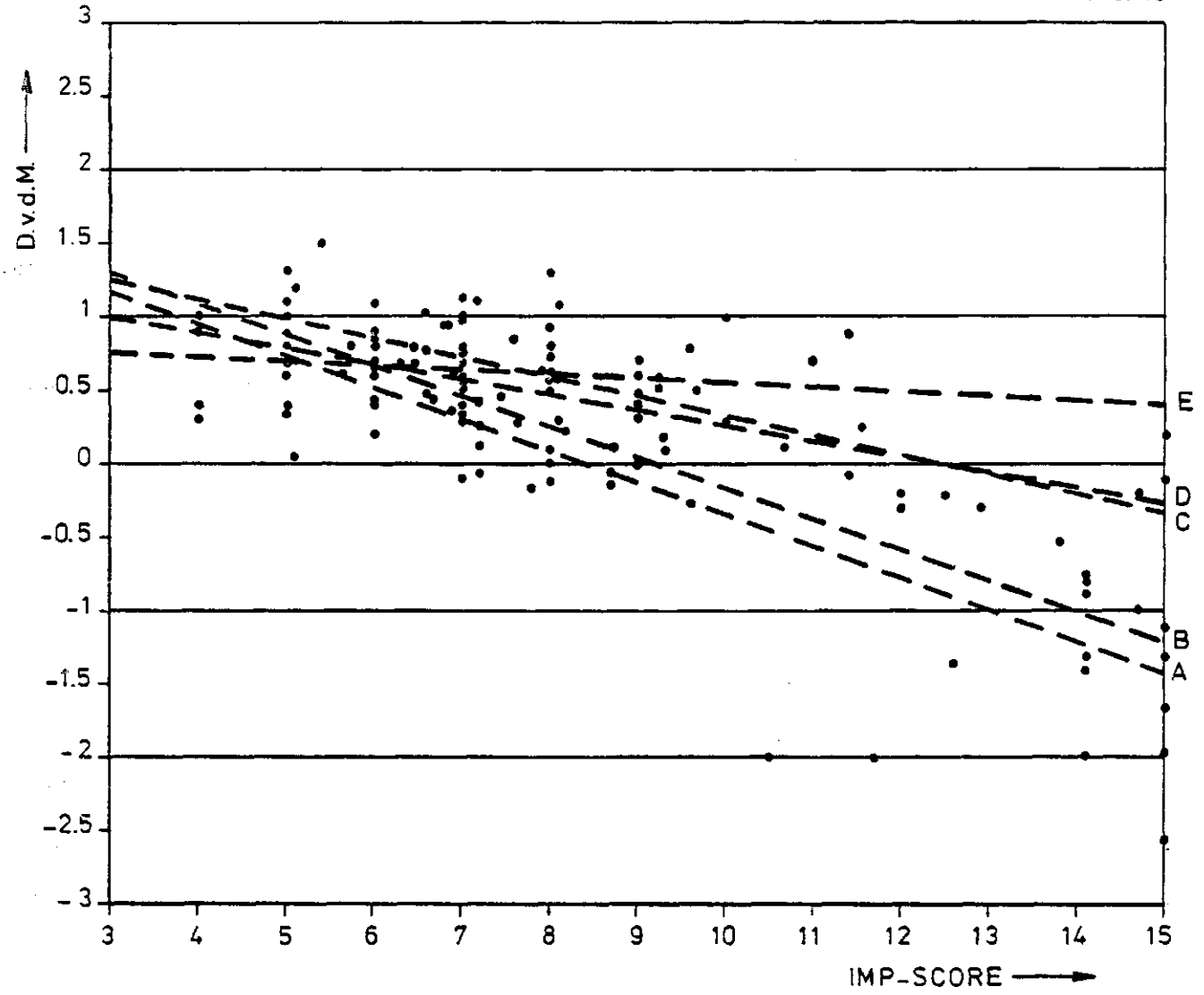
alsmede diversiteitsindices en biologische kwaliteitsindices, zoals bijvoorbeeld ontwikkeld voor macrofauna van stromende wateren (10). Daarnaast zal, mede afhankelijk van het type water, per parameter een relevante klasse-indeling gemaakt moeten worden. Dit kan mede door onderzoeksresultaten van referentiewateren hiervoor te bewerken. Bij een aantal deelonderzoeken, welke verderop besproken worden, is daartoe voor enkele parameters een aanzet gegeven. Daarbij wordt evenwel nog geen onderscheid gemaakt in het type water. Een bijkomende moeilijkheid vormt de onderlinge afstemming van de klassegrenzen van verschillende parameters.

3.2. Gradiëntenonderzoek.

Een gradiënt is een (geleidelijke) overgang van een bepaalde situatie naar een andere en is daardoor ruimtelijk bepaald. Voorbeelden van dergelijke (milieu) overgangen zijn de droog-nat, zoet-zout, voedselrijk-voedselarm en de vies-schoongradiënt. De twee laatste spelen bij het waterbeheer en -beoordeling een belangrijke rol en worden resp. genoemd de trofiereeks/ gradiënt (eutroof, mesotroof, oligotroof) en de saprobiereeks/gradiënt (polysaproob, mesosaproob, oligosaproob). Bij het waterkwaliteitsbeheer bestaan (en bestonden vooral) problemen met vervuilingsbronnen en de daaruit voortkomende problemen (zuurstofloosheid, vissterfte, stank, etc.). Deze (punt) lozingen leiden veelal tot gradiënten van polysaprobie en eutrofie in de richting van mesosaprobie en mesotrofie. Niet alleen ongezuiverd of ten dele gezuiverd afvalwater, maar ook gezuiverd afvalwater kan leiden tot het ontstaan van een waterkwaliteitsgradiënt. Het doel van dit onderzoek was inzicht te verkrijgen in het effect van dergelijke lozingen op het ontvangende oppervlaktewater en eventueel voorspellingen mogelijk te maken ten aanzien van gelijksoortige geplande lozingen elders.

Aanvankelijk werden 5 vuilwater afvoersloten bemonsterd: rioolwaterlozing Metslawier (M1 t/m M5) en Sexbierum (Se1 t/m Se5), afvalwaterlozing zuivelfabriek Elsloo (E1 t/m E6), St. Nicolaasga (N1 t/m N5) en te Oldeberkoop. Deze laatste lozing van afvalwater werd begin 1977 opgeheven, toen aansluiting ontstond op de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Gorredijk. Deze saprobiegradiënt is daardoor vervallen. Toegevoegd werden de lozingssituaties bij de r.w.z.i.'s te Surhuisterveen, Appelscha, Holwerd en Wolvega. Voor een overzicht wordt verwezen naar tabel 5 in de vorige nota (26). In eerste instantie werden de gradiënten bemonsterd op fytoplankton* en zijn de monsters enkele malen (dec. 1976 en maart 1977) uitgewerkt volgens het saprobiequotiënt volgens Dresscher en Van der Mark (8, 9). Het resultaat, gevonden bij de eerste 5 vermelde gradiënten -ieder bestaande uit 5 monsterpunten- is weergegeven in figuur 15 (A). Dit saprobiequotiënt is uitgezet tegen de IMP-index. De fysisch-chemische analyseresultaten zijn opgenomen in een appendix, terwijl verder wordt verwezen naar figuur 15 in de vorige nota (26), waar voor de verschillende gradiënten het verband tussen BOD en O_2-verzadigingspercentage is weergegeven. Alle 8 gradiënten zijn eenmaal (juni-juli 1977) bemonsterd op macrofauna-organismen*. Hoewel er met betrekking tot de macrofauna nog geen uitgewerkt beoordelingssysteem

FIG. 15



VERBAND TUSSEN HET SAPROBIEQUOTIENT VOLGENS DRESSCHER-VAN DER MARK EN DE IMP-INDEX VAN EEN AANTAL ONDERZOEKSPUNTEN

Legenda:

- • Ligging van een monsterpunt
- — — — Lineaire regressielijn
- A Gradiëntenonderzoek n = 25, correlatie-coëfficiënt = -0.63
- B Toetsingsonderzoek saprobiequotiënt n = 16, correlatie-coefficiënt = - 0.89
- C Onderzoek 1979 n = 32, correlatie-coefficiënt = - 0.64
- D Onderzoek 1978 n = 31, correlatie-coefficiënt = - 0.64
- E Onderzoek 1980 n = 33, correlatie-coefficiënt = - 0.11

is voor stilstaande wateren, is er voor stromende wateren (beken) wel een beoordelingsmethode voorhanden (10). Deze is afgeleid uit de onderzoeksresultaten van Moller Pillot in de Brabantse laaglandbeken (22). Afzonderlijke soorten hebben een indicatiewaarde voor de waterkwaliteit en worden groepsgewijs in een 5-tal klassen ingedeeld. Van vies naar schoon resp. de Eristalis-, Chironomus-, Hirudinae-, Gammarus- en Calopteryxgroep. Een aantal soorten, waarvan de indicatorische waarde nog onvoldoende bekend is, wordt in een restgroep geplaatst. Om tot een beoordeling(sgetal) te komen is (voor beken) een waterkwaliteitsindex ontwikkeld (10). De aantallen organismen van de aanwezige soorten, omgerekend in het percentage van het totale aantal exemplaren, die in één klasse zitten, worden opgeteld en met een (wegings)factor vermenigvuldigd. De producten van deze percentages maal wegingsfactoren worden opgeteld en dit levert de kwaliteitsindex. Deze factoren zijn resp. 1, 3 en 5 voor de Eristalis- en Chironomusgroep, de Hirudinaegroep en de Gammarus- en Calopteryxgroep. De index wordt dan: (% Eristalis + Chironomus) x 1 + (% Hirudinae) x 3 + (% Gammarus + Calopteryx) x 5. Omdat bij dit gradiëntenonderzoek de "schonere" soorten niet of nauwelijks gevonden zijn, is een gewijzigde index gebruikt: (% Eristalis + Chironomus) x 1 + (% overige soorten) x 3. Deze index loopt niet van 100 tot 500, maar van 100 (vies) tot 300 (schoon). Een lagere indexwaarde duidt op een meer vervuilde situatie. In de bijlage zijn de macrofaunagegevens opgenomen (tabellen 1 t/m 8) en is tevens aangegeven in welke groep de soorten zijn ondergebracht. De gevonden resultaten zijn gebruikt voor een beoordeling met behulp van het systeem van Caspers en Karbe, afbeelding 1. De IMP-score (gemiddeld per punt), welke loopt van 3 tot 15, is hiervoor in 6 gelijke klassen verdeeld, evenals het saprobiequotiënt volgens Dresscher en Van der Mark (-3 tot +3) en de kwaliteitsindex voor de macrofauna (100 tot 300). Tabel 9 geeft hiervan een overzicht, waarin tevens is opgenomen de later te bespreken belastingindex (1) en het chlorofylgehalte voor de zomerperiode.

Tabel 9. Mogelijke inpassing van enkele beoordelingsmethoden in het systeem van Caspers en Karbe.

Klasse Caspers & Karbe	I	II	III	IV	V	VI
IMP-score	3-4.5	4.6-6.5	6.6-8.5	8.6-10.5	10.6-13.5	13.6-15
Saprobiequotiënt	+2-+3	+1-+2	0-+1	- 1-0	- 2- - 1	- 3- - 2
Macrofauna-index a.	267-300	234-266	200-233	167-199	134-166	100-133
Macrofauna-index b.	434-500	368-433	301-367	234-300	168-233	100-167
Belastingindex	5-12.5	12.6-20.5	20.6-27.5	27.6-35.5	35.6-42.5	42.6-50
Chlorofyl (zomer)	< 50	50-100	100-150	> 150	-	-

Onzeker is of dit een juist verdeling is, evenmin of de verschillende beoordelingsmethoden onderling overeenkomen. Bovendien zou de IMP-index als zodanig niet opgenomen moeten worden, maar in plaats daarvan afzonderlijk het biochemisch zuurstofverbruik en/of het zuurstofverzadigingspercentage. Ter vergelijking is dit nu nog wel gedaan. Opgemerkt zij echter dat de gebruikelijke IMP-klassen 1 t/m 5 niet corresponderen met de klassen in tabel 9. Van een 5-tal gradiënten, welke ook in figuur 15 zijn opgenomen, is in tabel 10 aangegeven in welke klasse van het systeem Caspers en Karbe deze zouden komen volgens de indeling van tabel 9. In de laatste kolom is een kwaliteits-

Tabel 10. Invulling van een 3-tal beoordelingen in het systeem van Caspers en Karbe, met een eindbeoordeling.

Monsterpunt		Kwaliteitsklas. in syst. C.&K. vlg.			Eindklasse
		IMP-score	Saprobie-quotiënt	Macrofauna-index a.	
Metslawier	1	6	5	6	VI
	2	6	4	6	VI
	3	6	4	6	VI
	4	5	4	1	III
	5	3	4	2	III
Sexbierum	1	6	5	6	VI
	2	6	5	6	VI
	3	5	5	2	V
	4	3	3	2	III
	5	4	4	1	IV
Elsloo	1	4	6	6	VI
	2	5	6	6	VI
	3	5	4	6	V
	4	4	4	6	IV
	5	2	2	1	II
St. Nicolaasga	1	6	6	4	VI
	2	6	6	4	VI
	3	6	5	2	IV
	4	6	4	4	IV
	5	2	3	1	II
Surhuist.veen	1	6	6	6	VI
	2	6	5	6	VI
	3	6	4	4	IV
	4	5	4	1	III
	5	5	4	1	III

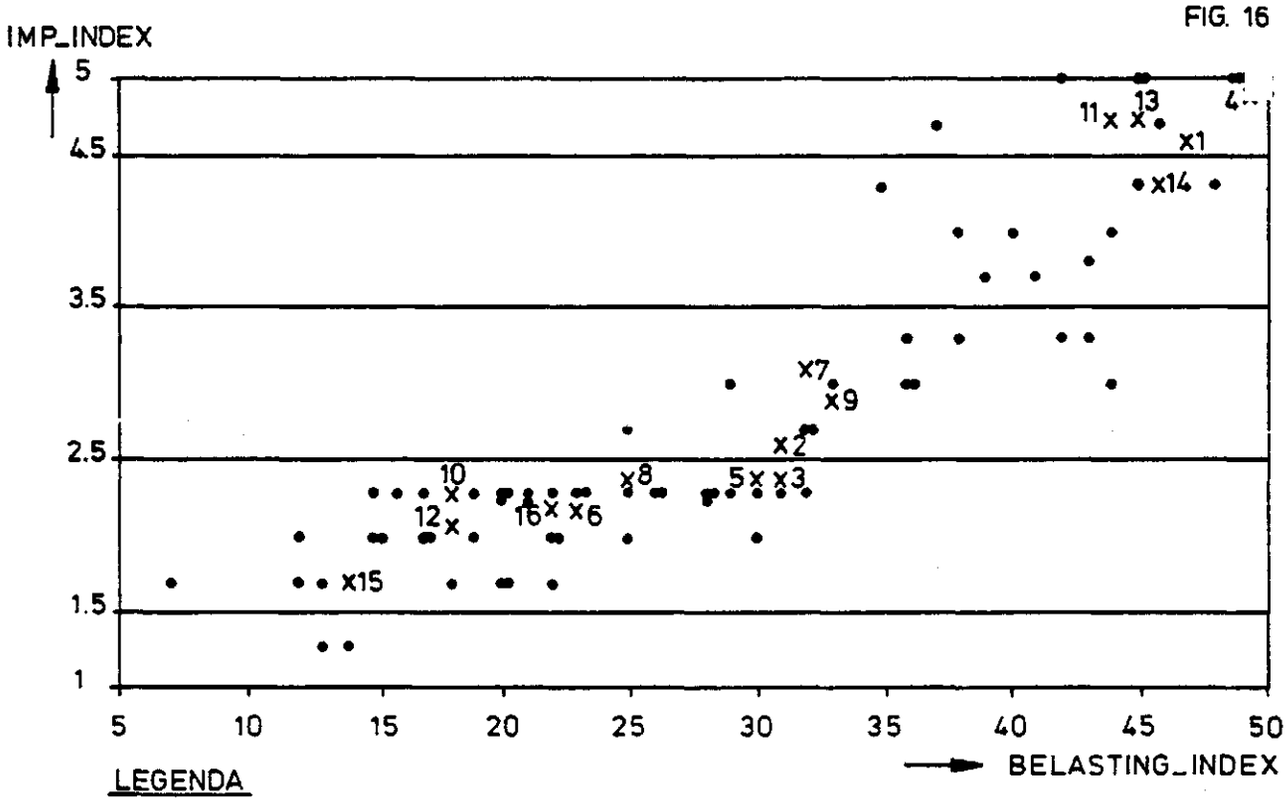
klasse ingevuld op basis van de 3 voorgaande kolommen. Daar waar 2 of 3 gelijke beoordelingen voorkomen is deze in het algemeen aangehouden, in de andere gevallen is het gemiddelde genomen. In vrijwel alle gradiënten treedt een verbetering op van klasse 6 naar klasse 2 of 3. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het laatste monsterpunt bij iedere gradiënt veelal niet in het direct ontvangende water is gelegen (zie hiervoor de figuren 1 t/m 8 in de bijlage). Mede uit de tabellen 1 t/m 8 in de bijlage blijkt dat in de gradiënten van de dorpslozingen de macrofauna zich redelijk kan herstellen (zelfreiniging*). In veel mindere mate is dit het geval te Elsloo en St. Nicolaasga, als ook te Surhuisterveen en Appelscha. De effluenten van Holwerd en Wolvega lijken minder invloed te hebben op de macrofaunaorganismen. Op punt 3 in de Schipsloot te Wolvega treedt wel sterke zuurstofoververzadiging op, vermoedelijk door algengroei. De omstandigheden daarvoor (nutriëntenrijk, helder, aeroob water) lijken ide-

aal. Opvallend is dat de macrofaunabeoordeling op het laatste punt (de laatste punten) van de gradiënten gunstiger is dan op grond van IMP-index en saprobiequotiënt.

3.3. Toetsing van het saprobiequotiënt volgens Dresscher en Van der Mark.

Een van de biologische methoden om de vervuilingsgraad van oppervlaktewater te beoordelen, is die welke uitgaat van zgn. planktonquotiënten. Verondersteld wordt dat bepaalde systematische algengroepen gebonden zijn aan een zekere mate van vervuiling (12, 24). Ter bepaling van de saprobiegraad, als maat voor de organische verontreiniging, stelden Dresscher en Van der Mark een saprobiequotiënt samen, gebaseerd op verschillende ecologische preferentie van heterotrofe, mixotrofe en autotrofe micro-organismen voor meer of minder vervuild water. Voor details en samenstelling van het quotiënt wordt verwezen naar literatuur (8, 9), alsmede naar de vorige nota (26).

FIG. 16



LEGENDA

- • LIGGING VAN DE AFZONDERLIJKE ANALYSES
- x LIGGING VAN HET GEMMIDDELDE PER PUNT
- 3 VOLGNUMMER MONSTERPUNT

HET VERBAND TUSSEN DE IMP_INDEX EN DE BELASTING_INDEX VAN DE 16 MONSTERPUNTEN VOOR ONDERZOEK NAAR DE SAPROBIEQUOTIENT

Op basis van fysisch-chemisch wateronderzoek in 1975 zijn 16 monsterpunten geselecteerd, verdeeld over alle 5 IMP-klassen. Voor de ligging van de monsterpunten wordt verwezen naar bijlage 1B en figuur 9 achter in dit rapport. Van oktober 1976 tot en met november 1977 zijn deze 16 punten 5 maal bemonsterd. Naast de bepaling van het (plankton)saprobiequotiënt zijn ook fysisch-chemische analyses verricht. Hieruit is o.a. de IMP-index bepaald en ook de zgn. belastingindex. In deze belastingindex (1) zijn een 5-tal parameters opgenomen, namelijk ammoniumstikstof, Kjeldahlstikstof, orthofosfaat, hydrolyseerbaarfosfaat (totaal fosfaat minus orthofosfaat) en het zuurstofverzadigingspercentage. De waarden voor iedere parameter zijn verdeeld in 10 klassen. De index loopt van 5 (geringe belasting) tot 50 (zware belasting) en heeft, meer dan de IMP-index, relatie met de trofiegraad van een water. In figuur 16 is het onderlinge verband tussen beide indices weergegeven. Een duidelijke scheiding treedt op tussen punten uit de IMP-klassen 1, 2 en 3 enerzijds en de klassen 4 en 5 anderzijds. De laatste 5 punten (nos. 1, 4, 11, 13 en 14) zijn dezelfde welke in 1975, bij de selectie vooraf, behoorden tot de klassen 4 en 5. In figuur 15 (B) is het verband weergegeven tussen de IMP-score en het saprobiequotiënt. Vergelijk ook figuur 13 uit de vorige nota (26), waarin dezelfde indices zijn weergegeven. Van de deelonderzoeken, waarvan het resultaat in figuur 15 is vermeld, is de correlatie tussen IMP-score en saprobiequotiënt bij dit onderdeel het grootst. De selectie vooraf van de punten zal hier mede toe bijgedragen hebben. Volgens de beoordeling met behulp van het saprobiequotiënt kunnen de punten gerangschikt worden van vies naar schoon als volgt: no. 11 (polysaproob), nos. 4 en 13 (poly-χ-mesosaproob), nos. 1, 14, 2 en 9 (χ-mesosaproob), nos. 3, 7, 4, 8, 16, 10, 12 en 6 (β-mesosaproob) en no. 15 (β-meso-oligasaproob).

Van de 16 onderzochte punten is in tabel 11 aangegeven in welke klassen van het systeem Caspers en Karbe deze zouden komen op basis van een beoordeling met behulp van de IMP-score, het saprobiequotiënt en de belastingindex, conform de indeling van tabel 9.

Op analoge wijze als bij het gradiëntenonderzoek (par. 3.2) is een eindklasse bepaald. In het algemeen komen de afzonderlijke beoordelingsmethoden onderling goed overeen. De hoge correlatie tussen IMP-index en het saprobiequotiënt zou duiden op een goede bruikbaarheid van het quotiënt. De meeste punten vallen echter in de β-mesosaprobe klasse, terwijl bovendien opgemerkt kan worden dat het quotiënt in de zomerperiode veelal gunstiger uitvalt dan in de wintermaanden. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat er zomers meer verschillende soorten worden gevonden. Twee punten (nos. 15 en 16, resp. Boornbergumer Petten en het Piekemeer) worden in de volgende paragraaf nog nader besproken.

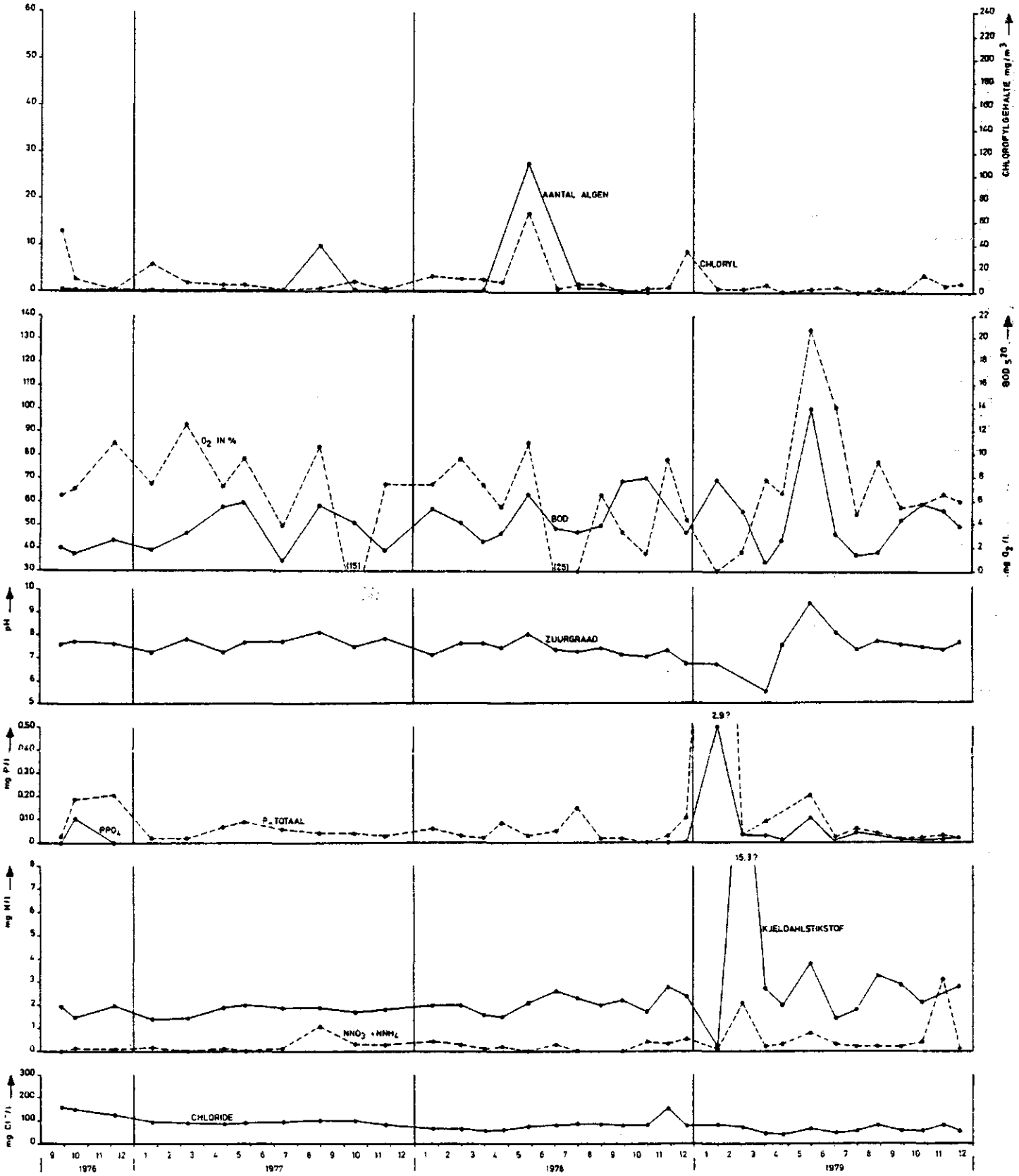
Tabel 11. Invulling van een 3-tal beoordelingen in het systeem van Caspers en Karbe, met een eindbeoordeling.

Volgnummer Monsterpunt	Kwaliteitsklas. in syst. C.& K. vlg.			Eindklasse
	IMP-score	Saprobie-quotiënt	Belasting-index	
1	6	6	6	VI
2	3	6	4	IV
3	3	3	4	III
4	6	4	6	VI
5	3	3	3	III
6	3	3	3	III
7	4	3	4	IV
8	3	3	3	III
9	4	4	5	IV
10	3	3	2	III
11	6	5	6	VI
12	2	3	2	II
13	6	4	6	VI
14	5	4	6	V
15	2	2	2	II
16	3	3	3	III

3.4. Vergelijkend onderzoek tussen polder- en boezemwater.

Dit onderzoek is opgezet om inzicht te verkrijgen in de natuurlijke waterkwaliteit en levensgemeenschappen in verschillende gebieden en watertypen in Friesland. Bij het zoeken naar geschikte plaatsen zijn representatieve wateren in verschillende gebieden gekozen: op kleigrond twee meertjes, op veenbodem een 4-tal open wateren in het gebied rond Eernewoude en Boornbergum en op zandgrond het Tjongerkanaal met haar bovenloopse stroompjes. Per bodemtype is zowel boezemwater als "polderwater" vertegenwoordigd. Voor een overzicht van de punten zie bijlage 1C en figuur 9, alsmede de vorige nota (26). Alle punten zijn in 1976 2 maal en in 1977 4 maal bemonsterd. Analyseresultaten van het fysisch-chemisch onderzoek zijn opgenomen in de appendix. In de figuren 17 en 18 zijn van resp. de Boornbergumer Petten en het Piekemeer enkele resultaten weergegeven. Deze wateren werden ook bemonsterd in het kader van het onderzoek naar de bruikbaarheid van het saprobiequotiënt, alsmede (later) in 1978 en 1979. Uit het verloop van tal van parameters lijkt het verschil in bodemgesteldheid van grotere invloed op de waterkwaliteit dan het onderscheid boezemwater-polderwater. Dit geldt niet alleen voor fysisch-chemische parameters, maar ook voor het aangetroffen fytoplankton. In de figuren 19 en 20 is het procentueel aandeel van de belangrijkste algengroepen op de verschillende monsterpunten weergegeven. De meertjes op kleigrond (Rietmeer en Piekemeer) alsook de Kruisdobbe worden gekenmerkt door het dominant voorkomen van blauwwieren. Ook in de Oude Hooidamsloot en in het Tjongerkanaal kunnen blauwwieren soms massaal voorkomen, echter slechts voor kortere perioden.
In de bovenloop van de Tjonger komen Euglenophyceae regelmatig voor. Over de mate van voorkomen van algen (biomassa) geeft het chlorofylgehalte een goede indicatie. Dat het verschil in bodemgesteldheid en hydrologie (mede) van invloed is op de waterkwaliteit moge ook blijken uit figuur 21, waar niet per deelonderzoek, doch per gebied (gebieden) het chlorofylgehalte is uitgezet tegen totaalfosfaat. De gebieden 1, 2, 3 en 4 liggen globaal ten noord-westen van de lijn Workum-Sneek-Leeuwarden-Dokkum, gebied 5 is het noordelijk merengebied, gebied 6 het zuidelijk merengebied en de gebieden 7 en 8 beslaan zuid-oost Friesland. In figuur 21 betreft het alle beschikbare gegevens vanaf 1976 voor de zomerperioden. Een aantal van deze monsterpunten zijn opgenomen in het onderzoek van 1978 en 1979, waar deze punten met een grotere frequentie, namelijk maandelijks, worden bemonsterd. Dat maakt het beter mogelijk de wateren te karakteriseren en ze onderling te vergelijken. In paragraaf 3.7 wordt de voortzetting van dit onderzoek (in 1978 en 1979) besproken.

