

De veranderingen in kwel en de invloed daarvan op de
soortensamenstelling en diversiteit van de aquatische
macrofauna in de Westgeul (Zeeuws-Vlaanderen)

door

Mevr. M.J.M. Langeveld

Verslag over de werkzaamheden verricht in het kader
van de studie voor het doctoraal examen biologie
in het tijdvak

5 juli 1977 - 5 januari 1978

voor Dr. A.M. Voûte

Zoologisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit
te Utrecht

onder supervisie van

Dr. S. Parma en

Drs. C.H. Borghouts-Biersteker

Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek
Yerseke

Studentenverslagen nr. D5 - 1978

De veranderingen in kwel en de invloed daarvan op de
soortensamenstelling en diversiteit van de aquatische
macrofauna in de Westgeul (Zeeuws-Vlaanderen)

door

Mevr. M.J.M. Langeveld

Verslag over de werkzaamheden verricht in het kader
van de studie voor het doctoraal examen biologie
in het tijdvak

5 juli 1977 - 5 januari 1978

voor Dr. A.M. Voûte

Zoologisch Laboratorium van de Rijkuniversiteit
te Utrecht

onder supervisie van

Dr. S. Parma en

Drs. C.H. Borghouts-Biersteker

Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek
Yerseke

Studentenverslagen nr. D5 - 1978

De uitvoering van het onderzoek is mogelijk gemaakt door financiële en materiële steun van

Dow Chemical (Nederland) B.V. te Terneuzen

Rechten voorbehouden. Van de "Studentenverslagen" is herdruk of aanhaling slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van de directeur van het Delta Instituut.

INHOUD

pag.

I.	Inleiding	1
I.1.	Orientatie	1
I.2.	Probleemstelling	2
I.3.	Onderzoek	2
II.	Onderzoek van het abiotische milieu	3
II.1.	Inleiding	3
II.2.	Methode	3
II.2.1.	Diepte	3
II.2.2.	Bodemsamenstelling	3
II.2.3.	Kwelmeting	4
II.2.4.	Chloridegehalte	4
II.2.5.	Zuurstofgehalte	5
II.2.6.	IJzergehalte	5
II.2.7.	Ammoniumgehalte	5
II.2.8.	Chlorofylgehalte	5
II.3.	Resultaten	6
II.3.1.	Diepte	6
II.3.2.	Bodemsamenstelling	6
II.3.3.	Kwelmeting	6
II.3.4.	Chloridegehalten	6
II.3.5.	Zuurstofgehalten	7
II.3.6.	IJzergehalten	7
II.3.7.	Ammoniumgehalte	7
II.3.8.	Chlorofylgehalte	7
II.4.	Conclusies	7
III.	Onderzoek van het biotische milieu van het gebied	10
III.1.	Inleiding	10
III.2.	Methode	10
III.3.	Resultaten	12
III.4.	Discussie	19
IV.	Enige aspecten ten aanzien van het beheer van de Westgeul	20
IV.1.	Inleiding	20
IV.2.	Extern beheer	21
IV.3.	Interne beheer	25
V.	Slotbeschouwing	27

VI.	Samenvatting - Summary	28
VII.	Literatuur	30
	Tabellen	33
	Figuren	45

I. Inleiding

I.1. Orientatie

Zeeuws Vlaanderen is van oorsprong een laag gelegen moerassig gebied, dat geleidelijk door de mens door inpoldering op de zee is veroverd. Ten oosten van Biervliet werd bij de stormvloed in de winter van 1375/76 een enorme bres geslagen in deze lage streek: de Braakman.

Door diverse latere overstromingen werd de inham uitgebreid, zelfs zodat er een verbinding van de Braakman met het Zwin tot stand werd gebracht. We kunnen aannemen dat de Braakman omstreeks die tijd (1570) zijn grootste "invloedsfeer" bereikte.

De hoofdgeul vormde tot 1826 een deel van de vaarweg naar Gent. De vaarweg verzandde; vanaf 1826 hadden de schepen toegang via het toen gereedgekomen kanaal Terneuzen-Sas van Gent. Als gevolg van diverse inpolderingen aan weerszijden van de Braakman werd de komberging steeds kleiner en voltrokken zich grote veranderingen in het mondingsgebied. Het vroegere vaarwater naar Gent splitste zich in een oostelijke en een westelijke geul. De verzanding van het Braakman gebied ging voort, vooral de westelijke geul verminderde sterk in capaciteit. In 1952 werd de Braakman afgesloten van de Westerschelde (Wilderom, 1973).

De oostelijke geul heeft men toen grotendeels bestemd voor recreatie (de huidige Braakmankreek) en de westelijke geul heeft men op een smalle strook na (de huidige Westgeul) verder ingepolderd ten behoeve van de landbouw. Op de grond rond de Westgeul die minder geschikt is voor de landbouw, heeft Staatsbosbeheer tussen 1954 en 1957 bomen aangeplant: de "Noorderbosschen".

Buitendijks ontwikkelde zich een ong. 250 ha groot slikken- en schorrengebied: de Mosselbanken. Als gevolg van de getijbewegingen in de Westerschelde die terplekke gemiddeld 3 m fluctueert, kwamen deze schorren periodiek onder water te staan, waardoor hier een vrij konstante hoge waterstand werd gecreëerd (v.d. Weerd, 1972). De hiermee samenhangende vrij hoge grondwaterstand had kwel naar binnendijkse gebieden tot gevolg. Hierdoor kreeg de Westgeul indirect zout water uit de Westerschelde.

Lateraal wordt de Westgeul van minder brak grondwater voorzien.

I.2. Probleemstelling

Via de afsluiting van de Braakman hebben zich in het gebied rond de Westgeul levensgemeenschappen ontwikkeld die karakteristiek zijn voor een schraal(=voedselarm) overgangsmilieu van zout naar zoet.

Recent zijn de Mosselbanken opgespoten met zand afkomstig uit de Braakmanhaven ten behoeve van uitbreiding van industrieterrein en haven-capaciteit van Dow Chemical (Nederland) B.V. De verwachting is dat zich onder het nieuwe industrieterrein een zoetwaterlens zal gaan vormen, waardoor de zoutwater kwel naar de Westgeul af gaat nemen. Dit zou gevolgen kunnen hebben voor de verdere successie van de levensgemeenschappen van de Westgeul en misschien ook, via dit gebied, van de Braakmankreek.

De volgende vragen zijn nu geformuleerd:

1. Treden er, tengevolge van het opspuiten van de Mosselbanken, kwalitatieve en kwantitatieve veranderingen in kwel naar de Westgeul op, en zo ja
2. Wat is het effect in ruimte en tijd van een verandering in kwel op de abiotische omstandigheden in de Westgeul
3. Wat is het effect in ruimte en tijd van de veranderingen in deze abiotische omstandigheden op de kwalitatieve en kwantitatieve samenstelling van de levensgemeenschappen.

I.3. Onderzoek

Om de hiervoor geformuleerde vragen te beantwoorden is de bepaling van de oorspronkelijke toestand (nulfase) nodig.

Het onderzoek heeft uit de volgende werkzaamheden bestaan:

1. Het bijeenbrengen van abiotische gegevens van dit gebied vóór de inpoldering van de Mosselbanken.
2. Het bepalen van fysische factoren (diepte bodemsamenstelling en kwel).
3. Het bepalen van chemische factoren (chloride-, zuurstof-, ammonium-, ijzer- en chlorofylgehalte).
4. Het kwalitatief en kwantitatief bemonsteren van de aquatische macrofauna.

II. Onderzoek van het abiotische milieu

II.1. Inleiding

Het onderzoek van het abiotische milieu heeft bestaan uit bepalingen van fysische (diepte, bodemsamenstelling, kwel) en chemische parameters (chloride, zuurstof, ijzer, ammonium, chlorofyl).

De Westgeul is in N-Z richting door diverse dammetjes met al of niet afsluitbare duikers (zie kaart 1, A, B en C) onderverdeeld in 4 kompartimenten. In elk kompartiment is een monstertraject gekozen loodrecht op de N-Z lijn in het noordelijk kompartiment twee en wel traject 1 binnen en traject 2 buiten de kwelzone 3. De 5 monstertrajecten in de Westgeul zijn in N-Z richting genummerd (zie kaart 1). In de Braakman kreek zijn oorspronkelijk twee monstertrajecten (6 en 8) als referentie gekozen. Door afwezigheid van aquatisch macrobenthos in traject 8 (achter de zeedijk) is traject 7 (langs de weg Terneuzen-Breskens) toegevoegd.

II.2. Methode

II.2.1. Diepte

De diepte van het water op de monsterplaatsen is éénmalig met behulp van een meetlat bepaald.

II.2.2. Bodemsamenstelling

De bodemsamenstelling is éénmalig bepaald.

Met een grondboor zijn \pm 10 cm diepe grondmonsters genomen overeenkomend met de diepte van de biologische monsters.

In het laboratorium is de samenstelling bepaald met behulp van granulaire analyse. Bij deze analyse bepaalt men de gemiddelde korrelgrootte en de sortering van het bodemonster door, na dit gedroogd te hebben, te zeven gedurende 10 min. door een serie zeven met afnemende maaswijdtes. Aan de hand van de gemiddelde korrelgrootte en de sortering kan men de volgende indeling maken (Wolff, 1973):

geen korrelgrootte in ψ

0 - 1
1 - 2
2 - 3
3 - 3.75
> 3.75

omschrijving

grof zand
medium zand
fijn zand
modderig zand
modder

sortering

< 0.35
0.35 - 0.50
0.50 - 2.00
> 2.00

omschrijving

erg goed gesorteerd
goed gesorteerd
minder goed gesorteerd
slecht gesorteerd

II.2.3. Kwelmeting

Kwelmetingen zijn eens per maand gedaan bij de zelfde getijstand en gedurende dezelfde periode volgens methode v.d. Weerd (1965).

II.2.4. Chloridegehalte

Eens per week zijn er watermonsters genomen, waarvan het chloridegehalte titrimetrisch volgens Mohr is bepaald.

De bepaling van het chloridegehalte is een maat om het betrokken water onder te verdelen in zoet, brak of zeewater. Naar gelang van het chloridegehalte onderscheidt men volgens Redeke (1933):

klasse	onderverdeling	g/l Cl^-
zoetwater	limnetisch	< 0,1
brakwater	oligohalien	0,1- 1
	β -mesohalien	1 - 5,5
	α -mesohalien	5,5-10
	polyhalien	10 -16,5
zeewater	euhalien	> 16,5

Er is voor dit classificatiesysteem van Redeke gekozen boven het Venice-systeem (Venice Resolution, 1959) voor de indeling van de brakke wateren om aan te kunnen sluiten op het onderzoek van R.U. Gent. (De Pauw, c.s., 1977).

II.2.5. Zuurstofgehalte

Om de veertien dagen zijn in de voormiddag watermonsters genomen, waarvan het zuurstofgehalte titrimetrisch is bepaald volgens Winkler. De zuurstofverzadiging is berekend met inachtneming van de heersende watertemperatuur en zoutgehalte.

Het gehalte aan opgelost zuurstof in water is de resultante van twee tegenover elkaar staande processen:

- de zuurstof verhogende processen, ondermeer de fotosynthese en de fysische reaëratie;
- de zuurstof verlagende processen, ondermeer de respiratie van de waterorganismen en de biochemische afbraak van de organische stoffen.

II.2.6. IJzergehalte

Om de veertien dagen zijn watermonsters genomen, waarvan het ijzergehalte bepaald is met behulp van atomaire absorptie na aanzuring.

Het ijzergehalte in het water is een indicatie voor het al of niet aanwezig zijn van kwel.

II.2.7. Ammoniumgehalte

Om de veertien dagen zijn watermonsters genomen, waarvan het ammoniumgehalte is bepaald volgens de Berthelot-reactie met behulp van een Technicon AA II.

Ammonium is één der eindprodukten in de mineralisatie van de organische materie. In aërobe toestand wordt ammonium door nitrificerende bacteriën geoxydeerd via nitriet tot nitraat. Onder anaërobe omstandigheden kan nitraat weer gereduceerd worden tot ammonium door denitrificerende bacteriën. Onder bepaalde omstandigheden (hoge pH, lage zuurstofverzadiging) kan uit ammonium echter ammoniak vrijgemaakt worden met alle rampzalige gevolgen vanden voor het aquatische leven.

II.2.8. Chlorofylgehalte

Om de veertien dagen zijn er watermonsters genomen, die na affiltratie met behulp van de spectrometer de fluorometer methode op chlorofyl zijn onderzocht.

Chlorofyl is een indicatie voor de hoeveelheid fytoplankton en het geeft dus informatie over het primair producerend gedeelte van het systeem.

Aangezien bij vroegere onderzoeken op waterkwaliteit (De Pauw, c.s., 1977; v.d. Weerd, 1976 mond. meded.) oppervlaktewater is gemonsterd, hebben ook wij per traject alleen oppervlakte monsters genomen.

Uit een vooronderzoek bleken er geen verschillen te zijn in de chemische omstandigheden langs een traject zowel in verticale als horizontale richting (geen gradienten). Mede ook hierom is de chemische bemonstering beperkt tot een oppervlaktemonster uit het midden van een traject.

II.3. Resultaten

II.3.1. Diepte

De gemeten dieptes van de diverse monsterpunten staan in Tabel I.

II.3.2. Bodemsamenstelling

De gegevens over de bodemsamenstelling verkregen door granulaire analyse staan in Tabel II.

II.3.3. Kwelmeting

De kwel vanuit de Mosselbanken in de Westgeul is op twee plaatsen aan de noordzijde gemeten: ter hoogte van het "steigertje" (I) en bij de uitmonding van de kwelsloot (II). De waarnemingen van deze kwel staan in Tabel III.

II.3.4. Chloridegehalten

In Tabel IV staan de maand gemiddelden en de totaal gemiddelden per monsterpunt. Het verloop van de chloride gehalten vindt men in de Fig. 1 t/m 8.

II.3.5. Zuurstofgehalten

In Tabel V zijn de maand- en totaal gemiddelden van de zuurstofverzadiging van de monsterpunten weergegeven. Het verloop van deze parameter vindt men in Fign. 9 t/m 16.

II.3.6. IJzergehalten

In Tabel VI staan de maand- en totaal gemiddelden aan ijzergehalte van de monsterpunten. Het verloop van het ijzergehalte vindt men in de Fign. 17 t/m 22.

II.3.7. Ammoniumgehalte

In Tabel VII zijn de maand- en totaal gemiddelden weergegeven van het ammoniumgehalte van de monsterpunten. In Fign. 17 t/m 22 staat het verloop van dit gehalte per monster.

II.3.8. Chlorofylgehalte

In Tabel VIII staan de maand- en totaal gemiddelden van het chlorofylgehalte van de monsterpunten. Het verloop van dit gehalte vindt men in Fign. 17 t/m 22.

Gedurende deze onderzoeksperiode (aug-dec '77) zijn er geen metingen verricht aan stroomsnelheden en fluctuatie in de waterstand. Uit visuele waarnemingen kan gesteld worden dat er een vrij constante stroming in Noord-Zuid richting is, die door de afsluiters in de duikers geregeld kan worden. Tijdens het najaar ging het waterpeil \pm 10-15 cm omhoog. In hoofdstuk IV wordt over het beheer hiervan nog terug gekomen.

II.4. Conclusies

De monsterpunten zijn zo gekozen dat ze ongeveer even diep in het water gelegen zijn.

De diepte op de monsterplaatsen is gering en overschrijdt nergens de 100 cm.

Uit verdere waarnemingen is gebleken dat er in de Westgeul ook wel

diepere en ondiepere plaatsen aanwezig zijn maar dit is verder niet in kaart gebracht. Er zijn ook geen schriftelijke oude gegevens over diepte van de Westgeul bekend.

Uit mondelinge mededelingen van omwoners blijkt dat de Westgeul "vroeger" wel dieper geweest is.

De bodemsamenstelling is uit de resultaten van de granulaire analyse volgens Wolff (1973) in vijf klassen onder te verdelen, te weten:

- Ia = fijn zand, minder goed gesorteerd: 3.1; 5.3
- Ib = fijn zand, goed gesorteerd: 1.1; 1.2; 1.3; 3.2; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3
- Ic = fijn zand, erg goed gesorteerd: 6.1; 6.2; 6.3; 7.1; 7.2
- IIa = modderig zand, minder goed gesorteerd: 5.1; 5.2
- IIb = modderig zand, goed gesorteerd: 2.1; 2.2; 2.3

Deze klassen liggen erg dicht bij elkaar.

Wat niet uit de granulaire analyse naar voren is gekomen, is dat de bodem van monstertraject 1 en 2 redelijk vast, van monstertraject 6 en 7 vast en van monstertraject 3, 4 en 5 sterk zuigend is.

Uit deze gegevens kan men concluderen dat er geen N-Z gradiënt in sedimenttype aanwezig is in de Westgeul. Ook op dit punt zijn er geen oude gegevens bekend.

Uit de kwel- en ijzergehalte metingen blijkt dat er nog sprake is van kwel.

Uit de kwelmetingen kan men weinig zeggen over de totale hoeveelheid kwel aangezien de doorlaatbaarheid van de bodem plaatselijk zeer verschillend is. Wel kan uit deze waarnemingen geconcludeerd worden dat de kwel nog aanzienlijk is. Uit het onderzoek van v.d. Weerd van de Commissie Waterhuishouding en Ontziltiging (mondelinge mededeling) naar grondwaterpeil in de omliggende landbouwgebieden is gebleken dat het grondwaterpeil in deze gebieden in de zomer 1977 hoger was dan in de zomer van 1976 (onafhankelijk van de neerslag). Deze hogere grondwaterstanden schrijft hij toe aan verhoogde kwel vanuit de Mosselbanken door verhoogde druk naar dit gebied vanwege de opspuiting.

Men mag aannemen dat wanneer de kwel naar de omliggende gebieden is toegenomen, dit ook het geval is met de kwel naar de Westgeul. De ijzergehalte gegevens duiden op een sedimentatie van ijzer hydroxide in de N-Z rich-

ting tengevolge van aeratie. De vermindering van het ijzergehalte in het najaar ten noorden van de Savoyaardsweg zou kunnen duiden op een afname in kwel.

De chemische samenstelling van het Westgeulwater is in de gekozen parameters duidelijk verschillend van het Braakmankreek water:

	<u>Westgeul</u>	<u>Braakmankreek</u>
zoutgehalte	polyhalien	α -mesohalien
zuurstofverz.	laag	hoog
ijzer	hoger	laag
ammonium	hoger	lager
chlorofyl	laag	hoog

Binnen de Westgeul vindt men in de chemische samenstelling van het water een N-Z gradiënt die samenhangt met de kwel, te weten een aflopende gradiënt in chloride-, ijzer en ammoniumgehalte.

Het zuurstof- en chlorofylgehalte neemt in N-Z richting eerst af en neemt na punt 3 weer toe.

Door toevoer van zoetwater uit omliggende landbouwgebieden is het oppervlaktewater van de Braakmankreek aanzienlijk minder zout dan dat van de Westgeul ondanks het feit dat beide gelijktijdig van de Westerschelde zijn afgesloten. De hogere zuurstofwaarden in de Braakmankreek zijn gecorreleerd met de aanzienlijk hogere chlorofylwaarden.

De chlorofylgehalten van $< 10 \mu/l$ in de Westgeul zijn voor zeeuwse ondiepe binnenwateren zeer laag (Bogaards, Francke & Parma, 1978). Wel moet men in het oog houden dat het hier geen jaargemiddelden betreft.

De gevonden ammoniumgetallen zijn laag. In het Indicatief Meerjaren Programma 1975-1979 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat) wordt als (waterkwaliteits) streefwaarde $< 0,5$ en als voorlopige grenswaarde 2.0 mg/l opgegeven.

Door de Commissie v.d. Weerd zijn in mei-nov 1976 chlorideme-

tingen in de Westgeul op monsterpunt 1 en 5 gedaan. Uit onze chloridemetingen in de overeenkomstige periode in 1977 blijkt dat het gehalte op punt 1 gelijk tot iets hoger en op punt 5 duidelijk hoger is geworden (van 10 naar 12^o/oo). Chloridgehaltes van vroegere data zijn van de Westgeul niet bekend.

III. Onderzoek van het biotische milieu van het gebied

III.1. Inleiding

Om vast te kunnen stellen of er veranderingen gaan optreden in de biologische rijkdom van de Westgeul door de inpoldering van de Mosselbanken, moet men weten waaruit deze bestaat (nulfase).

Aangezien er gegevens bestaan van de vegetatie en de vogel rijkdom, zijn deze levensgemeenschappen in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Daar de ornithologische waarde van het gebied voor een groot deel bepaald wordt door de aanwezigheid van voedselbron in de vorm van het in het water en het kreek-slib levende organismen, is in dit rapport getracht een begin te maken met: 1. het vaststellen van de oorspronkelijke rijkdom van deze organismen.

2. het doorgronden van de reden van eventuele kwalitatieve en kwantitatieve variatie in verspreiding.

Dit onderzoek heeft zich beperkt tot het macrobenthos. In de toekomst zal het uitgebreid moeten worden met een kwalitatieve bemonstering van het macronecton.

Van het aquatische macrobenthos is bekend dat deze afhankelijk is in verspreiding van abiotische factoren zoals diepte (Mountford, Holland & Mihursky, 1977; Johnson, 1970), bodemsamenstelling (Sanders, 1960; Young & Roads, 1971) en chemische factoren zoals zoutgehalte (Thomas & White, 1969; Heerebout, 1970). Behalve bovengenoemde abiotische factoren heeft ook de tijd door middel van jaarcyclussen invloed op de samenstelling van het aquatische macrobenthos (Levings, 1975).

III.2. Methode

Op elk traject beschreven in II.1, met uitzondering van traject 8,

zijn 3 monsters ééns per maand genomen met een Birge-Ekmanhapper (100 cm²) gedurende de periode augustus-december 1977.

De monsterpunten, ook die in de Braakmankreek, zijn dusdanig gesitueerd dat de diepten van alle raaien in dezelfde orde van grootte liggen, zodat de diepte van het monsterpunt niet van invloed behoeft te worden geacht op de diversiteit in macrobenthos.

Deze monsters zijn in de maanden augustus en september in het veld door een zeef met een maaswijdte van 1 mm gespoeld en gefixeerd met 4% formaline en vervolgens in het laboratorium nagespoeld en bewaard op 70% ethanol.

Bij het uitwerken van deze monsters bleek dat de gekozen maaswijdte te groot was. De monsters van de volgende maanden zijn in het veld gefixeerd met 4% formaline, pas in het laboratorium gespoeld door een zeef met een maaswijdte van 0,3 en hierna bewaard op 70% ethanol.

