

Hydrobiologisch onderzoek van het Staatsnatuurreservaat  
"de Hel" bij Veenendaal.

Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van mijn  
ingenieursstudie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen,  
als keuzevak voor de afdeling Natuurbehoud en  
Natuurbeheer.

Het geschiedde in samenwerking met de afdeling  
Hydrobiologie van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer  
te Zeist.

Periode van onderzoek: juli en augustus 1970.

Projektno. : ALH 84/RIN H 136.

B.R.Munneke.

Inhoudsopgave:	blz.
1 . Inleiding.	3 .
2 . Methodiek.	5 .
3 . Resultaten chemische bepalingen.	8 .
4 . De samenstelling van het bezinkingsplankton.	12.
5 . De samenstelling van het netplankton.	20.
6 . Analyse biologische monsters.	25.
7 . Vergelijking van de planktonnet- monsters van 1966 en 1970.	27.
8 . Analyse diversiteiten.	29.
9 . Het biologisch herstel van "de Hel".	31.
10. Beoordeling verontreinigde grenssloot.	32.
11. De Bisschop Davidsgrift.	33.
12. Konklusies.	34.
13. Bijlagen.	35.
14. Litteratuur.	52.

## Inleiding.

Terreinbeschrijving: Het Staatsnatuurreservaat "de Hel" ligt in de gemeente Veenendaal en wel ingesloten tussen de Grebbeweg, de Rouwvelterweg, de Wageningse laan en de Ketelweg en ligt op kaartblad 39 E (Rhenen), 1:25.000.

Het reservaat bestaat uit een grote en een kleine plas, onderling verbonden door een sloot, terwijl het geheel omgeven is door rietland, met op de drogere plaatsen houtopslag. Bij laagwater valt het rietland droog, terwijl het bij hoogwater gedeeltelijk onder water staat en dan o.a. de verbinding vormt tussen het water van de grenssloot evenwijdig aan de Ketelweg en het oppervlaktewater van "de Hel". (zie bijgevoegd kaartje).

Er bestaat geen direkte verbinding tussen het oppervlaktewater van het reservaat en oppervlaktewateren daarbuiten, daar in 1963 de sloten, die een dergelijke verbinding tot stand brachten in ruilverkavelingsverband werden gedicht.

Plantengroei: Men vindt in de grote plas en de verbindings-sloot tussen kleine en grote plas o.a. waterlelies en gele plompen. De meeste waterplanten groeien echter in de sloot, die van de grote plas naar de botenloods loopt. (Leentvaar, 1966.).

Probleemstelling: Het bijzondere karakter van het reservaat wordt bepaald door de ligging in de Gelderse Vallei en door de isolatie t.o.v. de omgeving ten gevolge van de afdamming van verbindingsloten tussen "de Hel" en oppervlaktewateren in de buurt. Er is n.l. een zekere opwaartse grondwaterdruk aanwezig, veroorzaakt door het verschil in grondwaterstand in de Gelderse Vallei en de Utrechtse Heuvelrug, wat kwel van zuurstofarm grondwater met een hoog ijzer- en fosfaatgehalte veroorzaakt. Voorts hebben vroegere onderzoekingen aangetoond, dat het oppervlaktewater van "de Hel" in tegenstelling tot de meeste harde wateren in ons land geen carbonaatwater, maar een carbonaat-sulfaatwater is. Naar aanleiding van deze en andere hydrobiologische gegevens werd in 1966 door de heer P. Leentvaar van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer het volgende advies voor het beheer gegeven: "Voor behoud van de hydrobiologische betekenis van de plassen is het gewenst de waterhuishouding onveranderd te laten". Echter door de aanwezigheid van een duiker onder de Wageningse laan, kon ongezuiverd afvalwater van een nertsvoederfabriek in de

grenssloot van het reservaat komen. Deze duiker werd begin 1970 ontdekt. De duur van de lozing is onbekend, dit kan enkele weken, maar ook enkele maanden zijn geweest. Door toedoen van de beheerder, de assistent konsulent van Staatsbosbeheer de heer R. Rense, werd de duiker begin maart 1970 gedicht.

Door de begin dit jaar aanwezige hoge waterstand stond de vervuilde grenssloot in direkt kontakt met het oppervlaktewater van "de Hel", wat een vervuiling veroorzaakte.

Het zwaartepunt van de onderzoeken ligt op het vaststellen van de eventuele gevolgen van de lozing. Hiertoe werden enkele chemische bepalingen verricht en werd de samenstelling van het plankton bestudeerd en vergeleken met de toestand in 1966.

Teneinde een beeld te krijgen van het bijzondere karakter van het reservaatwater werden ter vergelijking monsters uit een naburig oppervlaktewater, de Bisschop Davidsgrift, onderzocht.

Gezien het tijdsbestek, waarin het onderzoek afgesloten moest worden, was het slechts mogelijk 4 series monsters te onderzoeken, die beschouwd moeten worden als momentopnamen. Zij geven natuurlijk geen volledig beeld.

Methodiek:

Monstername: Teneinde eventuele verstoringen vast te kunnen stellen werden monsters genomen, die biologisch en chemisch werden onderzocht. De monsters werden genomen in een serie, de gradiënt volgend vanaf het lozingspunt naar het daarvan verst verwijderde punt, zoals op bijgevoegd kaartje is aangegeven. Er werden bepaald: 1) Temperatuur, gemeten met een kwikthermometer. 2) Geleidbaarheid, gemeten met een Philips-geleidbaarheidsmeter. 3) pH, gemeten met de Metrohm pH-meter. 4) Direkte zuurstof-gehalte volgens de Winkler-titratie methode. 5) Zuurstof-gehalte na 5 dagen bij 22<sup>o</sup>C in het licht. (BOD licht = 5 - 4 ). 6) Zuurstof-gehalte na 5 dagen bij 22<sup>o</sup>C in het donker. 7) Chloride-gehalte volgens de methode van Mohr.

Er werden onderzocht:

- 8) Plankton-bezinkingsmonsters.
- 9) Planktonnet-monsters.

ad. 8. Een fles, waarin enkele ml. formaline zijn gedaan, wordt gevuld met één liter van het te onderzoeken water. De fles wordt vervolgens ongeveer een week weggezet, teneinde de gedode micro-organismen te laten bezinken. Vervolgens wordt het bovenstaande water afgezogen tot een geconcentreerde suspensie van ongeveer 10 ml. is verkregen. Deze suspensie wordt in een glazen buisje gedaan en onderzocht. Het grote voordeel van deze methode is, dat de organismen in de geconcentreerde suspensie in dezelfde verhouding voorkomen als in het oorspronkelijke water.

ad. 9. Het planktonnet wordt enkele meters door het te onderzoeken water getrokken. De verkregen geconcentreerde suspensie wordt gefixeerd met formaline en onderzocht.

Methodiek van het tellen: Voor een druppel van het te onderzoeken monster op het objektglas werd gebracht, werd het monster eerst goed geschud, teneinde een zo goed mogelijke verdeling van de organismen te verkrijgen.

Bij het mikroskopieren werden de volgende regels toegepast voor het bepalen van het aantal soorten en individuen. De verschillende variëteiten van een bepaald organisme werden als een aparte soort geteld, b.v. *Ankistrodesmus falcatus* var. *acicularis* werd als een andere soort beschouwd als *Ankistrodesmus falcatus* var. *spiralis*. Bij individueel voorkomende organismen, d.w.z. organismen, die geen ketens of kolonies vormen, werd elk gevonden exemplaar van een bepaalde soort als één individu gerekend. Voor de andere gevonden organismen geldt:

*Lamproedia hyalina* : 4 pakketjes van 4 cellen is 1 individu.

*Lyngbya limnetica* : een rij van 1-5 cellen is 1 individu.

" " " 6-10 " zijn 2 " en.

" " " 11-15 " " 3 " .

" " " 16-20 " " 4 " .

" " "meer dan 20 cellen:5 " .

*Melosira italica* : een keten van 2 cellen is 1 individu.

idem voor *Melosira varians* en *Melosira granulata*.

*Selenastrum* : een kolonie van 1-5 cellen is 1 individu.

" " " 6-10 " zijn 2 " en.

" " " 11-15 " " 3 " .

" " " 16-20 " " 4 " .

" " " meer dan 20 cellen:5 " .

idem voor *Ankistrodesmus convolutus*.

idem voor *Kierchneriella*.

*Crucigenia* : een pakketje van 4 cellen is 1 individu.

Nu is er het probleem, hoeveel individuen men moet tellen, voordat men het aantal heeft, dat kenmerkend is voor de samenstelling der biocoenose als geheel.

Voor de plankton-bezinkingsmonsters werd de volgende methode toegepast. Er werd per beeldveld geteld, waarbij steeds de soorten en het aantal daarvan voorkomende individuen genoteerd. Van elk bezinkingsmonster werden zoveel beeldvelden geteld, totdat de curve ontstaan door het uitzetten van het aantal soorten tegen de logaritmische van het aantal individuen een rechte lijn was. Zie voor

nadere uitleg fig. 8. M.a.w. er werden zoveel beeldvelden geteld, tot de  $\alpha$ -diversiteit, zijnde de tangens van de hoek van het rechte gedeelte van de curve, konstant bleef. Door bovengenoemde telling toe te passen hebben we dus niet het totaal aantal aanwezige soorten bepaald, maar een getal, dat iets zegt over de structuurrijkdom. Dit getal zal bij de beoordeling van het water een belangrijke rol spelen.

Bij de planktonnet-monsters werd bovenstaande methode niet toegepast, hiervan werden slechts 100 individuen geteld, d.w.z. er werd geteld totdat de som van de aantallen van de individuen van de verschillende soorten 100 bedroeg. Bepalen van de  $\alpha$ -diversiteit van de planktonnet-monsters heeft geen zin, omdat het planktonnet bepaalde soorten doorlaat, zodat men in feite een onvolledig monster heeft. Deze monsters werden echter toch getrokken om ook de "zwemmers" (b.v. Crustacea en Rotatoria) te kunnen bepalen, die bij bezinkings-monsters vaak nauwelijks aanwezig zijn.

Resultaten chemische bepalingen:

Datum	(1)	14-5-1970			9-7-1970				
		1	4	5	0	1	4	5	B.D.
Monsterpunt	(2)								
Watertemp. (°C)	(3)	17,5	22,2	21,8	20,9	19,8	22,0	22,4	21,0
O <sub>2</sub> -gehalte (mg/l)	(4)	0	7,7	6,4	0	0,47	7,22	6,9	3,59
Verzadigingspercentage(5)	(5)	0	87	72	0	6	95	91	46
O <sub>2</sub> -gehalte na 5 dagen in het licht bij 22°C. (6)	(6)				0	0	23,9	26,3	16,6
O <sub>2</sub> -productie na 5 dagen in het licht bij 22 °C.(7)	(7)				0	-0,47	16,7	19,4	13,0
O <sub>2</sub> -gehalte na 5 dagen in het donker bij 22 °C(8)	(8)				0	0	0	0	0
Chloride-gehalte (mg/l)(9)	(9)	12	12	14					

.....

(1)	23-7-1970					24-8-1970				
	1	3	4	5	B.D.	1	3	4	5	B.D.
(3)	13,0	17,2	18,0	18,0	17,1	17,1	19,5	19,8	18,2	19,2
(4)	4,82	12,4	14,9	11,5	4,77	4,61	5,33	7,70	2,72	3,06
(5)	57	150	181	140	60	50	67	97	34	40
(6)	0,73	30,4	29,6	25,9	1,9	2,13	17,9	15,9	16,5	15,7
(7)	-4,09	18,0	14,7	14,4	-2,87	-2,5	12,7	8,2	13,9	12,6
(8)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(9)	30	14	14	14	37	4	14	14	14	26
pH	6,4	7,5	8,3	7,1	7,1					
g.l	13,0	17,2	16,6	17,2	5,2					

Opmerking: g.l is geleidbaarheid ( $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ).

B.D is Bisschop Davidsgrift.



De chemische bepalingen.