BOORNBERGUMER PETGAT FIG. 17



PIEKEMEER FIG. 18

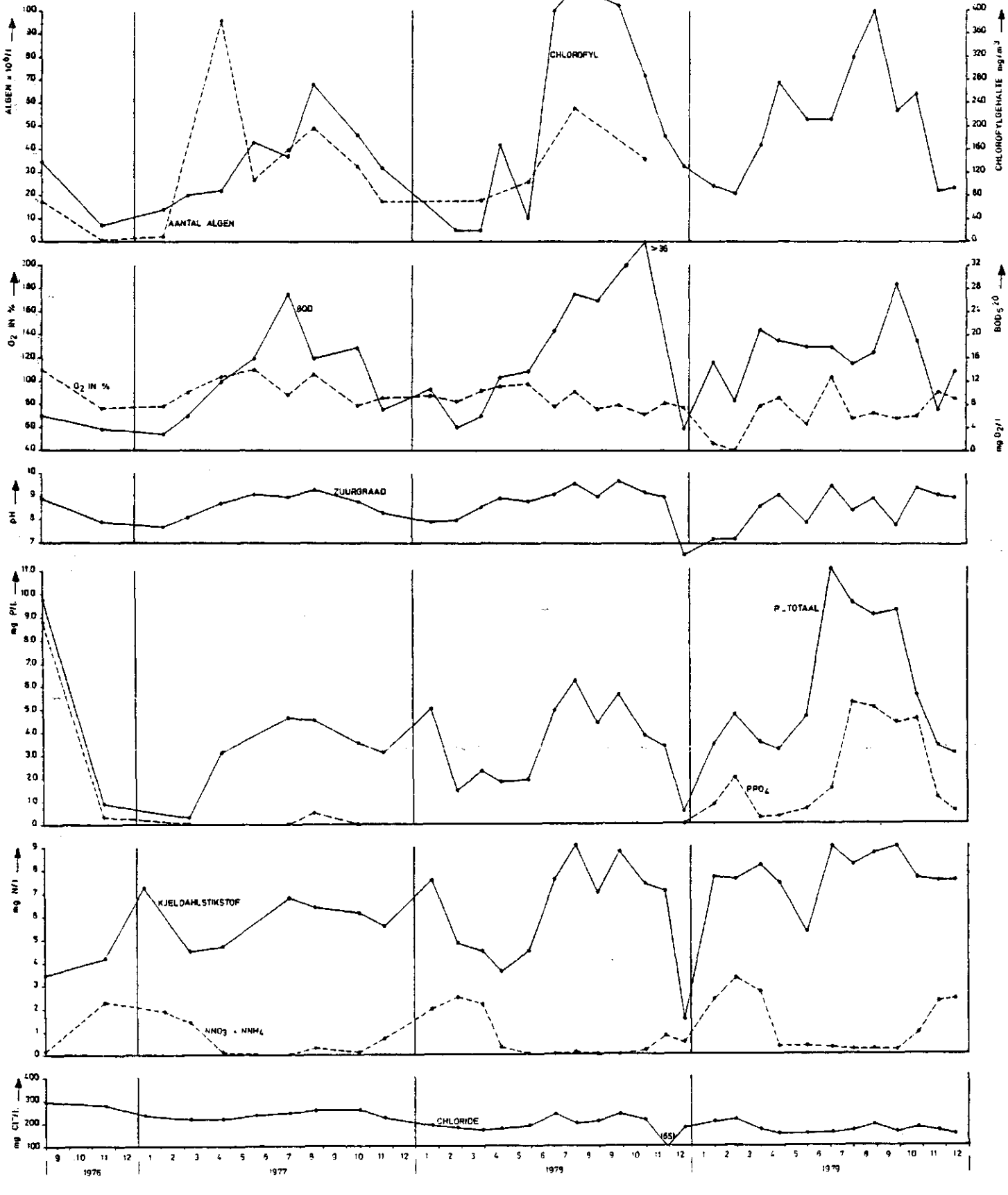


FIG. 19

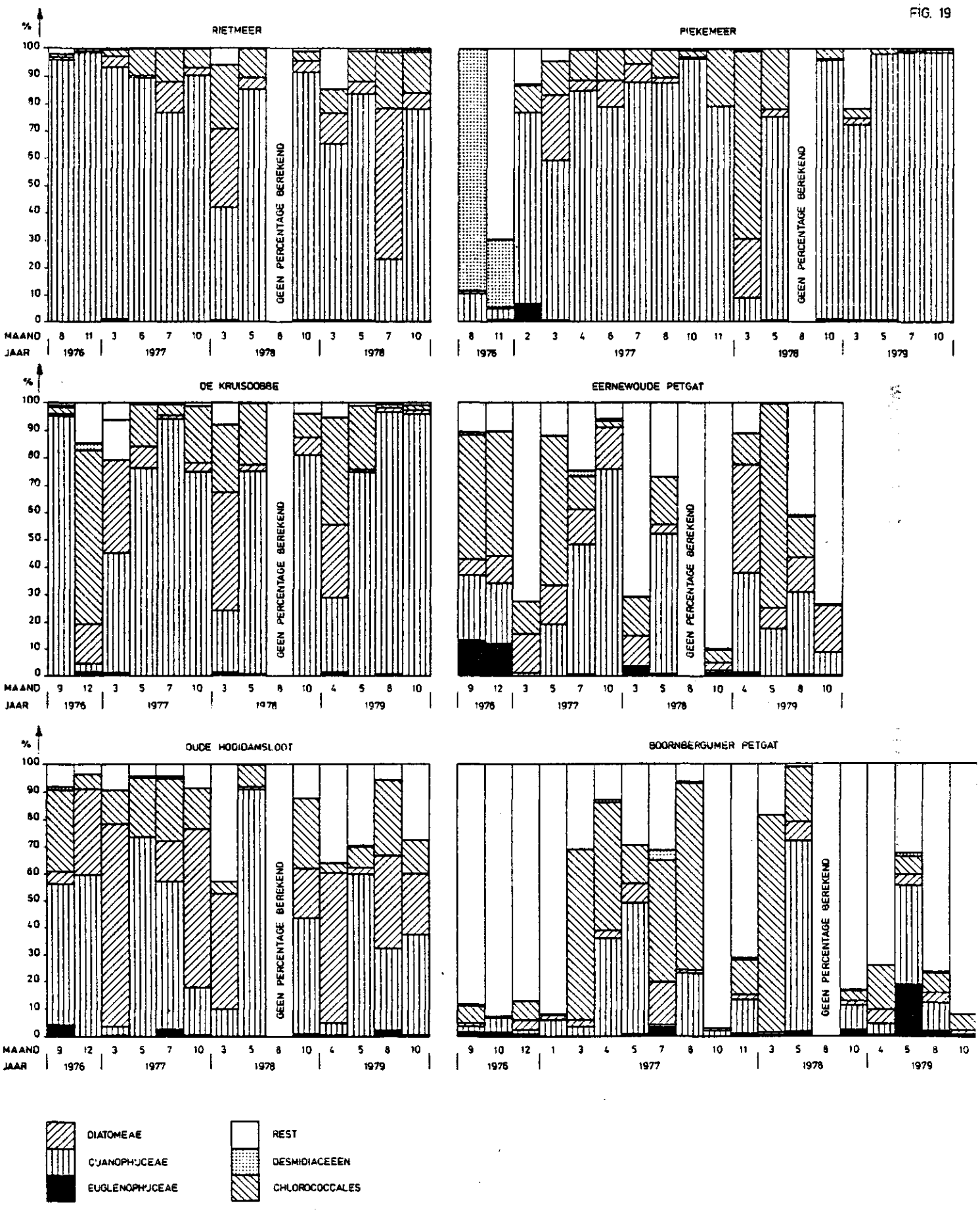
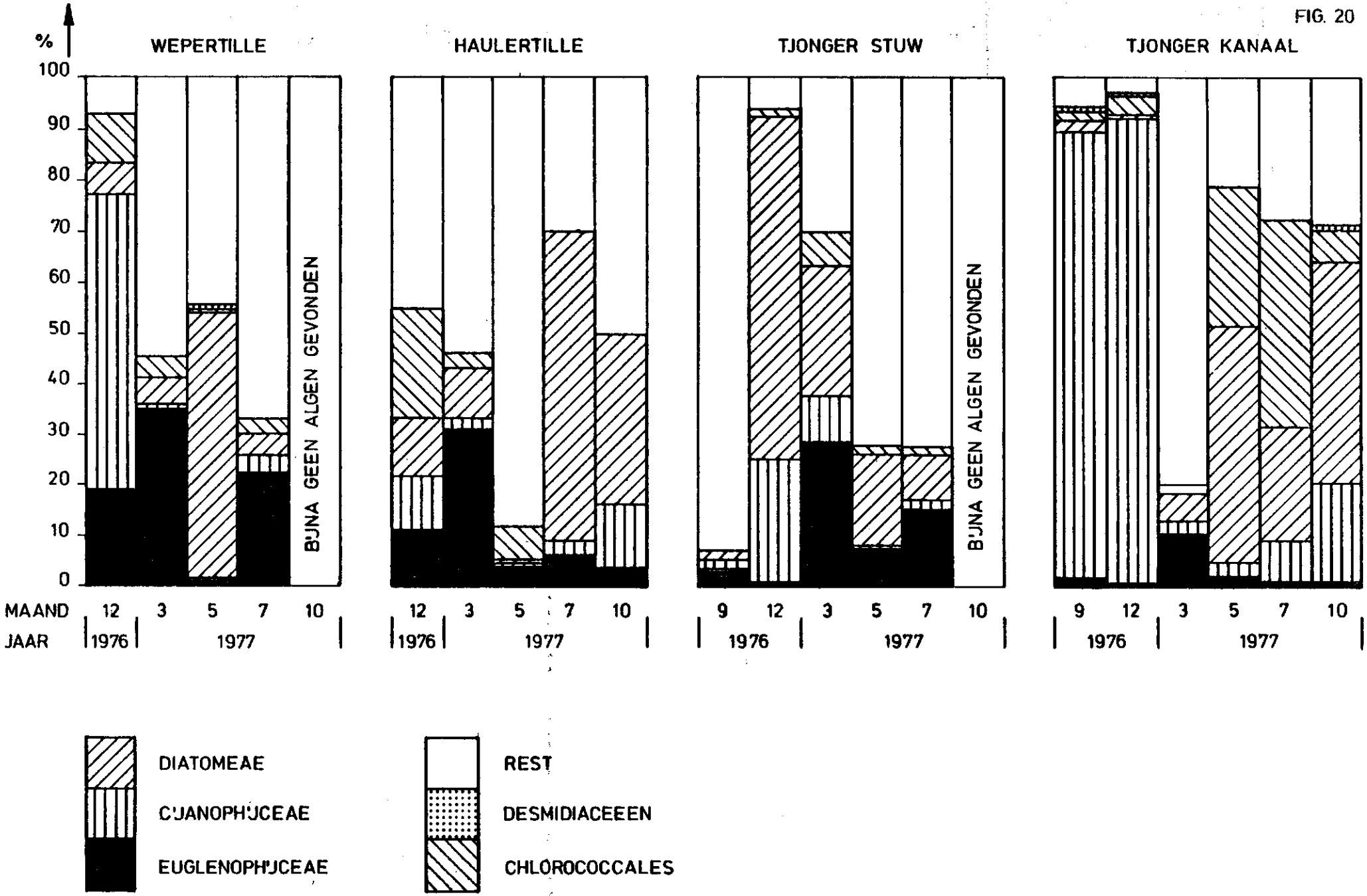
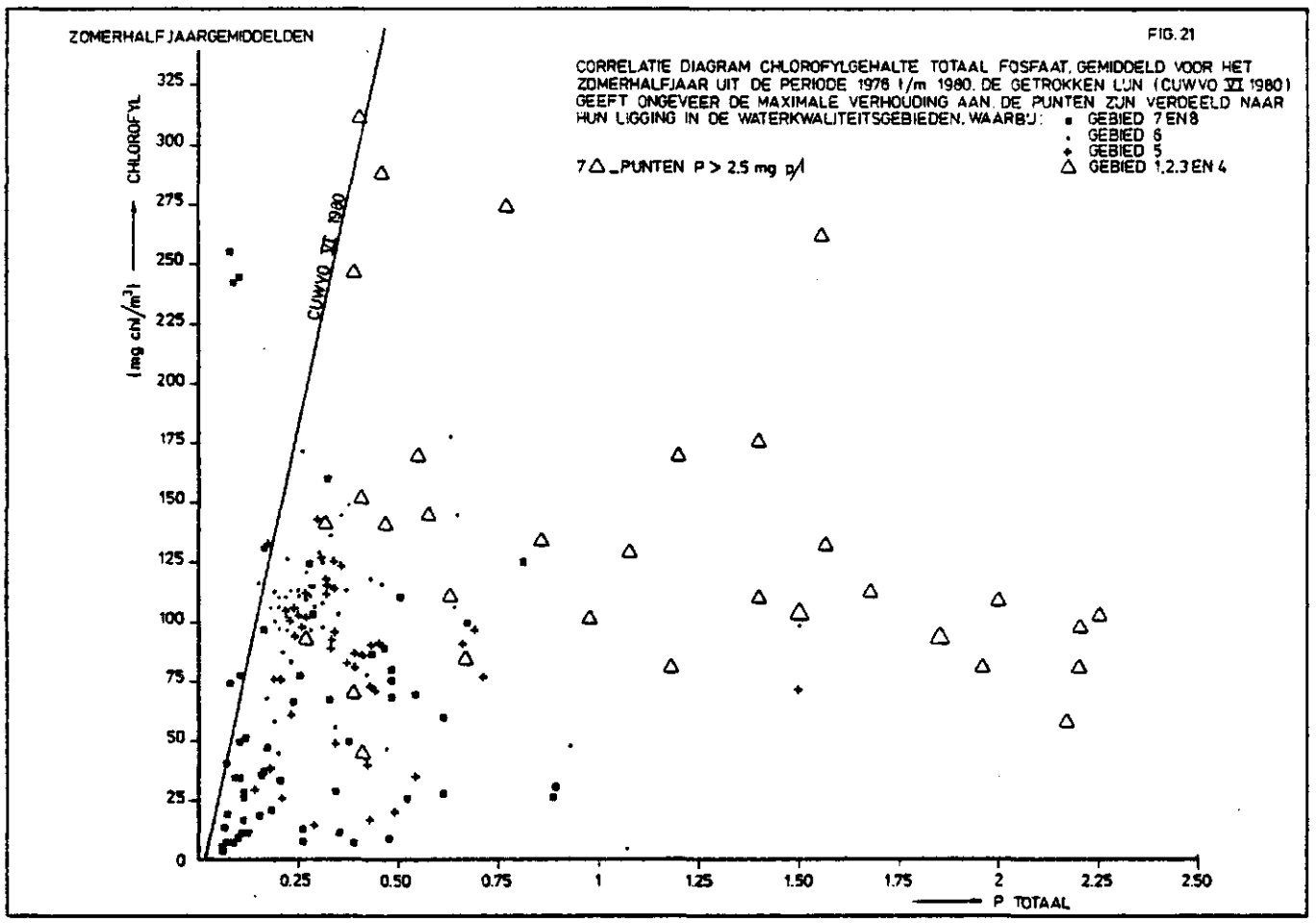

RIETMEER
PIEKEMEER
DE KRUISOOBBE
EERNEWOUDE PETGAT
OUDE HOGIDAMSLOOT
BOORNBERGUMER PETGAT
%
GEEN PERCENTAGE BEREKEND
MAAND
JAAR
1976
1977
1978
1979
DIATOMEAE
CYANOPHYCEAE
EUGLENOPHYCEAE
REST
DESMIDIACEEEN
CHLOROCOCCALES

FIG. 20


%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
WEPERTILLE
HAULERTILLE
TJONGER STUW
TJONGER KANAAL
BIJNA GEEN ALGEN GEVONDEN
BIJNA GEEN ALGEN GEVONDEN
MAAND
JAAR
12 3 5 7 10
1976 1977
12 3 5 7 10
1976 1977
9 12 3 5 7 10
1976 1977
9 12 3 5 7 10
1976 1977
DIATOMEAE
CYANOPHYCEAE
EUGLENOPHYCEAE
REST
DESMIDIACEEEN
CHLOROCOCCALES



3.5. Onderzoek naar het gebruik van graskarpers.

Naast de mechanische schoning en de chemische bestrijding als manieren van onderhoud van watergangen met overmatige waterplantengroei wordt de laatste jaren meer aandacht geschonken aan biologische bestrijdingsmethoden (38). Gedacht wordt aan het dicht zodevormende waterplantje Eleocharis acicularis. Dit waterbiesje zou andere waterplanten kunnen verdringen, terwijl deze plant zelf de waterbeweging nauwelijks beïnvloed. Ook kan men denken aan het benutten van struiken en bomen langs waterlopen om zodoende schaduw boven het water te veroorzaken, waardoor de plantengroei (sterk) onderdrukt kan worden, Het meest bekend en gebruikt is evenwel de Chinese graskarper (Ctenopharyngodon idella). Deze vis kan zich onder Nederlandse klimatologische omstandigheden niet voortplanten. De vis leeft vrijwel uitsluitend van plantaardig voedsel. Indien geen waterplanten meer beschikbaar zijn, kan zelfs de oever juist boven de waterspiegel worden afgegraasd. De graskarper verteert het opgenomen voedsel niet volledig, slechts 50-70% van het voedsel wordt in de darmen opgenomen, de rest verlaat het dier in onveranderde of half verteerde vorm. De vraataktiviteit is bovendien sterk temperatuurafhankelijk en wordt pas boven ca. 20° C van betekenis.

Tal van vragen zullen nog beantwoord moeten worden, voordat gebruik

op grote schaal zinvol en verantwoord lijkt. Naast kwantiteitsaspecten (doorstroming), spelen ook kwaliteitsaspecten (17). Twee projecten in Friesland zijn nader onderzocht: enkele sloten in de Nijkspolder in beheer bij het waterschap De Stellingwerven en de ringsloot bij het verkeersplein te Joure, in beheer bij rijkswaterstaat. Voor de ligging van de wateren en monsterpunten zie figuren 9 en 10, alsmede bijlage 1F. De punten zijn fysisch-chemisch 7 maal geanalyseerd, terwijl de macrofauna 2 maal is bemonsterd. Ook de waterplanten zijn enkele malen geïnventariseerd. Tevens zijn enkele referentiewateren onderzocht. Interpretatie van de gegevens wordt bemoeilijkt omdat de uitgangssituatie niet bekend was, terwijl ook aanvullend mechanisch onderhoud noodzakelijk bleek, althans in de Nijkspolder. De fysisch-chemische analyseresultaten en de macrofaunagegevens zijn opgenomen in de appendix. In de graskarpersloten in de Nijkspolder werden meer macrofaunasoorten gevonden dan in de referentiesloten. Dit was in 1977 duidelijker dan in 1978. De ringsloot te Joure was juist soortenarmer dan de referentiesloot. Het onbreken hier van vrijwel alle vegetatie biedt voor de macrofauna weinig levensmogelijkheden. In de graskarpersloten in de Nijkspolder wordt wel (groepsgewijs) plantenmateriaal gevreten, maar er blijft voldoende vegetatie over voor de macrofauna. Er ontstaat zelfs meer afwisseling in structuur dan in de dichtgegroeide referentiesloten. Het kwalitatief waarderingsgetal voor de macrofyten volgens De Lange en Van Zon (19) levert nauwelijks onderlinge variatie op in de sloten in de Nijkspolder, terwijl dit waarderingsgetal te Joure duidelijk beter is dan in de referentiesloot. Dit uit zich dus niet in de macrofaunadiversiteit.

Mede omdat elders meer doelgericht onderzoek (33, 39) wordt verricht aan de Chinese graskarper, o.a. door de werkgroep Graskarper van de Contactcommissie Watergangen TNO, is dit onderzoek niet verder voortgezet.

3.6. Onderzoek in enkele beken.

In 1978 zijn enkele waterlopen in zuid-oost Friesland, zoals de Linde, Tjonger en het Koningsdiep, bemonsterd. Het doel van dit onderzoek is in de vorige nota uitgebreid vermeld (26). De monsterpunten zijn 4 maal fysisch-chemisch onderzocht, de macrofauna is 2 maal bemonsterd. Met name in (stromende) beken vormen macrofauna-organismen een bruikbare groep voor het geven van een biologische waterbeoordeling. De macrofauna van beken is tevens relatief goed bekend. Haar samenstelling wordt beïnvloed door de waterkwaliteit, zoals die was in de periode van enige weken tot maanden voorafgaande aan de bemonstering. Ook verstoringen van het beekkarakter (kanalisatie, peilbeheersing middels stuwen etc.) beïnvloeden de levensgemeenschap (37). Omdat de macrofauna (sterk) reageert op het zuurstofgehalte en de organische belasting van het water, is deze groep van organismen vooral geschikt om de saprobiegraad van het water te bepalen. Bij de interpretatie van de gegevens wordt veelal gebruik gemaakt van de door Moller Pillot samengestelde kwaliteitsklassen (22) of daarvan afgeleide beoordelingsmethoden (10).

In de vorige nota (26) zijn reeds resultaten van dit onderzoek vermeld.

De omschrijving en ligging der monsterpunten is vermeld in bijlage 1E en figuur 9, achterin dit rapport. De fysisch-chemische analyseresultaten en macrofaunagegevens zijn opgenomen in de appendix. In figuur 21 zijn de gegevens van totaalfosfaat en chlorofyl voor de zomerperiode opgenomen. Alle punten liggen in de waterkwaliteitsgebieden 7 en 8. Opvallend is het lage chlorofylgehalte in de boven- en middenlopen, doch de soms zeer hoge waarden in de benedenlopen van de waterlopen, met name van de Tjonger en de Pier Christiaansloot. De geringe verblijftijd* in de boven- en middenlopen verhindert het ontstaan van een grote algenbiomassa (hoge chlorofylwaarden).

Tabel 12. Invulling van enkele beoordelingen in het systeem van Caspers & Karbe, met een eindbeoordeling (exclusief chlorofyl).

Volgnummer monsterpunt	Kwaliteitsklasse in systeem C. & K. volgens				Eindklasse
	IMP-score	Macrofauna-index b.		Chlorofyl	
		april	augustus		
42	2	4	4	1	IV
43	3	5	3	1	III
44	2	4	3	1	III
45	3	3	3	1	III
46	2	-	-	1	(II)
47	3	3	3	2	III
48	2	2	3	1	II
49	2	3	2	1	II
50	-	-	2	-	(II)
51	3	3	3	3	III
52	2	x	x	3	(II)
53	3	3	3	1	III
54	3	5	3	1	III
55	2	4	2	1	II
56	3	3	3	4	III
57	2	2	3	1	II
58	3	2	3	2	III
59	3	3	3	4	III
60	3	3	3	4	III
61	3	x	-	4	(III)
62	-	-	4	-	(IV)
63	-	-	3	-	(III)
64	-	-	4	-	(IV)
65	3	3	3	3	III
66	3	4	4	1	IV
67	4	3	4	1	IV
68	3	3	3	2	III
69	3	3	2	3	III
70	3	3	2	2	III
71	3	3	2	1	III
72	3	2	3	2	III
73	3	3	3	2	III
74	2	4	3	1	III

Daarnaast is de gemiddelde IMP-score berekend voor de 4 monsterdata en deze -conform tabel 9- in klassen ingedeeld. Voor de macrofauna is de kwaliteitsindex als volgt berekend: (% Eristalis) x 1 + (% Chironomus) x 2 + (% Hirudinae) x 3 + (% Gammarus) x 4 + (% Calopteryx)x 5. Deze index loopt van 100 (sterk verontreinigd, polysaproob) tot 500 (niet of nauwelijks verontreinigd, oligosaproob). De resultaten van deze beoordeling zijn eveneens ingedeeld in 6 klassen conform tabel 9. In tabel 12 is het resultaat weergegeven. Soorten met indicatie voor weinig of niet vervuilde beken, behorende tot de Gammarus- en Calopteryxgroep zijn nauwelijks gevonden. De beoordeling laat dan ook in het algemeen een matig beeld zien. In de laatste kolom is een eindklasse ingevuld, op gelijke wijze als bij de tabellen 10 en 11. De beoordeling met behulp van chlorofyl is niet gebruikt om tot de eindklasse te komen, omdat het veelal slechts een eenmalige waarneming betreft.

3.7. Het onderzoek in 1978, 1979 en 1980 op verspreid in de provincie liggende punten.

In 1978 en 1979 zijn resp. 31 en 32 wateren onderzocht. Een aantal hiervan werd reeds in 1976 en 1977 bemonsterd. Deze punten liggen verspreid over de provincie, terwijl ook verschillende watertypen zijn vertegenwoordigd zoals b.v. meren, kanalen en petgaten. Door een frequentere bemonstering -althans fysisch-chemisch- is een betere interpretatie van de analyseresultaten mogelijk. De hier beschreven monsterpunten zijn weergegeven in figuur 11 en omschreven in bijlage 1D. Van de bemonsterde wateren behoorden er 16 tot de zgn. vaste punten. Deze worden maandelijks routinematig bemonsterd. Er lagen 10 punten buiten het boezemwater. De fysisch-chemische analyse vond maandelijks plaats. De punten zijn zowel in 1978 als in 1979 4 maal onderzocht op bezinkingsplankton en resp. 1 en 4 maal op netplankton. Dit ter bepaling van het saprobiequotiënt. Naast dit planktononderzoek zijn de monsterpunten in 1979 (1, deels 2 of 3 maal) bemonsterd op macrofauna-organismen. Alle basisgegevens zijn opgenomen in de appendix.

In figuur 15 is voor beide jaren het verband weergegeven tussen de IMP-index en het saprobiequotiënt volgens Dresscher en Van der Mark, alsook de gevonden correlatie (resp. de lijnen D en C). Er is een redelijke correlatie-coëfficiënt, waarbij de meeste punten in de ß-mesosaprobe klasse vallen, klasse III volgens het systeem van Caspers en Karbe (zie ook tabel 13 voor 1978 en tabel 14 voor 1979). In tabel 13 is voor 1978 een beoordeling van de onderzochte punten gegeven voor een 3-tal parameters (indices) conform tabel 9. In veel gevallen geven de verschillende beoordelingsmethoden eenzelfde resultaat.

Bij de klasse-indeling op basis van het chlorofylgehalte is onjuiste interpretatie mogelijk. Polysaprobe wateren, waar nauwelijks of geen opbouw/fotosynthese meer plaats vindt (klasse V en VI volgens het systeem van Caspers en Karbe) hebben (vrijwel) geen chlorofyl. Zo wordt klasse VI als atroof aangeduid (34). Een voorbeeld hiervan is no. 11 (opvaart St. Nicolaasga). De in tabel 13 vermelde eindklasse voor dit en enkele andere punten is dan ook anders dan op basis van de 3 beoordelingen verwacht zou worden. Bij toepassing van het beoordelingssysteem

Tabel 13. Invulling van een 3-tal beoordelingen in het systeem van Caspers en Karbe, met een eindbeoordeling; 1978.

Volgnummer monsterpunt	Kwaliteitskl. in syst. C. & K. vlg.			Eindklasse
	IMP-score	Saprobie-quotiënt	Chlorofyl	
2	4	3	4	IV
3	5	3	4	IV
4	6	3	(4)	V
6	2	3	3	III
7	4	3	(2)	IV
8	3	3	1	III
10	2	3	3	III
11	6	5	(1)	VI
12	2	3	3	III
15	2	3	1	II
16	3	3	4	III
17	3	3	4	III
18	2	3	1	II
19	2	3	2	II
20	2	3	2	II
25	3	3	3	III
26	2	3	3	III
27	3	3	3	III
28	2	3	3	III
29	4	3	3	III
30	1	3	3	III
31	2	2	3	II
32	1	3	1	I
33	3	3	3	III
34	3	3	4	III
35	4	3	3	III
36	3	3	2	III
37	2	3	2	II
38	3	3	2	III
39	2	3	1	II
41	3	3	2	III

van Caspers en Karbe dienen met deze uitzonderingen rekening te worden gehouden. In figuur 21 zijn de fosfaat- en chlorofylwaarden voor de zomerhalfjaren opgenomen, verdeeld naar de waterkwaliteitsgebieden waarin de punten zijn gelegen.

In 1979 is aan de 31 monsterpunten van 1978 het Wijde van de Tjonger toegevoegd. Hetzelfde bemonsteringsschema is aangehouden voor het fysisch-chemisch onderzoek en voor bezinkingsplankton. Het netplankton is 4 maal onderzocht. In tabel 14 is voor de gegevens van 1979 op analoge wijze als in tabel 13 een beoordeling van de punten volgens het systeem van Caspers en Karbe toegepast. Het merendeel van de punten komt in eindklasse III, daarnaast nog 4 punten in zowel klasse II als IV. In 1979 was de spreiding over de verschillende (eind)klassen kleiner, vooral omdat meer punten (dan in 1978) volgens de beoordeling

met de IMP-score in klasse 3 vallen, waarin ook ca. 90% van de punten komen op basis van hun saprobiequotiënt.

Tabel 14. Invulling van een 3-tal beoordelingen in het systeem van Caspers & Karbe, met een eindbeoordeling; 1979.

Volgnummer monsterpunt	Kwaliteitskl. in syst. C. & K. vlg.			Eindklasse
	IMP-score	Saprobie-quotiënt	Chlorofyl	
2	3	3	2	III
3	4	3	2	III
4	5	3	(2)	IV
6	3	3	2	III
7	5	3	(2)	IV
8	3	3	1	III
10	2	3	3	III
11	5	4	(1)	IV
12	3	2	4	III
15	3	3	1	III
16	4	3	4	IV
17	4	3	4	IV
18	3	3	1	III
19	3	3	2	III
20	3	2	2	II
25	3	3	2	III
26	4	3	3	III
27	4	3	2	III
28	3	3	2	III
29	4	3	2	III
30	3	2	3	III
31	3	3	2	III
32	3	3	1	III
33	3	3	2	III
34	4	3	3	III
35	2	3	1	II
36	3	3	1	III
37	2	3	2	II
38	2	3	1	II
39	3	3	1	III
40	3	3	2	III
41	4	3	3	III

De fysisch-chemische analyseresultaten van het onderzoek in 1979 zijn deels met de computer verwerkt. Enkele van de verkregen resultaten worden hier besproken:

a. berekeningen van percentielwaarden voor een 6-tal parameters/indices van de 32 monsterpunten;

b. berekening van enkele soorten gemiddelde waarden voor 3 monsterpunten.

Ad a. De essentie van het werken met percentielen (overschrijdingen) is dat niet één eindcijfer (klasse) een monsterpunt karakteriseert, doch dat juist de (mogelijke) spreiding in waarden van een bepaalde parameter duidelijk wordt. Monsterpunten met een stabiel milieu vertonen een geringe variatie in gehalten van een parameter, terwijl minder stabiele wateren juist een grote (re) variatie laten zien (15). De 25-, 50- en 75-percentielwaarden zijn voor een 6-tal parameters/indices berekend. Als de waarnemingen per parameter gerangschikt worden naar grootte, kan men de volgende (overschrijdings)waarden onderscheiden:

. de minimumwaarde;
. de 25-percentielwaarde, dat is de waarde, waar 25% van de waarnemingen beneden liggen;
. de 50-percentielwaarde, dat is de waarde, waar de helft van de waarnemingen beneden ligt. Dit is de mediaan;
. de 75-percentielwaarde, dat is de waarde, waar 75% van de waarnemingen beneden liggen;
. de maximumwaarde.

Door grafische weergave van de percentielwaarden per parameter per monsterpunt kan het gedrag van een water duidelijk worden. De totale lengte (t.o.v. de y-as) van de staafdiagrammen in de figuren 22 t/m 27 is een maat voor het genoemde gedrag en de mate van stabiliteit. Langgerekte figuren duiden op grote fluctuaties en een instabiel, wisselend milieu; gedrongen figuren wijzen op een geringe wisseling en voor die parameter stabiel milieu. De breedte en/of oppervlakte van de figuren is in dit verband van geen betekenis.

De chloride-waarnemingen zijn per punt weergegeven in figuur 22. Het meertje bij Koehool (no. 34) is matig brak (mesohalien). In het Van Harinxmakanaal bij Kiesterzijl (no. 27) treedt een sterke wisseling in zoutgehalte op. De voornaamste oorzaak moet hier gezocht worden bij het te Harlingen binnendringende zeewater op momenten dat niet wordt gespuid. Het Piekemeer (polderwater, no. 16) vertoont een stabieler karakter dan het Rietmeer (boezemwater, no. 17). Zo ook is het Wijde van Linde (no. 39) iets zoeter dan het Wijde van de Tjonger (no. 40). Ten aanzien van enkele petgaten (nos. 32, 18, 15 en 38) vertoont het petgat in de Sippenvennen de grootste variatie. Waar mogelijk was, is de lijn getrokken bij een chloridegehalte van 200 mg/l. Dit is de in het IMP (21) opgegeven absolute norm, waarbij echter vermeld wordt dat ten gevolge van natuurlijke omstandigheden hogere gehalten kunnen voorkomen. Monsterpuntnummer 34 is zo'n voorbeeld. Voor een aantal wateren ligt deze norm mogelijk te hoog en zouden waarden niet hoger dan 150, 100 of 50 mg Cl^-/l na te streven zijn. Beter ware geweest als in het IMP ook deze lágere uitzonderingsmogelijkheden genoemd waren.