Nadat de monsters geteld waren zijn de verkregen gegevens als volgt verwerkt:

- Van elk monster is de diversiteit bepaald door middel van de Shannon-Wiener formule

$$D = \sum_{i=1}^{\infty} p_i \cdot {}^2\log p_i$$

p_i = ratio tussen het aantal individuen van de i^{de} soort in het monster en het totaal aantal individuen in het monster.

- De monsters zijn per maand met elkaar vergeleken in een Trellis diagram (Van der Wal, 1977).

$$\text{coëfficiënt of community (Cc)} = \frac{c}{a + b + c} \cdot 100$$

a = aantal soorten in monster A

b = aantal soorten in monster B

c = aantal gemeenschappelijke soorten van monster A en B

- percentage similarity of community (PSc) = $100 - 0,5 \sum |a^i - b^i|$

a^i = ratio tussen het aantal individuen van de i^{de} soort in monster A en het totaal aantal individuen in monster A.

b^i = ratio tussen het aantal individuen van de i^{de} soort in monster B en het totaal aantal individuen in monster B.

- De monsters zijn per maand geclusterd in een dendrogram op verschil, gegeven door "standard distance" (Orloci, 1967)

$$D^2 = 2(1 - \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}})$$

x = ratio's tussen het aantal individuen van de soorten in monster A en het totaal aantal individuen in monster A

y = ratio's tussen het aantal individuen van de soorten in monster B en het totaal aantal individuen in monster B.

Voor al deze verwerkingen zijn bij Dow Chemical (Nederland) te Terneuzen computer programma's geschreven op een PDP 8. Het programma voor de berekening van de clustering (Dendro) is afgeleid van het programma zoals gebruikt op het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek te Yerseke (A.G. Vlasblom, mond. meded.).

III.3. Resultaten

In de Westgeul en de Braakmankreek zijn in de monsters de volgende soorten gevonden (De soorten zijn genummerd in verband met de computerverwerking van de gegevens).

I Annelida

- a. Oligochaeta (8)
- b. Polychaeta: Nereis diversicolor (7)
- Polydora ligni (9)
- Tharyx marioni (10)
- Ampharete acutifrons (11)
- Arenicola marina

II Crustacea

- a. Amphipoda : Corophium spec. (4)
- b. Isopoda : Sphaeroma rugicauda (5)
- c. Ostracoda

III Insecta

Diptera : Chironomus salinarius (6)

IV Mollusca

a. Bivalvia : Scrobicularia plana (2)

Cerastoderma glaucum (1)

Mya arenaria

b. Gastropoda : Hydrobia ulvae (3)

Nereis diversicolor (Müller, 1776).

Deze soort heeft een zeer ruime ecologische amplitude. Hij heeft de beschikking over erg verschillende voedingstechnieken, tolereert een grote variatie in chloride gehalte, heeft een aardig groot temperatuur verspreidingsgebied, en is te vinden in een grote verscheidenheid aan sedimenttypen (Wolff, 1973).

Polydora ligni (Webster, 1879)

Deze soort tolereert een grote variatie in chloridegehalte, komt in verschillende substraten voor maar prefereert meer modderige types met een gemiddelde korrelgrootte boven 4,00 ψ . De soort is een "suspension-feeder" (Wolff, 1973).

Tharyx marioni (Saint Joseph, 1894)

Deze soort komt in binnendijkse brakke wateren niet onder de 9-11 ‰ Cl^- voor. Hij is typerend voor modder en modderig zand. Hij is een "selective deposit feeder" (Wolff, 1973).

Ampharete acutifrons (Garbe, 1860)

Deze soort is een selective "deposit feeder", die het meest te vinden is in erg goed gesorteerd, fijn tot modderig zand (Wolff, 1973). Het is een soort die weinig gevoelig is voor het chloridegehalte van het water.

Arenicola marina (Linné, 1758)

Deze soort is een "non-selective deposit-feeder". Voor het voorkomen van A. marina mag men aannemen dat de zout condities tot op zekere hoogte gebufferd worden door sediment condities. De dichtheid van A. marina is gecor-

releerd met de rijkdom aan organisch materiaal in het sediment. Dit vindt men meestal in fijn sediment (Wolff, 1973).

Omdat A. marina vaak dieper in het sediment zit dan het bereik van de Birge-Ekman happer (+ 10 cm) is deze soort niet meegeteld.

Corophium spec.

Corophium is niet op soort gedetermineerd. De meeste Corophium soorten komen in water voor met een chloridegehalte tussen de 3-12^o/oo en kunnen gevonden worden op medium, fijn en modderig zand met een voorkeur voor de laatste twee. Alle Corophium soorten zijn "selective deposit feeders" (Wolff, 1973).

In de Westgeul komt Corophium optimaal voor in makrofyten vegetaties.

Sphaeroma rugicauda Leach, 1814

Dit is een mariene soort, die zijn optimale substraat conditie en voeding in de brakke gedeeltes van een estuarium vindt. Deze soort is vaak te vinden onder stenen, tussen vegetatie en op plekken met een zekere aanvoer van modder bezinksel (Wolff, 1973).

Chironomus salinarius (Kieffer)

Deze soort is typerend voor brakke wateren met een wat hoger chloridegehalte. Hij komt vaak voor in eutroof water. C. salinarius vindt men vaak in slibrijke bodems (Parma & Krebs, 1977).

Scrobicularia plana (Da Costa, 1778)

Deze soort is een mariene soort, die tolerant is voor verschillende chloride gehalten ($> 6^{\circ}/\text{oo Cl}^{-}$) van het water, maar het meest voorkomt in water met een chloridegehalte tussen 10-15^o/oo. Het is een "selective deposit-feeder", die zich echter bij hoogwater kan gedragen als een "suspension feeder".

De soort komt vaak voor in een sedimenttype met een constante aanvoer van fijn verdeeld organisch materiaal (Wolff, 1973).

Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)

Deze soort wordt in Z.W.-Nederland alleen in stilstaand brakke binnenwateren gevonden. Waterbewegingen zijn in deze wateren minimaal (< 1 cm/sec.). C. glaucum komt voor in wateren met een chloridegehalte tussen $4-5^{\circ}/\text{oo Cl}^-$ en $13^{\circ}/\text{oo Cl}^-$. C. glaucum is voor zijn voortplanting temperatuur afhankelijk (zomer temperatuur $> 20^{\circ}$ C).

Mya arenaria Linné, 1758

Deze soort is een "slow suspension-feeder". In het Deltagebied komt deze soort in een aantal brakke binnenwateren voor waar het chloridegehalte niet voor lange tijd onder de $5^{\circ}/\text{oo Cl}^-$ daalt.

M. arenaria komt hoofdzakelijk in modderig sediment voor, maar blijkt in alle soorten sediment te kunnen leven (Wolff, 1973).

Aangezien M. arenaria dieper dan het bereik van de Birge-Ekman happer in het sediment zit, is deze soort niet kwantitatief bepaald.

Hydrobia ulvae (Pennant, 1977)

Dit is een mariene soort die in brakke wateren met een chloridegehalte $> 3^{\circ}/\text{oo}$ voorkomt. Deze soort lijkt weinig substraat gebonden, maar tamelijk gevoelig voor waterbewegingen. Optimale ontwikkeling van deze soort vindt men op plekken met een modderig sediment (Wolff, 1973).

De kwantitatieve verspreiding van deze soorten over de monsters in de tijd vindt men in Tabellen IX t/m XIII. In deze Tabellen vindt men behalve de ratio's tussen het aantal individuen van de soorten in het monster en het totaal aantal individuen in het monster ook het totaal aantal individuen (T) en de diversiteit (D) per monster.

Men ziet dat het totaal aantal individuen is toegenomen, toen er met ingang van de oktober bemonstering over de zeef met een maaswijdte van $0,3$ mm is gespoeld. Vooral de Annelida en Corophium spec. namen in aantal toe.

Om na te gaan of dit aan het verschil in maaswijdte of aan seizoensinvloed op deze soorten toe te schrijven is, is in de maand december een aparte serie van 10 monsters genomen en wel willekeurig in de omgeving van monstertraject 2.

Deze serie is zowel door de zeef met maaswijdte van 1 mm en gelijktijdig door de zeef met maaswijdte van 0,3 mm gespoeld, en vervolgens apart geteld. Uit de resultaten in Tabel XIV kan men concluderen dat de toename van het aantal individuen voor een groot deel te wijten zal zijn aan de geringere maaswijdte van de gebruikte zeef. Hierdoor zijn de gegevens van augustus en september minder betrouwbaar.

Fig. 23 geeft het verloop van de diversiteit van de monsters en de gemiddelde diversiteit per traject in de tijd. Gemiddeld neemt de diversiteit per traject in de Westgeul en in de Braakman in noord-zuid richting iets af. De diversiteit van de monsters in de Westgeul zijn in het algemeen iets hoger dan in de Braakmankreek.

Zoals uit de gegevens in Tabellen IX t/m XIII blijkt, kunnen 7 van de 11 getelde soorten in alle monsters voorkomen. Alleen de ratio's van het aantal individuen van deze soorten ten opzichte van het totaal aantal individuen in de monsters kunnen uiteenlopen. Het gevolg hiervan is dat, wanneer men de monsters onderling op overeenkomst vergelijkt in een Trellis diagram, dit een onduidelijk beeld geeft, waar weinig conclusies uit getrokken kunnen worden. Figuur 26 is een voorbeeld van zo een Trellis diagram berekend uit de monstergegevens van oktober 1977.

Figuren 27, 28 en 29 zijn dendrogrammen berekend uit de monstergegevens van oktober, november, en december 1977. In deze dendrogrammen zijn 4 hoofdclusters (A, B, C en D) te onderscheiden.

Scrobicularia plana vindt men elke maand alleen in cluster A, Sphaeroma rugicauda komt elke maand vooral in cluster A voor, Tharyx marioni komt elke maand in cluster A optimaal voor. Deze soorten zijn dus kenmerkend voor cluster A. Uit de omschrijving van de soorten blijkt dat dit cluster (biotoop) A gekenmerkt wordt door soorten die van mariene aard zijn en te vinden zijn op plaatsen met een zekere aanvoer van fijn verdeeld organisch materiaal.

Corophium spec. komt elke maand in cluster B optimaal voor. Uit de soort omschrijving blijkt dat dit cluster (biotoop) gekenmerkt wordt door een soort, die minder gevoelig is voor chloridegehalte, maar vaak te vinden is in de makrofytenvegetatie.

Ampharete acutifrons komt elke maand optimaal in cluster D voor. Biotoop D wordt dus gekenmerkt door een soort, die het meest te vinden is in erg goed gesorteerd, fijn tot modderig zand en die weinig gevoelig is voor lagere chloride gehalten.

In cluster C zijn elke maand alle overige soorten te vinden. Dit biotoop wordt gekenmerkt door soorten die een grote ecologische amplitude hebben. In dit biotoop vindt men ook optimaal Oligochaeta.

Tabel XV geeft de frequentie van voorkomen en gemiddeld aantal indiv./ 100 cm² van kenmerkende soorten per biotoop.

Biotoop A vindt men elke maand in traject 1 en 2. Deze trajecten liggen beiden ten noorden van de Savoyaards weg en hebben met elkaar gemeen dat het chloridegehalte op die plaats het hoogst en het meest constant is.

Biotoop B vindt men in de Westgeul daar waar veel vegetatie in de vorm van wier of riet aanwezig is.

Biotoop D vindt men in de Braakmankreek op traject 7. Hier is het chloridegehalte lager dan in de Westgeul (gem. 5,7⁰/oo ten opzichte van gem. 11-12⁰/oo). De bodemsamenstelling voldoet aan de eisen die A. acutifrons hieraan stelt (erg goed gesorteerd fijn zand). In de monsters van traject 7 komt ook rietafval voor.

Biotoop C vindt men op de overige plaatsen zowel in de Westgeul als in de Braakmankreek.

Wanneer men de dendrogrammen van oktober, november en december 1977 met elkaar vergelijkt ziet men dat de biotopen per maand anders geclusterd worden.

In de maand oktober worden biotoop A en B en biotoop C en D met elkaar geclusterd. De kenmerkende soorten van biotoop A en B hebben met elkaar gemeen dat zij beide voor hun voedsel- en zuurstofvoorziening afhankelijk zijn van aanwezigheid van waterbewegingen en vegetatie, dus externe invloeden op watermilieu. De kenmerkende soorten van biotoop C en D zijn hiervan voor hun voedsel- en zuurstofvoorziening niet afhankelijk.

Het verschil tussen de kenmerkende soorten van biotoop A en B is dat die van biotoop A gevoelig zijn voor verschillende chloridegehalten en die van biotoop B hier minder gevoelig voor zijn. Het verschil tussen de kenmerkende soorten van biotoop C en D ligt in de voorkeur van A. acutifrons

voor erg goed gesorteerd, fijn tot modderig zand in combinatie met aanwezigheid van voedsel. De andere soorten vertonen deze preferentie niet. De milieufactoren die op de plaatsen van de verschillende biotopen voorkomen voldoen in oktober aan de eisen van de kenmerkende soorten.

In november valt biotoop C in tweeën uiteen: Biotoop C₁ wordt gekenmerkt door het optimaal voorkomen van Hydrobia ulvae. Biotoop C₂ wordt gekenmerkt door het optimaal voorkomen van Oligochaeta.

De kenmerkende soorten van biotoop A en C, hebben met elkaar gemeen dat ze gevoelig zijn voor fluctuaties in zoutgehalte. De kenmerkende soorten van biotoop B, C₂ en D hebben met elkaar gemeen dat ze minder gevoelig zijn voor zoutgehalte fluctuaties. Wanneer men het dendrogram van november met dat van oktober vergelijkt, ziet men dus dat er eerder op fluctuatie in zoutgehalte een onderscheid gemaakt wordt, hetgeen kan worden toegeschreven aan het dalen van het chloridegehalte in het water gedurende de maand november.

De kenmerkende soorten van biotoop A en C verschillen in hun voorkeur voor al dan geen bewegingen van het water. Biotoop A vindt men daar waar door opwelling van kwel en de afstroming hiervan, veel waterbewegingen zijn. Biotoop C vindt men op plaatsen die min of meer uit de stroomlijn van de Westgeul gelegen zijn. Het verschil en de overeenkomst in eisen van de kenmerkende soorten van biotoop B, C en D is al hiervoor besproken.

In het monster 1.1 werd in november in tegenstelling tot de maand ervoor wier aangetroffen, waardoor dit monster binnen biotoop B valt. In monster 3.2 zat deze maand geen wier en viel dus buiten biotoop B. Biotoop C₂ en D werden op dezelfde plaats gevonden als in oktober. Dit is in overeenstemming met de continuering van de aanwezigheid van voorwaarden voor het voorkomen van de kenmerkende soorten.

In december is biotoop B met D en C geclusterd. Aangezien in het zoutgehalte in deze maand grotere verschillen zijn ontstaan tussen het water ten noorden van de Savoyaardsweg en ten zuiden hiervan, is het verschil tussen biotoop A en de andere biotopen het grootst. Hierdoor wordt biotoop A met geen van de andere biotopen geclusterd. Zoals al eerder vermeld zijn

de kenmerkende soorten van biotoop A allen mariene soorten en zijn dus erg gevoelig voor fluctuaties en lager worden van het zoutgehalte.

Men ziet dus dat bij het dalen van het zoutgehalte van het water de invloed van deze parameter belangrijker wordt bij het vormen van de clusters.

Doordat door verkeerd zeefgebruik in augustus en september vaak de kenmerkende soorten van de biotopen ontbraken of in minder grote dichtheden aangetroffen werden, zijn deze monsters niet besproken.

III.4. Discussie

Uit het abiotische onderzoek is gebleken dat de Westgeul en de Braakmankreek verschillend zijn. De Braakmankreek behoort tot het mesohaliene milieu, de Westgeul tot het polyhaliene milieu.

De diversiteit van de monsters geeft weinig informatie over de verschillen in levensgemeenschappen. Doordat het aantal algemeen in dit gebied voorkomende soorten groot is, geeft ook de uitwerking van de monstergegevens in een Trellis-diagram weinig informatie. Numerieke analyse van de monstergegevens in een dendrogram daarentegen geeft wel inlichtingen.

Zoals in paragraaf III.1 reeds is betoogd, is de verspreiding van het macrobenthos afhankelijk van o.a. zoutgehalte. Het verschil in mesohalien en polyhalien milieu van de Braakmankreek en de Westgeul kan men in de dendrogramman niet terug vinden, maar wel het verschil tussen het mesohalien en polyhalien milieu van de Braakmankreek en het gedeelte van de Westgeul ten noorden van de Savoyaards weg.

Dat het deel van de Westgeul ten zuiden van de Savoyaardsweg niet op zoutgehalte gescheiden wordt van de Braakmankreek, kan gebaseerd zijn op het feit dat de dam tussen de Westgeul en de Braakmankreek, pas zo'n vier jaar geleden aangelegd is en dat het aquatische leven ondanks het toenemen van zoutgehalte nog onder invloed staat van het oude mesohaliene karakter. Een andere mogelijkheid is dat doordat het monstertraject direct achter de dijk tussen de Westgeul en de Braakmankreek gelegen is, de invloed van de Westgeul hier dusdanig is dat er geen onderscheid valt te maken tussen de

Westgeul ten zuiden van de Savoyaardsweg en monstertraject 6 in de Braakmankreek. In ieder geval blijkt dat wanneer in de wintermaanden het zoutgehalte daalt, deze parameter de belangrijkste rol gaat spelen in het vormen van clusters.

Een andere factor die invloed heeft op de verspreiding van het aquatische macrobenthos is de diepte van het water waar de monsters zijn genomen. Deze diepte varieerde van 25-90 cm. Verschil in diepte tussen de monsters onderling is niet terug te vinden in de clustering en heeft dus hier geen invloed op de verspreiding.

De bodemsamenstelling heeft een ondergeschikte functie in de vorming van de clusters.

De verspreiding van het benthos is afhankelijk van de aanwezigheid van voedsel. Door de stroming tengevolge van kwel en aflopend verhang, wordt voedsel aangevoerd in de vorm van fijn verdeeld organisch materiaal.

Doordat vanuit de bodem een sterk zuurstofverarmende werking op het water uitgaat, en tevens het chlorofylgehalte van het water in de Westgeul bijzonder laag is, is de zuurstofhuishouding van de Westgeul voor een deel afhankelijk van beluchting door stroming. Men ziet ook bij de duikers waar de stroming het sterkst is, een grote concentratie aan vrijzwemmende organismen.

IV. Enige aspecten ten aanzien van het beheer van de Westgeul

IV.1. Inleiding

Zoals in paragraaf I.1 reeds vermeld is, hebben zich na de afsluiting van de Braakman in het gebied rond de Westgeul levensgemeenschappen ontwikkeld die karakteristiek zijn voor een schraal (= voedselarm) overgangsmilieu van zout naar zoet. Deze ontwikkeling heeft kunnen plaatsvinden doordat er enerzijds sprake is van toevoer van zout kwelwater en anderzijds van lateraal zoet grondwater.

De omliggende landbouwgronden wateren op van de Westgeul gescheiden afwateringskanalen af, terwijl de omliggende bospercelen en houtwallen fungeren als bufferzone voor het gebied onder andere ten aanzien van inwaaiing van kunstmest: Er is derhalve geen sprake van vervuilende invloed van buitenaf. Aanvankelijk dachten natuurbeschermers (tot + de 2^{de} wereld-

oorlog), dat men de natuur alleen moest vrijwaren van menselijke invloeden. Nu echter weet men dat een gebied in vele gevallen niet aan z'n lot overgelaten kan worden. "Geen slechter beheer dan geen beheer". Daarom is een actief beheer noodzakelijk.

Ten noorden van de Savoyaards weg staat de vegetatie voornamelijk onder invloed van het polyhaliene grondwater (kenmerkende soorten o.a. *Salicornia europaea* en *Aster tripolium*. In dit gedeelte van de Westgeul kan men bij hoogtij in de Westerschelde vooral in de wintermaanden de meeste wadvogels waarnemen (o.a. zwarte- en groenpootruiter, bonte strandloper, wulp, kluut, dodaars, wintertaling, bokje, meerkoet, bergeend, wilde eend, zilver-, kap-, en mantel meeuw).

Vanaf de Savoyaardsweg tot + 600 m ten zuiden hiervan vindt men een vegetatie die kenmerkend is voor een overgangsmilieu van zout naar zoet met o.a. *Epipactis palustris*, *Parnassia palustris*, *Samolus valerandi*, *Plantago coronopus* en *Glaux maritima* (Westhoff e.a., 1973). Deze graslanden dienen in het voorjaar als broedplaats voor o.a. bergeend, tureluur, kievit, scholekster, kluut en waterhoen.

Ten zuiden van hiervoor omschreven gebied is geen vegetatiekundig onderzoek gedaan. Het grasland ten westen van de Westgeul is hier zeer vochtig, zoutminnende planten zijn hier slechts in het talud van de kreek in geringe mate aanwezig. Het grasland ten oosten van de Westgeul is droog met veel riet. Deze graslanden dienen in het voorjaar als broedplaats van kievit, scholekster en meeuwen. In deze omgeving wordt ook de ijsvogel regelmatig waargenomen.

OM DE HIERVOOR GENOEMDE LEVENSGEMEENSCHAPPEN TE BEHOUDEN DIENEN, ZEKER NUTTER SPRAKE IS VAN EEN INGRIJPENDE EXTERNE VERANDERING, BIOLOGISCH GEFUNDEERDE BEHEERSPLANNEN GEMAAKT TE WORDEN.

IV.2. Extern beheer

Extern beheer is in het algemeen gericht op het afhouden van ongewenste invloeden van buitenaf. Hierbij wordt bedoeld op een aantal zaken zoals:

- aanvoer van al of niet eutroof water,

- het aanplanten van exoten of het zich spontaan vestigen van exoten uit naburig gebied, bv. Amerikaanse vogelkers,
- de gevolgen, die recreatieve activiteiten van de mens hebben op flora en fauna,
- het inwaaien van kunstmest of het storten van vuil in het gebied.

Doordat in dit gebied de omliggende bospercelen en houtwallen als bufferzone voor het gebied fungeren en de omliggende landbouwgronden op een ander afwateringssysteem zijn aangesloten dan de Westgeul, heeft men geen maatregelen hoeven te nemen om schadelijke externe invloeden op de vegetatie en waterhuishouding te reguleren.