Zuurstof: Het water van de grenssloot (monsterpunt 1) was op 14-5-1970 nog volledig zuurstofloos, terwijl op 9-7-1970 0,47 mg/l. aanwezig was. Men kan stellen, dat een half jaar na het dichten van de duiker de sloot nog zuurstofloos was, hetgeen wijst op een zeer sterke vervuiling.

In juli nam het zuurstof-gehalte toe, n.l. van een verzadigingspercentage van 6% tot 57%. Dit wijst op herstel van de sloot.

Wat de monsterpunten 3, 4 en 5 betreft zien we, dat het water steeds onverzadigd was, behalve eind juli, toen een oververzadiging optrad van gemiddeld 155%. Deze oververzadiging viel samen met de grote ontwikkeling van Chlorophyceen en Diatomeeën, met in het bijzonder *Selenastrum* en *Melosira italica*.

De Bisschop Davidsgrift vertoonde een konstant slecht beeld wat betreft het zuurstof-gehalte. Het gemiddelde verzadigingspercentage bedroeg 48%.

Zuurstof-productie na 5 dagen in het licht bij 22 °C.:

De grenssloot vertoonde steeds een negatieve zuurstof-productie, hoewel deze eind augustus al minder negatief was, dan in juli. Deze negatieve zuurstof-productie geeft het kleine zelfreinigende vermogen van de sloot aan. Verbetering van de waterkwaliteit is te zien, maar tevens, dat het herstel een langzaam proces is.

De monsters van de punten 3 t/m 5 gaven een gemiddelde zuurstof-productie van 14,8 mg/l. te zien, wat op een groot zelfreinigend vermogen wijst. De zuurstof-productie was in augustus lager dan in juli, wat z'n oorzaak vond in de lagere Chlorophyceen en Diatomeeën bezetting op dat moment.

De Bisschops Davidsgrift gaf op 9-7-1970 en 24-8-1970 een zuurstof-productie te zien van 13 mg/l., terwijl op 23-7-1970 een zuurstof-verbruik van 2,9 mg/l. optrad. Deze laatste waarde kan wijzen op een tijdelijke, sterke lozing van afvalwater, hoewel een enkel monster natuurlijk geen bewijskracht heeft.

Chloride: Het Cl-gehalte van het water van "de Hel" was konstant laag n.l. 14 mg/l. Een duidelijke gradiënt is niet aanwezig, zodat op grond hiervan niet tot een invloed van de lozing op het oppervlaktewater van het reservaat gekonkludeerd mag worden.

Geleidbaarheid en pH: Uit de tabel met chemische gegevens blijkt, dat ook wat betreft geleidbaarheid en pH geen indicatie aanwezig is voor invloed van de lozing.

Analyse: Uit de zuurstof-verzadigingspercentages kan men geen konklusies trekken t.a.v. een nog waarneembare vervuiling in juli en augustus ten gevolge van de gewraakte lozing. Immers het dichtst bij het lozingspunt gelegen water geeft een hoger zuurstof-verzadigingspercentage te zien, dan het verst verwijderde punt. Uit de grafiek met bovengenoemde percentages (fig.C) blijkt wel het grote verschil in weersinvloed i.c. zon- en windinvloed op de verschillende monsterplaatsen, met dien verstande, dat de weersinvloed op plaats 4 het grootst is en op plaats 3 groter dan op plaats 5. Dit klopt volledig met de ligging, n.l. plaats 4 ligt midden in de grote plas, terwijl de andere punten in een sloot liggen, die oevers hebben met hoog riet.

Wat betreft deze weersinvloeden valt nog op te merken, dat de wind door de veroorzaakte golfslag een zuurstof-inbreng tot gevolg heeft en zonlicht de zuurstof-produktie door algen veroorzaakt.

Uit de grafiek met de zuurstof-produkties na 5 dagen in het licht bij 22 °C (fig.C) kan niet gekonkludeerd worden, dat het water van punt 3 sterker verontreinigd is dan het water van de punten 4 en 5.

De verbetering, die in de grenssloot begon op te treden is wel in de beide grafieken te zien.

Bij de grift-monsters valt het lage zuurstof-gehalte op, terwijl toch een grote zuurstof-produktie aanwezig was. Het eerste hangt samen met de verontreiniging van het water en de grote zuurstof-produktie met de plankton bezetting van gemiddeld 45% Chlorophyceen en 21% Diatomeeën.

De volgende tabellen geven de samenstelling aan van het plankton, verzameld door resp. bezinkings- en planktonnet monsters.

De achter de organismen vermelde getallen zijn de percentages, waarin betreffende organismen aangetroffen werden. Deze percentages werden berekend uit de aantallen, geteld volgens de eerder beschreven methode.

Determinatie van de verschillende soorten geschiedde met behulp van determinatie- en taxonomische tabellen uit boeken, in de literatuurlijst opgegeven.

Van de organismen, die niet konden worden gedetermineerd werd een tekening gemaakt. Deze tekeningen zijn achterin deze scriptie opgenomen, samen met de bijbehorende beschrijvingen. (fig. D t/m K).

	1	2	3	4	5	B.D.grift						
	23-7	24-8	27-2	23-7	24-8	27-2	9-7	23-7	24-8			
<u>Fungi:</u>												
Planktomycetes Bekefi			0,5	1				0,6	0,7	1		
Schimmeldraden	1											
Schimmelsporen	3								0,7			
<u>Bakteriën:</u>												
Siderocapsa			3		1,5	26		17	0,6	0,6	0,7	1
Leptothrix	10		0,5	1				0,6			0,7	1
Leptothrix spec.1	11											
Lampropedia hyalina			2	3			8			2	1	1
Spirillum	1											
<u>Cyanophyta:</u>												
Microcystis aeruginosa			1,5	3			2,5	2	2,5	2		
Gomphosphaerium spec.1			0,5				0,7			3		
Merismopedia tenuissima								2,5				
Coelosphaerium							0,7					
Anabaena spiroides			2,5	2,5			1	2	1	0,7		
Anabaena Scheremetievi	1											
Lyngbya limnetica	25	14	11	4	1	12	5	0,8	10	0,6	3	9
Spirulina							1	5	0,7			1
Aphanothece clathratha			0,5							2,5		
Marssoniiella spec.1			2									
Chroococcus minimus									0,6	0,7	2	1
Chroococcus limneticus											2	
<u>Chrysoophyta:</u>												
Dinobryon sociale	1	2			1				0,6			
Dinobryon Borgel			1				0,8			1		
Chrysococcus biporus	2	20	31		20	5	2	14	1	3	1,5	4
Chrysococcus rufescens					0,5	2		3,5				
Kephyrion Rubri-claustri	1						1	3,5				1
Mallomonas elegans					0,5							

	1		2		3		4		5					B. D. drift			
	23-7	24-8	27-2	27-2	23-7	24-8	27-2	9-7	23-7	24-8	27-2	9-7	23-7	24-8	9-7	23-7	24-8
<u>Diatomeen:</u>																	
Melosira italica			2	3	19	6	6	21	17	5	4	30	8	4	1	2	
Melosira granulata							2	2									4
Melosira varians																	1
Cyclotella spec.					0,5	0,5			0,6				0,6		4	6	25
Cyclotella Kütringiana									0,8								
Synedra ulna	4				0,5		1				2				3	3	1
Astarionelle formosa					0,5												
Navicula verecunda															1		
Navicula fragillarioides															1		
Navicula minuscula																	
Navicula spec.	6														1	1	1
Cymbella spec.											0,6					2	
Gomphonema acuminatum																2	
Gomphonema augur												0,6					
Gomphonema ventricosa	15														1		
Nitzschia acicularis				2											1		1,5
Nitzschia hungarica											0,6				1		
Rhoicosphenia curvata	10	5														3	
<u>Xanthophyta-Heteroconten:</u>																	
Ophiocyrtium capitatum																	
idem var. longispinum					0,5												
Ophiocyrtium spec. 1					1,5	0,5		0,7	1,5	2,5		0,6	2				

1 2 3 4 5 B. D. Griff  
 24-8 27-2 27-2 23-7 24-8 27-2 24-8 27-2 23-7 24-8 27-2 23-7 24-8 27-2 23-7 24-8

Species	1	2	3	4	5	B. D. Griff
<u>Pyrophyta:</u>						
Cryptomonas spec. 1		2		0,7		3
" spec. 3	1	1,5		1	2	0,7 3
" spec. 4		2		0,7		0,7
" spec. 2		1				1,5
" Marssonii	3					
Glenodinium spec. 1		6	5	0,5	2,5	3
" spec. 2		2			5	
" spec. 3		2		0,6		
" spec.		5				4
Peridinium spec. 1						0,7
Hemitoma meandrocystis		2				
Gonyostomum spec.			2	1,5		
<u>Euglenophyta:</u>						
Euglena acus	3					
" spathirhynsha		2		1	0,6	0,6 0,6
" sanguinea				0,7		
" pussilla				0,7		
" geniculata				0,5		
" spec. 1				2		
" spec. 2			3	1		
" spec. 3				0,7		
Phacus aenigmaticus						
" Pyrum				2		
" glaber				0,5		0,7
" helikoides				0,7	0,6	
" spec. 1				0,5		0,7
" spec. 2				0,5		
" spec.	2					0,5

	1		2		3		4				5				B.D.grift			
	23-7	24-8	27-2	27-2	23-7	24-8	27-2	27-2	9-7	23-7	24-8	27-2	9-7	23-7	24-8	9-7	23-7	24-8
Trachelomonas volvocina	1		10		4	2	3	4	0,8	3	5	3,5	5,5	0,7	1	4		
idem var. planctonica	1		1		0,5	2	2	2	0,8	1	1,5			0,7				
Trachelomonas hispida			2			2	1	0,7	1,5	4				0,7				
idem var. crenulato-collis			1									2	2					
Trachelomonas spec.1			1															2
spec.3																		
" dubia																		
fa. acuminata	4		1															
Rhabdomonas spec.1						1								0,7				
Stombomonas spec.1														0,7				
Heteronema spec.1			0,5															
<u>Chlorophyta-Volvocineae:</u>																		
<u>Chlamydomonas</u> sagene	4		4								1,5							
concrescens			1															
Serbinowi	4																	
ambigua	1																	
tauros	2																	
spec.	6	1	8	1	1	0,5	4	1		4				0,7	11	8	4	
Pyramidomonas spec.1														0,6				
Carteria globosa					1	2			0,7					3	1	1	2,5	
Carteria spec.	2																	
Chlorogonium maximum			7			5				5								
" elongatum															1			
Polytoma spec.			1															
Pandorina morum																		1
Sphaerellopsis spec.		4																
<u>Chlorophyta-Conjugateu:</u>																		
<u>Closterium</u> spec.2							1											
Staurastrum paradoxum					2			0,7	0,8	0,7		0,6	0,6					
pterosporum								0,7										
" gracile														0,6				

	1	2	3	4	5	B.D. grift								
	23-7	24-8	27-2	27-2	23-7	24-8	27-2	27-2	9-7-7	23-7	24-8	9-7	23-7	24-8
<u>Chlorophyte-Chlorococcinae:</u>														
<i>Selenastrum Bibraianum</i>	1		10	5	5	4,5	7,5			6	4		3	
" <i>gracile</i>			8	5		29	13			16	6,5	1		
" <i>spec.2</i>			2			1							3	
" <i>spec.3</i>			1											
<i>Scenedesmus acuminatus</i>			0,5				0,7			2	1,5	1	2	1
" <i>quadricauda</i>			4	1,5		2	0,7							3
<i>idem var. quadrispina</i>						2								1
<i>Scenedesmus armatus</i>									0,6					1
" <i>ecornis</i>			0,5			3	0,8			0,6	5			1
" <i>ovalternus</i>				2,5		0,7	2			0,6	0,6			
" <i>bicaudatus</i>			1			0,8	0,7			0,6	1,5			
" <i>acutus</i>														1
<i>idem fa. tetrademiformis</i>														1
<i>Scenedesmus spinosus</i>			0,5						0,6	0,6				1
" <i>spec.1</i>			3	2,5			9		5	5,5	10	1		7
" <i>spec.2</i>				3										1
" <i>spec.3</i>														
" <i>spec.4</i>														1
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>														
<i>var. mirabilis</i>														
<i>idem var. acicularis</i>	1		1	1		1			2,5	0,6	0,6			
<i>idem var. spiralis</i>	1		2	1,5		3	1		0,6	2	3	0,7	4	1
<i>idem var. spirilliformis</i>			3	2		2	6,5		2,5		3	1,5		3
<i>idem var. setiformis</i>			3			0,5	0,7							
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>			1			0,7			2,5		2,5			
<i>Kierchneriella subsolitaria</i>			1	0,5		1	0,7		0,6	2,5	2	0,6		1
" <i>contorta</i>				0,5			5				0,6	0,7		1
" <i>lunaris</i>									0,6			1,5		1
" <i>spec.1</i>							1				1,5			1
<i>Legerheimia wratislaviensis</i>			0,5	0,5		0,8			0,6	0,6	0,6	2		2
" <i>genevensis</i>											0,7	1		



