

MIRJANA JANKOVIĆ

## PROUČAVANJE FITOPLANKTONA GROŠNIČKE AKUMULACIJE

### UVOD

Bez obzira što je Grošničko jezero izgrađeno još 1938, čitav niz godina nisu na njemu preduzimana nikakva limnološka istraživanja. Tek od 1950. godine, na inicijativu Ekološkog instituta SAN, otopčeto je svestrano ispitivanje ovog veštački stvorenog jezera, koje je, između ostalog, obuhvatilo i planktonsku zajednicu. U nedostatku ma kakvih podataka o fitoplanktonu bilo je potrebno da se pre svega utvrdi sastav i raspored planktonskih algi, a zatim odredi visina produkcije i njene sezonske promene u toku nekoliko godina.

### METODIKA I MATERIJAL

Ova proučavanja trajala su od aprila 1950. do kraja novembra 1952. godine. Ona su vršena svakoga meseca na najdubljem i najplićem poprečnom profilu, na kojima je konstatovana dubina od 18 i 8 m. Za kvalitativnu obradu materijal je uziman planktonskom mrežom N<sup>o</sup> 25, dok su kvantitativni podaci dobijeni na osnovu proba zahvaćenih Fridingerovom bocom od 1 litra sa svaka 3 m od površine do dna, a zatim je voda filtrirana kroz planktonsku mrežu N<sup>o</sup> 25. U toku ispitivanja pregledano je oko 300 kvantitativnih proba fitoplanktona.

### CENOTIČKI SASTAV FITOPLANKTONA

Fitoplankton Grošničkog jezera je vrlo jednoličnog sastava, s obzirom da je u toku trogodišnjih ispitivanja konstatovano svega 45 oblika, uključujući tu i sistema'ske kategorije niže od vrste (tab. 1). Ova monotonost planktonskih algi još je izrazitija ako se proanalizira sastav u svakom mesecu pojedinačno. U tom slučaju utvrđeno je najviše 18 vrsta,

Tablica 1. Kvalitativni sastav fitoplanktona Grošničkog jezera u toku 1950—1952 g.

	1950								
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
<i>Cyanophyceae</i>									
<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.									
<i>Flagellatae</i>									
<i>Lepocinlis texta</i> Lemm.			x	x		x			
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swir.					x	x			
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof.		x	x			x	x	x	
<i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory									
<i>Salpingoeca frequentissima</i> (Lach) Lemm.									
<i>Dinoflagellatae</i>									
<i>Peridinium cinctum</i> Ehr.	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Peridinium incospicuum</i> Lemm.		x	x	x	x	x			
<i>Ceratium hirundinella</i> Müll.		x	x	x	x	x	x		
<i>Glenodium</i> sp.									
<i>Chlorophyceae</i>									
<i>Charatium falcatum</i> Schroed.									
<i>Charatium limneticum</i> Lemm.									
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chod.				x	x	x	x		
<i>Oocystis solitaria</i> Wittroch.		x	x	x	x	x			
<i>Oocystis</i> sp.		x	x						
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren.			x						
<i>Coelastrum microporum</i> Naeg.									
<i>Tetrastrum staurogenaeforme</i> (Schroed) Lemm.									
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen		x	x			x	x	x	
<i>Pediastrum duplex genuinum</i> Braun				x	x	x			
<i>Pediastrum duplex v. reticulatum</i> Lagerh.	x						x	x	
<i>Pediastrum duplex f. cocherens</i> Bohl.									
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ralfs) Chod.		x	x	x		x			
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.		x				x			
<i>Scenedesmus seriatus</i> Chod.		x				x			
<i>Desmidiaceae</i>									
<i>Closterium setaceum</i> Ehr.		x							
<i>Closterium praelongum</i> Breb.			x						
<i>Cosmarium depressum</i> (Naeg.) Lund									
<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Staurastrum polymorphum</i> Breb.		x			x	x	x	x	
<i>Staurastrum anatinum</i> Cooke					x	x	x	x	
<i>Diatomeae</i>									
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	x	x	x	x		x	x	x	
<i>Asterionella formosa v. acaroides</i> Lemm.									
<i>Synedra acus</i> Kütz.	x						x	x	
<i>Synedra acus v. angustissima</i> Grun.									
<i>Nitzschia sigmoides</i> Smith	x						x		
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kütz.) Grun									
<i>Symatoplura solea</i> (Breb) Smith									
<i>Surirella robusta</i> Ehr.									
<i>Cyclotella</i> I	x	x	x	x			x	x	
<i>Cyclotella</i> II	x	x	x	x					



mada se najčešće sreću 11—15, dok ima meseci u kojima broj oblika biljnog planktona ne prelazi 7—8. Najmanje vrsta javlja se preko zime, a u toplom periodu godine njihov broj se znatno povećava dostižući gotovo dvostruku vrednost.

Od svih planktonskih oblika koji su konstatovani u Grošničkoj akumulaciji najviše je zabeleženo u 1951. godini, kada od ukupnog broja 90% vrsta naseljava ovo jezero (Tab. 2). Većina od njih sreće se tokom ceog

Tablica 2. Broj vrsta fitoplanktona na profilu 1 u toku trogodišnjih ispitivanja.  
Zahl der Phytoplanktonarten auf dem Profil 1 im Verlaufe der dreijährigen Untersuchungen.

	1950		1951		1952		Suma	
	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%
Cyanophyceae	—	—	1	3	—	—	1	2
Flagellatae	6	23	8	21	8	26	9	21
Chlorophyceae	15	58	21	55	14	45	22	53
Diatomeae	5	19	8	21	9	29	10	24
ukupno	26	100	38	100	31	100	42	100

perioda ispitivanja, dok se 8 nalaze samo u planktonu ove godine. Sve one imaju vrlo ograničen period javljanja, ulaze u sastav fitoplanktona jednog ili najviše dva meseca, uz to im je i brojnost sasvim oskudna, pa stoga samo dopunjava floristički sastav ove planktonske zajednice. Nesto je veći značaj jedino vrste *Cosmarium depressum*, čija je pojava ograničena na nekoliko letnjih meseci, pri malo brojnijoj populaciji. I vrste koje se, pokraj 1951, nalaze još u jednoj od ispitivanih godina imaju takođe neznatnu važnost za cenotički sastav fitoplanktona ove akumulacije. One uglavnom pripadaju grupi zelenih algi i sa pojedinačnim individuama javljaju se povremeno, najčešće preko leta.

Više od polovine fitoplanktonskih oblika sreće se kroz ceo period ispitivanja. Ali, veći deo se neredovno javlja, u razno doba godine i sa oskudnom populacijom, zbog čega ne utiče značajnije na ukupnu produkciju fitoplanktona. S druge strane ima i takvih vrsta koje su konstatovane sporadično, ali ponekad u tolikom broju da za kratko vreme preuzimaju vodeću ulogu. Takav je, na primer, slučaj sa *Trachelomonas planctonica*, koji je, kao hladna stenotermna vrsta, bio dominantna flagelata u martu 1951. godine i, zajedno sa *Dinobryon divergens*, izazvao zimski maksimum broja ove grupe.

Nasuprot vrstama čija se pojava proteže tokom sve tri ispitivane godine, ali sa retkom populacijom, nalaze se takve, koje se u Grošničkom jezeru intenzivno razvijaju. Oko 11 vrsta postižu ovde visoku produkciju svake godine, mada *Sphaerocystis Schroeteri* i *Oocystis solitaria* imaju u tome nešto podređeniju ulogu. Otuda osnovni pečat fitoplaktonu Grošničkog jezera daju sledeće vrste: *Dinobryon divergens*, *Peridinium cinctum*,

*Ceratium hirundinella*, *Pediastrum duplex*, *Scenedesmus ecornis*, *Staurastrum paradoxum* i *polymorphum*, *Asterionella formosa*, *Synedra acus* i rod *Cycletella*. Sve su to vrste sa širokim arealom rasprostranjenja koje i u drugim jezerima postižu masovno razviće. Mnoge od njih su karakteristične za stajaće vode na višem stupnju trofije, što je od posebnog značaja za klasifikaciju Grošničke akumulacije.

Sastav fitoplanktona je manje-više jednak celom dužinom jezera (Tab. 3). Poređenjem proba iz gornjeg i donjeg dela jezera, uzetih u 1951. godini, kada je zabeležen najveći broj vrsta, pokazuje da se na trećem profilu ne javljaju 9 vrsta, mahom *Chlorophyceae*, a ispred brane samo 3, neračunajući ostalih 4, koje se ovde sreću u drugim anauiziranim godinama (Tab. 4). Pošto su ovi oblici retko i slabo zastupljeni, to postojeća razlika u sastavu fitoplanktona raznih regiona Grošničkog jezera nema neki bitniji značaj.

Sve vrste planktonskih algi Grošničkog jezera obuhvaćene su u 4 sistematske grupe, od kojih su *Cyanophyceae* svedene na jednu jedinu vrstu, *Oscillatoria tenuis*, čija je pojava vezana isključivo za mesec avgust 1951. godine. Ali, ona je i tada zastupljena sa svega nekoliko individua,

Tablica 3. Horizontalni raspored fitoplanktona Grošničkog jezera u toku 1951. godine na profilu 1 i 3

Horizontalverteilung der Phytoplankton des Grošnizases im Verlaufe 1951 auf den Profilen 1 und 3.

meseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
profili	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.								x				
<b>FLEGELLATAE</b>												
<i>Lepocinclis texta</i> Lemm.				xx		xx	xx				x	
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swir.		x	xx	x	x	x					x	
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof.		x	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
<i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory					x	x						
<i>Salpingoeca frequentissima</i> (Lach) Lemm.			x		xx	x						xx
<b>DINOFLAGELLATAE</b>												
<i>Peridinium cinctum</i> Ehr.	x	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
<i>Peridinium incospicuum</i> Lemm.		x			x	xx	xx	xx	xx	xx		x
<i>Ceratium hirundinella</i> Müll.			x	xx		xx	xx	xx	xx	xx		
<i>Glenodium</i> sp.		x									x	

meseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
profil	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i> Naeg.					x							
<i>Charatium falcatum</i> Schroed.								x	x			
<i>Charatium limneticum</i> Lemm.								x	x			
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chod.						xx	xx	xx	x	x	xx	xx
<i>Oocystis solitaria</i> Wittroch.			x		xx	xx	xx	xx			x	
<i>Oocystis</i> ssp.					x	x	x					
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren						x	x					x
<i>Crucigenia rectangularis</i> (Al. Br.) Gay											x	
<i>Coelastrum microporum</i> Naeg.					x							x
<i>Tetrastrum staurogenaeforme</i> (Schroed) Lemm.								x				
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen			xx	xx	xx			x	xx	x		xx
<i>Pediastrum duplex</i> v. <i>genuinum</i> Braun					xx	xx	xx	x			x	x
<i>Pediastrum duplex</i> v. <i>reti ulatum</i> Lagerh.	x	x		x	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx	x
<i>Pediastrum duplex</i> f. <i>cohoerens</i> Bohl.						x	x	x				
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ralfs) Chod					x	x	xx	x	x	x	x	x
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.			xx	xx							xx	x
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chod.						x	xx	x	xx	xx	xx	xx
<i>Scenedesmus seriatus</i> Chod.							x	x		x	x	
<b>DESMIDIACEAE</b>												
<i>Closterium setaceum</i> Ehr.									x			
<i>Closterium praelongum</i> Breb.			x		xx		x			xx	x	xx
<i>Cosmarium depressum</i> (Naeg)					x	x	x					
<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx	x
<i>Staurastrum polymorphum</i> Breb.	x			xx	xx	x	xx	x	xx	xx	xx	xx
<i>Staurastrum anatinum</i> Cooke					x			x		x	x	x
<b>DIATOMACEAE</b>												
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	x	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx	xx	xx	xx	xx
<i>Asterionella formosa</i> v. <i>acaroides</i> Lemm.								x		x		
<i>Synedra acus</i> Kütz.	xx	xx	xx	xx	xx						x	x
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima</i> Grun	x	x	x	x	x	x						
<i>Synedra actinostroides</i> Lemm.			x									
<i>Nitschia sigmoides</i> Smith	x	xx	xx	xx		x						x
<i>Nitschia vermicularis</i> (Kütz) Grun			x	x				x				x
<i>Symatoplura solea</i> (Breb.) Smith			x	xx								
<i>Surirella robusta</i> Ehr.			xx	x								
<i>Cuclotella</i> I	x	xx	x	xx	xx	xx	x	x			x	xx
<i>Cy lotella</i> II	x	x	xx	xx	xx						x	x

pa se dobija utisak da je ova vrsta samo slučajno nanesena. Otuda se može smatrati da modrozeleni alge, koje u stvari pretpostavljaju trofičnija stanja, praktično ne žive u Grašničkom jezeru.

Po broju vrsta najznačajnija je grupa *Chlorophyceae*. Ona obuhvata 53% od svih oblika fitoplanktona i javlja se u znatnim količinama kroz ceo period ispitivanja. Izuzev vrste *Charatium falcatum* sve ostale su planktonske forme, obično sa širokim arealom rasprostranjenja. Često naseljavaju i male vode bogate organskim materijama.

Tablica 4. Raspored vrsta fitoplanktona po uzdužnom profilu u toku 1951.  
Verteilung der Phytoplanktonarten nach dem Langprofil im Verlaufe 1951.

	Prof. 1		Prof. 3		Suma	
	broj	%	broj	%	broj	%
Cyanophyceae	1	3	—	—	1	2
Flagellatae	8	21	8	23	9	20
Chlorophyceae	21	55	17	48	24	54
Diatomeae	8	21	10	29	11	24
ukupno	38	100	35	100	45	100

Dva roda se posebno ističu po svom procentualnom učešću, *Staurastrum* i *Pediastrum*. Prvi je zastupljen sa 3 vrste, a drugi samo sa jednom i još nekoliko varijeteta. Oba se sreću u 92% proba, ali je produkcija *Staurastrum-a* daleko veća, naročito prve dve godine, kada on pretstavlja osnovnu komponentu zelenih algi. Nešto manju frekvenciju (76%) ima rod *Scenedesmus*, koji je najbogatiji vrstama (4), ali ima ređu populaciju od prethodnih rodova. Svi ovi rodovi naseljavaju sve regione Grošničkog jezera i čine sastavni deo biljne planktonske zajednice u toku ceog proučavanog perioda. Ostale vrste zelenih algi, međutim, javljaju se obično samo jednom ili se ograničavaju na više letnjih meseci (*Cosmarium depressum*), a ponekad se sreću u dužem vremenskom razmaku, ali bez neke određene ritmike (*Closterium praelongum*). Izuzetak čine *Sphaerocystis Schroeteri* i *Oocystis solitaria*, koji se mogu naći u sve tri godine, u pozno ili rano leto, ali sa zastupljenijom populacijom samo u 1952. godini.