Nu er echter gevreesd moet worden dat de aanvoer van zout kwelwater achteruit zal gaan, dienen er maatregelen getroffen te worden om in geval van nood de waterspiegel van de Westgeul op peil te houden met water dat kwalitatief en kwantitatief minstens gelijk is aan de voormalige kwelstroom.

De concessie, verleend in 1975 om de Mosselbanken in te dijken, geeft de volgende oplossing: "De concessionaris draagt er zorg voor, dat op eerste aanschrijving van de commissie, bedoeld in het tweede lid, op zijn kosten en tot genoegen van de beheerder van het natuurgebied "De Westgeul" zijnde de Staat der Nederlanden (Financiën, Domeinen) een doelmatige, door een automatisch in- en uitschakelende elektromotor aangedreven bemalingsinstallatie van voldoende capaciteit, met alle toebehoren en bijkomende werken, waaronder inbegrepen aansluiting op elektrisch net, in bedrijfsklare toestand wordt opgesteld in een degelijk, afsluitbaar en van elektrische verlichting voorzien onderkomen van voldoende sterkte en duurzame constructie, zulks ter plaatse van de dam met afsluitbare duiker (Noot M.J.M.-L.: B op kaart 1) in de Westgeul op \pm 500 m bezuiden de Savoyaardsweg en ten behoeve van het bij gebleken noodzaak, kunstmatig op het peil van \pm N.A.P. + 0.10 cm brengen en behouden van het water in het aan de noordzijde van die dam gelegen geulvlak (Artikel 5, lid 1)".

Bij dit voorstel zijn de volgende kanttekeningen te zetten. Ten zuiden van beschreven dam B liggen (stroomafwaarts) twee kunstmatige dammetjes C en D (zie kaart 1) en nog een natuurlijke barriere, te weten in de bocht ten noorden van monstertraject 4. De waterloop van dam B naar monstertraject 4 is immers door opslag van het riet aan het verlanden. Bij de

hoogste waterstand in de Westgeul staat hier \pm 10 cm water, bij zakken van het peil staat hier een gedeelte droog.

Wanneer men de concessie letterlijk leest, doelt men hier op een pompje dat water over dam B hevelt. Wanneer men dit doet zal het waterpeil in het gebied ten zuiden van de dam dalen, wat niet aangevuld kan worden door water uit zuiderlijker gebieden vanwege het aflopend verhang in zuidelijke richting. De eerder omschreven barriere zal zich dan verder ontwikkelen en er zal dus snel niets meer te pompen zijn. Afgezien van technische moeilijkheden van het letterlijk opvolgen van de concessie, zijn dus aan dit voorstel ook biologische bezwaren verbonden.

In de bijlage bij de concessie heeft men het over het opmalen van water uit de (vrij zoute) Braakmanboezem. Wanneer men bv. bij dam D het oppervlaktewater van de Braakmankreek op zou pompen dan verschilt dit water kwalitatief enorm van het kwelwater. Immers het Braakmanoppervlakte water is mesohalien en het kwelwater is polyhalien (zie II.4). Bovendien staat het Braakman oppervlakte water onder invloed van vervuiling (recreatie, afwatering van omliggende polders en Elisabethkanaal in België), terwijl het kwelwater door de grond gezuiverd wordt van verontreiniging.

Vanwege het bovenstaande en aangezien er in de toelichting op de concessie gesproken wordt over het opmalen van water uit de (vrij zoute) Braakmanboezem zijn door de beheerder (Staatsbosbeheer) de volgende alternatieven voorgesteld (kaart 2):

Alternatief 1: Pompinstallatie op de plaats zoals omschreven in de concessie (art. 5, lid 1). Het op te malen water is in dit alternatief afkomstig uit het meer dan 10 m diepe gedeelte van de Braakmankreek en wordt via een buisleiding naar het noordeinde van de Westgeul gepompt, hier belucht en in de Westgeul gepompt.

Bij dit alternatief kan het volgende commentaar worden geplaatst. Ten eerste zal er een pijpleiding door het natuurreservaat gelegd moeten worden, waarbij, hoe voorzichtig men dit ook doet, enorme schade aangebracht zal worden. Ten tweede zal ook dit dieptewater kwalitatief te veel van het kwelwater verschillen (vervuilings invloeden, andere chemische samenstelling, zoutgehalte met nog onbekende fluctuaties gedurende het jaar) om naast niveau ook de chemische parameters te beheersen. Ten derde zijn er plannen in voorbereiding om de Braakmankreek ten behoeve van de recreatie uit te bag-

geren, waardoor er een grotere vermenging van de waterlagen zal ontstaan. Eventuele zoutwaterlagen in de diepere gedeeltes kunnen vermengd worden met minder zout water van de oppervlakte.

Alternatief 2: Pompinstallatie bij de sluizen in de Wevelswaalsdijk (Braakmankreek). Bij dit alternatief wil men zout water uit de ondergrond van de Braakmankreek ten westen van de sluizen oppompen en via een open of gedeeltelijk gesloten systeem naar de noordzijde van de Westgeul transporteren.

Er is hier uitgegaan van de theorie dat in de ondergrond van de Braakmankreek een waterdoorlatende laag aanwezig is, die door zoute kwel uit de Westerschelde aangevuld wordt. Een geo-electrische sondering heeft uitgewezen dat ter plaatse het zoutgehalte van het grondwater al op geringe diepte onder de kreekbodem de concentratie van de Westerschelde benadert. Wanneer men voor dit alternatief kiest, is het wenselijk om voor het uitvoeren hiervan ter plekke grondboringen te verrichten om de water doorlatende laag te localiseren en dit diepe grondwater te analyseren op diverse parameters, onder meer zuurstof, zwavelwaterstof, nutriënten en wellicht zware metalen.

Een ander alternatief waarover te denken valt is om een pompinstallatie bij de Westerscheldedijk aan de Paulinapolders te plaatsen. Bij dit alternatief zou het vroegere kwelwater zo nauwkeurig mogelijk te benaderen zijn door ook hier de watergeleidende laag aan te boren. Ook bij dit alternatief is het wenselijk om voor de uitvoering een gericht geo-morfologisch en geo-chemisch onderzoek te verrichten. Er moet worden opgemerkt dat dit alternatief, overigens net zoals alternatief 2 van Staatsbosbeheer buiten de concessie valt.

Voor welk alternatief men uiteindelijk ook kiest, er dient rekening te worden gehouden met het feit dat aan het aangevoerde water voor het handhaven van de biologische rijkdom in de Westgeul strenge kwaliteitseisen gesteld dienen te worden. Verder is het voor het biologische leven in de Westgeul noodzakelijk dat het water met het verhang mee van noord naar zuid blijft stromen. Wanneer men het water, voordat het de Westgeul instroomt belucht, zal de zuurstofhuishouding van de Westgeul verbeterd worden, wat een positieve weerslag zal hebben op het biologisch milieu.

Gezien het feit dat het zoutgehalte en waterniveau in de Westgeul nog niet gedaald is (zie II.4), is het wenselijk en nu nog mogelijk om verder te onderzoeken met welke hoeveelheid en welke kwaliteit het toe te voeren water het oude kwelwater systeem zoveel mogelijk benaderd.

IV.3. Intern beheer

Het intern beheer dient zich in het algemeen te richten op het behouden van de waardevolle elementen en de ontwikkeling van potenties. Van Leeuwen (1966) stelde een aantal grondregels op voor het botanisch beheer:

1. stabiliteit van de methodiek (oude methoden zoveel mogelijk handhaven),
2. isolatie door afstand (indien mogelijk bevordering van het ontstaan van ruimtelijke gradiënten in de mate van menselijke beïnvloeding),
3. kleinschaligheid (ingrijpen in het te regelen ecosysteem dient geleidelijk plaats te vinden en op kleine oppervlakten tegelijk).

Ook bij het intern beheer spelen over het algemeen verscheidene aspecten een belangrijke rol zoals:

- regulaties van grondwaterstanden indien noodzakelijk
- toepassing al dan niet van bestrijdingsmiddelen
- handhaven van beschutting, windsingels
- aanbrengen van afrasteringen en voorzieningen in verband met menselijke invloeden
- het kappen van houtwallen, het maaien van graslanden, het afvoeren van al het materiaal, enz.

Aangezien de verwachting is dat er ten aanzien van de waterhuishouding in het gebied externe veranderingen gaan optreden, dient men een zeer gericht intern beheer te voeren.

Vanuit de bodem is er in de Westgeul een sterke zuurstofbindende invloed. Wanneer er geen stroming meer in de Westgeul zou zijn, zou een groot deel van het vrij in het water bewegend biologisch leven verdwijnen. Deze conclusie kan men trekken uit het feit dat de grootste dichtheden in populatie van vissen en steurgarnalen zich voornamelijk ophouden bij de duikers, waar door de stroming aeratie optreedt.

Afgezien van de achteruitgang in diversiteit van de hydrofauna, zal bij stilstaand water de zuurstofverarmende werking van de bodem zo groot zijn dat er veel H_2S gevormd kan worden, dat een grote stinkende waterplas

tot gevolg zou hebben. Dit verschijnsel is reeds een paar keer geconstateerd bij het langdurende afsluiten van de duikers.

Om deze stroming te reguleren zal, behalve aanvoer van buitenaf (zie IV.2), er voor gezorgd moeten worden dat er stuwings van het water optreedt. Dit is al voor een deel gerealiseerd via de aanleg van dammetjes met duikers al of niet voorzien van een afsluitmechanisme. Het functioneren van deze duikers is niet optimaal gebleken (o.a. dichtslibben met rietafval e.d.). Het is aan te raden dit beheer te verbeteren, desnoods via een andere technische oplossing b.v. overloopstuwen.

Voor de Braakmankreek is een peilbeheersing toegepast en wel zodanig dat het peil in de zomer hoger is dan in de winter. In dam D in de Westgeul nu is een duiker aangebracht die bij zomerpeil in de Braakmankreek onder het wateroppervlakte ligt. De kans bestaat dus, dat wanneer het peil van de Westgeul lager is dan in de Braakmankreek, er water van de Braakmankreek de Westgeul binnenkomt. Zoals al eerder in dit rapport is betoogd (o.a. in IV.2) dient men dit te voorkomen vanwege eventuele vervuiling en verschillen in zoutgehalte. Het aan te raden peil in de Westgeul zou dus minimaal gelijk moeten zijn aan dat van de Braakmankreek. Voor het instandhouden van de stroming is een iets hoger zomerpeil in de Westgeul wenselijk. Bij natuurlijke omstandigheden is het waterpeil in een watergang in de winter altijd hoger dan in de zomer. Bij de hele waterpeilbeheersing van de Westgeul dient men vanwege botanische belangen naar een zo constant mogelijk peil te streven met een beperkte fluctuatie in zomer- en winterpeil en zich rekenschap te geven van de waterpeilbeheersing van de Braakmankreek. Bij het op winterpeil brengen van de Braakmankreek dient de verbinding met de Westgeul dicht te zijn in verband met leegstroming.

Naast een waterpeilbeheersing dienen er ook maatregelen getroffen worden ten aanzien van botanisch beheer. Rond de oevers van de Westgeul hebben zich schrale (= voedselarme) graslanden ontwikkeld. Om deze instand te houden behoren deze één keer per jaar na bloei gemaaid te worden en het maaisel direct om voedselverrijking tegen te gaan, afgevoerd te worden (Sloet v. Oldruitenborgh & Gleichman, 1974). Bij het maaien kan zeker in de vochtige graslanden geen gebruik gemaakt worden van zware materialen; het beste is maaien met de hand. Om de kosten die dit met zich mee brengen te drukken, kan men hier vrijwilligers (bv. ANWB-werkkampen) inschakelen.

Een andere mogelijke beheersmaatregel is beweiding. Voor permanente beweiding is het totale grasland oppervlakte te gering. Oosterveld (1975) wijst erop dat een oppervlakte van 30 ha het minimum is. Wanneer men dus tot beweiding over wil gaan, kan men dit maar voor een korte periode na de bloei van het grasland toepassen. Verder dient men eens per jaar de rietkraag langs de Westgeul te maaien en af te voeren om verlanding van het gebied tegen te gaan.

Wat betreft het faunistische beheer het volgende:

In de bospercelen wordt gedurende de wintermaanden gejaagd. Hier tegen is geen bezwaar zolang dit niet te frequent gebeurt, gezien de verstorende invloed.

Om de vogelstand op peil te houden, moet er broedgelegenheid aanwezig zijn in de vorm van open stukken grasland voor bv. de visdief. Dit kan men verder ontwikkelen door het grasveld van dam C eens per jaar helemaal te maaien en het maaisel direct af te voeren.

V. Slotbeschouwing

Om vast te kunnen stellen of de inpoldering van de Mosselbanken invloed heeft op het milieu van de Westgeul is met dit onderzoek een begin gemaakt met een inventarisatie van het ecosysteem. Uit de bepaling van de fysisch/chemisch factoren is gebleken dat er sinds 1967 nog geen veranderingen in zoutgehalte zijn opgetreden. Hieruit kan men aflezen dat de inpoldering van de Mosselbanken nog geen invloed op de samenstelling van het kwelwater heeft en dus ook nog niet op de levensgemeenschappen. Men mag hierdoor aannemen dat de gegevens verkregen uit dit onderzoek de oorspronkelijke toestand van voor de inpoldering dicht benaderen.

Om een goed beeld van het ecosysteem te krijgen is het noodzakelijk de inventarisatie gedurende minstens een jaar te vervolgen. Met dit vervolg onderzoek is reeds een begin gemaakt. De werkzaamheden zijn uitgebreid met een onderzoek naar zoutgehalte van het grondwater en jaarlijkse vegetatie opnames in zg. permanente kwadraten (PQ's).

Aangezien er nog geen invloed van het opspuiten van de Mosselbanken op het ecosysteem van de Westgeul geconstateerd is, is het niet noodzakelijk om binnen zeer korte termijn een beslissing te nemen ten aanzien van

het externe beheer voor waterkwaliteit of peil. Wel kan men nu onderzoeken voor welk voorstel genoemd in IV.2 gekozen moet worden om de biologische rijkdom van de Westgeul te verzekeren. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen welke hoeveelheden water van juiste kwaliteit toegevoerd dienen te worden.

VI. Samenvatting - Summary

In de periode augustus-december 1977 is een kwalitatief en kwantitatief onderzoek verricht naar de chemie en de benthosfauna van het natuurreserveaat de Westgeul in Zeeuws-Vlaanderen.

De biologische rijkdom van dit gebied wordt ondermeer bepaald door de aanwezigheid van zout-zoet grenssituaties welke in stand blijven vanwege zoute kwel vanuit de Westerschelde. Door het recent inpolderen van een schorregebied (de Mosselbanken) aan de zeekant van de Westgeul bestaat de mogelijkheid van een verandering in kwel en dus een aantasting van de natuurwetenschappelijke waarde van het gebied.

De doelstelling van het onderzoek was nu het beschrijven van de huidige chemische en biologische situatie. De beschrijving baseert zich op wekelijks chemische bemonsteringen (Cl^- , O_2 , Fe, N-NH_3 en chlorofyl) op een 8-tal stations in de Westgeul en de aangrenzende Braakmankreek en op maandelijks kwantitatieve bemonstering van het macrobenthos op een 7-tal raaien. Tevens zijn incidentele waarnemingen verricht naar kwel en naar granulaire bodemsamenstelling.

De resultaten van het chemisch/fysisch onderzoek tonen

- de aanwezigheid van chloride-, ijzer-, ammonium- en chlorofyl-gradienten in de Westgeul
- vrij aanzienlijke verschillen in waterkwaliteit tussen de Westgeul en de Braakmankreek
- het polyhaliene karakter van de Westgeul en het α -mesohaliene karakter van de Braakmankreek
- een vrij aanzienlijke kwel
- voor zover vergelijking met oude gegevens mogelijk is, weinig of geen verandering in de toestand, hetgeen betekent dat de huidige situatie als nulfase kan worden beschouwd.

De makrobenthosfauna telt minstens een 14-tal soorten. Bij vergelijking van de kwantitatieve gegevens zijn een aantal technieken toegepast (diversiteitsindex, Trellis diagram, cluster analyse), waarvan de clusteranalyse het meest bruikbaar bleek. Voor de duidelijk onderscheidbare clusters waren enkele soorten kenmerkend. In de clustersamenstelling blijkt gedurende het verloop van het seizoen een verandering op te treden, gecorreleerd met veranderingen in zoutgehalte. Zoutgehalte blijkt voor de samenstelling van het benthos een belangrijke factor te zijn. Het onderzoek wordt voortgezet tot minstens een jaarcyclus is verkregen.

Tenslotte zijn enkele opmerkingen gewijd aan het meest gewenste interne en externe beheer van het natuurreservaat. Het beschikbaar komen van een beheersplan wordt benadrukt.

During the period August-December 1977 a quantitative and qualitative research programme was made of the chemical composition and to the macrobenthos of the nature reserve "De Westgeul"(Zeeuws Vlaanderen).

The biological value of this area is regulated by seepage of saltwater causing salt-fresh transition zones. Recently a salt-marsh area on the seaward side of the "Westgeul" was reclaimed and this might result in a change in the seepage regime and thus a degeneration of the biological value of the Westgeul.

The aim of the study was to describe the present chemical and biological situation. This description is based on weekly chemical analysis (Cl^- , Fe, O_2 , N-NH_3 and chlorofyl) from samples collected of 8 locations in the Westgeul and the neighbouring Braakmancreek and on monthly quantitative sampling of the macrobenthos over 7 transects.

The results of this physico-chemical research programme show

- the presence of chloride-, iron-, ammonium- and chlorophyl-gradients in the Westgeul
- considerable differences in water quality between Westgeul and Braakman
- the polyhaline character of the Westgeul and the α -mesohaline character of the Braakman
- considerable seepage
- little or no change in the present situation in comparison with earlier data. This means that the present situation can be seen as the base line for further studies.

There were at least 14 species in the macrobenthos fauna. In comparing the quantitative data a number of techniques have been applied (diversity index, Trellis diagram, cluster analysis). The cluster analysis proved to be the most appropriate. Some species were characteristic for clear separated clusters. The clustercomposition shows a clear rearrangement during the season, correlated with changes in salinity. Salinity proved to be a key-factor for the benthos diversity. The research is being continued to complete a one year cycle.

At the end of this report some notes are given about the most appropriate internal and external management of the nature reserve. The necessity of having a satisfactory management programme is emphasised.

VIII. Literatuur

- Bogaards, R.H., J.W. Francke & S. Parma, 1978. Chemische en biologisch onderzoek in nederlandse brakwaterplassen. 1. De Kreek bij Westkapelle. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke. Rapporten en Verslagen 1978-10.
- Heerebout, G.R., 1970. A classification system for isolated brackish inland waters, based on median chlorinity and chlorinity fluctuation. *Neth. J. Sea Res.* 4: 494-503.
- Hoogenhout, H., 1972. Beheersplannen voor natuurterreinen. *Ned. Bosb. Tijds.* 44: 51-59.
- Johnson, R.G., 1970. Variations in diversity within benthic marine communities. *Amer. Natur.* 104: 285-300.
- Koulman, J.G. & W.J. Wolff, 1977. The Mollusca of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area. V. The Cardiidae. *Basteria* 41: 21-32.
- Leeuwen, C.G. van, 1966. Het botanisch beheer van natuurreservaten op structuuroecologische grondslag. *Gorteria* 3: 16-28.
- Levings, C.D., 1975. Analyses of temporal variation in the structure of a shallow-water benthic community in Nova Scotia. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 60(4): 449-470.

- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1975. De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater. Indicatief Meerjarenprogramma 1975-1979. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, 92 pp.
- Mountford, R.K., A.F. Holland & J.A. Mihursky, 1977. Indification and description of macrobenthic communities in the Calvert Cliffs Region of the Chesapeake Bay. *Chesapeake Science* 18(4): 360-369.
- Oosterveld, P., 1975. Beheer en ontwikkeling van natuurreservaten door begrazing. *Natuur en Landschap* '75/6: 161-171.
- Orloci, L., 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. *J. Ecol.*, 55: 193-206.
- Parma, S. & B.P.M. Krebs, 1977. The distribution of chironomid larvae in relation to chloride concentration in a brackish water region of the Netherlands. *Hydrobiologia* 52: 117-126.
- Pauw, N. de, J. Verloove, c.s., 1977. Onderzoek naar de waterkwaliteit in Noord- en Zeeuws-Vlaanderen. In: *De Gouden Delta 3* (Ed. H. Gijsels), Wageningen. Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie. p. 50-88.
- Redeke, H.C., 1933. Über den jetzigen stand unserer Kenntnisse der Flora und Fauna des Brackwassers. *Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 6: 46-61.
- Sanders, H.L., 1960. Benthic studies in Buzzards Bay III. The structure of the soft-bottom community. *Limnol. Oceanogr.* 5: 138-153.
- Sloet van Oldruitenborgh, C.J.M. & J.M. Gleichman, 1974. Over milieu, vegetatie en beheer van wegbermen op arme gronden. *Contact-bl. Oecol.* 10(4): 10-17.
- Thomas, M.L.H. & G.N. White, 1969. Mass mortality of estuarine fauna at Bideford, P.E.I., associated with abnormally low salinities. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 26: 701-704.
- Venice Resolution, 1959. Symposium on the classification of brackish waters. Final resolution. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 11 (suppl.): 243-245.

- Wal, J. van der, 1977. Relations between Nipigon Bay benthic macroinvertebrates and selected aspects of their habitat. J. Fish. Res. Bd. Canada 34: 824-829.
- Weerd, B. v.d., 1965. Apparatuur voor het meten van slootkwel. Cultuurtechn. Tijds. (jrg. 4) 6: 238-244.
- Weerd, B. v.d., 1972. De te verwachten gevolgen van een inpoldering van de Mosselbanken voor de opbrengst van de belangrijkste landbouwgewassen in de Paulina-, Elisabeth-, en Braakmanpolder. Inst. Cultuurtechn. en Waterhuish. Wag. nota 678.
- Westhoff, V. e.a., 1973. Wilde planten I, Amsterdam. Ver. tot Behoud van Natuurmonumenten.
- Wilderom, M.H., 1973. Tussen afsluitdammen en deltadijken IV. Vlissingen, M.H. Wilderom.
- Wolff, W.J., 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse, and Scheldt. Zool. Verh. Leiden, no. 126.
- Young, D.K. and D.C. Roads, 1971. Animal-sediment relations in Cape Cod Bay Massachusetts I. A transect study. Mar. Biol. 11: 242-254.