1 2 3 4 5 B.D. grift  
 23-7 24-8 27-2 27-2 23-7 24-8 25-2 9-7 23-7 24-8 27-2 9-7 23-7 24-8 9-7 23-7 24-8

Chlorophyta-Chlorococcinae:

Pediastrum duplex var.  
 gracilimum 1

idem var. Boryanum 1

Pediastrum tetras 0,6 0,6 1

Dictyosphaerium Ehrenbergianum 2 2,5 3 2,5

" pulchellum 0,6 0,6 2,5 3 2,5

Tetraedron regulare 0,5 1,5 1 0,7 0,8 0,7

" trigonum 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7

" " var. gracile 0,5

" muticum

" minimum 2 1,5 2 1,5 2

Crucigenia rectangularis 2 1,5 2 2 2 1,5 2

" tetrapedia 3 3 2 1,5 7 0,7 1,5

" quadrata 6 0,5 1 0,6 2 0,7 1,5

" crucifera 0,5 1 1 2 6

Quadrigula closterioides 5 5 1 15 2,5

Nephrocytium spec.1 0,5 0,5 1 1 1

" spec.2 0,5 0,5 1 1 1

" spec.3 0,5 0,5 1 1 1

Oocystis crassa 1

" pussilla 1

Coelastrum microporum 1 2

Actinastrum Hantzschii 0,5 4

" gracilimum 1 4

" Hantzschii var.  
 fluvietile 2

Microactinium pussillum 0,6 4 2 4 5

Tetrastrum staurogeniaeforme 2 2 2 1,5

Chodatella quadriseta 1 1

Chlorophyta-Haematococceaceae:

Gloeocystis gigas 1 0,6 1 0,6 1

" planctonica 0,6 0,6 1 0,6

1            2            3            4            5            B.D.grift  
 23-7 24-8 27-2 27-2 27-2 23-7 24-8 27-2 27-2 9-7 23-7 24-8 27-2 9-7 23-7 24-8 9-7 23-7 24-8

Flagellaten:

Stephancsphaera pluvialis	1			1	1	1	1	0,7	
Cyathomonas spec.									
Flagellaat spec.1	1		23	6				13	
Onbekende kleine groene flagellaat	4	3	1	2	2	1	0,7	1	0,6
Onbekende kleine groene bolletjes	8	4	2	2	2	3		5	7

Ciliaten:

Uronema	10	1	3	1	2	1	1	1	1,5	1
Halteria			0,5					0,6		
Strombidium	4	1	1	1	1	0,7	1	0,7	1	
Onbekende ciliaten	2	8	2	2	2	1	1	0,6	1	

Rotatoria:

Anureopsis fisse			1			1			0,7	
Brachionus calyciflorus			1							
Filinia limnetica						0,7				
Polyarthra trigla			0,5							

Suctorina:

Acineta										1
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Crustacea:

Nauplius	1									
Cyclops	1									

	<u>3</u>		<u>4</u>		<u>5</u>		B. D. grift
	23-7	24-8	9-7	23-7 24-8	9-7	24-8	9-7 24-8
Rotatoria (vervolg):							
Kératella quadrata			0,6				1
" serrulata				0,5			
" cochlearis	1,5	1,5			1		
Filinia longisetata			0,6				
" limnetica	0,8			4,5			
Polyarthra trigla			0,6	0,6	1	2	
Crustacea:							
Cyclops							0,5
Nauplius				0,5			1,5

In de Bisschop Davidsgrift waren op 9-7 en 24-8 op enkele plaatsen vrij veel draadalgen aanwezig, t. w. Mougeotia, Vaucheria, Cladophora en in mindere mate Ulothrix.

In de planktonnet-monsters van "de Hel", getrokken op 24-8 waren zeer veel Rotatoria en Crustacea aanwezig. Een benadering van de verhouding, waarin de verschillende organismen voorkwamen wordt hieronder gegeven:

Anureopsis fissa : Brachionus quadridentales : Polyarthra trigla : Kératella : Cyclops :  
Nauplius : Daphnia longispina = 5 : 1 : 1 : 2 : 1 : 1 : 1

De planktonnet-monsters:

3 25-7 21-0 7 25-7 24-3 5 25-7 24-6 B.D. schrift  
 25-7 21-0 25-7 24-3 9-7 24-6 9-7 24-6

<u>Bakteriën:</u>							
<u>Lampropedia hyclina</u>	3	2,5	0,6	3,5	1,5		
<u>Leptothrix</u>	0,8				2		
<u>Fungi:</u>					1,5		
<u>Planktomyces Bekefiï</u>					veel		
<u>Schimmeldraden</u>							
<u>Cyanophyta:</u>							
<u>Microcystis aeruginosa</u>	1,7	2,5	2,5	3	3	0,7	
<u>Gomphosphaerium spec. 1</u>		2,5				1,5	
<u>Anabaena planctonica</u>		5	4	2	6	0,7	
" <u>spiroïdes</u>	1,7		5	5			
<u>Aphanothece clathratha</u>			0,6				4
<u>Merismopedia glauda</u>	0,8		1,5			1,5	2
<u>Lyngbya limnetica</u>			0,6				
<u>Chroococcus minimus</u>							
" <u>dispersus</u>	0,8		1,5				
<u>Marssoniiella spec. 1</u>	0,3		0,6				
<u>Chrysophyta:</u>							
<u>Dinobryon Borgeï</u>			0,6				
<u>Chrysococcus biporus</u>	0,8	3,5			2		1,3
" <u>rufescens</u>		0,3		1			
<u>McIlmonas clegans</u>		0,8					
<u>Diatomeeën:</u>							
<u>Melosira italica</u>	14	2,5	11	6,5	8	2,5	4
" <u>granulata</u>				1,5			12
" <u>varians</u>					2		6
<u>Cyclotella spec.</u>	0,8		3	0,5			
" <u>Kützingiana</u>			0,6	1,5			10
" <u>Meneghiniana</u>							
<u>Fragillaria construens</u>			0,6				
<u>Navicula Schönfeldii</u>			0,6				

	<u>3</u>		<u>4</u>		<u>5</u>		<u>B.D. grift</u>		
	23-7	24-8	9-7	23-7	24-8	9-7	24-8	9-7	24-8
<u>Diatomeen</u> (vervolg):									
<u>Synedra ulna</u>			1,5			1	0,7	11	1,3
" <u>acus</u>								3	4
<u>Navicula Rhynchocephala</u>								3	
" <u>verecunda</u>								3	
" <u>fragillaroides</u>								1	
<u>Asterionella formosa</u>								6	6
<u>Amphora ovalis</u>								1	
<u>Cymatopleura solea</u>								1	
<u>Meridon circulare</u>									
<u>Pinnularia maior</u>			0,6						0,7
<u>Surirella solea</u>						2			
" <u>ovata</u>						1			
<u>Xanthophyta-Heteroconten:</u>									
<u>Ophiocytium capitatum</u>									
<u>var. longispinum</u>		0,8							
<u>Ophiocytium spec.1</u>	1,7								
<u>Pyrrophyta:</u>									
<u>Peridinium spec.2</u>					2				0,7
" <u>spec.3</u>							2		
<u>Glenodinium spec.1</u>			1,5	0,6					
" <u>spec.</u>			0,6			6			
<u>Cryptomonas spec.1</u>	1,7			0,6			1,5		
" <u>spec.5</u>							0,7		
<u>Chroomonas Pochmanni</u>		7,5							
" <u>spec.</u>	1,5	2,5		1,5					
<u>Euglenophyta:</u>									
<u>Phacus gigas</u>		0,8							0,7
" <u>helikoides</u>			0,6						
" <u>caudatus</u>			0,6						
" <u>pyrum</u>				0,6					0,7
" <u>Hameli</u>								1	
" <u>polytrophos</u>								2	0,7
" <u>glaber</u>		0,8							

	<u>3</u>		<u>4</u>		<u>5</u>		<u>B.D. grift</u>		
	23-7	24-8	9-7	23-7	24-8	9-7	24-8	9-7	24-8
<u>Euglenophyta (vervolg):</u>									
Phacus Raciborskii	0,8								
" Mamatus	0,8								
" spec.4					0,5				
Euglena spathirrhyncha					0,5	0,7			
" acus						1			
" spec.					0,5				
Trachelomonas volvocina	6,5	1,7	1,5	1,5		2,5		0,7	
" hispida	1,7		0,6					0,7	
" spec.2	1,7								
Heteronema spec.1	1,7								
<u>Chlorophyta-Volvocinae:</u>									
Chlamydomonas spec.	0,8	0,6	1,5					1	0,7
Pandorina morum								1	0,7
Eudorina elegans									
Volvox spec.					0,5				0,7
Carteria globosa	1,5		2			0,7			
<u>Chlorophyta-Conjugateu:</u>									
Closterium Leibleinii								1	
" moniliferum								1	0,7
" spec.1									
Staurostrum paradoxum			1,5	0,6		1			
" gracile				0,6					
" apiculatum								1	
" tetracerum						2			
Gotanozy Kinahani									2
<u>Chlorophyta-Chlorococcinae:</u>									
Selenastrum Bebraianum	1,7	9	9	19		18			0,7
" gracile	21	25,5	24	27	32	36	17		
" spec.2				1,5					
" spec.5						28			







Analyse biologische monsters: Verstoring van het biologisch evenwicht door vervuiling noemt men saprobie. Deze kan beoordeeld worden aan de hand van indicatororganismen, immers het fytoplankton vormt een gevoelige groep organismen en een verstoring van het biologische evenwicht uit zich in veranderingen van de fytoplankton samenstelling. Daar voor de nederlandse wateren nog geen systeem van saprobie indicerende organismen bestaat, werd hier gewerkt met het systeem van Sládeček (1963). Toepassen van een buitenlands systeem heeft natuurlijk nadelen, omdat niet alleen de saprobie-graad invloed heeft op de samenstelling van het plankton, maar ook factoren als klimaat, geografische ligging enz. en wanneer deze verschillend zijn kunnen afwijkingen voorkomen. Niet alle gevonden organismen komen in het systeem van Sládeček voor, daarom werd soms ook nog gebruik gemaakt van het saprobie-systeem van Liebmann (1951).

Teneinde uit de biologische samenstelling van het water iets over een eventuele verontreiniging te kunnen zeggen zullen hier enkele percentages uit de bezinkingsplankton tabellen met elkaar vergeleken worden.

Een aanwijzing voor een verontreiniging kan gevonden worden in de afnemende aantallen Chlamydomonas (een Chlorophyta-Volvocinae) in de monsters van februari, gaande van de kleine plas in de richting van punt 5. Chlamydomonas kan n.l. gezien worden als een indikator voor met organische stof verontreinigd water.

Deze percentages bedroegen:

Monsterpunt	:	2	3	4	5
Percentage Chlamydomonas:		30	13	4	4

Dok Chlorogonium (eveneens een Chlorophyta-Volvocinae), die te vergelijken is met Chlamydomonas geeft een soortgelijk beeld te zien, zij het in mindere mate.