Treba naročito istaći da su *Desmidiaceae*, koje su u ovoj analizi uključene u grupu zelenih algi, zastupljene u Grošničkoj akumulaciji sa malim brojem vrsta (6), što je od posebnog značaja, s obzirom na činjenicu da se one masovno razvijaju u oligotrofnim vodama.

Grupa *Diatomeae* nema tako istaknuto mesto u cenotičkom sastavu fitoplanktona Grošničkog jezera koje zauzima u njegovoj produkciji. Ona je zastupljena sa svega 11 vrsta i varijeteta, što iznosi 24%. To su mahom slobodni oblici, inače česti članovi planktonske zajednice vodenih bazena. Naročito se u ovoj grupi izdvaja *Asterionella formosa*, koja inače masovno naseljava eutrofne vode. Ona je u ovom jezeru vrlo brojno zastupljena i javlja se gotovo permanentno u toku svih ispitivanja. Otuda zajedno sa *Peridinium cinctum* i *Staurastrum paradoxum* i *polymorphum*

pretstavlja dominantne oblike u fitoplanktonu Grošničkog jezera, ali pri tome ipak preuzima vodeću ulogu.

Od ostalih vrsta *Diatomeae*-a vredno je istaći *Synedra acus*, čija je pojava ograničena na hladan period godine, kao i rod *Cyclotella*, koji se zadržava i preko leta, ali maksimum razvića dostiže u proleće.

Sa najmanjim brojem vrsta zastupljene su *Flagellatae*, ali su i pored toga količinski često značajnije od zelenih algi. U ovu grupu je uključeno 9 široko rasprostranjenih vrsta planktonskih algi, od kojih mnoge ne pokazuju kontinuitet u svom javljanju, već se sreću povremeno i samo ponekad sa visokom brojnošću (*Trachelomonas planctonica*). Jedino je *Saepingoeca frequentissima* epifitna forma, koja je vezana za neke vrste silika nih algi, zbog čega ne pokazuje određenu sezonsku ritmiku. U jednoj godini ona se sreće u prolećnjim, a u drugoj u zimskim probama.

Najčešće i najbrojnije vrste među flagelatama su *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella* i *Dinobryon divergens*, inače karakteristični oblici za eutrofne vode. Jedino se prva javlja u svakoj analiziranoj probi, dostižući najveću brojnost u jesen. Suprotno tome, druge dve vrste izostaju iz zimskog planktona i postižu manju produkciju od *Peridinium cinctum*.

#### KVANTITATIVNI ODNOSI

Radi lakše kvantitativne analize fitoplanktona Grošničkog jezera svi oblici ove zajednice svrstani su u 3 sistematske grupe, pri čemu su u grupu *Flagellatae* uključene i *Dinoflagellatae*, a *Desmidiaceae* su pripojene grupi *Chlorophyceae*. Promene brojnosti ovih grupa prikazane su na dijagramima od 2—3, dok je celokupan fitoplankton ilustrovan dijagramom 1.

Fitoplankton Grošničkog jezera, kao što se vidi iz grafikona 1, pokazuje u svim godinama ispitivanja dva jasna maksimuma razvića, prolećnji i jesenji, što se inače zapaža i u razvoju životinjskog planktona. Preko leta brojnost algi nešto opada i dostiže najmanju vrednost u julu, 540—600 čel/ccm. Međutim, odprilike u to vreme dolazi do vidnijeg povećanja gustine populacije zooplanktonskih organizama, pa se nameće zaključak da su i oni jednim delom odgovorni za letnji minimum planktonskih biljaka. Još slabije razviće fitoplanktona vezano je za hladan period godine, tako da se od novembra do februara, odnosno marta sreće 8—10 puta manja produkcija nego u momentu njenog maksimuma.

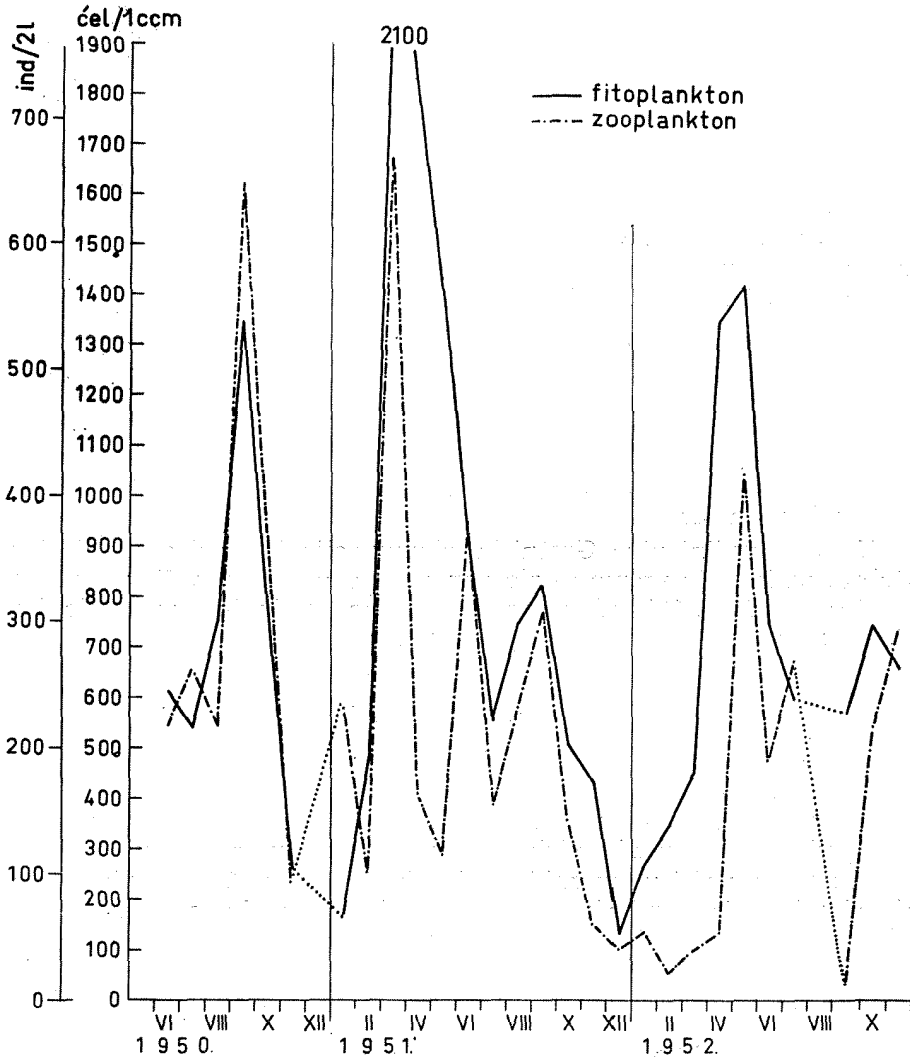
I pored pravilne ritmike brojnosti planktonskih algi u sve tri proučene godine, ipak se javljaju izvesna odstupanja u pojavi njihovog intenzivnog razvoja i visini produkcije.

U 1951. godini fitoplankton počinje sa razvićem već u februaru, kada dostiže skoro tri puta veću brojnost u odnosu na januarski minimum (48 prema 165 čel/ccm). Početkom marta zapaža se intenzivna deoba algi, uslovljena povećanom temperaturom vode, koja pred kraj meseca dovodi do maksimalne produkcije (2100 čel/ccm). Visoka brojnost fitoplanktona



održava se sve do maja, a u junu vidnije opada i najmanju vrednost beleži u julu. Već u avgustu gustina populacije producenata naglo raste, što ukazuje na pojavu jesenjeg maksimuma. On se javlja u septembru, pri znatno manjoj brojnosti od prolećnjeg (825 ćel/ccm).

I u 1950. godini maksimalna produkcija fitoplanktona u jesen zabeležena je takođe septembra, ali je gotovo dva puta veća nego u 1961. To je verovatno posledica različite visine vodostaja u tim godinama, s



Sl. 1. Fluktucija brojnosti fito- i zooplanktona u toku 1950 - 1952 godine.  
Fluktuation der Phytoplankton- und Zooplanktonanzahl im Verlaufe 1950-1952

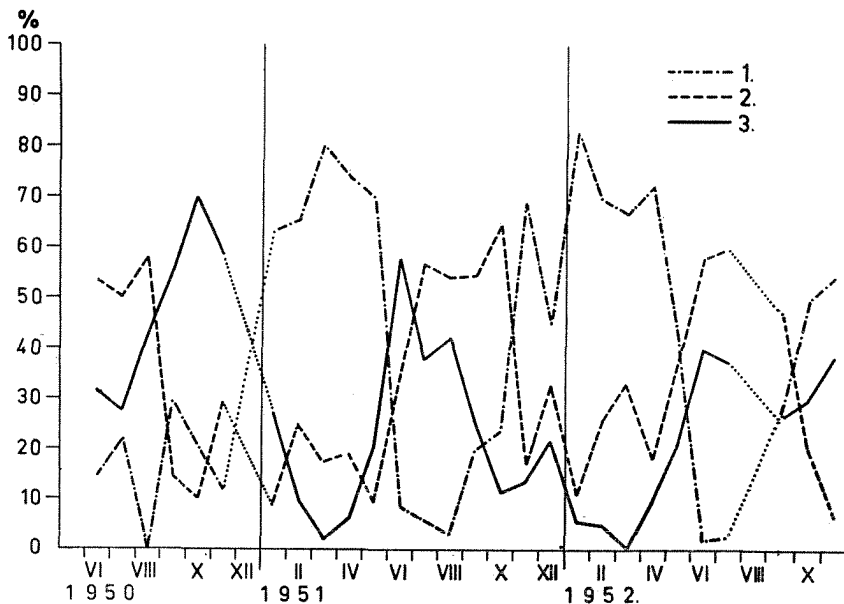
obzirom da je temperatura vode bila u ovim godinama ista sve do 8 m dubine, a i niže su konsatovane minimalne razlike. U 1950. jezero je dostiglo za 8 m niži nivo, usled čega je svakako moralo doći do veće koncentracije hranljivih soli na jedinicu zapremine vode i do njihovog boljeg korišćenja od strane hlorofilnih algi. Dalje se brojnost ove planktonske zajednice postepeno smanjuje sve do decembra, u kome je produkcija najmanja, 135 ćel/ccm.

Drukčiji je tempo razvića fitoplanktona u 1952. godini. Zbog ledenog pokrivača početkom zime i niske temperature vode u ostalim zimskim mesecima produkcija algi je dosta zakasnila u odnosu na prethodnu godinu, tako da se njihov broj upadljivo povećava tek od aprila i dostiže maksimum u maju. Ne samo da se u ovoj godini proćećnji maksimum javlja dva meseca kasnije, već je i njegova visina znatno manja nego u 1951. Moguće da je i u ovom slučaju od prvorazrednog značaja hemiski sastav vode, uslovljen različitom visinom vodostaja u datim godinama. Nažalost, ova pretpostavka ne može biti potkrepljena odgovarajućim podacima, pošto su kompletne hemiske analize vode Grošničkog jezera vršene samo u 1952. godini. Ipak, polazeći od gledišta Aničkove da nizak vodostaj obezbeđuje povećanu koncentraciju biogenih soli, možda bi se i u slučaju Grošničkog jezera moglo primeniti isto objašnjenje (Aničkova, cit. Voronina 1957). Prema pomenutom autoru u o:ušenoj zoni jezerskoga dna akumulira se znatna količina hranljivih elemenata, kao rezultat intenzivne dekompozicije u prisustvu dovoljne količine kiseonika, koje kasnije prolećnje padavine spiraju u bazen i na taj način povećavaju njihovu koncentraciju.

U 1950. godini nivo Grošničke akumulacije je opadao sve do kraja oktobra, za koje je vreme ostalo van vode oko 8 ha površine jezerskoga dna, što čini 38%. Od tada se zapaža lagano punjenje bazena do kraja godine, zahvatajući jedva  $\frac{1}{4}$  osušene podloge, dok je najveći priliv vode usledio u martu, a naročito u aprilu, kada je za svega 14 dana potopljeno preostalih 4 ha jezerskog dna. Suprotno tome, u 1951. godini jezero je počelo da se prazni tek početkom jula i do sredine januara iduće godine ostalo je na suvom svega 2,8 ha ili 13% od površine dna. Pred kraj zime doticaj vode sa slivnog područja toliko se povećao da je za nepunih mesec dana jezero dostiglo kotu preлива. Sve ovo ukazuje na činjenicu da je u prvoj godini ispitivanja bila izložena aeraciji ne samo znatno veća površina jezerskog dna, već i vremenski daleko duže nego u 1951. Otuda je, polazeći od mišljenja Aničkove, moralo doći do različitog sadržaja elektrolita u narednim godinama, i to do većeg u 1951, što je i prouzrokovalo intenzivnije produkovanje fitoplanktona u njoj.

Preko leta i u toku jeseni kolebanje brojnosti planktonskih algi teče na isti način kao i prethodne godine, s tom razlikom što se jesenji maksimum javlja mesec dana kasnije (oktobra), ali je približnog intenziteta u obe godine (750 prema 825 ćel/ccm).

Od svih grupa koje sačinjavaju fitoplankton Grošničkog jezera najveći značaj imaju *Diatomeae* (sl. 2). Njihovo je učešće manje od ostalih jedino u 1950. godini, kada i za vreme maksimalne produkcije čine svega 30% od brojnosti svih algi zajedno. Najintenzivniji razvoj, međutim, posle iduće godine i tada je samo preko leta, u periodu minimalne brojnosti, njihov udeo u populaciji fitoplanktona mali, svega 4—8%, dok u ostalim mesecima one upadljivo dominiraju nad ostalim grupama (63—80%). Naročito im je visoka brojnost u proleće, 1680 ćel/ccm, što ujedno predstavlja njihovu najveću produkciju u toku svih ispitivanja (sl. 3).