Tabel I. Diepte in cm van de diverse monsterlocaties

	monstertraject						
	1	2	3	4	5	6	7
monsterpunt 1	25	40	35	40	30	55	50
2	25	40	75	40	50	35	90
3	25	40	35	37	60	35	

Tabel II. Gemiddelde korrelgrootte (ψ) en sortering van het substraat op de diverse monsterlocaties

	monstertraject						
	1	2	3	4	5	6	7
monsterpunt 1	2.71	3.11	2.72	2.63	3.07	2.78	2.67
2	2.60	3.17	2.63	2.56	3.12	2.77	2.65
3	2.63	3.04	2.93	2.57	2.63	2.73	

korrelgrootte

	monstertraject						
	1	2	3	4	5	6	7
monsterpunt 1	.42	.56	.62	.43	.66	.36	.35
2	.40	.49	.39	.39	.57	.35	.36
3	.39	.40	.42	.40	.65	.33	

sortering

Tabel III. Gemiddelde kwel per uur in mm op 2 stations aan de noordzijde van de Westgeul (zie kaart 1).

	monstertraject	
	1	2
aug.	34.8	21.2
sep.	79.6	22
okt.	96	45

Tabel IV. Chloridegehalten in $^{\circ}/_{oo}$ op de diverse trajecten (1-8) over de periode augustus-december 1977. Per maand is het gemiddelde per traject weergegeven (er is om de 14 dagen gemonsterd). Het totaal gemiddelde is berekend over alle veertiendaagse gegevens.

	monstertraject							
	1	2	3	4	5	6	7	8
aug.	12.9	12.9	10.6	11.4	12.0	6.3		6.8
sep.	12.7	12.6	12.6	12.7	12.3	6.8	6.7	7.2
okt.	12.7	13.4	12.7	12.2	12.3	7.8	7.1	7.9
nov.	11.4	11.2	10.3	9.3	10.3	7.3	4.9	7.2
dec.	10.3	10.1	9.4	8.7	8.5	3.5	2.3	3.4
gem.	12.0	12.0	11.0	10.7	10.9	6.3	5.7	6.0

Tabel V. Zuurstofverzadigingspercentage op diverse trajecten (1-8) over de periode augustus-december 1977. Per maand is het gemiddelde per traject weergegeven (er is om de 14 dagen gemonsterd). Het totaal gemiddelde is berekend over alle veertiendaagse gegevens.

	monstertraject							
	1	2	3	4	5	6	7	8
aug.	55	37.5	39.5	40.5	55.5	124		82.5
sep.	68	61	57	65	68	97	113	81
okt.	90.5	91.5	72	87	115.5	107	120.5	95
nov.	89	94.5	76	92	106	110	88	97.5
dec.	92.5	89.5	81	73.5	93	102	97	72
gem.	80.2	76.5	65.8	73.5	89.7	112.5	100.7	93.3

Tabel VI. IJzergehalte (Fe) in mg/l op de diverse trajecten (1-8) over de periode augustus-december 1977. Per maand is het gemiddelde per traject weergegeven (er is om de 14 dagen gemonsterd). Het totaal gemiddelde is berekend over alle veertiendaagse gegevens.

	monstertraject							
	1	2	3	4	5	6	7	8
aug.	4.4	3.5	3.7	1.9	1.7	0.7		0.5
sep.	1.5	2.7	1.8	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6
okt.	0.9	0.7	0.8	1.5	0.7	0.7	0.8	1.0
nov.	2.6	1.2	0.6	0.7	0.9	0.5	0.2	0.6
dec.	0.9	0.7	0.4	0.5	0.3	0.2	0.5	0.6
gem.	2.12	1.64	1.4	1.08	0.83	0.63	0.85	0.3

Tabel VII. Ammoniumgehalte (N-NH_3) in mg/l op de diverse trajecten (1-8) over de periode augustus-december 1977. Per maand is het gemiddelde per traject weergegeven (er is om de 14 dagen gemonsterd). Het totaal gemiddelde is berekend over alle veertiendaagse gegevens.

	monstertraject							
	1	2	3	4	5	6	7	8
aug.	0.30	0.23	0.28	0.17	0.06	0.03		0.03
sep.	0.35	0.13	0.10	0.25	0.03	0.02	0.03	0.02
okt.	0.25	0.19	0.14	0.09	0.04	0.02	0.02	0.05
nov.	0.55	0.38	0.48	0.20	0.17	0.27	0.51	1.66
dec.	1.14	1.09	0.88	0.76	0.52	0.85	0.95	0.86
gem.	0.55	0.46	0.41	0.34	0.18	0.30	0.41	0.42

Tabel VIII. Chlorofylgehalte in mg/l op de diverse trajecten (1-8) over de periode augustus-december 1977. Per maand is het gemiddelde per traject weergegeven (er is om de 14 dagen gemonsterd). Het totaal gemiddelde is berekend over alle veertiendaagse gegevens.

	monstertraject							
	1	2	3	4	5	6	7	8
aug.	11.6	5.9	7.4	9.7	13.6	113.0		109.6
sep.	8.9	1.5	4.6	8.9	15.1	15.3	14.8	23.2
okt.	6.8	2.7	7.1	10.8	6.8	28.0	29.8	31.2
nov.	1.8	1.1	2.7	2.3	9.8	79.1	65.5	41.2
dec.	2.9	0.7	2.2	1.6	5.0	17.8	15.8	23.8
gem.	5.4	2.7	4.4	6.0	9.0	46.1	28.5	42.2

Tabel X. Kwantitatief voorkomen van de soorten per monsterplaats (1.1; 1.2.....) in september 1977.

Gegeven zijn: - de ratio's tussen het aantal individuen per soort per monsterplaats en het totaal

aantal individuen op deze monsterplaats

- de diversiteitsindex (Shannon-Wiener) (D)

- het totaal aantal individuen (T)

monsters

	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	7.1	7.2
1. C. glaucum	.06	.02	.03	.05	.01	.02	.01		.01						.01					.01
2. S. plana	.02	.01	.05	.15	.03	.31														
3. H. ulvae	.21	.15	.11	.40	.30	.16	.05	.06	.14	.38	.25	.30	.73	.60	.02	.56	.56	.73	.53	.08
4. C. spec.	.10	.03	.54	.25	.35	.29	.39	.33	.22	.46	.22	.02			.86					1
5. S. rugicauda	.01			.01	.01	.01									.01					3
6. Ch. salinarius				.01	.01		.04	.07	.10	.03				.02	.01			.03	.01	1
7. N. diversicolor	.07	.05	.05	.09	.14	.05	.08	.14	.14	.13	.37	.38	.19	.26	.06	.40	.41	.15	.12	.01
8. Oligochaeta	.08	.01		.01	.01		.03	.41	.08		.01	.11	.02	.02	.01	.04	.03	.10		.05
9. P. ligni		.06	.05	.02	.05	.03	.41		.29	.03	.13	.04	.06	.10	.04					.01
10. T. marioni	.46	.68	.18	.03	.12	.12			.02			.16	.01		.01					
11. A. acutifrons															.02			.19	.75	
D	2.3	1.6	2.1	2.4	2.5	2.4	2.0	2.0	2.6	1.6	2.1	2.1	1.2	1.5	1.2	1.2	1.1	1.2	1.8	1.0
T	230	354	399	705	580	528	414	239	222	72	101	56	137	57	1258	45	32	40	101	239

Tabel XIV. Absoluut en procentueel verschil in individuen tussen monsters gezeefd over zeven met maaswijdte van 0.3 mm en 1.0 mm.

De cijfers zijn gebaseerd op totalen van 10 monsters, genomen in de omgeving van traject 2.

	toename in aantal	
	absoluut	%
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0	0
<i>Scrobicularia plana</i>	1	0.1
<i>Hydrobia ulvae</i>	30	1.6
<i>Corophium spec.</i>	24	45.3
<i>Sphaeroma rugicauda</i>	0	0
<i>Chironomus salinarius</i>	9	36.0
<i>Nereis diversicolor</i>	622	58.7
<i>Oligochaeta</i>	1354	81.7
<i>Polydora ligni</i>	355	70.4
<i>Tharyx marioni</i>	1268	36.9
Totaal aantal	3764	39.4

Tabel XV. Frequentie van voorkomen (F) en gemiddeld aantal individuen per 0.1 m^2 (\bar{x}) van kenmerkende soorten per biotoop.

maand	biotoop A			biotoop B		
	soort	F	\bar{x}	soort	F	\bar{x}
oktober 1977	Scrobicularia plana	(2)	100	Corophium spec.	(4)	100
	Sphaeroma rugicauda	(5)	83			
	Tharyx marioni	(10)	100			
november 1977	Scrobicularia plana	(2)	80	Corophium spec.	(4)	100
	Sphaeroma rugicauda	(5)	80			
	Tharyx marioni	(10)	100			
december 1977	Scrobicularia plana	(2)	83	Corophium spec.	(4)	100
	Sphaeroma rugicauda	(5)	100			
	Tharyx marioni	(10)	100			
maand	biotoop C			biotoop D		
	soort	F	\bar{x}	soort	F	\bar{x}
oktober 1977	Hydrobia ulvae	(3)	100	Ampharete acutifrons	(10)	100
	Nereis diversicolor	(7)	100			
	Oligochaeta	(8)	100			
november 1977	Hydrobia ulvae	(3)	100	Ampharete acutifrons	(10)	100
	Nereis diversicolor	(7)	100			
	Oligochaeta	(8)	100			
december 1977	Hydrobia ulvae	(3)	100	Ampharete acutifrons	(10)	100
	Nereis diversicolor	(7)	100			
	Oligochaeta	(8)	100			

Onderschriften:

Kaart 1 : Overzicht van Westgeul en Braakmankreek

1 t/m 8 : monstertrajecten

A - D : barrières (dammetjes met duikers)

I - II : plaats van kwelmeting

Kaart 2 : Alternatieven, geopperd door Staatsbosbeheer, inzake het handhaven van waterpeil en zoutgehalte in de Westgeul door middel van het inbrengen van zout water.

Fig. 1- 8: Seizoensfluctuaties in chloridegehalte en temperatuur op monsterpunten 1 t/m 8 (zie kaart 1).

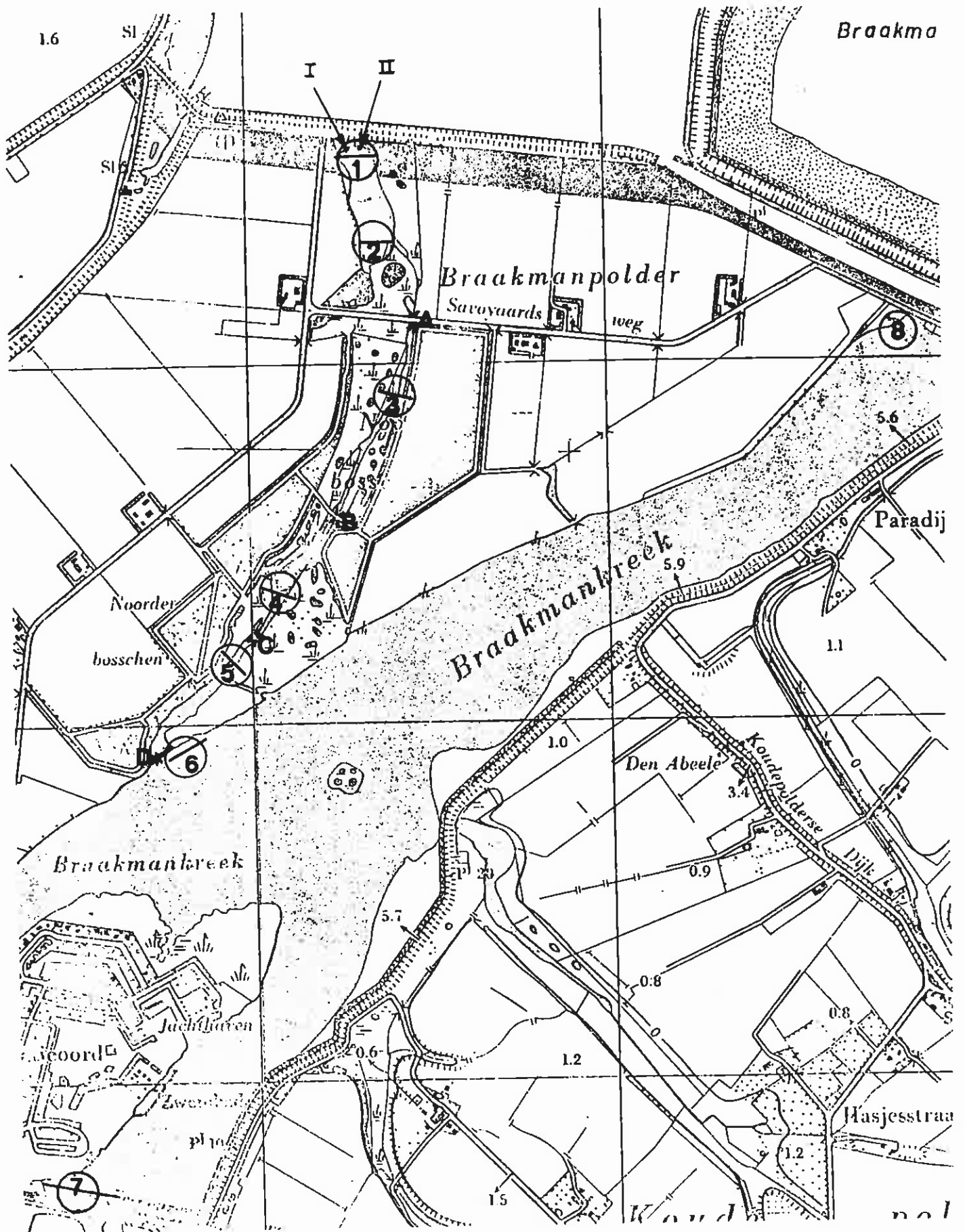
Fig. 9-16: Seizoensfluctuaties in zuurstofconcentratie en zuurstofverzadigingspercentage op monsterpunten 1 t/m 8 (zie kaart 1).

Fig. 17-24: Seizoensfluctuaties in chlorofyl, ijzer en ammonium op monsterpunten 1 t/m 8 (zie kaart 1).

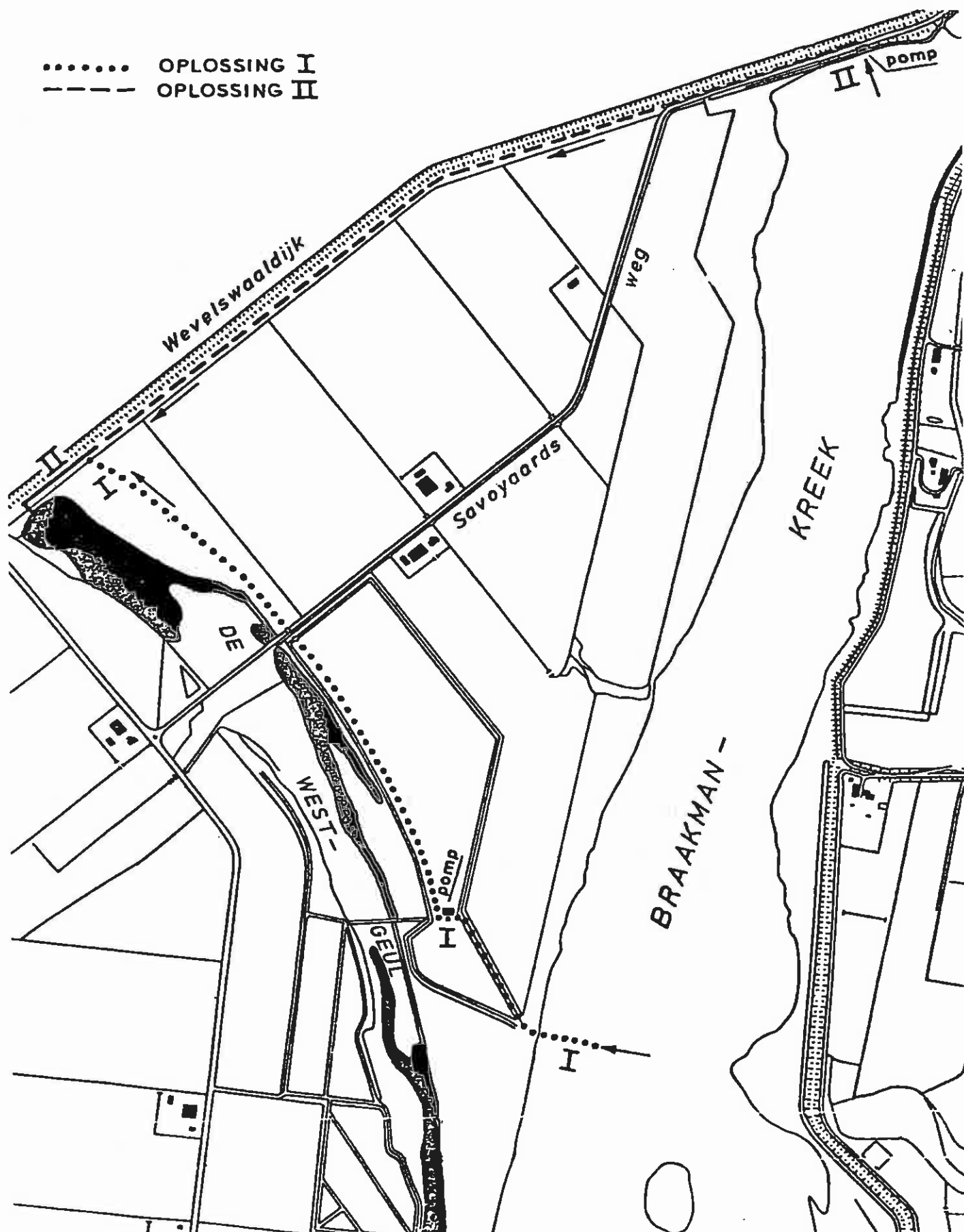
Fig. 25 : Variatie in diversiteitsindex op de verschillende trajecten en het verloop in het seizoen.

Fig. 26 : Trellis diagram gebaseerd op de monsters uit de gegevens van oktober 1977.

Fig. 27-29: Dendrogrammen gebaseerd op clusteranalyses van gegevens uit oktober, november en december 1977.



Kaart 1. Overzicht Westgeul.



Kaart 2. Alternatieve voorstellen S.B.B.