Het totaal-stikstofgehalte (som van Kjeldahl-N, nitraat-N en nitriet-N) is weergegeven in figuur 23. De histogrammen van de afzonderlijke monsterpunten zijn in de figuren 22 t/m 27 zoveel mogelijk op dezelfde plaats weergegeven. Het Anewiel (no. 35) vertoont het meest stabiele beeld en heeft bovendien relatief lage N-gehalten. Het gedeelte tussen de 75-percentielwaarde en het maximum is bij de Boornbergumer Petten (no. 15) onderbroken weergegeven. De op een na hoogste waarde ligt bij 4 mgN/l. Ditzelfde geldt voor het totaalfosfaatgehalte, zie figuur 25. Voor totaalstikstof is in het IMP geen duidelijke norm ge-

formuleerd. Voor min of meer stagnante eutrofiëringsgevoelige wateren zou totaal-N beperkend kunnen zijn bij een gehalte voor het zomerhalfjaar < 2,0 mgN/l. Vrijwel alle waarnemingen liggen boven deze grens.

Om enigszins na te gaan of stikstof of fosfaat eerder beperkend is, is in figuur 24 de N/P-verhouding grafisch weergegeven. Het blijkt dat de nos. 34, 27, 3, 4, 26, 2 en 11 voor meer dan 75% beneden de lijn met een N/P-verhouding van 10 liggen. Hier zou stikstof eerder beperkend zijn dan fosfaat. De punten 11 en 25 staan onder invloed van directe lozingen. Van de punten waarvan de histogrammen (vrijwel) geheel boven deze lijn liggen, mag -op grond van deze N/P-verhouding- worden aangenomen dat fosfaat, eerder dan stikstof, de beperkende factor is. Opvallend zijn de petgaten in de Boornbergumer Petten en de Lindevallei (nos. 15 en 38), terwijl voor twee andere petgaten (in de Sippenvennen en bij Eernewoude, nos. 32 en 18) de beperkende factor veel minder duidelijk aanwijsbaar is.

In figuur 25, waar het fosfaatgehalte is weergegeven, is te zien hoe het fosfaatgehalte op de verschillende punten kan fluctueren. De punten in het noorden en noord-westen van Friesland met hoge chloridegehalten vertonen veelal ook hoge fosfaatgehalten. Mede hierdoor hebben deze punten (nos. 34, 27, 3, 4, 26, 2 en 11) een lage N/P-verhouding. De op grond van deze verhouding verwachte fosfaatbeperking bij de nos. 15 en 38 wordt bevestigd door het fosfaatgehalte. Slechts enkele punten (Anewiel, 't Zwin, 't Wijde van Tjonger, 't Wijde van Linde, Boornbergumer Petten, petgat in Lindevallei en het Tjongerkanaal, resp. nos. 35, 37, 40, 39, 15, 38 en 8) liggen vrijwel geheel beneden de lijn bij 0,2 mgP/l. Dit gehalte is in het IMP als gemiddelde norm opgegeven voor het zomerhalfjaar. Deze norm, alsmede die voor totaal stikstof, is afgeleid uit het verband met het chlorofylgehalte en het doorzicht.

In figuur 26 is voor de 32 monsterpunten het chlorofylgehalte in histogramvorm weergegeven. Voor het zomerhalfjaar is hiervoor een gemiddelde norm van 100 µg/l geformuleerd (21), geldend voor min of meer stagnante eutrofiëringsgevoelige wateren. Evenals in de andere figuren zijn hier gegevens betreffende het gehele jaar weergegeven. Voor het chlorofylgehalte van de punten zijn vooral de waarden boven de mediaan (50-percentielwaarde) van belang, deze immers vallen waarschijnlijk alle in de zomerperiode. Slechts zes punten (nos. 36, 39, 18, 15, 38 en 8) blijven geheel onder deze waarde van 100 µg/l. Daarnaast zijn enkele punten als eutroof-hypertroof te beschouwen, met name het Meertje te Koehool, het Rietmeer en het Piekemeer (resp. nos. 34, 17 en 16). De mediaan van deze punten ligt boven 100 µgChl/l. Van de petgaten is het slechts het petgat in de Sippenvennen, waar relatief hoge waarden zijn gemeten, zie ook figuur 29 . Dit water wordt waarschijnlijk van buiten (ongunstig) beïnvloed, hetgeen ook uit het chloride-histogram kan worden afgeleid. Klasse III voor dit water in 1979 (tabel 14) lijkt dan ook reëler dan klasse I in 1978 (tabel 13).

De beoordeling conform de IMP-index is weergegeven in figuur 27. Anders dan in tabel 14, eerste kolom, waar de IMP-beoordeling als jaargemiddelde per punt is weergegeven, geeft figuur 27 een beeld hoe deze IMP-index kan variëren in de loop van een jaar. Alle punten komen gedurende het jaar in meer dan één klasse terecht. De spreiding is opvallend groot. Tabel 15 geeft daarvan een overzicht.

Tabel 15. Verdeling van de 32 monsterpunten naar het aantal IMP-klassen, waarin de punten in de loop van 1979 terecht komen.

Aantal voorkomende IMP-klassen per punt	Aantal monster-punten
1	0
2	3
3	12
4	14
5	3

De vaste punten 37 en 57 vallen binnen de klassen 2 en 3, het Rietmeer in klasse 3 en 4. De Groote Wielen, het Botmeer en 't Wijde van de Linde komen in alle klassen voor. Op basis van het jaargemiddelde komt het Rietmeer in klasse IV, alle andere punten in klasse III. Geen enkele punt blijft in alle gevallen beneden de IMP-score van 7.5, dit wil zeggen de IMP-klassen 1 en 2 en slechts bij 8 punten gebeurt dit in 75% van de waarnemingen.

Ad b. Daarnaast zijn in 1979 3 verschillende watertypen met een grotere frequentie -namelijk wekelijks- bemonsterd. Dit geldt zowel voor de fysisch-chemische analyse als voor het planktononderzoek. De macrofauna is 3 maal bemonsterd. Alle basisgegevens zijn opgenomen in de appendix. Het betreft de Groote Wielen, een petgat in de Sippenvennen en de Nieuwe Zwemmer, resp. nos. 31, 32 en 33, welke ook reeds onder ad a. zijn besproken.

Het verloop van een aantal parameters is grafisch weergegeven in de figuren 28, 29 en 30. Bovendien zijn met kruisjes (xx) de gevonden waarden in 1978 aangegeven voor de parameters chloride, Kjeldahl-stikstof, zuurgraad, totaal-fosfaat, biochemisch zuurstofverbruik en het chlorofylgehalte. Door deze (hoge) bemonsterings- en analysefrequentie kan voor een aantal parameters worden nagegaan hoe groot de (wekelijkse) fluctuaties zijn, alsmede welke bemonsteringsfrequentie optimaal c.q. gewenst is, zo nodig gespecificeerd per parameter. Hierbij speelt het dilemma van de keuze om enkele punten zeer vaak te bemonsteren of vele punten slechts af en toe. In de tabellen 16, 17 en 18 zijn voor 13 parameters een 13-tal soorten gemiddelden weergegeven, te weten:

a. jaargemiddelde op basis van alle waarnemingen;
b. jaargemiddelde op basis van 14-daagse gegevens (oneven weken);
c. jaargemiddelde op basis van 14-daagse gegevens (even weken);
d. jaargemiddelde op basis van maandcijfers (wk. 5-9-13-etc.);
e. jaargemiddelde op basis van maandcijfers (wk. 6-10-14-etc.);
f. jaargemiddelde op basis van maandcijfers (wk. 7-11-15-etc.);
g. jaargemiddelde op basis van maandcijfers (wk. 8-12-16-etc.);
h. winterhalfjaargemiddelde, alle waarnemingen;
i. zomerhalfjaargemiddelde, alle waarnemingen;
j. zomerhalfjaargemiddelde, op basis van maandcijfers (wk. 16-20-24-etc.);
k. zomerhalfjaargemiddelde, op basis van maandcijfers (wk. 17-21-25-etc.);
l. zomerhalfjaargemiddelde, op basis van maandcijfers (wk. 18-22-26-etc.);
m. zomerhalfjaargemiddelde, op basis van maandcijfers (wk. 19-23-27-etc.).

Om te zien hoe groot de spreiding in resultaten kan zijn voor enkele

FIG. 22

CHLORIDE

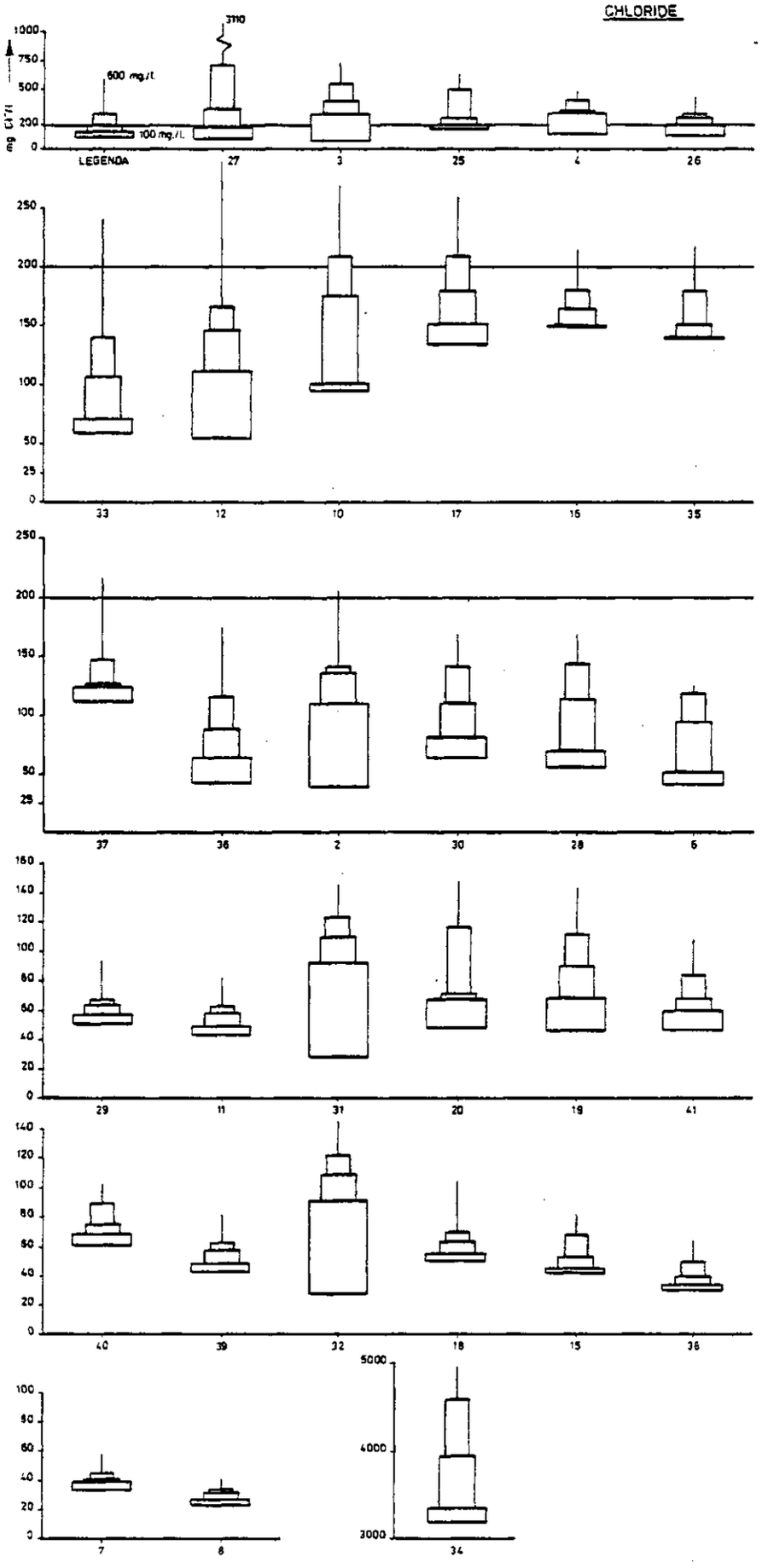


FIG. 23

N_totaal

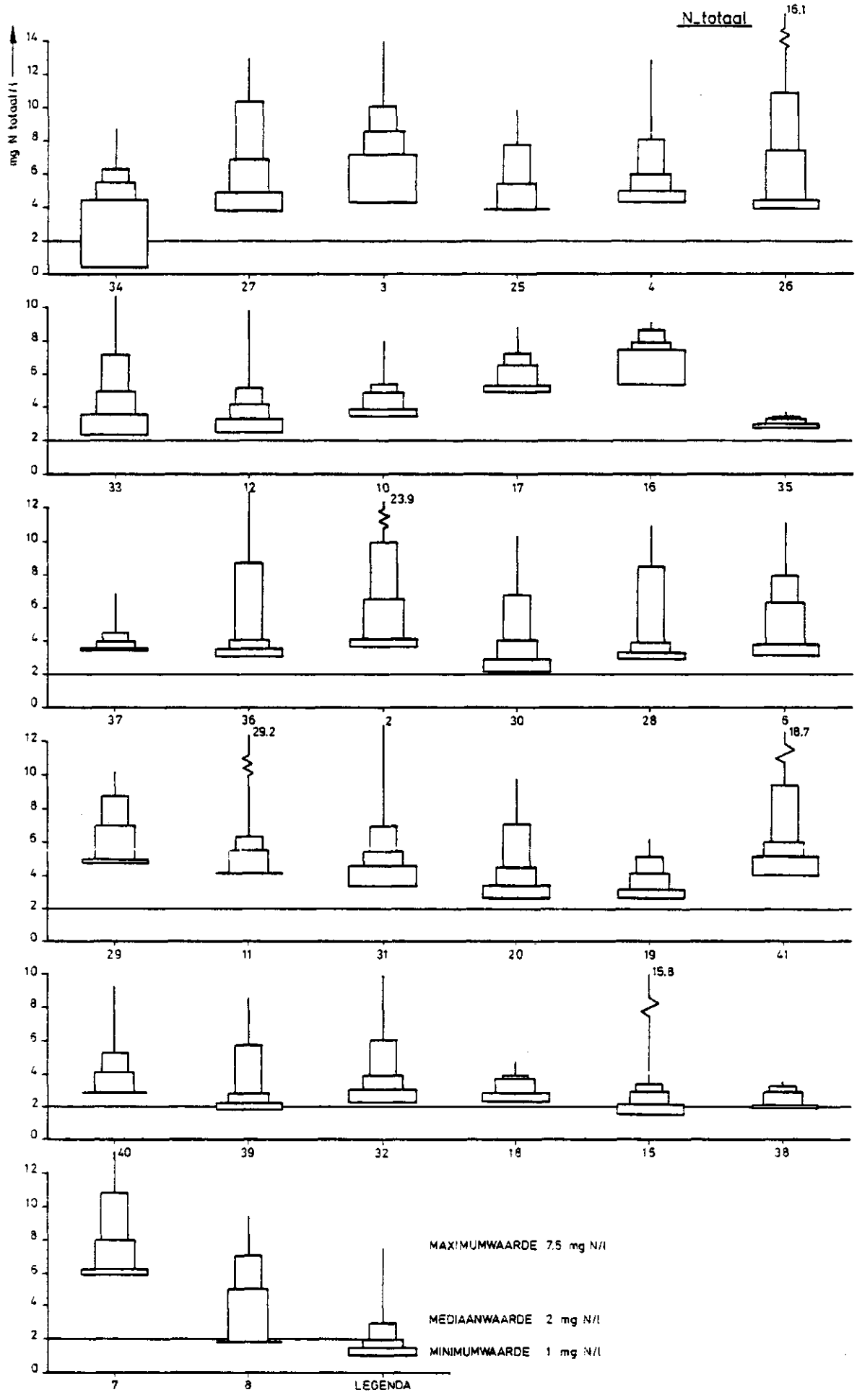


FIG. 24

N. tot. / P. tot.

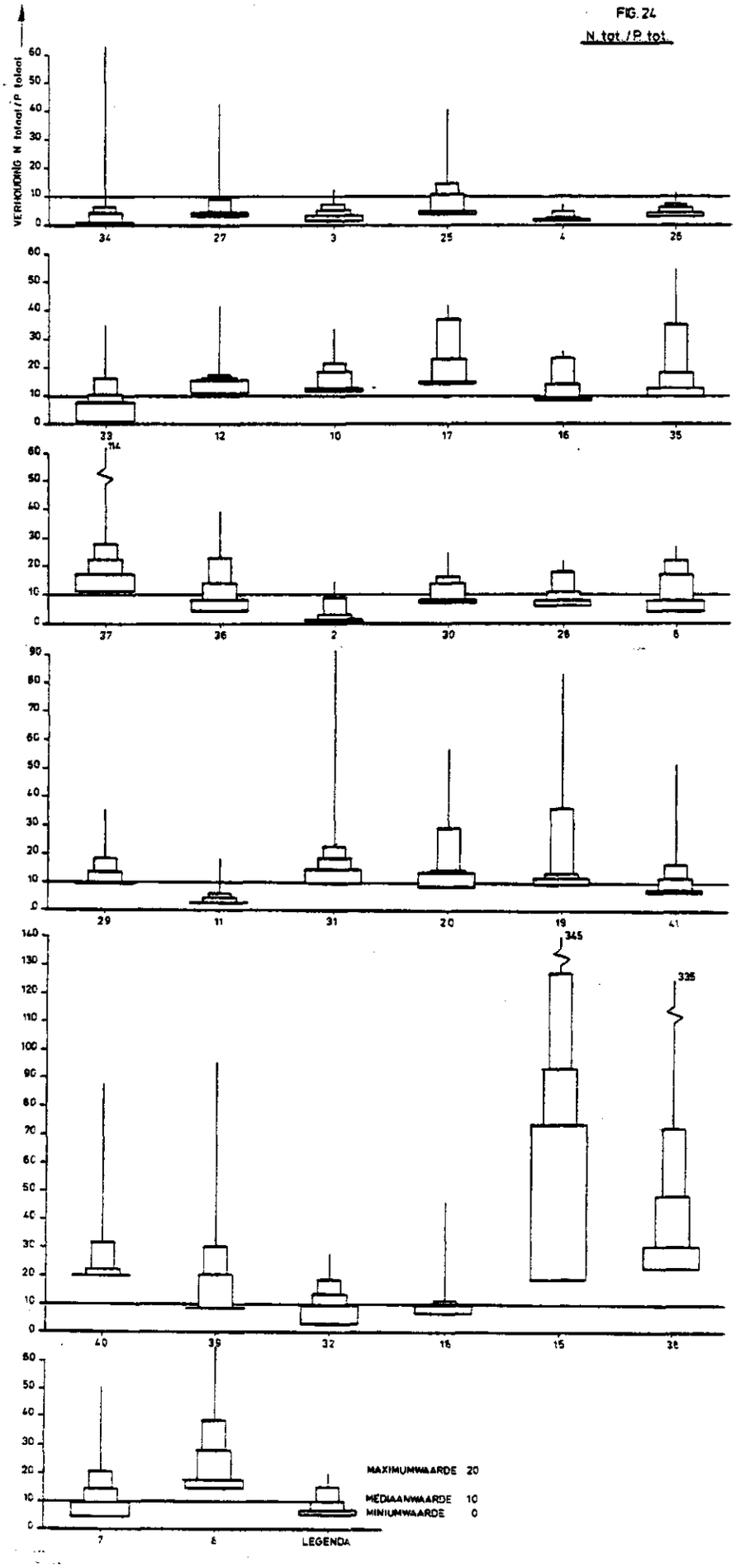


FIG. 25

P_ totaal

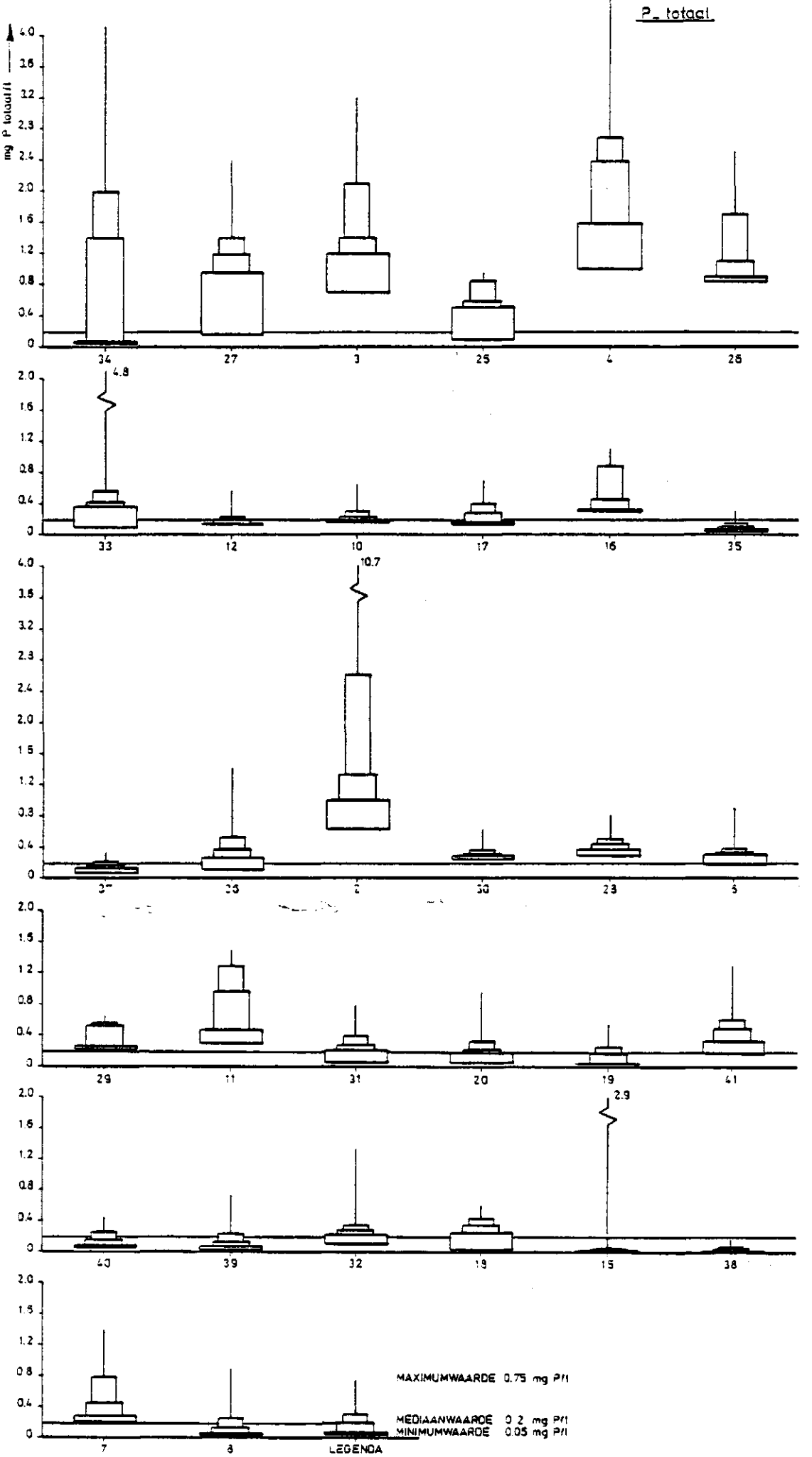


FIG. 26

CHLOROFYL

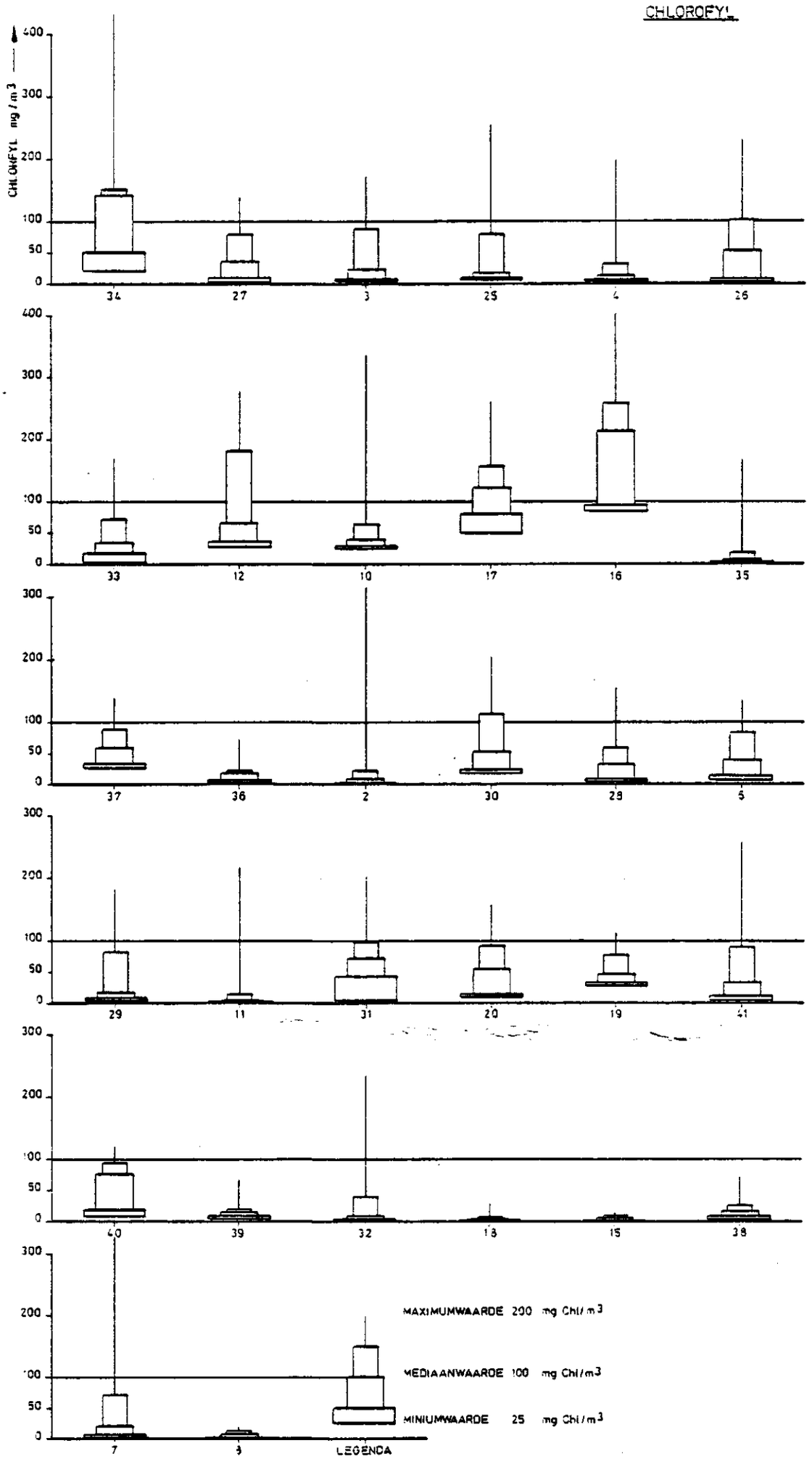
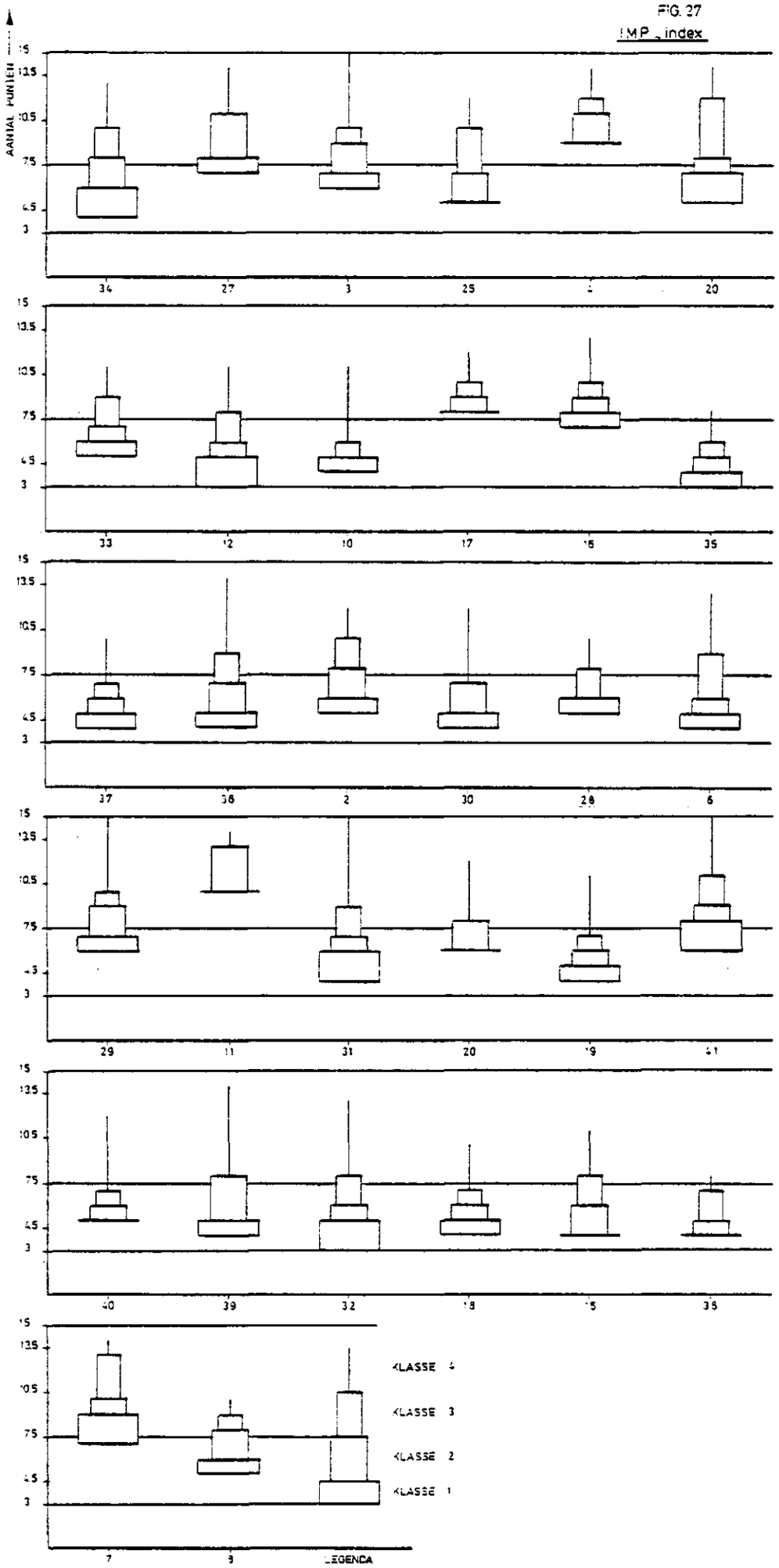


FIG. 27

IMP - index



bemonsteringsfrequenties is in tabel 19 het (grootste) absolute verschil van gelijksoortige gemiddelden weergegeven. Het gaat hier om de 2-wekelijkse en de maandelijkse berekeningen.

Tabel 19. Jaargemiddelden, alsmede het absolute verschil in de 2-wekelijkse en de maandelijkse analyseresultaten, resp. tussen b en c en tussen j, k, l en m.