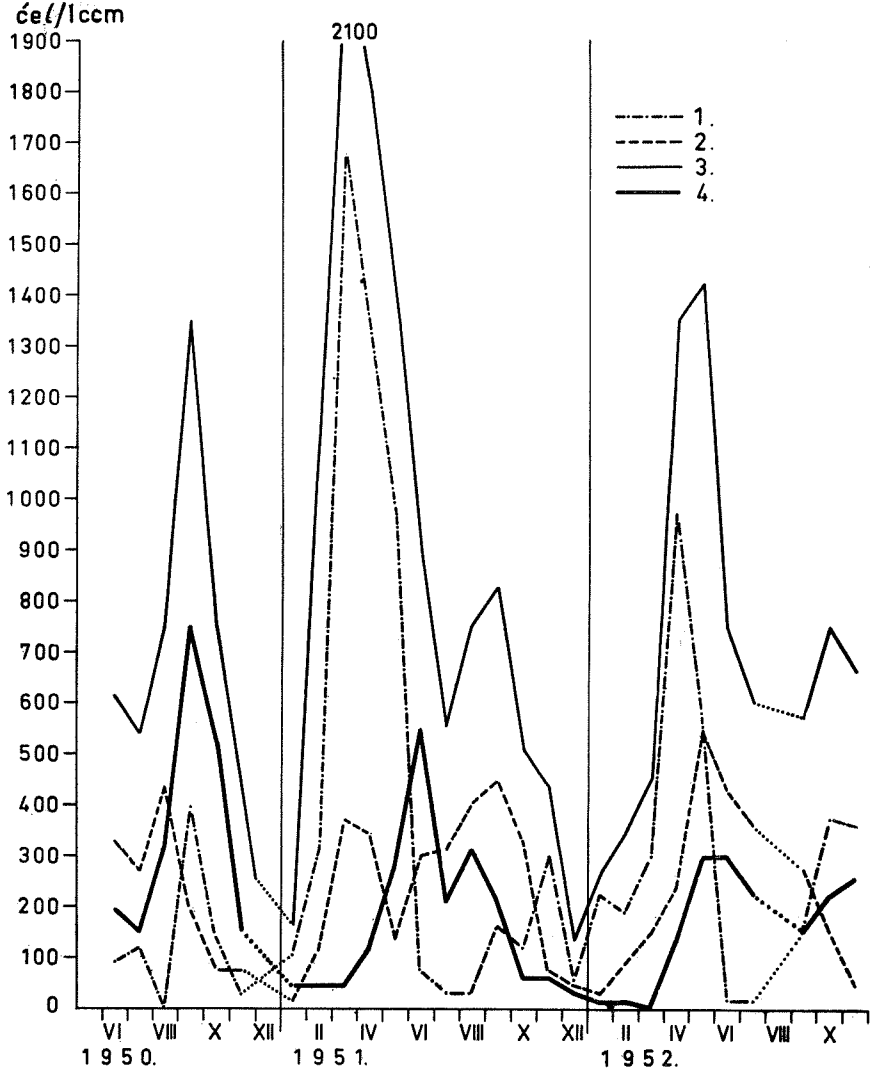
Sl. 2. Procentualni odnos grupa fitoplanktona u toku proučavanja. 1. *Diatomeae* 2. *Flagellatae* 3. *Chlorophyceae*.

Procentual Verhältniss der Phytoplanktongruppen im Verlaufe der Untersuchungen.

I u 1952. najintenzivniji razvoj *Diatomeae*-a pada takođe u proleće, ali mesec dana kasnije nego u prethodnoj godini (aprila) i sa dosta manjim numeričkim vrednostima (975 ćel/ccm). U jesen se zapaža još jedan porast broja, manje-više istoga nivoa u svim godinama, ali daleko manjeg intenziteta od prolećnjeg. Tada je u stvari produkcija 2—3 puta slabija nego u periodu mart-april. Letnji meseci su, međutim, okarakterisani najredom populacijom *Diatomeae*-a, a veći pad brojnosti zapaža se takođe pred kraj jeseni i početkom zime, mada one i tada dominiraju nad ostalim grupama.

Prema tome, u fluktuaciji brojnosti diatomeja izdavaju se tokom godine dva perioda sa maksimalnom i dva sa minimalnom produkcijom. Pojave ovih ekstremnih vrednosti poklapaju se u potpunosti sa najintenzivnijim i najslabijim razvojem celokupnog fitoplanktona, pri čemu je

uticaj *Diatomeae*-a na visinu tih produkcija daleko veći u proleće. O tome svakako najbolje svedoči njihovo učešće od 72—80%, dok se u jesenjem maksimumu ono svodi na 30—50%, a u 1951. godini svega na 20%.

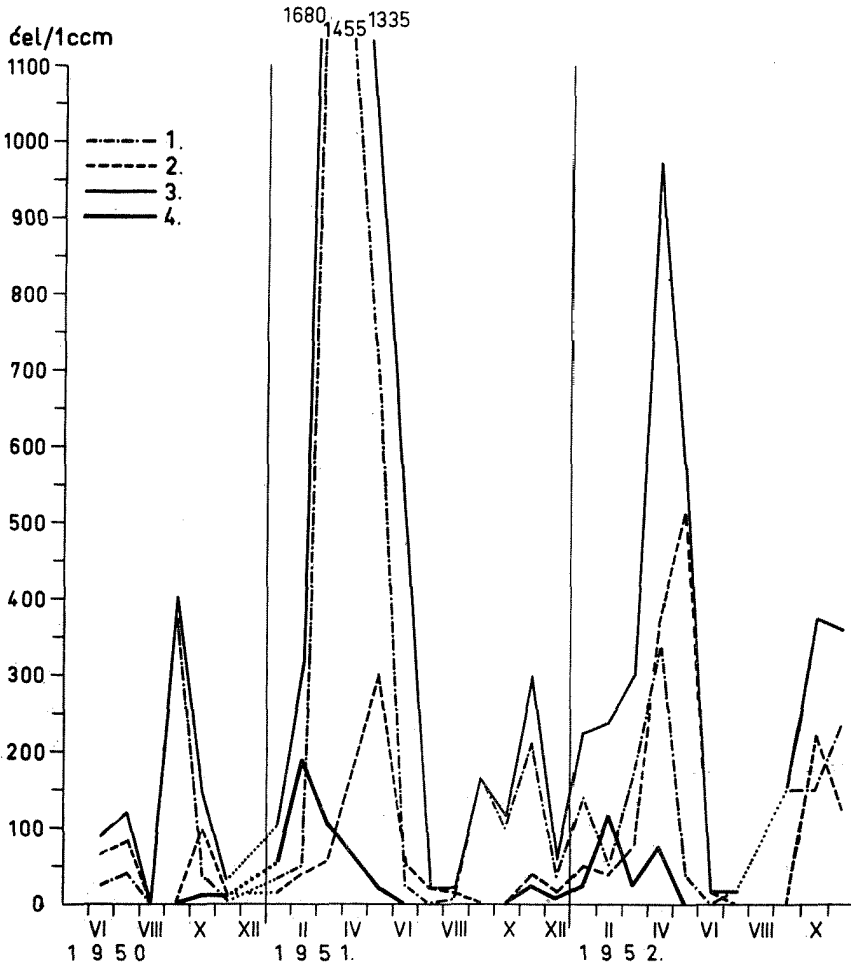


Sl. 3. Sezonske promene u gustini populacije grupa planktonskih algi u toku trogodišnjih ispitivanja. 1. Diatomeae 2. Flagellatae 3. celokupan fitoplankton 4. Chlorophyceae.

Sesonalveränderung der Populationsdichte der Planktonalgen Gruppen im Verlaufe der dreijährigen Untersuchungen. 1. Diatomeae. 2. Flagellatae 3. gesamte Phytoplankton 4. Chlorophyceae.

Ovakav tok sezonskih promena u brojnosti silikatnih algi određen je gotovo isključivo vrstom *Asterionella formosa*, koja samo u retkim slučajevima odstupa od njega (dij. 4). To se više odnosi na period slabe produkcije ove vrste, pošto on zahvata veći broj letnjih meseci nego što je to konstatovano kod same grupe, dok se pojave maksimalnih vrednosti potpuno poklapaju.

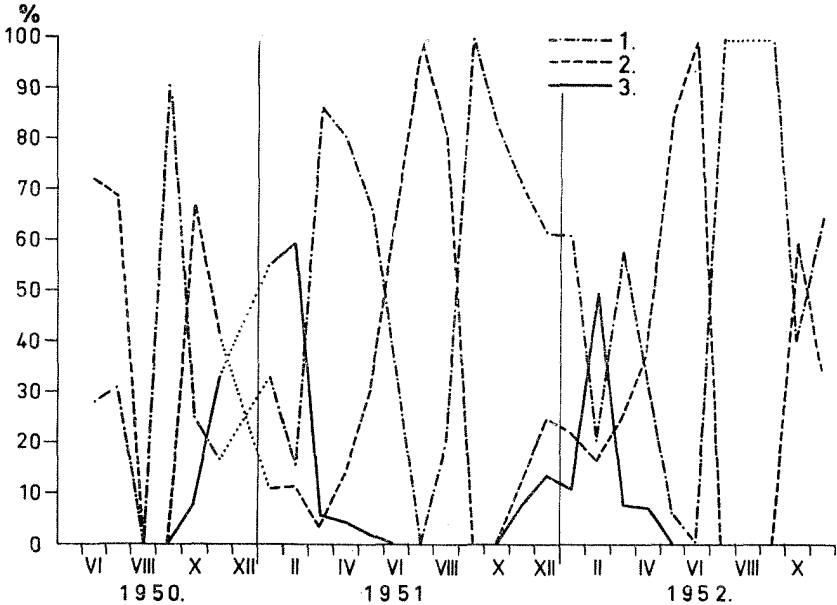
Najintenzivniji razvoj vrste *Asterionella formosa* zapaža se takođe početkom proleća (mart—april), ali je produkcija u 1951. godini preko 4 puta veća nego u 1952. Sem toga, nejednako je učešće ove vrste u tim godinama i na samu visinu tog maksimuma. U prvom slučaju *Asterionella*



Sl. 4. Promene u brojnosti glavnih vrsta Diatomaeae. 1. *Asterionella formosa* 2. *Cyclotella* 3. sve Diatomaeae 4. *Synedra acus*.

Veränderung der Zahl der Diatomaeae-hauptarten 1. *Asterionella formosa* 2. *Cyclotella* 3. alle Diatomaeae 4. *Synedra acus*.

*formosa* predstavlja najveći deo populacije Diatomeae-a u to vreme (87%), a u drugom je ona potisnuta većim učešćem vrsta iz roda *Cyclotella*, svedeći njen udeo na svega 35% (sl. 5). Sve je ovo u skladu sa uopšte većom ukupnom produkcijom *Asterionella formosa* u 1951, koja varira od 0—1455 čel/ccm, dok se u narednoj godini numeričke vrednosti kreću od 0—337 čel/ccm.



Sl. 5. Relativne vrednosti glavnih vrsta Diatomeae. 1. *Asterionella formosa* 2. *Cyclotella* 3. *Synedra acus*.  
Relativwerte der Diatomeaenhauptarten.

Drugi period maksimalnog razvića ove vrste pada u jesen od septembra do novembra, ali dostiže mnogo manji intenzitet nego u proleće. Iako je u to vreme produkcija manje-više ujednačena u svim godinama, uz nešto veći skok u 1950, ona je u poređenju sa prolećnjom daleko manja. I jesenji maksimum je u nekim godinama (1950 i 1951.) okarakterisan upadljivom dominacijom vrste *Asterionella formosa* (od 71—93%), dok je u drugim (1952) zabeleženo veće ili manje učešće i ostalih vrsta.

Mnogo manji značaj od *Asterionella formosa* ima u ukupnoj brojnosti Diatomeae-a rod *Cyclotella*. O tome najbolje govori njegovo procentualno učešće, koje se u periodu bujnijeg razvića silikatnih algi samo povremeno penje preko 60%, ali u nekim letnjim mesecima, kada se ostale vrste sasvim povlače, udeo *Cyclotella* ide i do 100%. I pored toga, topao period godine se karakteriše minimalnom produkcijom vrsta ovoga roda, čak u nekim mesecima one potpuno i izostaju, tako da zimska populacija, koja je takođe jako proređena, ima ipak nešto veće numeričke vrednosti.

Nagli skok broja (302—515 ćel/ccm) *Cyclotella* vrsta zapaža se u proleće, obično u maju, a dosta manji u jesen, najčešće u oktobru (67—100 ćel/ccm), što znači nastupa nešto kasnije od pojave maksimalne produkcije svih silikatnih algi. Jedino u tim momentima ove vrste pretstavljaju veći interes u ukupnoj brojnosti cele grupe, naročito u 1952 godini, kada čine osnovnu komponentu u prolećnoj i jesenoj populaciji. U ostalim godinama, međutim, njihov značaj je daleko manji, posebno u 1950, kada izrazito dominira *Asterionella formosa*.

Treća važnija vrsta iz grupe *Diatomeae*-a jeste *Synedra acus*. Ona ima najpodređeniju ulogu od svih pomenutih vrsta, pa čak i u periodu masovnije produkcije. Njena pojava je cikličnog karaktera, vezana je za hladan period godine, dostižući maksimalno razviće u februaru (178—120 ćel/ccm). Samo u ovom mesecu brojnost *Synedra acus* premaša zastupljenost ostalih silikatnih algi.