Ankistrodesmus falcatus (een Chlorophyta-Chlorococcinae), die gezien kan worden als een indikator voor weinig vervuild water, vertoont het omgekeerde beeld als Chlamydomonas en Chlorogonium.

Monsterpunt	:	2	3	4	5
Percentage Ankistrodesmus					
falcatus:		2	6	6	6

Uit deze gegevens blijkt, dat de afvalwaterlozing inderdaad invloed op het water van "de Hel" heeft gehad. Deze slechte invloed is

echter vrijwel tot de kleine plas en de verbindingssloot tussen kleine en grote plas beperkt gebleven, immers tussen de grote plas en de sloot bij punt 5 werden geen hydrobiologische verschillen vastgesteld.

De grote ontwikkeling van *Chrysococcus biporus* (Chrysophyta) op alle plaatsen was waarschijnlijk niet het gevolg van de lozing, maar van de voor dit organisme gunstige omstandigheden. In ijzerhoudende wateren, die aanvankelijk zuurstofarm zijn, maar door bepaalde oorzaken zuurstofrijker worden, kan *Chrysococcus biporus* zich massaal ontwikkelen. De aanvankelijk met sneeuw en ijs bedekte plassen van "de Hel" waren vrij zuurstofarm, terwijl na het smelten van het ijs door windinvloeden veel zuurstof in het koude water werd opgenomen. Dit waren gunstige omstandigheden voor *Chrysococcus biporus*. Hieruit kan misschien ook het relatief lagere percentage op plaats 5 verklaard worden, waar de windinvloed het kleinst is.

Vergelijking van de planktonnet-monsters uit de grote plas in 1966 (Leentvaar, 1966) en 1970.

Betekenis der cijfers: 1 betekent : 1 exemplaar gevonden.

2 " : enkele exemplaren gevonden.  
 3 " : tamelijk veel " " .  
 4 " : zeer veel " " .  
 5 " : massaal aanwezig.

	22/6/66	9/7/70	12/8/66	24/8/70
<u>Crustacea:</u>				
Cyclops spec.	2	-	2	1
Daphnia longispina	-	-	1	1
Nauplius	-	-	-	1
<u>Rotatoria:</u>				
Brachionus angularis	3	-	3	-
" calyciflorus	-	-	-	1
" budapestinensis	-	-	-	1
Kóratella spec.	-	1	-	2
Polyarthra spec.	3	1	3	1
Filinia limnetica	-	1	-	-
Asplancha spec.	2	-	1	-
Anurancopsis fissa	3	-	3	4
<u>Flagellaten:</u>				
Euglena spec.	3	-	2	1
Trachelomonas spec.	4	2	2	-
Phacus spec.	2	2	-	1
Dinobryon spec.	-	-	3	-
Synura uvella	-	-	3	-
<u>Chlorophyta:</u>				
Selenastrum spec.	-	5	-	4
Dictyosphaerium spec.	1	2	3	-
Scenedesmus spec.	1	1	2	2
Pediastrum spec.	1	-	1	-
Coelastrum microporum	-	2	-	2
<u>Cocciadiaceae:</u>				
Staurastrum spec.	2	1	-	-
<u>Diatomeeën:</u>				
Melosira italica	-	3	1	2

Uit deze lijst kan niet gekonkludeerd worden, dat het water van de grote plas in 1970 meer verontreinigd is dan in 1966, immers er is zowel sprake van toename van organismen van vrij sterk verontreinigd water (b.v. *Selenastrum*, een Chlorophyta-Chlorococcinae) als toename van organismen van nauwelijks verontreinigd water (b.v. *Melosira italica*, een Diatomee). Eveneens is te zien, dat sommige vuilwater-indicatoren in 1970 minder aanwezig zijn dan in 1966, maar dat dit tevens voor schoonwater-indicatoren het geval is.

Analyse diversiteiten: Zoals reeds eerder is opgemerkt, uit zich een verstoring van het biologisch evenwicht in veranderingen in de fytoplanktensamenstelling. In de regel duurt het meestal langere tijd voordat zich een evenwicht heeft ingesteld, d.w.z. voordat een groot aantal soorten levensomstandigheden heeft gevonden. Wanneer nu door bepaalde oorzaken een verstoring van dit evenwicht optreedt, zullen de levensomstandigheden van bepaalde soorten beter worden en van andere soorten (meestal meer) slechter. Er zal in het plankton een structuurverandering optreden, wat zich o.a. uit in verandering van de diversiteit. Diversiteit in de soortensamenstelling is n.l. een goede maatstaf voor de structuurrijkdom van een biocoenose. Wanneer een grote variatie aan levensmogelijkheden aanwezig is, dan hebben we een hoge diversiteit. Bij een lozing van afvalwater wordt de variatie aan levensmogelijkheden kleiner, hetgeen een grote ontwikkeling van enkele soorten tot gevolg kan hebben, hetgeen een lagere diversiteit veroorzaakt.

Wanneer men mogelijke uitzonderingen uitsluit, m.a.w. het ideale geval beschouwt, dan blijkt, dat een verhoging van de saprobie-graad leidt tot een verhoging van de diversiteit.

De a-diversiteiten van de verschillende monsters berekend uit de bijgevoegde grafieken:

Monsterpunt:	2	3	4	5
Datum monstername				
27/2	35	23	54	55
zelfde monster zonder meertelling van Chrysococcus				
biporus	-	29	-	-
9/7	-	-	53	-
23/7	-	49	27	42
idem zonder Selenastrum	-	-	35	47
idem zonder Selenastum				
en Melosira italica	-	-	44	-
24/8	-	49	52	52

Uit de tabel en de bijbehorende grafieken (Fig. L t/m O) blijkt, dat de meeste monsters een diversiteit van ongeveer 50 soorten per log.individueen te zien geven, maar enkele een lagere waarde. Een lagere waarde van de diversiteit wijst op een verstoring van het milieu, die van buitenaf kan zijn veroorzaakt, of van binnenuit ontstaan. Herstel van de verstoring uit zich in het naderen van de waarde van de diversiteit tot de oorspronkelijke waarde. Deze bedraagt voor het water van "de Hel" ongeveer 50.

Im februari gaf het water van de punten 2 en 3 een grote afwijking van de "normale" diversiteit te zien. Wanneer het veel voorkomende organisme *Chrysococcus biporus* bij de bepaling van de diversiteit buiten beschouwing wordt gelaten, wordt nog een aanzienlijk lagere waarde dan 50 gevonden, n.l. 29. Er is dus sprake van een verstoring van het milieu. Gezien het feit, dat de monsters van de punten 4 en 5 een diversiteit van resp. 54 en 55 soorten per log. individuen hadden en de punten 2 en 3 het dichtst bij het lozingspunt liggen, kan men aannemen, dat de verstoring ontstaan is door het contact van vervuild slootwater met het oppervlaktewater van "de Hel" en dus door de lozing van ongezuiverd afvalwater van de nertsvoederfabriek op de grenssloot.

De monsters van de punten 4 en 5, getrokken op 23/7 vertoonden ook een lagere diversiteit dan 50. Wanneer de organismen, die zich sterk hebben ontwikkeld (*Selenastrum* en *Melosira italica*) niet worden meegerekend bij de bepaling van de diversiteit, blijkt nog een lagere waarde dan 50 gevonden te worden (resp. 44 en 47). Er is dus ook nu sprake van een verstoring. Wanneer men echter bedenkt, dat de punten 4 en 5 het verst bij het lozingspunt vandaan liggen en punt 3 geen afwijking vertoont, is men geneigd deze verstoring niet aan de gewraakte lozing toe te schrijven, maar aan een andere oorzaak, b.v. de opwerveling van bodemslijk door golfslag, daar de plassen slechts een diepte hebben van ongeveer 1 meter. (Vervuiling van binnenuit).

Op 24/8 was de waarde van de diversiteiten op alle punten weer ongeveer 50, zodat van herstel gesproken kan worden.

Het biologisch herstel van "de Hel".

We zagen in de voorafgaande beschouwing, dat in februari de invloed van de verontreiniging vrijwel beperkt was gebleven tot de kleine plas en de verbindingssloot tussen kleine en grote plas.

Een vergelijking van het plankton uit het midden van de grote plas van 1966 met dat van 1970 leverde geen aanwijzing op voor een verslechtering van de waterkwaliteit aldaar. Rest dus nog een vergelijking van het plankton van de verschillende punten van juli en augustus om een eventueel herstel van de vervuilde sektor aan te tonen.

In onderstaande tabel zijn voor de 3 verschillende punten de gemiddelde percentages van 9/7, 23/7 en 24/8 van de verschillende organismen opgenomen.

Monsterpunt:	3	4	5	Saprobie volgens Sládeček.
Organisme				
Lampropedia hyalina	2,5	2,7	1	
Lyngbya limnetica	0,5	2,0	1,2	a
Melosira italica	12,5	14	14	o-b
Trachelomonas spec.	4	4	4	b
Selenastrum spec.	15,5	30	20	b-a
Scenedesmus spec.	9,5	7,5	4,5	b(-a)
Ankistrodesmus	5	5	4	b-o
Dictyosphaerium spec.	1,8	0,8	2,7	b
Crucigenia spec.	3,5	4,8	5,7	b

Grote verschillen zijn niet aanwezig, zodat geconcludeerd kan worden, dat de verontreiniging door de zelfreiniging van het water reeds in juli teniet was gedaan. Hierbij dient wel opgemerkt te worden, dat in juli en augustus geen monsters uit de kleine plas genomen konden worden i.v.m. de waterstand en voor punt 2 dus geen vergelijking met de gegevens mogelijk was, zodat wat betreft de kleine plas nog mogelijkwijs een verontreiniging aanwezig was.

Beoordeling verontreinigde grenssloot.

In het bezinkingsplankton van 9/7/1970 waren nog hoofdzakelijk bacteriën aanwezig. Het zuurstof-gehalte bedroeg 0 mg/l.

Hierna trad echter een duidelijke verbetering van de waterkwaliteit op, zowel chemisch als biologisch.

In onderstaand tabelletje zullen de percentages, waarin enkele organismen op 23/7 en 24/8 voorkomen, worden opgenomen.

Datum monstername:	23/7	24/8	Saprobie volgens Sládeček.
Organisme:			
<i>Lyngbya limnetica</i>	25	14	a
<i>Gomphonema ventricosa</i>	16	-	a-b
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	10	5	a-b
<i>Chlamydomonas</i>	6	1	a
Aantal gevonden soorten	13	24	

Hieruit blijkt, dat het aantal "sterk verontreinigd water" indicatoren afnam en het totaal aantal soorten toe.

Gekombineerd met toename van het zuurstof-gehalte en afname van het zuurstof-verbruik geven de biologische gegevens een verbetering van de waterkwaliteit aan. In augustus was de sloot echter nog wel sterk verontreinigd (a-mesosaproob).



De Bisschop Davidsgrift.

Het grift-water heeft steeds een laag zuurstof-gehalte. Toch geven de lichtproeven een hoge zuurstof-produktie te zien, wat samenhangt met de planktonbezetting. Het plankton bestaat gemiddeld voor 45% uit Chlorophyceen en voor 21% uit Diatomeeën.

Volgens het saprobiën-systeem van Sládeček kan het water gekarakteriseerd worden als een b-a water.

Een indicatie voor de slechte waterkwaliteit zou het feit kunnen zijn, dat tijdens het monsters nemen op 9/7/70 enkele scholen kleine visjes werden waargenomen, terwijl op 23/7/70 en 24/8/70 deze niet meer werden opgemerkt.

Vergelijking van de biologische monsters van "de Hel" met die van de Bisschop Davidsgrift levert allereerst het grote verschil in aantallen Crustacea en Rotatoria op. In de grift zijn deze organismen nauwelijks aanwezig, terwijl ze in "de Hel" massaal voorkomen.

Het bijzondere karakter van het water van het reservaat blijkt ook duidelijk uit het grote aantal verschillende ijzerhoudende organismen n.l. Siderocapsa, 2 soorten Leptothrix, 7 soorten Trachelomonas, 2 soorten Chrysococcus, terwijl in het griftwater slechts enkele ijzerhoudende organismen voorkomen.