Puntnummer	31 (Groote Wielen)			32 (Sippenvennen)			33 (Zwemmer)		
	Jaarge-	spreid. in cijf.		Jaarge-	spreid. in cijf.		Jaarge-	spreid. in cijf.	
Parameter	middelde	b,c	j,k,l,m	middelde	b,c	j,k,l,m	middelde	b,c	j,k,l,m
Temp.	11.03	0.97	3.58	11.15	1.7	3.84	14.26	0.08	2.21
O_2	9.15	0.83	1.38	8.90	0.23	1.59	7.58	0.19	1.52
$N-NO_2$	0.14	0.01	0.11	0.08	0.02	0.04	0.12	0.01	0.06
$N-NO_3$	0.89	0.10	0.32	0.43	0.23	0.56	1.38	0.09	0.34
$N-NH_4$	1.21	0.08	0.10	1.06	0.10	0.20	1.44	0.07	0.25
N-Kj.	5.06	0.13	0.67	4.02	0.36	0.51	4.32	0.04	0.76
BOD	9.97	0.25	0.73	9.28	4.04	5.74	9.49	1.43	4.91
$P-PO_4$	0.22	0.14	0.37	0.33	0.17	0.23	0.39	0.02	0.13
P-totaal	0.33	0.04	0.05	0.44	0.25	0.29	0.73	0.06	0.38
Cl^-	109.0	3.6	12.1	109.8	0.1	9.9	136.4	41.6	114.6
HH	13.1	0	1.2	11.1	0.5	1.5	11.7	0.6	1.3
Fe	1.4	0.3	0.6	1.2	0.5	0.7	0.8	0.1	0.2
Chl.X	76.8	17.1	26.7	36.5	11.6	27.7	51.9	6.9	13.7

De mogelijke spreiding van het gemiddelde wordt snel groter naarmate de bemonsteringsfrequentie afneemt. De spreiding in de maandgemiddelden voor NNO_3 bij no. 32 en voor PPO_4 bij no. 31 is zelfs groter dan de waarde van het jaargemiddelde. Het chloridegehalte bij no. 33 kan ook sterk wisselen. Opmerkelijk is de hogere gemiddelde temperatuur, doch een kleinere spreiding in de Nieuwe Zwemmer, veroorzaakt door de energiecentrale aan het Bergumermeer. Een maandelijkse bemonsteringsfrequentie lijkt zeker gewenst voor bepaling van jaargemiddelden. Voor enkele parameters is de mogelijke spreiding dan nog aanzienlijk.

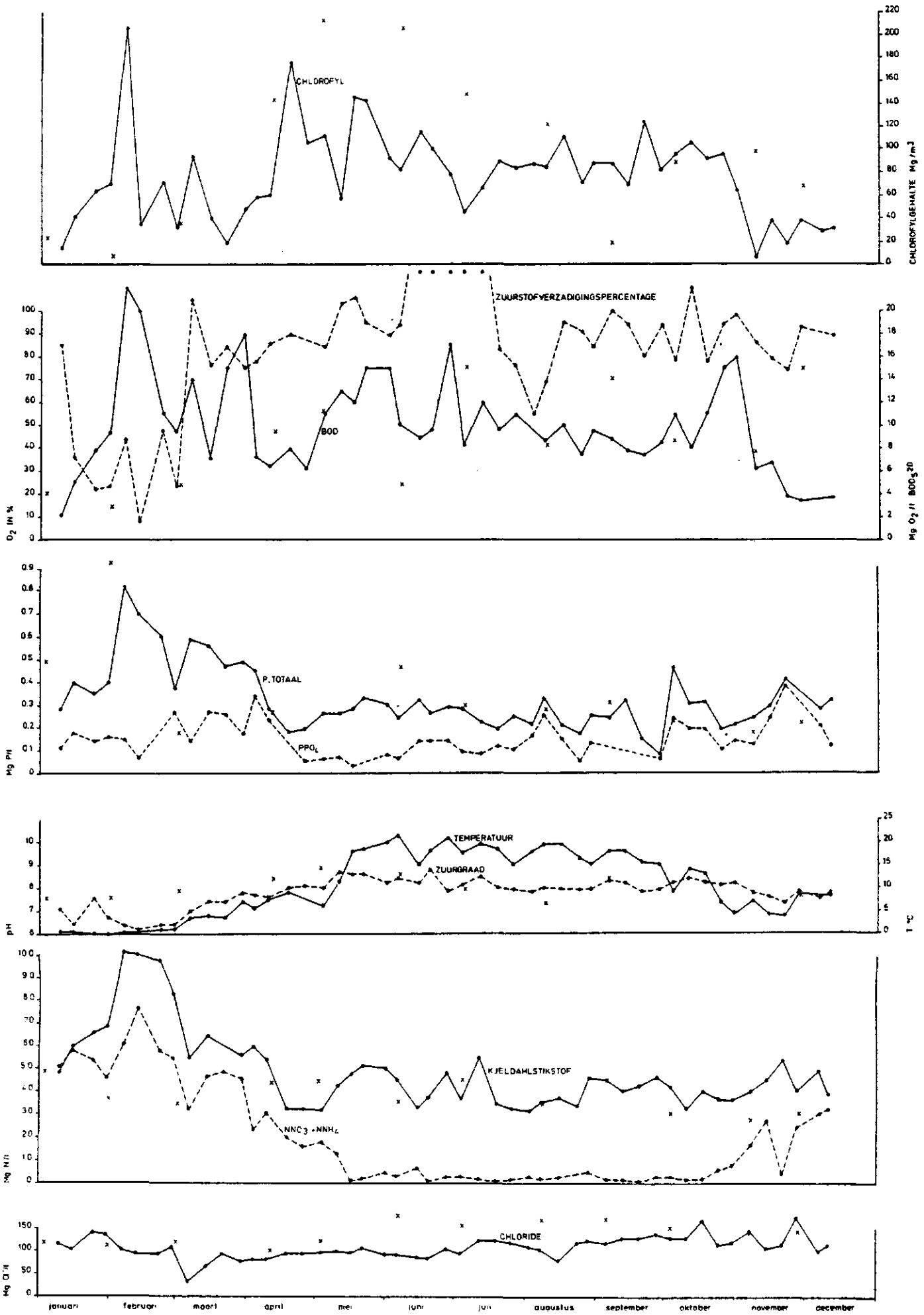
De planktongegevens welke hier slechts kort worden besproken, zijn voor de 3 punten in tabelvorm in de bijlage opgenomen (tabellen 24, 25, 26 en 27).

Tabel 16. Verschillende soorten gemiddelden voor 13 parameters in de Groote Wielen in 1979.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Temp.	11.03	11.55	10.58	13.50	9.92	10.08	11.36	4.98	15.88	16.50	18.50	15.67	16.42
O_2	9.15	8.72	9.55	8.91	9.93	8.55	9.14	8.69	9.55	9.32	9.97	9.63	9.12
$N-NO_2$	0.14	0.13	0.14	0.12	0.09	0.14	0.20	0.18	0.09	0.19	0.04	0.06	0.05
$N-NO_3$	0.89	0.84	0.94	0.77	1.09	0.91	0.79	1.24	0.56	0.33	0.35	1.11	0.31
$N-NH_4$	1.21	1.17	1.25	1.15	1.25	1.19	1.25	2.21	0.33	0.46	0.14	0.15	0.18
N-Kj.	5.06	4.99	5.12	4.78	4.85	5.19	5.45	5.76	4.46	5.23	3.95	4.03	4.20
BOD	9.97	9.84	10.09	9.95	10.44	9.73	9.71	10.28	9.70	8.68	9.72	11.48	9.88
$P-PO_4$	0.22	0.15	0.29	0.17	0.14	0.13	-	0.30	0.13	0.15	0.16	0.09	0.10
P-totaal	0.33	0.31	0.35	0.30	0.35	0.32	0.35	0.40	0.27	0.34	0.24	0.23	0.22
Cl^-	109.0	107.2	110.8	110.5	105.9	103.9	116.0	112.5	105.9	105.2	104.0	111.3	111.0
HH	13.1	13.1	13.1	13.2	12.5	12.9	13.7	13.0	13.2	12.8	12.9	14.1	13.2
Fe	1.4	1.6	1.3	1.3	1.3	1.8	1.2	1.9	0.9	0.7	0.9	0.8	0.7
Chl. X	76.8	67.9	85.0	75.8	84.2	59.2	85.9	58.7	93.4	113.2	103.5	92.7	72.4

Het chloridegehalte van de 3 wateren is vrijwel gelijk en schommelt rond 110 $mgCl^-/l$. Dit gehalte was voor de zomerperiode van 1978 veelal iets hoger. De Groote Wielen heeft het laagste gemiddelde fosfaatgehalte, alsook de hoogste N/P-verhouding, gemiddeld ruim 20. Zowel rond half april als rond half mei treedt een daling in het chlorofylgehalte op. Vanaf half april lijkt fosfaat de berpende factor voor algengroei, na half mei stikstof. De chlorofylpiek in april wordt veroorzaakt door diatomeeën, in mei door Oscillatoria redeckei, daarna -ook tijdens de periode van sterke zuurstofoververzadiging- is Oscillatoria Agardhii het verdere jaar de dominante (blauw)alg. In het vroege voorjaar zijn enkele Cryptomonas en Chlamydomonassoorten van belang. In de bijlage zijn de fytoplanktongegevens in tabel 24 opgenomen.

GROOTE WIELEN FIG. 28

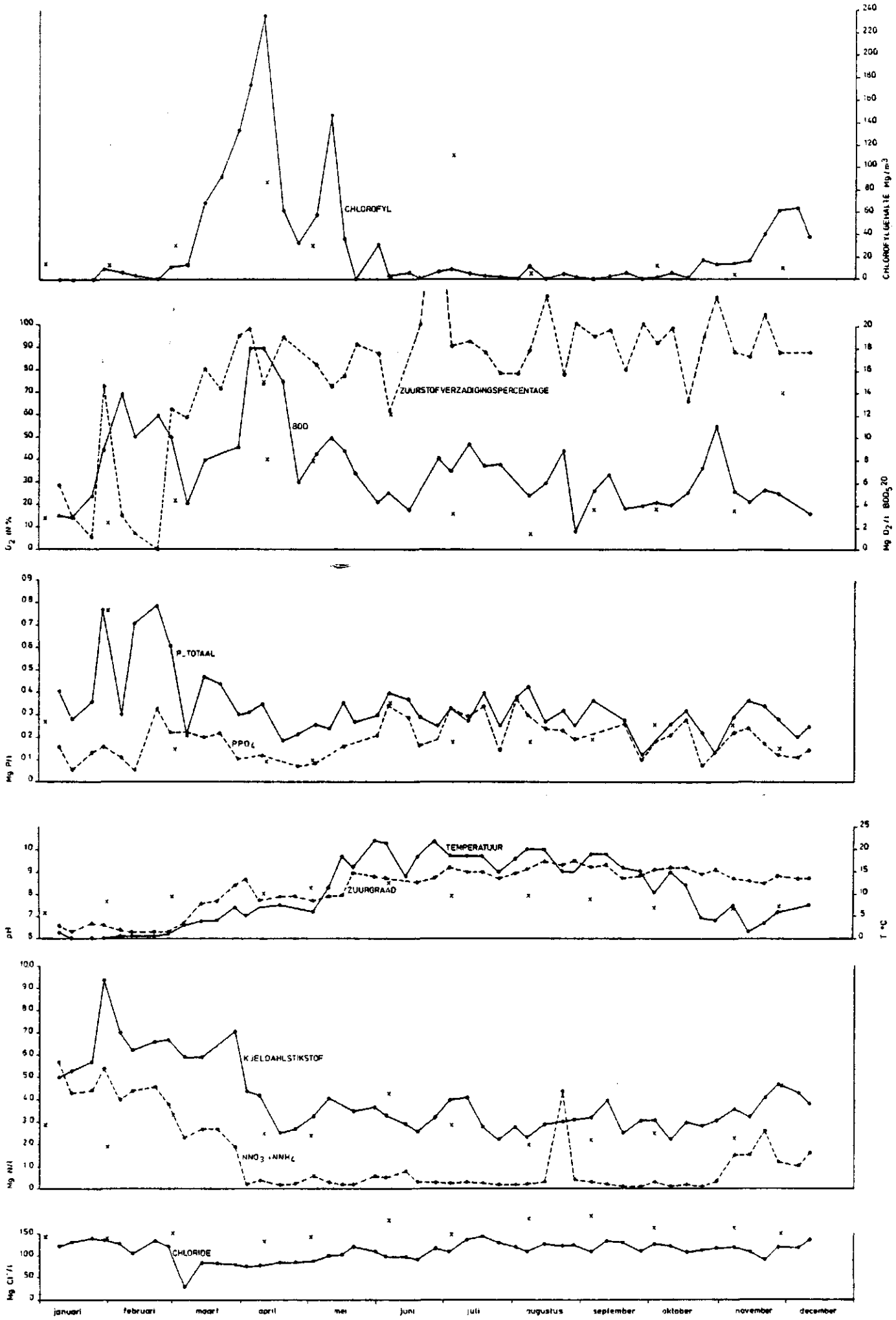


Tabel 17. Verschillende soorten gemiddelden voor 13 parameters in een petgat in de Sippenvennen in 1979.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Temp.	11.15	12.08	10.38	13.61	9.77	10.82	11.09	4.92	15.88	16.25	18.40	16.00	16.58
O_2	8.90	9.02	8.79	9.85	8.87	8.26	8.80	8.69	9.08	8.35	9.45	9.58	8.35
$N\text{-}NO_2$	0.08	0.09	0.07	0.08	0.07	0.11	0.07	0.14	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03
$N\text{-}NO_3$	0.43	0.31	0.54	0.25	0.81	0.37	0.25	0.56	0.30	0.10	0.12	1.03	0.09
$N\text{-}NH_4$	1.06	1.11	1.01	1.04	0.99	1.19	1.03	1.99	0.20	0.25	0.14	0.20	0.27
N-Kj.	4.02	4.20	3.84	4.32	3.86	4.08	3.81	4.94	3.21	3.13	3.08	2.98	3.28
BOD	9.28	11.43	7.39	10.03	7.10	12.84	7.71	8.40	10.06	7.80	6.37	6.82	17.92
$P\text{-}PO_4$	0.33	0.42	0.25	0.39	0.27	0.45	0.22	0.25	0.42	0.26	0.27	0.19	-
P-totaal	0.44	0.57	0.32	0.57	0.29	0.58	0.35	0.47	0.42	0.33	0.29	0.28	0.78
Cl^-	109.8	109.8	109.9	114.3	105.2	105.2	115.1	109.6	110.1	109.2	110.2	113.0	114.8
HH	11.1	11.4	10.9	11.3	10.1	11.4	11.6	11.3	11.0	11.3	11.0	11.2	11.2
Fe	1.2	1.4	0.9	1.5	0.8	1.3	1.1	2.0	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
Chl.X	36.5	42.3	30.7	27.8	29.6	55.5	32.2	32.1	40.2	24.2	9.8	18.3	41.0

In begin april, iets eerder dan in de Groote Wielen en de Nieuwe Zwemmer, treedt er in het petgat een diatomeeënbloei (voorjaarsbloei) op, daarna in mei gevolgd door een bloei van de blauwwieren Dactylococopsis en Aphanocapsa, zie tabel 25 (bijlage). Kort na beide chlorofylpieken is een stijging van de BOD te zien. Gezien het verloop van $P\text{-}PO_4$ en opneembare stikstof is waarschijnlijk stikstof de voornaamste beperkende factor voor algengroei. Vanaf begin april tot eind oktober is opneembaar stikstof vrijwel uitgeput. Na eind mei is er geen duidelijke dominantie door bepaalde algensoorten. Evenals op de beide andere punten is naast het ijzergehalte ook het stikstofgehalte in de winter (aanzienlijk) hoger dan in de zomer. Het fosfaatgehalte -met name $P\text{-}PO_4$- is hier juist in de zomer opvallend hoog in vergelijking tot de winterwaarde.

PETGAT SIPPENVENNEN FIG 29

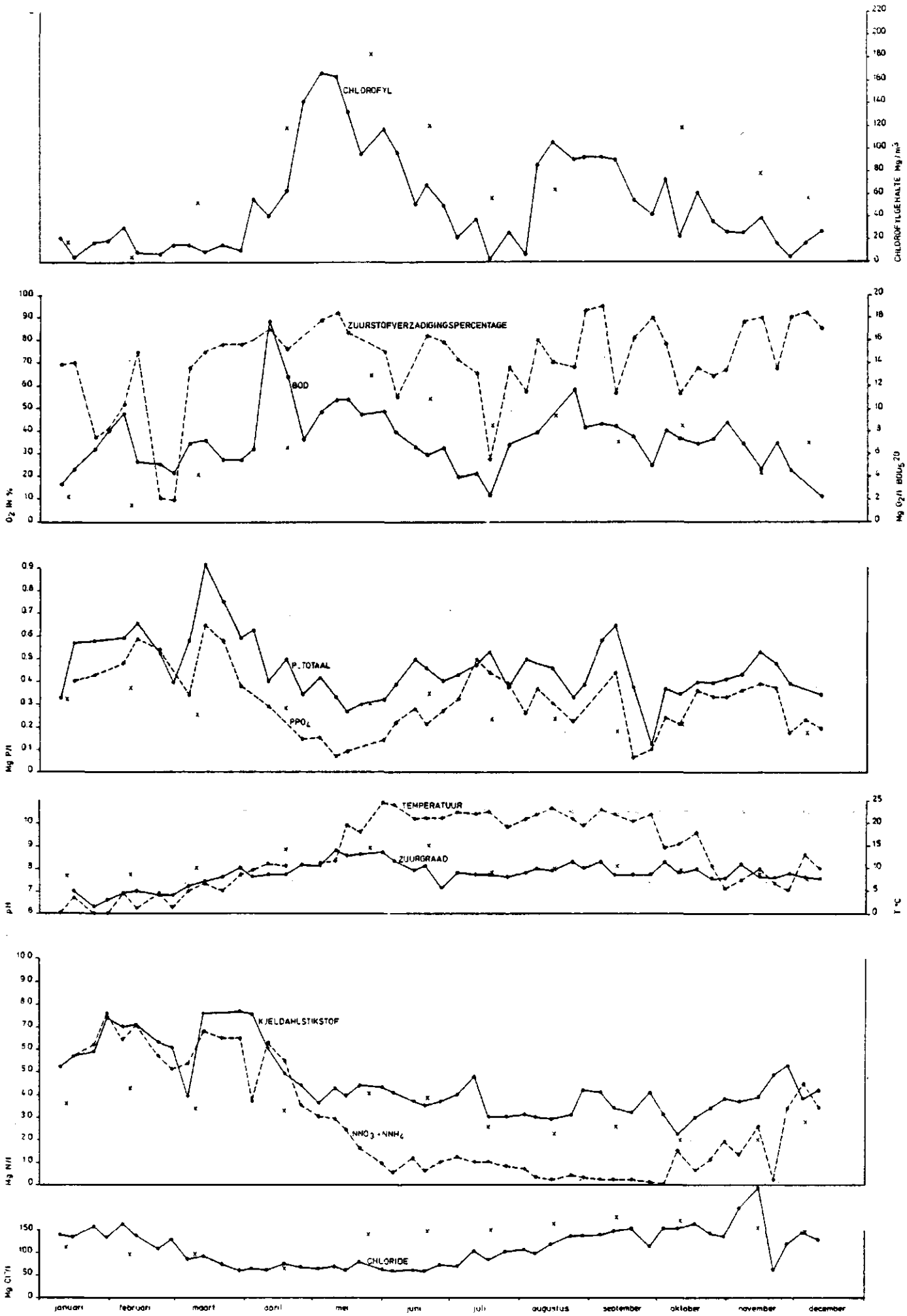


Tabel 18. Verschillende soorten gemiddelden voor 13 parameters in de Nieuwe Zwemmer in 1979.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Temp.	14.26	14.30	14.22	15.50	14.54	13.29	13.86	8.03	19.24	19.67	20.90	19.58	20.08
O_2	7.58	7.48	7.67	6.72	8.11	8.24	7.20	8.08	7.13	6.82	6.45	7.28	7.20
$N-NO_2$	0.12	0.13	0.12	0.16	0.11	0.10	0.14	0.16	0.09	0.11	0.12	0.08	0.06
$N-NO_3$	1.38	1.43	1.34	1.52	1.18	1.33	1.50	1.88	0.97	1.08	0.90	0.92	0.67
$N-NH_4$	1.44	1.41	1.48	1.29	1.36	1.54	1.62	2.38	0.62	0.68	0.28	0.32	0.34
N-Kj.	4.32	4.34	4.30	3.96	4.19	4.74	4.44	4.83	3.89	4.07	3.60	3.28	3.63
BOD	9.49	8.74	10.17	9.54	12.53	7.87	7.62	7.87	10.98	8.67	6.62	20.25	7.30
$P-PO_4$	0.39	0.40	0.38	0.47	0.39	0.34	0.35	0.46	0.33	0.31	0.31	0.30	0.25
P-totaal	0.73	0.70	0.76	0.96	0.69	0.47	0.85	0.76	0.71	1.19	0.46	0.92	0.36
Cl^-	136.4	157.6	116.0	215.2	123.2	100.0	108.3	186.7	91.8	89.8	93.0	99.8	93.8
HH	11.7	12.0	11.4	12.0	11.9	12.1	10.8	13.4	10.2	8.8	10.05	10.7	10.7
Fe	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.6	0.9	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Chl.X	51.9	48.4	55.3	51.6	59.0	45.3	51.3	23.2	77.3	78.2	84.3	85.0	71.2

Bij vastpunt 31 (no. 33) zien wij vanaf half maart het $P-PO_4$ gehalte dalen. Een maand later, half april, zet de daling in van opneembaar stikstof. Aanvankelijk lijkt fosfaat de voornaamste beperkende factor, na half mei is dit waarschijnlijk stikstof. Er treedt dan weer een stijging op van het fosfaatgehalte. De chlorofylpiek eind april-begin mei wordt voornamelijk veroorzaakt door diatomeeën (zie bijlage). Vanaf begin augustus (na de stijging van het chlorofylgehalte) is Oscillatoria Agardhii de dominante (blauw)alg. Ook hier is een opvallende gelijkenis in het verloop van het chlorofylgehalte en de BOD. Mogelijk door het meer stromende karakter van dit water is geen zuurstofoververzadiging gemeten. Ook hiermee samenhangend is misschien de meer geleidelijke en de later in het (voor)jaar optredende daling in het opneembaar stikstofgehalte.

NIEUWE ZWEMMER FIG. 30



Tenslotte is getracht nader inzicht te krijgen in de mate van trofiegraad van de 32 monsterpunten, dit vooral in verband met mogelijke saneringsmaatregelen, zoals defosfatering. Hierbij is gelet op het fosfaatgehalte, de N/P-verhouding en de verhouding Chl.χ/p. Zo vermeldt Golterman (13) dat bij hoge Chlχ/p verhoudingen defosfatering zeer effectief is. In figuur 31 is het verband tussen het fosfaatgehalte enerzijds en de verhouding N/P en Chl.χ/p anderzijds weergegeven. Voor beide relaties blijkt een logaritmisch verband te bestaan, zie de getrokken lijnen. De punten kunnen op grond van deze onderlinge verhoudingen in 3 groepen verdeeld worden:

a. punten met een fosfaatgehalte groter dan 0.75 mg P/l en een N/P-verhouding kleiner dan 12.5 Deze waarde van 12.5 is gekozen op grond van het beeld van figuur 31 en ligt in het gebied (van een N/P-verhouding van 1 : 10 à 16) waar omkering optreedt in de meest beperkende factor. Bij lagere verhoudingsgetallen zou stikstof de beperkende factor zijn. Deze punten (nos. 3, 4, 11, 2, 34, 27 en 26) liggen -met uitzondering van no. 11- in noord Friesland en hebben zodanige fosfaatgehalten dat P niet beperkend is voor algengroei. Defosfatering van afvalwater in dit gebied lijkt weinig zinvol;

b. punten met een fosfaatgehalte kleiner dan 0.75 mg P/l, een N/P-verhouding groter dan 12.5 en een Chl.χ/p-verhouding kleiner dan 0.25. Ook dit laatste getal vloeit voort uit het beeld van figuur 31. Deze punten (nos. 7, 36, 32, 29, 28, 8, 15, 25, 33, 18, 6, 35 en 41), gelegen in midden en oost Friesland, hebben een relatief laag chlorofylgehalte. Defosfatering hier zal niet direct tot waterkwaliteitsverbetering leiden;

c. punten met een fosfaatgehalte kleiner dan 0.75 mg P/l, een N/P-verhouding groter dan 12.5 en een verhouding Chl.χ/p groter dan 0.25. In dit gebied (vrijwel alle punten liggen in zuid en zuidwest Friesland) lijkt defosfatering effectief ter verbetering van de waterkwaliteit (13). De hier gebruikt basisgegevens zijn in tabel 28 in de bijlage vermeld.

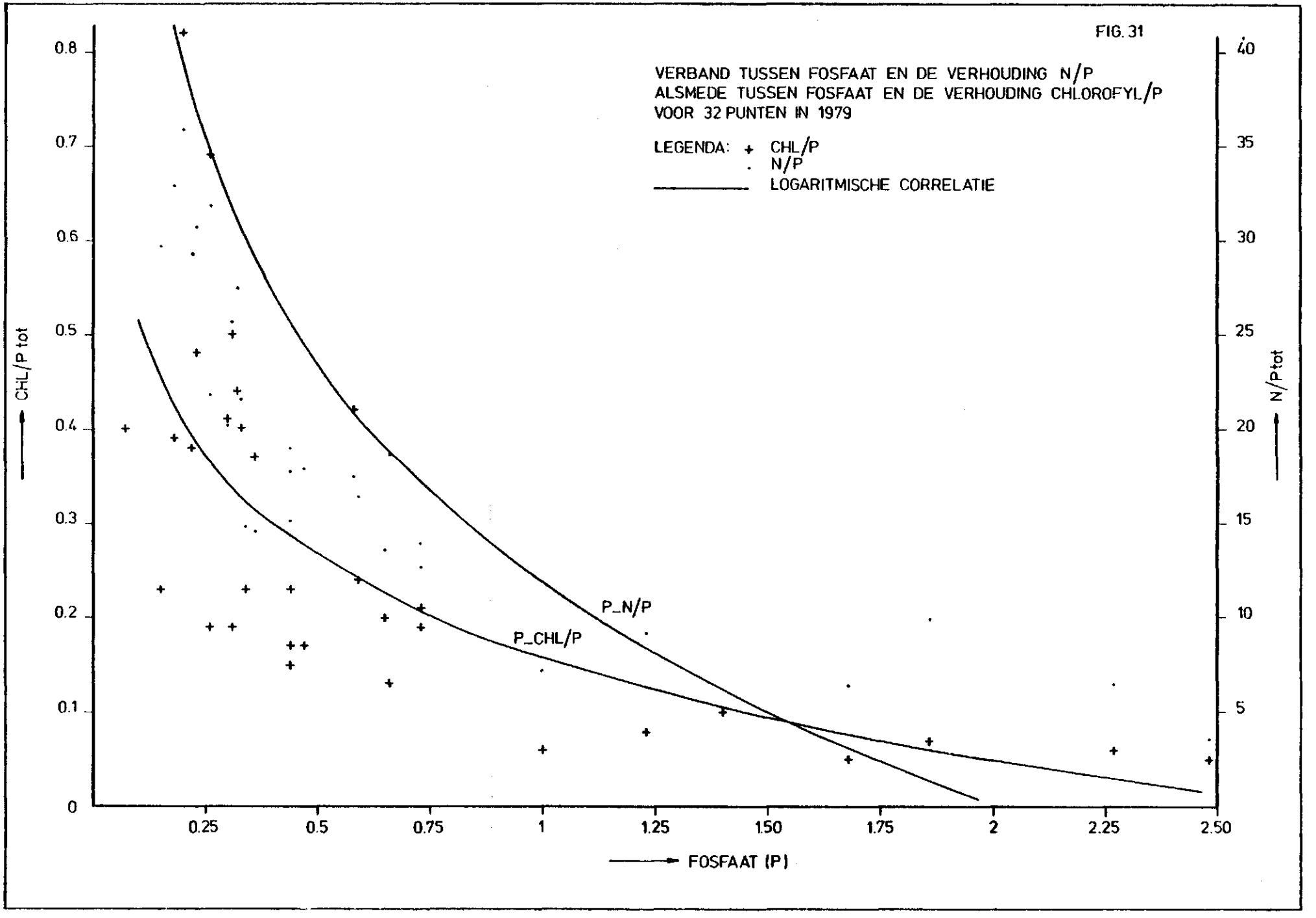


FIG. 31
VERBAND TUSSEN FOSFAAT EN DE VERHOUDING N/P
ALSMEDE TUSSEN FOSFAAT EN DE VERHOUDING CHLOROFYL/P
VOOR 32 PUNTEN IN 1979
LEGENDA: + CHL/P
. N/P
LOGARITMISCHE CORRELATIE
P_N/P
P_CHL/P
CHL/P tot
N/P tot
FOSFAAT (P)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
5
10
15
20
25
30
35
40
0.25
0.5
0.75
1
1.25
1.50
1.75
2
2.25
2.50

In 1980 zijn 33 wateren onderzocht. Deze zijn omschreven in bijlage 1G en weergegeven in figuur 11. Het zijn alle min of meer lijnvormige wateren, van (smalle) sloten tot (brede) vaarten. Vrijwel geen wateren waren reeds eerder bemonsterd. Dit onderzoek vormde een verdere aanzet tot het opstellen van een referentiekader voor biologisch gezond water. Met name de keuze van geschikte representatieve wateren is hierbij van groot belang.

De resultaten van de fysisch-chemische analyses en het plankton- en macrofauna-onderzoek zijn opgenomen in de appendix. Ook zijn op deze punten de macrofyten* (hogere waterplanten) bekeken. In dit verslag zal geen uitgebreide bespreking van de resultaten worden gegeven. In figuur 15 (E) is het verband weergegeven tussen het saprobiequotiënt en de IMP-index, echter slechts voor een eenmalige bepaling. Het gemiddelde fosfaat- en chlorofylgehalte is opgenomen in figuur 21. Naast de in de appendix vermelde standaardparameters is eenmaal (juli) van de verschillende monsters de BOD_7^{20} en de COD bepaald. Een eenduidige relatie tussen deze beide parameters en de BOD_5^{20} zou mogelijk het analysewerk vergemakkelijken. Hoewel er met betrekking tot de 33 punten een redelijke correlatie-coëfficiënt aanwezig is tussen de BOD_5 en de COD enerzijds en de BOD_7 en de COD anderzijds, resp. 0.84 en 0.85, is de spreiding aanzienlijk. Ook is het verband tussen BOD_5 en BOD_7 niet eenduidig. Om vergelijking met andere (oudere) gegevens mogelijk te maken (laten), alsmede voor het bepalen van de IMP-index lijkt handhaving van de BOD_5 toch het meest zinvol. Daarnaast is eenmaal het zuurbindend vermogen (alkaliniteit) bepaald. Vanaf 1981 geschiedt dit frequenter ter verkrijging van inzicht in vooral de CO_2-huishouding van een water. Tevens is begonnen met het meten van het electrisch geleidingsvermogen (E.G.V.). Het onderzoek vanaf 1981 is vooral gericht op invulling van (ecologische) waterkwaliteitsnormen, gedifferentieerd naar diverse watertypen en geografische gebieden. De tot nu toe verzamelde gegevens vormen daarbij een belangrijk gegevenbestand. Ook overige literatuur- en archiefgegevens betreffende de waterkwaliteit in Friesland kunnen daarbij worden geraadpleegd (29).