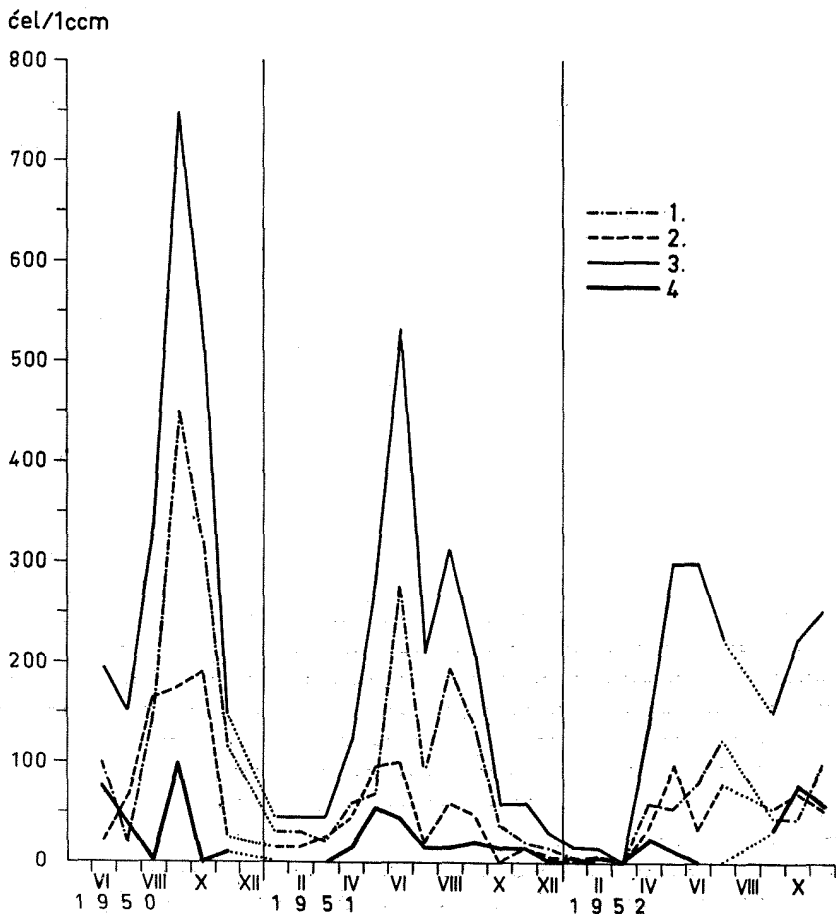
Prema tome, polazeći od načina fluktuiranja gustine populacije pomenutih vrsta a naročito od pojave njihovih maksimalnih vrednosti, dolazi se do zaključka da *Synedra acus*, zajedno sa vrstama *Cyclotella* — roda, utiče na dati tok krivulie brojnosti svih diatomeja u tom smislu, što pojavu masovnije produkcije ove grupe algi proteže na duži vremenski period. Pri tome je prva vrsta presudna za visinu produkcije na početku, a rod *Cyclotella* na kraju toga perioda. Suprotno tome, *Asterionella formosa* određuje vreme javljanja maksimalne produkcije *Diatomeae*-a i njenu numeričku vrednost.

Iako se *Chlorophyceae* izdvajaju od ostalih grupa fitoplanktona Grošničkog jezera po najvećem broju vrsta, one u ukupnoj brojnosti imaju daleko manji značaj, pošto ni u vreme intenzivnog razvića ne postižu tako visoku produkciju koju beleže diatomeje (sl. 3). Najveća brojnost zelenih algi, na primer, koja je konstatovana u septembru 1950. (750 ćel/ccm), pretstavlja svega 40% od maksimalne brojnosti *Diatomeae*-a. Međutim, u ostalim godinama gustina populacije polako opada i u 1952. se svodi samo na polovinu vrednosti njenog maksimalnog broja.

Razvoj zelenih algi vezan je za topli period godine, od aprila do septembra, a najveći intenzitet postiže u junu, izuzev 1950, kada je usled niskog vodostaja i visoke temperature vode najmasovnije razviće nastupilo tek u septembru. Početkom jeseni se populacija *Chlorophyceae*-a naglo smanjuje svodeći se u toku zime na minimalan broj, na 30—60 ćel/ccm.

Posmatrane sa stanovišta relativnih vrednosti zelene alge pružaju istu sliku kao i prilikom analize njihovih apsolutnih vrednosti (sl. 2). I tada je letnji period okarakterisan većom ili manjom dominacijom *Chlorophyceae*-a, kada se njihovo učešće penje i do 70%. To se obično dešava u onim momentima u kojima su u vreme maksimalne produkcije zelenih algi ostale grupe slabije zastupljene, dok je u protivnom slučaju udeo *Chlorophyceae*-a znatno manji, najviše do 40%.

Izuzev 1952. godine, kada su gotovo stalno podjednako prisutne vrste *Staurastrum* i *Pediastrum* — roda, a u toku jeseni i *Scenedesmus* vrste, u ostalim godinama upadljivo preovlađuje *Staurastrum*, određujući konture toku sezonskih promena brojnosti grupe *Chlorophyceae* (sl. 6).

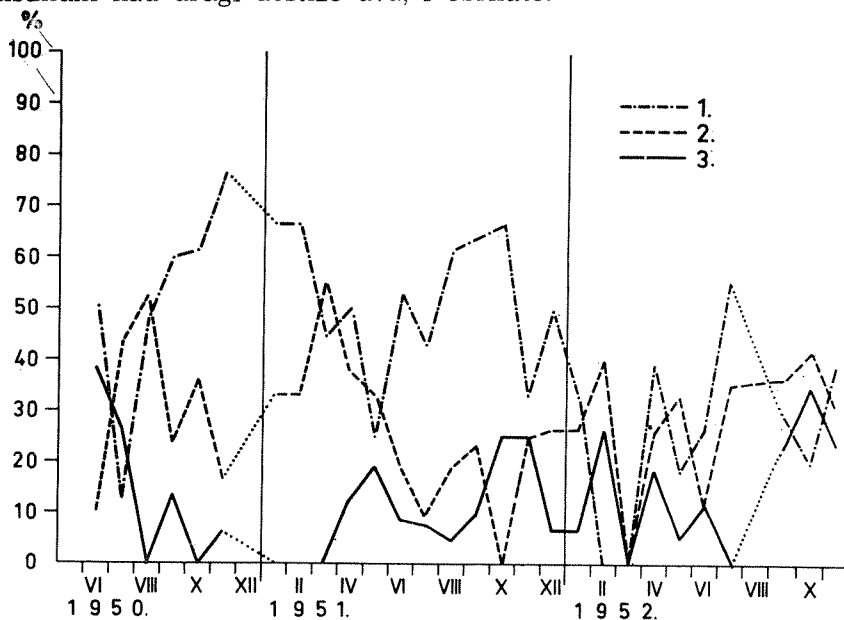


Sl. 6. Variranje broja najvažnijih oblika *Chlorophyceae*. 1. *Staurastrum* 2. *Pediastrum* 3. sve *Chlorophyceae* 4. *Scenedesmus*.  
Variabilität der Zahl der *Chlorophyceae*hauptarten. 1. *Staurastrum* 2. *Pediastrum* 3. alle *Chlorophyceae* 4. *Scenedesmus*.

Jedan maksimum razvića u tim godinama, ranoletnji, zapaža se i kod ovog roda, čak se javlja poklapanje i u mesecima u odnosu na čitavu grupu. Minimalna brojnost *Staurastrum* roda takođe pada u hladnom periodu godine, ali on i dalje ostaje dominantan oblik među zelenim algama. U tom periodu je njegovo procentualno učešće čak veće (60 do blizu 80%) nego za vreme masovnog razvića, pošto u isto to vreme i ostala



dva analizirana roda beleže svoju najveću brojnost (sl. 7). Interesantno je napomenuti da *Pediastrum* i *Scenedesmus* — vrste pokazuju u prve dve godine ispitivanja čas jedan, čas dva perioda bujnijeg razvića, ali se u istoj godini u tome ovi rodovi smenjuju, tako da prvi ima jedan brojni maksimum kad drugi dostiže dva, i obrnuto.



Sl. 7. Procentualno učešće najvažnijih oblika Chlorophyceae. 1. *Staurastrum* 2. *Pediastrum* 3. *Scenedesmus*.

Procentualeinahme der Chlorophyceae-hauptformen.

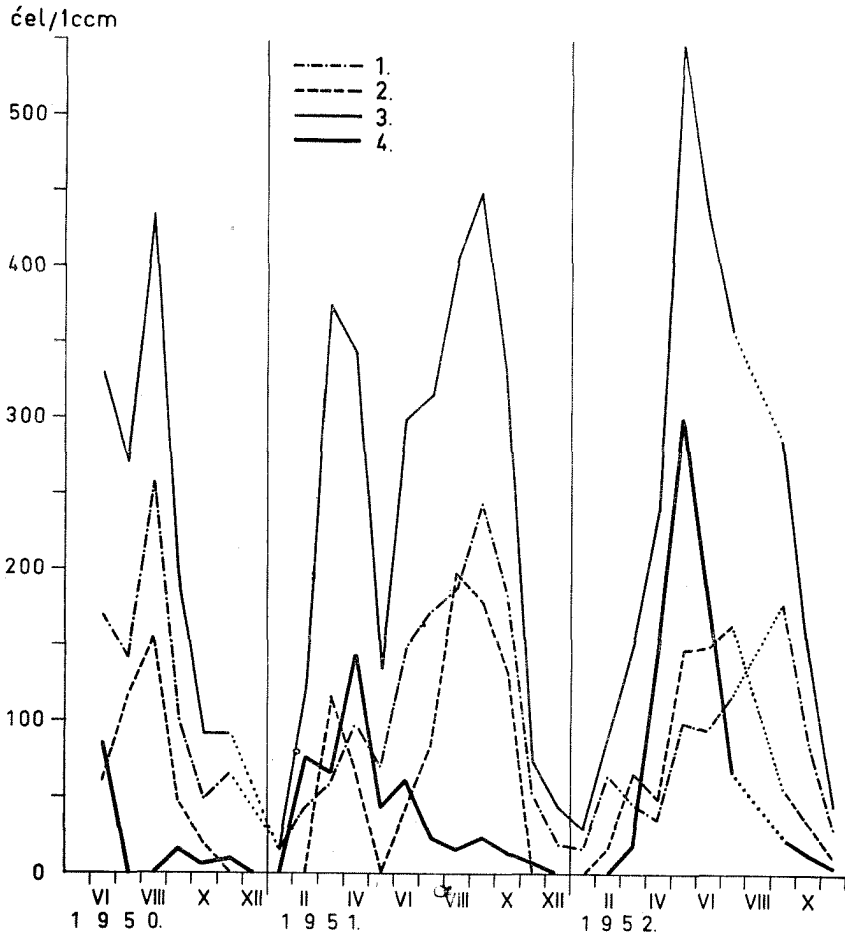
Poseban slučaj pretstavlja 1952. godina. U njoj za vreme najveće brojnosti zelenih algi preovlađuje *Sphaerocystis Schroeteri*, a dosta je brojan i *Oocystis solitaria*, takođe vidnije zapažen i prethodne godine. Zbog toga tada opada uloga roda *Staurastrum*, *Pediastrum* i *Scenedesmus*, naročito prvog, koji u ovoj godini angažuje svega 27% od maksimalne produkcije svih *Chlorophyceae*-a u poređenju sa 53, odnosno 51% iz prethodnih godina. Sličan je slučaj i sa ostalim rodovima, samo je kod njih procenat još manji.

*Flagellatae* se javljaju sa gotovo istom brojnošću kao i *Chlorophyceae*, ali je njihovo prisustvo zapaženije pred kraj, dok je zelenih algi na početku ispitivanja (sl. 2). Vrednost najveće produkcije *Flagellatae*-a kreće se od 375—550 ćel/ccm i obično se javlja jednom u toku godine, kasno u proleće (1952) ili u ranu jesen (1950). Tada one upadljivo dominiraju u fitoplanktonu Grošničkog jezera, učestvujući sa oko 30% (sl. 3). Međutim, u 1951. došlo je u dva maha do masovnog razvića ove grupe algi, takođe u proleće i jesen, pri čemu je prvi maksimum bio manji od drugog (375 prema 415 ćel/ccm). U ovoj godini je uopšte postignuta najveća produkcija *Flagellatae*-a, pošto je jezero počev od marta pa sve do oktobra, uz manji

pad u maju, bilo neprestano naseljeno relativno gustom populacijom ovih p-anktonskih biljaka. U ostalim godinama je, međutim, taj period trajao znatno kraće, svega 3—4 meseca, zbog čega je, razumljivo, i produkcija imala upola manju vrednost.

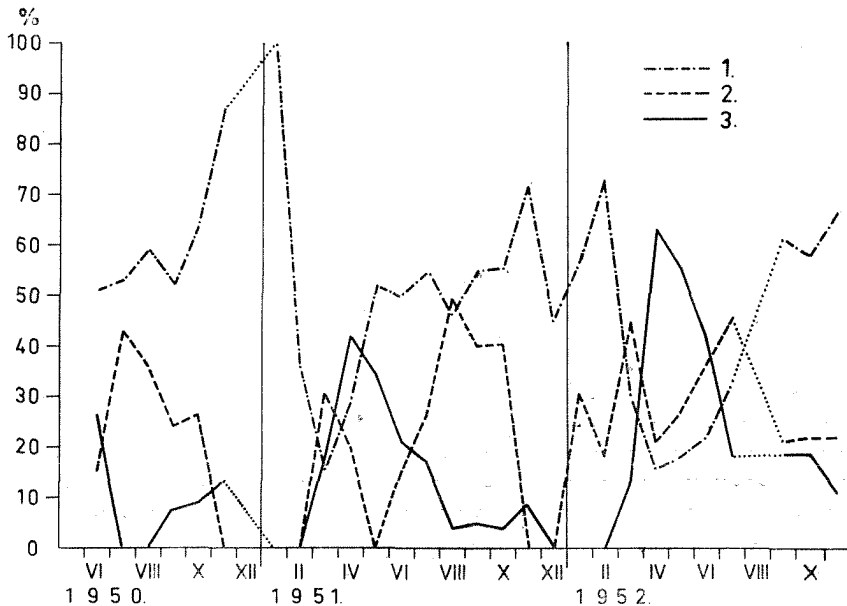
U kasnu jesen, uporedo sa vidnijim opadanjem temperature vode, razviće *Flagellatae*-a se naglo usporava, što uslovljava pad u njihovoj brojnosti. To je naročito izraženo preko zime kada su zabeležene minimalne vrednosti, 15—45 ćel/ccm, odnosno 9—25‰.

Tri oblika, *Ceratium hirundinella*, *Dinobryon divergens* i rod *Peridinium*, sa vrstama *cinctum* i *incospicuum*, imaju prvorazredni značaj za kretanje brojnosti *Flagellatae*-a u toku godine (sl. 8). Među njima se iz-



Sl. 8. Kretanje brojnosti osnovnih vrsta *Flagellatae*. 1. *Peridinium cinctum* 2. *Ceratium hirundinella* 3. sve *Flagellatae* 4. *Dinobryon divergens*. Veränderung der Zahl der Flagellataehauptarten. 1. *Peridinium cinctum* 2. *Ceratium hirundinella* 3. alle *Flagellatae* 4. *Dinobryon divergens*.

dvaja *Peridinium*, koji samo u kratkom vremenskom razmaku, od svega 2—3 meseca na početku 1951. i sredinom 1952. godine, ustupa vodeće mesto drugim vrstama. Jedino se tada učešće ovoga roda svodi na svega 15%, dok inače ne silazi ispod 45%, a najčešće se kreće oko 60% (sl. 9).