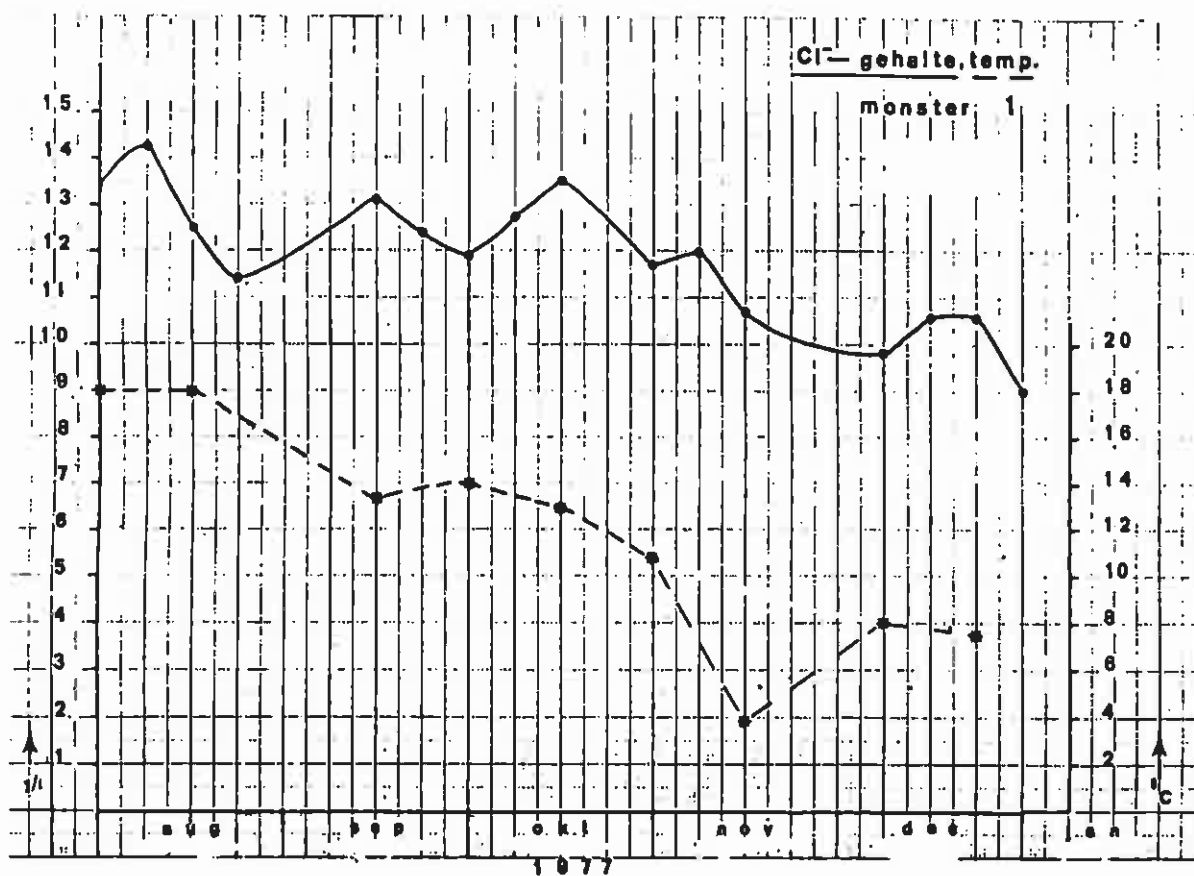


Fig. 1

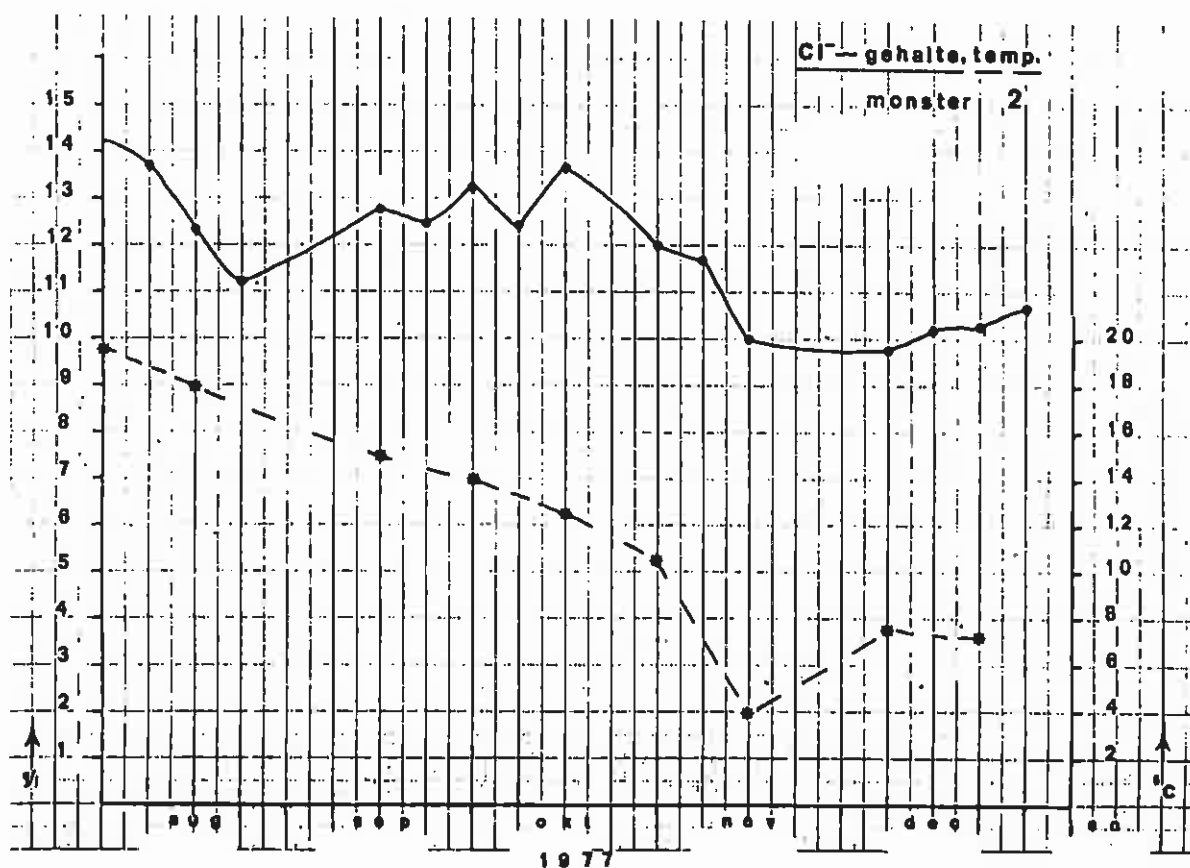


Fig. 2



Fig. 3

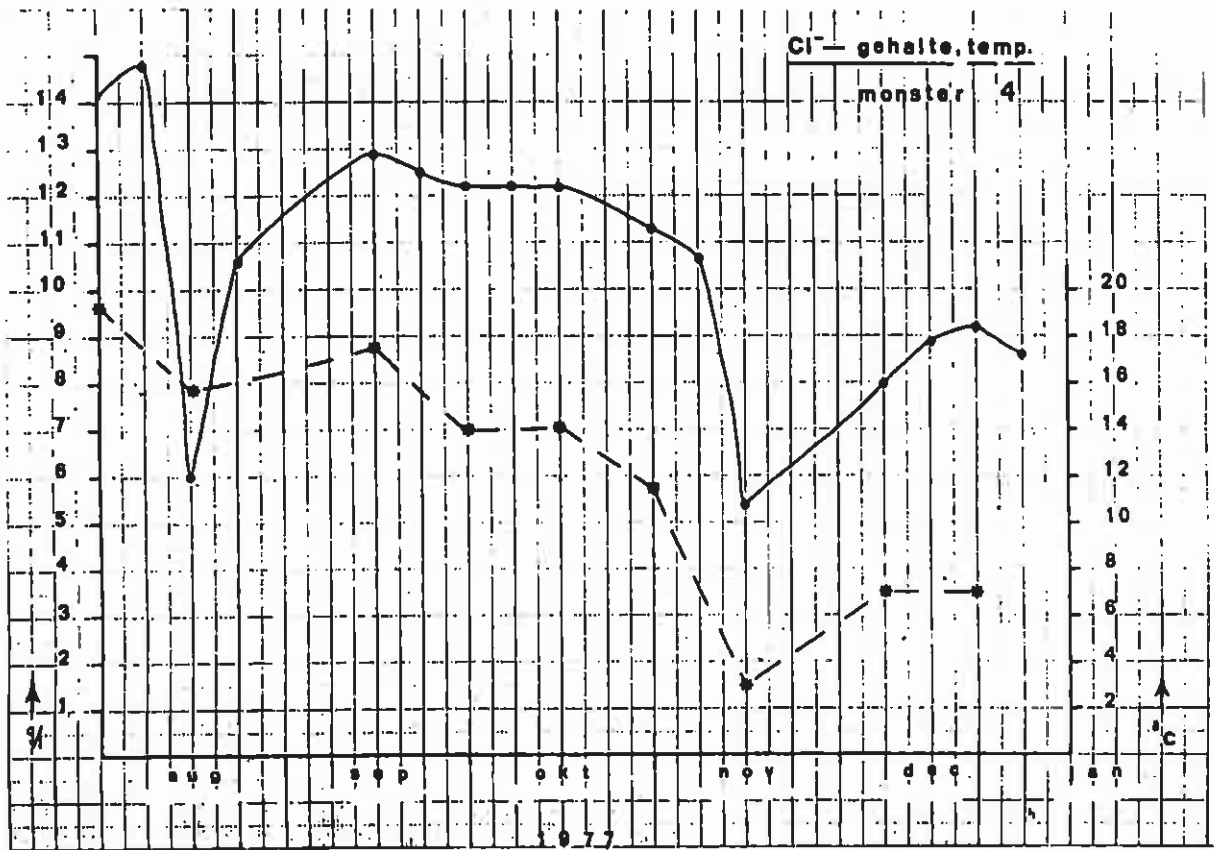


Fig. 4

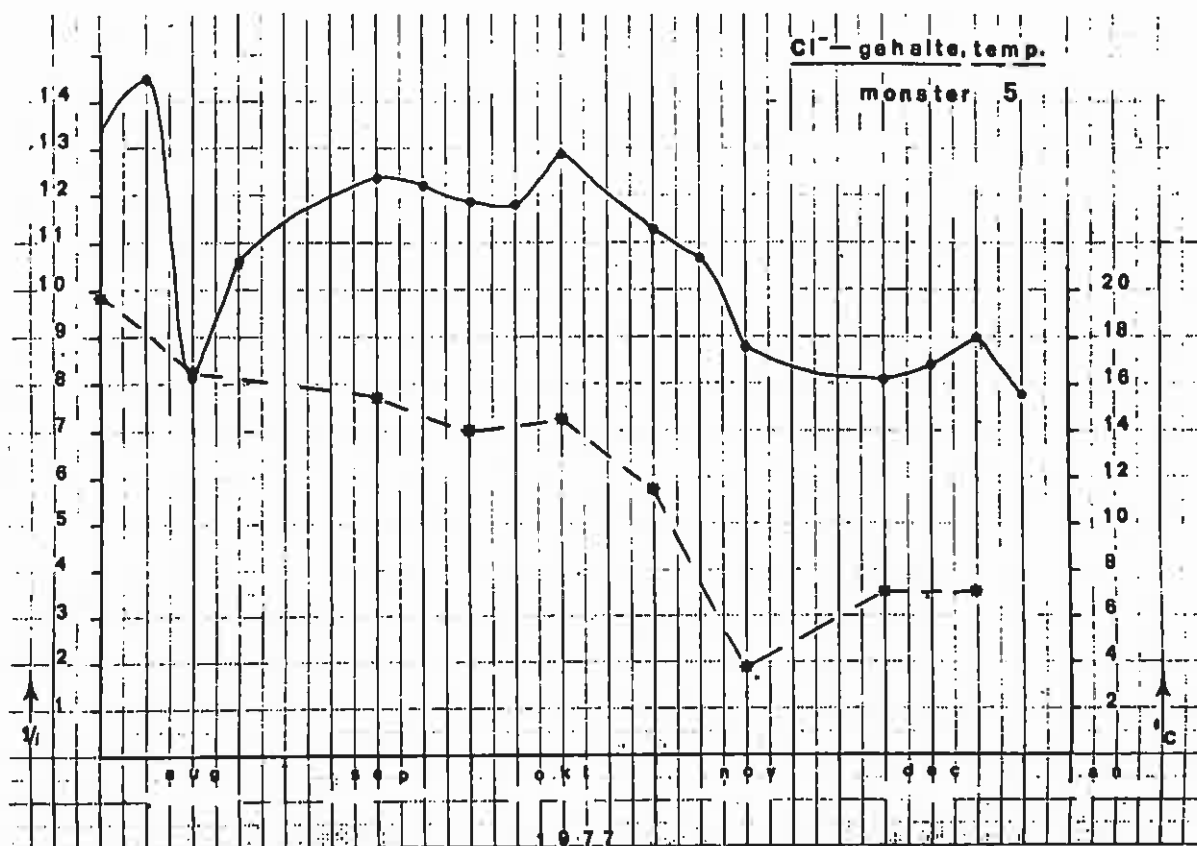


Fig. 5

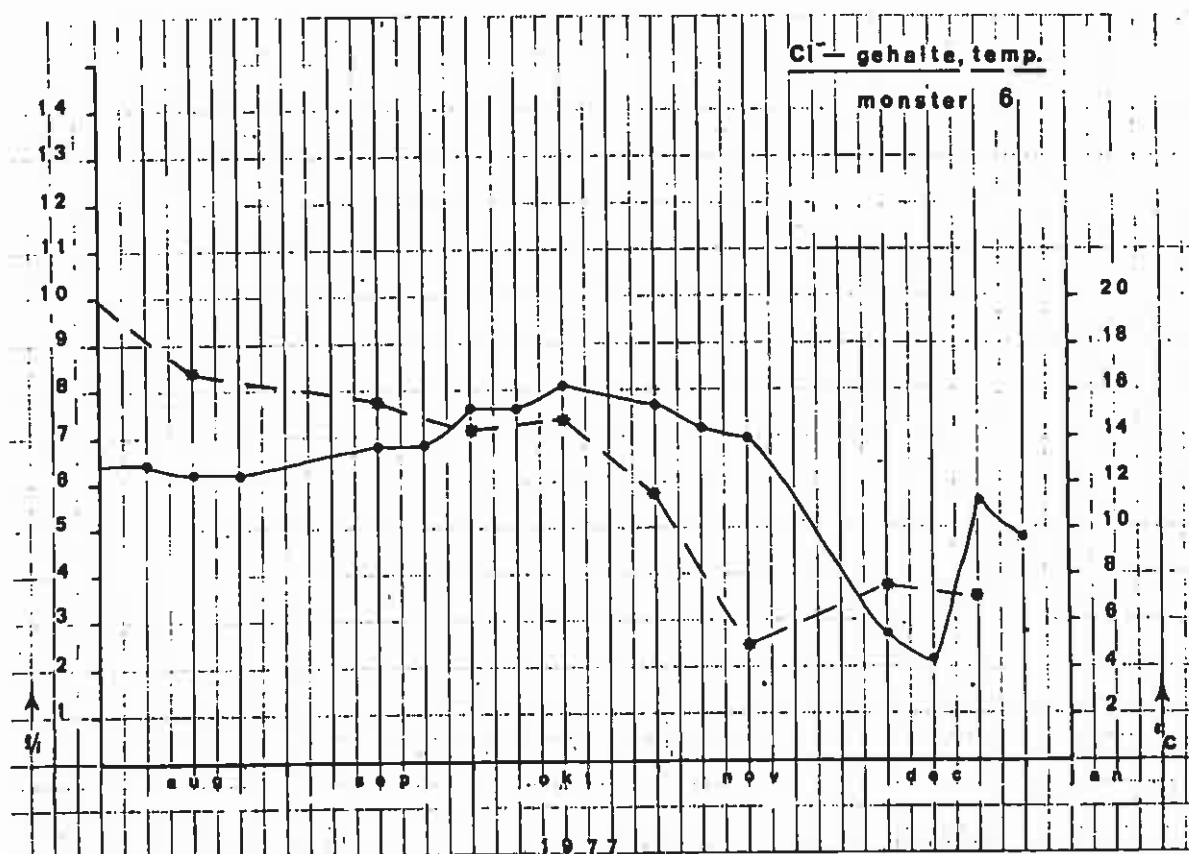


Fig. 6

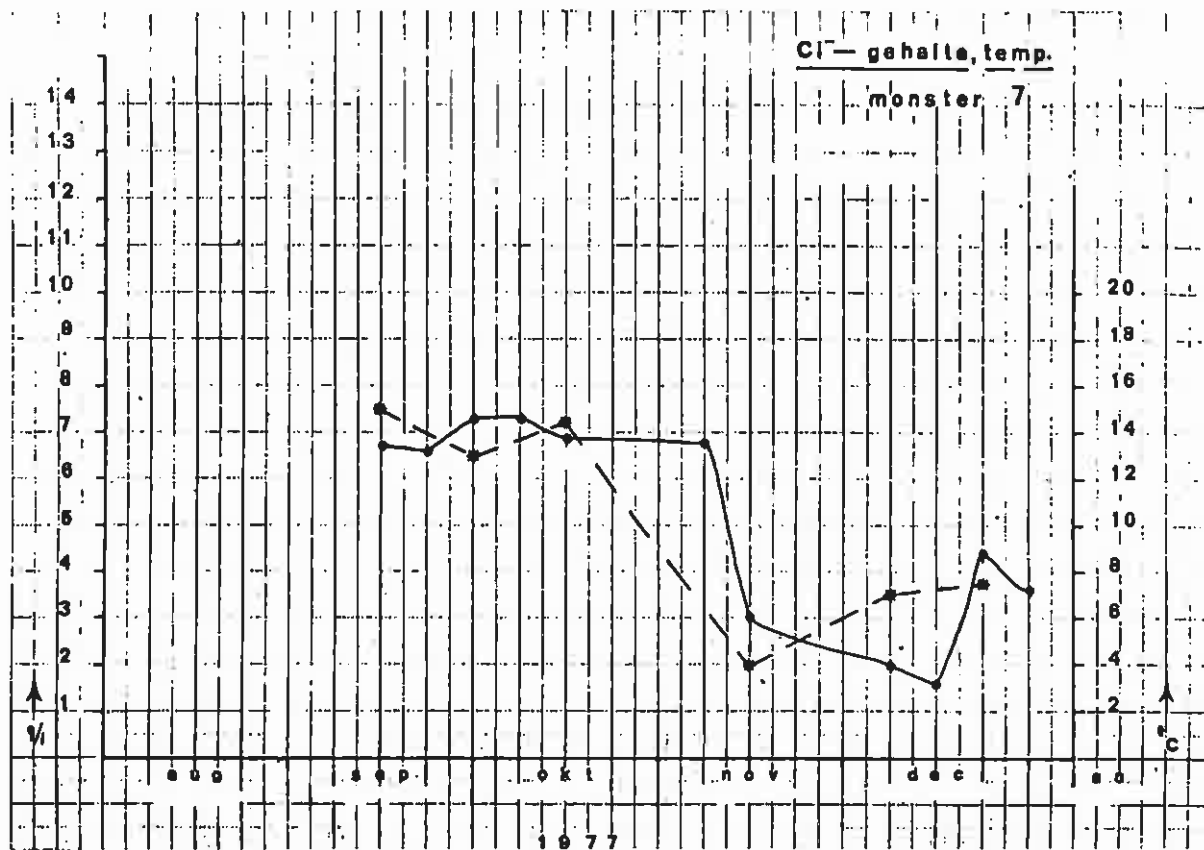


Fig. 7

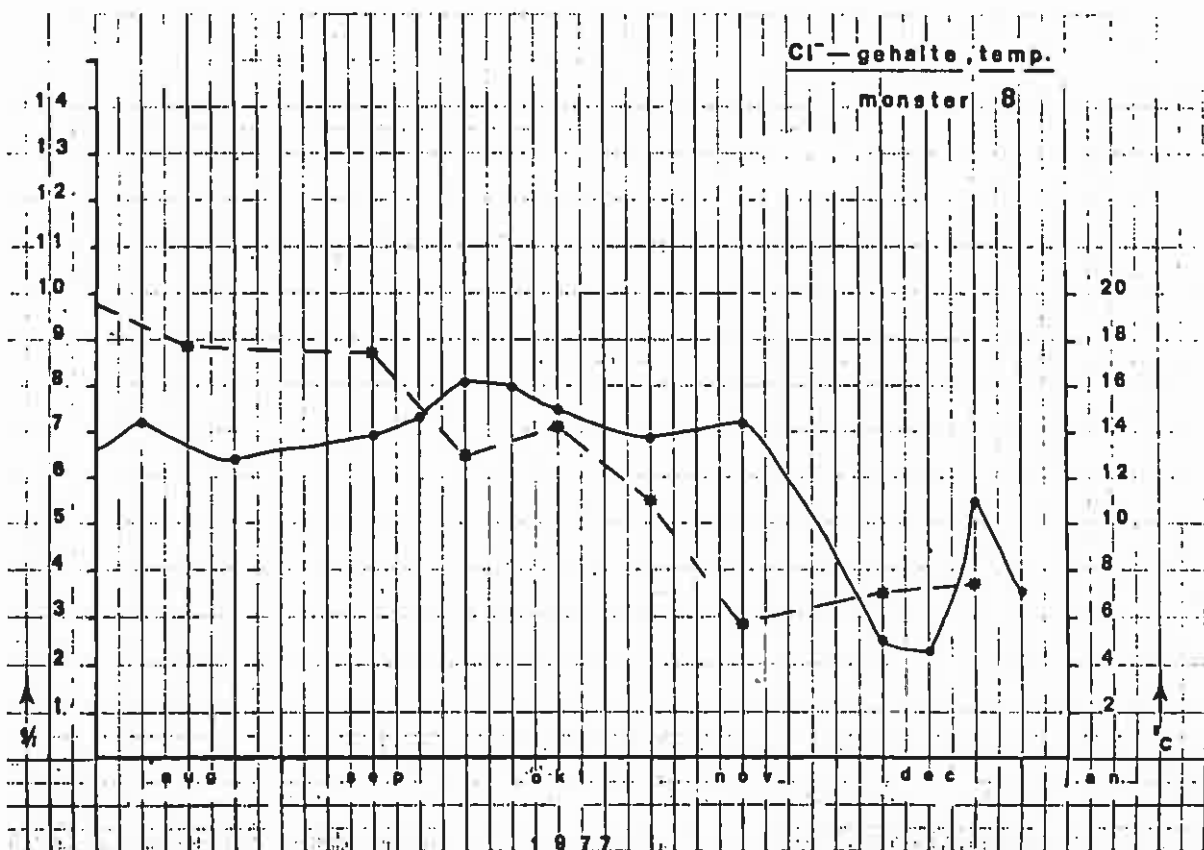


Fig. 8

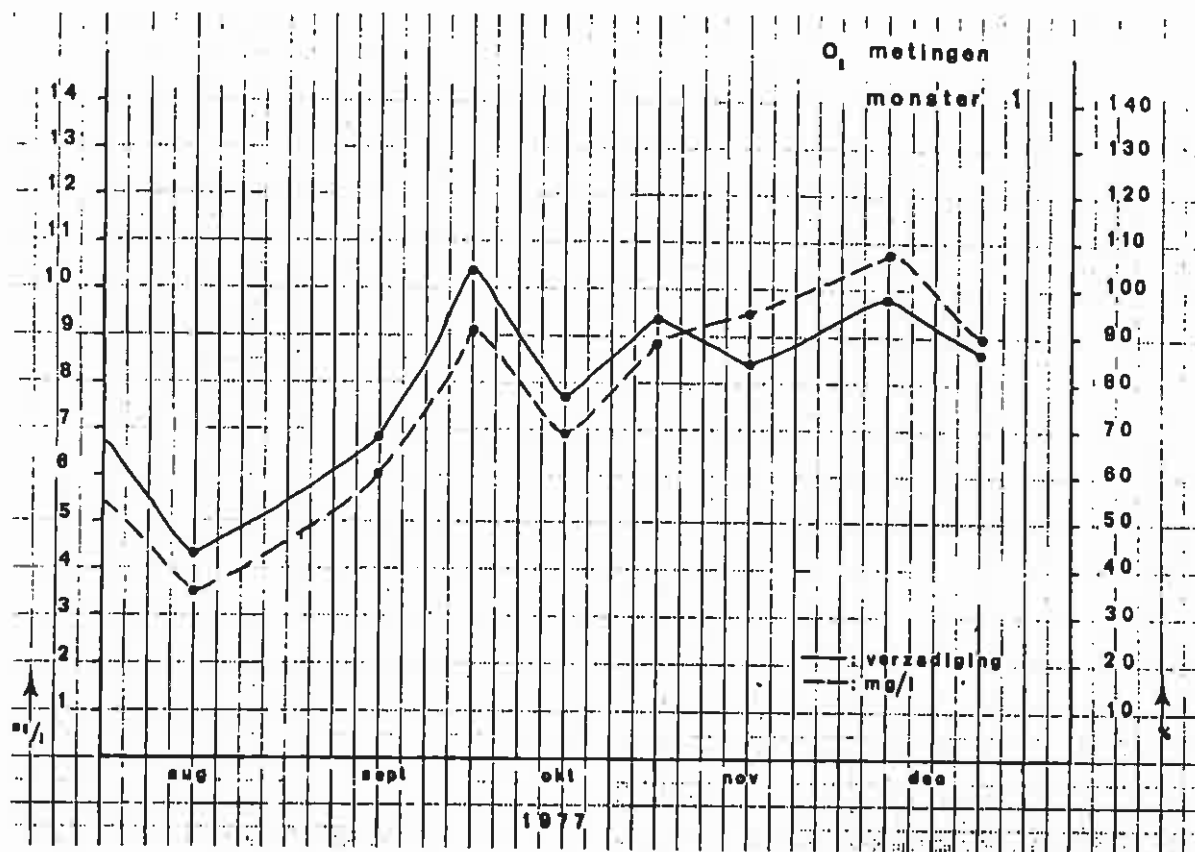


Fig. 9

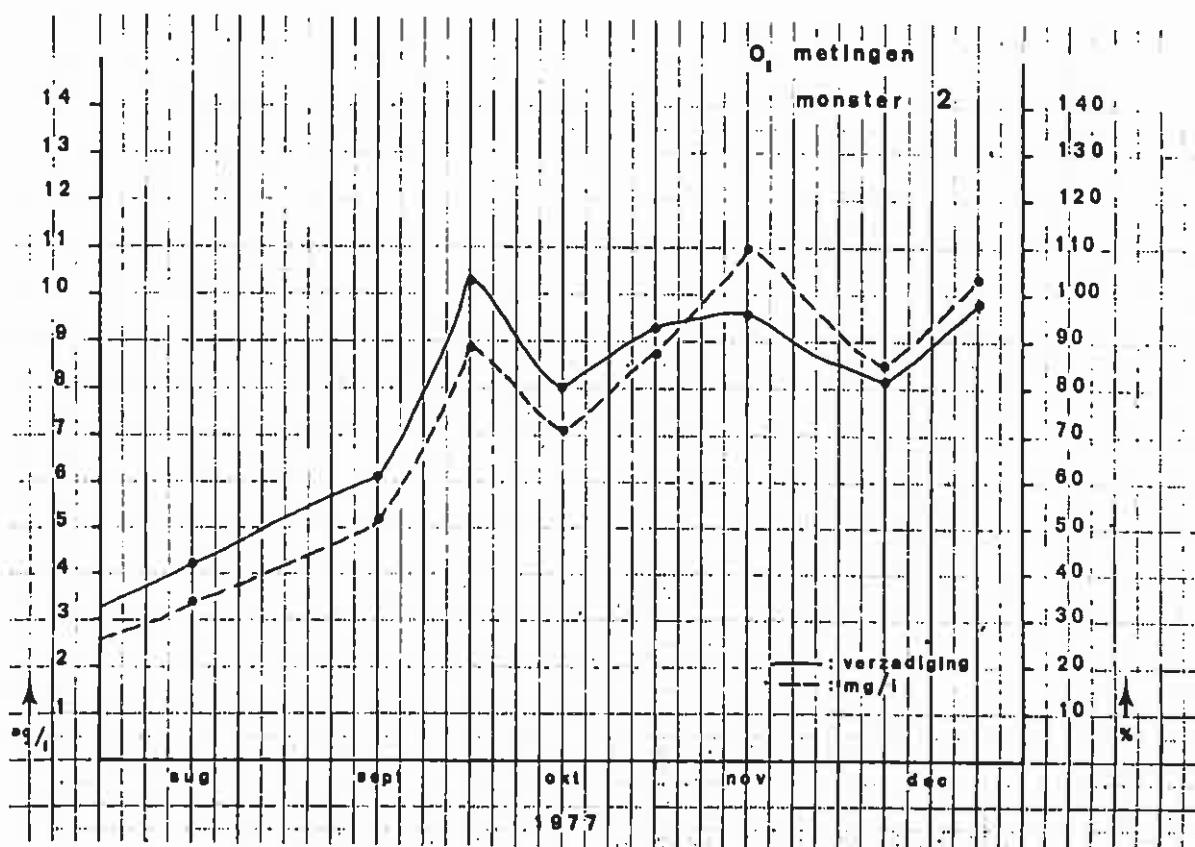


Fig. 10