*****

4. Eutrofiëringsonderzoek.

4.1. Algemeen.

Het begrip eutrofiëring* -hoe het zich uit en wat de gevolgen ervan zijn- is reeds besproken in de beide vorige nota's (25, 26). Verder wordt verwezen naar de lezingen, welke gehouden werden tijdens het symposium "Eutrofiëring in Nederland" (7), waarin vele facetten met betrekking tot eutrofiëring zijn belicht.

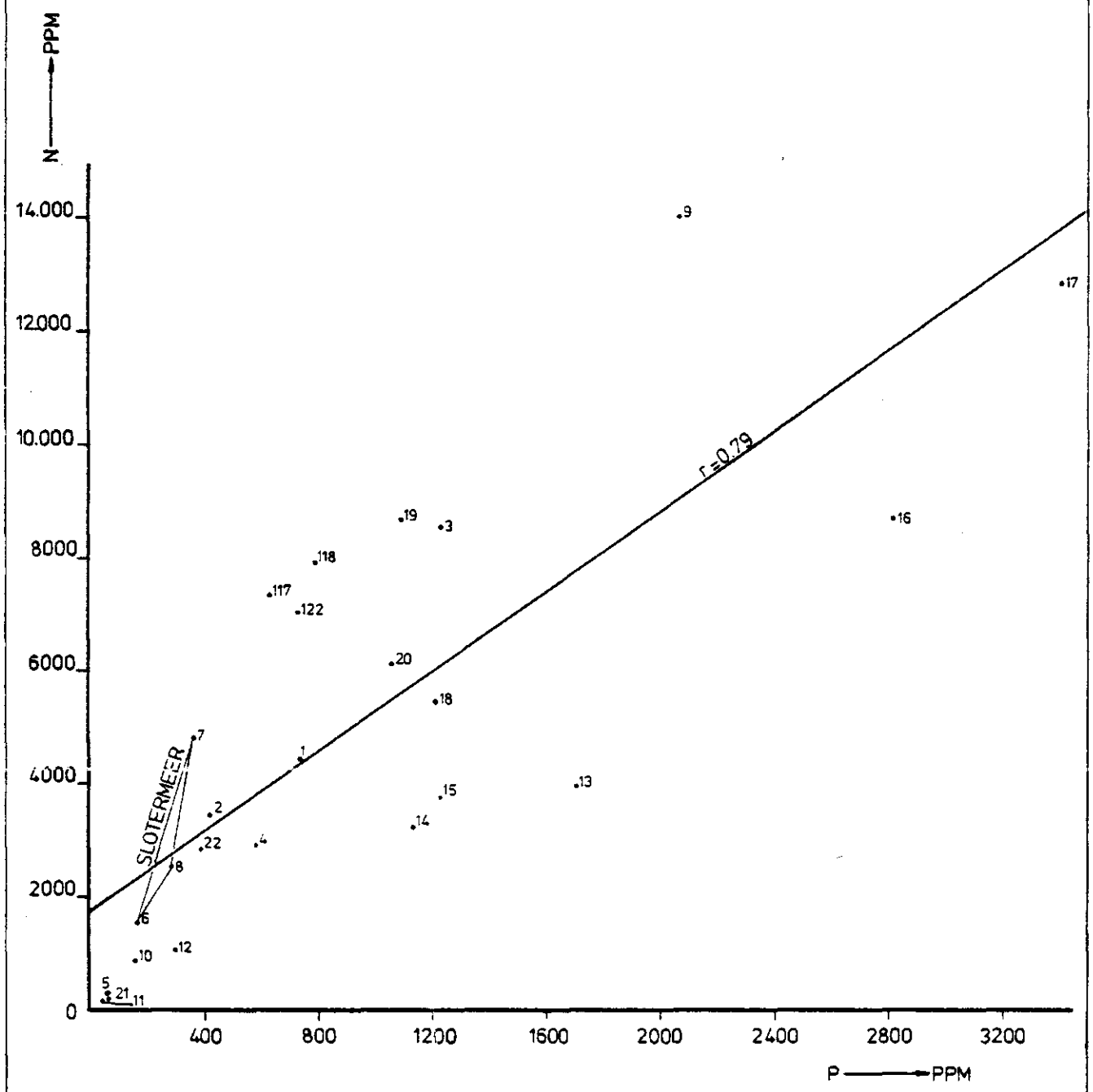
4.2. De situatie in Friesland.

In kleine(re) wateren, met een relatief korte verblijftijd, zoals sloten, uit eutrofiëring zich veelal in overmatige groei van een beperkt aantal soorten macrofyten (38). In wateren met een lange(re) verblijftijd vormen veelal microfyten het merendeel der biomassa. In het IMP (21) worden dit "min of meer stagnante eutrofiëringsgevoelige wateren" genoemd. De normen voor doorzicht, chlorofyl, totaal-fosfaat en stikstof gelden speciaal voor deze wateren. In Friesland is vooral onderzoek verricht in het boezemwater. Het totale oppervlak van het boezemnetwerk is 14.000 ha, waarvan de meren ca. 10.500 ha beslaan. Resultaten worden besproken van 22 merenpunten, welke zomers 6 maal worden bemonsterd, van een 10-tal monsterpunten in en om het Slotermeer en van een serie punten (in een gradiënt) tussen IJsselmeer en Lauwersmeer. In figuur 12 en bijlage 1H zijn deze punten nader aangegeven. De fysisch-chemische analyseresultaten van de Slotermeerpunten zijn opgenomen in de appendix, van de overige punten in het rapport Waterkwaliteit Friesland 1974-1978 (27). De verzamelde planktongegevens zijn eveneens vermeld in de appendix.

Beschouwingen over nutriëntengehalten, N/P-verhoudingen, (fosfaat)balansen, etc. zijn reeds in voorafgaande rapporten vermeld (4, 25, 26). In figuur 12 is -op basis van gegevens van 90 vaste monsterpunten- de N/P-verhoudingslijn 1 : 10 weergegeven. In het gebied ten zuid-oosten van deze lijn (Workum-Sneek-Leeuwarden-Dokkum) is het, voor de bestrijding van de eutrofiëring, effectief de fosfaatbelasting te beperken. De rioolwaterzuiveringsinstallaties te Sloten en te Lemmer zijn reeds uitgerust met defosfateringsvoorzieningen, resp. sinds eind augustus 1979 en sinds midden december 1979. Voor 7 andere installaties in zuid-west Friesland is defosfatering gepland voor 1985. Deze installaties zijn weergegeven in figuur 12.

De verwachting is dat met defosfatering in het zuid-westelijk merengebied de bruto-belasting wordt teruggebracht van 1.3 $gP/m_2.j$ tot 0.7 $gP/m_2.j$ en daarmee beneden de (kritische) grens van 1 $gP/m_2.j$ komt. De overige gebieden van de provincie, welke water ontvangen via het zuid-westelijk merengebied, zullen mogelijk reeds in deze periode in kwaliteit kunnen verbeteren. In ieder geval zal verdere verslechtering (moeten) worden voorkomen (handhaving van het stand-still beginsel). Twee belangrijke factoren spelen bij de bestrijding van de eutrofiëring een moeilijk grijpbare rol, te weten het bodemslib en het inlaat- c.q. IJsselmeerwater.

FIG. 32



VERBAND TUSSEN STIKSTOF_EN FOSFAATGEHALTE IN DE BODEM VAN DE MERENPUNTEN OP 12,13 EN 14 JULI 1979.
NUMMERING CONFORM MERENPUNTENAANDUIDING.

Ad a. Uit de balansstudie van het Slotermeer (14, 25), alsmede van het gehele Friese boezemgebied (4) blijkt dat aanzienlijke hoeveelheden fosfaat zich ophopen in de bodem, resp. ca. 25 en 50% van de bruto-belasting. Op 12, 13 en 14 juni 1979 is van alle merenpunten het bodemslib geanalyseerd op stikstof en fosfaat. In figuur 32 is het gevonden N- en P-gehalte weergegeven van deze punten. De punten in het zuid-westelijk merengebied hebben veelal zowel lagere N- als P-gehalten, dan meer naar het noorden gelegen wateren. De lineaire correlatie coëfficiënt tussen beide nutriënten bedraagt 0.79. De punten XII t/m IIXX in het noordelijk merengebied kenmerken zich door een lagere N/P-verhouding (kleiner dan 5). Het Slotermeer, met een N/P-verhouding van ca. 10 in het bodemslib, vertoont een relatief gunstig beeld.

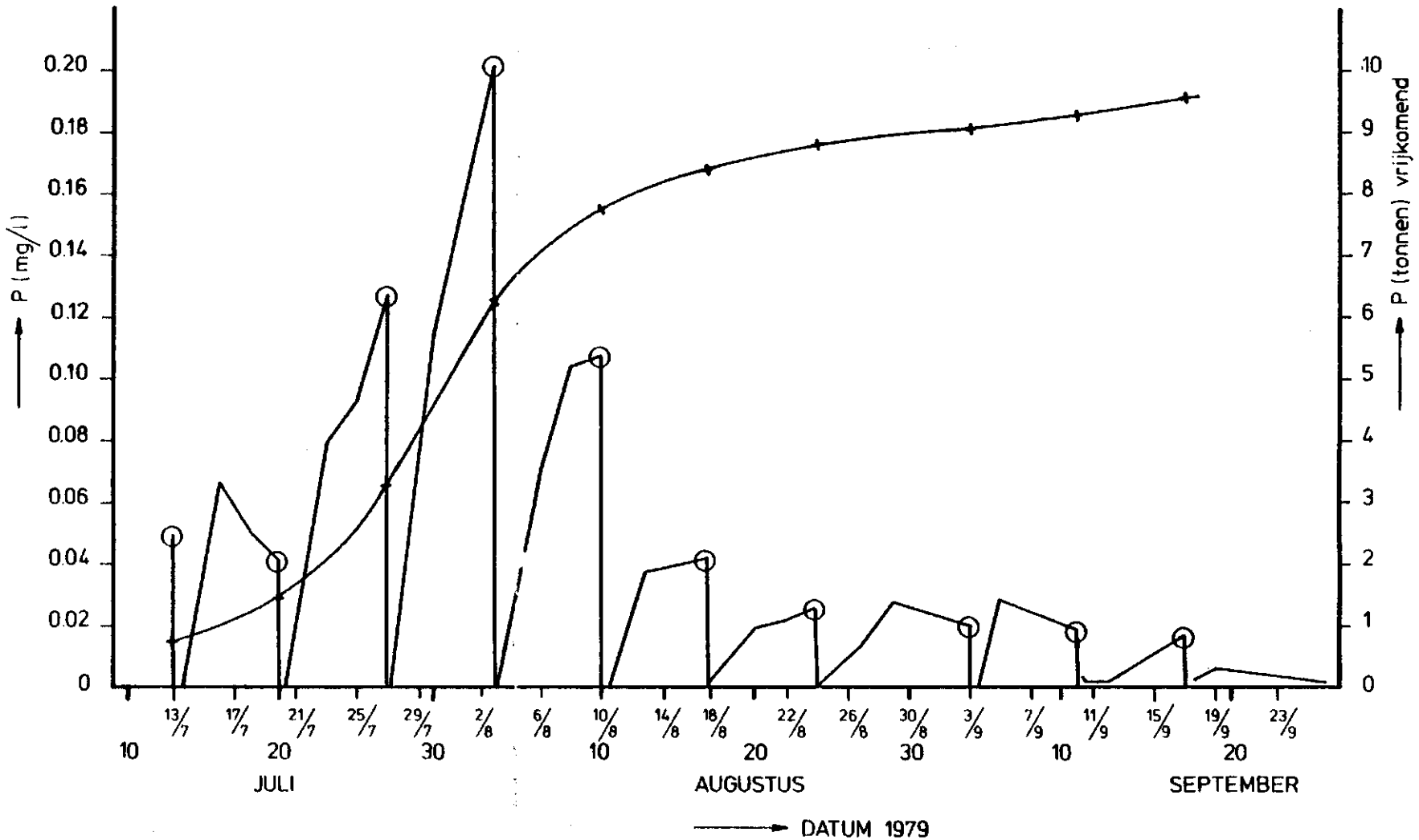
Het stikstofgehalte en in mindere mate ook het fosfaatgehalte vertonen een positieve correlatie met het gehalte aan organische stof c.q. een negatieve correlatie met de gloeirest als percentage van de droge stof. De correlatie-coëfficiënt bedraagt voor N en P resp. - 0.89 en - 0.63. Ook hier vertoont het Slotermeer een gunstig beeld: een lager N- en P-gehalte dan op basis van het gehalte aan organische stof verwacht zou kunnen worden. Voor de basisgegevens zie tabel 29 (bijlage).

Om na te gaan hoeveel fosfaat uit het bodemslib kan vrijkomen (en zo kan bijdragen tot eutrofiëring) zijn uitspoelproeven verricht aan ongestoorde bodems. Ongestoorde bodemprofielen werden daarbij geplaatst in lange cylinders, waarin het bovenstaande water -telkens opnieuw- afgeheveld kan worden. In figuur 33 is het resultaat van zo'n proef weergegeven. Telkens na een week werd het bovenstaande water ververst. Pas na ongeveer 10 maal verversen kwam geen noemenswaardige hoeveelheid fosfaat meer vrij. Uit deze proef, in 5-voud uitgevoerd, kon berekend worden dat als op dezelfde wijze het gehele Slotermeer zou worden ververst er in totaal ca. 10 ton P vrij zou komen. Opgemerkt zij nog dat de bodems in de proefcylinders niet werden omgeroerd.

Ad b. Uit de balansstudies blijkt dat het IJsselmeerwater, zowel voor als na defosfatering het merendeel bijdraagt aan de fosfaatbelasting, althans voor het Slotermeer (zie figuur 35). Voor geheel Friesland is de fosfaatbelasting van inlaatwater, procentueel gezien, betrekkelijk gering (< 10%). Waterkwaliteitsverbetering zal dan ook mede bepaald worden door de kwaliteit van het ingelaten IJsselmeerwater. In figuur 34 is de hoeveelheid fosfaat uitgezet, welke vanuit of naar het IJsselmeer wordt ingelaten c.q. wordt uitgevoerd. Juist in het zomerhalfjaar is de fosfaatinvoer aanzienlijk, ca. 80 ton. Bovendien wordt het merendeel bij Lemmer (Teroelsterkolk en Tacozijl) ingelaten, waar het IJsselmeer een iets hoger fosfaatgehalte heeft dan nabij Stavoren (21).

Analyseresultaten voor fosfaat en chlorofyl van de merenpunten en de Slotermeerpunten zijn opgenomen in figuur 21. Vrijwel alle punten in waterkwaliteitsgebied 6 (het zuid-westelijk merengebied) liggen juist rechts van de getrokken (CUWVO 1980) lijn.

FIG. 33

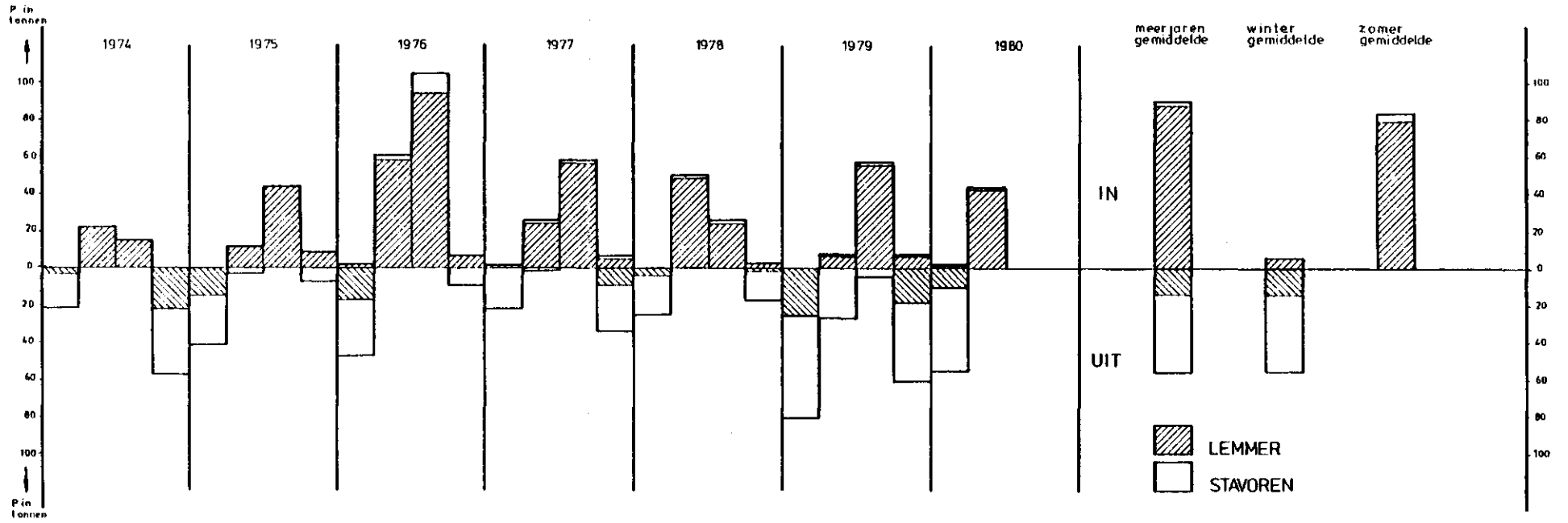


DE P_TOTAAL CONCENTRATIE IN HET BOVENSTAANDE WATER, GEMIDDELDE VAN 5 BUIZEN MET OP DE BODEM EEN ONGESTOORD SLOTERMEER_GRONDMONSTER

⊙ P_CONCENTRATIE VLAK VOOR VERVERSING VAN HET WATER
\+ SOMMATIE VRIJKOMEND P IN MEER ONDER PROEFOMSTANDIGHEDEN

FIG. 34

Invoer- en afvoerhoeveelheden fosfaat van de Friese Boezem vanuit en naar het IJsselmeer



Deze lijn geeft globaal de maximale verhouding aan tussen chlorofyl en fosfaat (6). Hier zal verlaging van de fosfaatconcentratie snel leiden tot verlaging van het chlorofylgehalte, zie ook figuur 20 in de vorige nota (26). Voor de punten in de gradiënt IJsselmeer-Lauwersmeer is in tabel 21 het fosfaat- en chlorofylgehalte vermeld voor het zomerhalfjaar 1976.

Tabel 21. Fosfaat- en chlorofylgehalten voor het zomerhalfjaar 1976 op een 9-tal vaste monsterpunten.

Monsterpunt	86	83	76	89	90	38	36	31	11
P-totaal (mgP/l)	0.25	0.25	0.28	0.31	0.32	0.30	0.34	0.43	0.58
Chlorofyl (µg/l)	111	113	111	127	118	144	126	90	146

In het verloop van beide parameters is een stijgende tendens waarneembaar. Het lagere chlorofylgehalte op monsterpunt 31 (Nieuwe Zwemmer) wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het koelwater van de energiecentrale aan het Bergumermeer. Dit werd ook gevonden bij het onderzoek van het Limnologisch Instituut naar de gevolgen van opwarming (23): "Bij passage door de centrale vindt weliswaar geringe (ca. 5%), maar signifikante afname van chlorofyl plaats.... Bij afvoer door het kanaal naar het Lauwersmeer neemt het chlorofylgehalte daarentegen aanzienlijk verder af". Als gevolg van opwarming wordt waarschijnlijk zowel de chlorofylsynthese als de chlorofylafbraak verhoogd. In tegenstelling tot in het Bergumermeer vindt in de Nieuwe Zwemmer geen herstel plaats, mogelijk veroorzaakt door de beperkte verblijftijd van het water. Daarnaast speelt ook de waterdiepte (4 m in de Zwemmer t.o.v. 1.00 à 1.30 m in het Bergumermeer) een belangrijke rol. De verhouding euphotische zone - waterdiepte is daardoor in de Nieuwe Zwemmer kleiner dan in het Bergumermeer.

Om een mogelijke tendens vast te kunnen stellen in verandering van waterkwaliteit over langere tijd is van één merenpunt (Sneekermeer) voor een aantal parameters het gemiddelde bekeken voor het zomerhalfjaar. Tabel 22 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 22. Waterkwaliteitsgegevens van het Sneekermeer voor het zomerhalfjaar. Tussen haakjes staan maximumwaarden, voor O_2 verz. % de minimum en maximum waarden.

	1960	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Temp.	14.3 (18)	13 (21)	15.7 (23.5)	15.6 (23.5)	16 (23)	14.6 (21)	15.4 (20.5)	16.6 (21.5)	15 (21.5)	15 (20.5)	14.3 (18)	15.8 (19.5)
O_2 (mg/l)	9.9	10.2	9.9	9.9	11.4	10.6	9.9	9.9	10.9	10.0	9.4	11.0
O_2 (verz. %)	87-102	90-123	94-104	90-105	91-141	89-118	91-108	82-134	100-122	84-127	62-126	80-148
BOD	4.7 (6.1)	3.4 (5.4)	4.7 (5.8)	5.4 (6.5)	66 (8.6)	9.2 (12)	6.3 (7.4)	10.9 (17)	8.9 (12)	10.5 (20)	11.0 (13)	6.1 (9.5)
Chl. χ	-	-	76	77	-	132	88	205	-	-	121 (172)	97 (116)
Doorzicht	-	50 (60)	42 (55)	36 (45)	31 (50)	31 (40)	36 (40)	31 (40)	31 (40)	29 (48)	32 (42)	33 (40)
Cl^-	186 (295)	112 (152)	199 (250)	211 (275)	211 (255)	207 (280)	145 (195)	226 (285)	186 (230)	160 (186)	121 (189)	162 (176)
$N\text{-}NO_2$	0	0.02	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.04	0.05
$N\text{-}NO_3$	0	0.65	0.46	0.12	0.35	0.40	0.30	0.37	0.32	0.57	0.63	0.90
Kj.-N	1.01	2.26	1.57	1.67	1.94	2.58	2.80	3.76	2.93	2.85	4.35	2.68
$P\text{-}PO_4$	0.02	0.06	0.01	0.01	0.04	0	0	0.05	0	0.01	0.15	0.04
P-totaal	-	0.20	0.10	0.13	0.17	0.13	0.17	0.28	0.17	0.16	0.27	0.21
pH	8.7 (9)	8.1 (8.4)	8.6 (8.9)	9.0 (9.4)	9.0 (9.5)	9.1 (9.4)	8.6 (9)	9.0 (9.4)	9.0 (9.2)	8.6 (9.2)	8.6 (9.3)	8.6 (9.2)

Een aantal tendenzen wijzen op toenemende eutrofiëring, zoals toename van het chlorofylgehalte, hogere pH na 1971, toename stikstof vooral na 1973, afname maximale zichtdiepte na 1973 tot 40 cm. Opvallend is de stijging van het biochemisch zuurstofverbruik met ca. een factor 2. Om te zien welk aandeel algenbiomassa heeft in deze zuurstofvraag is op 18 juli 1979 van 10 merenpunten -waaronder het Sneekermeer- de BOD en het chlorofylgehalte bepaald aanniet gefiltreerd en gefiltreerd water. De gevonden waarden waren resp. 15.0 mgO_2/l en 95 mgChl/m3 ongefiltreerd en 6.2 mgO_2/l en 16 mgChl/m3 gefiltreerd. Ruim 80% van het chlorofylgehalte werd met het filter weggevangen, hetgeen een verlaging van ca. 60% van de BOD-waarde te zien gaf. In de figuren 28, 29 en 30 is duidelijk te zien hoe na hoge chlorofylwaarden ook de BOD hoger wordt. Leentvaar (20) geeft als een van de kriteria voor hypertrofie* lage concentraties aan reductieve organische stoffen. Ondanks het eutrofe karakter van het Sneekermeer, blijkt er een hoge algen-gebonden BOD te zijn. Opgemerkt zijn nog bij tabel 22 dat droge jaren, zoals 1976, in vrijwel alle opzichten ongunstige invloed heeft op de waterkwaliteit.

4.3. Het Slotermeer en omgeving.

In de vorige nota's (25,26) is uitgebreid ingegaan op de waterkwaliteit van het Slotermeer en omgeving. Van het Slotermeerpunt VI en het Brandemeer zijn fysisch-chemische en planktonanalyses gegeven. Op korte termijn is nog geen resultaat te verwachten van de defosfateringsmaatregelen te Sloten en Lemmer. Gezien de nalevering van fosfaten door het bodemslib (figuur 33) zal het nog 5 à 7 jaren duren voordat verbetering in waterkwaliteit is te verwachten (35, 40). Op termijn, als ook de andere 7 installaties defosfateren, kan effect verwacht worden. Tabel 23 laat zien dat na één jaar nog weinig is verbeterd.

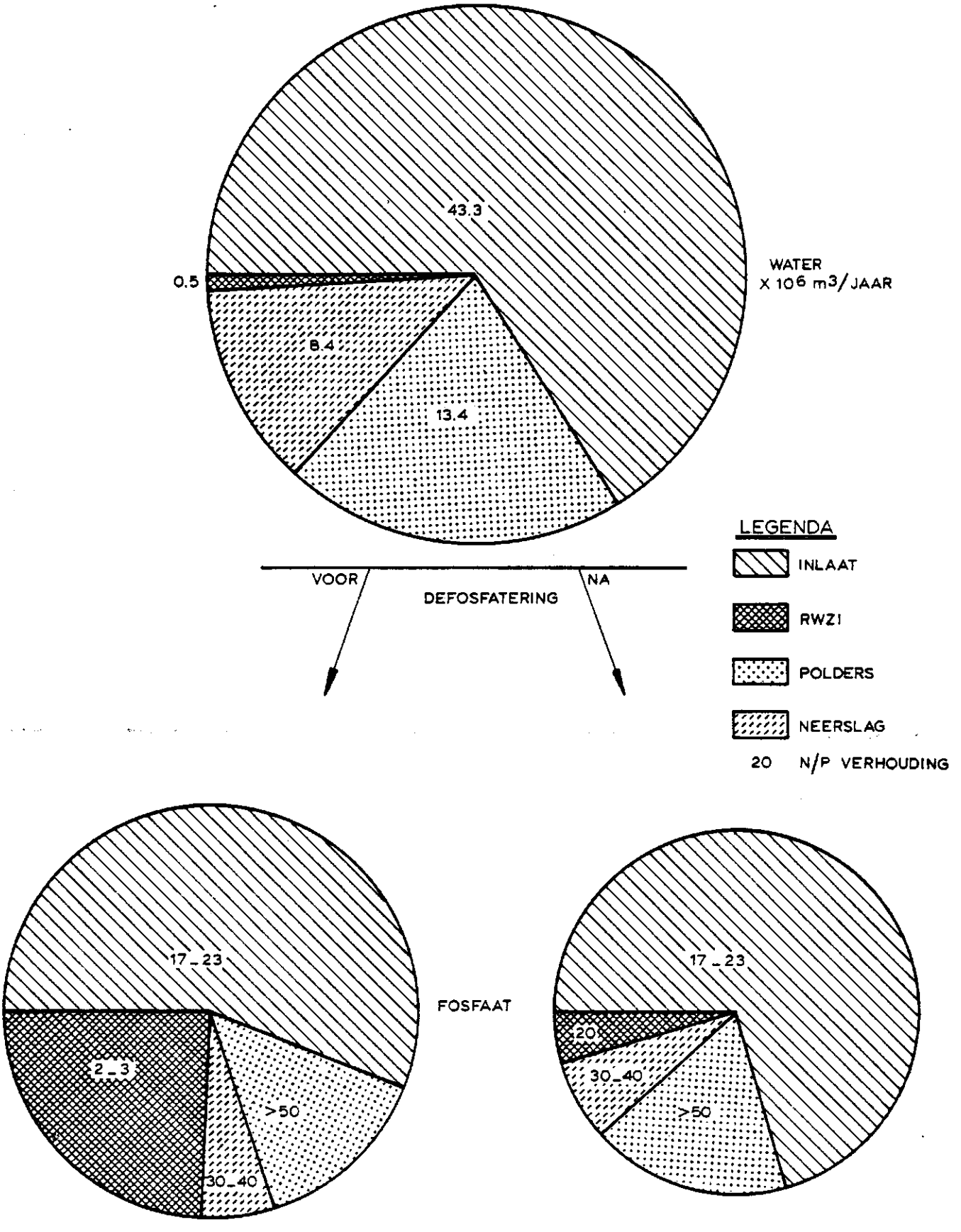
Tabel 23. Gemiddelde zomer fosfaat- en chlorofylwaarden, 1978 en 1979 voor defosfatering, 1980 na defosfatering.

	Totaal fosfaat (mgP/l)			Chlorofylχ (mg/m3)		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Slotermeer VI	0.16	0.18	0.21	98	86	103
Brandemeer	0.15	0.21	0.21	95	119	105

Ter illustratie is in figuur 35 de water- en fosfaatbalans voor het Slotermeer weergegeven. Betreffende fosfaat zowel voor de situatie voor als na defosfatering. De grote P-cirkel vóór defosfatering stelt 15 ton P voor, de kleine cirkel 11 à 12 ton P. In droge jaren wordt dit beeld ongunstig beïnvloed, leidend tot een grotere P-belasting per m2. Ook in het kader van de PAWN-studies zijn voor het Slotermeer water- en nutriëntenbalansen opgesteld (14), waarin hetzelfde beeld naar voren komt.

FIG. 35

DE CIRKELS STELLEN DE PROCENTUELE SAMENSTELLING VAN DE VOORNAAMSTE WATER EN FOSFAATBRONNEN VAN HET SLOTERMEER VOOR



5. Samenvatting.

Sinds 1976 wordt naast het routinematige fysisch-chemisch en bacteriologisch oppervlaktewateronderzoek ook biologisch wateronderzoek verricht. Dit onderzoek is enerzijds gericht op (het ontwikkelen van) systemen voor biologische waterbeoordeling en anderzijds op de (toenemende) eutrofiëring van het Friese boezemwater. Er zijn in de afgelopen periode 2 beleidsgerichte rapporten verschenen. De eerste (25) in december 1976, vooral gericht op defosfateringsvoorstellen in zuidwest Friesland, de tweede (26) in januari 1979, vooral gericht op waterkwaliteitsbeoordeling op ecologische grondslag en voorafgaand aan het waterkwaliteitsplan (31).

Dit (interne) rapport bevat een bundeling van het verrichte onderzoek met enige uitgewerkte resultaten en dient onder meer ter evaluatie, ter raadpleging bij het verder onderzoek en ter informatie voor anderen. Hoofdstuk 3 bevat in een 7-tal paragrafen het verrichte onderzoek betreffende biologische waterbeoordeling(smethoden). Met name het systeem van Caspers en Karbe is gebruikt. Hoofdstuk 4 bevat het eutrofiëringsonderzoek. Naast een aantal bijlagen in dit rapport zijn alle basisgegevens opgenomen in een aparte appendix, aanwezig bij de provinciale waterstaat, sector Milieu.