### Konklusies.

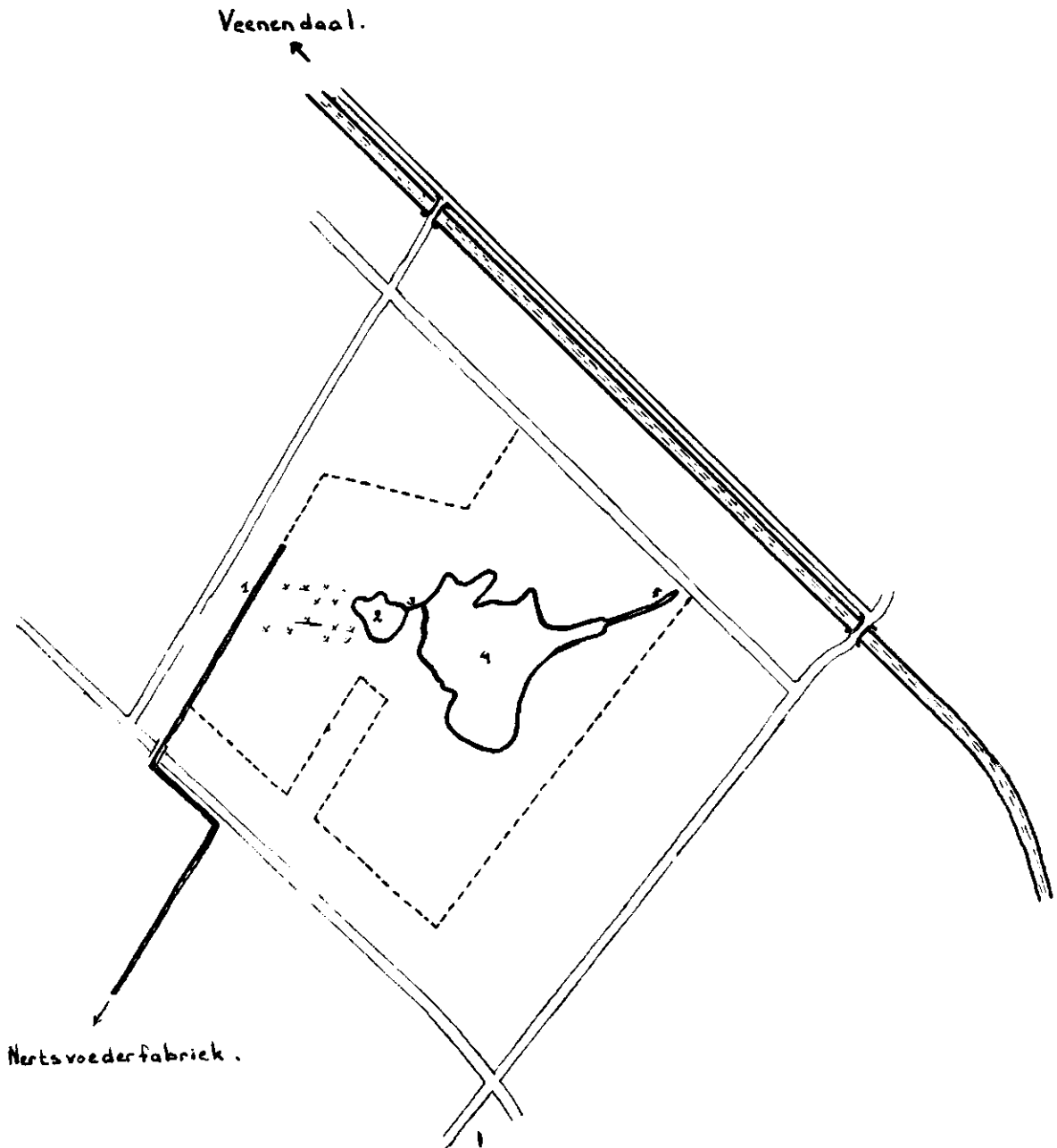
De lozing van ongezuiverd afvalwater van de nertsvoederfabriek heeft een zeer nadelige invloed gehad op de grenssloot van het reservaat. Deze werd hierdoor volledig zuurstofloos, terwijl alle fytoplankton doodging. Na het dichtmaken van de duiker heeft de sloot zich tot nu toe (augustus 1970) enigszins hersteld, maar is nog steeds zeer sterk verontreinigd. (a-mesosaproob).

Verder heeft de lozing een verstoring teweeggebracht in het reservaat. Met de door mij gevolgde beoordelingsmethode kon alleen in februari een verstoring worden vastgesteld in de kleine plas en de verbindingssloot tussen kleine en grote plas. Bij het toepassen van de saprobie-indicatoren volgens Sládeček werden n.l. alleen de meestvoorkomende organismen gebruikt voor het trekken van konklusies, hoewel de organismen, die in geringere mate voorkomen misschien ook iets over de hoedanigheid van het water kunnen zeggen. Hierover bestaan echter nog te weinig gegevens.

Men zou kunnen zeggen, dat de lozing van afvalwater in februari nadelige gevolgen voor de waterorganismen van "de Hel" heeft gehad, maar dat deze in augustus met de huidige kennis niet meer konden worden aangetoond, hoewel toch kleine veranderingen zijn opgetreden. Waakzaamheid blijft dus geboden, omdat het gevaar voor een nieuwe infectie nog niet verdwenen is, immers bij hoogwater komt de nog steeds vervuilde grenssloot weer in direkt contact met het oppervlaktewater van het reservaat met alle gevolgen van dien.

Afvalwaterlozingen als eerder genoemd zullen in de toekomst zeer zeker voorkomen moeten worden.

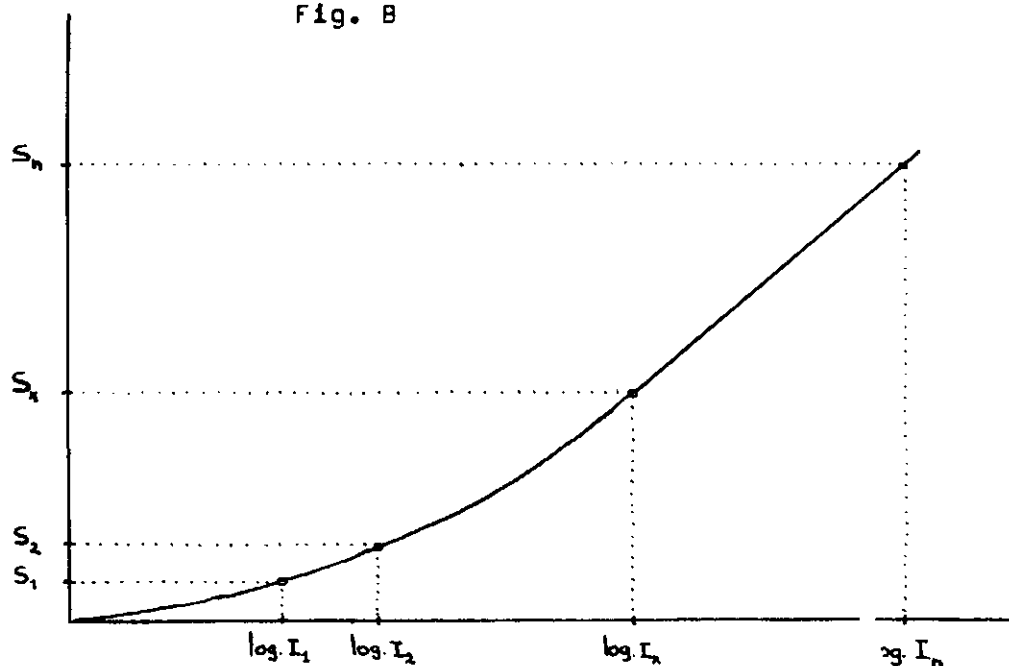
Fig. A



- vervuilde sloot.
- == Bisschop Davids grift.
- - - - - reservaats grens.
- || duiker
- ⊥ brug

MUNNEKE.  
DE HEL.  
1970.

Fig. B



$S_1$	=	aantal	geronden	soorten	in	beeldveld	1
$S_2$	=	"	"	"	"	"	1 + 2
$S_n$	=	"	"	"	"	"	1 + 2 + ... + n
$I_1$	=	"	"	individuen	in	"	1
$I_2$	=	"	"	"	"	"	1 en 2
$I_n$	=	"	"	"	"	"	1 + 2 + ... + n

De  $\alpha$ -diversiteit is de tg. van de hoek van het rechte gedeelte van de curve

$$\alpha_{div} = \frac{S_n - S_x}{\log I_n - \log I_x} .$$

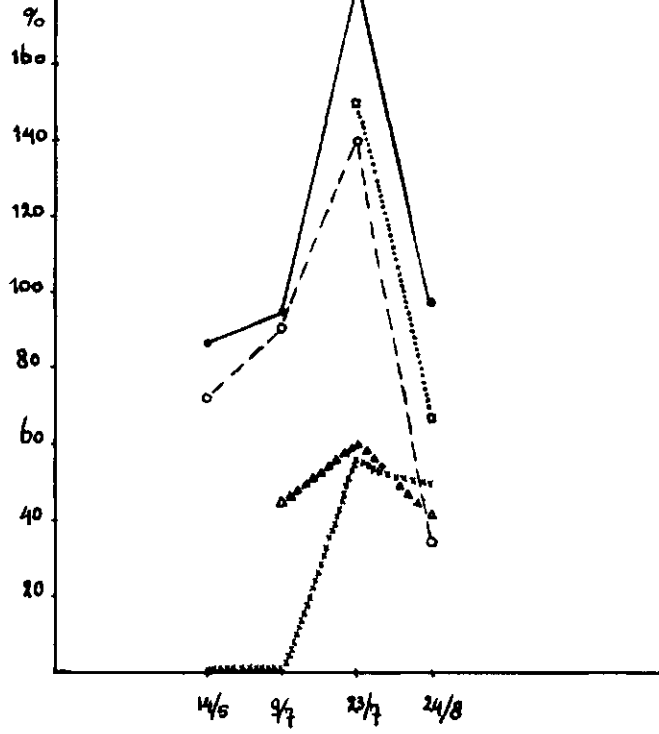
MUNNEKE.

De Hel.

1970.

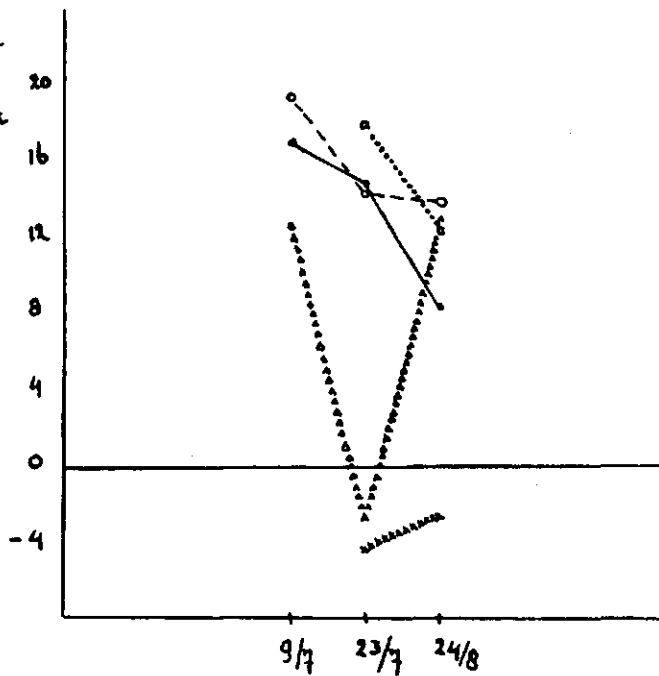
Fig. C

zuurstof  
verzadigings-  
percentage



- ..... 1
- ..... 3
- 4
- - - 5
- ▲▲▲ B. Davids grift

zuurstof-  
assimilatie  
na 9 dagen  
in het licht  
bij 22°C  
(mg/l.)



MUNNEKE.  
De Hel.  
1970.