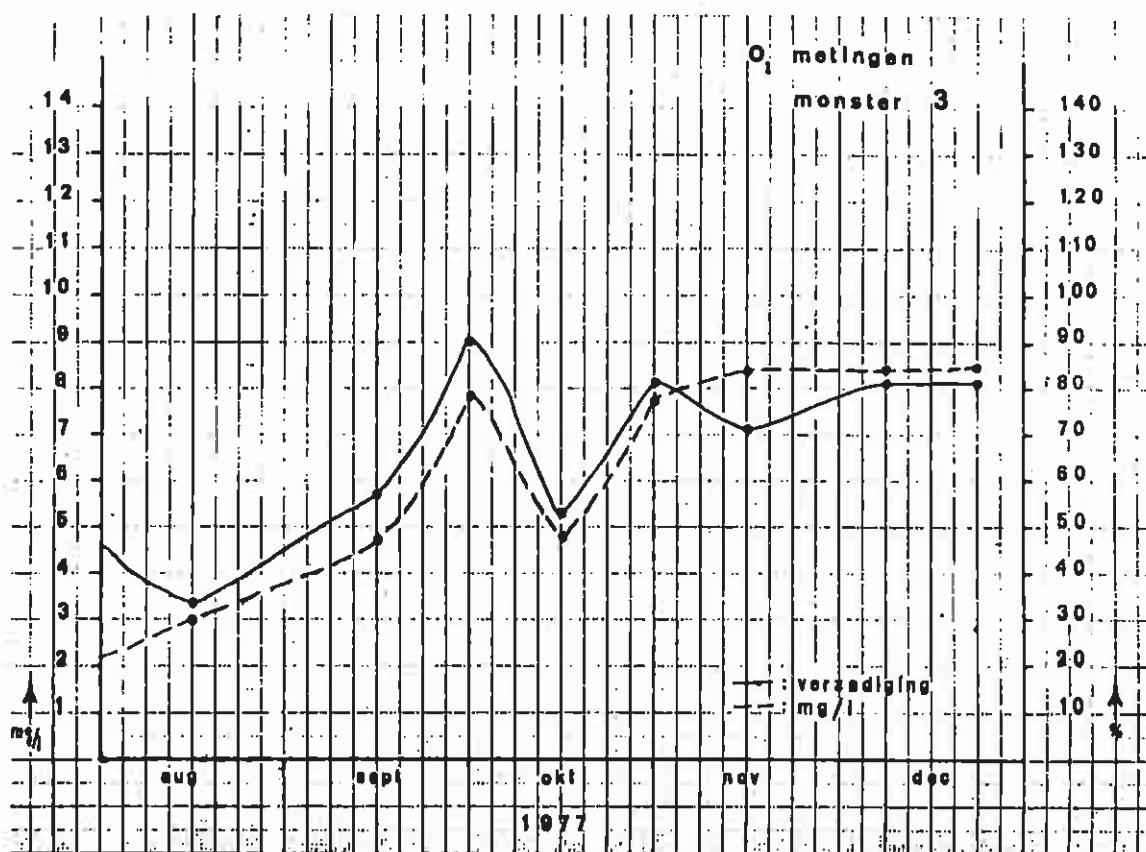


Fig. 11

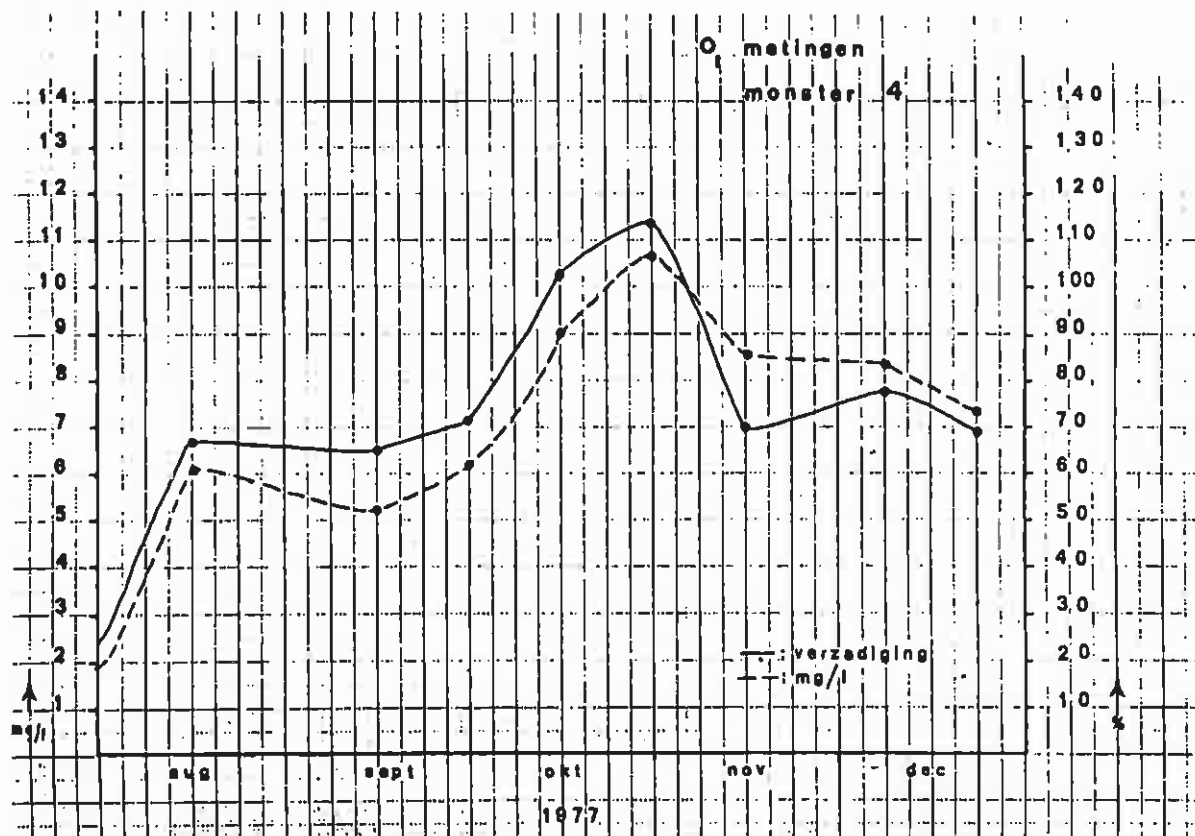


Fig. 12

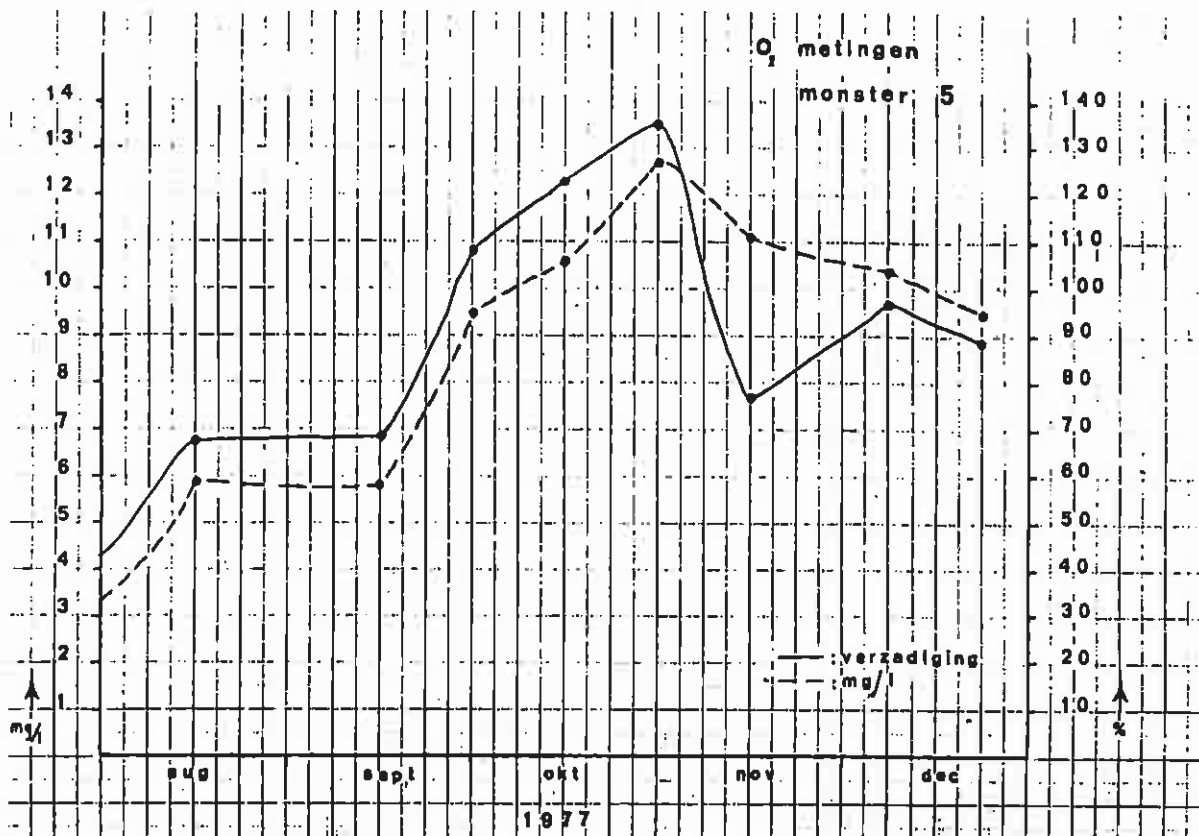


Fig. 13

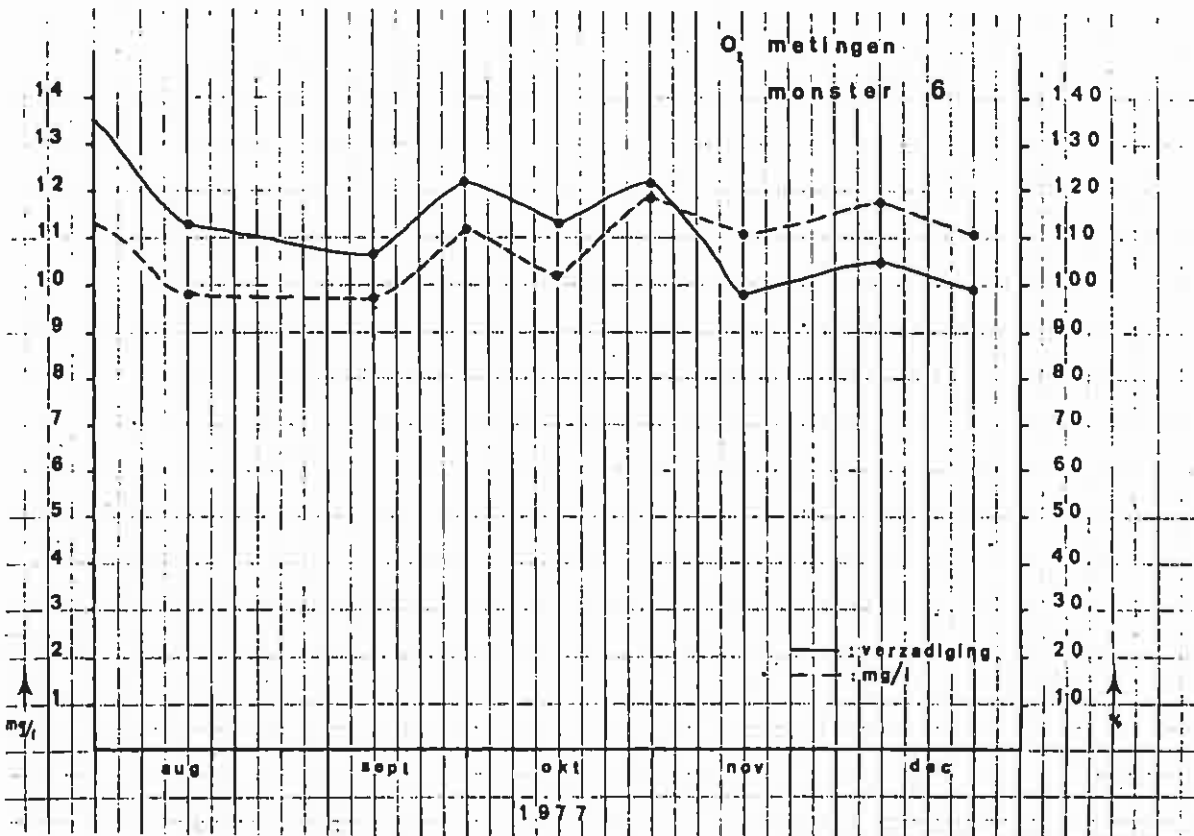


Fig. 14

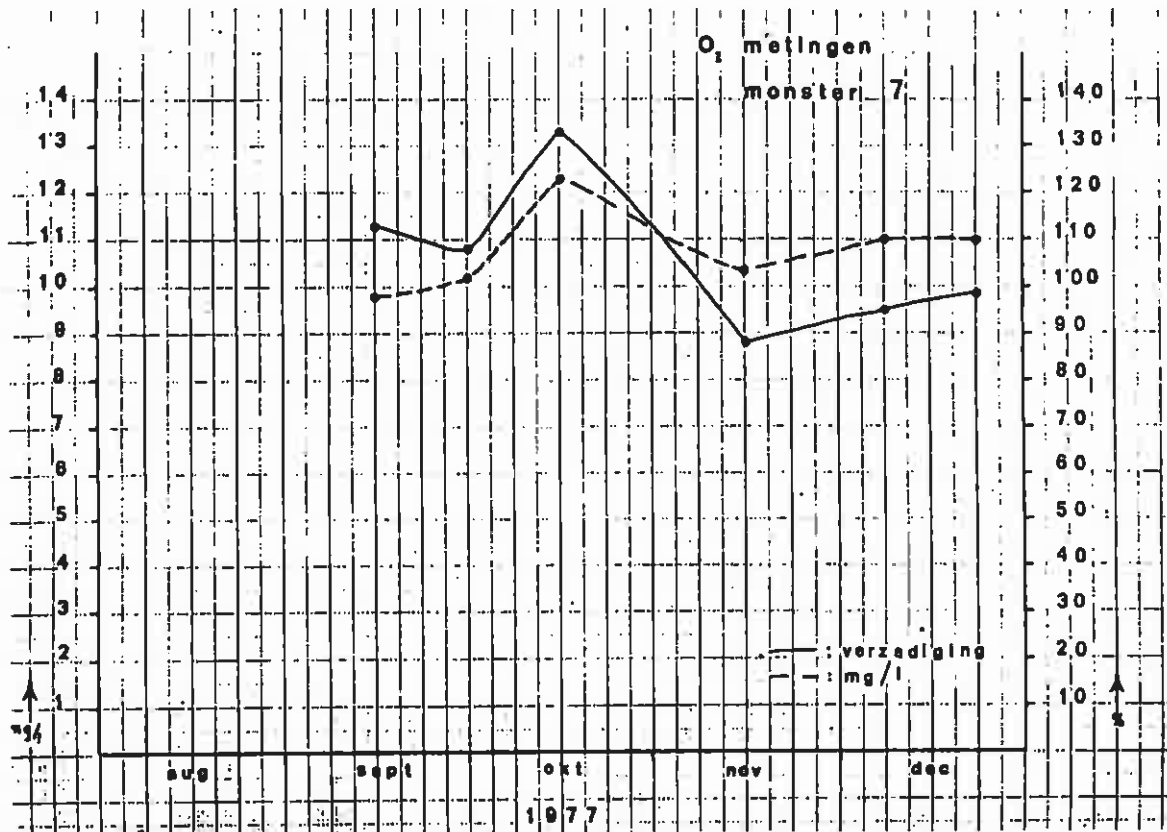


Fig. 15

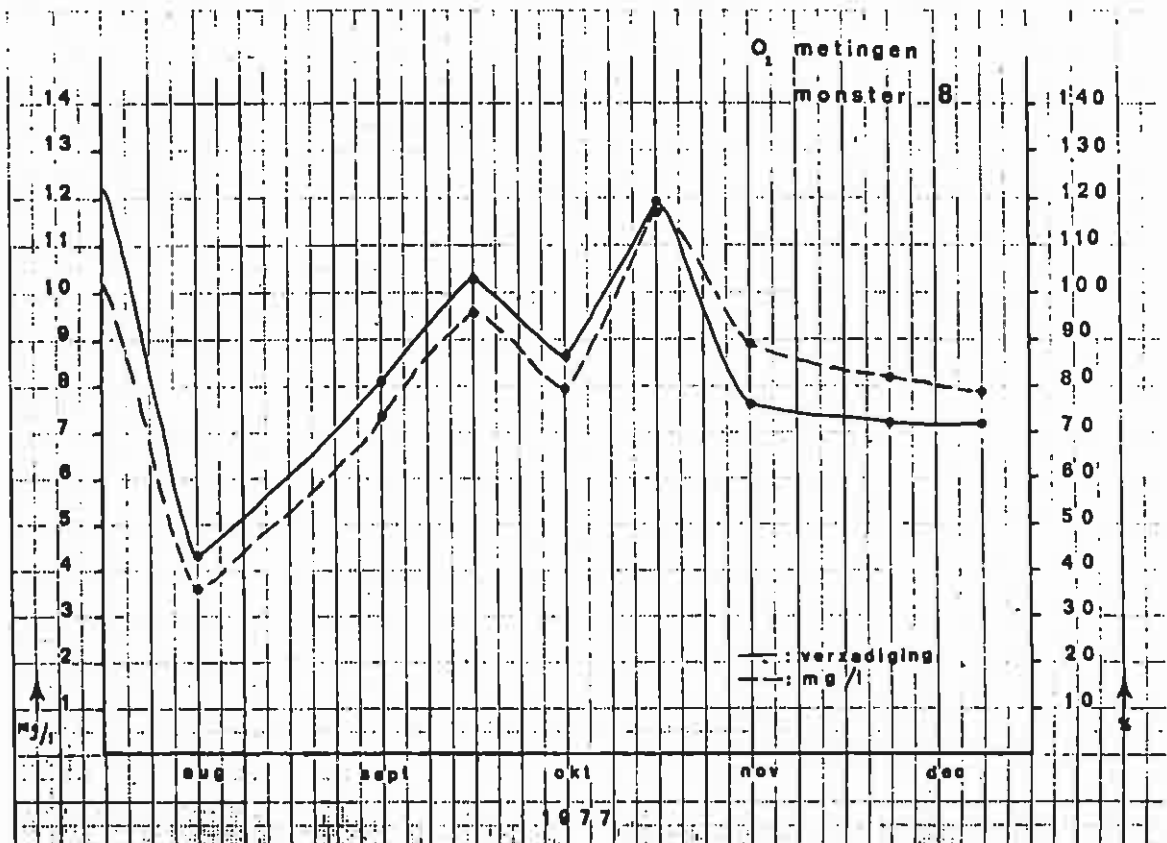


Fig. 16

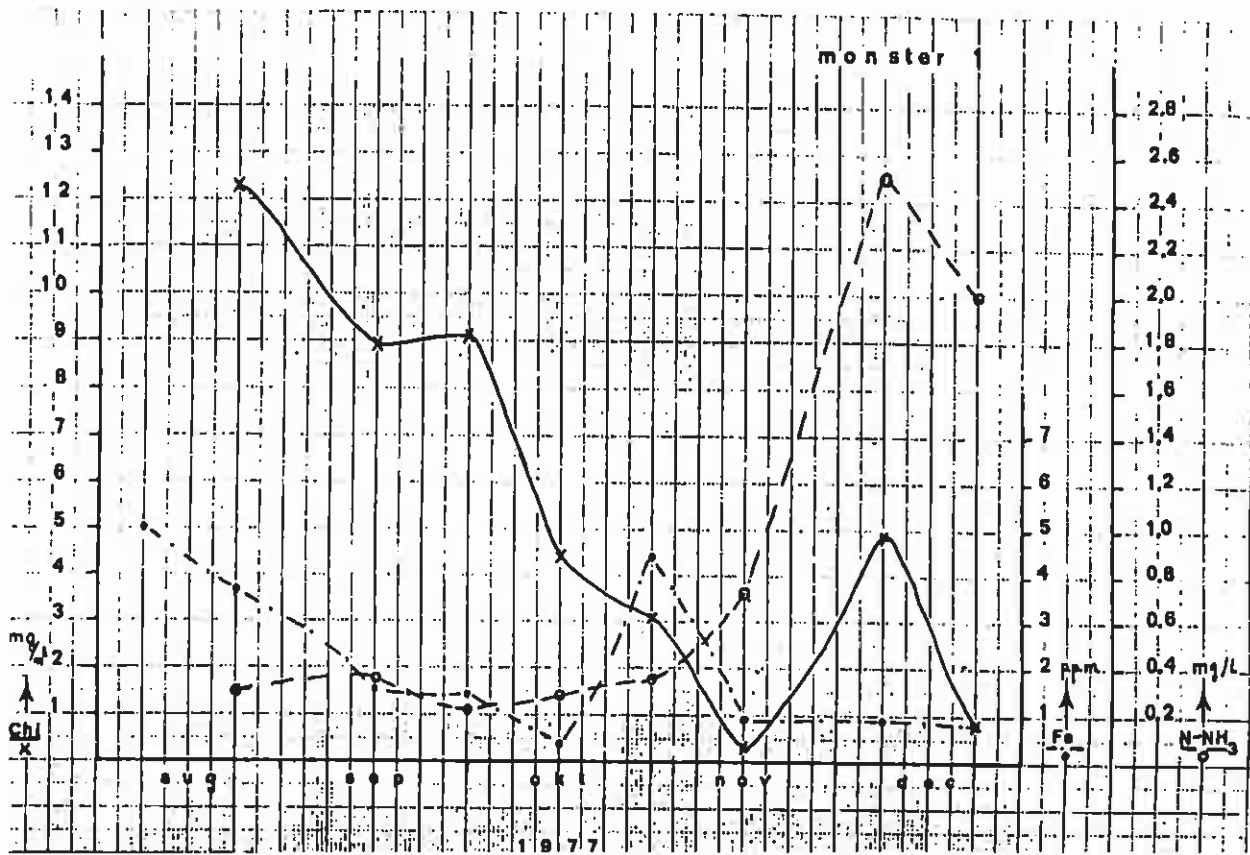


Fig. 17

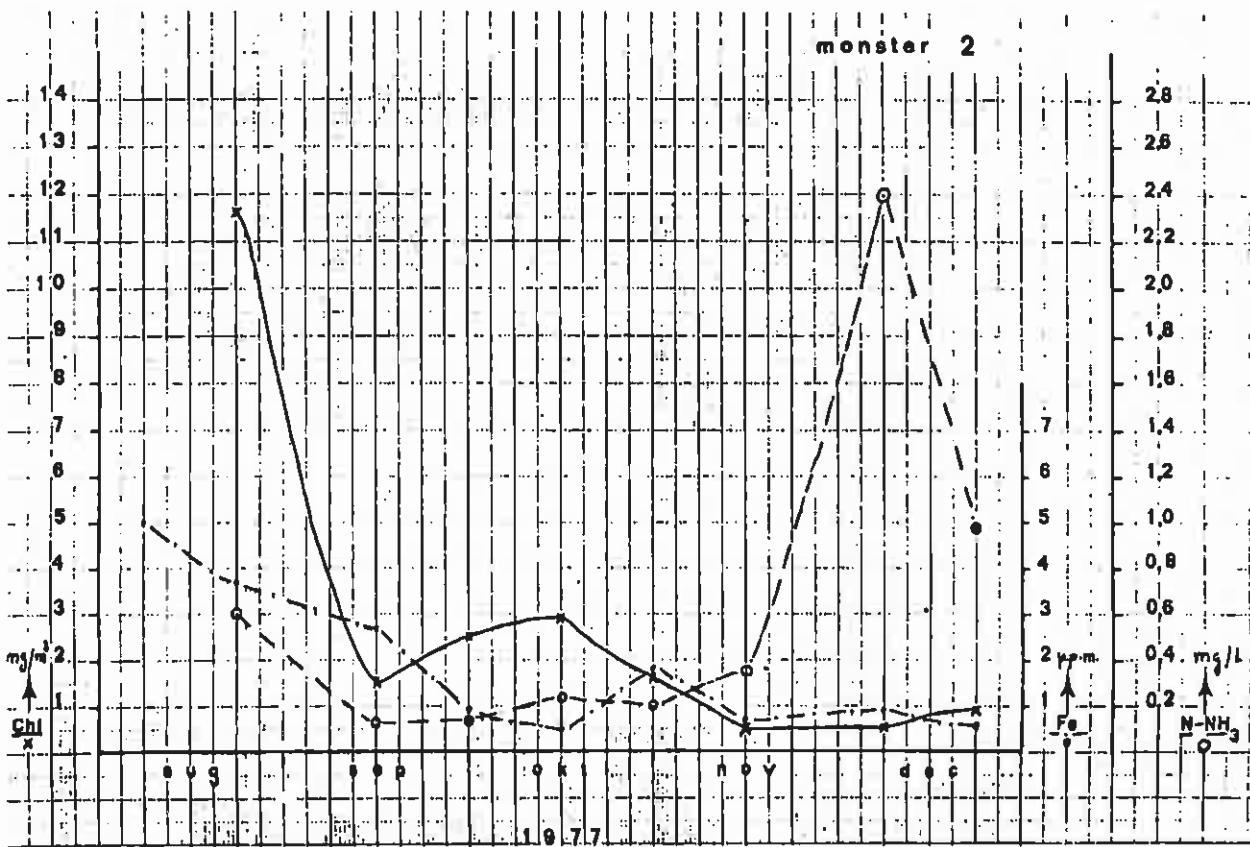


Fig. 18

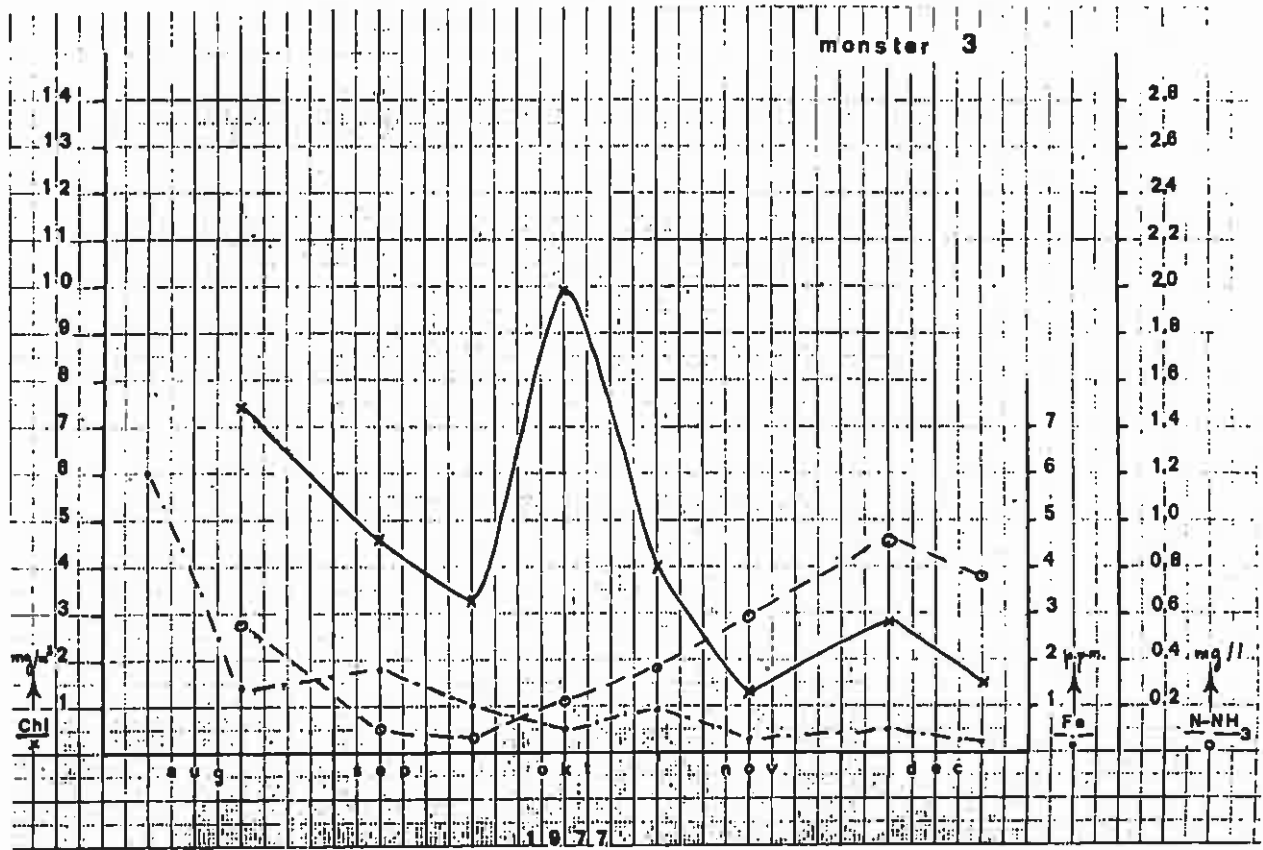


Fig. 19

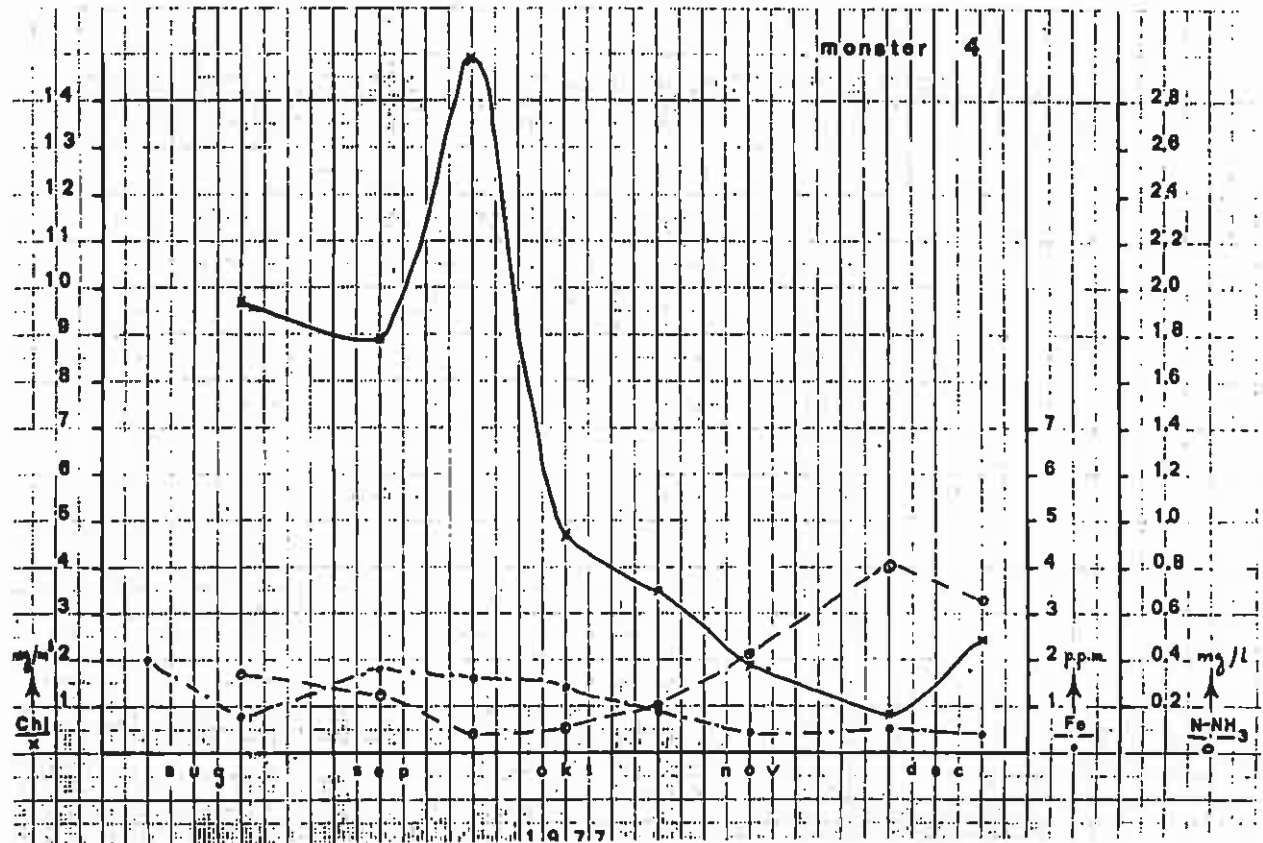