Sl. 9. Relativna zastupljenost osnovnih vrsta Flagellatae. 1. *Peridinium cinctum* 2. *Ceratium hirundinella* 3. *Dinobryon divergens*.  
Relativteilnahme der Flagellataehauptarten.

Ovaj rod pokazuje pravilnu ritmiku brojnosti u toku čitavih ispitivanja. Svake jeseni on postiže intenzivno razviće, sa maksimumom u septembru, čije se vrednosti iz godine u godinu smanjuju, od 258 na 180 ćel/ccm. Između ovih perioda produkcija *Peridinium* vrsta je mala, ali se najreda populacija sreće u zimu, iako ona i tada premaša numeričke vrednosti ostalih vrsta.

*Ceratium hirundinella* je možda od svih flagelata najznačajnija vrsta za smer sezonskih promena brojnosti ove grupe. Masovno razviće postiže u isto vreme kada i sve vrste flagelata zajedno, čak se i pojave njihovih maksimalnih i minimalnih vrednosti poklapaju. Kod nje se takođe zapažaju ili dva perioda intenzivnog razvoja u toku godine (1951) ili samo jedan (1950. i 1952.), kao što je to konstatovano i kod grupe *Flagellatae*-a. Otuda upravo *Ceratium hirundinella* određuje ovoj grupi tok fluktuiranja gustine njene populacije u godišnjem ciklusu, ali pri tome ona nije presudna za visinu same produkcije, s obzirom na njene inače ne tako velike numeričke vrednosti. Jedino u zajednici sa još nekom drugom vrstom ona ocrta gornju granicu maksimalne produkcije flagelata.

Tako, na primer, sa vrstama iz roda *Peridinium*, *Ceratium hirundinella* određuje konture ekstremnih vrednosti gustine populacije *Flagellatae*-a u jesen 1950. i 1951, dok je u prolećnim maksimumima, pored nje, takođe presudna i vrsta *Dinobryon divergens*, a u 1951. jos i *Trachelomonas planctonica*.

I najzad, kao što je već rečeno *Dinobryon divergens* igra vidnu ulogu u prolećnoj populaciji *Flagoellatae*-a, pošto u to vreme pada njeno naj-intenzivnije razviće. Naročito je značaj ove vrste veliki u 1952. godini, kada obuhvata više od polovine populacije flagelata u momentu maksimalne brojnosti. U prethodnim godinama je produkcija *Dinobryon divergens* daleko manja, posebno u 1950. kada iznosi jedva 30% od najveće produkcije. Međutim, već od aprila ili maja gustina populacije ove vrste naglo opada i u toku zime, u dužem ili kraćem vremenskom razmaku, ona sasvim izostaje iz fitoplanktona Grošničkog jezera.

Ako bi se na kraju dao opšti pregled učešća pojedinih grupa algi u ukupnom biljnom planktonu Grošničke akumulacije na osnovu njihovih procentualnih vrednosti, mogli bi se izdvojiti periodi sa očiglednom dominacijom samo jedne ili brojnijim učešćem više grupa. Zima i rano proleće karakterišu se izrazitom prevagom silikatnih algi nad ostalim grupama, o čemu svedoči njihovo učešće od 65 do 85% (sl. 2). Topli period, međutim, pripada masovnom razviću zelenih algi i *Flagellatae*-a, koje obično međusobno izmenjuju mesto u vodećoj ulozi. Dok u 1950. godini *Flagellatae* prevlađuju sa 50—58% na početku ovog perioda, *Chlorophyceae*, uz mnogo veće procentualno učešće (56—70%), preuzimaju dominantan položaj u pozno leto, dotle se iduće godine masovno javljaju prvo zelene alge, a zatim flagelate, no i jedne i druge ovoga puta imaju manji udeo u ukupnom fitoplanktonu. Najzad, jesenji aspekt se odlikuje komplikovanim odnosom grupa i u njemu primaran položaj može imati ma koja od njih, već prema tome o kojoj se godini radi. U 1950. dominacija pripada zelenim algama, zatim su najvažnije *Flagellatae*, da najzad tu ulogu u 1952. godini preuzmu *Diatomeae*.

Apsolutno numeričke vrednosti fitoplanktonskih grupa, sračunate za svaku godinu pojedinačno i za ceo period ispitivanja, pokazuju takođe da su vrste *Diatomeae*-a dominantni oblici u planktonskoj zajednici Grošničkog jezera (tab. 5). Njihov udeo u trogodišnjem proseku iznosi 54%,

Tablica 5. Prosečna godišnja brojnost fitoplanktona na profilu 1 u toku trogodišnjih ispitivanja (čel/1 ccm).

Jahresmittelwerte der Phytoplanktonanzahl auf dem Profil 1 im Verlaufe der dreijährigen Untersuchungen.

	1950		1951		1952		prosek	
	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%
Flagellatae	182,5	29,1	167,5	21,5	205,5	27,7	184,3	25,1
Chlorophyceae	312,5	49,8	103,7	13,3	118,5	16,0	153,7	21,0
Diatomeae	132,6	21,1	510,0	65,3	417,0	56,3	395,9	53,9
ukupno	627,6	100,0	781,2	100,0	741,0	100,0	733,9	100,0

dok je učešće ostale dve grupe gotovo podjednako, uz manju dominaciju *Flagellatae*-a (25 prema 21%). Ipak siikatne alge nemaju u svim godinama vodeću ulogu. U 1951. i 1952. one su najznačajniji oblici fitoplanktona, naročito u prvoj, kada predstavljaju  $\frac{2}{3}$  od celokupne mikroflore. Na početku ispitivanja je, naprotiv, njihov udeo najmanji, svega 21%, a osnovnu komponentu čine *Clorophyceae*. U ostalim godinama ove alge zauzimaju zadnje mesto u ukupnoj brojnosti fitoplanktona.

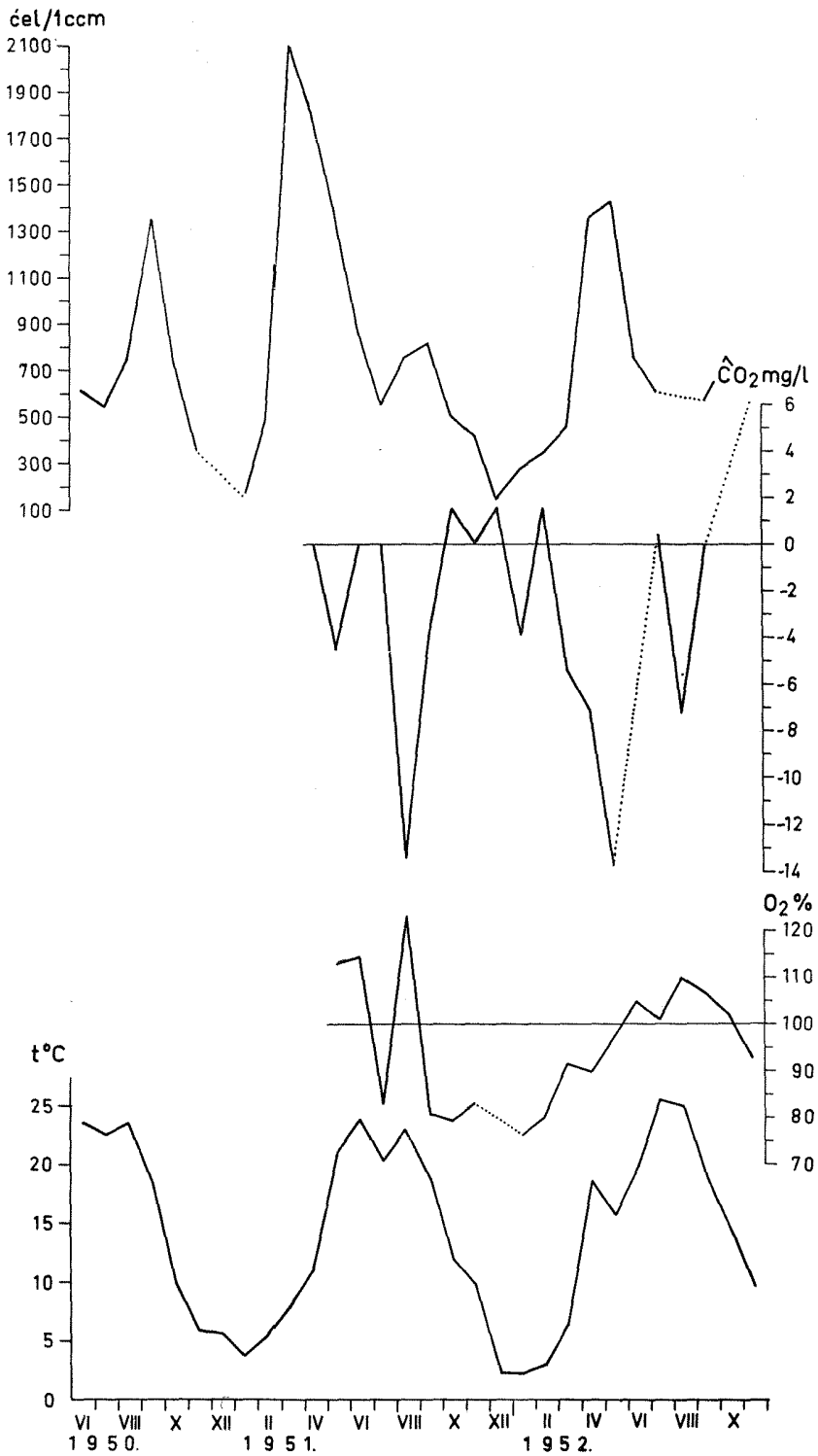
Od svih grupa *Flagellatae* imaju najujednačeniju produkciju tokom celog proučavanog perioda. Zastupljene su sa 167 do 205 ćel/ccm dostižući najmanju vrednost u 1951. godini.

Sve grupe zajedno postižu najmasovnije razviće u 1951. godini, 781 ćel/ccm, a najmanje godinu dana ranije. Trogodišnji prosek se, međutim, najviše približava produkciji iz 1952. (734 u odnosu na 741 ćel/ccm).

Postavlja se pitanje šta je uslovalo postojeću gustinu i fluktuaciju celokupne planktonske mikroflore Grošničke akumulacije i koji su ekološki faktori u tome bili presudni.

U mnogobrojnim ispitivanjima veze fitoplanktona sa uslovima sredine najčešće je temperatura vode uzimana kao odlučujući faktor za tempo razvića ove biljne zajednice. Neki algolozi (Kofoid 1908, Allen 1920, Eddy 1927, cit. Spencer 1950) su, na primer, utvrdili da temperatura direktno utiče na periodicitet jedonćeličnih algi, dok joj drugi (Daily 1938, Damann 1941, cit. Spencer 1950, Spencer 1950, Sieminska 1952, Griffith 1955 i drugi) odriču taj značaj i njeno dejstvo ograničavaju samo na visinu produkcije, ali ni tada ono nije direktno, već u vezi sa nekim drugim spoljašnjim faktorima. Postoji takođe mišljenje da razviće algi zavisi od svetlosnog intenziteta, pri čemu su posebno važni ultravioletni zraci, koji su u direktnoj vezi sa deobom ćelija (Goudey 1938, cit. Spencer 1950). Ništa manji značaj, po nekima, nema ni dužina dnevnog osvetljavanja (Daily 1938, cit. Spencer 1950, Spencer 1950, Sieminska 1952, Fedkistova 1959). Nasuprot njima, veliki broj ispitivača daje prioritet hemiskim faktorima (Pearshall 1923, 1932, Welch 1935, Meloche 1938, Hutchinson 1944, Aničkova, cit. Voronina 1957, Guseva 1958). Svi se oni slažu u pretpostavci da postoji jasna korelacija između sezonskih promena u rastvorenim gasovima i nekim solima s jedne strane i rasporeda fitoplanktona, posebno pojedinih grupa i vrsta s druge.

Na osnovu podataka iz Grošničkog jezera može se pre svega utvrditi da je značaj temperature vode na fitoplankton znatno manji od onog koji joj pridaju mnogi ispitivači (sl. 10). U ovom bazenu primećena je slaba podudarnost u kretanju brojnosti mikroflore i temperature, pošto je često progresivno zagrevanje jezera bilo praćeno padom u produkciji ili se, obrnuto, povećanje populacije u jesen poklapalo sa smanjenjem temperature vode. Izgleda da su termički uslovi odlučujući jedino u proleće, kada je voda bogata hranljivim supstancama, a intenzitet svetlosti povećan. U to vreme i dolazi do masovnog razvića fitoplanktona, ali u 1951. godini ono ima brži tempo nego porast temperature, dok u 1952. ovi procesi



Sl. 10. Značaj temperature i rastvorenih gasova za razvoj fitoplanktona.  
Bedeutung der Temperatur und löslichen Gase für der Phitoplanktonen-  
entwicklung.

teku paralelno. Međutim, ni u Grošničkom jezeru kao ni u Quabbin rezervoaru, nije primećen maksimum gustine fitoplanktona u vreme najviše temperature vode (Spencer 1950). Naprotiv, tada su zabeležene niže vrednosti. Dobija se utisak da visoke temperature nisu pogodne za masovno razviće planktona, što je još ranije istakao Šnajder proučavajući vestfalske akumulacije (Schneider 1913).