*****

6. Begrippenlijst.

Abiotisch	-	Niet door levende organismen bepaald.
Afbraak	-	Omzetting van organische stoffen in anorganische stoffen, decompositie.
Afbrekers	-	Destruenten, heterotrofe organismen, die als voedsel organisch materiaal gebruiken.
Anorganische materie	-	In het water aanwezige stoffen, zoals N, P en Si, die dienen voor de opbouw van organische stof door producenten.
Aquatisch ecosysteem	-	Een in het water aanwezig samenhangend stelsel van (levende) organismen en een niet-levende omgeving.
Biotisch	-	Door levende organismen bepaald.
Chlorofyl	-	De groene pigmenten in fotosynthetiserende organismen.
Consumenten	-	In het water aanwezige dierlijke organismen, die leven van andere levende organismen.
Dode organische materie	-	In het water aanwezige resten van planten en dieren. Detritus als zwevende deeltjes in het water en sapropelium op de bodem van het water.
Eutrofiëring	-	Het proces in het water, waarbij die factoren optimaal worden die de autotrofe productie bevorderen.
Fytoplankton	-	In het water zwevende plantaardige microorganismen.
Hypertroof	-	Extreem voedselrijk, overmatige eutrofiëring.
Macrofauna	-	Met het blote oog waarneembare waterdieren.
Macrofyten	-	In het water voorkomende hogere planten, mossen, varens en kranswieren.
Producenten	-	Plantaardige organismen, die met behulp van water, koolzuur, (zon)licht en nutriënten organisch materiaal kunnen opbouwen, waarbij chlorofyl nodig is.
Saprobie	-	Intensiteit van de afbraak van organisch materiaal. Hierbij de gradaties oligosaproob, mesosaproob en polysaproob, resp. licht, matig en sterk vervuild .

Stofwisselingsprocessen	-	Metabolismeprocessen, de in het water voorkomende kringloop van opbouw (primaire productie), consumptie (secundaire productie) en afbraak (destructie).
Trofie	-	Intensiteit van de primaire productie. Hierbij de gradaties oligotroof, mesotroof en eutroof, resp. voedselarm, matig voedselrijk en voedselrijk.
Verblijftijd	-	De tijdsduur waarin een water wordt ververst, het gemiddeld volume gedeeld door de oppervlakte-afvoer.
Zelfreinigend vermogen	-	Eigenschap van waterecosystemen om verstoringen van het biologisch evenwicht (door vervuiling) te herstellen.

*****

7. Literatuurlijst.

1. Bots, W.C.P.M., P.C. Jansen en G.J. Noordewier (1978).
   Fysisch-chemische samenstelling van oppervlakte- en grondwater in het noorden des lands. Wageningen.
2. Caspers, H. en L. Karbe (1966).
   Trophie und Saprobität als stoffwechseldynamischer Komplex.
   Arch. Hydrobiol. 61: 453-470.
3. Caspers, H. en L. Karbe (1967).
   Vorschläge für eine saprobiologische Typisierung der Gewässer.
   Internat. Rev. Hydrobiol. 52: 145-162.
4. Claassen, T.H.L. (1979).
   Globale fosfaatbalans van Frieslands boezem.
   H20 12 (1): 6-11.
5. Claassen, T.H.L. (1981).
   Waterkwaliteitsbeoordeling en normstelling op ecologische grondslag.
   H20 14 (1): 11-15.
6. Coördinatiecommissie uitvoering WVO (1980).
   Ontwikkeling van grenswaarden voor doorzicht, chlorophyl, fosfaat en stikstof.
7. Dorgelo, J. en C. Bakker (ed.) (1980).
   Eutrophication in the Netherlands. Hydrob.Bull 14 (½).
8. Dresscher, Th.G.N. en H. van der Mark (1976).
   A simplified method for the biological assessment of the quality of fresh and slightly brackish water. Hydrobiologia 48 (3): 199-201.
9. Dresscher, Th.G.N. en H. van der Mark (1979).
   Een eenvoudige methode voor de biologische beoordeling van de kwaliteit van oppervlaktewater. H20 12 (14): 321-323.
10. Gardeniers, J.J.P. en H.H. Tolkamp (1976).
    Hydrobiologische waardering in beken. In: modelonderzoek 1971-1974.
11. Gast, M.K.H. (1981).
    Kanttekeningen bij het Indicatief meerjarenprogramma 1980-1984.
    H20 14 (1): 2-3.
12. Geelen, J.F.M. (1969).
    Vergelijkend planktononderzoek in twee Hatertse vennen. Diss. Nijmegen.
13. Golterman, H.L. (1976).
    Ecologische kwaliteitseisen te stellen aan het effluent van afvalwaterzuiveringsinstallaties H20 9 (8): 154-160.
14. Griffioen, A. (1979).
    Balansen van het Slotermeer t.b.v. PAWN-studie. Lelystad.
15. Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen (1979).
    Fysisch-chemische waterkwaliteit 1976-1977-1978.
16. Interprovinciale ambtelijke werkgroep Milieukartering (1980).
    Overzicht inventarisatie-eenheden voor floristich, vegetatiekundig en hydrobiologisch onderzoek (IPI's).
17. Klapwijk, S.J. (1979).
    Graskarpers, ook goed voor de waterkwaliteit?
    Waterschapsbelangen 64 (20): 484-489.

18. Klapwijk, S.J. (1980) .
Biologische beoordeling van de waterkwaliteit in Noord- en Zuid-Holland.
Lezing Waterkwaliteitsdag 24 april 1980.

19. Lange, L. de en M.A. de Ruiter (ed.) (1977).
Biologische waterbeoordeling, methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. Delft.

20. Leentvaar, P. (1979).
Zeven criteria voor hypertrofie.
H20 17 (12): 368-372.

21. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1981).
Indicatief meerjarenprogramma water 1980-1984.

22. Moller Pillot, H.K.M. (1971).
Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken.
Tilburg.

23. Nie, H.W. de en J.B.W. Wanders (1979).
Eindverslag Bergumermeeronderzoek 1974-1979. Oosterzee.

24. Nuland, G.J. van en J.F.G.M. Meis (1980).
Comparison of few systems for the determination of saprobic and throphic degree on the basis of plankton data.
Hydrobiologia 70: 251-256.

25. Provinciale waterstaat van Friesland (1976).
Nota biologische aspecten van de waterkwaliteit van het Friese oppervlaktewater in het bijzonder de eutrofiëring.

26. Provinciale waterstaat van Friesland (1979).
Biologische aspecten van de waterkwaliteit.

27. Provinciale waterstaat van Friesland (1979).
Waterkwaliteit Friesland 1974-1978.

28. Provinciale waterstaat van Friesland (1979).
Rioleringsenquête 1978.

29. Provinciale waterstaat van Friesland (1979).
Archiefgegevens en literatuuroverzicht over de waterkwaliteit van Friesland. Intern rapport.

30. Provinciale waterstaat van Friesland (1979).
Bedrijfsresultaten rioolwaterzuiveringsinstallaties 1977.

31. Provinciale waterstaat van Friesland (1979).
Waterkwaliteitsplan provincie Friesland.

32. Provinciale waterstaat van Zuid-Holland (1973).
Nota waterkwaliteitsbeheer in Zuid-Holland.

33. Riemers, R.G. en J.C.J. van Zon (1978).
De graskarpers: resultaten van de eerste praktijkproeven.
Waterschapsbelangen 63 (17): 400-402.

34. Sládeček, V. (1973).
System of water quality from the biological point of vieuw.
Ergebnisse der Limnologie.

35. Snel, A. (1978).
De rol van bodemfosfaten bij de eutrofiëring van het Friese boezemwater. Stage-verslag, Wageningen.

36. Tol. J. van (1979).
Oecocode voor de binnenwateren van Nederland. Leiden.

37. Tolkamp, H.H. (1980).
Organism-Substrate relationships in lowland streams. Wageningen.

38. Zonderwijk, P. en J.C.J. van Zon (1978).
Aquatic weeds in the Netherlands: a case of management.
Proc. E.W.R.S. 101-106.

39. Zweerde, W. van der, B.J. Hoogers en J.C.J. van Zon (1978).
Effects of grass carp on microflora and -fauna, macroflora, macroinvertebrates and chemical properties in the water.
Proc. E.W.R.S. 343-350.

40. Wegman, E.A. (1976).
Enige beschouwingen omtrent het eutrofiëringsonderzoek in Friesland, in het bijzonder toegepast op het Slotermeer.
Stage-verslag, Wageningen.

*****

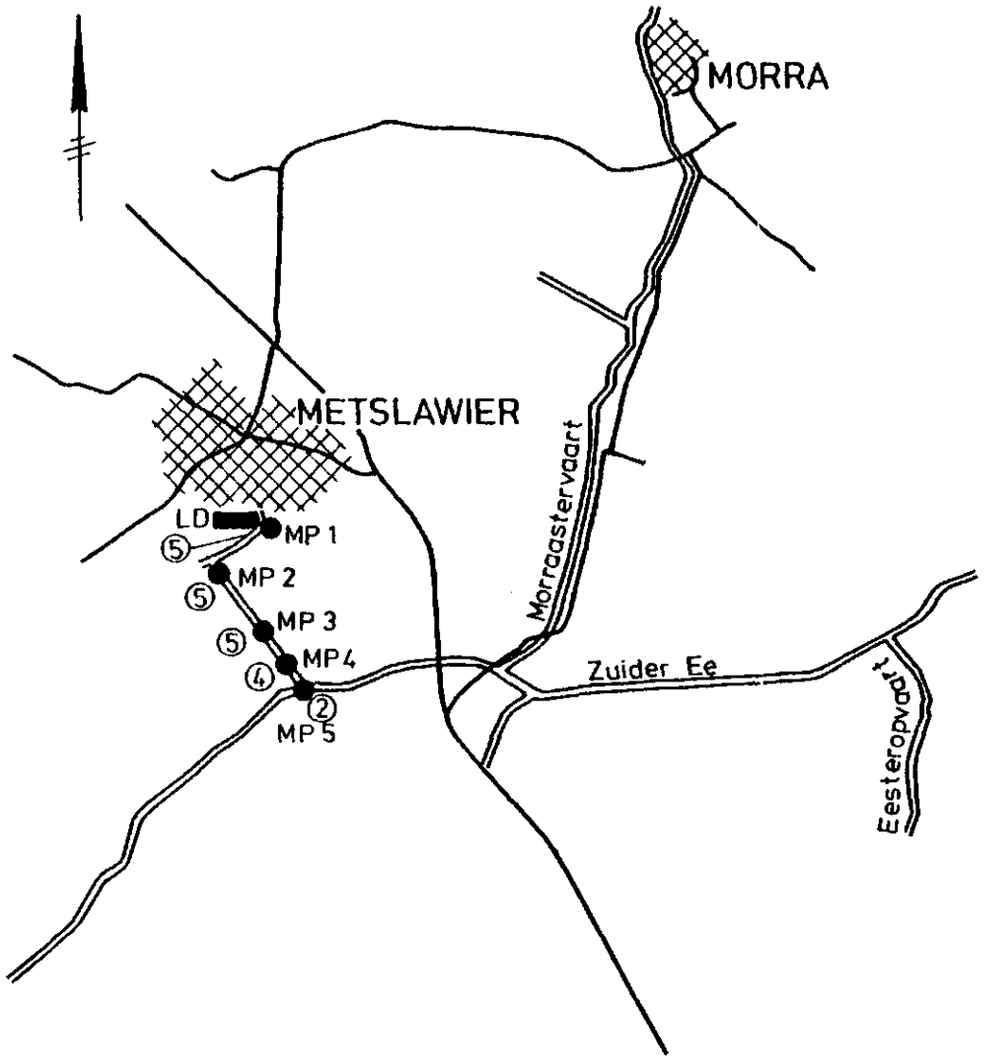
Bijlagen.

Figuren 1 t/m 8	- ligging van de gradiëntenmonsterpunten.
Figuur 9	- ligging van de polder-boezemwaterpunten en de punten voor toetsing van het saprobie-quotiënt.
Figuur 10	- ligging graskarperonderzoekspunten.
Figuur 11	- ligging punten 1978, 1979 en 1980.
Figuur 12	- onderzoekspunten eutrofiëringsonderzoek.
Tabellen 1 t/m 8	- macrofauna-tabellen gradiënten.
Tabel 24	- planktongegevens Groote Wielen 1979.
Tabel 25	- planktongegevens Sippenvennen 1979.
Tabel 26	- planktongegevens Nieuwe Zwemmer 1979.
Tabel 27	- overige soorten behorende bij tabellen 24, 25 en 26.
Tabel 28	- basisgegevens behorende bij figuur 31.
Tabel 29	- basisgegevens N- en P-analyse van bodem-materiaal.
Lijsten 1A t/m 1H	- omschrijving van de monsterpunten.

Appendix (apart).

1. Fysich-chemische analyseresultaten.
2. Planktonlijsten.
3. Macrofaunalijsten.

*****



③ IMP KLASSE
LD LOZING DORP
MP MONSTERPUNT

SCHAAL 1:25.000

FIG. 1

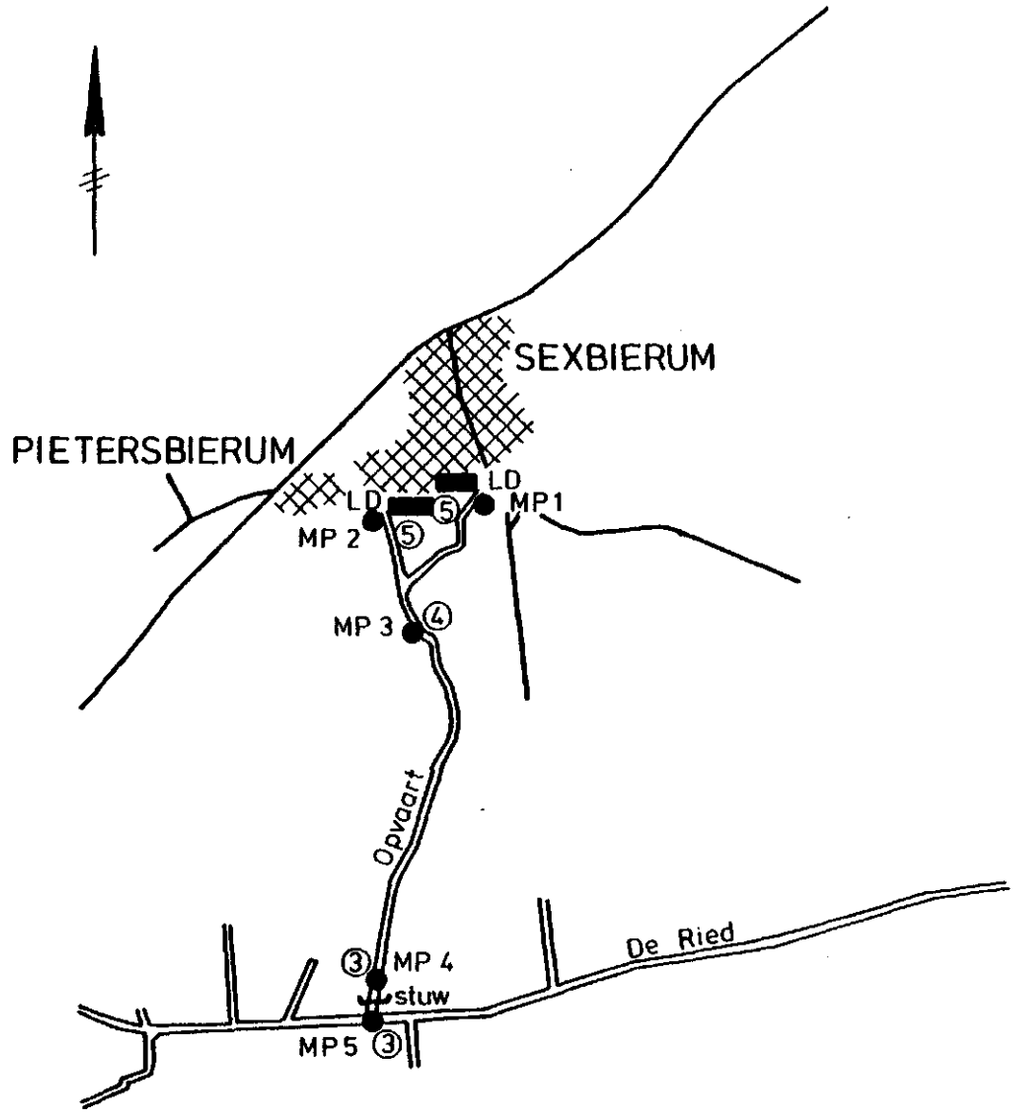


FIG. 2

1

Gradiënt Metslawier.

	Nummer monster	1	2	3	4	5
	Aantal soorten 41	5	8	6	20	25
	Taxa:					
	Lepidoptera (larven)	3				
	Psectrocladius (gr. psilopterus)	3				
A	Spercheus emariginatus (larve)	3			3	
	Brachycera (larven)	8				
	Eristalis	6	1			
B	Tubifex		1	2		6
	Chironomus		9	9	3	3
	Psectrotanypus varius			1		
C	Coelostoma orbicularum (imago)			1		
	Ilybius (larve)		1			
	Diptera (poppen)		2	1		1
	Cricotopus spec.		2	2	8	4
	Parachironomus		1		4	3
	Limnodrilus				3	
	Planorbis contortus				1	
	Notonecta (larve)				1	
	Eulatia (larve)				1	
	Polypedium				1	
	Helodes minuta (larve)				1	
	Noterus (larve)				1	
	Paratanytarsus				1	2
	Corixidae (larven)				3	2
	Stylaria				2	1
	Piscicola geometra				1	1
	Hydracarina				1	1
	Rhantus (larven)				2	1
	Lymnea palustris				1	1
	Helobdella stagnalis					1
	Valvata piscinalis					4
	Physa fontinalis					1
	Planorbis vortex					1
	Bezzia					1
	Nais					1
	Endochironomus					1
	Tanypus					1
	Procladius					1
	Caenis robusta					2
	Ischnura elegans					2
E	Gammarus duebeni/tigrinus				5	6
	Neomysis integer				1	
	Palaemonetes varius					1

2

Gradiënt Sexbierum

	Nummer monster	1	2	3	4	5
	Aantal soorten 30	0	0	12	18	14
	Taxa:					
B	Dytiscus circumflexus (imago)			2		
	Tubifex				3	
	Chironomus met tubili			6	5	
	Chironomus zonder tubili				1	
C	Lymnea palustris			2		
	Dreissena polymorpha			2		
	Limnodrilus			2		
	Glyptotendipes gr. gripekoveni			6	3	1
	Sigara lateralis			5	3	1
	Corixidae larven			2	6	4
	Parachironomus			2	1	1
	Sigara striata			3		1
	Cricotopus			3		1
	Limnochironomus			3		2
	Procladius				4	
	Helobdella stagnalis				4	
	Lymnea peregra				3	2
	Planorbis planorbis				1	1
	Physa fontinalis				1	
	Bithynia tentaculata				1	
	Asellus aquaticus				1	
	Agabus (larve)				1	
	Bezzia				1	
	Psectrocladius gr. psilopterus				1	
	Callicorixa concinna				1	
	Lymnea stagnalis					1
E	Notonecta viridis					1
	Gammarus duebeni/tigrinus					4
	Neomysis integer					8
	Palaemonetes varians					2

A = Eristalisgroep

B = Chironomusgroep

C = Hirudinaegroep + Restgroep

D = Gammarusgroep

E = Brakke soorten

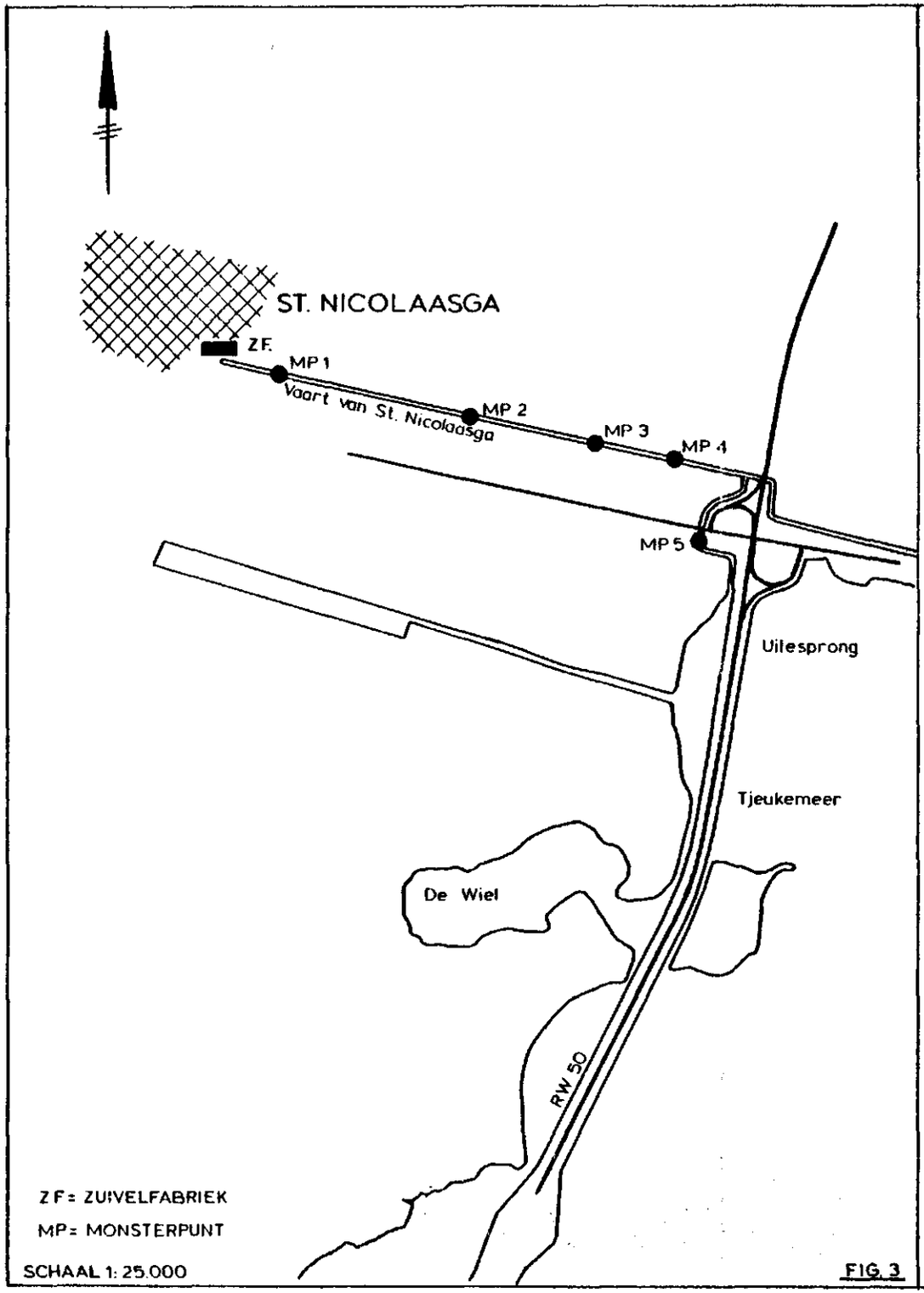

ST. NICOLAASGA
ZF.
MP 1
Vaart van St. Nicolaasga
MP 2
MP 3
MP 4
MP 5
Uilesprong
Tjeukemeer
De Wiel
RW 50
ZF= ZUIVELFABRIEK
MP= MONSTERPUNT
SCHAAL 1: 25.000

FIG. 3

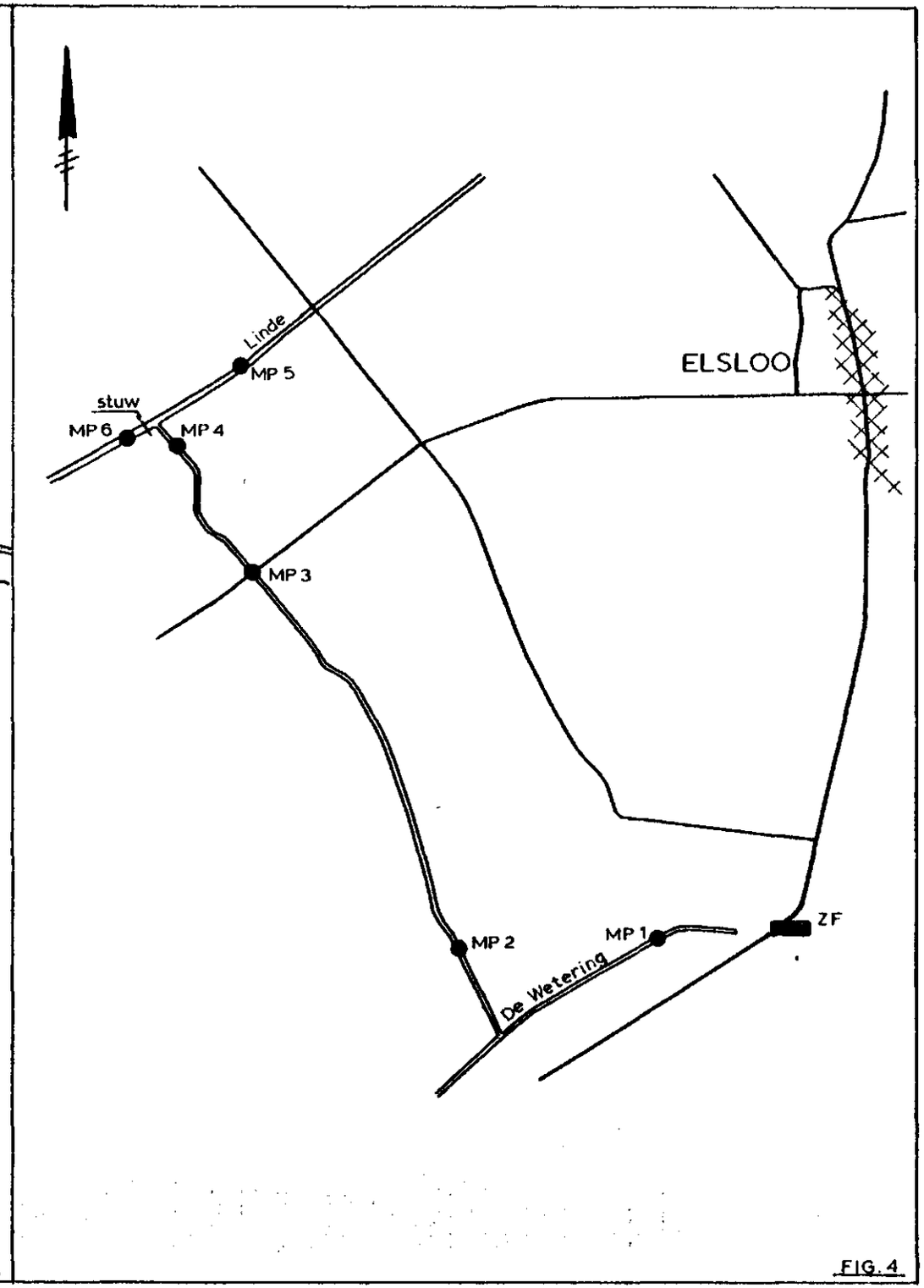

Linde
MP 5
stuw
MP 6
MP 4
ELSLOO
MP 3
MP 2
MP 1
ZF
De Wetering

FIG. 4

3

Gradiënt Elsloo

	Nummer monster	1	2	3	4	6	5
	Aantal soorten 49	3	8	5	6	24	34
	Taxa:						
A	Eristalis		1				
	Diptera indet (larven)	1	1				
B	Tubifex	9	9	3	6	3.	1
	Chironomus	1	3	4	4	3	
C	Psectrotanypus varius		5	9	8	5	3
	Gordius aquaticus		1				
	Sigara striata		1			1	
	Sigara falleni/longipalis		1	1		3	
	Naucoridae larven			1	1		
	Laccophilis hyalinus (imago)				1		
	Theromyzon tessulatum				1		
	Sigara lateralis					2	
	Notonecta (larven)					1	
	Diptera (poppen)					1	
	Rhantus (larven)					1	
	Corixa punctata					1	1
	Hydroporinae					1	1
	Limnodrilus					3	1
	Corixidae (larven)					8	4
	Caenis robusta					1	5
	Cloeon					1	3
	Hydracarina					1	2
	Cricotopus					1	2
	Stylaria					1	2
	Ilybius (larve)					1	2
	Haliplus (larve)					1	3
	Haliplus (imago)					1	
	Lestes dryas					1	
	Asellus aquaticus					1	4
	Helobdella stagnalis					1	3
	Glossiphonia heteroclita						1
	Herpobdella octoculata						2
	Sigara distincta						1
	Psectrocladius gr. dilatatus						1
	Paratanytarsus						1
	Macropelopia						3
	Agabus (larve)						1
	Hydroporus palustris (imago)						1
	Pisidiidae						4
	Valvata piscinalis						4
	Lymnea peregra						3
	Bithynia leachi						2
	Planorbis planorbis						2
	Bithynia tentaculata						1
	Planorbis contortus						1
	Valvata macrostoma						1
D	Polycelis hepta						1
	Ischnura elegans						1
	Asellus meridianus						3

4

Gradiënt St. Nicolaasga

	Nummer monster	1	2	3	4	5
	Aantal soorten 43	15	10	11	12	24
	Taxa:					
C	Argyroneta aquatica	3				
A	Eristalis (tenax/bastardi)	6				
	Teichozoma	2				
	Brachycera (pop)	2				
	Spercheus emarginatus (larve)		4	4		
	Spercheus emarginatus (imago)	2				
	Dytiscus (larve)	2	4	4		
B	Tubifex					3
	Chironomus	3	5	4	6	2
C	Diptera (pop)	2				1
	Limnodrilus	5				2
	Cricotopus	2		4		4
	Helophorus flavipes (imago)	2		4		
	Hydroporus palustris (imago)	2	5	4	3	
	Valvata macrostoma	2		5	3	
	Lymnea peregra	2	4			
	Laccobius hyalinus (imago)		4			
	Hyphrydus ovatus (imago)		4			
	Laccobius minutus		4		3	
	Parachironomus		4			1
	Haliplus apicalis (imago)			4		
	Physa acuta			4		
	Caenis robusta/horaria			4		2
	Hydracarina			4	4	3
	Nais				3	
	Sigara lateralis				3	
	Chaoborus crystallinus				3	
	Sigara distincta				3	
	Sigara striata				4	1
	Sigara falleni/longipalis				3	2
	Corixidae (larven)				3	4
	Stylaria					6
	Valvata piscinalis					5
	Bithynia tentaculata					4
	Endochironomus					3
	Polypedilum/Pentapedilum					3
	Limnodrilus					1
	Asellus aquaticus					1
	Unio tumidis					1
D	Ischnura elegans					1
	Mystacides nigra					1
E	Gammarus tigrinus					3
	Neomysis integer					2