Fig. 20

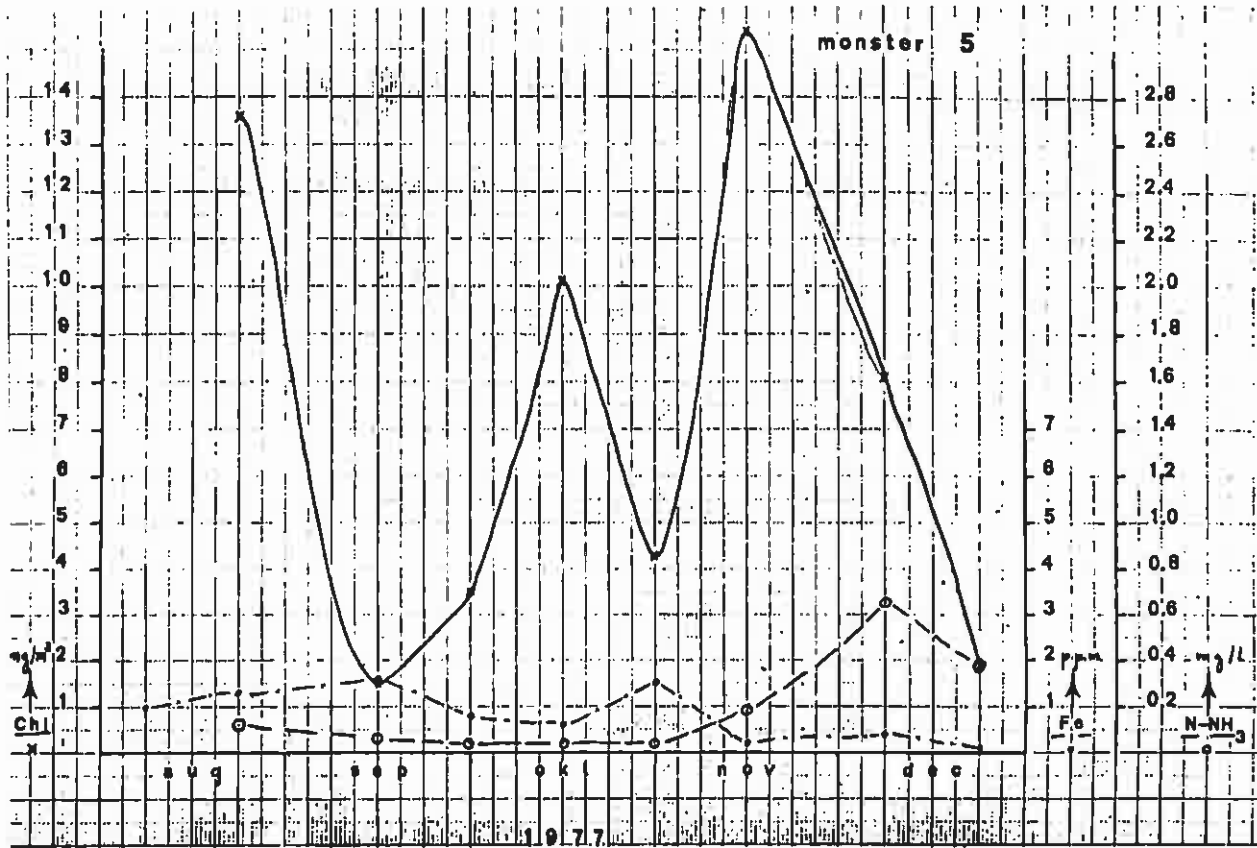


Fig. 21

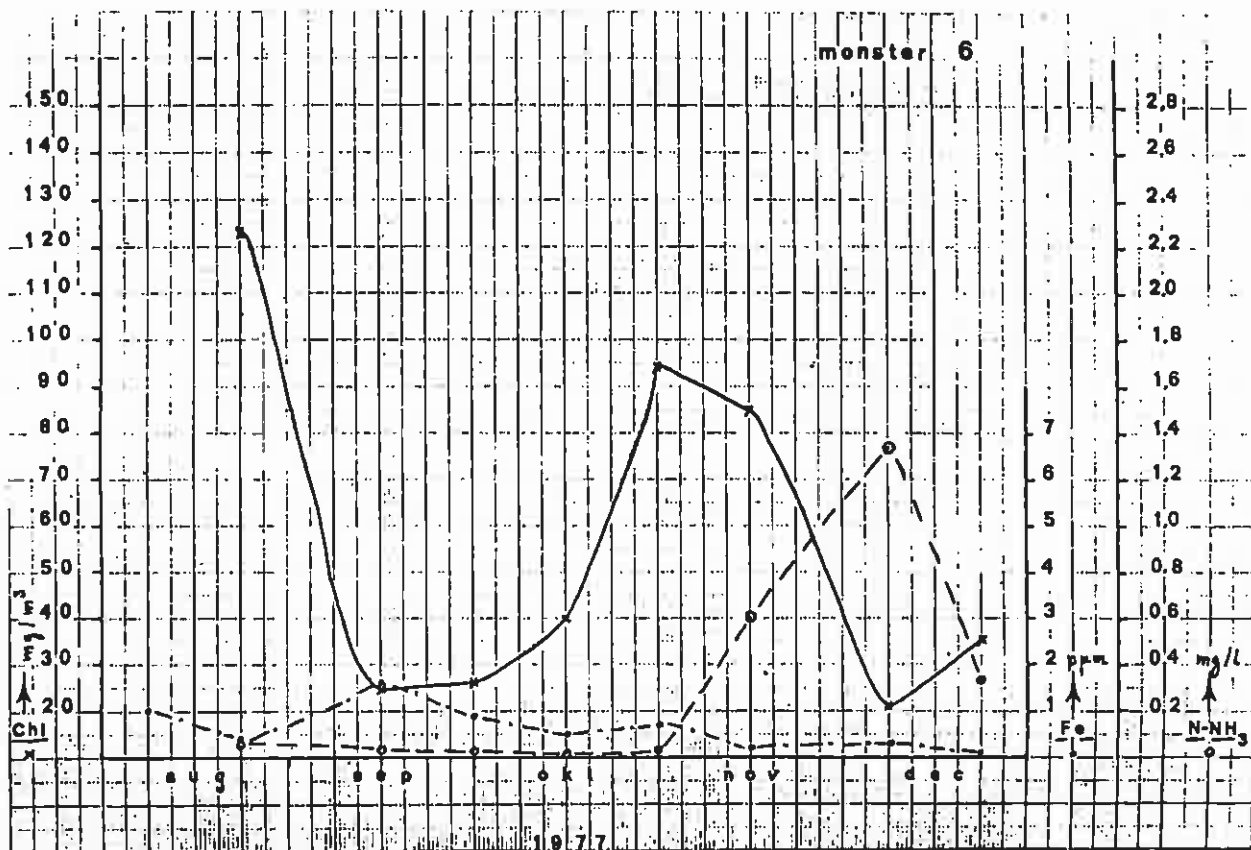


Fig. 22

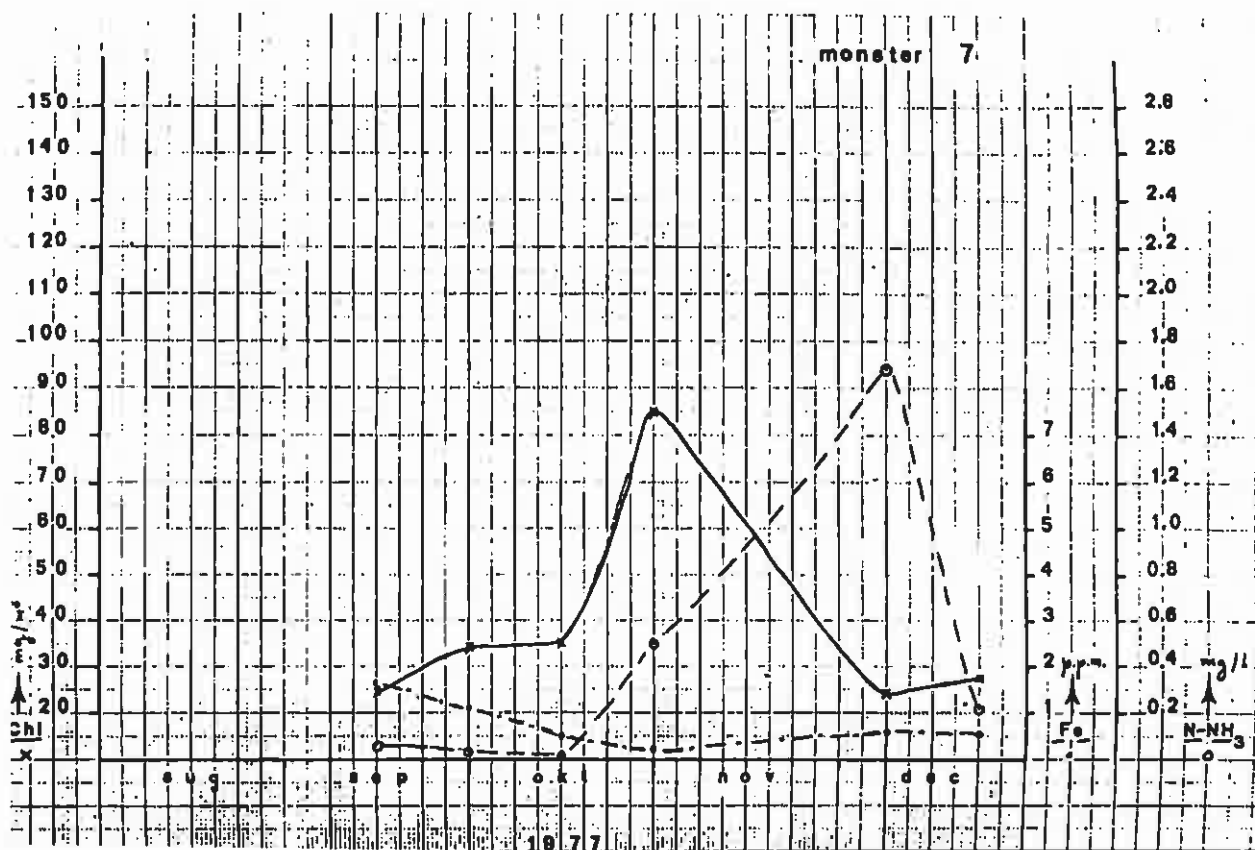


Fig. 23

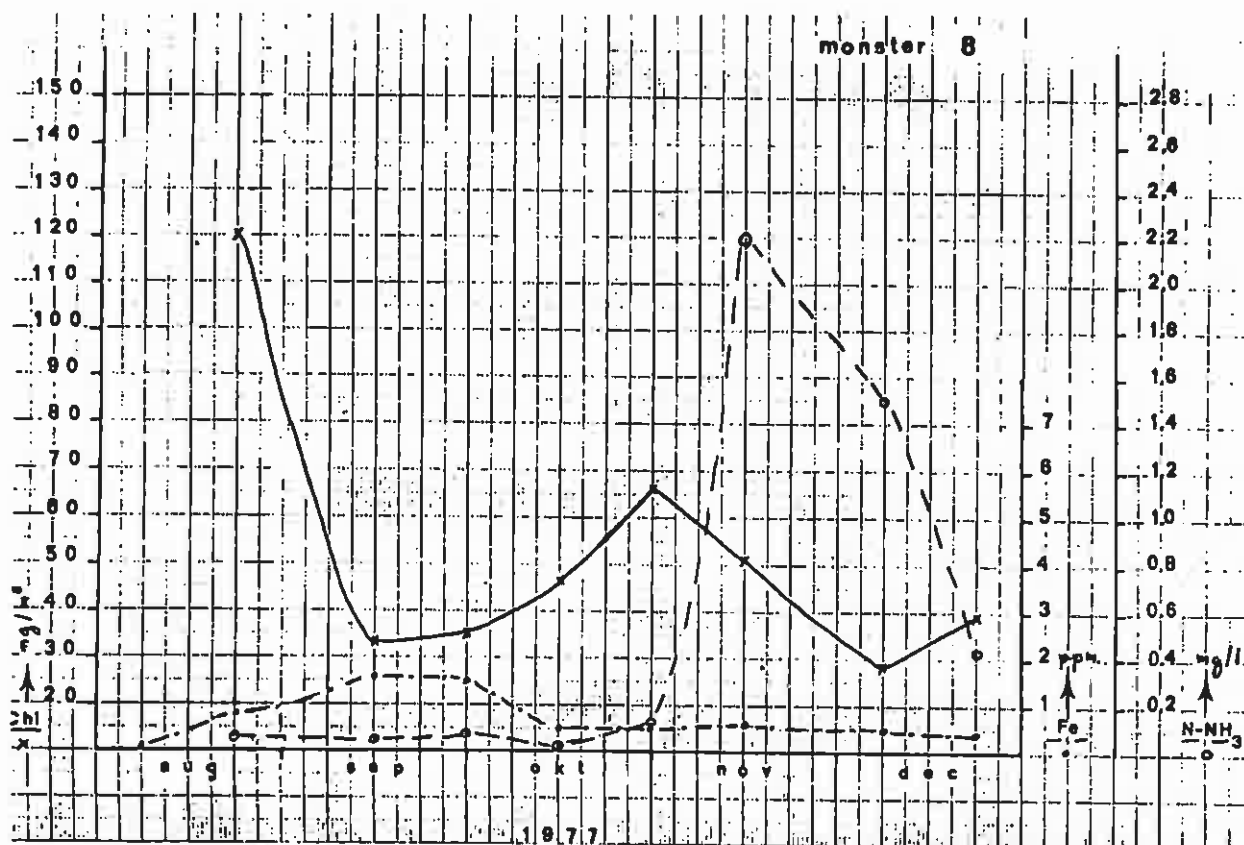


Fig. 24

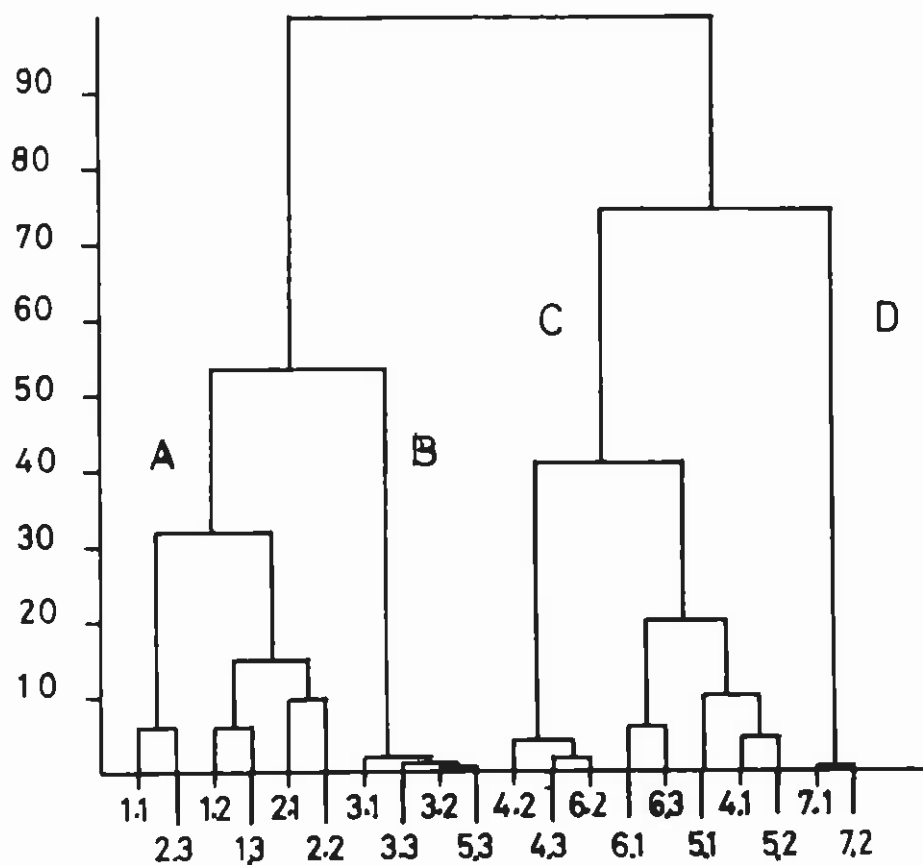


Fig. 27. Dendrogram van de gegevens van oktober 1977.

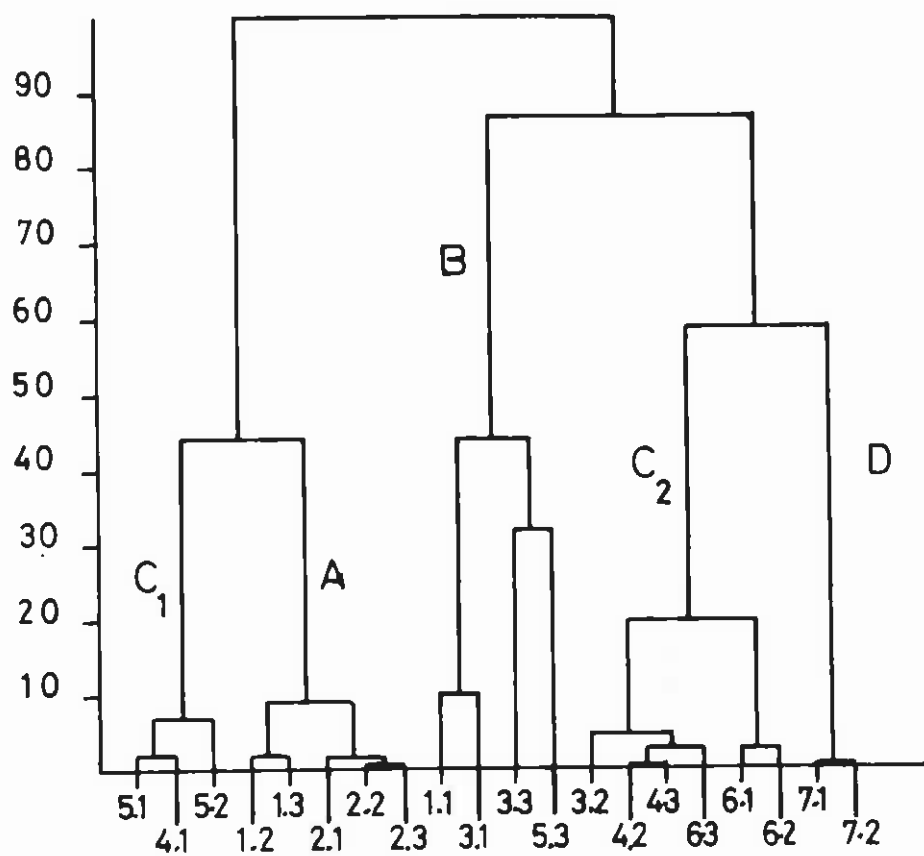


Fig. 28. Dendrogram van de gegevens van november 1977

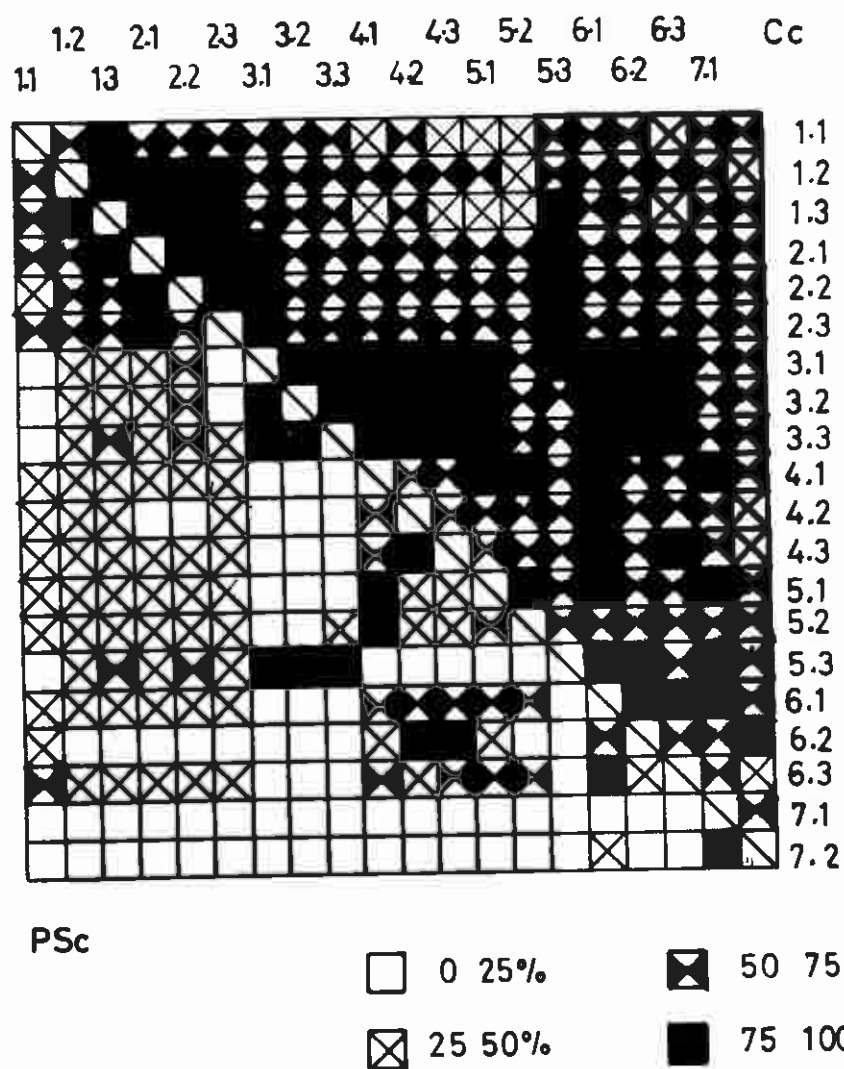