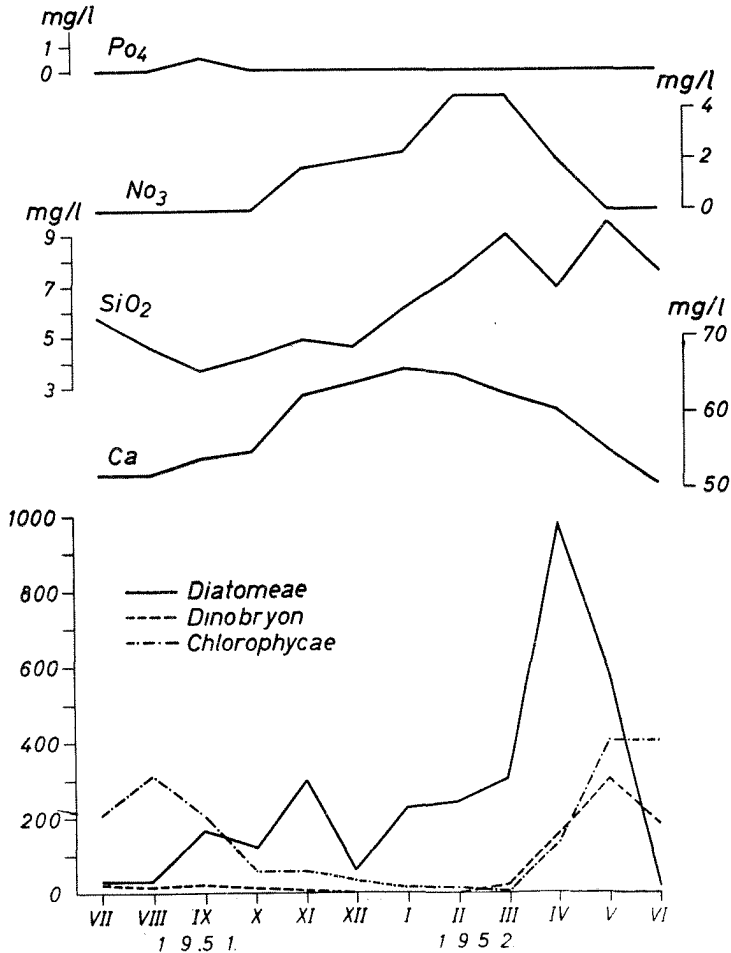
Prema tome, polazeći od naših nalaza, temperatura ima vrlo ograničeno dejstvo na kretanje brojnosti fitoplanktona, koje se u stvari svodi na period prolećnjeg razvića ove zajednice, određujući tada samo pojavu njene brojnije populacije. Izgleda da je veći uticaj ovoga faktora na periodicitet nekih grupa ili čak pojedinih vrsta planktonskih algi (Spencer 1950).

Postoji jasna korelacija između krivulje relativnih vrednosti  $O_2$  i ukupnog fitoplanktona, što je i Spencer utvrdio u akumulaciji Quabbin (Spencer 1950). U momentu male produkcije hlorofilnih algi smanjuje se i količina kiseonika tako da epilimnion nije tada prezasićen ovim gasom čak i ako je u pitanju neki letnji mesec. Suprotno tome, gustu populaciju fitoplanktona sledi i visok sadržaj  $O_2$ .

Još je bolje izražen odnos između količine biljnog planktona i slobodnog  $CO_2$ , ali je on inverzibilan. Pokazalo se, na primer, da do potpunog utroška ovoga gasa dolazi onda kada je fitoplankton masovno razvijen. Čak se u vreme maksimalne produkcije javljaju karbonati, kao rezultat povećane fotosintetičke delatnosti hlorofilnih algi. Međutim, u zimskim mesecima, zbog minimalne brojnosti fitoplanktona,  $CO_2$  je stalno prisutan u epilimnetičkoj vodi. Kako je, pak, količina kiseonika i ugljen dioksida direktno zavisna od fotosinteze, a ova opet od mase hlorofilnih biljaka, to se ova dva gasa mogu smatrati ograničavajućim faktorom produkcije planktonskih algi.

Najzad, i rastvorene soli utiču u Grošničkoj akumulaciji na povećanje i opadanje gustine populacije pojedinih grupa i važnijih vrsta fitoplanktona. Dobijeni rezultati se gotovo u potpunosti slažu sa Pirsalovom hipotezom o hemijskoj determinaciji (Pearsall 1932). Proučavajući sastav fitoplanktona u vezi sa rastvorenim solima, Pirsal je za svaku grupu algi utvrdio njen zahtev prema hemiskom sastavu vode. Njegovi zaključci se ukratko svode na sledeće. *Diatomeae* se javljaju u zimu u proleće kada je voda najbogatija  $PO_4$ ,  $NO_3$  i  $SiO_2$ . Preko leta, u uslovima redukovane količine biogenih soli, razvijaju se zelene alge, prvo kolonijalne forme, a zatim *Desmidiaceae*, već u skladu sa njihovim potrebama u azotu i fosforu. Modrozeleno alge su takođe sposobne da brzo rastu u vodi sa minimalnom količinom ovih supstanci, ali pretpostavljaju visok sadržaj u organskim materijama. I najzad, pojava *Flagellatae-a* odnosno vrste *Dinobryon divergens*, vezana je za kasno proleće, u vreme niskog sadržaja Si i Ca, a povećanog odnosa  $NO_3/PO_4$ .

Pošto su totalne analize hemiskog sastava vode Grošničkog jezera vršene samo u toku jednogošnjeg ciklusa, od jula 1951. do juna 1952, to će se i analiza podataka odnositi samo na taj period (sl. 11).



Sl. 11. Uticaj hranljivih soli na pojavu i produkciju grupa planktonskih algi  
Wirkung der Nährsalze auf die Erscheinung und Produktion der Planktonalgruppen.

Već je rečeno da se prolećnji aspekt fitoplanktona ovog jezera karakteriše masovnom pojavom *Diatomeae*-a, odnosno vrste *Asterionella formosa* i roda *Cyclotella*, koje takođe i u jesen postižu još jedan, ali znatno manji porast brojnosti. U 1952. godini intenzivno razviće silikatnih algi otpočelo je u martu, kada je zabeležen visok sadržaj silicijuma (9,00 mg/l).



Već idućeg meseca primećuje se nagli pad ove soli na 6,90 mg/l, kao posledica maksimalne produkcije *Diatomeae-a*, a dalje joj količina ponovo raste iako se populacija ovih algi sve više proređuje. Minimalna brojnost silikatnih algi pada u vreme još uvek visokog sadržaja  $\text{SiO}_2$ , što ne ide u prilog mišljenju Pirsala, koji iščezavanje ovih biljaka objašnjava padom silicijuma ispod 0,5 mg/l (Pearsall 1932).

Uporedo sa redukcijom brojnosti *Diatomeae-a* javlja se povećanje u gustini *Flagellatae-a*, u prvom redu vrste *Dinobryon divergens*. Međutim, početkom leta produkcija ove vrste je i dalje visoka, dok je silikatnih algi svedena na minimum. Sukcesija ovih dveju populacija u rano leto, kada je utrošena značajna količina Ca i  $\text{NO}_3$  (od 86 na 51 mg/l Ca i od 4,5 mg/ $\text{NO}_3$  sve do tragova) ima veliku sličnost sa situacijom koju je Pirsal konstatovao kasno u proleće (Pearsall 1932). Ipak, ova dva slučaja se razlikuju po količini  $\text{SiO}_2$  u periodu javljanja vrste *Dinobryon divergens*. Dok je, na primer, u engleskim jezerima masovno, razviće ove vrste uslovljeno padom silicijuma ispod 0,5 mg/l, dotle u Grošničkom jezeru pojava *Dinobryon divergens* ne stoji u korekciji sa variranjem ove hranljive soli, kao što je već ranije utvrđeno u Lindsley Pond (Hutchinson 1944).

U toplom periodu godine, od maja do jula, a verovatno i avgusta (nisu uzete probe), fitoplankton Grošničke akumulacije obeležen je brojnim prisustvom *Chlorophyceae-a*. Na početku ovog perioda zapaža se masovno razviće *Sphaerocystis Schroeteri*, dok je u julu dominantna vrsta *Staurastrum paradoxum* i *polymorphum*. U hemiskom pogledu svi ovi meseci se karakterišu minimalnim sadržajem hranljivih soli, u kojima su, prema Pirsalu, zahtevi zelenih algi, a naročito *Desmidiaceae-a* vrlo mali (Pearsall 1932).

Ipak, prisutna količina nekih soli nije dovoljna za optimalno razviće pojedinih vrsta *Chlorophyceae-a*. Na osnovu eksperimentalnih ispitivanja Ču je dao za *Staurastrum paradoxum* mnogo veći raspon u sadržaju azota i fosfora nego što su oni konstatovani preko leta u Grošničkom jezeru. Optimalno razviće postiže ova vrsta u prisustvu 0,9—3,5 mg/l  $\text{NO}_3\text{N}$  i 0,09—1,8 mg/l  $\text{PO}_4\text{P}$ , ali ona može da se razvija i kada se koncentracija azota spusti do 0,1, a fosfora do 0,009 mg/ (Chu 1942). Međutim, druge soli, na primer Ca, Mg i  $\text{SiO}_2$ , korisne za rast *Staurastrum paradoxum*, javljaju se u našoj akumulaciji u potrebnim količinama. S obzirom na relativno malu brojnost ove vrste dobija se utisak da u nedovoljnoj koncentraciji pojedinih neophodnih supstanci leži odgovor zašto je populacija *Staurastrum paradoxum* bila u 1952. godini tako oskudna, naročito u poređenju sa 1950, kada je imala skoro 4 puta veću vrednost. Svakako da su u tome bili presudni još i neki drugi faktori sredine, možda čak ne samo fizičko-hemiski, koji su zajedno delovali na datu vrstu. To naravno važi i za ostale oblike fitoplanktona, čija se reakcija na postojeće okološke uslove manifestovala u datom sezonskom rasporedu.

## DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Fitoplankton Grošničkog jezera, upoređen sa planktonskim zajednicama drugih akumulacija, pokazuje veće ili manje razlike, kako u sastavu tako isto i u produkciji. Izostajanje modrozelenih algi, grupe koja u mnogim prirodnim i veštačkim bazenima često preko leta formira bogat »vodeni cvet«, daje posebnu karakteristiku planktonskim algama ovoga jezera. Može se navesti još samo mali broj akumulacija u kojima uopšte ne žive *Cyanophyceae*. Tako, na primer, u vestfalskim rezervoarima, podignutim u bazenima reke Rajne, takođe izostaje grupa modrozelenih algi, ali je ovde masovno razvijen *Ceratium hirundinella*, koji u dva maha, aprila i septembra, dovodi do »cvetanja vode« (Schneider 1913). Sličan je slučaj i sa Vlasinskom akumulacijom, koja je uopšte vrlo siromašna fitoplanktonom, i floristički i produkciono, i u čiji cenotički sastav, pokraj *Cyanophyceae-a*, ne ulaze još neke značajnije vrste *Diatomae-a* (roda *Asterionella* i *Cyclotella*) (Milovanović i Živković 1956, 1958). U tri rezervoara centralnog Velsa, koji su u stvari oligotrofne vode, ali sa naznakom procesa ka eutrofizaciji, nije takođe utvrđeno prisustvo modrozelenih algi, mada su i ostale komponente fitoplanktona predstavljene malim brojem vrsta i neznatnom brojnošću (Rouнд 1956). Najzad, da pomenemo dve vodojaže na reci Hridimka u Češkoj, Hamry i Seč, pretežno naseljene silikatnim algama i *Chrysophyceae-ama*, u kojima isto tako nisu konstatovane modrozelenе alge (Sladeček i Sladečkova 1962).

Nasuprot njima stoje mnogobrojna veštačka jezera gde *Cyanophyceae* predstavljaju značajnu komponentu u fitoplanktonu, dostižući u toplom periodu godine, često, enormnu produkciju. Ovde će biti navedene samo neke od njih.

U baražnom jezeru koje je postalo na reci Nysa, kod Ottmachau, u Donjoj Šleziji, dolazi svake godine, sudeći bar po dvogodišnjim ispitivanjima Vunča, do masovnog grupisanja modrozelenih algi na površini vode. Krajem leta 1941. u tome je bila presudna vrsta *Microcystis aeruginosa*, dok je u isto to vreme 1942. godine *Aphanizomenon flos aquae* obrazovao izraziti »vodeni cvet«. Sem toga, ovde su i *Flagellatae*, posebno *Cryptomonadinae*, bile takođe brojno zastupljene dostižući vrednost koja se kreće u eutrofnim prirodnim jezerima (Wundsch 1942).

Štundl (Štundl 1941) novodi prisustvo modrozelenih algi u vodojaži Haspe, koje su jula i avgusta, u vreme njihove najveće produkcije, bile uglavnom predstavljene dvema vrstama, *Chroococcus dispersus* i *Microcystis flos aquae*. Međutim, u veštačkom jezeru na reci Thaya, u Češkoj, našao je preko leta i jeseni »vodeni cvet« od *Cyanophyceae-a*, ali ne navodi vrstu koja je bila presudna u tome (Hemplund Štundl 1943). Još neke češke akumulacije sadrže dosta modrozelenih algi. U jezeru Sedlice kod Želiva, ova grupa algi često dominira u ukupnom planktonu učestvujući sa 80, pa čak i blizu 100%. Ona obično postiže tako visoku brojnost da više puta u toku godine dolazi do »cvetanja vode«, u 1955, na primer, početkom juna i krajem septembra, a u 1956. godini čak u 3 maha,

juna i dva puta u novembru (Štepanek and Chalupa 1958). Veliki broj vrsta (16) *Cyanophyceae*-a naseljava jezero Slapy, u kome se preko leta *Microcystis aeruginosa* i *Aphanizomenon flos aquae* masovno razvijaju obrazujući »vodeni cvet« još u junu, čija maksimalna gustina pada početkom avgusta (Javorncký, Komárek i Ružička 1962).

Vrlo je interesantna pojava *Cyanophyceae*-a u jezeru Eguzon, u Francuskoj. Od ukupno 10 vrsta 4 učestvuju u formiranju »vodenog cveta«, koji u periodu juli — oktobar pokazuje sledeću sukcesiju: *Anabaena flos aquae* — jula, *Anabaena spiroides* var. *crassa* — krajem septembra do oktobra, *Coelosphaerium naegelianum* — oktobra i *Microcystis flos aquae* — krajem oktobra (Vivier 1956).

Retko i sa malim brojem vrsta (2) javljaju se *Cyanophyceae* u poljskoj akumulaciji Goczalkowice (Bombowna 1962), ali je Sjeminska, naprotiv, u drugoj (Roznow) zabeležila krajem septembra masovno razviće ove grupe, čak i pojavu »vodenog cveta« od vrste *Anabaena Scheremetievi* (Sieminska 1952).