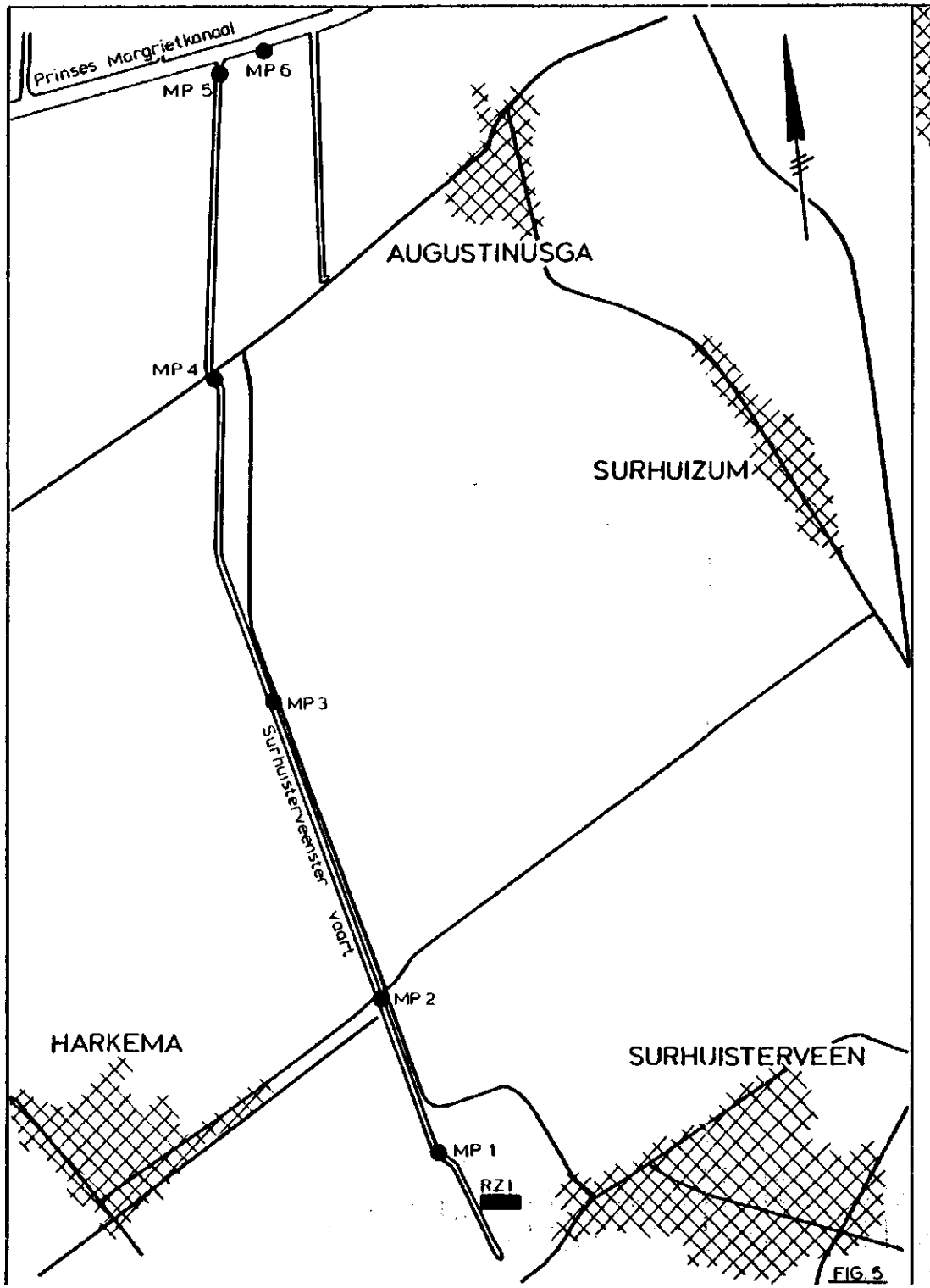
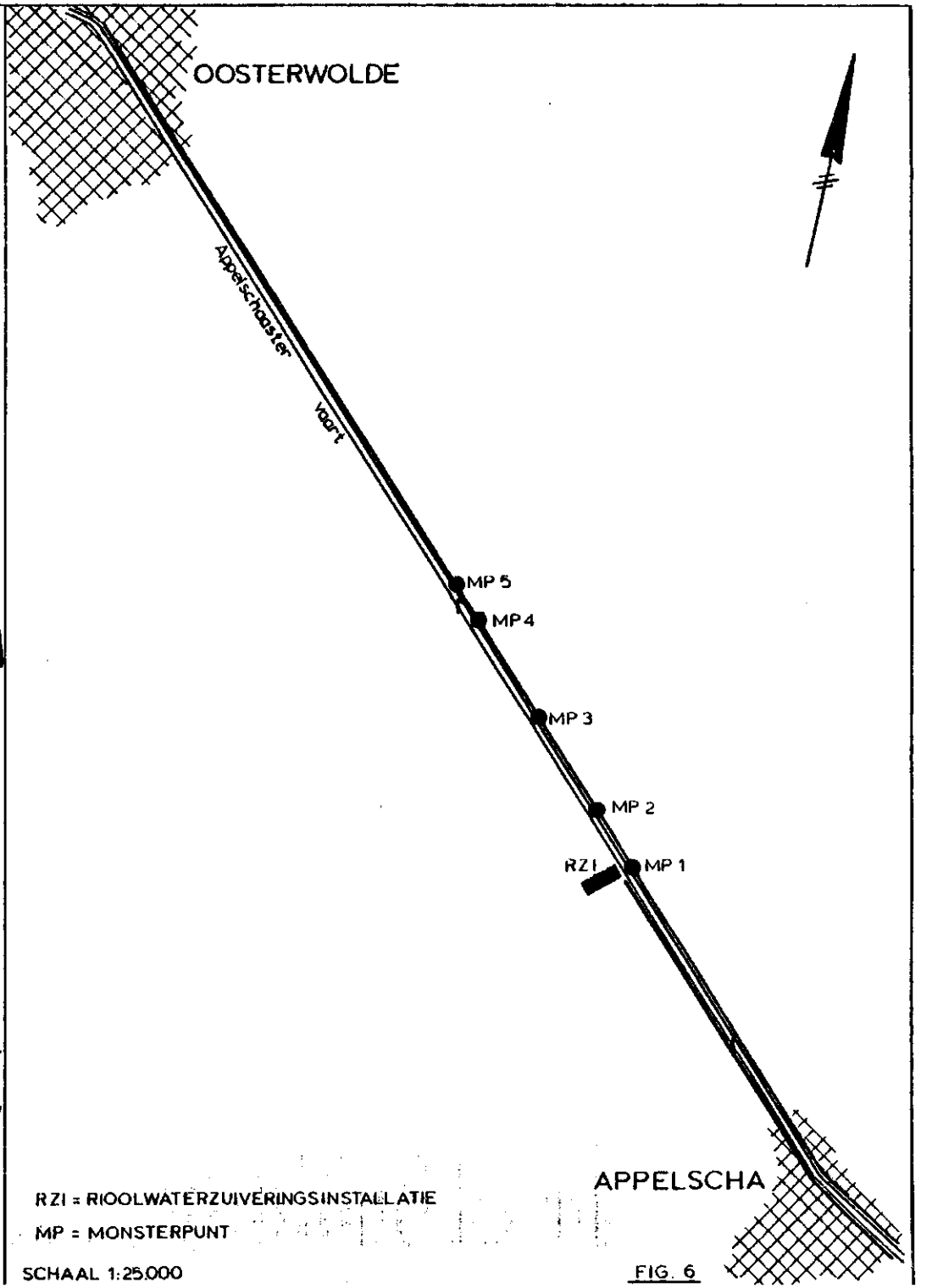


FIG. 5



RZI = RIOOLWATERZUIVERINGSINSTALLATIE

MP = MONSTERPUNT

SCHAAL 1:25.000

FIG. 6

Gradiënt Surhuisterveen

	Nummer monster	1	2	3	4	5	6
	Aantal soorten 50	8	9	23	31	17	4
	Taxa:						
A	Spercheus emarginatus (larve)			1			
B	Tubifex			4	2	3	
	Chironomus	6	6	6		3	
	Psectrotanypus varius	8	8	6	1	3	
	Diptera (poppen)	1		3			
C	Chaoborus crystallinus	3		3			
	Chaoborus flavipes	1					
	Corixidae (larven)	4	2		3		
	Noterus (larven)	1	3	1			
	Hydracarina	1	3	4	2	3	
	Heamopsis sanguisuga		1				
	Plea leachi		1	1			
	Hydroporus palustris (imago)		1	1			
	Hyphydrus ovatus (imago)		1	2			
	Graphoderes (larve)			1			
	Glossiphonia heteroclita			1	1		
	Helobdella stagnalis			1	2		
	Nais			2	3		
	Agabus (larven)			3	5	3	
	Parachironomus			1	6	6	
	Cricotopus			4	5	4	2
	Stylaria			1	5	3	3
D	Lestes dryas			1	1		
	Asellus meridianus			1	2		
	Caenis robusta			1	3		
	Sialis				3		
	Triaenodes bicolor				1		
C	Valvata piscinalis				3		
	Bithynia tentaculata				1		
	Lymnea peregra				1		
	Physa fontinalis				1		
	Planorbis albus				1		
	Planorbis vortex				1		
	Noterus (larve)				1		
	Rhantus (larve)				1		
	Sigara striata				1		
	Notonecta (larven)				1		
	Limnodrilus				1		
	Procladius				1		
	Hemiclepsis marginata				1	2	
	Paratanytarsus				1	2	
	Ecnomus tenellus					4	
	Endochironomus					4	
	Polypedilum					3	
	Gordius aquaticus					3	
	Anadonta anatina					2	
	Glyptotendipes gr. gripekoveni					2	
E	Neomysis integer				1	2	9
	Limnochironomus						4

Gradiënt Appelscha

	Nummer monster	1	2	3	4	5
	Aantal soorten 42	10	12	15	21	24
	Taxa:					
A	Spercheus emarginatus (larve)				1	
B	Tubifex	4	2	4	5	2
	Chironomus	8	6	5	5	2
	Psectrotanypus varius	5			1	
C	Noterus crassicornis (imago)	2				
	Chaoborus crystallinus	4	2	2		
	Sigara falleni	2		1	1	
	Corixidae (larven)	2			2	1
	Stylaria	3	6	8	5	5
	Hydracarina	4	2	3	5	5
	Parachironomus	2		3	2	4
	Agabus (larve)		2			
	Chaoborus flavicans		2			
	Diptera (poppen)		2	1	2	
	Cricotopus		4	1	2	6
	Asellus aquaticus		2	1	2	
	Helobdella stagnalis		2	3	3	1
	Limnodrilus		2			2
	Branchiura Sowerbyi			1	1	
	Lumbriculus			1	1	
	Tanypus			1		
	Glyptotendipes gr. phytodendipes			1		
	Limnochironomus				3	
	Glyptotendipes gr. gripekoveni				1	
	Rhantus (larve)				1	
	Callicorixa praeusta				1	
	Sigara distincta				1	
	Cloeon dipterum				1	1
	Nais					2
	Notonecta (larve)					1
	Glossiphonia heteroclita					1
	Herpobdella spec.					1
	Planorbis carinatus					1
	Planorbis planorbis					1
	Planorbis albus					1
	Valvata piscinalis					1
	Noterus (larve)					1
	Hyphydrus ovatus (larve)					1
D	Procladius					2
	Ischnura elegans					1
	Asellus meridianus					1
	Erythroma najas					2

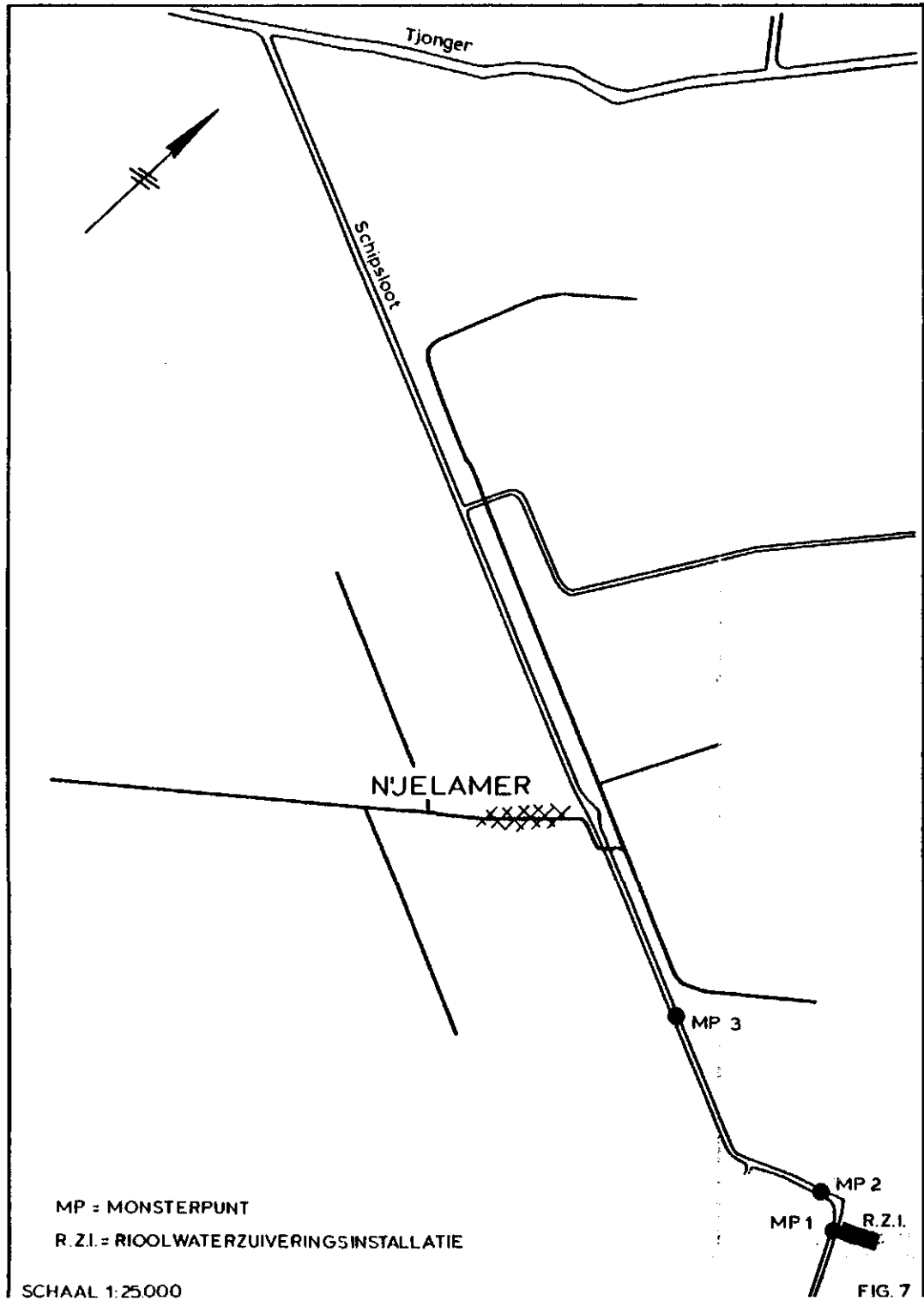

Tjonger
Schipsloot
N'JELAMER
MP 3
MP 2
MP 1
R.Z.I.
MP = MONSTERPUNT
R.Z.I. = RIOOLWATERZUIVERINGSINSTALLATIE
SCHAAL 1:25.000

FIG. 7

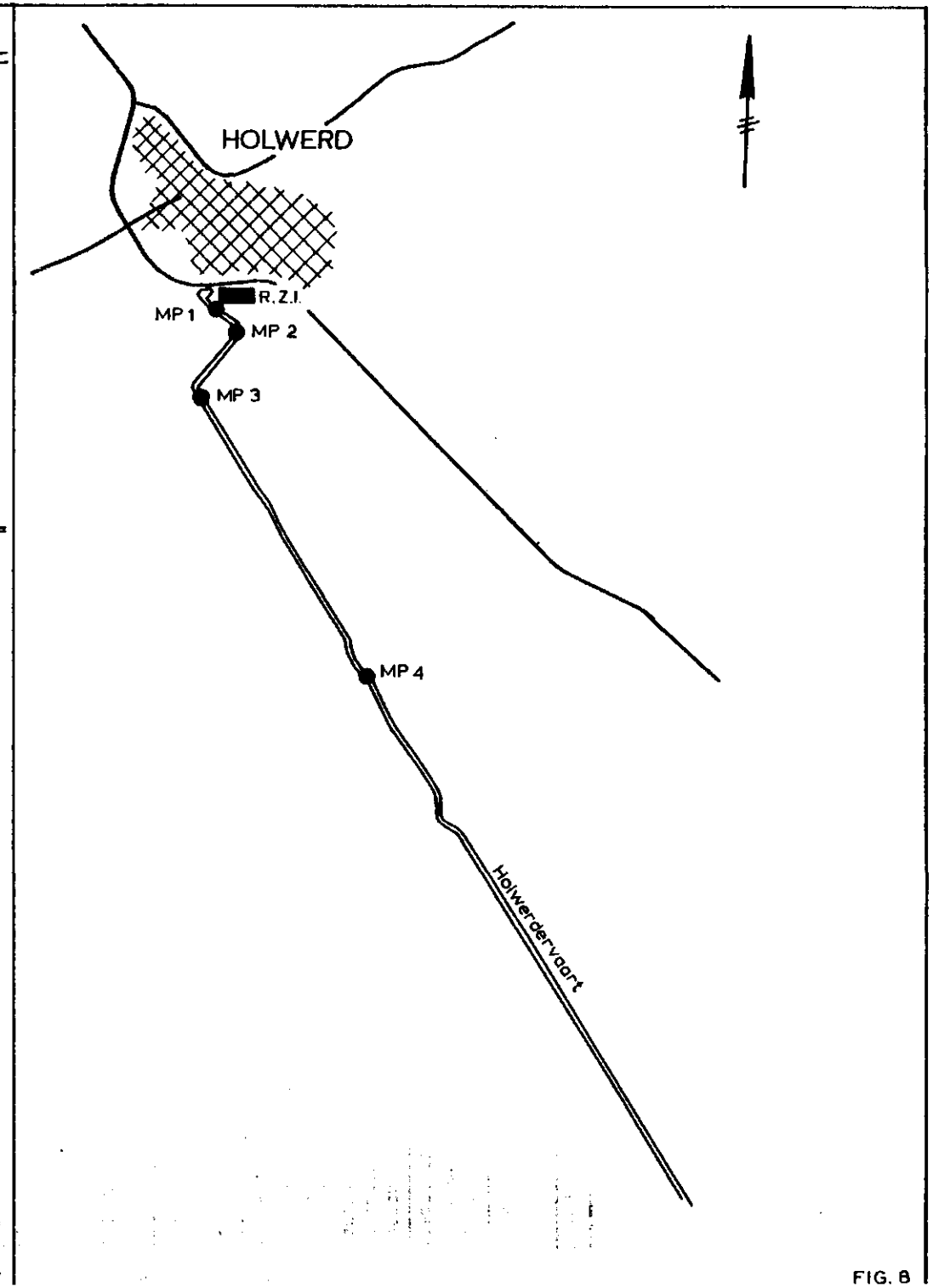

HOLWERD
R.Z.I.
MP 1
MP 2
MP 3
MP 4
Holwerdervaart

FIG. 8

Gradiënt Holwerd

	Nummer monster	1	2	3	4
	Aantal soorten 30	7	12	16	23
	Taxa:				
B	Tubifex		2	4	3
	Chironomus	6	4	4	2
	Psectrotanypus varius			1	
C	Parachironomus	5	4	4	6
	Cricotopus	5	6	6	5
	Paratanytarsus	3		1	2
	Cloeon	3	5	3	1
	Ischnura elegans	2	5	3	3
	Stylaria	2		5	6
	Hydracarina		2	1	
	Endochironomus		2		
	Acroloxus lacustris		2		
	Ephydridae		2		
	Diptera (poppen)		2		1
E	Gammarus duebeni/tigrinus		2		2
	Neomysis integer			1	
C	Sigara striata			2	
	Corixidae (larven)			3	1
	Polypedilum			1	2
	Asellus aquaticus			2	2
	Piscicola geometra			1	1
	Helobdella stagnalis				1
	Glossiphonia heteroclita				1
	Bithynia tentaculata				2
	Valvata piscinalis				3
	Valvata cristata				1
	Lymnea auricula				1
	Laccobius biguttatus (imago)				1
	Procladius				2
	Oecetis furva				2

Gradiënt Wolvega.

	Nummer monster	1	2	3
	Aantal soorten 22	15	15	10
	Taxa:			
B	Tubifex	3	1	2
	Chironomus	3	3	
C	Hydroporus palustris (imago)	2		
	Haliplus (larve)	2		
	Sigara striata	2		
	Bithynia tentaculata	2		
	Psectrocladius gr. dilatatus	2		
	Rhantus (larve)	2	1	
	Asellus aquaticus	2	3	
	Limnodrilus	2	1	2
	Parachironomus	5	5	2
	Stylaria	5	4	5
	Cricotopus	6	8	8
	Limnochironomus	3		2
	Helobdella stagnalis		3	
	Theromyzon tessulatum		1	
	Physa fontinalis		1	
D	Plea leachi		1	
	Hydracarina		2	4
	Paratanytarsus		1	2
	Bezzia			2
	Ecnomus tenellus			2

A = Eristalisgroep.
B = Chironomusgroep.
C = Hirudinaegroep + Restgroep.
D = Gammarusgroep.
E = Brakke soorten.

Monsterpunten van het gradiëntenonderzoek.

M = Metslawier, lozing dorp richting Zuider Ee, M1 t/m M5.

Se = Sexbierum, lozing dorp in de Opvaart, richting De Ried, Se1 t/m Se5.

E = Elsloo, lozing zuivelfabriek op sloot naar Linde, E1 t/m E6.

N = St. Nicolaasga, lozing zuivelfabriek op Opvaart, N1 t/m N5.

Su = Surhuisterveen, lozing effluent r.w.z.i., Su1 t/m Su6.

A = Appelscha, lozing effluent r.w.z.i., A1 t/m A6.

H = Holwerd, lozing effluent op Holwerdervaart, H1 t/m H4.

W = Wolvega, lozing effluent op Schipsloot, W1 t/m W3.

Monsterpunten van het onderzoek van het Dresscher-Van der Mark quotiënt.

Volg-no.	Punt (nummer)	Plaats	Water
1.	Vastpuntno. 3	Einde vaart te Stiens	Stienservaart
2.	" 4	Liezebrug te Finkum	Finkumervaart
3.	" 8	Brug Jouswier-Metslawier	Zuider Ee
4.	" 25	Einde vaart te Sexbierum	Sexbierumervaart
5.	" 35	Brug te Gerkesklooster	Lauwers
6.	" 40	Brug te Hooidammen	Prinses Margrietkanaal
7.	" 55	Nanningaverlaat Oosterwolde	Opsterl.Compagnonsvaart
8.	" 57	Brug Sluis II	Tjongerkanaal
9.	" 69	Brug nabij Makkum	Groote Zijlroede
10.	" 73	Brug te Galamadammen	Morra-Fluessen
11.	" 78	Findevaart St. Nicolaasga	Opvaart
12.	" 83	Brug te Spannenburg	Prinses Margrietkanaal
13.	Oosterbierum	Oosterbierum	Zijtak Tzummarumer vissersvaart
14.	Surhuisterveen	Surhuisterveen	Surhuisterveenstervaart
15.	Boornbergumer Petten	Boornbergum	Boornbergumer Petten
16.	Piekemeer	Piekezijl	Piekemeer

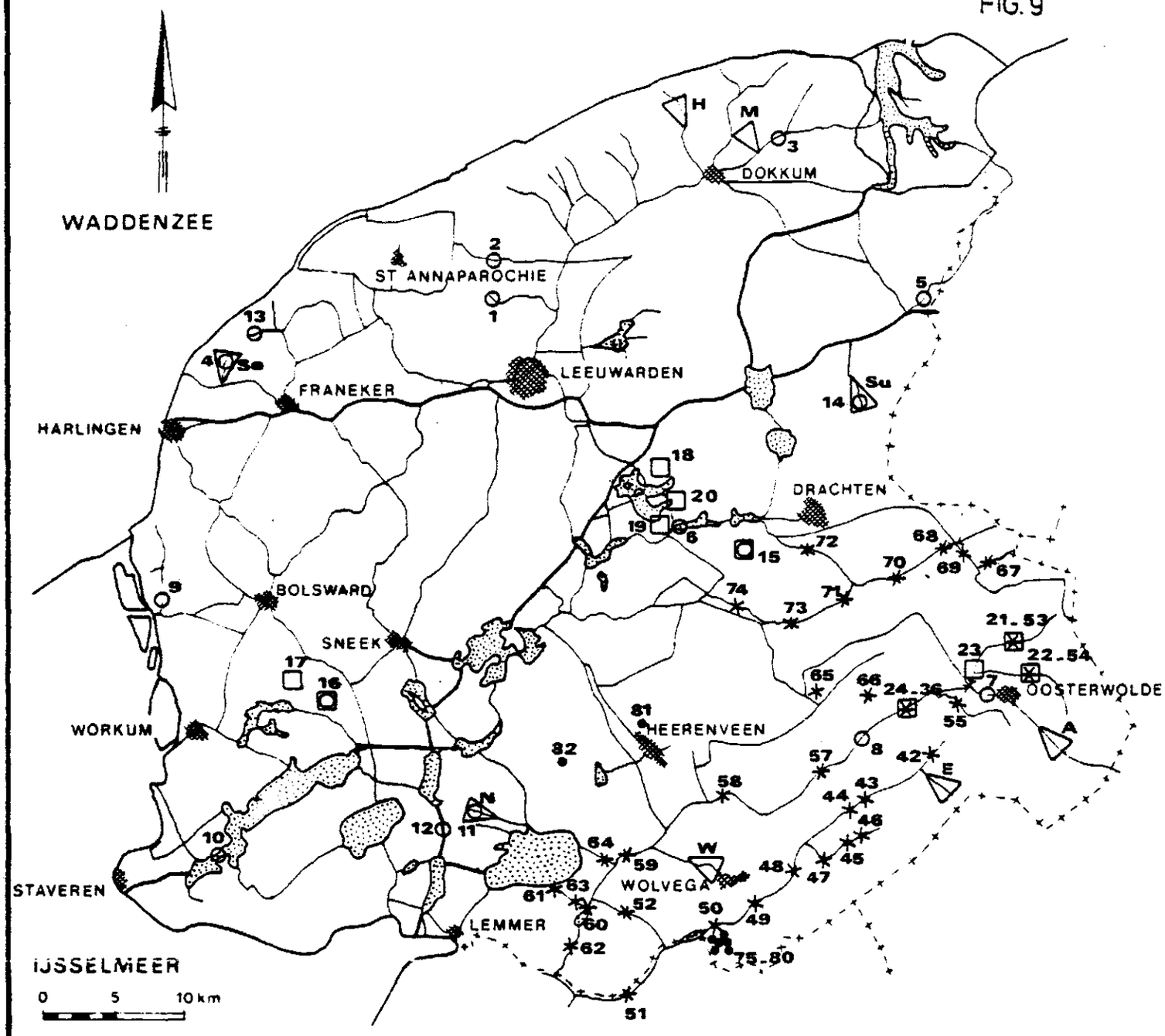
Monsterpunten van het vergelijkend onderzoek polder-boezemwater.

Volg-no.	Punt (nummer)	Plaats	Water
15.	Boornbergumer Petten	Boornbergum	Boornbergumer Petten
16.	Piekemeer	Piekezijl	Piekemeer
17.	Rietmeer	Westhem	Rietmeer
18.	Eernewoude Petgat	Eernewoude	Petgat
19.	Oude Hooidamsl.	Eernewoude	Oude Hooidamsloot
20.	Kruisdobbe	Eernewoude	Kruisdobbe
21.	Haulertil	Haule	Boven Tjonger
22.	Wepertil	Weper	Grootdiep
23.	Boven Tjonger (stuw)	Oosterwolde	Boven Tjonger
24.	Tjongerkanaal	Hoek Makkinga	Tjongerkanaal

Monsterpunten van het biologisch wateronderzoek 1978-1979.

Volg-no.	Punt (nummer)	Plaats	Water
2.	Vastpuntno. 4	Liezebrug te Finkum	Finkumervaart
3.	" 8	Brug Jouswier-Metslawier	Zuider Ee
4.	" 25	Eindevaart te Sexbierum	Sexbierumervaart
6.	" 40	Brug te Hooidammen	Prinses Margrietkanaal
7.	" 55	Nanningaverl. te Oosterw.	Opsterl.Compagnonsvaart
8.	" 57	Brug Sluis II	Tjongerkanaal
10.	" 73	Brug te Galamadammen	Morra-Fluessen
11.	" 78	Eindevaart te St.Nicol.ga	Opvaart
12.	" 83	Brug te Spannenburg	Prinses Margrietkanaal
15.	Boornbergumer Petten	Boornbergum	Boornbergumer Petten
16.	Piekemeer	Piekezijl	Piekemeer
17.	Rietmeer	Westhem	Rietmeer
18.	Eernewoude Petgat	Eernewoude	Petgat
19.	Oude Hooidamsl.	Eernewoude	Oude Hooidamsloot
20.	Kruisdobbe	Eernewoude	Kruisdobbe
25.	Vastpuntno. 10	te Oostmahorn	Lauwersmeer
26.	" 21	Brug te Witmarsum	Witmarsumervaart
27.	" 23	Brug te Kiesterzijl	Van Harinxmakanaal
28.	" 37	Brug te Kootstertille	Prinses Margrietkanaal
29.	" 46	Brug te Haskerdijken	Buiten Ringvaart
30.	" 90	Brug te Oudeschouw	Prinses Margrietkanaal
31.	Groote Wielen	Rijperkerk	Groote Wielen
32.	Sippenvennen	Rijperkerk	Petgat
33.	Vastpuntno. 31	Brug te Zwaagwesteinde	Nieuwe Zwemmer
34.	Meertje Koehool	Koehool	Gegraven plas
35.	Anewiel	Hommerts	Anewiel
36.	Botmeer	Goëngahuizen	Botmeer
37.	't Zwin	Elahuizen	Het Zwin
38.	Petgat Lindevallei	Wolvega	Petgat
39.	't Wijde Linde	t.z.v. Oldetrijne	Het Wijde
40.	't Wijde Tjonger	Langelille	Het Wijd
41.	De Deelen	Haskerdijken	Afvoer De Deelen

FIG. 9



LIGGING VAN DE MONSTERPUNTEN VAN EEN 5-TAL DEELONDERZOEKEN

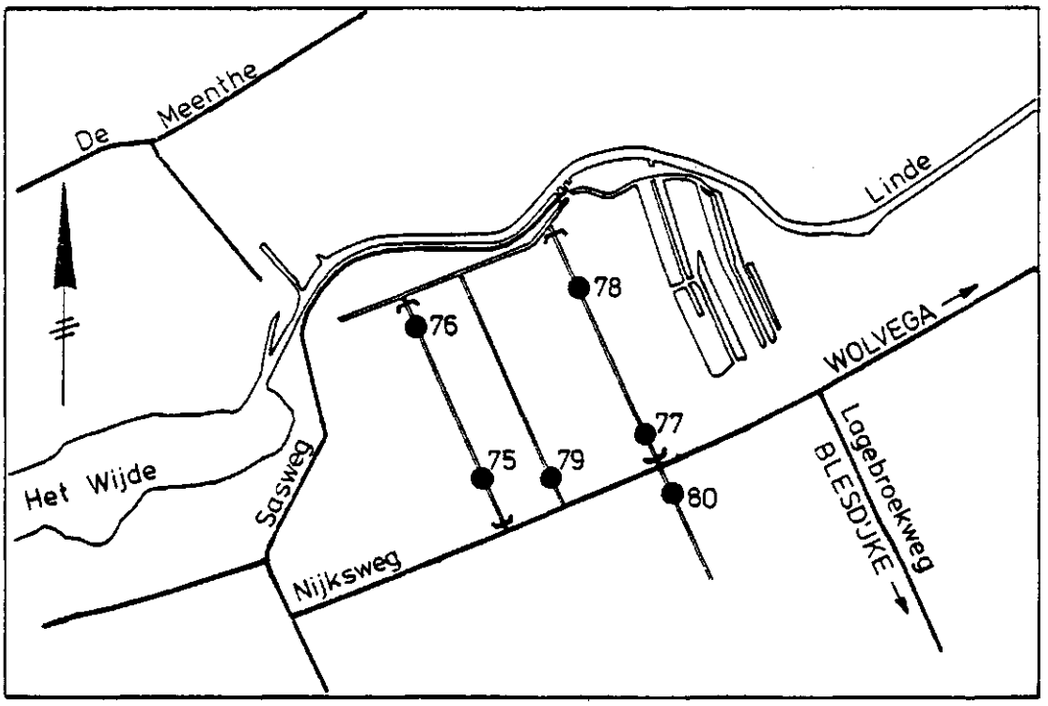
Legenda;

- ▷ **Vuilwatergradiënten (8)**
- ○ **Monsterpunten saprobie-quotiëntonderzoek (16)**
- □ **Monsterpunten vergelijkend onderzoek polder-boezemwater (10)**
- • **Monsterpunten graskarpersloten (8)**
- ✳ **Monsterpunten bekenonderzoek (33)**
- 3 **Volgnummer monsterpunt**

Monsterpunten van het bekenonderzoek in 1978.