Fig. 26. Trellis diagram van de monsters uit oktober 1977.

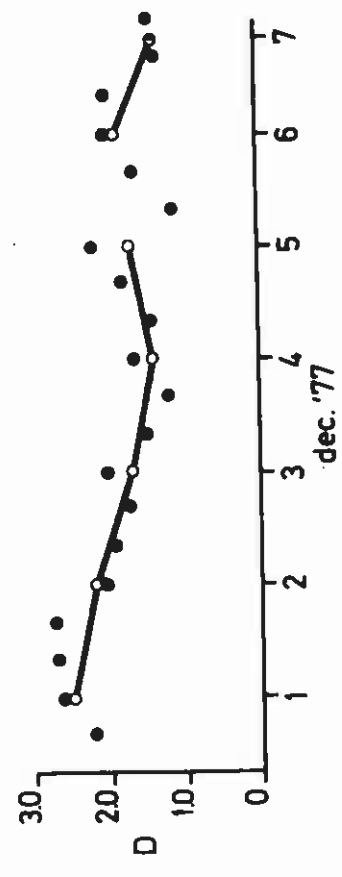
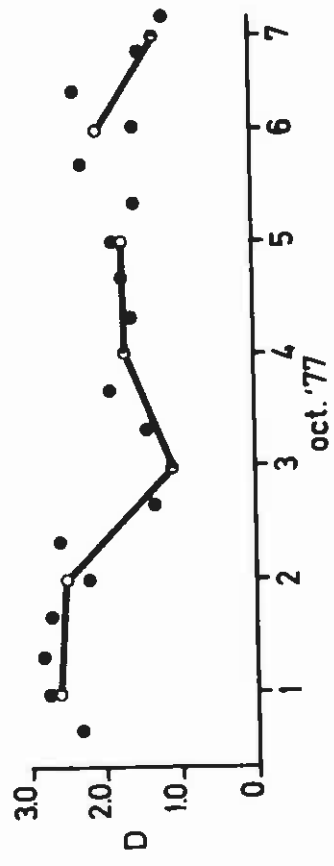
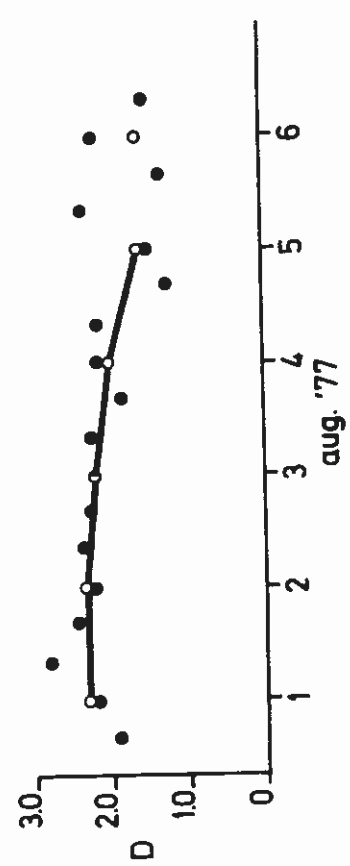
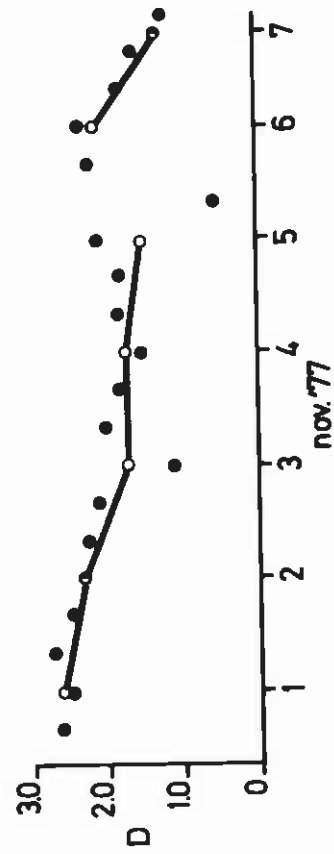
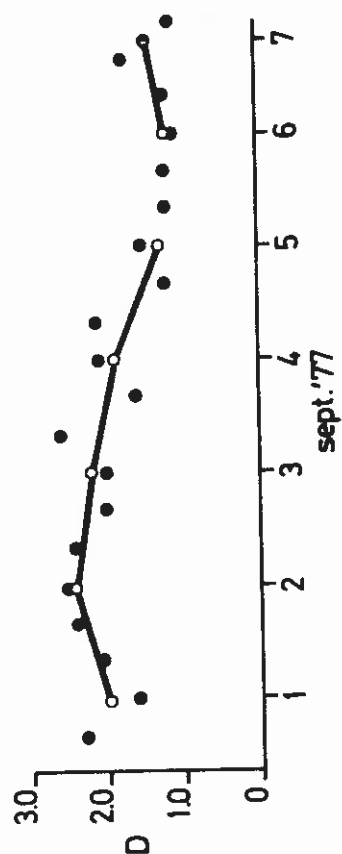


Fig. 25 verloop van D

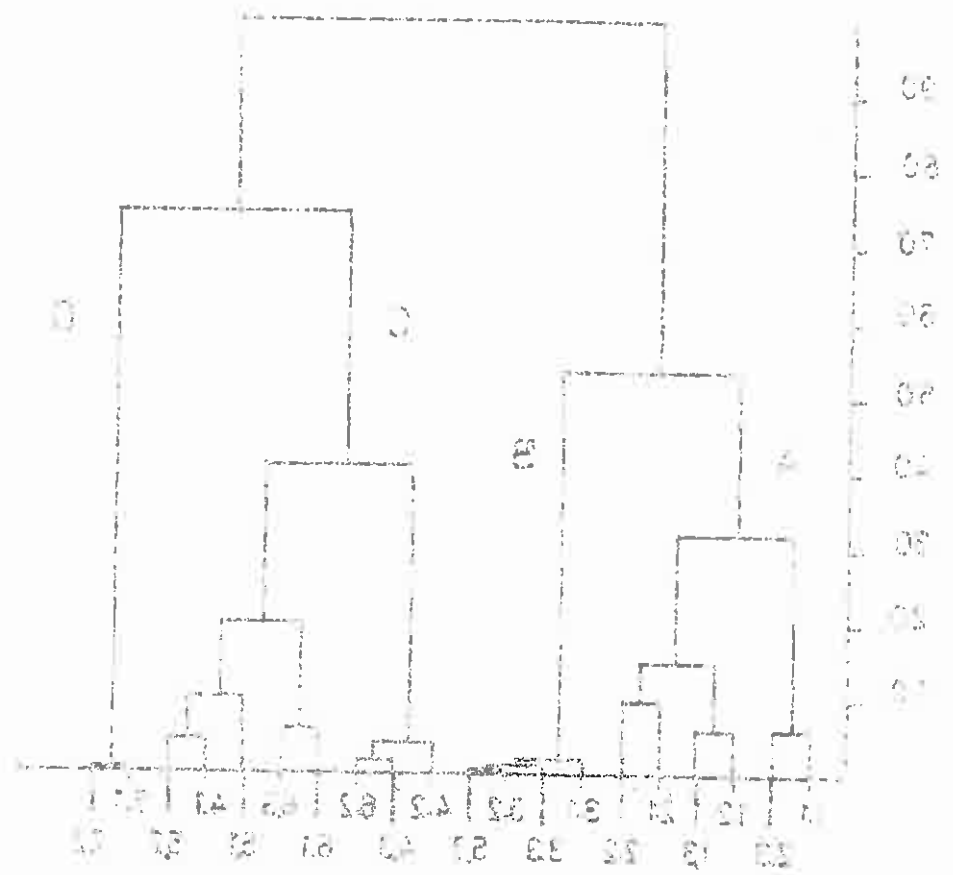


Figure 1. Distribution of data across various categories.

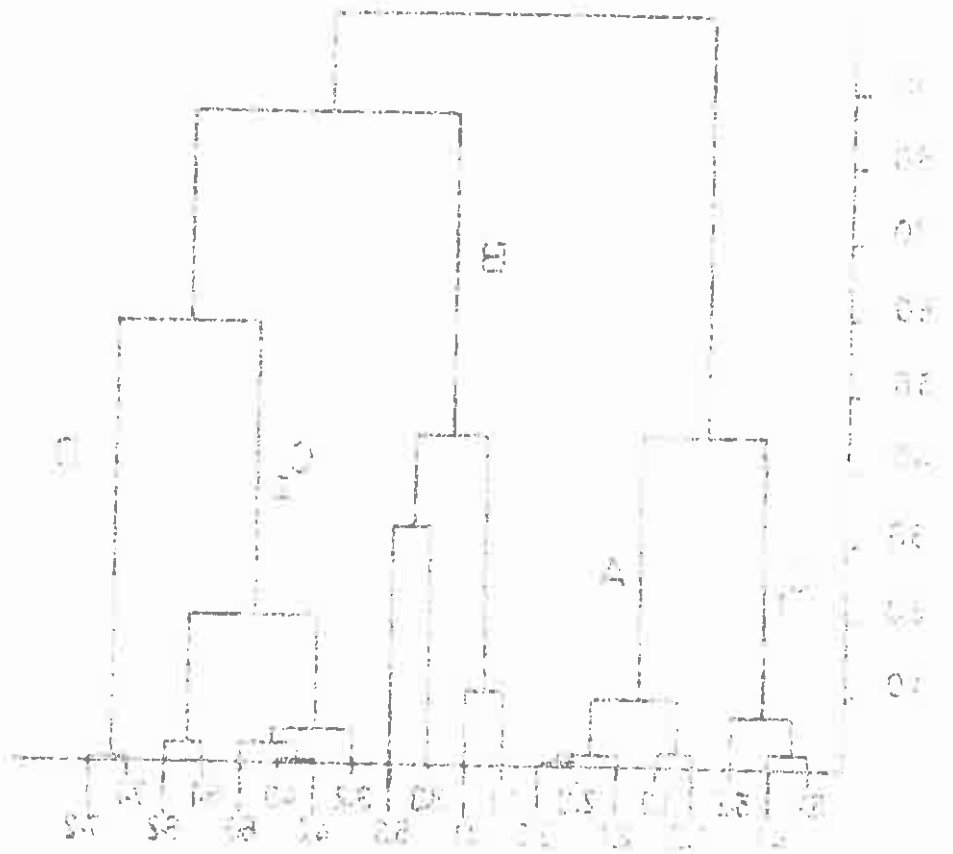


Figure 2. Distribution of data across various categories.