Mnogi rezervoari Severne Amerike takođe su naseljeni grupom *Cyanophyceae*. U nekim od njih ne dolazi do intenzivnog razvića ove grupe, dok je u drugim ono takve jačine da dovodi do »cvetanja vode«. Zapaženo je, na primer, u Quabbin rezervoaru da su modrozelenne alge slabo zastupljene sve do kraja avgusta kada otpočinje nagli porast njihovog broja i u septembru dostižu maksimalnu amplitudu. U to vreme one zahvataju 84% od celokupnog fitoplanktona, u čemu *Anabaena* učestvuje sa 93% (Spencer 1950). Bez pojave »vodenog cveta« javljaju se *Cyanophyceae* i u Atwood rezervoaru, u kome je najbrojnija populacija ove grupe konstatovana, naprotiv, preko leta (jula), kada izrazito dominira *Coelosphaerium* (Wright 1954). Ispitujući 4 akumulacije u Teksasu, Harris i Silvi (Harris and Silvey 1940) su u jednoj od njih, Bridgeport, koja je najdublja i najkasnije sagrađena, našli modrozelenne alge predstavljane jedino rodom *Aphanizomenon*. Najveću brojnost one imaju marta meseca, 73.000 ćel/ccm, povlačeći se ka površini jezera u vidu »vodenog cveta«.

Posebno je interesantno istaći ogromnu masu *Cyanophyceae*-a u svih 6 proučenih rezervoara Kolorada. Ova grupa algi pokazuje u vreme svoje maksimalne produkcije enormne cifre koje se retko mogu sresti u još nekom drugom baražnom jezeru. Naročito visoka produkcija zabeležena je u najplićem, svega 3 m dubokom jezeru Gaynor, u kome je 3 puta u toku godine, maja, jula i oktobra, došlo do masovnog razvića *Cyanophyceae*-a, posebno roda *Chroococcus*, mada su preko leta i jeseni bili vrlo česti takođe *Coelosphaerium* i *Merismopedia*. Najveća brojnost nađena je u periodu juli — avgust, koja je iznosila 63.000 ćel/ccm. Ipak su i pored ovalike brojnosti alge ostajale uvek u vodenoj masi ne formirajući nikakvu skramu, niti »vodeni cvet« na površini. Slična gustina populacije modrozelenih algi konstatovana je i u Boulder rezervoara, u kome je maksimalnu prolećnju produkciju uglavnom obrazovao *Schizothrix*, dok je u jesen dominirao *Coelosphaerium*. Daleko je slabija zastupljenost ove grupe

algi u akumulaciji Beasley, pošto ovde najveća produkcija, zabeležena u toku godine, iznosi jedva 3.500 ćel/ccm, sa *Chroococcus* kao najglavnijim oblikom (P e n n a k 1949).

I najzad, u kom stepenu su baražna jezera Sovjetskog Saveza naseljena modrozelenim algama. Na osnovu relativno malo podataka o fitoplanktonu dobija se utisak da je pojava *Cyanophyceae* u svim ovim bazenima njihova regionalna karakteristika. To verovatno dolazi otuda što su sovjetske akumulacije međusobno povezane i podignute uglavnom na velikim rekama ili njihovim pritokama, u čijim se plavnim terenima inače masovno razvija ova grupa algi. Ipak se ove vodojaže međusobno razlikuju u pogledu zastupljenosti modrozelenih algama. U tom smislu mogu se izdvojiti dve grupe. U jednu ulaze jezera sa redom populacijom *Cyanophyceae*-a, pretstavljenom uglavnom najčešćim rodovima, kao *Anabaena*, *Aphanizomenon* i *Microcystis*, u koju se može ubrojati Ivankovska, Gorkovska, Pestovska, Pjalovska i Kljazminska (B u t o r i n a 1961, P r i j m a č e n k o 1961, S e b e c o v, M e j s n e r i M i h e j e v 1953). Drugu grupu čine akumulacije u kojima se modrozeleni alge razvijaju masovno, obrazujući na površini bazena gust »vodeni cvet«. Tako je, na primer, Guseva zabeležila izraziti »vodeni cvet« u Ribinjskoj vodojaži, koji je u julu brojao od 10.000—25.000 ćel/ccm, a u septembru, u periodu maksimalne gustine, varirao je od 13.000—40.000 ćel/ccm. Najveća brojnost u to vreme postigli su *Anabaena* i *Aphanizomenon* (G u s e v a 1955). U centralnom delu Jahromske akumulacije, koji obiluje organskim materijama i produktima njihovog raspadanja, primećuje se intenzivno »cvetanje vode« od modrozelenih algi, pretežno od roda *Aphanizomenon* (S e b e n c e v, M e j s n e r i N i h e j e v 1953). Isti rod je izazvao »vodeni cvet« i u Novosibirskoj vodojaži, koja leži u gornjem toku reke Oba (P e t k o v i č 1961). Interesantno je istaći da je i u Veselovskoj vodojaži, podignutoj na zaslanjenoj reci Manič, levoj pritoci Dona, došlo posle nekoliko godina od izgradnje do naglog razvića *Cyanophyceae*-a, pa čak i do »cvetanja vode« u avgustu, prvenstveno na račun *Aphanizomenon flos aquae*, *Anabaena spiroides* var. *voronichiana* i *Phormidium tenue* (K r u g l o v a i B e r v a l j d 1961). Još se za jednu akumulaciju u bazenu Dona, za Cimljansku, navodi pojava »vodenog cveta«, takođe od najčešćih rodova, *Aphanizomenon* i *Microcystis* (L a p i c k i j 1958).

Nasuprot modrozelenim algama, koje su u Grošničkoj akumulaciji samo jednom konstatovane sa svega nekoliko ćelija, zbog čega se njihovo prisustvo može zanemariti, ostale grupe algi su zastupljene uglavnom sa široko rasprostranjenim vrstama, koje naseljavaju mnoge stajaće vode, pa i veštačka jezera. To se naročito odnosi na one oblike fitoplanktona koje u ovoj akumulaciji imaju brojniju populaciju: *Asterionella formosa*, *Peridinium cinctum*, *Cyclotella* — vrste, rod *Staurastrum*, *Ceratium hirundinella*, *Pedistrum duplex* i *Dinobryon divergens*, a dosta manju *Scenedesmus* i *Synedra acus*. Sudeći po ovom kompleksu vrsta, fitoplankton Grošničkog jezera je blizak po sastavu planktonskim zajednicama mnogih akumulacionih bazena. U tome čini izuzetak rod *Staurastrum*, sa vrstama

*paradoxum* i *polymorphum*, koji se obično sporadično i u malim količinama javlja još u malom broju baražnih jezera, ali je i tada najčešće pretstavljen drugim vrstama. U jezeru Eguzon, na primer, ponekad se javlja vrsta *Staurastrum gracile nanum* (Vivier 1956), neke poljske akumulacije sadrže *S. tetracerum* (Sieminska 1952) ili, pokraj ove, još i druge: *S. alternans*, *S. apiculatum*, *S. gracile* i *S. lunatum*, sudeći prema ispitivanjima Bombovne (Bombowna 1962), dok je, naprotiv u Češkoj Marvan zabeležio vrstu *S. bienaenum* u Kružberku (Marvan 1956), a Sladečkova je našla *S. haeteroceras* i *S. pelagicum* u jezeru Sedlice (Sladeček i Sladečkova 1962). Vrstu *Staurastrum paradoxum* imaju jedino neki rezervoari u Engleskoj, koji služe za pijaću vodu, ali se druga vrsta ovoga roda iz Grošničkog jezera ne nalazi ni u njima. U malim rezervoarima centralnog Velsa, koji prema florističkim indikatorima imaju izrazito oligotrofan karakter, *S. paradoxum* predstavlja dominantnu vrstu. Najbolje je razvijen u najmlađoj akumulaciji (Caerewen), gde je prisutan gotovo preko cele godine i često ima vodeću ulogu u fitoplanktonu. Nešto je ređi u starim bazenima, zbog čega se smatra prvim kolonizatorom novonastalih veštačkih jezera (Round 1956). Flint je, međutim ovu vrstu zabeležio u Barn Elms rezervoaru, bogatom hranljivim materijama, ali ona tamo ne predstavlja značajan karakteristiku mikroflore (Flint 1950).

Prema tome, prisustvo vrste *Staurastrum paradoxum*, a naročito *polymorphum*, koja nije nađena ni u jednom do sada ispitanom barežnom jezeru, svakako daje poseban pečat fitoplanktonu Grošničkog jezera, tim pre što su one česti i vrlo abundantni članovi ove zajednice.

Treba istaći još jednu osobenost sastava planktonskih algi Grošničke akumulacije. To je odsustvo vrsta iz roda *Melosira* i *Fragilaria*, koje kao česti euplanktonski oblici naseljavaju, skoro bez izuzetka, sve do sada proučena veštačka jezera Evrope i Amerike. U njima je zabeleženo masovno razviće vrste *Meloris granulata* i *Fragilaria crotonensis*, ali su one u nekim vodojažama Sovjetskog saveza (Ivankovska, Gorkovska i Ribinska) u nekoliko potisnute vrstama *Melosira italica* i *Fragilaria capucina* (Butorina 1961, Prijmačenko 1961, Guseva 1955). Ove vrste mogu da žive i u potamoplanktonu, ali visoku produkciju postižu u vodama bogatim hranljivim solima, zbog čega ih mnogi ispitivači smatraju florističkim indikatorima eutrofnih voda (Naumann 1932, Vivier 1956, Round 1956, Sieminska 1952, Utermöhl 1925). Pokraj Grošničkog jezera ove značajne diatomeje nisu zabeležene ni u rezervoarima centralnog Velsa (Round 1956), niti u Atwood rezervoaru, koji je takođe sa niskom produkcijom fitoplanktona (Wright 1954). Isti je slučaj i sa Vlasinskom akumulacijom, koja se po sastavu fitoplanktona uopšte mnogo razlikuje od drugih veštačkih jezera (Milovanović i Živković 1956, 1958).

I u pogledu visine produkcije fitoplanktona Grošničko jezero se razlikuje od većine proučenih baražnih jezera. Prosečna godišnja brojnost planktonskih algi za ceo period ispitivanja kretala se između 627 i 781 ćel/cm. Maksimalna produkcija postignuta je u 1951, kada je u martu

došlo do slabog »cvetanja vode« na račun vrste *Asterionella formosa*. Sličnu količinu fitoplanktona zabeležio je i P e n a k u 2 rezervovara Kolorada, Hyden's i Allens, koji tokom godine prosečno proizvode 610—630 ćel/ccm (P e n a k 1949).

Ove vrednosti dosta su veće jedino u poređenju sa Quabbin rezervoarom, u kome je brojnost planktonskih algi varirala od 2—240 ćel/ccm. Srednja godišnja produkcija u prvoj godini ispitivanja (1948) iznosila je svega 10 ćel/ccm, pri dominaciji *Diatomeae*, dok se druge povećala na 92 ćel/ccm, zahvaljujući intenzivnom razviću zelenih algi (S p e n c e r 1950). Vlasinska akumulacija takođe ima znatno manju količinu fitoplanktona od Grošničkog jezera. Na osnovu podataka iz 1953. i 1954. godine, kada je produkcija algi bila nekoliko puta veća u odnosu na prethodne godine, prosečna brojnost u periodu april—oktobar iznosila je svega 230 do 300 ćel/ccm (M i l o v a n o v i ć i Ž i v k o v i ć 1956). Međutim, već u baražnom jezeru Roznow, u Poljskoj, utvrđena je 4 puta veća produkcija biljnog planktona, koja uz florne elemente nagoveštava eutrofni karakter ovog jezera (S i e m i n s k a 1952). Još veća količina fitoplanktona zabeležena je u češkoj akumulaciji Sedlice, u kojoj dominira grupa *Cyanophyceae*, dok silikatne alge imaju podređenu ulogu. Pojava »vodenog cveta« od modrozelenih algi više puta u toku godine uslovljava visoku srednju godišnju produkciju biljnog planktona, koja je u 1955. iznosila 8.600 ćel/ccm, a u 1956. godini 5.400 ćel/ccm (Š t e p a n e k a n d C h a l u p a 1958). Međutim P e n a k navodi zapanjujuću cifru od 27.000 ćel/ccm za gustinu populacije fitoplanktona u najmanjoj i najplićoj akumulaciji Kolorada. U ostalim bazenima količina algi pada na trećinu ove vrednosti, kao na primer u Boulder, ili još niže, tako da je u Beasley konstatovano 2.000 ćel/ccm, dok se u Baseline i Hassler razvija prosečno 820—940 ćel/ccm jezerske vode (P e n n a k 1949). Treba takođe navesti i znatan broj drugih baražnih jezera u kojima preko godine, jednom ili više puta, dolazi do obrazovanja »vodenog cveta« na račun modrozelenih algi, zbog čega svakako imaju veću godišnju produkciju fitoplanktona nego Grošničko jezero (H a r r i s a n d S i l v e y 1940, W u n d s c h 1942, H a e m p e l u n d S t u d l 1943, S e b e n c o v, M e j s n e r i M i h e j e v 1953, G u s e v a 1955, V i v i e r 1956, P e t k o v i ć 1961, K r u g l o v a i B e r v a l j d 1961, M i t t i s k a 1962, J a v o e n i c k y, K o m a r e k i R u ž i č k a 1962).

## ZAKLJUČCI

Na osnovu svega što je do sada izloženo mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Fitoplankton Grošničkog jezera dosta je jednoličnog sastava s obzirom da je u toku trogodišnjih ispitivanja ukupno konstatovano svega 45 oblika. Po broju vrsta najznačajnije su *Chlorophyceae* (53%), zatim *Diatomeae* (24%) i najzad *Flagellatae* (21%) Modrozelenene alge su predstavljene sa svega nekoliko ćelija jedne jedine vrste. Po čestoci javljanja

najistaknutije su *Asterionella formosa*, a zatim vrste roda *Peridinium*, *Cyclotella* i *Staurastrum*, koje se javljaju u znatnom broju preko cele godine i stoga daju osnovni pečat fitoplanktonu.

2. U ovom jezeru planktonske alge pokazuju dva jasna maksimuma brojnosti, prolećnji i jesenji, od kojih je prvi 2—3 puta veći. Preko leta brojnost algi nešto opada, naročito u julu. Međutim, najmanje numeričke vrednosti zabeležene su u hladnom periodu godine.

3. Za gustinu populacije fitoplanktona najveći značaj imaju *Diatomeae*, sa vrstom *Asterionella formosa*, koja u martu 1951. godine kao da nagoveštava slabo »cvetanje vode«. Ova grupa algi pokazuje istu godišnju fluktuaciju kao i celokupan fitoplankton. Ostale grupe se javljaju sa podjednakom brojnošću s tim što *Chlorophyceae* preovlađuju na početku dok su *Flagellatae* masovnije na kraj ispitivanog perioda.