	Volg-no.	Punt (nummer)		Plaats		Water
	42.	L1		Tronde	(Of)	Linde
	43.	L2		Bekhoftille	(Wf)	"
	44.	L3		Oldeberkoperweg	(Wf)	"
	45.	L4		Rode Dorp	(Wf)	Noordwoldervaart bovenstr.
	46.	L5		" "	(Wf)	" " benedenstr.
	47.	L6		De Hoeve	(Wf)	Noordwoldervaart
	48.	L7		Kontermansbrug	(Wf)	Linde
	49.	L8	(VP59)	Blessebrug	(Wf)	Linde
	50.	L11		Tussen Blessebrug-Het Wijde	(Wf)	Linde
	51.	L9		Ossenzijl	(Wf)	Linde
	52.	L10		Oldelamerbrug	(Wf)	Helomavaart
(21)	53.	T1		Haulertil	(Of)	Boven Tjonger
(22)	54.	T2		Wepertil	(Of)	Groot Diep
	55.	T3		Oosterwolde	(Of)	Klein Diep
(24)	56.	T4		Balkweg	(Of)	Tjongerkanaal
	57.	T5		Oldeberkoop-Oudehorne	(Hn)	Tjongerkanaal
	58.	T6	(VP49)	Mildam	(Hn)	Tjongerkanaal
	59.	T7		Rotstergaast	(Hd)	Tjonger
(40)	60.	T8		Tjongerzicht	(Ld)	Het Wijd
	61.	T9	(VP87)	Echtenerbrug	(Ld)	Pier Christiaansloot
	62.	T10		Langelille	(Wf)	Tjonger
	63.	T11		Zevenbuurt	(Ld)	Pier Christiaansloot
	64.	T12		Rotstergaast	(Hd)	Broeresloot
	65.	K1		Gorredijk	(Od)	Kruisvaart
	66.	K2		Hoornsterzwaag	(Hn)	10de Wijk
	67.	K3		Bakkeveen	(Od)	Drentse Wijk
	68.	K4		Voorwerk	(Od)	Koningsdiep
	69.	K5		Voorwerk	(Od)	Friesche Palen vaart
	70.	K6		Hoge Dam	(Od)	Koningsdiep
	71.	K7		Postbrug	(Od)	Koningsdiep
	72.	K8		Drachten	(Sd)	Verbindingskanaal
	73.	K9		Beetsterzwaag	(Od)	Koningsdiep
	74.	K10		Nij Beets	(Od)	Koningsdiep

FIG. 10



LIGGING VAN DE MONSTERPUNTEN VAN HET GRASKARPERONDERZOEK IN DE NIJKSPOLDER

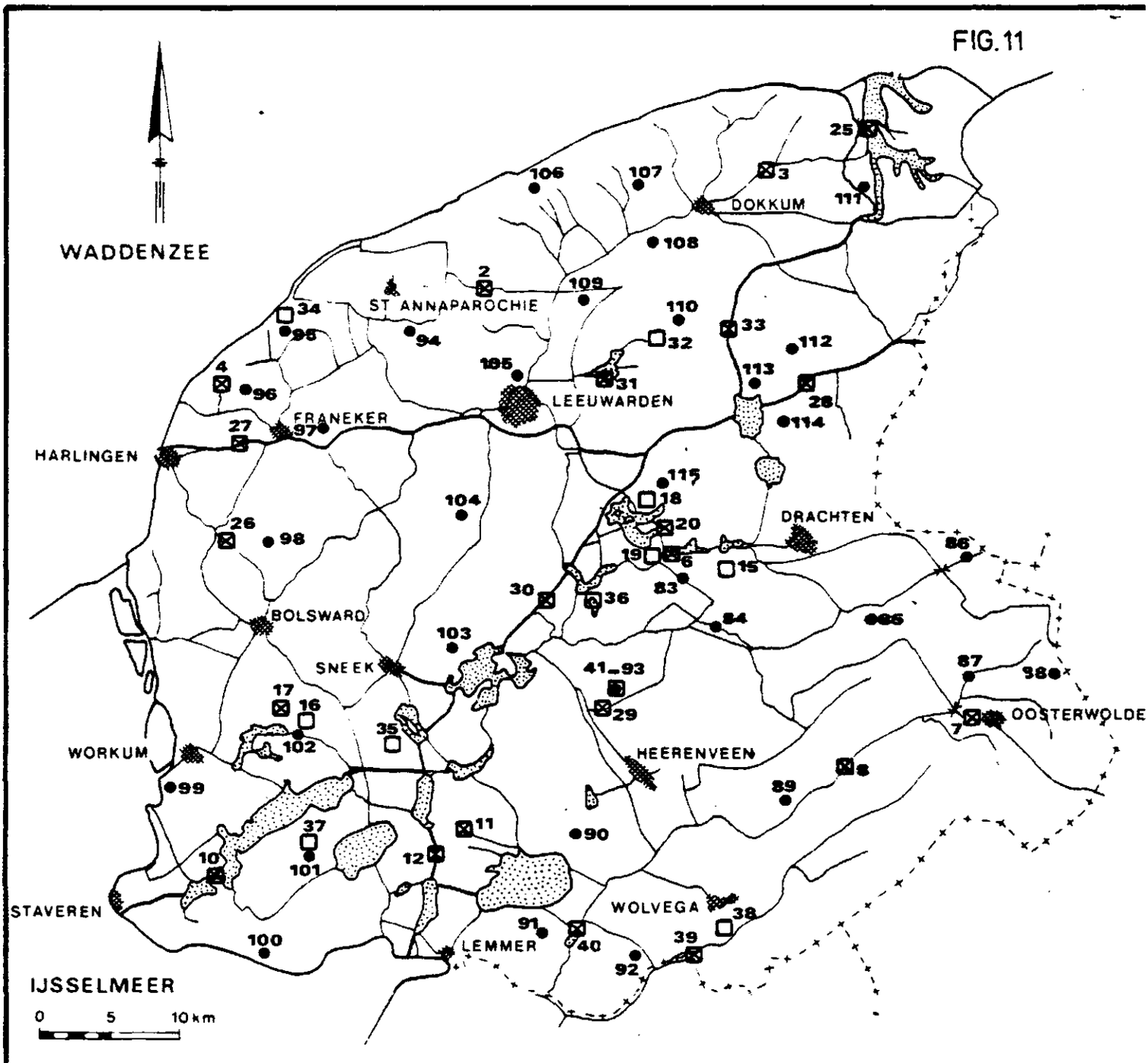
Legenda:

▬▬	**Watergang waarin graskarpers zijn uitgezet**
⌣	**Geplaatst rooster**
●	**Monsterpunt**
75	**Volgnummer monsterpunt**

Monsterpunten van het graskarperonderzoek.

Volg-no.	Punt (nummer)	Plaats		Water	
75.	GK1	Blesdijke	(Wf)	Sloot	(+)
76.	GK2	"	(Wf)	"	(+)
77.	GK3	"	(Wf)	"	(+)
78.	GK4	"	(Wf)	"	(+)
79.	GK5	"	(Wf)	"	(-)
80.	GK6	"	(Wf)	"	(-)
81.	GK7	Heerenveen	(Hn)	"	(-)
82.	GK8	Joure	(Hd)	"	(+)

FIG. 11



LIGGING VAN DE MONSTERPUNTEN VAN HET ONDERZOEK IN 1978-1979 EN IN 1980

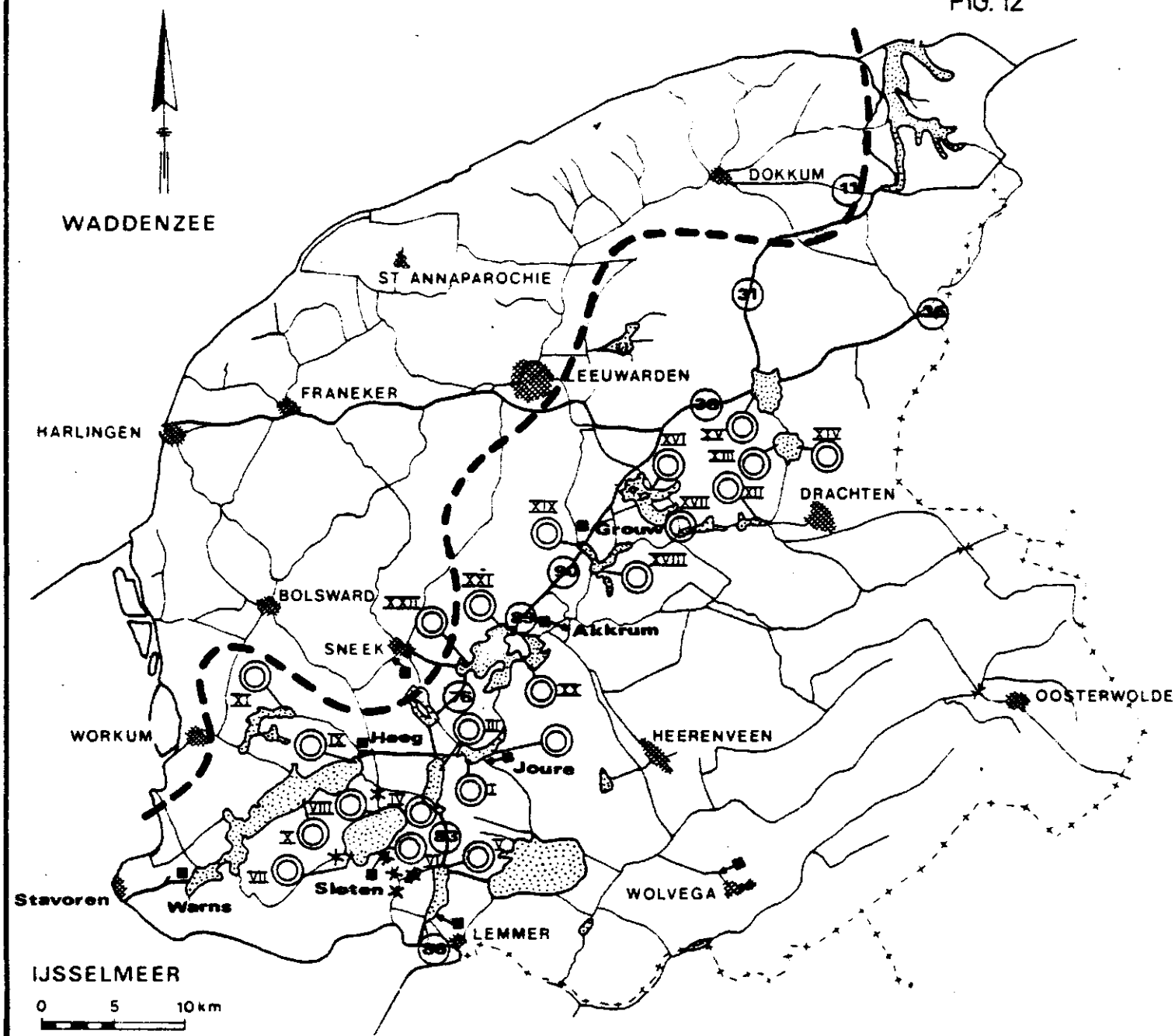
Legenda:

- □ Onderzoekspunten in 1978-1979; ⊠ boezemwater (32)
- ● Onderzoekspunten in 1980 (33)
- 3 Volgnummer monsterpunt

Monsterpunten van het biologisch wateronderzoek 1980.

Volg-no.	Punt (nummer)	Plaats		Water
83.	B1	De Veenhoop	(Sd)	Polderhoofdkanaal
84.	B2	Nijbeets	(Od)	Oud Diep
85.	B3	De Poasen	(Od)	Afvoersloot
86.	B4	Voorwerd	(Od)	"
87.	B5	Oosterwolde	(Of)	Boven Tjonger
88.	B6	Nieuwe Weper	(Of)	Veenafvoersloot
89.	B7	Oldeberkoop	(Hn)	R.v.k.-sloot
90.	B8	Heerenveen	(Hd)	Rotstersloot
91.	B9	Echtenerbrug	(Ld)	Vaart
92.	B10	Nijtrijne	(Wf)	Vaart
(41) 93.	B11	Haskerdijken	(Hd)	Afvoer De Deelen
94.	B12	Berlikum	(het Bt)	Sloot
95.	B13	Fridgum	(Bl)	Sloot
96.	B14	Sexbierum	(Bl)	Vaart langs Slachte
97.	B15	Zweins	(Fl)	Sloot
98.	B16	Lollum, Zwarte Beien	(Wl)	Sloot
99.	B17	Hindeloopen	(Wm)	Sloot
100.	B18	Mirns	(Gd)	Sefonstervaart
101.	B19	Elahuizen	(HrOd)	Vaart
102.	B20	Oudega	(Wbl)	Vaart naar Schuttepoel
103.	B21	Sybrandaburen	(Rm)	Sybrandabuurtstervaart
104.	B22	Mantgum-Oosterw.	(Bl)	Sloot
105.	B23	Jelsum	(Ll)	Sloot
106.	B24	Ferwerd	(Tl)	Sloot
107.	B25	Brandgum	(Wl)	Sloot
108.	B26	Raard	(Wl)	Sloot
109.	B27	Oudkerk	(Tl)	Vaart naar Oudkerstermeer
110.	B28	Veenwouden	(Dl)	De Wiel
111.	B29	Nieuwland	(Ol)	Sloot
112.	B30	Rohel	(An)	Buitenpostervaart
113.	B31	Eestrum	(Tl)	Vaart
114.	B32	Hoogzand	(Tl)	Sloot
115.	B33	Eernewoude	(Tl)	Sloot

FIG. 12



LIGGING VAN R.W.Z.I.'S MET (GEPLANDE) DEFOSFATERING, ALSMEDE MONSTERPUNTEN IN VERBAND MET HET EUTROFIERINGSONDERZOEK

Legenda:

- Ligging R.W.Z.I. met lozingspunt
- Geplande R.W.Z.I.
- Grenslijn N/P verhouding ≥10 (zuidoosten) en <10 (noordwesten)
- Monsterpunten gradiënt IJsselmeer - Lauwersmeer (9)
- Merenpunten (22)
- Extra monsterpunten bij het Slotermeer (6)

Monsterpunten van het eutrofiëringsonderzoek in en om het Slotermeer.

Volg-no.	Punt (nummer)	Plaats	Water
116	Merenpunt V	t.z.v. Spannenburg	Groote Brekken, noord
117	Brandemeer	t.z.v. Tjerkgaast	Brandemeer
118	Ee	t.z.v. samenkomst Woudsloot	Ee
119	Vastpunt 82	Brug te Sloten (oost)	Ee-Slotergat
120	" 75	Brug te Balk	De Luts
121	" 79	Brug te Woudsend	Ee
122	Slotergat	t.h.v. r.w.z.i. Sloten	Slotergat
123	Merenpunt VI	tegenover Sloten	Slotermeer
124	" VII	100 m vanaf zwembad Balk	"
125	" VIII	bij overgang Ee/Woudsend	"
126	" M	midden in het meer	"

Monsterpunten in de gradiënt IJsselmeer-Lauwersmeer.

	Volg-no.	Punt (nummer)	Plaats	Water
	127	Vastpunt 86	Inlaatsluis Teroelsterkolk	IJsselmeer
(12)	128	" 83	Brug te Spannenburg	Prinses Margrietkanaal
	129	" 76	Brug te Uitwellingerga	" "
	130	" 69	Sluis te Terhorne	" "
(30)	131	" 90	Brug te Oudeschouw	" "
	132	" 38	Brug te Bergumerdam	" "
	133	" 36	Brug te Stroobos	" "
(33)	134	" 31	Brug te Zwaagwesteinde	Nieuwe Zwemmer
	135	" 11	Brug te Engwierum	Dokkumer Grootdiep

Tabel 24.

Groote Wielen, volgno. 31

1979	10-1	16-1	24-1	30-1	6-2	13-2	20-2	28-2	6-3	14-3	22-3	29-3	3-4	7-4	17-4	25-4	3-5	10-5	16-5	21-5	31-5	5-6	14-6	19-6	11-7	17-7	25-7	2-8	7-8	14-8	23-8	28-8	5-9	12-9	19-9	3-10	10-10	17-10	24-10	30-10	7-11	14-11	22-11	6-12	11-12
Cyanophyta																																													
Oscillatoria Agardhii	5	4	3	3	-	3	3	3	1	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5
Oscillatoria redeckei	3	4	2	2	-	1	1	2	1	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	4	5	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	1	-	2	2	2	2	3	2	3	3
Lyngbia (limnetica)	3	3	-	-	-	-	-	-	1	3	2	1	3	1	-	2	2	3	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphanizomenon (flos-aqua)	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	1	-	-	-	1	-	-	1	1	2	2	3	2	2	2	1	2	-	2	2	2
Dactylococopsis	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	2	-	2	-	2	2	2	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	1	2	-	-
Anabaena spiroides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorophyta																																													
Chlorogonium	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	2	2	1	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Chlamydomonas	-	1	2	2	1	2	3	2	5	3	3	2	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Actinastrum Hantzschii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Ankistrodesmus falcatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	-
Scenedesmus	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus quadricauda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	2	-	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	-	1	2	1	1	-	1	-	1	1	1	-	-	1	1	1	-	1	2	2	2
Scenedesmus acuminatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus dimorfus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Tetrastrum staurogenioforme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1
Microspora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Closterium	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	2	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1
Chromophyta																																													
Mallomonas	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Synura uvella	-	-	3	3	3	3	3	2	3	2	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Pennales	2	3	-	-	-	-	-	-	-	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	2	2
Centrales	2	1	-	-	-	-	-	-	-	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	-	-	1	-	1	1	-	2	2	3	4	3	4	3	2
Asterionella formosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1
Melosira granulata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	2
Peridinium	-	-	-	2	2	-	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gymnodinium	-	-	2	-	-	2	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euglenophyta																																													
Euglena	-	1	2	2	1	-	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Trachelomonas	-	-	-	1	1	2	1	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	2	-
Cryptomonas (ovatá)	1	-	5	5	5	5	5	5	3	4	3	4	4	4	2	1	1	2	2	-	2	1	-	2	-	-	2	2	1	2	1	2	-	1	1	-	1	2	2	2	3	2	3	2	3
Rhodomonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	1	1
Protozoa																																													
Ciliata	-	-	2	2	1	2	2	3	1	2	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	2	-	1	-	2	2	1

Tabel 25.

Sippenvennen, volgno. 32

1979	10-1	16-1	24-1	30-1	6-2	13-2	20-2	28-2	6-3	14-3	22-3	29-3	3-4	9-4	17-4	25-4	3-5	10-5	16-5	21-5	31-5	5-6	14-6	19-6	11-7	17-7	25-7	2-8	7-8	14-8	23-8	28-8	5-9	12-9	19-9	3-10	10-10	17-10	24-10	30-10	7-11	14-11	22-11	6-12	11-12
Cyanophyta																																													
Oscillatoria Agardhii	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	3	2	4	3	1	2	5	2	1	3	2	1	2	2	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-
Oscillatoria redeckei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Oscillatoria	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lyngbia (limnetica)	5	5	5	-	4	5	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Aphanizomenon flos-aqua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Dactylococopsis	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	2	1	4	5	5	5	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2
Aphanocapsa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	3	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Merismopedia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anabaena (spiroides)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorophyta																																													
Carteria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlamydomonas	-	-	2	-	3	-	-	-	5	5	5	4	2	-	2	-	2	1	-	-	2	-	1	-	2	-	-	-	1	2	1	2	-	-	-	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2
Chlorogonium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphaerocystis schroeterie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Actinastrum Handzschii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ankistrodesmus falcatus	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Coelastrum microporum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Pediastrum Boryanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	1	-
Scenedesmus	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	2
Scenedesmus quadricauda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	2	2	2	3	4	2	2	2	3	3	2	1	2	1	1	2	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus acuminatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetraedon muticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schroederia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microspora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Closterium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chromophyta																																													
Goudwiertje indet (?)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	-	-
Synura (uvella)	2	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	2	-	4	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	3	2	2	2
Centrales	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	5	5	3	1	2	3	2	3	-	1	-	2	1	1	-	2	2	1	1	-	-	-	-	2	1	1	1	1	3	5	5	5	5
Pennales	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	3	-	3	2	3	2	2	3	5	2	2	-	5	2	3	1	1	-	-	-	3	-	2	-	2	-	-	-	2
Cocconeis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Gymnodinium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euglenophyta																																													
Euglena	2	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	3	2	2	2	1	-	-	1	2	2	-	-	1	2	2	2	-	-	2	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
Phacus (caudatus)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Trachelomonas	2	-	2	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	1	1
Cryptomonas	3	3	3	-	4	2	-	-	2	3	3	4	3	3	3	-	1	2	2	-	4	4	4	3	3	5	5	2	2	5	5	3	4	3	3	4	2	4	4	5	4	3	3	3	3
Rhodomonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	5	5	5	3	4	4	3	3	2	2	2	2
Protozoa																																													
Ciliata	2	3	2	-	2	1	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	1	2	1	3	2	3	3	1	1	1	2

Tabel 26.

VP 31, volgnummer 33

1979	10-1	16-1	24-1	30-1	6-2	13-2	20-2	28-2	6-3	13-3	14-3	22-3	29-3	3-4	10-4	17-4	25-4	3-5	10-5	16-5	21-5	31-5	5-6	14-6	19-6	11-7	17-7	25-7	2-8	7-8	14-8	23-8	28-8	5-9	12-9	19-9	3-10	6-10	9-10	17-10	24-10	30-10	14-11	22-11	6-12	11-12
Cyanophyta																																														
Oscillatoria Agardhii	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	3	-	3	3	3	4	4	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Oscillatoria redeckei	2	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	4	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2
Lyngbia (limnetica)	1	3	3	3	3*	3*	3*	3*	2*	3*	3*	3*	1*	2*	1*	2*	-	-	1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphanizomenon (flos-aquæ)	1	1	1	2	2*	1*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	1*	1*	-	1*	-	-	2*	2*	1*	2*	2*	-	1*	2*	1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1*	1*	2*	-	1*	2*	-	-	1*	-
Dactylococopsis	-	-	-	-	-	2	1	1	-	2	2	3	1	2	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1	-	-
Gomphosphaeria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	1	2	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	2	1	1	-	1
Merismopedia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphanocapsa	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gloeocapsa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorophyta																																														
Chlorogonium	2	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlamydomonas	-	-	-	2	1	-	1	-	-	-	2	2	-	1	2	1	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	2	1	-	2	-	-	1	-	1	-	-
Geminella	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulotrichales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	2	1
Actinastrum Hantzschii	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ankistrodesmus falcatus	-	-	-	-	2	1	-	-	1	-	-	1	2	-	1	-	-	-	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Oocystis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Pediastrum Boryanum	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2	-	2	-	1	-	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	3	2	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1
Scenedesmus	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Scenedesmus quadricauda	-	-	-	-	2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	2	2
Scenedesmus acuminatus	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	2	2	-	2	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus dimorfus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus falcatus	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus intermedius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetrastrum glabrum	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetrastrum staurogenioforme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microspora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	2	2	3	3	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1	2	1
Mougeotia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chromophyta																																														
Mallomanas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Synura (uvella)	3*	1	2	2*	-	1*	-	-	-	1*	-	1*	-	1*	-	1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2*	-	-	-	1	-	1
Centrales	-	2	-	2	-	-	1	-	-	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	3	2	2	-	2	1	3	2	2	1	2	2	1	2	1	2	-	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Pennales	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	2	1
Asterionella formosa	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Diatoma elongatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	2	-
Gymnodinium	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euglenophyta																																														
Euglena	1	2	1	2	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Phacus	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trachelomonas	1	2	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	1
Cryptomonas	5	4	4	3	2	1	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	-	1	1	2	1	-	-	1	1	3	4	2	3	2	1	1	2	-	-	-	1	2	3	-	2	3	2	3	2	2
Rhodomonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	2	1
Protozoa																																														
Ciliata	-	-	-	-	1	1	-	-	1	2	2	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2	1	2	-	1	-	-	2	-	-	-	2	2	-	1	-	2	1	1	1	1	1
Flagellata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LIJST MET SOORTEN DIE MINDER DAN 1% VOORKOMEN

Groote Wielen, volgno. 31

Cyanophyta

Gomphosphaeria
Aphanocapsa
Gloeocapsa
Coelosphaerium
Microcystis
Merismopedia

Chlorophyta

Pediastrum
Pediastrum Boryanum
Pediastrum duplex
Golenkinia radiata
Tetrastrum
Tetrastrum glabrum
Actinastrum
Lagerheimia
Gonium pectorale
Gonium sociale
Scenedesmus byuga
Scenedesmus tenuispina
Scenedesmus intermedius
Scenedesmus falcatus
Scenedesmus opoliensis
Dictyosphaerium pulchellum
Geminella
Tetraedron muticum
Tetraedron caudatum
Oocystis
Crucigenia quadrata
Selenastrum
Coelastrum microporum
Sphaerocystis Schroeterie

Chromophyta

Melosira
Synura
Ophyocytium
Dynobryon

Euglenophyta

Phacus
Phacus tortus
Phacus longicauda

Sippenvennen, volgno. 32

Cyanophyta

Amphanizomenen
Lyngbya contorta
Blauwwierdraad
Gomphosphaeria
Microcystis
Oscillatoria tenuis

Chlorophyta

Ankistrodesmus
Oocystis
Tetrastrum glabrum
Dictyosphaerium pulchellum
Geminella
Quadrigula
Tetraedron minimum
Tetraedron caudatum
Tetraedron trigonum
Scenedesmus tenuispina
Scenedesmus dimorfus
Scenedesmus denticulatus
Crucigenia spec.
Pediastrum duplex
Sphaerocystis
Spyrogyra

Chromophyta

Melosira spec.
Mallomonas
Ophyocytium

Euglenophyta

Phacus pyrum
Euglena acus
Phacus ? longicauda

VP 31, volgno. 33

Cyanophyta

Lyngbya contorta
Anabaena ?
microcystis

Chlorophyta

Gonium
Pandorina
Ankistrodesmus
Tetrastrum
Lagerheimia
Lagerheimia genevensis
Dictyosphaerium pulchellum
Scenedesmus tenuispina
Scenedesmus byuga
Kirchneriella obesa
Kirchneriella lunaris
Tetraedron hastatum
Tetraedron minimum
Tetraedron caudatum
Tetraedron muticum
Tetraedron trigonum
Crucigenia quadrata
Pediastrum duplex
Coelastrum microporum
Quadrigula
Gloeocystis
Sphaerocystis
Sphaerocystis Schroeterie
Oedogenium
Closterium

Chromophyta

Melosira varians
Melosira granulata
Nitszchia
Synedra acus
Peridinium

Euglenophyta

Phacus pyrum

Protozoa

Vorticella

Tabel 28. Basisgegevens gebruikt voor de samenstelling van figuur 31, 1979.

Volg-no.	Monsterpunt	Chl. α/p	N/p	P-totaal
3.	VP 8	0,05	6,45	1,68
4.	VP 25	0,05	3,62	2,48
11.	VP 78	0,06	7,25	1,00
2.	VP 4	0,06	6,52	2,27
34.	Meertje Koehool	0,07	9,96	1,86
27.	VP 23	0,08	9,52	1,23
26.	VP 21	0,10	6,28	1,40
7.	VP 55	0,13	18,70	0,66
36.	Botmeer	0,15	19,00	0,44
32.	Sippenvennen	0,17	15,15	0,44
29.	VP 46	0,18	17,93	0,47
28.	VP 37	0,19	13,96	0,73
8.	VP 57	0,19	31,84	0,26
15.	Boornbergumer Petten	0,19	144,74	0,31
25.	VP 10	0,20	13,61	0,65
33.	VP 31	0,21	12,71	0,73
18.	Eernewoude Petgat	0,23	14,85	0,34
6.	VP 40	0,23	17,78	0,44
35.	Anewiel	0,23	29,71	0,15
41.	De Deelen	0,24	16,41	0,59
30.	VP 90	0,37	14,60	0,36
39.	't Wijde Linde	0,38	29,33	0,22
37.	't Zwin	0,39	32,92	0,18
38.	Petgat Lindevallei	0,40	84,06	0,07
31.	Groote Wielen	0,40	21,63	0,33
10.	VP 73	0,41	20,26	0,30
16.	Piekemeer	0,42	17,50	0,58
17.	Rietmeer	0,44	27,51	0,32
19.	Oude Hooidamsloot	0,48	30,72	0,23
20.	Kruisdobbe	0,50	25,70	0,31
12.	VP 83	0,69	21,84	0,26
40.	't Wijde Tjonger	0,82	35,92	0,20

Tabel 29. Analyseresultaten bodemslib van merenpunten op 12, 13 en 14 juni 1979.

Monster-punt	Plaats	Droge stof (110° C) in % D.S. (55%)	Gloeirest in % D.S. (110° C)	P in ppm (D.S. 110° C)	N in ppm (D.S. 110° C)	N/P
1.	Langweer	98,9	84,6	739	4453	6,0
2.	Boornzwaag	99,5	93,4	418	3492	8,4
3.	Koevordermeer	98,5	80,6	1233	8582	7,0
4.	Teroele	99,4	92,9	580	2911	5,0
5.	Groote Brekken	99,9	99,5	57	276	4,8
6.	Slotermeer, Sl.	99,6	96,6	159	1527	9,6
7.	Slotermeer, B.	98,7	83,4	353	4838	13,7
8.	Slotermeer, W.	99,3	93,5	290	2535	8,7
9.	Heegermeer	97,1	66,7	2065	14089	6,8
10.	Fluessen	99,8	98,0	153	870	5,7
11.	Oudega	100,0	99,7	42	259	6,2
12.	Smalle Ee	99,9	97,5	295	1066	3,6
13.	Leijen, de Tike	99,1	91,5	1702	3976	2,3
14.	Leijen, theehuis	99,2	91,3	1139	3269	2,9
15.	Klein Zwitserland	99,0	90,8	1229	3773	3,1
16.	Princenhof	97,8	74,0	2816	8722	3,1
17.	Hooidammen	96,7	68,6	3402	12854	3,8
18.	Peanster Ee	97,8	76,1	1211	5461	4,5
19.	Pikmeer	98,0	76,1	1093	8642	7,9
20.	Heerenzijl	98,4	82,0	1053	6162	5,9
21.	Terhorne	99,9	99,5	58	269	4,6
22.	Paviljoen Potten	99,2	92,4	383	2864	7,5
(117)	Brandemeer	97,4	57,5	625	7355	11,8
(118)	Ee, Tacozijl	98,6	75,1	795	7922	10,0
(122)	Ee, r.w.z.i.	98,8	81,3	733	7033	9,6