Fig. D

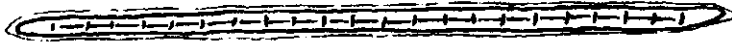


fig 1 : Bakterie: Leptothrix spec. 1

L = 130 u , d = 3 u

zeer dunne slijmlaag aanwezig

kleur : bruin.

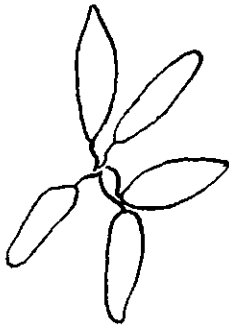


fig. 2

Cyanophyceae: ~~Marssoniella~~

Gomphosphaerium spec. 1

$l_{cel} = 6 u$  ,  $d_{cel} = 2 u$

kleur : zeer licht groen.



fig. 3

Cyanophyceae:

Marssoniella spec. 1

$l_{cel} = 3 u$

kleurloos.

MUNNEKE.

DE HEL.

1970.

Fig. E . Pyrrophyta.

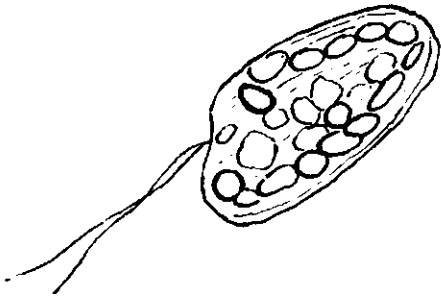


fig. 1

Cryptomonas spec. 1  
l = 20 u , d<sub>max.</sub> = 13 u.

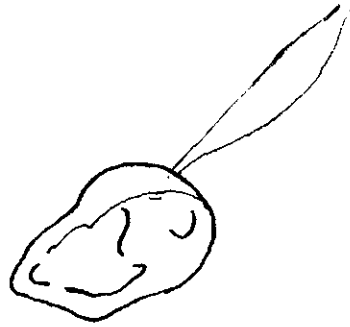


fig. 2

Cryptomonas spec. 2  
l = 10 u.

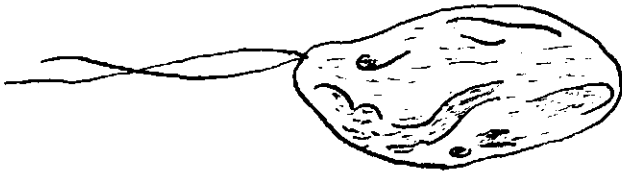


fig. 3

Cryptomonas spec. 3  
l = 14 u.

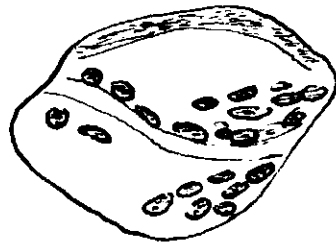


fig. 4

Cryptomonas spec. 4  
l = 16 u.

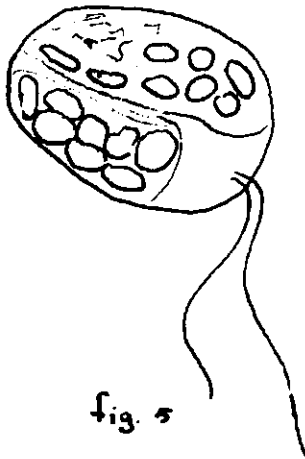


fig. 5

Cryptomonas spec. 5  
l = 16 u , d<sub>max.</sub> = 13 u.

MUNNEKE.

DE HEL.

1970.

Fig. F . Pyrrophyta.

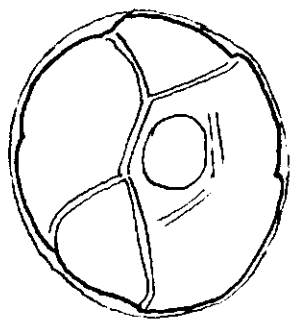


fig. 1

Glenodinium spec. 1  
 $\varnothing = 15 \text{ u}$   
kleur : licht groen.

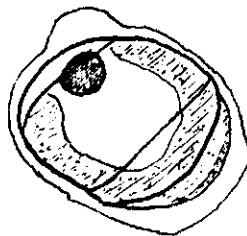


fig 2

Glenodinium spec. 1  
 $\varnothing = 10 \text{ u}$ .

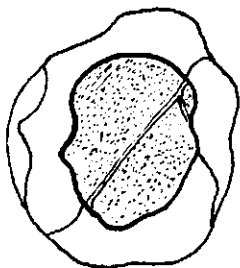


fig. 3

Glenodinium spec. 3  
 $\varnothing_{\text{tot.}} = 13 \text{ u}$  ,  $\varnothing_{\text{cel}} = 9,5 \text{ u}$   
kleurloze schede, lichtgroene cel.



fig. 4

Peridinium spec. 1  
 $l = 10 \text{ u}$  , kleur schaal: bruin  
kleur cel : groen.

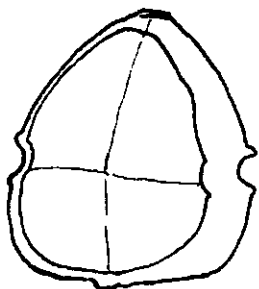


fig. 5

Peridinium spec. 2  
 $\varnothing_{\text{max.}} = 23 \text{ u}$ .

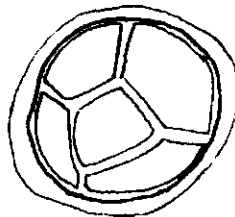


fig. 6

Peridinium spec. 3  
 $\varnothing_{\text{tot.}} = 13 \text{ u}$ .

MUNNEKE.  
DE HEL.  
1970.

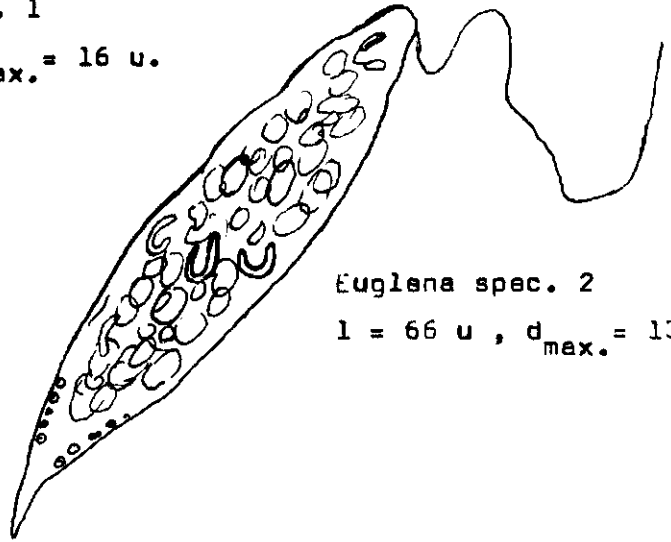


Fig. 9 . Euglenophyta.



Euglena spec. 1  
l = 55 u, d<sub>max.</sub> = 16 u.

fig. 1



Euglena spec. 2  
l = 66 u, d<sub>max.</sub> = 13 u.

fig. 2



Euglena (spirogira)  
l = 160 u,  
kleur : licht bruin.

fig. 3

MUNNEKE.

DE HEL.

1970.

Fig. H . Euglenophyta .

Zie voor beschrijving de volgende bladzijde.

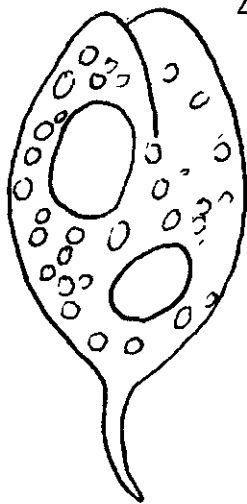


fig. 1

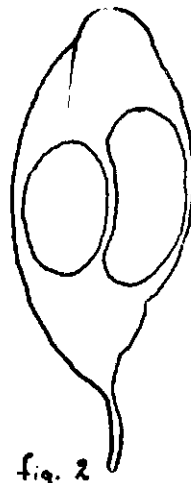


fig. 2

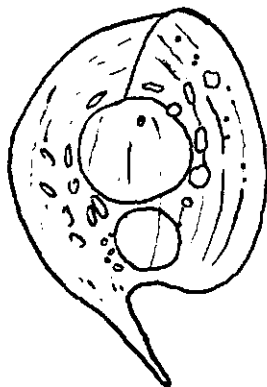


fig. 3

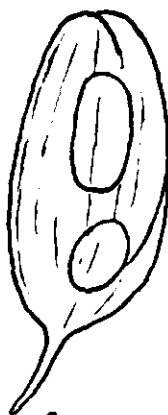


fig. 4

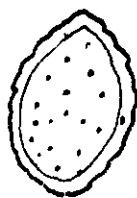


fig. 5

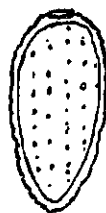


fig. 6

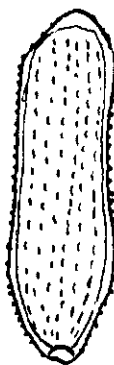


fig. 7

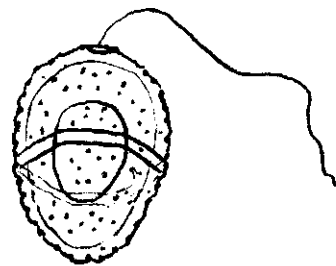


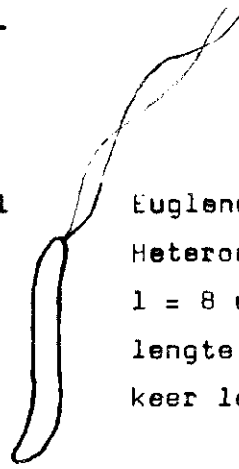
fig. 8

Fig. I .



Flagellaat spec. 1  
l = 7 u  
lichtgroen met  
kleurloze banden.

fig. 1



Euglenophyceae :  
Heteronema spec. 1  
l = 8 u , d = 1,5 u.  
lengte zweepdraden plm. 1,5  
keer lengte cel.

fig. 2

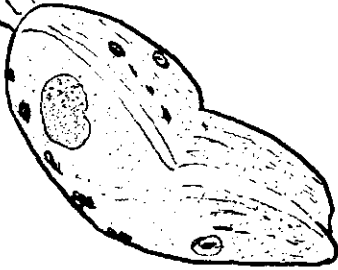


fig. 3

Chlorophyceae :  
Pyramidomonas spec. 1, l = 23 u.

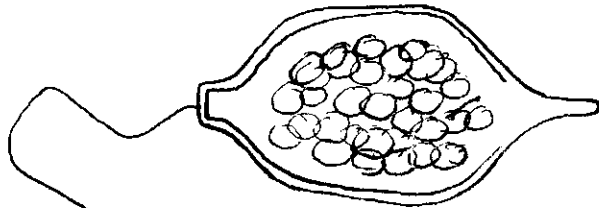


fig. 4

Euglenophyceae:  
Strombidium spec. 1  
l<sub>tot.</sub> = 40 u , d<sub>max.</sub> = 22 u.  
kleur : bruin.

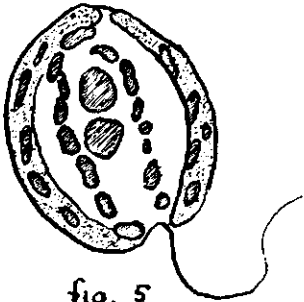


fig. 5

Euglenophyceae:  
Rhabdomonas spec. 1  
ø = 18 u  
lengte zweepdraad = lengte cel.

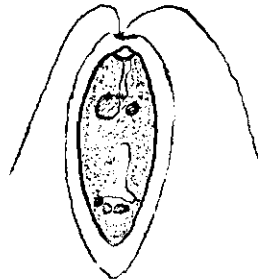


fig. 6

Chlorophyceae-Volvocinae:  
Sphaerellopsis spec. 1  
L<sub>tot.</sub> = 13,5 u , d<sub>tot.</sub> = 6,5 u

MUNNEKE.

De Hel.

1970.