4. Sudeći prema procentualnim vrednostima struktura planktonskih algi je tokom godine sledeća. Zima i rano proleće karakterišu se izrazitom prevagom silikatnih algi. Topli period, međutim, pripada masovnom razviću zelenih algi i flagelata, koje međusobno izmenjuju mesto u vodećoj ulozi, dok se jesenji aspekt odlikuje dominacijom ma koje grupe: najpre zelenih algi, zatim flageleta, a u 1952. godini *Diatomeae*-a.

5. Upoređen sa planktonskim zajednicama drugih akumulacija fitoplankton Grošničkog jezera pokazuje veće ili manje razlike kako u sastavu, tako isto i u produkciji. Prisustvo vrste *Staurastrum polymorphum* i otustvo pretstavnika roda *Melosira* i *Fragilaria*, kao i modrozelenih algi u celini daje posebnu karakteristiku planktonskim algama Grošničkog jezera. S druge strane, prosečna godišnja produkcija, koja se kreće od 627 do 781 čel/ccm, često daleko zaostaje iza produkcije fitoplanktona najvećeg broja do sada proučenih baražnih jezera.

#### LITERATURA

Bombowna M. (1962): Sedimentieren von Sinkstoffen im Staubecken Goczalkowice — Acta hydrobiol., 4, 2.

Butorina G. L. (1961): Fitoplankton Ivankovskovo vodohranilišča v 1954 — 1956 g. — Tr. inst. biol. vodohr., 4 (7).

Chu S. P. (1942): The influence the mineral composition of the growth of planktonic algae. Part I. Methods and culture media — J. ecol., 30

——— (1943). The influence the mineral composition of the growth of planktonic algae. Part II. The influence of the concentration of inorganic nitrogen and phosphate phosphorus — J. ecol., 31.

Feoktistova I. O. (1959): Vlijanije dljini svetovovo dnja na obrazovanije ograničeskovo veščestva i razmnoženjija vodorasljej — Tr. inst. biol. vodohr., 1 (4).

Flint E. A. (1950): An investigation of the distribution in time and space of the algae of a British Water Reservoir — Hydrobiologia, 11.

Griffith E. R. (1955): Analysis of phytoplankton yields in relation to certain physical and chemical faktors lake Michigan — Ecol., 36, 4.

- Guseva K. A. (1947): Fitoplankton Učinskovo vodohraniljišča — Bjul. Mosk. obšč. ispit. prirodi, 7, 2.
- (1947 b). Pričini periodičnosti v razvitiji fitoplanktona Učinskovo vodohraniljišča — Ibid, 7, 6.
- (1955). Fitoplankton Ribiaske vodohraniljišča (sezonska dinamika i rasporedjenije jevo osnovnih grup) — Tr. biol. st. »Borok«, 2.
- (1958). Vlijanije režima urovnja Ribinskovo vodohraniljišča na razvitije fitoplanktona — Tr. biol. st. »Borok«, 3.
- Haempel O. und Stundl K. (1943): Fischereibiologische Untersuchungen an der Frainger Talsperre — Arch. Hydrobiol., 40, 2.
- Harris B. B. and Silvey G. (1940): Limnological investigation on Texas reservoir lakes — Ecol. monogr., 10, 1.
- Hutchinson G. E. (1944): Limnological studies in Connecticut. VII. A critical examination of the supposed relationship between phytoplankton periodicity and chemical changes in lake waters — Ecol., 25, 3.
- Javornický P., Komárek J. i Ružička J. (1962): Fitoplankton Slapske údolní nadržé v letech 1958 — 1960 — Sb. vys. školy chem-technolog, v Praze, 6, 1.
- Kruglova M. V. i Bervaljd A. E. (1961): Veselovskoje vodohraniljišče Izv. GosNIORH, Tom L.
- Kubiček F., Marvan P. and Zelinka M. (1958): K poznání biologických poměrů vodorenské údolní nadržé u Fryštaku — Sb. vys. školy chem-technolog, v Praze, 2, 1.
- Lapickij I. I. (1961): Cimljanskoje vodohraniljišče — Izv. GosNIORH, RH, tom L.
- Lund J. W. G. (1949): Studies on *Astoerionella formosa*. I. The origin and nature of the cells producing seasonal maxima — J. ecol., 37.
- Marvan P. (1956): Razvoj fitoplanktonu v údolní nadrží u Kružberku v prvém období po napuštění — Prirod. sb. Ostrav kraja, 31.
- Meloche V. M., Leader G., Safranski L. and Juday C. (1938): The silica and diatom content of lake Mendota water — Trans. Wis. Akad. Sci. Arts Lett., 31.
- Milovanović D. i Živković A. (1956): Limnološka ispitivanja baražnog jezera na Vlasini — Zb. rad. Inst. za ekol. i biogeogr., 7, 5.
- (1958): Novi prilog proučavanju planktonske produkcije u baražnom jezeru na Vlasini — Zb. rad. Biol. inst., 2, 7.
- Naumann E. (1932): Grundzüge der regionalen Limnologie-Binnengewässer 11.
- Pearsall W. H. (1923): A theory of Diatom periodicity — J. ecol. 11, 1.
- (1930): Phytoplankton in the English lakes. I. The proportions in the waters of some dissolved substances of biological importance — J. ecol., 18, 2.
- (1932): Phytoplankton in the English lakes. II. The composition of the phytoplankton in relation to dissolved substances — Ibid, 20, 2.
- Pennak R. W. (1949): Annual limnological cycles in some Colorado reservoir lakes. — Ecol. monogr., 19, 3.
- Petkevič M. A. (1961): Novosibirskoje vodohraniljišče — Izv. GosNIORH, Tom L.
- Prijmačenko D. A. (1959): Fitoplankton pribrežnoj zoni Ribinskovo vodohraniljišča — Tr. inst. biol. vodohr., 1 (4).
- (1961): Fitoplankton Gorkovskovo vodohraniljišča v pervije godi jevo suščestovanija (1956—1957) — Ibid, 4 (7).
- Round E. F. (1956): The phytoplankton of three water supply reservoir in Central Wales — Arch. Hydrobiol., 52, 4.
- Schneider G. (1913): Das Plankton der Westfälischen Talsperren des Sauerlandes — Arch. Hydrobiol., 8, 1.
- Sebcov M. B., Mejsner V. E. i Mihejev V. P. (1953): Ribovodno biološki osnovanija ribohazajstvenovo osnovanija vodohraniljišč na rekah — Tr. vserus. VNIPRH, Tom 6.
- Sieminska J. (1952): The plankton of the artificial lake at the Rożnow dam — Mem. Acad. Polon. Sci. et Lett., Ser B, 18, 1.



Sladeček V. and Sladečková A. (1962): The plankton community of the Hamry and Seč reservoirs after the spring overturn — Sb. vys. školy chem-technol. v Praze, 6, 1.

Spencer J. (1950): The net phytoplankton of Quabbin reservoir, Massachusetts, in relation to certain environmental factors — Ecol., 31, 3.

Štěpanek M. and Chalupa J. (1950): Limnological study of the reservoir Sedlice near Želiv. II. Biological part — Sb. vys. školy chem-technol. v Praze, 2, 2.

Stundl K. (1942): Limnologische Untersuchungen an einigen wesfälischen Talsperren — Arch. Hydrobiol., 38.

Utermöhl H. (1925): Limnologische Phitoplanktonstudien — Ibid, Suppl., 5.

Voronina M. N. (1957): K voprosu o godovih izmenjenijah zooplanktona Ribinskovo vodohraniljišča — Tr. vses. gidrobiol. obšč., 8.

Vivier P. (1956): Le lac d'Eguzon — Ann. stat. cen. hydrobiol. appl., 6.

Welch P. S. (1935): Limnology — New Yrk.

Wright J. C. (1934): The hydrobiology of Atwood lake, a floodcontrol reservoir — Ecol., 35, 3.

Wundsch H. H. (1942): Die Neisse Staubecken von Ottmachau O. S. in seiner Entwicklung zum Fischgewässer — Z. Fisch., 40.

\_\_\_\_\_ (1949): Grundlagen der Fischwirtschaft in den Grosstaubecken — Abh. Fich., 1.

(Iz Instituta za biološka istraživanja SRS, Beograd)

## Zusammenfassung

MIRJANA JANKOVIĆ

### UNTERSUCHUNGEN DER PHYTOPLANKTON DES GROŠNIZASEES.

In der vorliegenden Arbeit sind dreijährige Phytoplanktonuntersuchungsergebnisse des Stausees bei Groschniza ausgelegt. An Hand von 300 quantitativer Proben, die allmonatlich in der Periode von Juni 1950 bis November 1952 gesammelt wurden, konnte die ziemlich gleichmässige Zusammensetzung einzelliger Algen festgelegt werden. Von 45 Formen, die im Laufe aller Erforschungen festgestellt sind, gehört mehr als die Hälfte den Chlorophyceae an (53%), etwas weniger den Diatomeae, während Flagellatae durch die geringste Artenzahl vertreten sind (21%). Die blaugrünen Algen sind von einigen Zellen einer einzigen Art vertreten. Die meisten von gefundenen Formen erscheinen sporadisch und oft in begrenzter Anzahl, so dass sie für die Algenproduktion keine grössere Bedeutung haben. Durch ihre Frequenz und Dichte zeichnen sich etwa an die zehn Formen aus, die dem Phytoplankton das Hauptmerkmal verleihen. Unter ihnen sind *Asterionella formosa*, *Petricularia cinctum*, *Staurastrum paradoxum* und *polymorphum* und zwei Arten der Gattung *Cyclotella* die bedeutendsten.

Vom Hauptkomplex der Arten ausgehend ist der Phytoplankton des Groschniza-Sees nach Zusammensetzung der Planktongesellschaften vieler Staubecken verwandt. Die einzige Ausnahme bildet die Gattung *Staurastrum*, die sporadisch und in sehr geringen Mengen nur noch in einigen Stauseen erscheint, sie ist jedoch noch dazu meistens von anderen Arten, und nie durch *Staurastrum polymorphum* vertreten. Andererseits aber konnten in dem Groschnizasee nicht die Vertreter der Gattung *Meloidia* und *Fragilaria* festgestellt werden, die sonst fast ohne Ausnahmen in allen Akkumulationen in ganz Europa und Amerika vorkommen. Abgesehen von einigen Zellen sind in diesem See auch keine blaugrünen Algen verzeichnet, obwohl

sie sich sonst in der grössten Anzahl von künstlichen Seen in Massen entwickeln, wo sie gewöhnlich ein kleineres oder grösseres »Wasserblühen«, hervorrufen. Demnach also, verleiht das Vorhandensein der Art *Staurastrum polymorphum* und die Abwesenheit der Vertreter der Gattung *Melosira* und *Fragilaria*, wie auch der blaugrünen Algen in ganzem ein besonderes Kennzeichen dem Phytoplankton des Groschnizasees.

Hinsichtlich ihrer Entwicklung zeigen die Planktonalgen in allen Versuchsjahren zwei klare Maxima, das Frühjahrsmaximum und das Herbstmaximum, was sich auch sonst an der Entwicklung des tierischen Planktons (des Zooplanktons) bemerkbar macht. Im Frühling ist die Produktion bedeutend grösser, manchmal auch um das dreifache. Insbesondere war dies der Fall im Jahre 1951, als es im März zum schwachen »Wasserblühen« kam und zwar auf Rechnung der Art *Asterionella formosa*. Im Sommer fällt die Anzahl der Algen etwas ab, um im Juli das Minimum zu erreichen. Dem ging eine gesteigerte Entwicklung der Zooplanktonorganismen voraus, so dass sich da die Folgerung aufdrängt, dass sie zum Teil für das Sommerminimum des Phytoplanktons verantwortlich sind. Ein noch grösserer Abfall ist im Laufe des Winters zu beobachten, wo es kaum 130 Zell/ccm übersteigt.

Auf solchen Verlauf der Phytoplanktonanzahl wirken am meisten Diatomeen ein. Auch bei ihnen sind zwei Perioden mit maximaler und minimaler Entwicklung zu beobachten, auch stimmen sogar diese Perioden mit der entsprechenden Entwicklung der Planktonalgen überein. Im Frühling ist die Bedeutung der Diatomeen besonders gross, da sie 70—80% von maximaler Produktion des ganzen Phytoplanktons bilden. Diese Gruppe dominiert auffallend auch im Winter, obwohl dann die Gesamtanzahl abnimmt. Die Herbstmaxima zeichnen sich hauptsächlich durch die Produktion von Grünalgen und Flagellataen, die in manchen Jahren ihren Platz in der führenden Rolle wechseln. Am Versuchsanfang bilden den grössten Produktionsteil Chlorophyceen, dann nehmen Flagellataen überhand und zum Schluss haben die beiden Gruppen gleichen Anteil. Auf ähnliche Weise dominieren diese Gruppen auch im Sommeraspekt des Phytoplanktons.

Es wurden auch Versuche zur Feststellung der Bedeutung einzelner Faktoren: Der Wassertemperatur, der löslichen Gase und Nährsalze für die Produktion, und festgestellt, dass die Temperatur eine weit geringere Bedeutung hat, als ihr bisher viele Limnologen zugeschrieben haben. Ihre Wirkung kommt nur im Frühling stärker zu Vorschein, wenn das Wasser reich an organischen Stoffen ist, auch dann aber beeinflusst sie nur die Erscheinung der intensiven Phytoplanktonentwicklung. Sonst besteht keine Übereinstimmung zwischen dem Temperaturverlauf und der Phytoplanktonanzahl. Jedoch zwischen der Kurven der Sauerstoffrelativwerte, insbesondere des  $\text{CO}_2$ , und dem Gesamtphytoplankton besteht eine offenkundige Korrelation. Es erwies sich, dass die maximale Algenentwicklung totalen Verbrauch des Kohlendioxids in den Wasseroberflächenschichten und sogar die Erscheinung von Karbonat hervorruft. Gleichzeitig kommt es zu einer grossen Sauerstoffproduktion auch über den Sättigungspunkt. Andererseits ist in den Wintermonaten, zur Zeit der niedrigen Phytoplanktonproduktion,  $\text{CO}_2$  im Epilimnion ständig anwesend, doch da ist das Sauerstoffprozent auffallend verringert.

Ebenso augenscheinlich ist auch die Rolle der Nährsalze bei Erscheinung und Produktionshöhe einzelner Gruppen und Arten von Planktonalgen. Die Untersuchungsergebnisse stimmen mit wenigen Ausnahmen mit der Theorie Pirsals über chemische Determination überein.

(Aus dem Institut für den biologischen Untersuchungen SRS, Belgrade)