Fig. J . Chlorophyta.



fig. 1

Selenastrum spec. 1  
 $d = 3 \text{ u}$   
 afstand tussen uiteinden =  $13 \text{ u}$ .



fig. 2

Sel. spec. 2  
 $d = 3 \text{ u}$ .

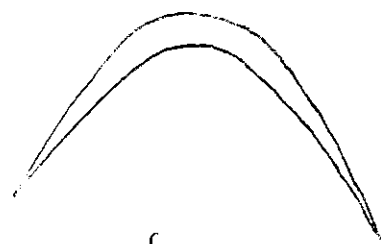


fig. 3

Selenastrum spec. 3  
 $d = 3 \text{ u}$  .afstand tussen  
 de uiteinden =  $23 \text{ u}$ .

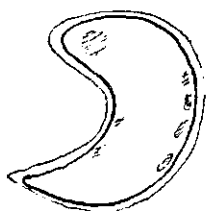


fig. 4

Mierchneriella spec. 1  
 $l = 12 \text{ u}$ .



fig. 5

Ophiocytium spec. 1  
 $l = 20 \text{ u}$  ,  $d = 2 \text{ u}$ .



fig. 6

Closterium spec. 1  
 $l = 270 \text{ u}$  ,  $d_{\text{max.}} = 7 \text{ u}$  .

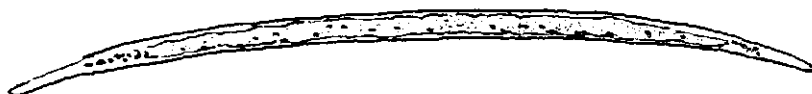


fig. 7

Closterium spec. 2  
 $l = 175 \text{ u}$  ,  $d = 6 \text{ u}$  .

MUNNEKE.

De Hel.

1970.

Fig. K . Chlorophyta.

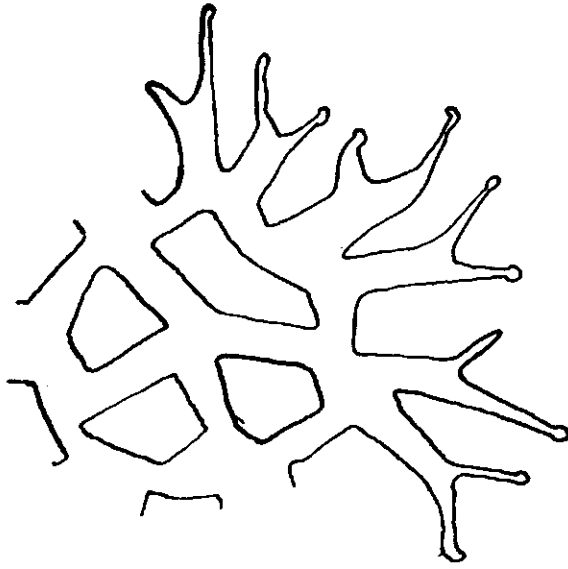


fig. 1

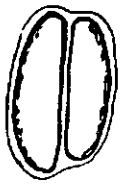


fig. 2



fig. 3

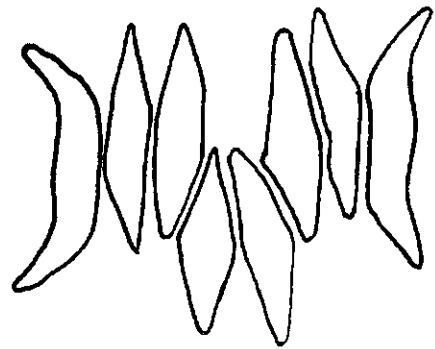


fig. 4

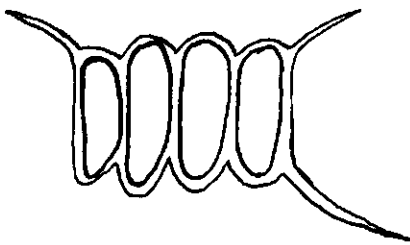


fig. 5

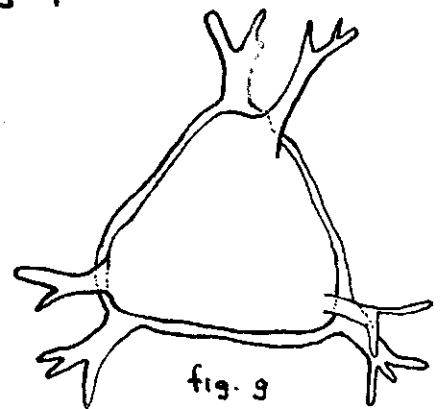


fig. 6

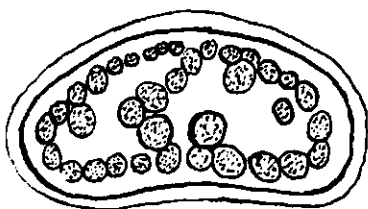


fig 7

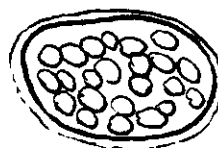


fig. 8

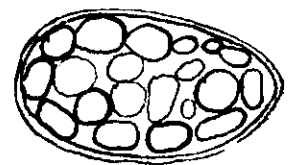


fig. 8

Organismen blz. 45.

fig. 1	:	Pediastrum spec.	1	
" 2	:	Scenedesmus	" 1	l = ± 10 μ
" 3	:	" "	" 2	l = 9 μ
" 4	:	" "	" 3	
" 5	:	" "	" 4	
" 6	:	Nephrocytium	" 1	l = 26 μ d <sub>max.</sub> = 13 μ Kleur: donker groen.
" 7	:	" "	2	l = 10 μ d <sub>max.</sub> = 6,5 μ Kleur: groen.
" 8	:	" "	3	l = 13 μ d <sub>max.</sub> = 8 μ
" 9	:	Tetraëdron spec.	1	l <sub>stekels</sub> = 7 μ d <sub>cel</sub> = 17 μ .

Fig. 1. monsterpunt 2.

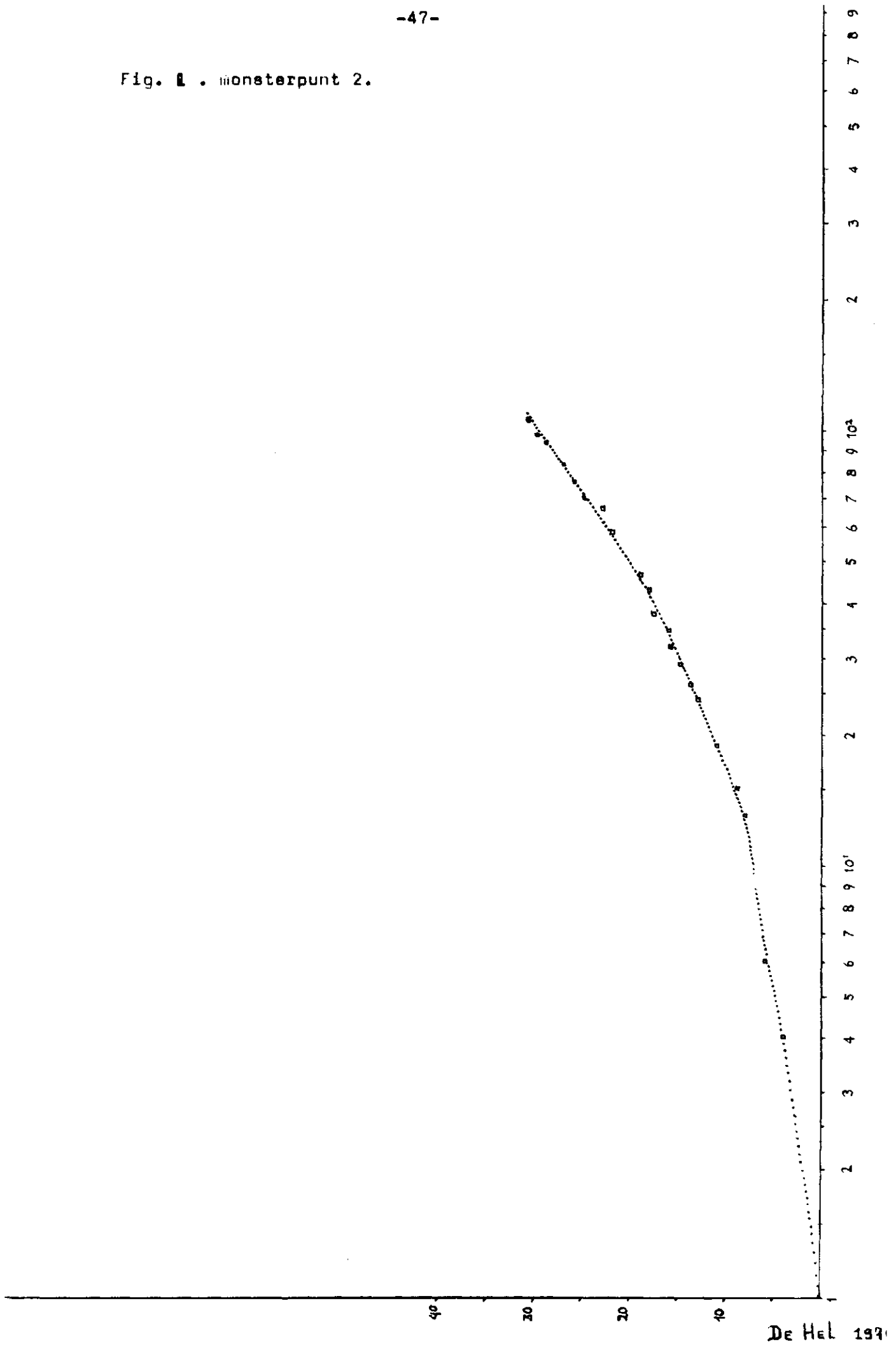


Fig. M . Monsterpunt 3.

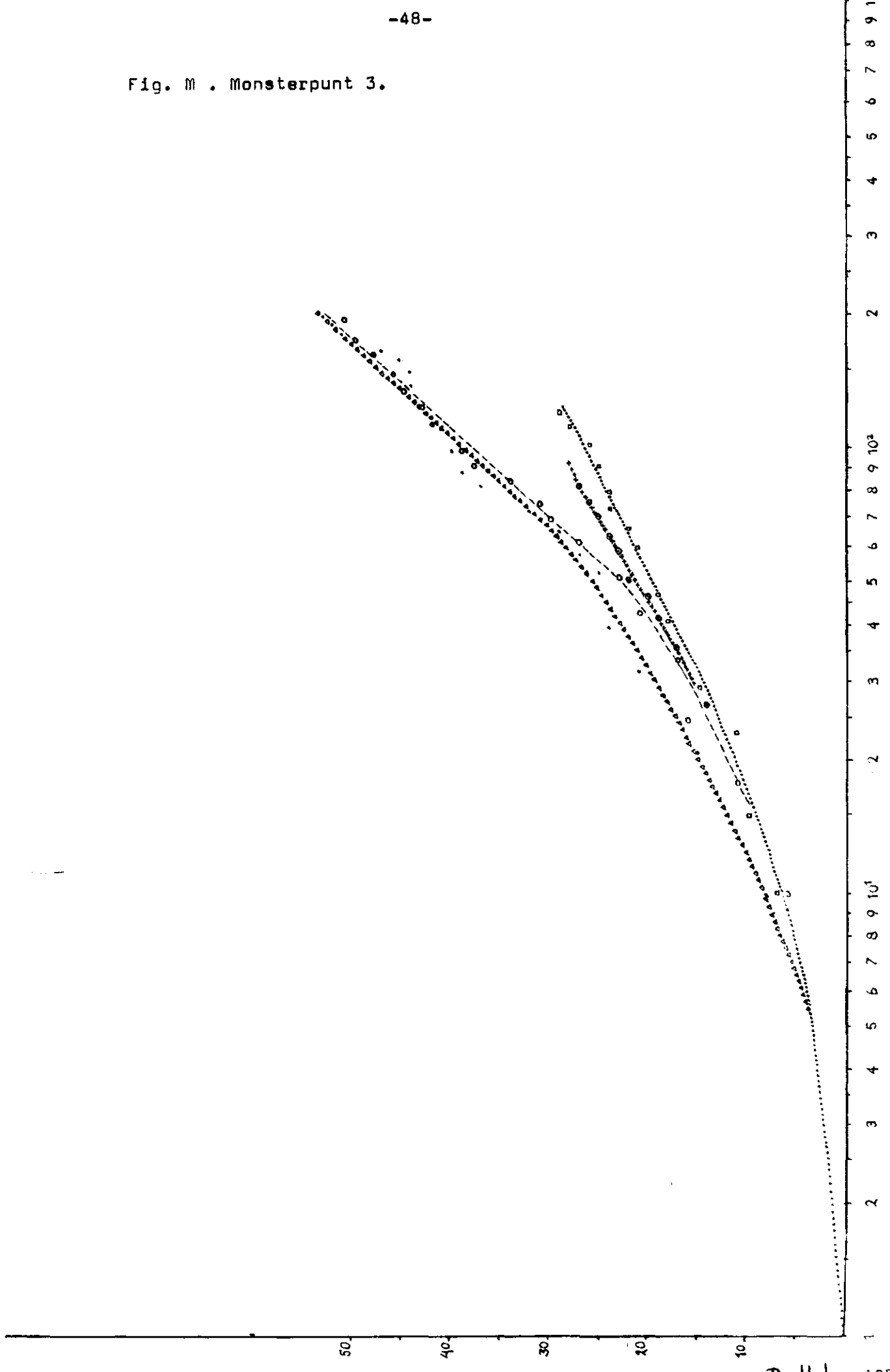




Fig. IV . Monsterpunt 4.

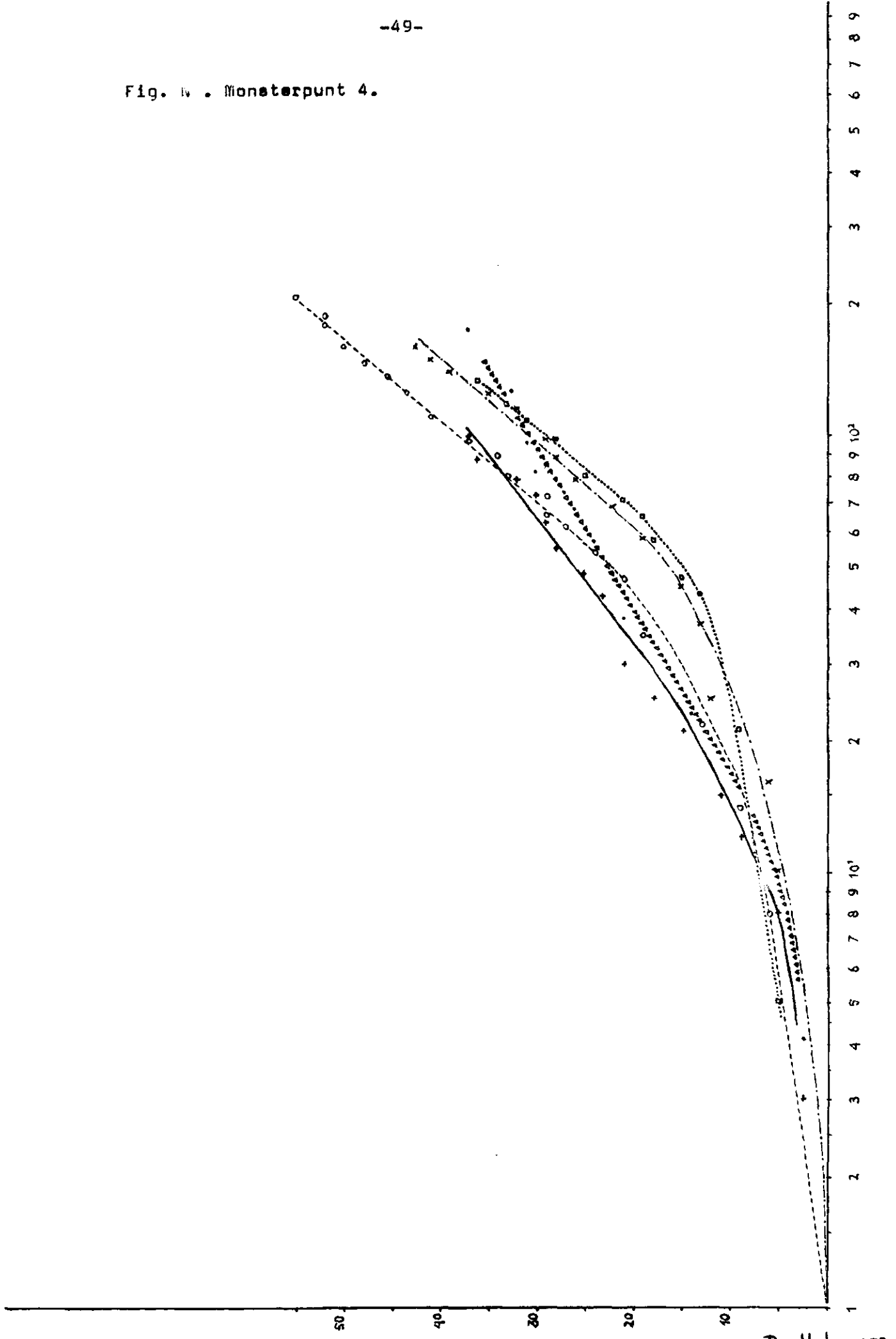
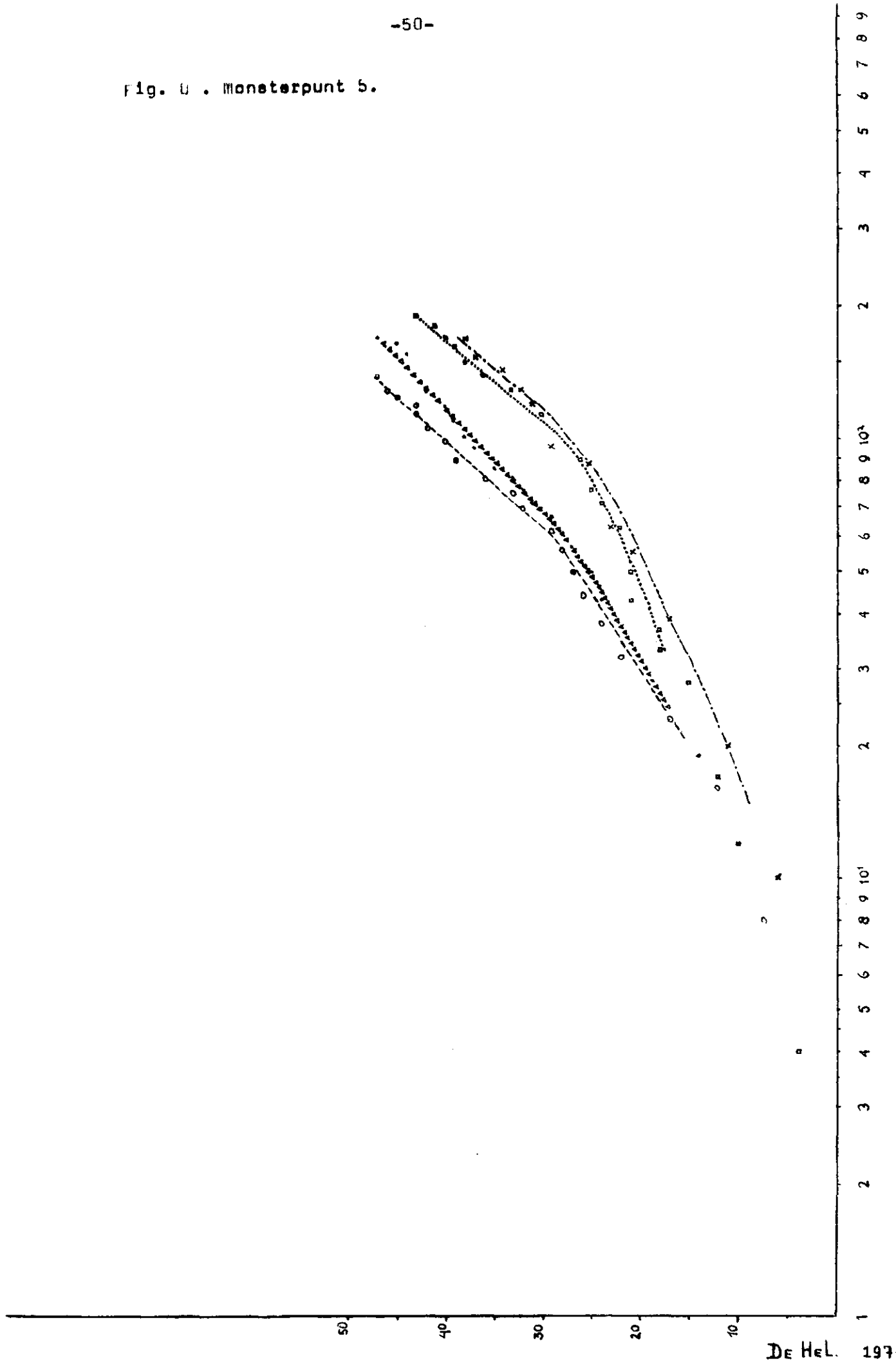


Fig. U . Monsterpunt 5.



Verklaring lijnen van bijgevoegde grafieken:

- .....o.....      diversiteitslijn monster van 27-2
- oo@ooooooooo@oo      idem, maar zonder meetelling van *Chrysococcus biporus*
- x-----x---      diversiteitslijn monster van 9-7
- oooooooooooooo      "      "      "      "      23-7
- x—————x—      idem, maar zonder meetelling van *Selenastrum*
- o-----o---      diversiteitslijn monster van 24-8

Litteratuur:

- 1 . Leentvaar,P. 1966. Verslag van het hydrobiologisch onderzoek van de Hel bij Veenendaal in 1966.Rivon.20pp.
- 2 . Bourrelly,P. 1970. Les Algues d'eau douce. Editions N.Boubée & Cie.Paris. 512 pp.
3. Cooke,M.C. 1887. British Desmids. Williams and Norgate.LondonYork. 205 pp.
- 4 . Edmondson,W.T. 1959. Fresh-water biology. John Wiley & Sons,Inc. New York. 1248 pp.
- 5 . Jahn,T.L. 1949. How to know the Protozoa. W.M.C.Brown Company.Dubuque. 234 pp.
- 6 . Kudo,R.R. 1954. Protozoology. Charles C.Thomas,Springfield, Illinois. 966 pp.
- 7 . Liebmann,H. 1951. Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie.Band I. Verlag von R.Oldenbourg.München. 539 pp.
- 8 . Pascher,A. 1913. Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Verlag von Gustav Fischer,Jena. 187 pp.
- 9 . Pascher,A. 1930. Die Süßwasserflora Mitteleuropas. Heft 10.Verlag von Gustav Fischer, Jena. 466 pp.
10. Prescott,G.W. 1954. How to know the fresh-water Algae. W.M.C.Brown Company.Dubuque. 211 pp.
11. Prescott,G.W. 1962.Algae of the western great lakes area.W.M.C.Brown Company.Dubuque. 977 pp.

12. Sládeček, V. 1963. A Guide to Limnosaprobical organisms. Scientific papers from Institute of chemical technology. Technology of water 7 (2) . Praag. pp 543-612.
13. Thienemann, A. Das Phytoplankton des Süßwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Band XVI. Teil 1-5.
14. Uherkovich, G. 1966. Die Scenedesmus-arten Ungarns. Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Budapest. 172 pp.
15. Voigt, M. 1957. Die Rädertiere Mitteleuropas. Gebrüder Borntraeger. Berlin. 508 pp.
16. Werff, A. van der & Huls, H. 1957. Diatomeeënflora van Nederland.
17. Woltereck, R. 1965. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie. Akademie Verlag. Berlin. 800 pp.
18. Hydrobiologische Vereniging. 1970. Jaargang 4 Nr. 2 . juli 1970.